TUGAS AKHIR

STUDI PENEMPATAN *TOWER CRANE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN NOVOTEL DAN IBIS HOTEL KULON PROGO

(*STUDY OF TOWER CRANE PLACEMENT AT NOVOTEL AND IBIS HOTEL KULON PROGO DEVELOPMENT PROJECTS*)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Tandyo Yuwono Apsar
16511128

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCARAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2021

TUGAS AKHIR

STUDI PENEMPATAN *TOWER CRANE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN NOVOTEL DAN IBIS HOTEL KULON PROGO
(*STUDY OF TOWER CRANE PLACEMENT AT NOVOTEL AND IBIS HOTEL KULON PROGO DEVELOPMENT PROJECTS*)

Disusun oleh

Tandyo Yuwono Apsar
16511128

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 24 Desember 2021

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.	**Adityawan Sigit, S.T., M.T.**	**Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D.**
NIP: 005110101	**NIP: 155110108**	**NIP: 945110101**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIP: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 26 November 2021

Yang membuat pernyataan,

Tandyo Yuwono Apsar

(16511128)

DEDIKASI

اَلْحَمْدُ للَّهِ رَبِّ الْعالَمِينَ

Segala puji dan syukur saya haturkan pada kehadirat Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

Kedua Orang Tua saya yaitu Alm. Bapak Respati Widoyoko dan Ibu Widoawati, serta Kakak saya Tandyo Pradono Yunsar yang telah banyak berkorban baik secara material maupun spiritual.

Apabila kita tidak mampu berbuat baik, paling tidak jangan menjadi orang jahat. Apabila kita tidak mampu bersaing dengan orang pintar, paling tidak jangan menjadi orang malas.

Dan hendaklah di antara kamu segolongan umat yang menyeru kepada kebajikan, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar. Dan mereka itulah orang-orang yang beruntung.

(QS. Ali 'Imran: 104)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan limpahan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Studi Penempatan *Tower Crane* pada Proyek Pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo dengan semaksimal mungkin. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

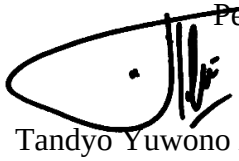
Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan karena banyak pelajaran berupa saran, kritik, dan dorongan semangat dari berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada.

1. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perancangan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, menasihati, dan memberikan tambahan ilmu.
3. Bapak Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji Sidang yang telah memberi masukan dan pembelajaran yang berguna bagi penulis.
4. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Pendadaran yang telah memberi masukan dan pembelajaran yang berguna bagi penulis.
5. Bapak Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji Sidang dan Pendadaran yang telah memberi masukan dan pembelajaran yang berguna bagi penulis.

Akhirnya Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 11 November 2020

Penulis,



Tandyo Yuwono Apsar

16511128

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Halaman Pengesahan ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
DEDIKASI iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xvi
ABSTRAK xviii
ABSTRACT xix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Tinjauan Umum 5
2.2 Penelitian Terdahulu 5
2.2.1 *Location Optimization for a Group of Tower Cranes* 5
2.2.2 Evaluasi Penempatan *Tower Crane* pada Proyek Pembangunan Jember Icon 6
2.2.3 Optimasi Penempatan *Group Tower Crane* pada Proyek Pembangunan My Tower Surabaya 6
2.2.4 Peninjauan Kembali Lokasi *Tower Crane* pada Proyek Green Sedayu Apartemen 7

2.2.5 Analisis Optimasi Penempatan dan Pengadaan *Tower crane* pada Proyek *Highrise Building* 7
2.3 Perbandingan Penelitian yang Akan Dilakukan Terhadap Penelitian Sebelumnya 8
2.4 Keaslian Penelitian 12
BAB III LANDASAN TEORI 13
3.1 Umum 13
3.2 Manajemen Alat Berat 13
3.3 *Tower Crane* 14
3.3.1 Jenis *Tower Crane* 15
3.3.2 Bagian-Bagian *Tower Crane* 18
3.3.3 Mekanisme Kerja *Tower Crane* 25
3.3.4 Kapasitas *Tower Crane* 26
3.3.5 Dasar Pemilihan *Tower Crane* 26
3.3.6 Faktor-Faktor Posisi *Tower Crane* 27
3.4 Lokasi Awal *Tower Crane* 28
3.4.1 Lokasi Titik *Supply* dan Titik *Demand* 28
3.4.2 Radius Minimum *Tower Crane* 28
3.4.3 Kapasistas Angkatan dan *Feasible Area* 29
3.4.4 *Feasible Task Area* 30
3.5 Kelompok Pekerjaan *Tower Crane* 30
3.5.1 Matriks Aksesibilitas 31
3.5.2 Konflik Indeks 32
3.6 Lokasi Optimal *Tower Crane* 33
3.6.1 Tata Letak *Tower Crane* 33
3.6.2 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 34
3.6.3 Waktu Pengangkutan Pengait *Tower Crane* 35
3.6.4 Keseimbangan Beban Kerja *Tower Crane* 36
3.6.5 Penentuan Lokasi *Tower Crane* yang Optimal 36
3.7 Biaya Operasional *Tower Crane* 36

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 38
4.1 Tinjauan Umum 38
4.2 Objek dan Subjek Penelitian 38
4.3 Data dan Pengumpulan Data 38
4.4 Metode Pengumpulan data 39
4.4.1 Data Penelitian 39
4.5 Skenario Permodelan 40
4.6 Metode Analisis 40
4.6.1 Penentuan Lokasi Awal *Tower Crane* 41
4.6.2 Penentuan Kelompok Pekerjaan dan Lokasi Optimal *Tower Crane* 41
4.6.3 Metode Iterasi 41
4.6.4 Perhitungan Biaya Operasional *Tower Crane* 42
4.7 Bagan Alir Penelitian 42
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 45
5.1 Data Penelitian 45
5.2 Ruang Lingkup Pekerjaan 45
5.3 Skenario 1 48
5.3.1 Titik *Supply* dan Titik *Demand* 48
5.3.2 Radius Minimum *Tower Crane* 51
5.3.3 Menentukan Kapasitas Angkatan *Tower Crane* 52
5.3.4 Menentukan Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan *Tower Crane* 54
5.3.5 Menentukan *Feasible Area* 59
5.3.6 Lokasi Awal *Tower Crane* 63
5.3.7 Menentukan Matriks Aksesibilitas 64
5.3.8 Perhitungan Nilai Konflik Indeks (NC) dan Keseimbangan Beban Kerja Antar *Tower Crane* (σ) pada Titik Acuan Awal 70
5.3.9 Perhitungan Biaya Operasional *Tower Crane* 75
5.4 Skenario 2 80
5.4.1 Tata Letak *Tower Crane* 80

5.4.2 Proses Iterasi 83
5.4.3 Hasil Iterasi 84
5.4.4 Perhitungan Biaya Operasional *Tower Crane* 84
5.5 Skenario 3 84
5.5.1 Proses Iterasi 85
5.5.2 Hasil Iterasi 86
5.5.3 Perhitungan Biaya Operasional *Tower Crane* 86
5.6 Pembahasan 86
BAB IV KESIMPULAN 90
6.1 Kesimpulan 90
6.2 Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 91
LAMPIRAN 92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	9
Tabel 3.1	Matriks Aksesibilitas *Tower Crane*	31
Tabel 3.2	Contoh Matriks Aksesibilitas *Tower Crane*	31
Tabel 5.1	Perbandingan Antar Skenario	48
Tabel 5.2	Koordinat Titik *Supply*	49
Tabel 5.3	Koordinat Titik *Demand*	50
Tabel 5.4	*Load Delay dan Unload Delay*	54
Tabel 5.5	Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan	54
Tabel 5.6	Matrik Aksesibilitas *Tower Crane* 1 dan *Tower Crane* 2 Skenario 1	65
Tabel 5.7	Biaya Instalasi dan Operasional *Tower Crane*	76
Tabel 5.8	Biaya Alat Bantu *Erection* dan *Dismantling*	76
Tabel 5.9	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi *Tower Crane*	77
Tabel 5.10	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi *Tower Crane*	79
Tabel 5.11	Rekapitulasi Biaya Operasional *Tower Crane* pada Skenario 1	79
Tabel 5.12	Rekapitulasi Biaya Operasional *Tower Crane* pada Skenario 2	84
Tabel 5.13	Rekapitulasi Biaya Operasional *Tower Crane* pada Skenario 3	86
Tabel 5.14	Perbandingan Antar Skenario	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	*Free Standing Crane*	15
Gambar 3.2	*Rail Mounted Crane*	16
Gambar 3.3	*Tied In Crane*	17
Gambar 3.4	*Climbing Tower Crane*	17
Gambar 3.5	*Base Tower Crane*	18
Gambar 3.6	*Base Section*	18
Gambar 3.7	*Mast Section*	19
Gambar 3.8	*Climbing Frame*	19
Gambar 3.9	*Support Seat*	20
Gambar 3.10	*Slewing Ring*	20
Gambar 3.11	*Slewing Mast*	21
Gambar 3.12	*Cat Head* (*Tower Top*)	21
Gambar 3.13	*Jib*	22
Gambar 3.14	*Counter jib*	22
Gambar 3.15	*Counter Weight*	23
Gambar 3.16	*Cabin Set*	23
Gambar 3.17	*Access Ladder*	24
Gambar 3.18	*Trolley*	24
Gambar 3.19	*Hook*	25
Gambar 3.20	*Feasible Area*	29
Gambar 3.21	*Overlap Feasible Area*	30
Gambar 3.22	Konflik Antar Pekerjaan *Tower Crane*	32
Gambar 3.23	Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane*	35
Gambar 4.1	Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian	43
Gambar 4.2	Bagan Alir Tahapan Analisis Data	44
Gambar 5.1	Denah Pembagian Blok	46
Gambar 5.2	Denah Pembagian Zona	47
Gambar 5.3	Denah Lokasi Titik *Supply* dan Titik *Demand*	49

Gambar 5.4	Spesifikasi *Tower Crane* SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12	53
Gambar 5.5	Mekanisme *Tower Crane* SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12	53
Gambar 5.6	Denah Pendistribusian *Task* 1	55
Gambar 5.7	*Layout* Distribusi Bekisting	56
Gambar 5.8	*Layout* Distribusi Besi	56
Gambar 5.9	*Layout* Distribusi Pengecoran	57
Gambar 5.10	*Layout* Distribusi *Scaffolding*	58
Gambar 5.11	*Layout* Distribusi Bata	58
Gambar 5.12	*Feasible Area* Bekesting	59
Gambar 5.13	*Feasible Area* Besi	60
Gambar 5.14	*Feasible Area* Pengecoran	61
Gambar 5.15	*Feasible Area Scaffolding*	61
Gambar 5.16	*Feasible Area* Bata	62
Gambar 5.17	*Feasible Task Area* pada Blok A	62
Gambar 5.18	*Feasible Task Area* pada Blok A dan Blok B	63
Gambar 5.19	Lokasi Awal *Tower Crane* 1 dan *Tower Crane* 2	64
Gambar 5.20	Aksesibilitas *Tower Crane* 1 dan *Tower Crane* 2	65
Gambar 5.21	*Layout* Distribusi Bekesting dengan Tambahan Titik SL1	67
Gambar 5.22	*Layout* Distribusi Besi dengan Tambahan Titik SL1	67
Gambar 5.23	*Layout* Distribusi Pengecoran dengan Tambahan Titik SL1	68
Gambar 5.24	*Layout* Distribusi Bekisting dengan Tambahan Titik SL1	68
Gambar 5.25	*Layout* Distribusi Bata dengan Tambahan Titik SL1	69
Gambar 5.26	Aksesibilitas *Tower Crane* 1 dan *Tower Crane* 2 dengan Tambahan Titik *Supply Lanjutan*	69
Gambar 5.27	Pergerakan Pengait *Tower Crane* 2 (Tampak Atas)	72
Gambar 5.28	Pergerakan Pengait *Tower Crane* 2 (Tampak Samping)	72
Gambar 5.29	Persilangan *Task* 93 (TC1) dengan *Task* 134 (TC2)	74
Gambar 5.30	Tarif Tenaga Listrik PLN	78
Gambar 5.31	Jangkauan *Tower Crane* pada Skenario 2	80

Gambar 5.32 *Clearence Area Tower Crane* 1 81
Gambar 5.33 *Clearence Area Tower Crane* 2 81
Gambar 5.34 Akses Alat Berat untuk Pembongkaran *Tower Crane* 1 82
Gambar 5.35 Akses Alat Berat untuk Pembongkaran *Tower Crane* 2 82
Gambar 5.36 Bangunan dan Fasilitas di Sekitar *Tower Crane* 83
Gambar 5.37 Denah Modifikasi Titik *Supply* pada Skenario 3 85
Gambar 5.38 Histogram Rasio Perbandingan Antar Skenario 88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Koordinat Titik *Supply* Skenario 1	93
Lampiran 2	Koordinat Titik *Supply* Skenario 2	94
Lampiran 3	Koordinat Titik *Supply* Skenario 3	95
Lampiran 4	Koordinat Titik *Demand*	96
Lampiran 5	Brosur *Tower Crane* SHENYANG BAOQUAN GHT7032-2	99
Lampiran 6	Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 1	103
Lampiran 7	Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 2	109
Lampiran 8	Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 3	115
Lampiran 9	*Feasible Area* Skenario 1	121
Lampiran 10	*Feasible Area* Skenario 2	122
Lampiran 11	*Feasible Area* Skenario 3	123
Lampiran 12	Matriks Aksesibilitas Skenario 1	124
Lampiran 13	Matriks Aksesibilitas Skenario 2	127
Lampiran 14	Matriks Aksesibilitas Skenario 3	130
Lampiran 15	Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 1	133
Lampiran 16	Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1	138
Lampiran 17	Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 2	146
Lampiran 18	Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 2	151
Lampiran 19	Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 3	157
Lampiran 20	Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3	162
Lampiran 21	Konflik Indeks Skenario 1	170
Lampiran 22	Total Waktu Perjalanan Pengait dan Keseimbangan Beban Kerja Seluruh Lantai pada Skenario 1	172
Lampiran 23	Total Waktu Perjalanan Pengait dan Keseimbangan Beban Kerja Seluruh Lantai pada Skenario 2	173
Lampiran 24	Total Waktu Perjalanan Pengait dan Keseimbangan Beban Kerja Seluruh Lantai pada Skenario 3	174
Lampiran 25	Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 1	175

Lampiran 26 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 2 179
Lampiran 27 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 3 183
Lampiran 28 *Site Management* Skenario 1 187
Lampiran 29 *Site Management* Skenario 2 188
Lampiran 30 *Site Management* Skenario 3 189
Lampiran 31 Gambar Potongan Gedung Novotel 190
Lampiran 32 Gambar Potongan Gedung Ibis 193
Lampiran 33 *Site Management* Eksisting 196

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas Tampang Benda Uji (m^2)
BM	= *Benchmark*
HUH	= High Under Hook
σ	= Keseimbangan Beban Kerja *Tower Crane*
NC	= Konflik Indeks
TC	= *Tower Crane*
Xs,Ys	= Koordinat Titik *Supply*
Xd,Yd	= Koordinat Titik *Demand*
SL	= Titik *Supply* Lanjutan
S	= Titik *Supply*
D	= Titik *Demand*
L	= Jarak Titik *Supply* dan Titik *Demand* (meter)
Rmin	= Radius Minimum *Tower Crane* (meter)
Lmax	= Jarak Maksimum Titik *Supply* dan Titik *Demand* (meter)
r	= Radius *Tower Crane* (meter)
δij	= Variabel *Binary*
Q_{ij}	= Frekuensi Angkatan Pekerjaan j oleh *Tower Crane* i
Q_{kl}	= Frekuensi Angkatan Pekerjaan l oleh *Tower Crane* k
$n_{ij,kl}$	= Jumlah Persilangan Antara Pekerjaan j oleh TCi dengan Pekerjaan oleh TCk
Ta	= Waktu Pergerakan Radial *Trolley* (menit)
Tω	= Waktu Pergerakan Tanngensial *Trolley* (menit)
Th	= Waktu Perjalanan Horizontal Pengait (menit)
Tv	= Waktu Perjalanan Vertikal Pengait (menit)
α	= Derajat Koordinasi Pergerakan Pengait dalam Arah Radial dan Tangensial pada Bidang Horizontal (Antara 0 s/d 1)

β	= Derajat Koordinasi Pergerakan Pengait Dalam Arah Radial Dan Tangensial Pada Bidang Vertikal Dan Horizontal (Antara 0 s/d 1)
δ_{ij}	= *Variable Binary*
Q_j	= Jumlah Angkatan Untuk Pekerjaan j
$t1_{ij}$	= Waktu Perjalanan Pengait Dengan Beban (menit)
$t2_{ij}$	= Waktu Perjalanan Pengait Tanpa Beban (menit)
$t3_{ij}$	= Waktu Jeda Rata-Rata Pengangkatan (menit)
$t4_{ij}$	= Waktu Jeda Rata-Rata Pembongkaran (menit)
σ	= Keseimbangan Beban Kerja (jam)
$\overline{T}$	= Waktu Rata-Rata Pengangkutan dari Semua *Crane* (menit)
T_i	= Waktu Pengangukutan Pengait *Crane* ke-I (menit)
Vv	= Kecepatan Vertikal (m/menit)
Va	= Kecepatan Gerak Horisontal Radial Pengait (m/menit)
$V\omega$	= Kecepatan Putar Lengan Kerja (rad/menit)
ΣT	= Jumlah Waktu Perjalanan *Trolley* (menit)

ABSTRAK

Tower crane merupakan alat berat yang banyak digunakan pada proyek pembangunan gedung bertingkat, salah satunya pada proyek pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo. *Tower crane* dipilih karena dapat mempermudah mobilisasi alat dan material secara vertikal maupun horizontal dengan kapasitas angkut yang cukup besar. Dalam pemilihan *tower crane* diperlukan perhitungan yang baik dan tepat terutama mengenai penempatan *tower crane* mengingat biaya pengadaannya yang cukup mahal.

Untuk mendapatkan posisi *tower crane* yang optimal dilakukan beberapa analisis yaitu perhitungan konflik indeks, keseimbangan beban kerja dan biaya operasional dari *tower crane* tersebut. Dalam penelitian ini, dilakukan permodelan dengan 3 skenario penempatan. Masing-masing skenario memiliki perbedaan yaitu pada skenario 1 titik penempatan *tower crane* dan titik *supply* merupakan kondisi asli di lapangan, pada skenario 2 dilakukan modifikasi penempatan dan radius *tower crane* namun dengan titik supply yang sama, pada skenario 3 dilakukan modifikasi penempatan dan radius *tower crane* serta modifikasi pada penempatan dan jumlah titik *supply*.

Dari permodelan 3 skenario tersebut dapat disimpulkan bahwa Skenario 2 merupakan lokasi penempatan yang paling optimal dengan titik penempatan *tower crane* pada koordinat (-14,3168; 51,2601) untuk *tower crane* 1, dan (61,6784; 19,7822) untuk *tower crane* 2. Radius masing-masing *tower crane* yaitu 50 meter untuk *tower crane* 1 dan 60 meter untuk *tower crane* 2. Dengan optimasi penempatan *tower crane* didapatan didapatkan nilai konflik indeks (NC) sebesar 0 persilangan dan keseimbangan beban kerja (σ) sebesar 2,8541 jam serta biaya operasional pada skenario 2 sebesar Rp. 2.706.722.762,14.

Kata Kunci: *Tower Crane*, Konflik Indeks, Keseimbangan Beban Kerja, Biaya Operasional

ABSTRACT

Tower cranes are heavy equipment that is widely used in high-rise building projects, one of which is the Novotel and Ibis Hotel Kulon Progo construction projects. A tower crane was chosen because it can facilitate the mobilization of tools and materials vertically and horizontally with a large carrying capacity. In choosing a tower crane, a good and precise calculation is needed, especially regarding the placement of a tower crane, considering that the procurement cost is quite expensive.

To get the optimal position of the tower crane, several analyzes were carried out, namely the calculation of the index conflict, workload balance, and operational costs of the tower crane. In this study, modeling was carried out with 3 placement scenarios. Each scenario has a difference, in scenario 1 the tower crane placement point and the supply point are the original conditions at the field, in scenario 2 a modification of the placement and radius of the tower crane is carried out but with the same supply point, in scenario 3 a modification of the placement and radius of the tower crane is carried out as well as modifications to the placement and number of supply points.

From the modeling of the 3 scenarios, it can be concluded that Scenario 2 is the most optimal placement location with the tower crane placement points at coordinates (-14,3168; 51,2601) for tower crane 1, and (61,6784; 19,7822) for tower crane 2. The radius of each tower crane is 50 meters for tower crane 1 and 60 meters for tower crane 2. By optimizing the placement of the tower crane, it is found that the conflict index (NC) value of 0 crosses and workload balance (σ) of 2,8541 hours and operating costs in scenario 2 of Rp. Rp. 2.706.722.762,14.

Keywords: *Tower Crane, Index Conflict, Workload Balance, Operational Cost*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Yogyakarta merupakan salah satu daerah yang mempunyai tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Banyaknya destinasi wisata yang ditawarkan di daerah tersebut mengundang perhatian para wisatawan baik dari dalam maupun luar negeri untuk berkunjung, berlibur, ataupun untuk menetap. Kebutuhan fasilitas semakin besar terutama di bidang pariwisata. Pada tahun 2020, Pemerintah telah meresmikan bandara baru yaitu Bandara Yogyakarta International Airport (YIA) di Kabupaten Kulon Progo. Hal ini tentu membuat kebutuhan akan fasilitas akomodasi semakin besar. Demi menunjang kebutuhan fasilitas penginapan di sekitar bandara, PT Lentera Prosper Indo memenuhi kebutuhan fasilitas tersebut dengan cara sebaik mungkin, salah satunya adalah membangun hunian vertikal yaitu Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo sebagai salah satu bentuk pemenuhan kebutuhan sarana dan fasilitas kepada wisatawan lokal maupun mancanegara. Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo merupakan bangunan bertingkat yang dibangun di Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta dengan jumlah lantai 13 lantai (Novotel) dan 11 lantai (Ibis).

Dengan dibangunnya hunian vertikal dengan jumlah lantai yang banyak tersebut maka diperlukan alat untuk membantu melaksanakan proyek tersebut, khususnya dalam hal yang tidak bisa dilakukan oleh manusia pada umumnya. Salah satu pekerjaan yang tidak dapat dilakukan oleh tenaga manusia adalah mengangkut alat dan material yang cukup besar dan berat dari lokasi awal menuju lokasi yang diinginkan. Oleh karena itu diperlukan penggunaan alat berat yaitu *tower crane* untuk membantu mobilitas alat dan material proyek tersebut.

Tower crane merupakan alat berat yang banyak digunakan pada proyek pembangunan gedung bertingkat. Dengan adanya *tower crane*, maka pekerjaan mobilisasi alat dan material dapat terlaksana dengan mudah dibandingkan dengan metode konvensional. Namun, apabila *tower crane* tersebut tidak ditempatkan pada

posisi yang tepat maka dapat mengurangi tingkat kinerja dari *tower crane* dan dapat mengakibatkan kerugian dalam pelaksanaan proyek tersebut.

Penempatan *tower crane* memerlukan perhitungan yang baik dan tepat mengingat biaya pengadaannya yang cukup mahal. Perhitungan tersebut harus mengacu pada struktur bangunan yang akan dibangun dan kondisi di lapangan. Oleh karena itu, jangkauan dari setiap *tower crane* harus diperhitungkan terutama apabila terdapat lebih dari satu *tower crane* yang akan digunakan dengan cara menempatkan *tower crane* pada posisi yang optimal. Untuk mendapatkan posisi *tower crane* yang optimal terdapat beberapa aspek yang perlu diperhitungkan yaitu konflik indeks dan keseimbangan beban kerja pada masing-masing titik lokasi serta biaya operasional dari *tower crane* tersebut. Semakin kecil nilai konflik indeks dan keseimbangan beban kerja pada lokasi *tower crane* tersebut maka tingkat efektifitasnya semakin tinggi dan juga akan membuat biaya operasionalnya menjadi lebih rendah. Untuk itu, penelitian ini akan meneliti lokasi yang optimal untuk penempatan *tower crane* dengan nilai konflik indeks (NC), keseimbangan beban kerja *tower crane* (σ), dan biaya operasional *tower crane* yang rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana titik lokasi penempatan *tower crane* yang optimal berdasarkan nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja (σ) untuk pembangunan gedung Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo?
2. Berapa biaya operasional yang diperlukan pada masing-masing skenario lokasi penempatan *tower crane*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan titik lokasi penempatan *tower crane* yang optimal berdasarkan nilai konflik indeks (NC), keseimbangan beban kerja (σ), dan biaya operasional *tower crane* untuk pembangunan gedung Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memperoleh hasil dan memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan opsi kepada kontraktor dalam penentuan penempatan *tower crane*.
2. Menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan alat berat untuk proyek konstruksi gedung bertingkat.
3. Menambah wawasan bagi pembaca khususnya mahasiswa teknik sipil tentang penggunaan alat berat yang digunakan pada proyek konstruksi.
4. Menambah pengetahuan bagi peneliti mengenai penggunaan, optimasi, pengelolaan, dan pemanfaatan *tower crane*.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam melakukan penelitian diperlukan suatu batasan agar pembahasan tidak terlalu luas. Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian hanya dilakukan pada proyek pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo.
2. Alat berat yang diteliti hanya *tower crane* dengan jenis *free standing crane*.
3. Data diperoleh dari pengamatan di lapangan dan dari kontraktor pelaksana pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo (PT Mitra Langgeng Jaya Konstruksi).

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Proyek merupakan suatu kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan sumber daya tertentu sesuai dengan biaya yang ditetapkan untuk mencapai target yang telah ditentukan. Proyek memiliki sifat yang berbeda satu sama lain, sehingga perencacnaan proyek harus dipersiapkan dengan baik dan benar sehingga dapat mencapai tingkat efisiensi yang tinggi.

Dalam pekerjaan konstruksi gedung bertingkat, produktivitas alat berat merupakan salah satu penentu terlaksananya sebuah proyek dengan baik dan mencapai target yang telah direncanakan. Perencanaan yang tepat mengenai penempatan alat berat dipercaya sebagai kunci utama dari peningkatan produktivitas pada proyek. Perencanaan penempatan yang mana mendefinisikan tipe peralatan, kuantitas alat, posisi dari peralatan yang digunakan, area penyimpanan dan fabrikasi sangat berpengaruh pada produktivitas, biaya dan durasi dari pekerjaan konstruksi (Tam, 2011).

2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam tinjauan Pustaka ini, beberapa dasar teori dan acuan dari berbagai hasil temuan berbagai penelitian sebelumnya untuk dapat dijadikan data pendukung. Penelitian yang memiliki topik sesuai dan berdekatan akan dijadikan sebagai pertimbangan pada penelitian ini.

2.2.1 *Location Optimization for a Group of Tower Cranes*

Zhang, et al. (1999) melakukan penelitian mengenai optmasi lokasi untuk grup *tower crane* yang berisi sebuah model komputerisasi untuk mengoptimalkan lokasi grup *tower crane*. Kriteria Lokasi merupakan lokasi dengan beban kerja yang seimbang, kemungkinan konflik minimum satu sama lain, dan efisiensi operasi yang tinggi. Disajikan juga tiga submodel. Pertama, model lokasi awal mengklasifikasikan pekerjaan ke dalam kelompok dan mengidentifikasi lokasi yang

layak untuk setiap *crane* sesuai dengan "kedekatan" geometris. Kedua, kelompok pekerjaan sebelumnya disesuaikan untuk menghasilkan beban kerja yang baik dan konflik yang minimal. Kemudian, model optimasi *tower crane* tunggal diterapkan satu per satu untuk mencari lokasi yang optimal dalam menentukan waktu perjalanan pengait yang minimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa permodelan yang telah dilakukan memiliki kinerja yang memuaskan. Selain meningkatkan keamanan dan rata-rata efisiensi semua *crane*, didapatkan penghematan 10 - 40% dari total waktu perjalanan pengait.

2.2.2 Evaluasi Penempatan *Tower Crane* pada Proyek Pembangunan Jember Icon

Yudha (2015) melakukan penelitian tentang evaluasi penempatan *tower crane* pada proyek pembangunan Jember Icon yang berlokasi di Jalan Gajah Mada, Jember. Analisis diawali dengan pembagian titik *demand* dan memastikan seluruh *feasible area tower crane*. Dengan menggunakan metode *try and error*, didapatkan alternatif lokasi *tower crane*. Perbaikan penempatan TC akan dianalisis berdasarkan total waktu siklus dan keseimbangan beban kerja pengangkutan material dalam tahap pekerjaan yang ditinjau. Hasil dari penelitian ini adalah total waktu pekerjaan dan keseimbangan beban kerja yang lebih kecil dari lokasi TC sebelumnya diperbaharui menjadi TC1 di (38,303; 41,934), TC2 di (87, 681; 40, 794), dan TC3 di (99,856; 99,586) dapat menekan nilai keseimbangan beban kerja (σ) menjadi lebih kecil yaitu sebesar 127,94 menit. Total waktu kerja seluruh TC terminimalisir menjadi 9721.3 menit dengan rata-rata waktu setiap pekerjaan menjadi 3240,4 menit. Didapatkan rata-rata selisih waktu per lantai adalah 0,39238 menit. Dapat disimpulkan bahwa lokasi TC yang baru adalah optimum.

2.2.3 Optimasi Penempatan *Group Tower Crane* pada Proyek Pembangunan My Tower Surabaya

Septiawan (2017) melakukan penelitian mengenai optimasi penempatan *group tower crane* pada proyek pembangunan My Tower Surabaya dengan menggunakan 3 skenario penempatan *tower crane*. Metode analisis yang dilakukan yaitu mencari nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) yang terkecil dari 3 skenario tersebut. Pada skenario yang pertama dicari

titik optimal *tower crane* pada kondisi asli di lapangan sesuai dengan data denah titik *supply* dan radius *tower crane* 60 m. Pada skenario yang kedua dicari titik optimal *tower crane* pada kondisi titik *supply* yang telah di modifikasi penempatan dan jumlahnya tetapi radius *tower crane* yang digunakan sama seperti data yang ada di lapangan yaitu 60 m. Pada skenario yang ketiga dicari titik optimal *tower crane* pada kondisi titik *supply* seperti skenario 2 tetapi radius *tower crane* yang digunakan diperkecil sampai mencapai radius yang optimal. Dari hasil ketiga skenario perhitungan tersebut disimpulkan bahwa skenario 3 adalah yang paling optimal, karena memiliki nilai nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) terendah dari skenario lainnya, serta dengan biaya operasional sebesar Rp 1.256.778.497, -.

2.2.4 Peninjauan Kembali Lokasi *Tower Crane* pada Proyek Green Sedayu Apartemen

Wicaksono (2018) melakukan penelitian mengenai peninjauan kembali lokasi *tower crane* pada proyek green sedayu apartemen dengan menggunakan analisa terhadap *supply point* dan *demand point*. Kedua variabel tersebut dianalisis kedekatannya sehingga membentuk suatu kelompok pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan dengan pergeseran posisi TC total waktu perjalanan pengait menjadi 7390,19 menit yang sebelumnya hanyalah 7435,31 menit. Dari Analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan pemindahan lokasi TC dapat mempercepat kinerja TC sehingga pembangunan apartemen akan berjalan dengan baik.

2.2.5 Analisis Optimasi Penempatan dan Pengadaan *Tower crane* pada Proyek *Highrise Building*

Penelitian yang dilakukan oleh Pagassang dan Rostiyanti (2018) tentang analisis optimasi penempatan dan pengadaan *tower crane* pada proyek *highrise building* menggunakan Analisis keseimbangan kerja dan analisis indeks konflik pada kelompok *tower crane*. Berdasarkan analisis yang dilakukan pada kedua skenario, maka diperoleh hasil bahwa penentuan titik *supply* sangat mempengaruhi posisi optimal *tower crane*. Pada skenario 1 penentuan titik *supply* mengikuti

perencanaan awal kontraktor yang menghasilkan indeks konflik dan keseimbangan kerja yang besar. Pada skenario 2 nilai indeks konflik berkurang dengan hanya memindahkan 1 titik *supply* dengan menghasilkan nilai keseimbangan kerja yang lebih kecil yaitu 50% dari skenario 1. Penentuan titik *supply* dengan tepat dapat mengurangi indeks konflik, nilai keseimbangan kerja yang kecil sehingga mempengaruhi posisi optimal *tower crane*.

2.3 Perbandingan Penelitian yang Akan Dilakukan Terhadap Penelitian Sebelumnya

Perbandingan antara penelitian yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini dengan penelitian-penelitian yang telah disebutkan di atas disajikan dalam bentuk tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Judul Penelitian	Tujuann Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Zhang, et al. (1999)	*Location Optimization for a Group of Tower Cranes*	Mengoptimalkan lokasi grup *tower crane*.	Membuat tiga submodel dengan kriteria dengan beban kerja yang seimbang, kemungkinan konflik minimum satu sama lain, dan efisiensi operasi yang tinggi.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa permodelan yang telah dilakukan memiliki kinerja yang memuaskan. Selain meningkatkan keamanan dan rata-rata efisiensi semua *crane*, didapatkan penghematan 10 - 40% dari total waktu perjalanan pengait.
Yudha (2016)	Evaluasi Penempatan *Tower Crane* pada Proyek Pembangunan Jember Icon	Mencari titik lokasi group TC yang memiliki keseimbangan beban kerja antar TC paling kecil. Mencari selisih waktu yang diperlukan TC untuk menyelesaikan semua pekerjaan pengangkutan per lantai.	Dengan menggunakan metode *try and error*, didapatkan alternatif lokasi *tower crane*. Perbaikan penempatan TC akan dianalisis berdasarkan total waktu siklus dan keseimbangan beban kerja pengangkutan material dalam tahap pekerjaan yang ditinjau.	Lokasi TC sebelumnya diperbaharui menjadi TC1 di (38,303; 41,934), TC2 di (87, 681; 40, 794), dan TC3 di (99,856; 99,586), nilai keseimbangan beban kerja (σ) sebesar 127,94 menit, total waktu kerja seluruh TC 9721,3 menit, rata-rata waktu setiap pekerjaan 3240,4 menit, rata-rata selisih waktu per lantai 0,39238 menit. Dapat disimpulkan bahwa lokasi TC yang baru adalah optimum.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Septiawan (2017)	Optimasi Penempatan *Group Tower Crane* pada Proyek Pembangunan My Tower Surabaya	Mengetahui titik lokasi *group tower crane* yang memiliki konflik indek dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* paling kecil, mengetahui biaya operasional yang dibutuhkan untuk *group tower crane*	Mengetahui titik lokasi *group tower crane* yang memiliki konflik indek dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* paling kecil, mengetahui biaya operasional yang dibutuhkan untuk *group tower crane*	Skenario 3 adalah yang paling optimal, karena memiliki nilai nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) terendah dari skenario lainnya, serta dengan biaya operasional sebesar Rp 1.256.778.497, -.
Puspita, Mirnayani, dan Aulady (2018)	Peninjauan Kembali Lokasi *Tower Crane* pada Proyek Green Sedayu Apartemen	Meninjau kembali posisi TC pada proyek Green Sedayu apartemen. Diharapkan dengan adannya peninjauan kembali ini kinerja TC bisa lebih optimal.	Menggunakan analisa terhadap *supply point* dan *demand point*. Kedua variabel tersebut dianalisis kedekatannya sehingga membentuk suatu kelompok pekerjaan.	Pemindahan lokasi TC dapat mempercepat kinerja TC dengan total waktu perjalanan pengait menjadi 7390,19 menit sehingga pembangunan apartemen akan berjalan dengan baik.
Pagassang dan Rostiyanti (2018)	Analisis Optimasi Penempatan dan Pengadaan *Tower Crane* pada Proyek Highrise Building	Menentukan lokasi penempatan *tower crane* yang optimal pada proyek *highrise building*	Analisis keseimbangan kerja dan analisis indeks konflik pada kelompok *tower crane*.	Pada skenario 2 nilai indeks konflik berkurang dengan hanya memindahkan 1 titik *supply* dengan menghasilkan nilai keseimbangan kerja yang lebih kecil yaitu 50% dari skenario 1.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Apsar (2021)	Studi Penempatan *Tower Crane* pada Proyek Pembangunan Novotel Dan Ibis Hotel Kulon Progo	Menentukan titik lokasi *tower crane* (TC) yang optimal untuk pembangunan gedung Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo.	Analisis keseimbangan kerja *tower crane* (σ) dan analisis indeks konflik (NC) pada grup *tower crane* kemudian dilakukan iterasi untuk mendapatkan nilai (NC) dan (σ) yang terendah.	-

2.4 Keaslian Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penempatan lokasi *tower crane*, sehingga menjadi bahan pertimbangan dan masukan dalam penelitian ini. Keaslian penelitian tugas akhir diperlukan sebagai bukti tidak adanya plagiarisme penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya tidak memiliki kesamaan pada data proyek. Namun demikian, penelitian sebelumnya dapat memberikan gambaran dan pengetahuan dalam penelitian ini mengenai perencanaan lokasi pemasagan *tower crane* yang tepat pada proyek konstruksi gedung bertingkat.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Berbagai permasalahan dan kendala sering terjadi pada suatu proyek, baik yang telah diperhitungkan maupun yang terjadi di luar perhitungan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya kerugian pada pelaksanaan proyek sehingga proyek tersebut tidak berjalan sesuai dengan rencana. Salah satu permasalahan yang terjadi pada suatu proyek yaitu perencanaan penggunaan alat berat. Penggunaan alat berat memiliki berbagai hal yang perlu dipertimbangkan diantaranya mengenai spesifikasi dan kegunaan dari alat berat itu sendiri. Hal ini harus dipertimbangkan dengan baik mengingat biaya yang diperlukan dalam perencanaan penggunaan alat berat tersebut tidak murah. Diperlukan manajemen yang baik dalam merencanakan penggunaan alat berat untuk mengetahui tingkat efektivitas dari alat berat tersebut. Dengan adanya manajemen baik di dalam pekerjaan proyek konstruksi diharapkan dapat meminimalisir kerugian dan keterlambatan yang terjadi pada proyek tersebut sehingga dapat berjalan dengan efektif dan efisien.

3.2 Manajemen Alat Berat

Manajemen alat berat merupakan proses perencanaan, pengendalian, dan penentuan alat berat yang bertujuan untuk mencapai suatu target yang telah ditentukan. Terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam manajemen alat berat yaitu sebagai berikut.

1. Spesifikasi dan fungsi alat

   Spesifikasi alat berat merupakan informasi mengenai jenis dan karakteristik dari alat berat tersebut. Dengan mengetahui spesifikasinya maka dapat ditentukan fungsi dari alat berat tersebut.

2. Kapasitas alat berat

   Kapasitas alat berat merupakan kemampuan untuk menangani suatu pekerjaan sesuai dengan fungsinya. Kapasitas alat berat yang dipilih harus sesuai dengan beban pekerjaan atau volume total yang akan dikerjakan oleh alat berat tersebut

agar pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan.

3. Metode operasional

   Metode operasional alat berat perlu dipahami apabila akan melakukan perencanaan alat berat, sehingga pada saat alat berat tersebut telah diterapkan dapat beroperasi dengan lancar tanpa adanya gangguan.

4. Ekonomi

   Faktor ekonomi atau biaya sangat penting untuk diperhatikan. Selain biaya investasi dan sewa peralatan, biaya operasional dan biaya pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemilihan alat berat.

5. Jenis proyek

   Jenis proyek juga dapat mempengaruhi pemilihan alat berat yang akan digunakan sehingga mengacu kembali pada fungsi alat berat pada jenis proyek tersebut. Beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat yaitu proyek gedung, jembatan, jalan, dan bangunan keairan.

6. Letak daerah atau lokasi proyek

   Letak daerah atau lokasi proyek sangat menentukan akses untuk alat berat tersebut dapat masuk menuju proyek. Apabila lokasi proyek berada di daerah yang memiliki akses jalan yang sempit maka alat berat yang memiliki ukuran besar sulit untuk digunakan.

3.3 *Tower Crane*

Tower crane merupakan alat berat yang berfungsi untuk mengangkut dan memindahkan material proyek yang bekerja dengan menggunakan prinsip kerja katrol (Chudley, 2004). *Tower crane* memiliki banyak variasi, diantaranya yaitu *tower crane* dengan sistem katrol sederhana sampai dengan *tower crane* dengan sistem mekanis yang rumit. *Tower crane* (TC) merupakan salah satu tipe *crane* yang biasa dijumpai pada proyek gedung bertingkat dan jembatan. Alat berat ini memiliki ketinggian yang dapat disesuaikan dan memiliki jangkauan yang luas.

Tower crane memegang peranan penting di dalam pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi gedung bertingkat karena perannya yang sangat dominan untuk

kelancaran jalannya pembangunan proyek. *Tower crane* merupakan alat bantu yang yang erat kaitannya dengan mobilisasi material di dalam suatu proyek konstruksi. Pada proyek bangunan gedung bertingkat tinggi, *tower crane* pada umumnya digunakan untuk pekerjaan pengangkatan tulangan, pengangkatan bekisting, pengangkatan dinding precast, pengangkatan pasir, pengangkatan unit unit elektrikal dan mekanikal, serta pengecoran menggunakan *bucket*.

3.3.1 Jenis *Tower Crane*

Tower Crane memiliki berbagai jenis yang sering ditemui pada pekerjaan konstruksi maupun non konstruksi. Jenis *tower crane* tersebut dibagi berdasarkan cara *tower crane* tersebut didirikan, yaitu sebagai berikut.

1. *Free Standing Crane*

   Tower crane ini tidak diikatkan dengan struktur bangunan atau berdiri bebas (*free standing*) dan letaknya berada pada luar bangunan. Badan *tower crane* ini berdiri di atas pondasi yang khusus dipersiapkan dan dihitung untuk alat tersebut. Jika *crane* harus mencapai ketinggian yang besar maka digunakan pondasi dalam seperti tiang pancang. Tiang utama (*mast*) *crane* diletakkan di atas dasar pondasi dengan diberi *ballast* sebagai penyeimbang (*counter weight*). Syarat dari pondasi yang akan digunakan harus mampu menahan momen, berat *crane* dan berat material yang akan diangkat.

Gambar 3.1 *Free Standing Crane*
(Sumber : www.nbmcw.com)

2. *Rail Mounted Crane*

   Rail mounted crane merupakan salah satu jenis *tower crane* yang memungkinkan alat dapat bergerak sepanjang rel khusus. Namun, gerakan pada *Rail mounted crane* tidak dapat terlalu cepat karena dapat mengaibatkan *crane* tidak seimbang. Kelemahan dari *crane* tipe ini yaitu harga rel yang cukup mahal dan harus diletakan pada permukaan yang datar sehingga tiang tidak menjadi kemiringan. Karena adanya rel sehingga jangkauan *crane* menjadi lebih besar.

Gambar 3.2 *Rail Mounted Crane*
(Sumber : indonesian.alibaba.com)

3. *Tied in Crane*

   Tied in crane merupakan tipe *tower crane* yang mampu berdiri bebas pada ketinggian maksimum 100 meter. Apabila ketinggian yang diperlukan lebih dari 100 meter, maka *tied In crane* harus ditambatkan pada struktur bangunan. Penjangkaran pada struktur bangunan memiliki fungsi untuk menahan momen yang dihasilkan dari *tower crane*.

Gambar 3.3 *Tied In Crane*
(Sumber : encrypted-tbn0.gstatic.com)

4. *Climbing Tower Crane*

   Climbing *tower crane* adalah salah satu alternatif *crane* untuk lahan yang terbatas. *Crane* ini diletakakan di dalam struktur bangunan, yaitu pada *core* atau inti bangunan. *Crane* dapat bergerak naik bersamaan dengan bertambah tingginya struktur bangunan. Pengangkatan *crane* jenis ini dapat menggunakan dongkrak hidrolis atau *hydraulic jacks*.

Gambar 3.4 *Climbing Tower Crane*
(Sumber : www.sky-line.co.il)

3.3.2 Bagian-Bagian *Tower Crane*

Tower crane tersusun atas beberapa bagian mulai dari bawah (dasar) hingga atas (puncak) yaitu sebagai berikut.

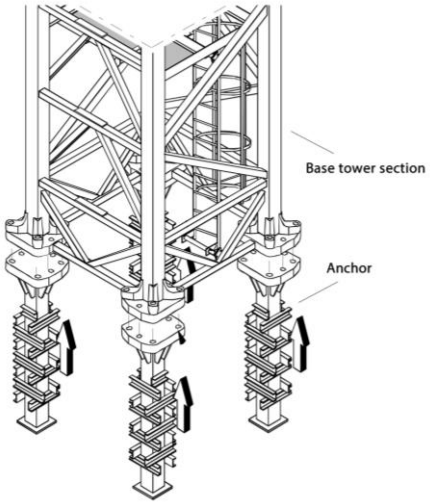
1. *Base*

   Base merupakan tempat dudukan *tower crane* yang berfungsi menahan gaya aksial dan gaya tarik berupa tiang pancang atau blok beton.

Gambar 3.5 *Base Tower Crane*
(Sumber : eltechindonesia.blogspot.com)

2. *Base Section*

   Base section merupakan bagian paling dasar dari badan *tower crane* yang langsung dipasang atau dijangkar ke *base*.



Gambar 3.6 *Base Section*
(Sumber : www.morrow.com)

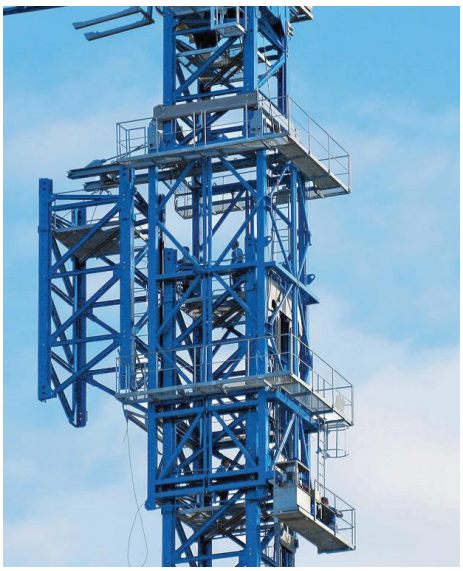
3. *Mast Section*

   Mast section merupakan bagian dari badan *tower crane* yang berupa segmen kerangka yang dipasang untuk menambah ketinggian pada *tower crane*. *Tower crane* terdiri dari beberapa *mast* yang disusun secara vertikal ke atas.

Gambar 3.7 *Mast Section*
(Sumber : id.buildinglift.com)

4. *Climbing Frame*

   Climbing frame merupakan bagian dari *tower crane* yang dapat difungsikan sebagai penyangga saat penambahan *mast*.



Gambar 3.8 *Climbing Frame*
(Sumber : www.theconstructionindex.co.uk)

5. *Support Seat*

   Support seat merupakan dudukan atau tumpuan yang menyokong *slewing ring* pada *slewing unit*.

Gambar 3.9 *Support Seat*
(Sumber : https://dahan*crane*.en.made-in-china.com)

6. *Slewing Ring*

   Slewing ring merupakan roda gigi pada *slewing unit* yang berperan dalam mekanisme putar. Dengan adanya *slewing unit* maka *tower crane* dapat berotasi sampai 360º.

Gambar 3.10 *Slewing Ring*
(Sumber : www.eworldtrade.com)

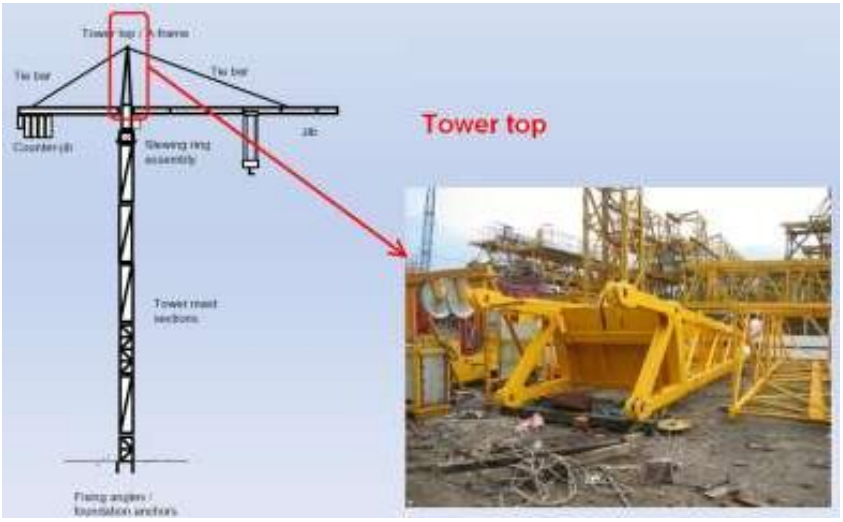
7. *Slewing Mast*

   Sleweing mast merupakan alat yang ikut berputar bersama *jib* atau lengan *tower crane* dan terletak di atas *slewing ring* dan di bawah *cat head* (*tower top*).

Gambar 3.11 *Slewing Mast*
(Sumber : www.annekatop.com)

8. *Cat Head (Tower Top)*

   Cat head (tower top) merupakan puncak dari *tower crane* yang fungsinya sebagai tumpuan kabel penahan *jib* dan *counter jib*.



Gambar 3.12 *Cat Head* (*Tower Top*)
(Sumber : en.jnhytj.com)

9. *Jib*

   Jib merupakan lengan dari *tower crane* yang disebut juga dengan lengan pengangkut beban yang memiliki berbagai macam panjang sesuai dengan kebutuhan.

Gambar 3.13 *Jib*
(Sumber : www.globalsources.com)

10. *Counter Jib*

    Counter jib merupakan tiang penyeimbang terhadap beban momen *jib* atau lengan *tower crane*.

Gambar 3.14 *Counter jib*
(Sumber : www.stockfreeimages.com)

11. *Counter Weight*

    Counter weight merupakan blok beton yang dipasang pada ujung *counter jib* dengan fungsi sebagai pemberat sehingga menciptakan keseimbangan momen pada saat ada beban pada *jib* atau lengan *tower crane*.

Gambar 3.15 *Counter Weight*
(Sumber : www.morrow.com)

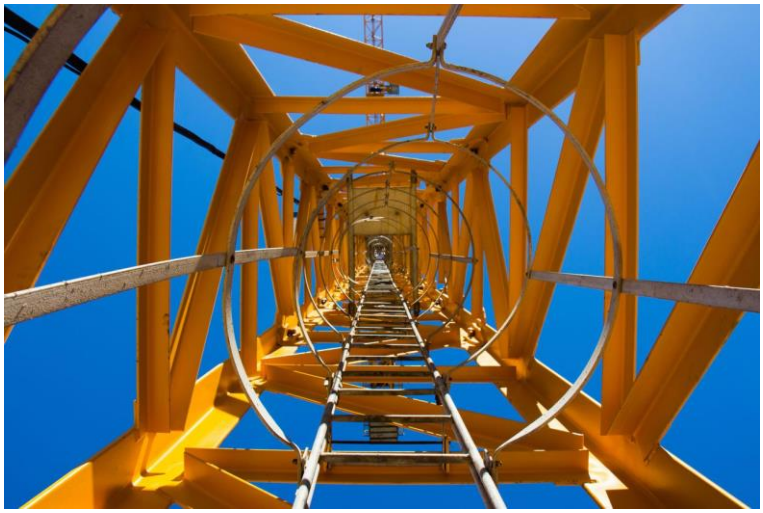
12. *Cabin Set*

    Cabin set merupakan ruang operator untuk mengoperasikan arah gerak *tower crane*.

Gambar 3.16 *Cabin Set*
(Sumber : www.industrial-joystick.com)

13. *Access Ladder*

Access Ladder merupakan tangga vertikal yang berfungsi sebagai akses bagi operator menuju *cabin set* dan terletak di bagian dalam *mast* section.



Gambar 3.17 *Access Ladder*
(Sumber : in.pinterest.com)

14. *Trolley*

Trolley merupakan bagian dari *tower crane* yang berfungsi sebagai alat untuk memindahkan beban yang terkait oleh *hook* sehingga dapat bergerak secara horizontal mengikuti lintasan yang ada pada *jib* atau lengan *tower crane*.

Gambar 3.18 *Trolley*
(Sumber : www.morrow.com)

15. *Hook*

    Hook merupakan alat pengait beban yang akan dibawa pada *tower crane* tersebut.

Gambar 3.19 *Hook*
(Sumber : www.shutterstock.com)

3.3.3 Mekanisme Kerja *Tower Crane*

Tower crane memiliki mekanisme kerja menurut (Rostiyanti, 2002) yaitu sebagai berikut.

1. Mekanisme angkat (*hoisting mechanism*)

   Mekanisme angkat digunakan untuk mengangkat beban.
2. Mekanisme putar (*slewing mechanism*)

   Mekanisme putar digunakan untuk memutar *jib* dan counter *jib* sehingga dapat mencapai radius yang diinginkan.
3. Mekanisme jalan dari *trolley* (*trolley traveling mechanism*)

   Mekanisme ini digunakan untuk menjalankan *trolley* maju dan mundur sepanjang *jib*.
4. Mekanisme jalan (*traveling mechanism*)

   Mekanisme yang digunakan untuk memindahkan posisi *tower crane* pada *traveling tower crane*.

3.3.4 Kapasitas *Tower Crane*

Setiap *tower crane* memiliki kapasitas yang berbeda. Besarnya muatan yang dapat diangkat oleh *tower crane* telah diatur dan didapatkan dalam manual operasional *tower crane* yang dikeluarkn oleh pabrik pembuat *tower crane* tersebut. Prinsip dalam penentuan beban yang bisa diangkat adalah berdasarkan prinsip momen. Pada jarak dan ketinggian tertentu, *tower crane* memiliki momen batas yang tidak boleh dilewati. Panjang lengan muatan dan daya angkut muatan merupakan suatu perbandingan yang bersifat linear. Perkalian panjang lengan dan daya angkat maksimum pada setiap titik adalah sama dan menunjukan kemampuan momen yang bisa diterima oleh *tower crane* tersebut.

3.3.5 Dasar Pemilihan *Tower Crane*

Pemilihan *tower crane* sebagai alat untuk memindahkan material proyek harus direncanakan sebelum proyek dimulai karena *tower crane* tidak bisa dengan mudah diganti atau dipindahkan setelah dipasang. Pemilihan *tower crane* penting dilakukan sehingga *tower crane* dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material dari suatu tempat ke tempat lain sesuai dengan daya jangkau yang telah ditetapkan. Selain itu pada saat proyek telah selesai, pembongkaran *tower crane* harus dapat dilakukan dengan baik.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis *tower crane* yang akan digunakan untuk pekerjaan proyek konstruksi adalah sebagai berikut menurut (Djoko Wilopo, 2009).

1. Ketinggian *tower crane*

   Ketinggian *tower crane* harus disesuaikan berdasarkan tinggi bangunana yang akan dilayani. *High under hook* (HUH) ditentukan tinggi maksimum bangunan ditambah 4-6 meter untuk memberikan cadangan pada waktu *tower crane* mengangkut material.

2. Lengan kerja atau radius *tower crane* (*jib length*)

   Pangjang lengan *tower crane* ditentukan berdasarkan jarak maksimum material yang akan diangkut oleh *tower crane*. Semakin panjang jarak material yang

diangkut *tower crane* menuju lokasi yang dibutuhkan maka semakin panjang lengan *tower crane* (*jib*) yang harus dipasang.

3. *Static* atau *traveling*

   Pemilihan *tower crane* jenis *static* atau *traveling* tergantung pada rencana pemakaian *tower crane*, apabila pekerjaan yang akan dilayani oleh *tower crane* tidak terlalu tinggi dan cenderung memanjang maka pemakaian *traveling tower crane* dapat dilakukan. Namun, apabila pekerjaan yang akan dilayani oleh *tower crane* merupakan bangunan bertingkat tinggi, maka cocok jenis *tower crane* yang cocok digunakan yaitu *static tower crane*.

4. Kapasitas *tower crane*

   Kapasitas *tower crane* merupakan beban maksimum yang akan diangkat pada jarak titik tertentu oleh *tower crane*.

5. Luas area proyek dan ketinggian struktur bangunan

   Luas area dapat menentukan pemilihan jenis *tower crane* yang dipakai. Apabila area terlalu luas dan tinggi maka diperlukan *tower crane* dengan jumlah dan spesifikasi yang dapat menjangkau area tersebut.

Terdapat beberapa faktor lain yang harus diperhatikan antara lain kekuatan angin terhadap alat di lokasi proyek, kecepatan pemidahan material, ayunan beban pada saat pemindahan, dan pengereman mesin dalam pergerakannya.

3.3.6 Faktor-Faktor Posisi *Tower Crane*

Faktor-faktor yang mempengaruhi posisi *tower crane* menurut (Rostiyanti, 2002) adalah sebagai berikut.

1. Keamanan

   Tower crane ditempatkan sejauh mungkin dengan *tower crane* yang lain untuk menghindari terjadinya konflik atau tabrakan.

2. Kapasitas angkatan *tower crane*

   Kapasitas angkatan *tower crane* ditentukan berdasarkan kurva radius beban, apabila beban lebih besar maka radiusnya lebih pendek.

3. Ruang kerja

   Ruang kerja merupakan ruang di mana *tower crane* akan beroperasi. Semakin

kecil ruang kerja maka meningkatkan kemungkinan terjadinya konflik dan tabrakan.

4. Lokasi *supply* dan *demand*

   Lokasi *supply* merupakan lokasi yang menyediakan material pada proyek sedangkan lokasi *demand* merupakan lokasi pada yang membutuhkan material proyek.

5. *Feasible area*

   Feasible area merupakan area yang paling memungkinkan untuk menempatkan *tower crane*.

3.4 Lokasi Awal *Tower Crane*

Lokasi awal *tower crane* merupakan acuan penempatan *tower crane* yang digunakan pada tahap penentuan kelompok pekerjaan dan lokasi optimal *tower crane*. Lokasi awal ditentukan melalui beberapa tahap yaitu penentuan lokasi titik *supply* dan titik *demand*, radius minimum *tower crane*, kapasitas angkatan, dan *feasible area*.

3.4.1 Lokasi Titik *Supply* dan Titik *Demand*

Pembagian lokasi titik *supply* dan titik *demand* dilakukan pada tahap awal penempatan lokasi *tower crane* untuk menentukan daerah yang akan menjadi penyedia material dan daerah yang membutuhkan material (Kusumanto, 2018).

3.4.2 Radius Minimum *Tower Crane*

Menurut Julianto Pagassang, et al. (2018), radius minimum *tower crane* ditentukan setelah diketahui lokasi titik *demand* dan titik *supply* dengan cara menarik garis dari kedua titik tersebut kemudian mencari nilai terkecil dari persamaan berikut.

$$L = \sqrt{(Xs - Xd)^2 + (Ys - Yd)^2} \quad (3.1)$$

$$Rmin = \frac{Lmax}{2} + 0{,}50 \quad (3.2)$$

$$Rmin = \frac{Lmax}{2} \times 1{,}10 \quad (3.3)$$

dengan :

L = Jarak titik *supply* dan titik *demand*

Xs,Ys = Koordinat titik *supply*

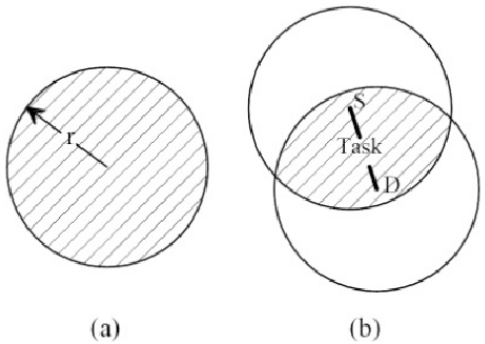
Xd,Yd = Koordinat titik *demand*

Rmin = Radius minimum *tower crane*

Lmax = Jarak maksimum titik *supply* dan titik *demand*

3.4.3 Kapasistas Angkatan dan *Feasible Area*

Kapasitas angkatan *tower crane* ditentukan berdasarkan kurva radius beban, apabila beban lebih besar maka radiusnya lebih kecil. Seperti yang terlihat pada gambar 3.20 (a), *tower crane* hanya bisa mengangkut beban yang berada pada area lingkaran dengan radius (r). Sedangkan pada gambar 3.20 (b), Untuk mengangkut beban dari titik *supply* (S) ke tititk *demand* (D), *tower crane* harus diletakkan pada area irisan dari dua lingkaran. Area irisan tersebut merupakan *feasible area*. *Feasible area* merupakan area yang paling memungkinkan untuk menempatkan *tower crane* (Yudha, 2015). Luas *feasible area* tergantung oleh jarak antara titik *supply* (S) ke tititk *demand* (D). Semakin besar *feasible area* maka semakin mudah *tower crane* menangani pekerjaan tersebut (Sebt, et al., 2008).

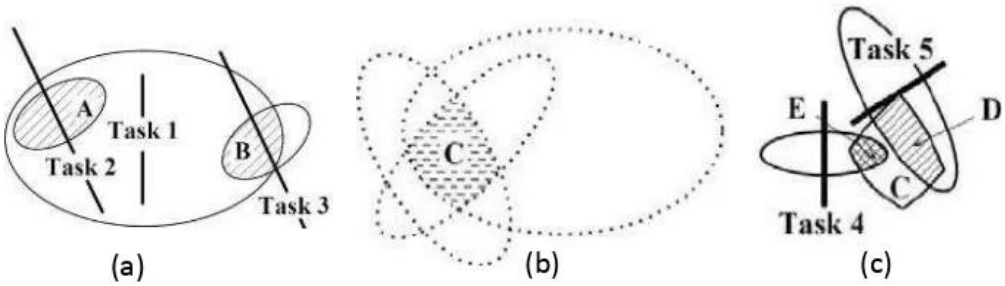


Gambar 3.20 *Feasible Area*
(Sumber : Sebt, et al., 2008)

3.4.4 *Feasible Task Area*

Feasible task area merupakan irisan dari beberapa *feasible area* yang saling bertumpukan (*overlap*). *Feasible task area* merupakan area untuk menempatkan *tower crane* agar dapat melakukan pengangkutan material dari titik *supply* menuju titik *demand.*

Dalam menentukan *feasible task area* terdapat hubungan geometris *feasible area* yang berdekatan seperti terlihat pada gambar 3.21 berikut.



Gambar 3.21 *Overlap Feasible Area*
(Sumber : Sebt, et al., 2008)

Pada gambar 3.21 (a), penempatan *tower crane* di dalam area A, pekerjaan 1 dan 2 dapat ditangani, demikian pula di dalam area B *tower crane* mampu menangani pekerjaan 1 dan 3. Namun, pekerjaan 2 dan 3 sangat berjauhan dan keduanya tidak mampu ditangani hanya dengan satu *tower crane*, sehingga dibutukan lebih dari satu *tower crane* atau *tower crane* dengan radius *jib* yang lebih besar untuk menangani kedua pekerjaan tersebut. Pada gambar 3.21 (b), area C merupakan *feasible task area* dari tiga pekerjaan. Pada gambar 3.21 (c), terdapat dua pilihan *feasible area* setelah area C di *overlap* oleh dua pekerjaan, maka *feasible area* yang dipilih yaitu *feasible area* D karena merupakan *feasible area* yang terbesar sehingga pada pekerjaan 4 harus dilayani oleh *tower crane* yang berbeda (Sebt, et al., 2008).

3.5 Kelompok Pekerjaan *Tower Crane*

Kelompok pekerjaan *tower crane* ditentukan dengan tujuan untuk mengelompokkan suatu pekerjaan yang akan dikerjakan oleh suatu *tower crane* dan meminimalkan konflik yang terjadi antara *tower crane* satu dengan yang lainnya.

Dalam penentuan kelompok pekerjaan *tower crane* terdapat beberapa tahap yaitu menentukan matriks aksesibilitas dan menghitung nilai konflik indeks (NC).

3.5.1 Matriks Aksesibilitas

Matrik aksebilitas digunakan untuk mengetahui kemampuan *tower crane* untuk menjangkau setiap pekerjaan. Titik lokasi *tower crane* pada diasumsikan pada titik lokasi awal. Penentuan matriks aksesibilitas dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Matriks Aksesibilitas *Tower Crane*

Tower Crane (1)	*Task* (Pekerjaan)					
	Pekerjaan 1 (2)	Pekerjaan 2 (3)	…….. ….. (4)	Pekerjaan n_j (5)	…….. ….. (6)	Pekerjaan n_J (7)
TC 1	δ_{11}	δ_{21}				
TC 2	δ_{12}	δ_{22}				
…….						
TC e_i				δ_{ij}		δ_{iJ}
…….						
TC e_I				δ_{Ij}		δ_{IJ}

Sumber : Tam dan Leung (2008)

Berdasarkan tabel 3.1, terdapat variabel *binary* (δij) pada matriks aksesibilitas ini dengan nilai 1 jika *tower crane* i bisa menjangkau pekerjaan j dan 0 jika *tower crane* i tidak bisa menjangkau pekerjaan j. Apabila satu pekerjaan dapat dijangkau oleh dua *tower crane* maka pekerjaan tersebut mengalami *overlap*. Contoh matriks aksesibilitas *tower crane* dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

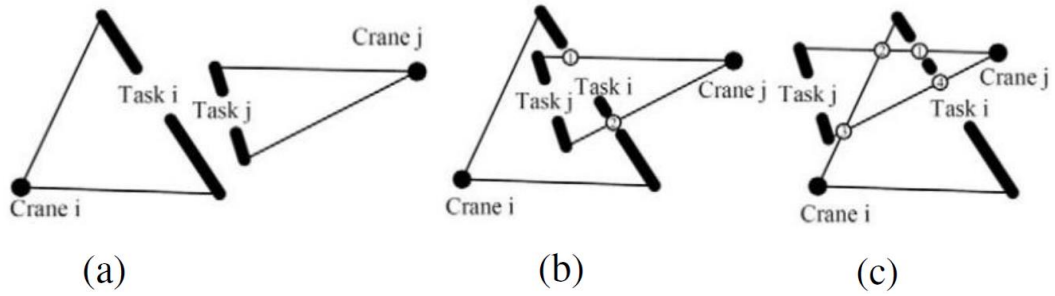
Tabel 3.2 Contoh Matriks Aksesibilitas *Tower Crane*

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)												
	1	2	3-19	25	26	27	28-54	55	56	57	58	59	60
TC 1	1	1	…	1	0	0	…	0	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	…	0	1	1	…	1	1	1	1	1	1

Berdasarkan tabel 3.2, pada *task* 1 hingga *task* 25 hanya *tower crane* 1 yang mendapat nilai 1 sedangkan *tower crane* 2 mendapat nilai 0. Hal ini menandakan bahwa *task* 1 hingga *task* 25 hanya bisa dikerjakan oleh *tower crane* 1. Pada *task* 26 hingga *task* 55 hanya *tower crane* 2 yang mendapat nilai 1 sedangkan *tower crane* 1 mendapat nilai 0. Hal ini menandakan bahwa *task* 26 hingga *task* 55 hanya bisa dikerjakan oleh *tower crane* 2. Nilai yang berbeda terdapat pada *task* 56 hingga *task* 60 di mana *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 mendapatkan nilai 1. Hal ini menandakan bahwa *task* 56 hingga *task* 60 dapat dikerjakan oleh 2 *tower crane* yaitu *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 yang menandakan bahwa pekerjaan ini mengalami *overlap*. Apabila satu pekerjaan dapat dikerjakan oleh dua atau lebih *tower crane* maka harus ditentukan *tower crane* yang akan menjangkau pekerjaan tersebut.

3.5.2 Konflik Indeks

Konflik indeks (NC) merupakan parameter yang digunakan sebagai pengukur intensitas konflik yang di alami *tower crane* satu dengan *tower crane* lainnya. Masing-masing titik *supply*, titik *demand*, dan titik lokasi *tower crane* pada setiap pekerjaan *tower crane* dihubungkan sehingga membentuk segitiga seperti terlihat pada gambar 3.18 berikut.



Gambar 3.22 Konflik Antar Pekerjaan *Tower Crane*
(Sumber : Sebt, et al., 2008)

Jarak antara dua segitiga pada pekerjaan *tower crane* i dan *tower crane* j cukup jauh dan tidak ada konflik diantara pekerjaan tersebut (gambar 3.22(a)). Terjadi 2 konflik pada pekerjaan *tower crane* i dan *tower crane* j (gambar 3.22(b)) ditinjau dari jumlah titik persilangan antar segitiga. Sedangkan 4 konflik terjadi

pada pekerjaan *tower crane* i dan *tower crane* j (gambar 3.22(c)), semakin banyaknya konflik yang terjadi dikarenakan semakin dekatnya jarak pekerjaan *tower crane* i dengan pekerjaan *tower crane* j.

Menurut P. Zhang, et al. (1999), konflik indeks (NC) pada setiap *tower crane* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$NC_{ik} = \sum_{l=1}^{L} \sum_{j=1}^{J} n_{ij,kl} \left(Q_{ij} + Q_{kl} \right) \quad (3.4)$$

dengan :

Q_{ij} = Frekuensi angkatan pekerjaan j oleh *tower crane* i

Q_{kl} = Frekuensi angkatan pekerjaan l oleh *tower crane* k

$n_{ij,kl}$ = Jumlah persilangan antara pekerjaan j oleh TCi dengan pekerjaan oleh TCk

3.6 Lokasi Optimal *Tower Crane*

Penentuan lokasi optimal *tower crane* merupakan proses menentukan titik lokasi penempatan *tower crane* yang optimal sesuai dengan tata letak *tower crane,* konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja (σ).

3.6.1 Tata Letak *Tower Crane*

Tata letak *tower crane* harus ditentukan dengan baik dan benar agar didapat susunan daerah kerja (*site layout*) yang paling efektif untuk dilaksanakan serta dapat menjamin keamanan dan kenyamanan para pekerja sehingga produktivitas akan meningkat. Menurut Abusama (2017) Tata letak *tower crane* yang yang efektif adalah sebagai berikut.

1. Posisi penempatan *tower crane* harus bisa menjangkau seluruh area bangunan yang akan dikerjakan.
2. Pada lokasi penempatan *tower crane* harus terdapat lahan bebas (*clearence area*) minimal seluas 10 meter persegi dan memiliki jalur yang cukup untuk kepentingan pemasangan dan pembongkaran dengan menggunakan kendaraan seperti *mobile crane*.

3. *Tower crane* tidak boleh didirikan pada bagian atas fasilitas lain seperti tandon atau *septic tank*.

3.6.2 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane*

Menurut P. Zhang, et al. (1999), waktu perjalanan pengait untuk melakukan pekerjaan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\rho(D_j) = \sqrt{(XD_j - x)^2 + (YD_j - y)^2} \quad (3.5)$$

$$\rho(S_j) = \sqrt{(XS_j - x)^2 + (YS_j - y)^2} \quad (3.6)$$

$$l_j = \sqrt{(XD_j - XS_j)^2 + (YD_j - YS_j)^2} \quad (3.7)$$

Waktu pergerakan radial trolley,

$$Ta = \left| \frac{\rho(D_j) - \rho(S_j)}{Va} \right| \quad (3.8)$$

$$T\omega = \frac{1}{\omega} \text{ Arc cos } \left(\frac{l_j^2 - \rho(D_j)^2 - \rho(S_j)^2}{2 \cdot \rho(D_j) \cdot \rho(S_j)} \right) ; (0 \leq \text{Arc cos } (\theta) \leq \pi) \quad (3.9)$$

$$Th = \max (Ta, T\omega) + \alpha \min (Ta, T\omega) \quad (3.10)$$

$$Tv = \frac{(ZD_j - ZS_j)}{Vv} \quad (3.11)$$

$$T = \max (Th, Tv) + \beta \min (Th, Tv) \quad (3.12)$$

dengan :

Ta = Waktu pergerakan radial *trolley*

Tω = Waktu pergerakan tanngensial *trolley*

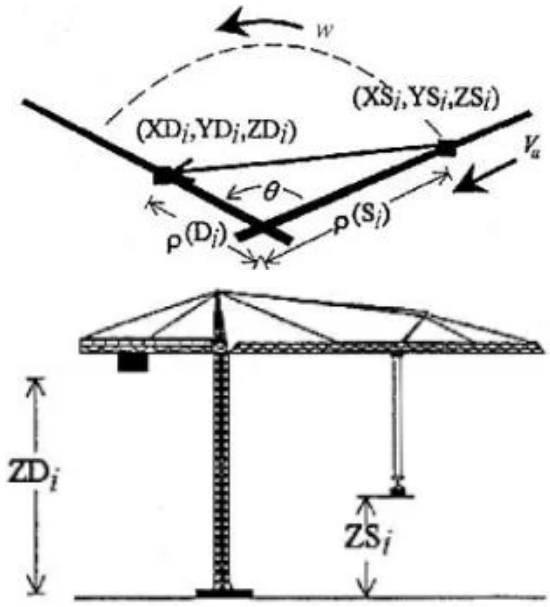
Th = Waktu perjalanan horizontal pengait

Tv = Waktu perjalanan vertical pengait

α = Derajat koordinasi pergerakan pengait dalam arah radial dan tangensial

pada bidang horisontal (antara 0 s/d 1)

β = Derajat koordinasi pergerakan pengait dalam arah radial dan tangensial pada bidang vertikal dan horisontal (antara 0 s/d 1)



Gambar 3.23 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane*
(Sumber : P. Zhang, et al., 1999)

3.6.3 Waktu Pengangkutan Pengait *Tower Crane*

Menurut P. Zhang, et al. (1999), waktu pengangkutan pengait *tower crane* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut.

$$T_i = \sum_{j=1}^{J} \delta_{ij} \cdot Q_j \cdot (t1_{ij} + t2_{ij} + t3_{ij} + t4_{ij}) \quad (3.13)$$

dengan :

T_i = Waktu pengangukutan pengait *crane* ke-i

δ_{ij} = *Variable binary*

Q_j = Jumlah angkatan untuk pekerjaan j

$t1_{ij}$ = Waktu perjalanan pengait dengan beban

$t2_{ij}$ = Waktu perjalanan pengait tanpa beban

$t3_{ij}$ = Waktu jeda rata-rata pengangkatan

$t4_{ij}$ = Waktu jeda rata-rata pembongkaran

3.6.4 Keseimbangan Beban Kerja *Tower Crane*

Keseimbangan beban kerja *tower crane* merupakan parameter untuk mengukur besarnya perbedaan dari total waktu perjalanan pengait *tower crane* terhadap rata-rata waktu rata-rata perjalanan pengait *tower crane*. Menurut P. Zhang, et al. (1999), keseimbangan beban kerja masing-masing waktu pengangkutan pada setiap *tower crane* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma = \sqrt{\sum_i^I \frac{(\overline{T} - T_i)^2}{I}}$$
$$= \sigma (\delta_{11}, \delta_{12},\ldots, \delta_{21}, \delta_{22},\ldots \delta_{ij},\ldots, \delta_{IJ}) \quad (3.14)$$

dengan :

σ = Keseimbangan beban kerja

$\overline{T}$ = Waktu rata-rata pengangkutan dari semua *crane*

T_i = Waktu pengangukutan pengait *crane* ke-i

3.6.5 Penentuan Lokasi *Tower Crane* yang Optimal

Penentuan lokasi untuk *tower crane* yang optimal dapat dilakukan dengan menggabungkan dua nilai yaitu konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja (σ) pada lokasi penempatan *tower crane* yang paling kecil dari setiap titik dalam *feasible area*.

3.7 Biaya Operasional *Tower Crane*

Menurut Supriyono (2011), biaya operasional merupakan biaya yang berkaitan langsung dengan pelaksanaan modal kerja. Pengertian dari biaya operasional itu sendiri adalah semua biaya yang menunjang penyelenggaraan pelayanan jasa atau semua biaya yang dapat didefinisikan mempunyai hubungan langsung dengan penyelenggaraan pelayanan jasa. Dalam pengadaan *tower crane*, biaya operasional perlu diperhitungkan untuk mengetahui total biaya yang diperlukan dalam penggunaan *tower crane*.

Perhitungan biaya operasional *tower crane* didapatkan pada saat waktu kerja alat tersebut digunakan atau pada saat kondisi eksisting, dimana biaya operasional *tower crane* memiliki rincian sebagai berikut.

1. Biaya mobilisasi dan demobilisasi

   Biaya mobilisasi dan demobilisasi merupakan biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor untuk mendatangkan *tower crane* ke lokasi proyek dan juga untuk mengembalikan *tower crane* ke penyedia jasa alat berat *tower crane* apabila telah selesai digunakan.

2. Biaya sewa alat

   Biaya sewa alat merupakan biaya tetap yang dikeluarkan per bulan oleh kontraktor untuk penyedia jasa *tower crane*.

3. Biaya *erection* dan *dismantling*

   Biaya *erection* dan *dismantling* merupakan biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor untuk mendirikan serta membongkar *tower crane* apabila penggunaannya telah selesai. Biaya tersebut dihitung setiap bulan nya untuk proses di awal atau diakhir mobilisasi dan demobilisasi.

4. Biaya operator

   Biaya operator merupakan biaya yang dikeluarkan per bulan oleh kontraktor untuk gaji operator *tower crane*.

5. Biaya asuransi

   Biaya asuransi merupakan biaya perjanjian yang memberikan jaminan ganti rugi terhadap tertanggung karena alat berat apabila yang dipertanggungkan mengalami kerusakan dan atau kerugian karena kejadian yang disebabkan oleh risiko yang dijamin.

6. Biaya perizinan

   Biaya perizinan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor untuk keperluan izin penggunaan alat berat yang ditujukan kepada Dinas Tenaga Kerja.

7. Biaya bahan bakar

   Biaya bahan bakar merupakan biaya yang dikelurkan untuk keperluan bahan bakar *tower crane*.

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Metode penelitian merupakan suatu langkah umum pelaksanaan penelitian dalam mencari jawaban dari sebuah permasalahan. Penelitian dapat berjalan baik dan lancar hingga mencapai tujuan yang dikehendaki tidak lepas dari metode yang tersusun dengan baik dan benar.

4.2 Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian merupakan penjelasan tentang apa dan atau siapa yang menjadi objek penelitian (Husein Umar, 2013). Subjek peneltian merupakan tempat di mana data untuk variabel penelitian diperoleh dan ditentukan dalam kerangka pemikiran (Arikunto, 2010). Objek yang ditinjau pada penelitian ini adalah penempatan *tower crane*. Subjek yang ditinjau adalah proyek pembangunan Novotel dan Ibis Hotel di Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta.

4.3 Data dan Pengumpulan Data

Data merupakan salah satu komponen penting dalam penelitian. Tanpa adanya data maka penelitian tidak dapat dilakukan. Menurut Pendit (1992), data adalah hasil observasi langsung terhadap suatu kejadian dan perlambangan yang mewakili objek atau konsep dalam dunia nyata. Sebagai hasil dari observasi langsung terhadap kejadian atau fakta dari fenomena di lapangan, data bisa berupa tulisan atau gambar yang dilengkapi dengan nilai tertentu dan dapat diperoleh dengan berbagai macam metode pengumpulan data.

Menurut Nazir (2014), pengumpulan data merupakan prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan. Pengumpulan data juga merupakan salah satu metode yang sangat penting dalam penelitian. Menurut Sugiyono (2015), teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan

data. Teknik pengumpulan data yang benar akan menghasilkan data yang akurat dan memiliki tingkat kredibilitas yang tinggi sehingga hasil dari penelitian yang dilakukan benar dan tepat.

4.4 Metode Pengumpulan data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini yaitu mencari informasi dan data mengenai topik yang akan diteliti dengan cara pengamatan di lapangan dan wawancara dengan pihak kontraktor, serta mencari informasi mengenai teori-teori melalui studi literatur dan mengkaji bahan kuliah yang telah didapatkan.

4.4.1 Data Penelitian

Penelitian ini mengacu pada proyek pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo yang dilaksanakan oleh PT. Mitra Langgeng Jaya Konstruksi. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data primer

   Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari subjek penelitian (Khafid, 2015). Pada penelitian ini, perolehan data primer dilakukan dengan cara pengamatan di lapangan dan wawancara dengan pihak kontraktor (PT. Mitra Langgeng Jaya Konstruksi). Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

   a. Gambar manajemen lokasi (*site management*).
   b. Spesifikasi *tower crane.*
   c. Biaya operasional *tower crane.*

2. Data sekunder

   Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung melalui sumbernya yang bertujuan sebagai landasan teori dan penguat data primer (Wicaksono, 2018). Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu sebegai berikut.

   a. Data umum proyek Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo.
   b. Studi literatur mengenai penemtapan *tower crane.*

4.5 Skenario Permodelan

Dalam memperoleh titik penempatan *tower crane* yang optimal, digunakan 3 skenario permodelan untuk membandingkan konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) yang paling rendah melalui perubahan titik *supply* dan radius *tower crane*. Skenario permodelan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Skenario 1

   Titik penempatan *tower crane* dan titik *supply* merupakan kondisi asli di lapangan serta radius *tower crane* 1 sebesar 50 m, sedangkan *tower crane* 2 sebesar 70 m.

b. Skenario 2

   Titik penempatan *tower crane* telah dioptimasi serta radius *tower crane* diperkecil hingga mencapai radius yang optimal. Titik *supply* tetap menggunakan titik kondisi asli di lapangan.

c. Skenario 3

   Titik penempatan *tower crane* telah dioptimasi, titik *supply* telah dimodifikasi penempatan dan jumlahnya, serta radius *tower crane* diperkecil hingga mencapai radius yang optimal.

4.6 Metode Analisis

Analisis data perlu dilakukan setelah semua data diperoleh, baik data primer maupun data sekunder. Pada penelitian ini, metode analisis yang dilakukan adalah menentukan lokasi awal *tower crane* dan kelompok pekerjaan *tower crane*. Kemudian dilakukan optimasi terhadap penempatan *tower crane* berdasarkan nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) dengan metode iterasi. Setelah didapatkan nilai (NC) dan (σ), selanjutnya dilakukan perhitungan biaya operasional *tower crane*. Analisis tersebut dilakukan pada skenario yang bebeda dangan cara yang sama hingga diperoleh perbandingan nilai konflik indeks (NC), keseimbangan beban kerja (σ), dan biaya operasional *tower crane* yang terendah.

4.6.1 Penentuan Lokasi Awal *Tower Crane*

Menentukan lokasi awal *tower crane* bertujuan untuk memperkirakan kelompok pekerjaan pada tiap *tower crane* yang dibagi menjadi 5 tahap yaitu sebagai berikut.

1. Menentukan titik *supply* dan titik *demand.*
2. Menentukan radius minimum *tower crane.*
3. Menentukan kapasitas angkatan *tower crane.*
4. Menentukan daftar pekerjaan dan frekuensi angkatan *tower crane.*
5. Menentukan *feasible area.*

4.6.2 Penentuan Kelompok Pekerjaan dan Lokasi Optimal *Tower Crane*

Dalam menentukan kelompok pekerjaan dan lokasi optimal yang dapat meringankan beban kerja *tower crane* dibagi menjadi 2 tahap yaitu sebagai berikut.

1. Menentukan matriks aksesibilitas.
2. Perhitungan nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) pada titik acuan awal.

4.6.3 Metode Iterasi

Pada penelitian ini dilakukan iterasi menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dengan mencari nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) yang paling rendah dari semua titik sampel lokasi *tower crane* pada *feasible task area* yang telah ditentukan. Langkah-langkah iterasi yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) pada titik acuan awal *tower crane* sebagai data awal penentuan titik *tower crane* yang optimal.
2. Menentukan nilai NC pada salah satu kombinasi titik sampel pada *group tower crane* baik pada *tower crane* 1 dan *tower crane* 2. Diambil nilai NC yang paling kecil daripada nilai NC pada titik acuan awal *tower crane*.
3. Menghitung nilai σ pada titik NC terendah, jika ada lebih dari satu titik dengan NC terendah maka dipilih nilai σ terendah.

4. Hasil yang didapat berupa titik *group tower crane* dengan nilai NC dan σ terendah.

Dalam penentuan letak *tower crane* lebih dari satu (*group tower crane*) yang optimal memiliki 2 kriteria yaitu keseimbangan beban kerja pada masing-masing *tower crane* (σ) dan konflik indeks (NC). keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) merupakan keseimbangan beban kerja pada masing-masing *tower crane* di mana setiap *tower crane* diharapkan mendapatkan beban kerja yang sama dengan *tower crane* lainnya, sedangkan konflik indeks (NC) merupakan intensitas persilangan yang di alami *tower crane* satu dengan *tower crane* yang lainnya. Untuk menentukan posisi *group tower crane* yang optimal diperlukan pertimbangan antara nilai NC dan σ yang paling rendah. Nilai NC lebih dituamakan dalam penempatan *tower crane,* karena apabila nilai σ rendah namun nilai NC tinggi maka penempatan *tower crane* pada lokasi tersebut tidak dapat dilakukan karena memiliki banyak persilangan yang terjadi antar *tower crane*.

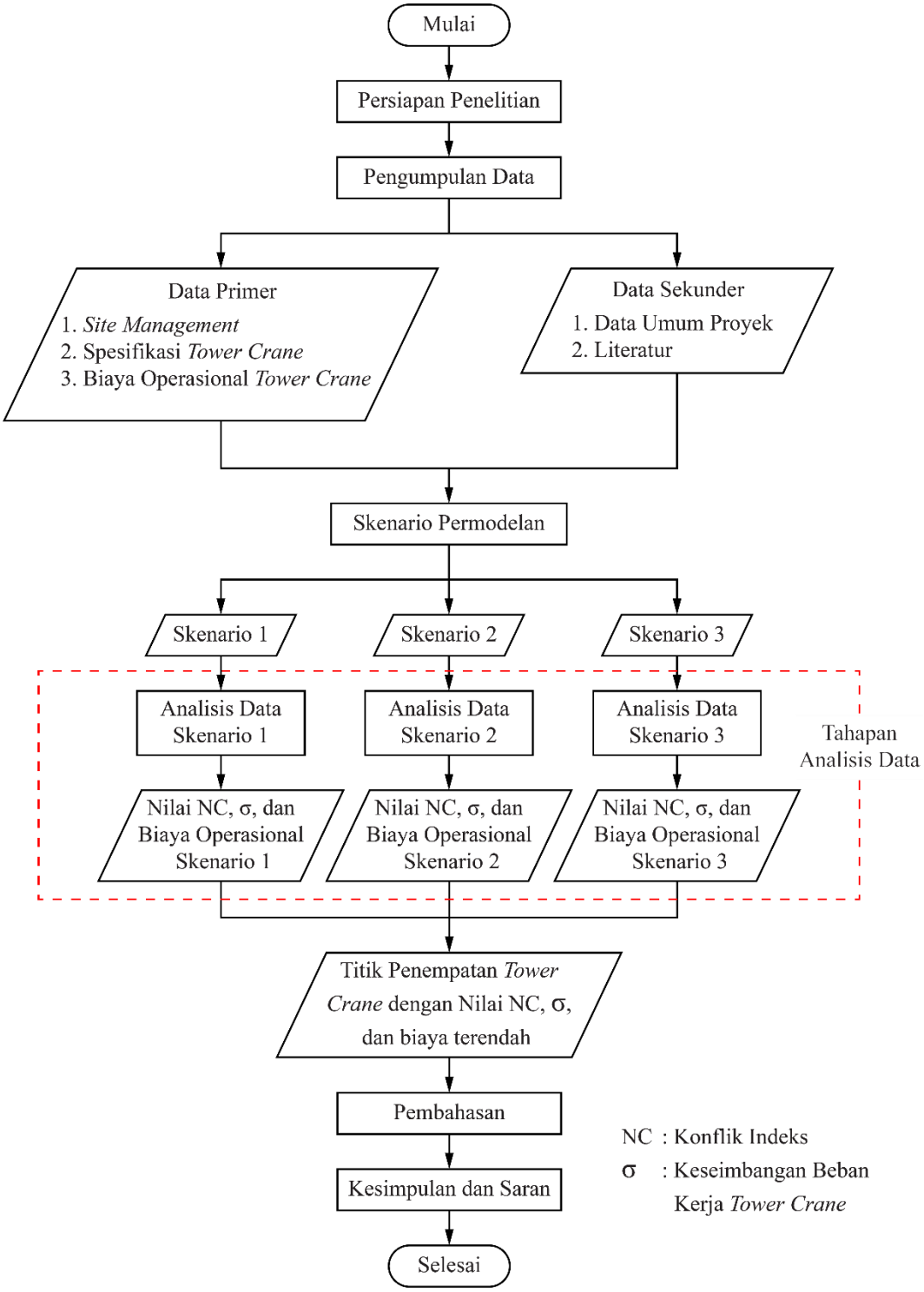
4.6.4 Perhitungan Biaya Operasional *Tower Crane*

Menghitung biaya operasional *tower crane* bertujuan untuk memperkirakan total kebutuhan biaya yang diperlukan untuk penggunaan *tower crane* dengan rincian sebagai berikut.

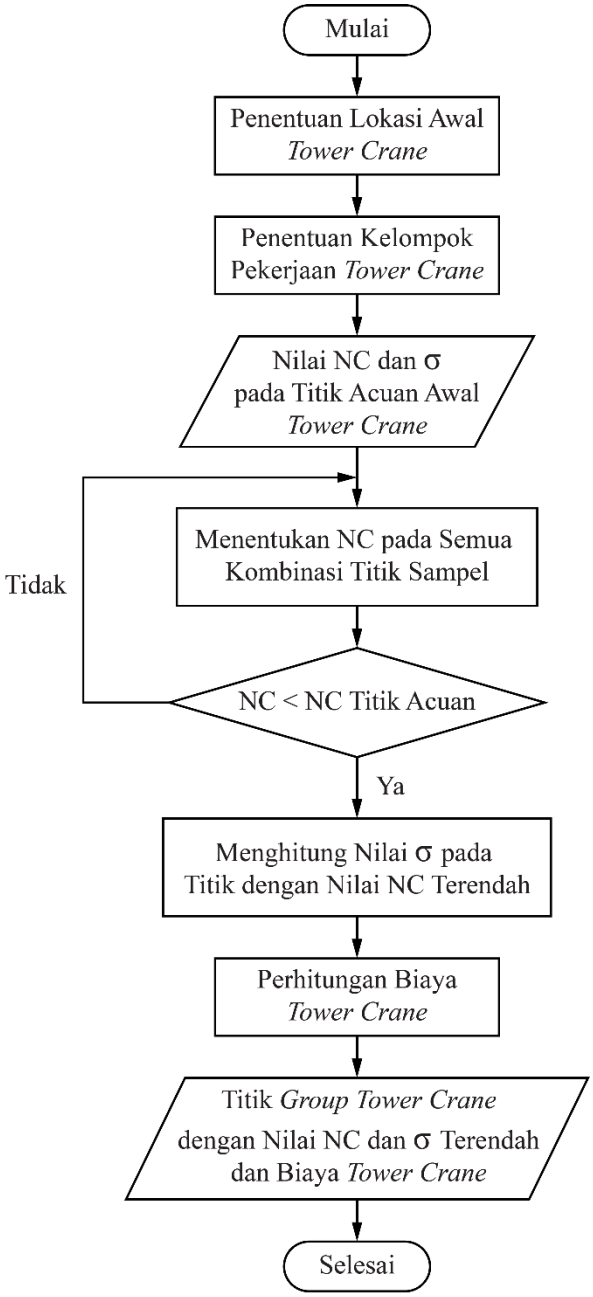
1. Biaya Sewa Tower Crane
2. Biaya Instalasi dan Operasional Tower Crane
3. Biaya Alat Bantu Erection dan Dismantling
4. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi
5. Biaya Listrik
6. Biaya Lain-Lain.

4.7 Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan secara keseluruhan dapat dilihat pada bagan alir dalam gambar 4.1 berikut. Sedangkan untuk bagan alir tahapan analisis data dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian



NC : Konflik Indeks

σ : Keseimbangan Beban Kerja *Tower Crane*

Gambar 4.2 Bagan Alir Tahapan Analisis Data

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Data dalam penelitian tugas akhir ini didapat dari proyek pembangunan konstruksi gedung bertingkat yang ada di Kulon Progo yaitu Novotel dan Ibis Hotel dengan PT Mitra Langgeng Jaya Konstruksi selaku kontraktor pada proyek ini. Data umum proyek pada penelitian ini diperoleh dari *website* resmi PT Mitra Langgeng Jaya Konstruksi yaitu sebagai berikut.

Nama Proyek	: Pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo
Lokasi Proyek	: Jl. Raya Purworejo - Wates, Desa Temon Kulon, Kec. Temon, Kab. Kulonprogo, D.I. Yogyakarta
Pemilik Proyek	: PT Lentera Prosper Indo
Konsultan Struktur	: PT Idea Five
Konsultan Arsitektur	: PT Fusionarc Architects
Konsultan MEP	: PT Mitra Karya Pranata
Lingkup Pekerjaan	: Struktur, Arsitektur
Luas Area Proyek	: 11,466 m^2
Luas Bangunan	: 34,333 m^2
Jumlah Lantai	: 13 Lantai (Novotel), 11 Lantai (Ibis)
Jumlah Kamar	: 189 Kamar (Novotel), 224 Kamar (Ibis)
Periode Proyek	: 17 Bulan

5.2 Ruang Lingkup Pekerjaan

Ruang lingkup pekerjaan pada pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo adalah sebagai berikut.

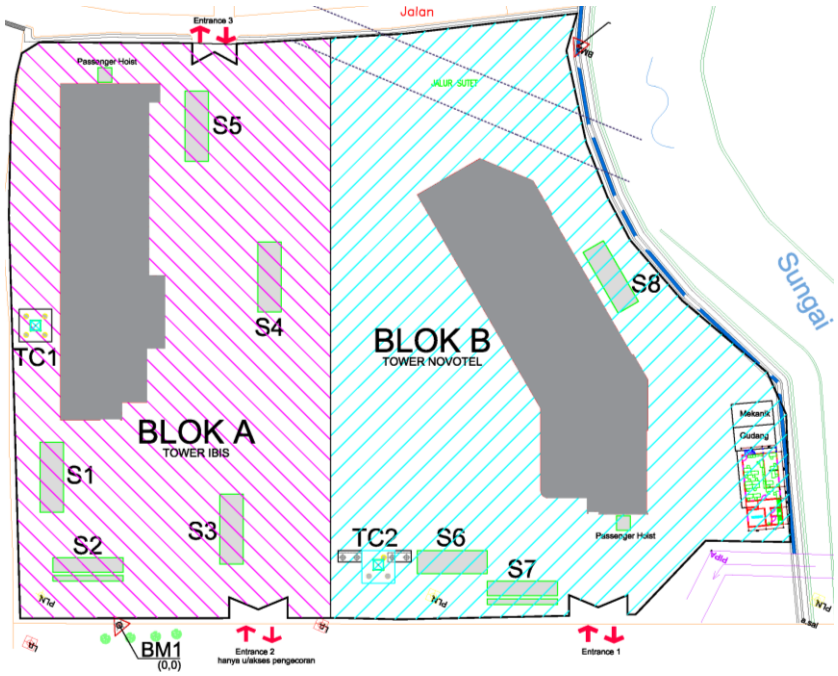
1. Pekerjaan struktur bawah (Sub-*Structure*)
   a. Pekerjaan tanah.
   b. Pekerjaan *pile cap* dan *tie beam.*
   c. Pekerjaan struktur lantai parkir (kolom, balok, pelat lantai).
   d. Pekerjaan dinding penahan tanah.

2. Pekerjaan struktur atas (*Upper-Structure*)
   a. Pekerjaan kolom, balok, dan *shear wall.*
   b. Pekerjaan pelat lantai.
3. Pekerjaan arsitektur (*finishing*).
4. Pekerjaan MEP (*mechanical, electrical, and plumbing*).

Pada penelitian ini lingkup pekerjaan yang ditinjau yaitu sebagai berikut.

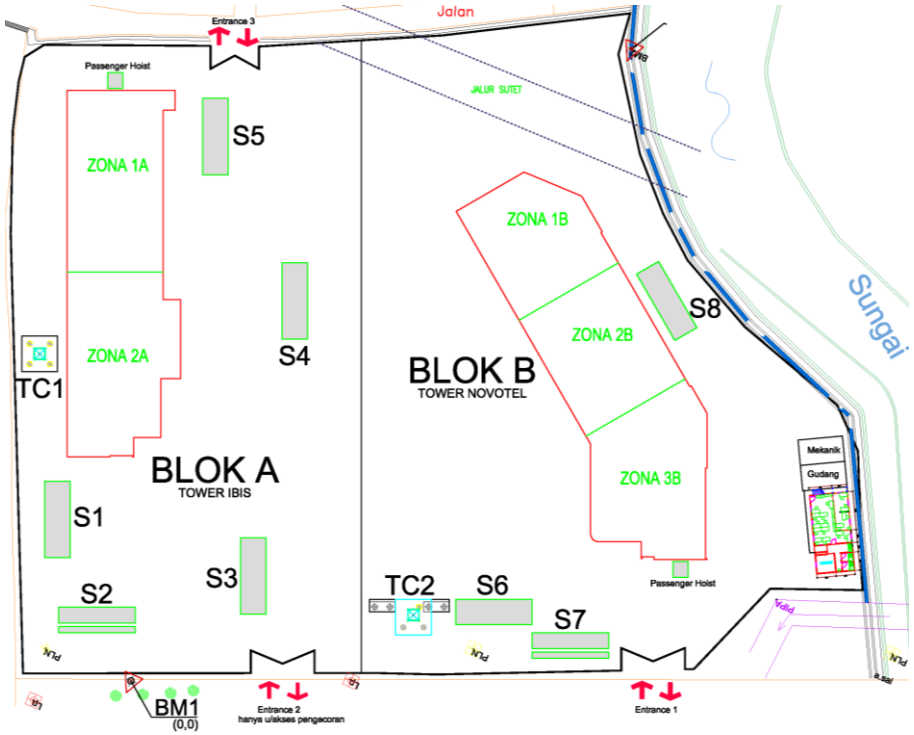
1. Instalasi *scaffolding.*
2. Fabrikasi dan instalasi bekisting.
3. Fabrikasi dan instalasi tulangan.
4. Pemasangan Dinding.
5. Pengecoran.

Penggunaan *tower crane* bertujuan untuk melakukan pemindahan material proyek, akan tetapi pada proyek ini satu *tower crane* hanya dapat melakukan pemindahan material dalam satu blok saja. Pembagian blok untuk perencanaan penempatan *tower crane* dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Denah Pembagian Blok

Pembagian blok dilakukan berdasarkan titik tengah dari area proyek. Dalam satu blok terdiri dari satu bangunan gedung yaitu gedung Novotel pada blok A dan gedung Ibis pada blok B. Pada setiap bangunan (dalam hal ini tower Novotel dan Tower Ibis) dibagi menjadi beberapa zona yang dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.2 Denah Pembagian Zona

Pembagian zona dilakukan berdasarkan data lapangan yang telah diberikan oleh PT Mitra Langgeng Jaya Konstruksi. Pada setiap zona akan dibagi beberaapa menjadi titik *demand*, sedangkan titik *supply* berada di luar area bangunan gedung.

Untuk melakukan perencanaan penempatan titik optimal *tower crane* dilakukan dengan 3 skenario penempatan. Masing-masing skenario memiliki perbedaan yaitu sebagai berikut.

1. Skenario 1

   Titik penempatan *tower crane* dan titik *supply* merupakan kondisi asli di lapangan. Radius *tower crane* 1 sebesar 50 meter dan *tower crane* 2 sebesar 70 meter.

2. Skenario 2

   Titik penempatan *tower crane* telah dioptimasi serta radius *tower crane* 2 diperkecil hingga mencapai radius yang optimal yaitu sebesar 60 meter, sedangkan radius *tower crane* 1 tetap sebesar 50 meter. Titik *supply* tetap menggunakan titik kondisi asli di lapangan.

3. Skenario 3

   Titik penempatan dan radius *tower crane* telah dioptimasi sesuai dengan skenario 2. Titik *supply* telah dimodifikasi penempatan dan jumlahnya.

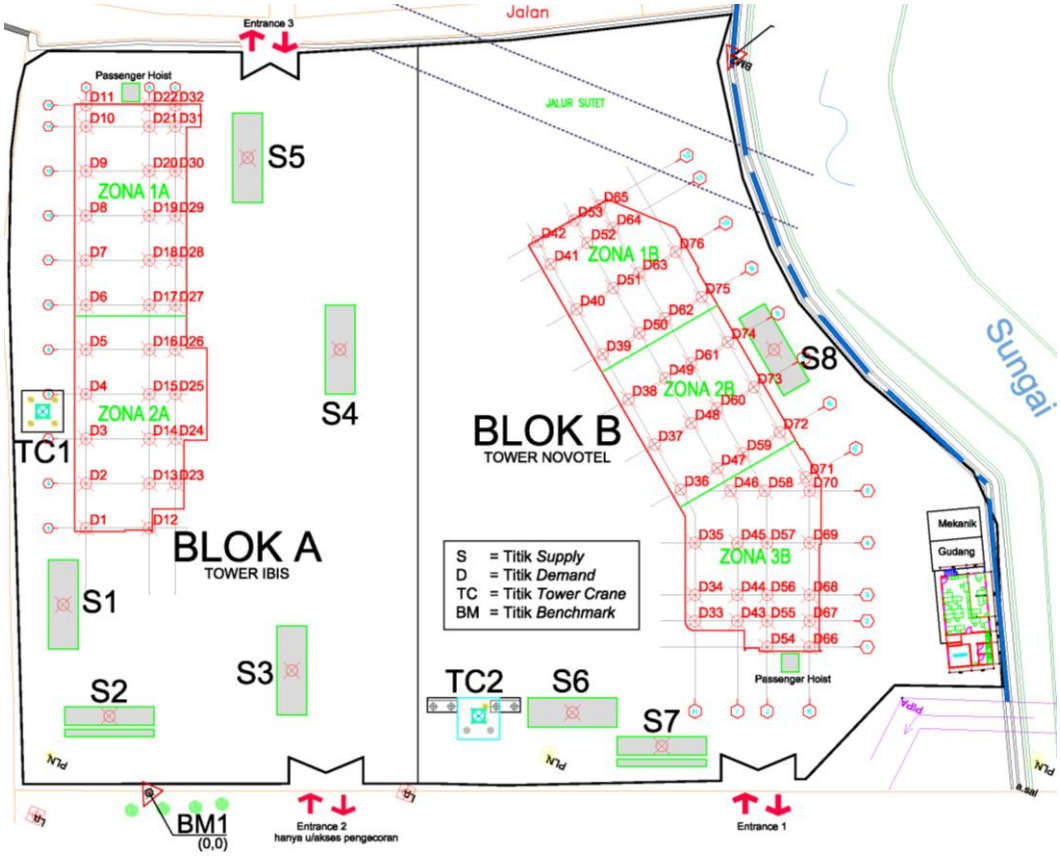
Tabel 5.1 Perbandingan Antar Skenario

Skenario	Jumlah Titik *Supply*	Radius	
1	8	TC 1	50 m
		TC 2	70 m
2	8	TC 1	50 m
		TC 2	60 m
3	9	TC 1	50 m
		TC 2	60 m

5.3 Skenario 1

5.3.1 Titik *Supply* dan Titik *Demand*

Penentuan titik *supply* pada suatu proyek harus ditempatkan pada lokasi yang strategis dan dapat menyediakan kebutuhan material proyek menuju titik *demand* dengan bantuan *tower crane*. Titik *supply* pada proyek Novotel dan Ibis Hotel meliputi tempat penyimpanan besi, fabrikasi besi, penyimpanan bekisting, fabrikasi bekisting, penyimpanan *scaffolding*, penyediaan beton *ready mix*, penyimpanan bata dan pasir. Penentuan titik *demand* pada proyek Novotel dan Ibis Hotel dilakukan degan titik acuan (0,0) menggunakan titik *benchmark* 1 (BM1) pada gambar yang telah diberikan oleh PT. Mitra Langgeng Jaya Konstruksi. Area proyek juga dibagi benjadi beberapa blok yang kemudian dibagi menjadi beberapa zona. Selanjutnya pada masing-masing zona tersebut dibagi menjadi beberapa titik *demand*. Denah lokasi titik *supply* dan titik *demand* dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Denah Lokasi Titik *Supply* dan Titik *Demand*

Pada gambar 5.3 menunjukkan koordinat titik *supply* dan titik *demand* pada proyek Novotel dan Ibis Hotel. Dalam satu titik supply terdiri dari tempat penyimpanan dan fabrikasi material. Tempat penyimpanan bekisting dan fabrikasi bekisting terletak pada titik S1 dan S8, Tempat penyimpanan besi dan fabrikasi besi terletak pada titik S2 dan S7, Tempat penyediaan beton *ready mix* terletak pada titik S3, Tempat penyimpanan *scaffolding* terletak pada titik S4, dan tempat penyimpanan bata dan pasir terletak pada titik S5 dan S6. Koordinat titik *supply* dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Koordinat Titik *Supply*

Titik *Supply*	Koordinat		
	x	y	z
S1	-11,5578	25,2951	0
S2	-5,3431	10,2865	0
S3	19,2022	16,4362	0

Lanjutan Tabel 5.2 Koordinat Titik *Supply*

Titik *Supply*	Koordinat		
	x	y	z
S4	25,6761	59,5865	0
S5	13,2476	85,3697	0
S6	56,9612	10,7865	0
S7	68,9612	6,2705	0
S8	84,0655	59,5753	0

Keterangan :

S1, S8 : Stock & Fabrikasi Bekisting

S2, S7 : Stock & Fabrikasi Besi

S3 : Titik Supply Pengecoran

S4 : Stock Scaffolding

S5,S6 : Stock Bata & Pasir

Berdasarkan tabel 5.2 di atas, titik S1 berada pada koordinat x : -11,5578; y : 25,2951; dan z : 0. Pada koordinat z : 0 artinya titik *supply* berada elevasi 0 m atau elevasi tanah asli.

Pembagian titik *demand* pada penelitian ini menggunakan *grid* yang mencangkup area bangunan sesuai data yang telah diberikan oleh kontraktor pelaksana (PT Mitra Langgeng Jaya Konstruksi). Penggunaan *grid* sebagai titik *demand* dikarenakan titik tersebut berada pada posisi yang mewakili titik kebutuhan material hingga sudut-sudut bangunan. Koordinat titik *demand* dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Koordinat Titik *Demand*

Titik *Demand*	Koordinat		
	x	y	z
A5	-8,4735	35,5865	13,4
A6	-8,4735	41,5865	13,4
A7	-8,4735	47,5865	13,4
A8	-8,4735	53,5865	13,4
A9 s/d K9	…	…	…
K10	70,8389	72,7157	13,4

Berdasarkan tabel 5.3 di atas, titik A5 berada pada koordinat x : -8,4735, y : 35,5865, dan z : 13,4. Pada koordinat z : 13,4 artinya titik *demand* berada pada lantai 3 yang memiliki elevasi 13,4 m. Perhitungan pada tugas akhir ini hanya dilakukan pada elevasi 13.4 m (lantai 3) yang merupakan awal dari struktur tipikal. Penentuan titik *supply* pada penelitian ini dilakukan berdasarkan data yang telah diberikan oleh kontraktor pelaksana (PT Mitra Langgeng Jaya Konstruksi). Untuk data koordinat titik *demand* yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 4.

5.3.2 Radius Minimum *Tower Crane*

Dalam menentukan radius minimum *tower crane* diperlukan jarak maksimum dari titik *supply* dan titik *demand* pada setiap blok. Dalam skenario ini penempatan *tower crane* 1 terletak pada blok A, sedangkan *tower crane* 2 terletak di blok B. Perhitungan radius minimum *tower crane* dilakukan pada masing-masing blok.

1. Radius Minimum *Tower Crane* pada Blok A

   Pada Blok A, jarak antara titik *supply* dan titik *demand* terpanjang adalah dari titik *supply* S2 menuju titik *demand* D32. Radius minimum *tower crane* pada blok A dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$L = \sqrt{(Xs - Xd)^2 + (Ys - Yd)^2}$$

$$= \sqrt{(-5{,}3431 - 3{,}5265)^2 + (10{,}2865 - 92{,}4365)^2}$$

$$= 82{,}6274 \text{ m}$$

$$Rmin = \frac{82{,}6274}{2} + 0{,}50$$

$$= \frac{82{,}6274}{2} + 0{,}50$$

$$= 41{,}8137 \text{ m}$$

$$Rmin = \frac{82{,}6274}{2} \times 1{,}10$$

$$= \frac{82{,}6274}{2} \times 1{,}10$$

$$= 45{,}4451 \text{ m}$$

2. Radius Minimum *Tower Crane* pada Blok B

   Pada Blok B, jarak antara titik *supply* dan titik *demand* terpanjang adalah dari titik *supply* S3 menuju titik *demand* D76. Radius minimum *tower crane* pada blok B dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$L = \sqrt{(Xs - Xd)^2 + (Ys - Yd)^2}$$

$$= \sqrt{(19{,}2022 - 70{,}8389)^2 + (16{,}4362 - 72{,}7157)^2}$$

$$= 76{,}3789 \text{ m}$$

$$Rmin = \frac{Lmax}{2} + 0{,}50$$

$$= \frac{76{,}3789}{2} + 0{,}50$$

$$= 38{,}6894 \text{ m}$$

$$Rmin = \frac{Lmax}{2} \times 1{,}10$$

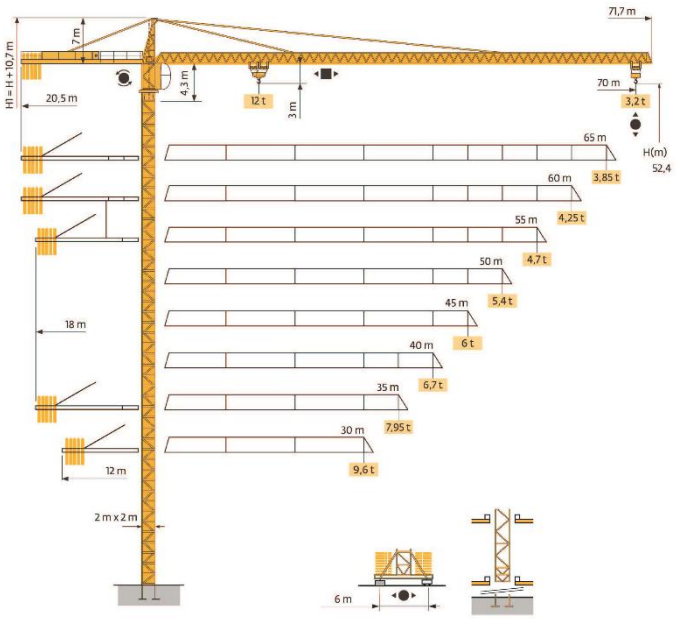
$$= \frac{76{,}3789}{2} \times 1{,}10$$

$$= 42{,}0084 \text{ m}$$

Dari kedua perhitungan di atas, didapatkan radius minimum untuk *tower crane* 1 sebesar 45,4451 m dan *tower crane* 2 sebesar 42,0084 m, maka penggunaan radius *tower crane* dengan *jib* 50 meter untuk *tower crane* 1 dan 70 meter untuk *tower crane* 2 diperbolehkan.

5.3.3 Menentukan Kapasitas Angkatan *Tower Crane*

Tower crane yang digunakan pada proyek Novotel dan Ibis Hotel adalah *tower crane* dengan tipe SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12 dengan spesifikasi sebagai berikut.



Gambar 5.4 Spesifikasi *Tower Crane* SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12
(Sumber : Brosur *Tower Crane* SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12)

Kapasitas angkatan *tower crane* ditentukan oleh radius *tower crane* yang digunakan, semakin besar radius yang digunakan maka kapasitas angkatan *tower crane* semakin kecil dan begitu pula sebaliknya.

机构特性 Mechanisms specification											kW
起升 Hoisting		70RCS30	m/min	0-40		0-80		0-20		0-40	523m	51
			t	6		3		12		6		
		55JLF30	m/min	44 – 56 – 80 – 116				22 – 28 – 40 – 58			570m	55
			t	6	4,5	3	1,5	12	9	6	3	
变幅 Trolleying	◀■▶	120JXL	m/min	0 - 63								5,5
回转 Slewing		RCV145 (JH18T)	r/min	0 - 0,7								5,5 x 2
行走 Travelling		RT544 A12V R≅13m	m/min	13,5 - 27								5,2 x 4
电源 Power Supply				400V(±10%) 50Hz								
KVA 供电容量 Necessary Electric Power				70RCS: 110kVA / 75LVF: 100kVA								

Gambar 5.5 Mekanisme *Tower Crane* SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12
(Sumber : Brosur *Tower Crane* SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12)

Berdasarkan gambar 5.5 di atas, kecepatan vertikal tergantung pada beban maksimal yang diangkut. Pada tugas akhir ini digunakan radius 50 m dengan kapasitas angkat 5,4 ton (*tower crane* 1) dan radius 70 m dengan kapasitas angkat 3,2 ton (*tower crane* 2) dengan kecepatan vertikal (Vv) adalah 40 m/menit dan kecepatan gerak horisontal radial pengait antara 0 sampai 63 m/menit maka dipakai (Va) sebesar 63 m/menit. Kecepatan putar lengan kerja antara 0 sampai 0,7 rad/menit dan dipakai (Vω) sebesar 0,7 rpm.

Tabel 5.4 *Load Delay dan Unload Delay*

Material	*Load Delay*	*Unload Delay*
Besi	2 menit	2 menit
Bekesting	2 menit	2 menit
Scaffolding	2 menit	2 menit
Bata ringan	2 menit	2 menit
Pengecoran	2 menit	2 menit

Sumber : Septiawan (2017)

Tabel 5.4 di atas merupakan waktu jeda rata-rata pengangkutan (*load delay*) yang merupakan waktu jeda *tower crane* untuk melakukan pengangkutan setelah material tertata rapi pada *hook tower crane*. Sedangkan waktu jeda rata-rata pembongkaran (*unload delay*) merupakan waktu jeda *tower crane* untuk menurunkan material yang diangkut pada titik *demand*.

5.3.4 Menentukan Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan *Tower Crane*

Daftar pekerjaan ditentukan pada setiap titik *supply* dan titik *demand*. Setiap pekerjaan (*task*) terdiri dari satu titik *supply* dan satu titik *demand* seperti pada tabel 5.5 berikut.

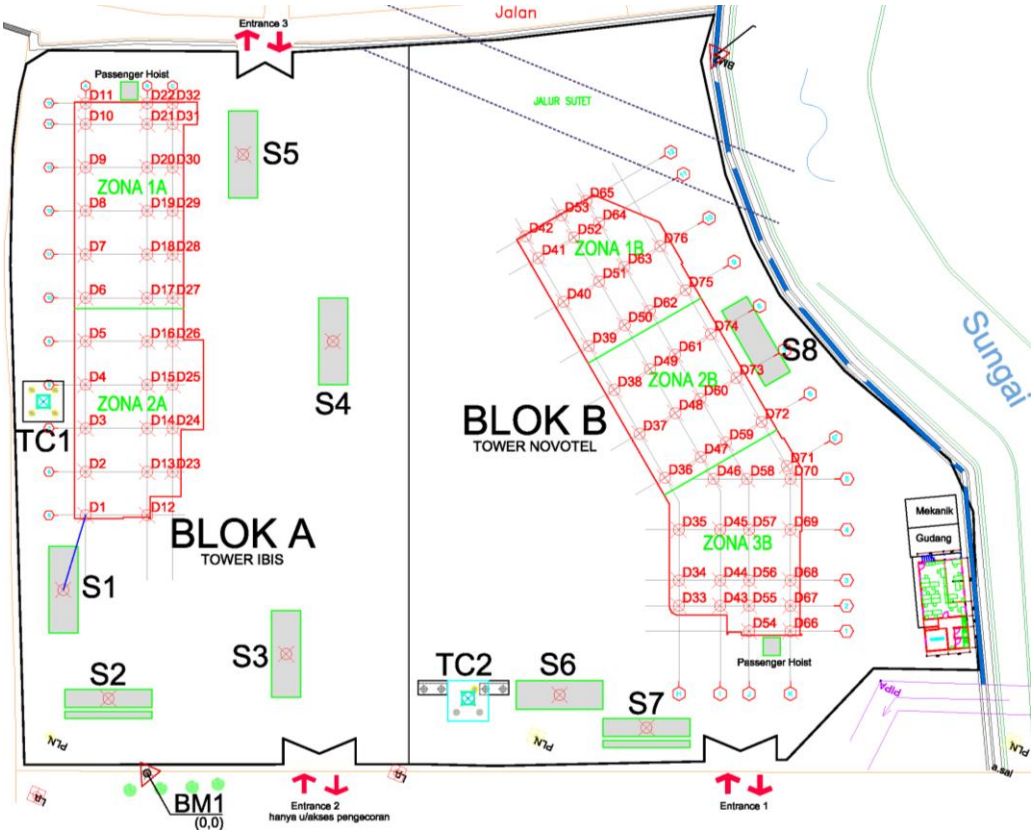
Tabel 5.5 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
1	S1	D1	1
2	S1	D2	1
3	S1	D3	1

Lanjutan Tabel 5.5 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan

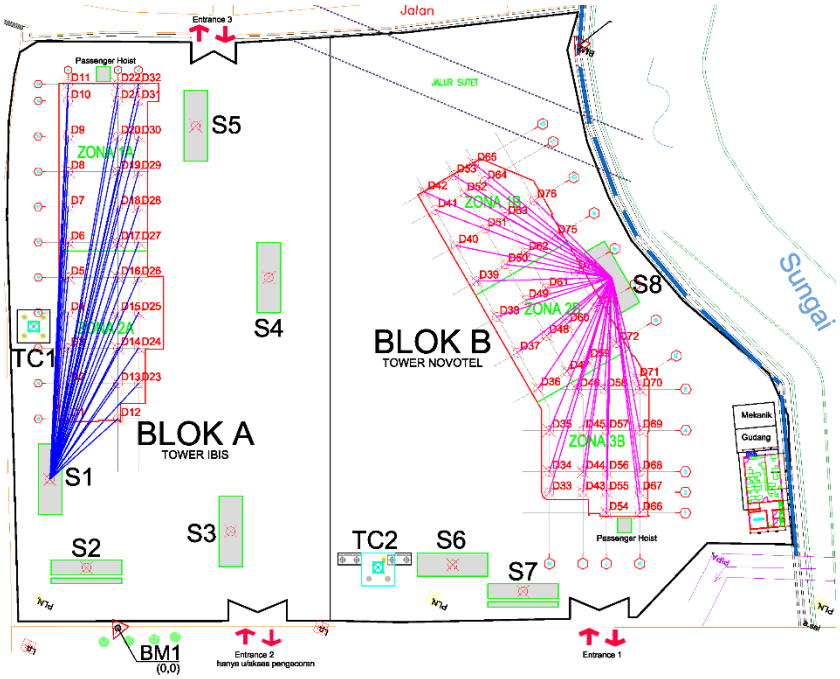
Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
4	S1	D4	1
5 s/d 224	…	…	…
380	S8	D76	1

Berdasarkan tabel 5.5 di atas, pekerjaan (*task*) 1 merupakan pekerjaan pengangkatan material dari titik *supply* S1 menuju titik *demand* D1 dengan frekuensi pengangkatan (Q) sebanyak 1 kali. Denah pendistribusian *task* 1 dapat dilihat pada gambar 5.6 serta daftar pekerjaan dan frekuensi angkatan yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 6.



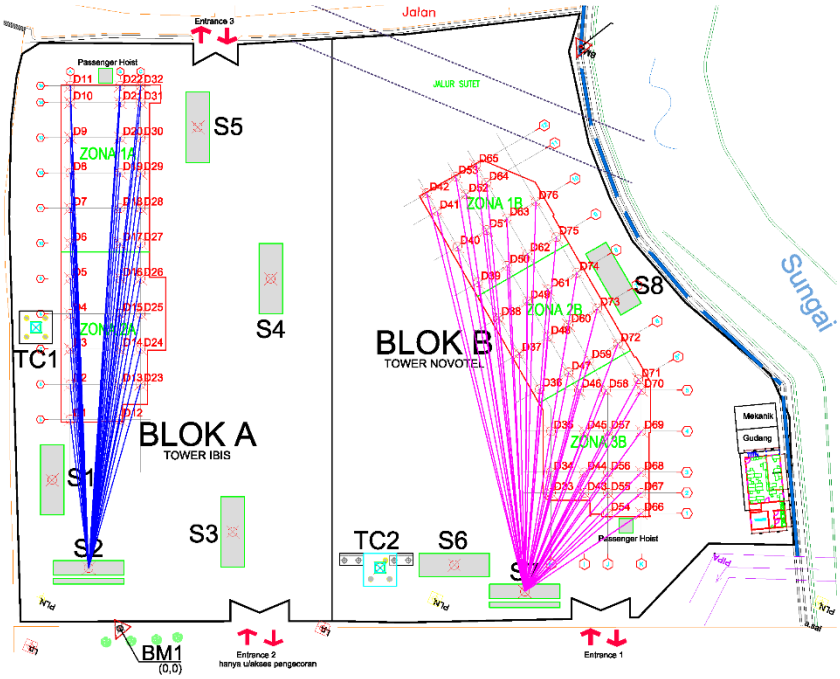
Gambar 5.6 Denah Pendistribusian *Task* 1

Pendistribusian bekisting dilakukan dari titik *supply* S1 untuk blok A dan *supply* S8 untuk blok B menuju setiap titik *demand* pada blok masing-masing. *Layout* distribusi bekisting dapat dilihat pada gambar 5.7 berikut.



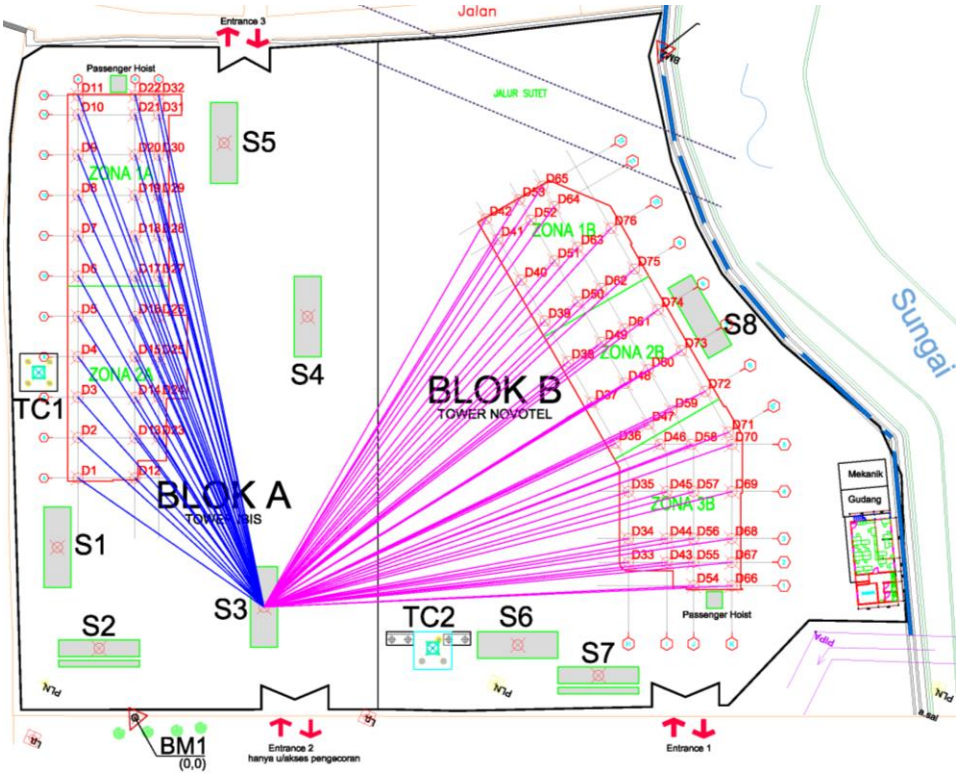
Gambar 5.7 *Layout* Distribusi Bekisting

Pendistribusian besi dilakukan dari titik *supply* S2 untuk blok A dan *supply* S7 untuk blok B menuju setiap titik *demand* pada blok masing-masing. *Layout* distribusi besi dapat dilihat pada gambar 5.8 berikut.



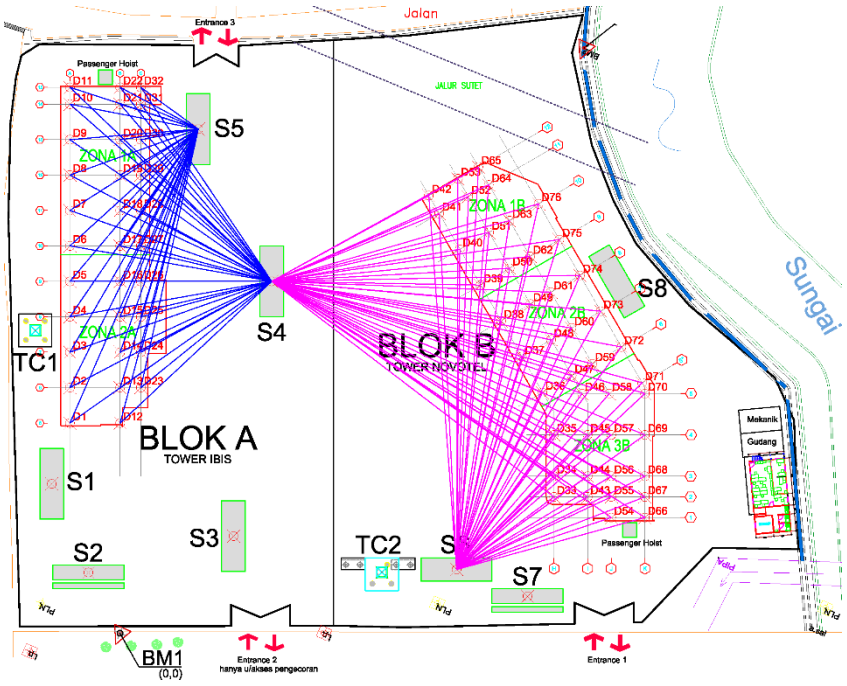
Gambar 5.8 *Layout* Distribusi Besi

Pendistribusian pengecoran dilakukan dari titik *supply* S3 untuk blok A dan blok B menuju setiap titik *demand* pada blok masing-masing. *Layout* distribusi pengecoran dapat dilihat pada gambar 5.9 berikut.



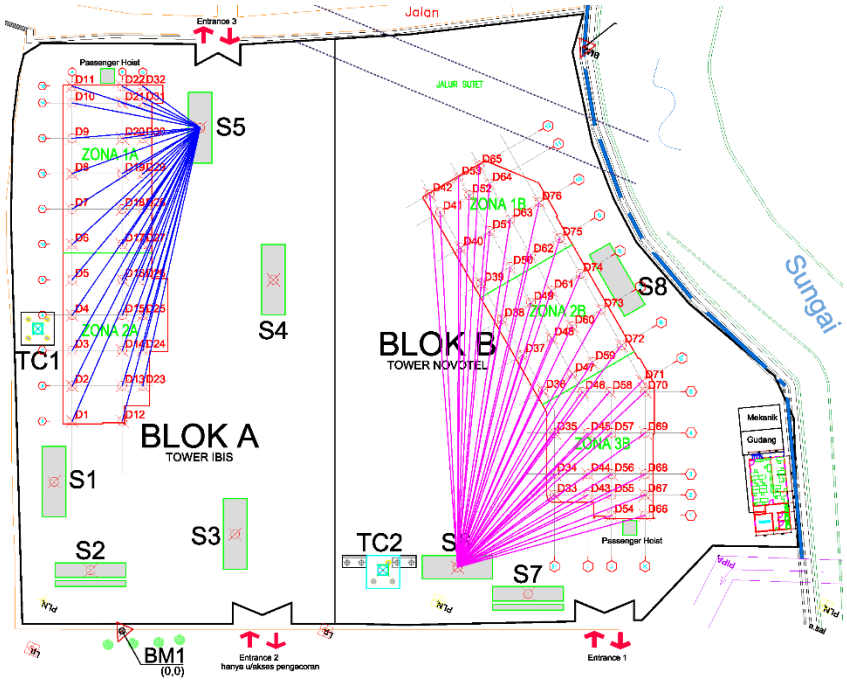
Gambar 5.9 *Layout* Distribusi Pengecoran

Pendistribusian *scaffolding* dilakukan dari titik *supply* S4 untuk blok A dan blok B menuju setiap titik *demand* pada blok masing-masing. *Layout* distribusi *scaffolding* dapat dilihat pada gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 *Layout* Distribusi *Scaffolding*

Pendistribusian bata dilakukan dari titik *supply* S5 untuk blok A dan *supply* S6 untuk blok B menuju setiap titik *demand* pada blok masing-masing. *Layout* distribusi bata dapat dilihat pada gambar 5.11 berikut.



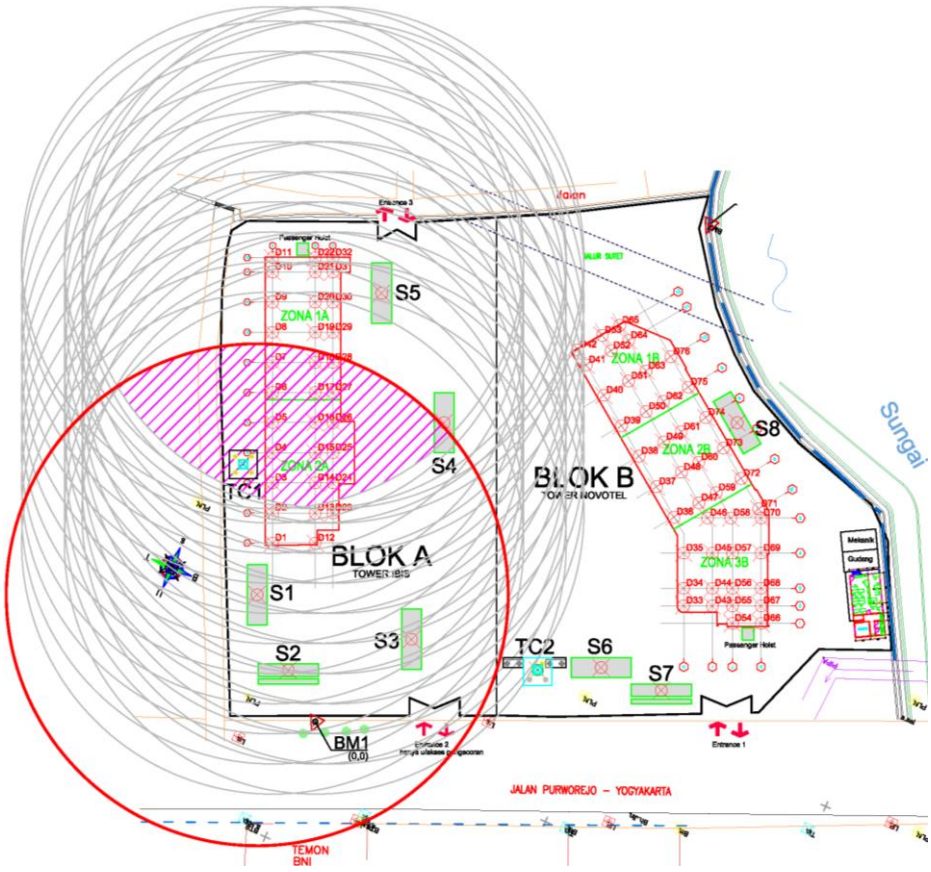
Gambar 5.11 *Layout* Distribusi Bata

5.3.5 Menentukan *Feasible Area*

Dalam penentuan *feasible area* dilakukan pemisahan sesuai dengan jenis material yang akan diangkut oleh *tower crane* dan blok yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini dilakukan agar dapat mempermudah dalam penentuan *feasible area*. Selanjutnya dari masing-masing *feasible area* tersebut akan digabungkan menjadi satu irisan *feasible task area* yang akan digunakan sebagai lokasi penempatan *tower crane*.

Penentuan *feasible area* dilakukan dengan cara membuat lingkaran sebesar radius *tower crane* yang digunakan dengan pusat titik demand dan titik supply. Dari semua feasible area tersebut, kemudian ditentukan *feasible task area* dengan cara mengambil irisan dari semua *feasible area*. *Feasible task area* inilah yang akan dijadikan area untuk posisi penempatan *tower crane*.

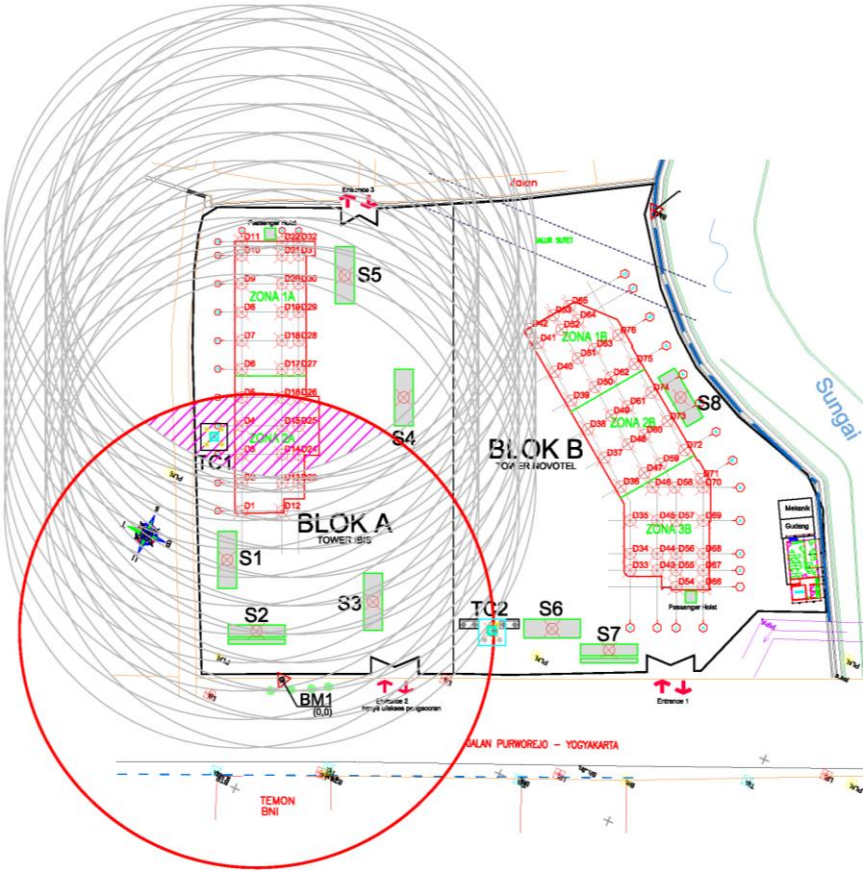
Feasible area untuk pengangukutan bekisting melalui titik *supply* S1 dan titik *demand* yang berada pada blok A dapat dilihat pada gambar 5.12 berikut.



Gambar 5.12 *Feasible Area* Bekesting

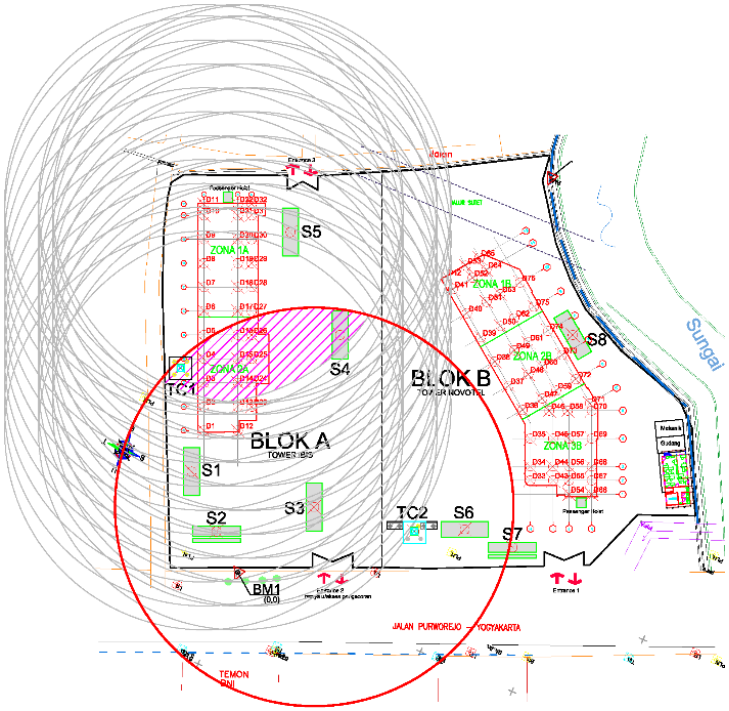
Berdasarkan gambar 5.12 di atas terdapat lingkaran merah yang merupakan radius dari titik *supply* bekisting dan lingkaran abu-abu merupakan radius dari titik *demand* yang berada pada blok A, sedangkan area yang diarsir merupakan *feasible area* untuk pengangkutan bekisting. Gedung yang dibangun tidak termasuk ke dalam *feasible area* karena jenis *tower crane* yang digunakan adalah *free standing crane* sehingga tidak bisa didirikan di atas bangunan, begitu pula dengan *feasible area* lainnya.

Feasible area untuk pengangukutan besi melalui titik *supply* S2 dan titik *demand* yang berada pada blok A dapat dilihat pada gambar 5.13 berikut.



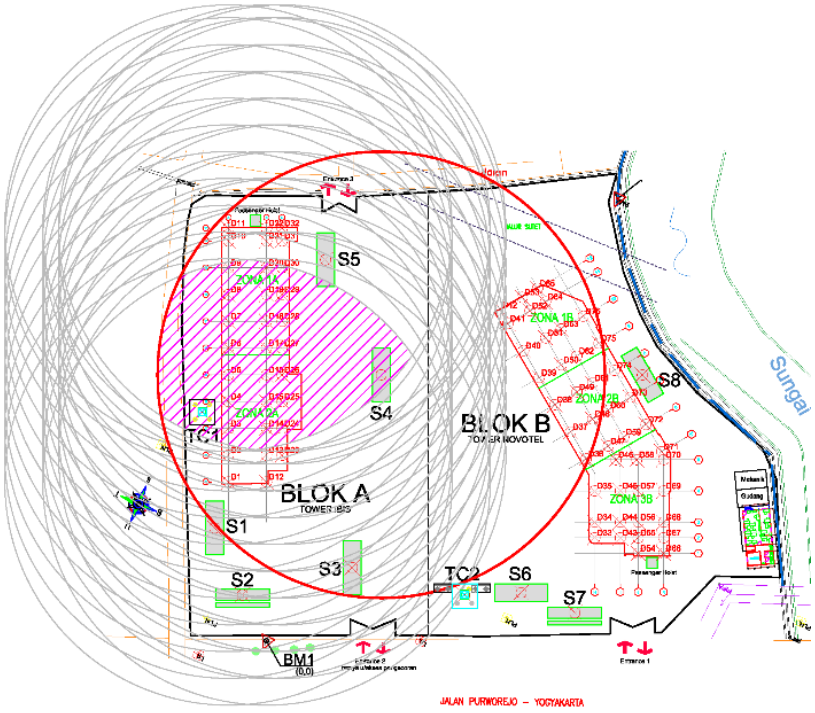
Gambar 5.13 *Feasible Area* Besi

Feasible area untuk pengangukutan pengecoran melalui titik *supply* S3 dan titik *demand yang berada pada blok* A dapat dilihat pada gambar 5.14 berikut.



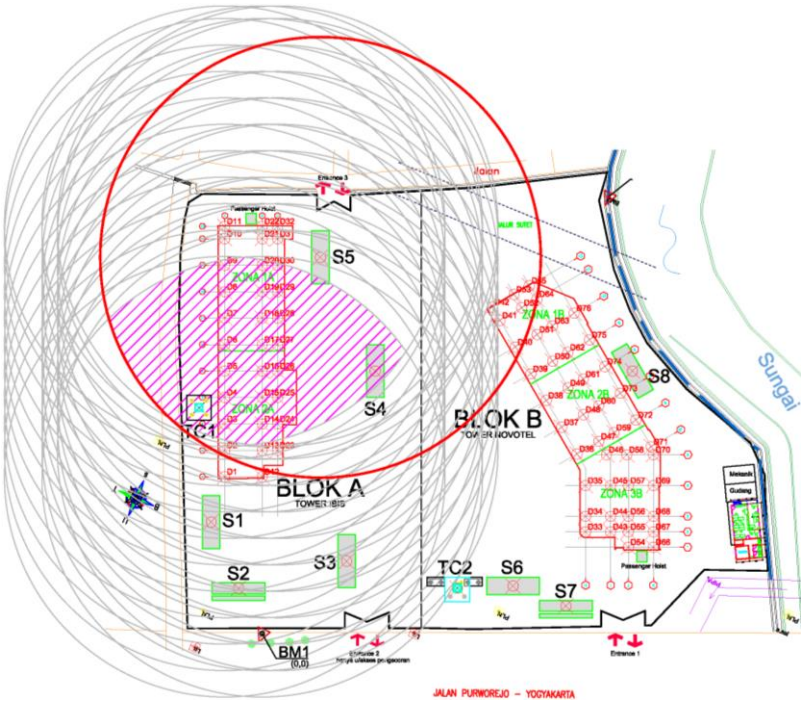
Gambar 5.14 *Feasible Area* Pengecoran

Feasible area untuk pengangukutan *scaffolding* melalui titik *supply* S4 dan titik *demand* yang berada pada blok A dapat dilihat pada gambar 5.15 berikut.



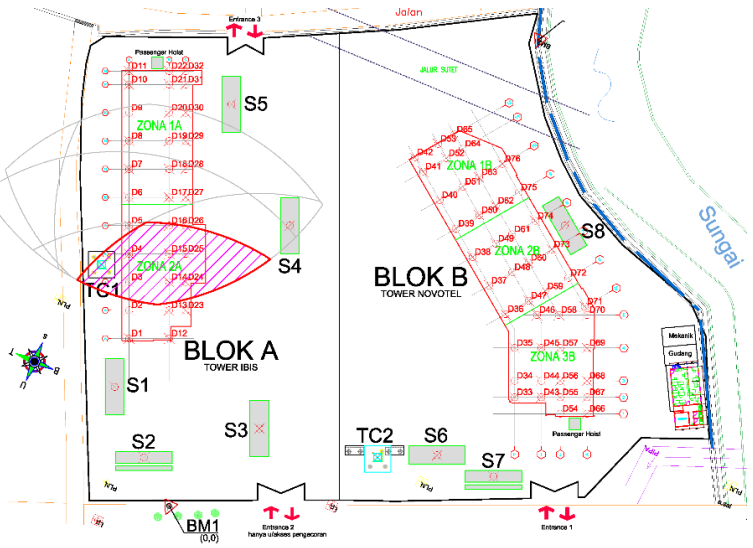
Gambar 5.15 *Feasible Area Scaffolding*

Feasible area untuk pengangukutan bata melalui titik *supply* S5 dan titik *demand* yang berada pada blok A dapat dilihat pada gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.16 *Feasible Area* Bata

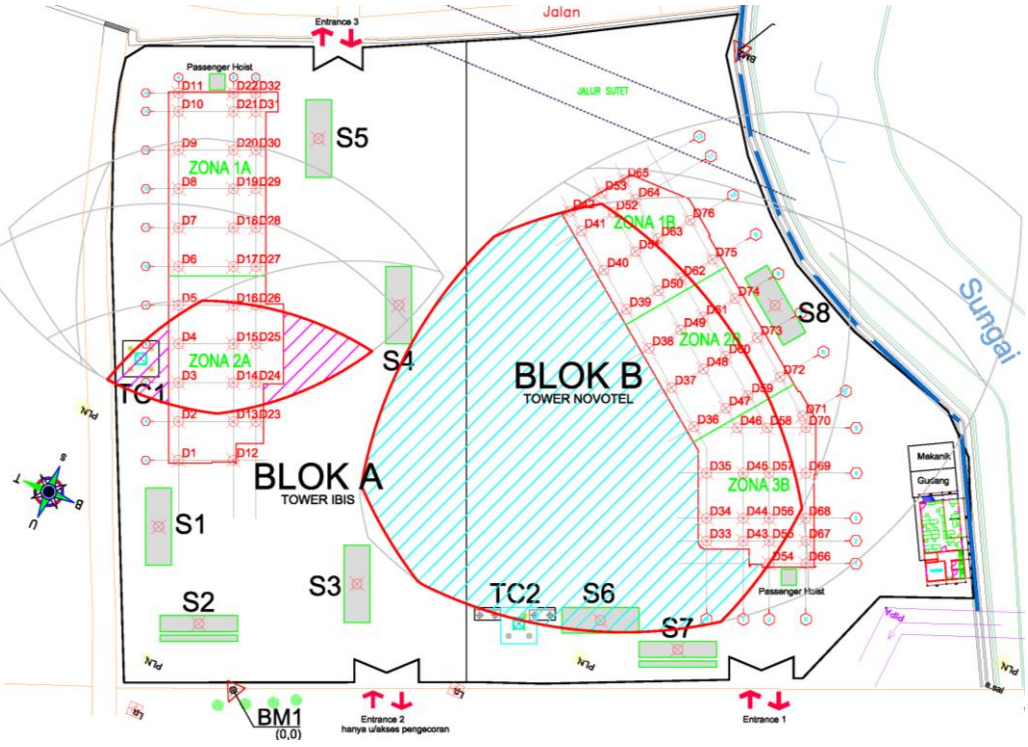
Dari semua *feasible area* yang telah ditentukan, selanjutnya digabungkan digabungkan menjadi 1 irisan yang mencakup semua *feasible area* pada blok A seperti gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.17 *Feasible Task Area* pada Blok A

Dari kelima *feasible area* pada blok A yang telah ditentukan akan digabungkan menjadi 1 irisan yang dinamakan *feasible task area*. Pada gambar 5.17 di atas daerah yang diarsir merupakan gabungan dari kelima *feasible area* yaitu dari *feasible area* bekesting, *feasible area* besi, *feasible area* pengecoran, *feasible area scaffolding*, dan *feasible area* bata.

Metode yang sama dilakukan pada blok B. Hasil dari *feasible task* pada blok A dan blok B dapat dilihat pada gambar 5.18 berikut.



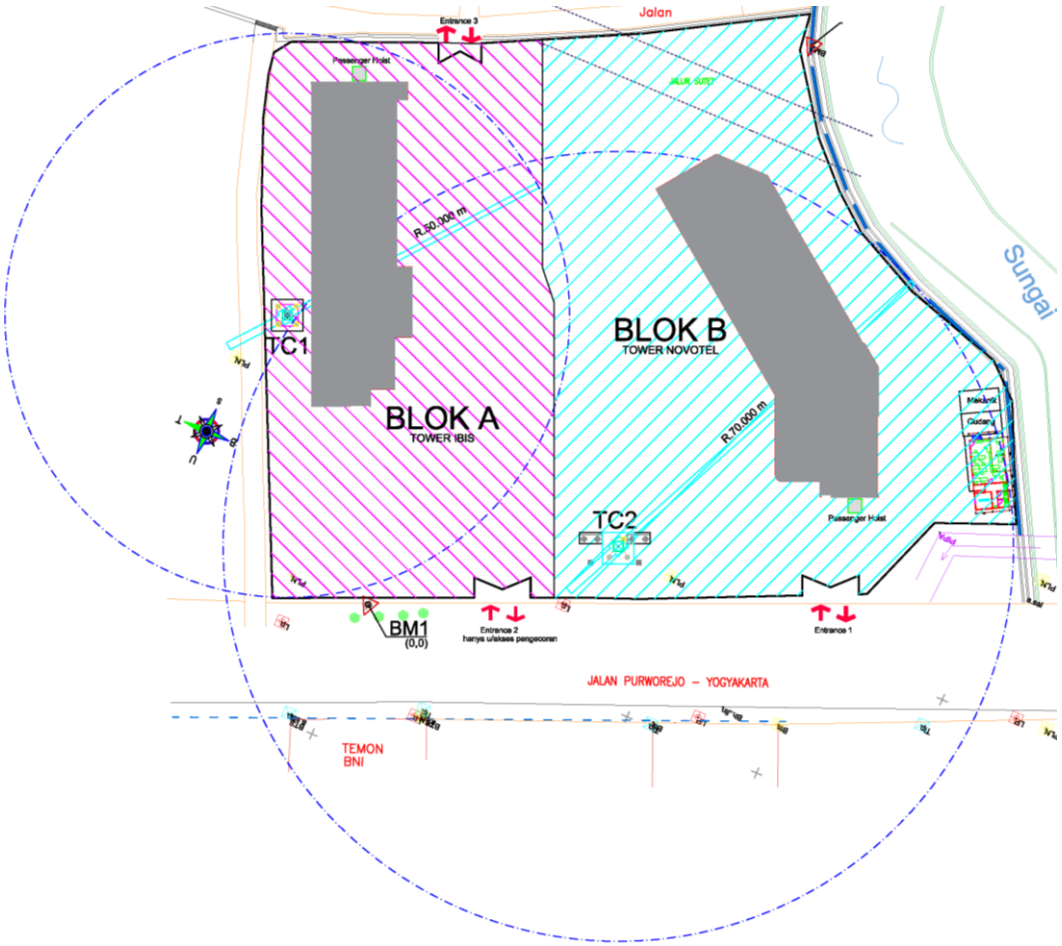
Gambar 5.18 *Feasible Task Area* pada Blok A dan Blok B

Berdasarkan gambar 5.18 di atas, area yang diarsir menunjukkan *feasible task area* pada blok A dan blok B. *Feasible task area* inilah yang akan dijadikan sebagai titik kemungkinan untuk posisi penempatan optimal *tower crane* pada blok A dan blok B.

5.3.6 Lokasi Awal *Tower Crane*

Lokasi awal *tower crane* ini mengacu pada data di lapangan dan bersifat sementara yang digunakan sebagai titik acuan untuk penentuan kelompok pekerjaan, perhitungan konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar

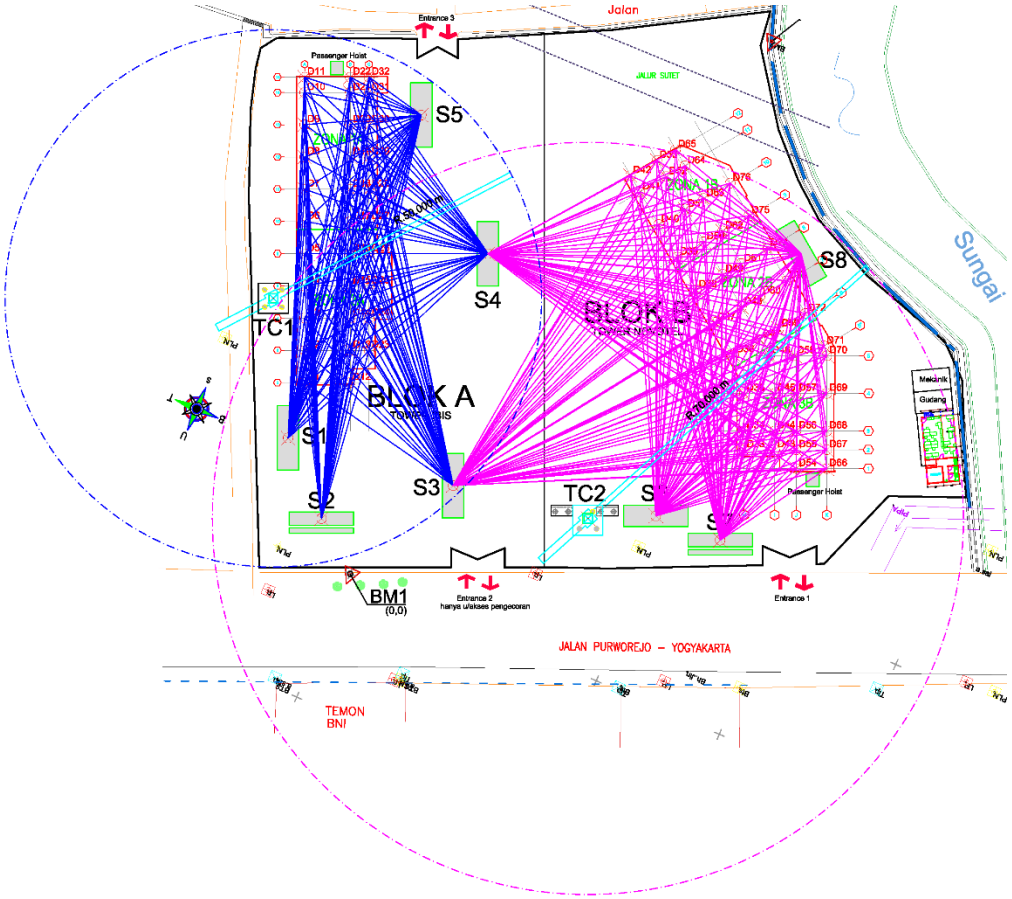
tower crane (σ) sebelum dilakukan iterasi. *Tower crane* 1 dengan panjang *jib* 50 m terletak pada blok A dengan koordinat (-14,3168; 51,2601), sedangkan *tower crane* 2 dengan panjang *jib* 70 m terletak pada blok B dengan koordinat (44,3164; 10,3126) seperti pada gambar 5.19 berikut.



Gambar 5.19 Lokasi Awal *Tower Crane* 1 dan *Tower Crane* 2

5.3.7 Menentukan Matriks Aksesibilitas

Penentuan matriks aksesibilitas diasumsikan *tower crane* berada pada lokasi awal yang telah ditentukan sebelumnya sehingga dapat diketahui aksesibilitasnya seperti pada gambar 5.20 berikut.



Gambar 5.20 Aksesibilitas *Tower Crane* 1 dan *Tower Crane* 2

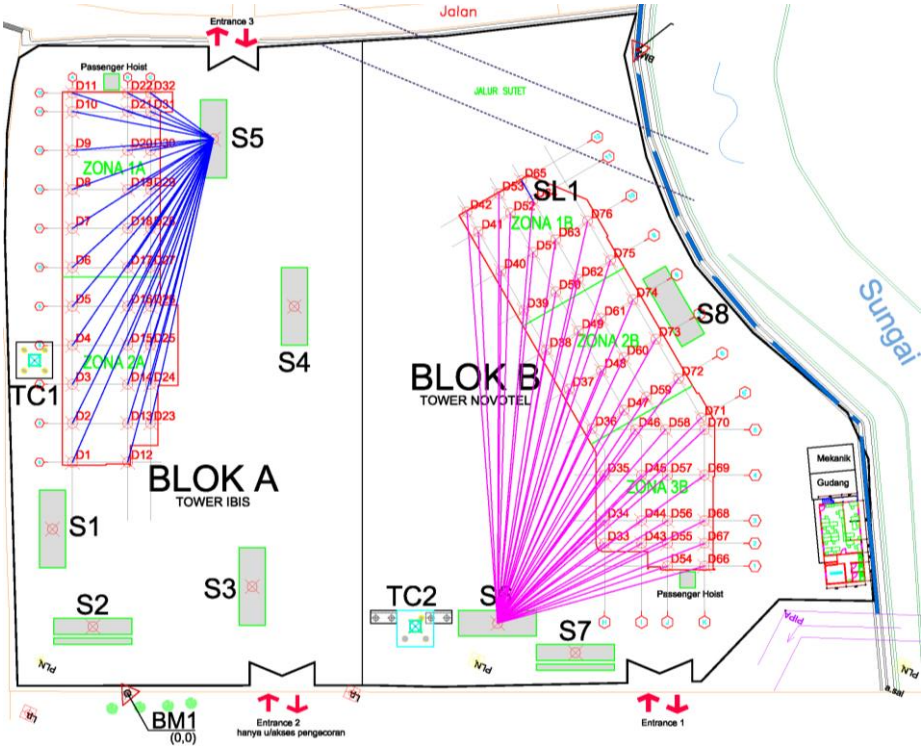
Berdasarkan gambar 5.20 di atas dapat diketahui tingkat aksesibiltas *tower crane*, radius *tower crane* mampu memenuhi semua pendistribusian material dari titik *supply* menuju titik *demand*. Pada penentuan matriks aksesibilitas, setiap pekerjaan yang dapat diakses oleh *tower crane* maka diberi nilai 1 dan untuk pekerjaan yang tidak dapat diakses oleh *tower crane* maka diberi nilai 0. Apabila terdapat pekerjaan yang memiliki nilai 1 pada *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 maka pekerjaan tersebut mengalami *overlap*. Matriks aksesibilitas *tower crane* dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Matrik Aksesibilitas *Tower Crane* 1 dan *Tower Crane* 2 Skenario 1

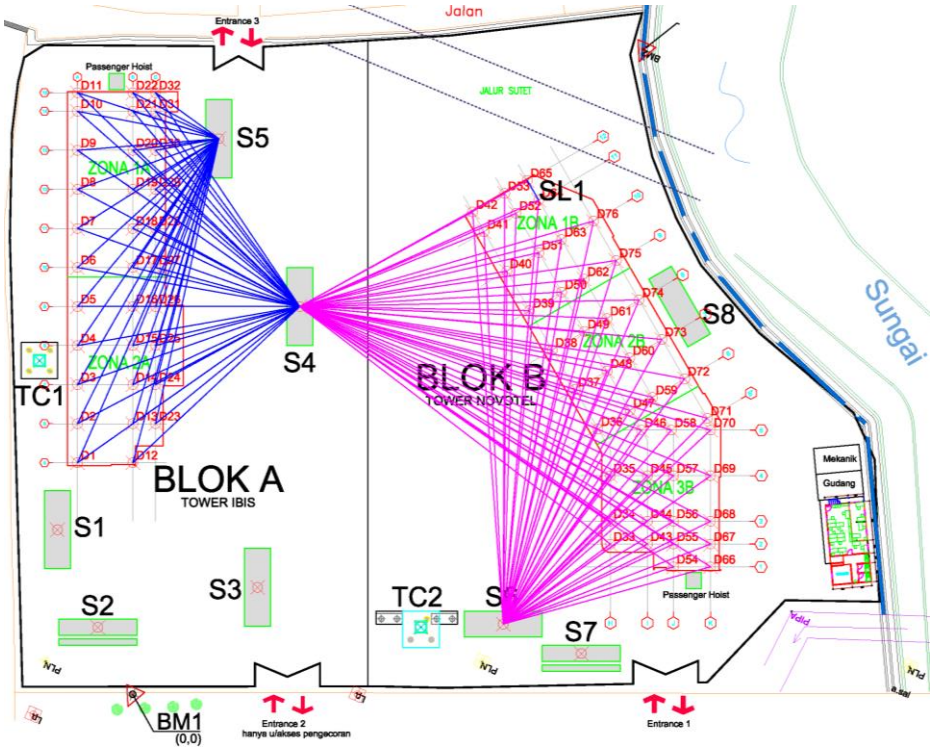
Tower Crane	*Task* (pekerjaan)														
	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	…	204	205
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	…	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	…	1	0

Berdasarkan tabel 5.6, pada *task* 168 hingga *task* 172 hanya *tower crane* 1 yang mendapat nilai 1 sedangkan *tower crane* 2 mendapat nilai 0. Hal ini menandakan bahwa *task* 168 hingga *task* 172 hanya bisa dikerjakan oleh *tower crane* 1. Pada *task* 173 hingga *task* 204 hanya *tower crane* 2 yang mendapat nilai 1 sedangkan *tower crane* 1 mendapat nilai 0. Hal ini menandakan bahwa *task* 173 hingga *task* 204 hanya bisa dikerjakan oleh *tower crane* 2. Pada *task* 163 hingga *task* 167, *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 mendapatkan nilai 1. Hal ini menandakan bahwa *task* 163 hingga *task* 167 mengalami *overlap* karena pada *task* tersebut dapat dikerjakan oleh 2 *tower crane* yaitu *tower crane* 1 dan *tower crane* 2. Apabila satu pekerjaan dapat dikerjakan oleh dua atau lebih *tower crane* maka harus ditentukan *tower crane* yang akan menjangkau pekerjaan tersebut. Maka ditentukan *tower crane* 2 yang akan menangani pekerjaan pada *task* 163 hingga *task* 167. Nilai yang berbeda terdapat pada *task* 205 di mana *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 mendapatkan nilai 0. Hal ini terjadi karena *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 tidak dapat menjangkau titik *demand* D65. Apabila suatu titik *demand* tidak dapat dijangkau oleh kedua *tower crane*, maka akan dilakukan penambahan *dropping point* yang diambil dari beberapa titik *demand* untuk dijadikan titik *supply* lanjutan. Matriks aksesibilitas yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 12.

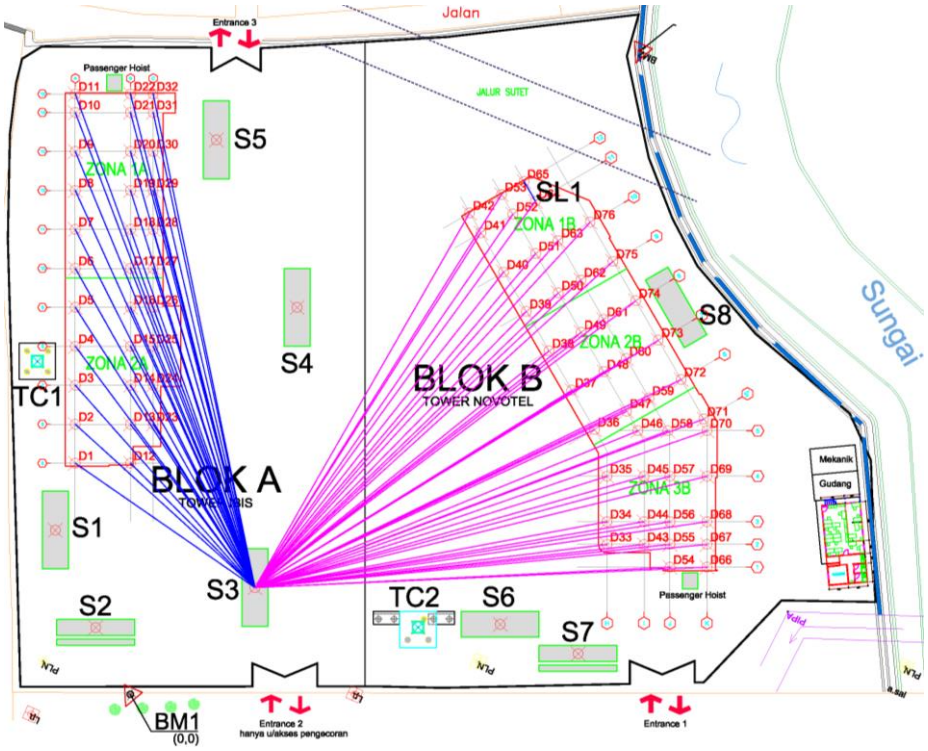
Penentuan titik *supply* lanjutan ditinjau dari jarak titik *demand* yang tidak dapat dijangkau oleh *tower crane*. Titik *demand* yang memiliki jarak paling dekat dengan titik D65 yaitu titik D64. Maka titik *demand* D64 dijadikan sebagai titik *supply* lanjutan. Layout distribusi dan aksesibilitas *tower crane* dengan tambahan titik *supply* lanjutan dapat dilihat pada gambar 5.21, 5.22, 5.23, 5.24, dan 5.25 berikut.



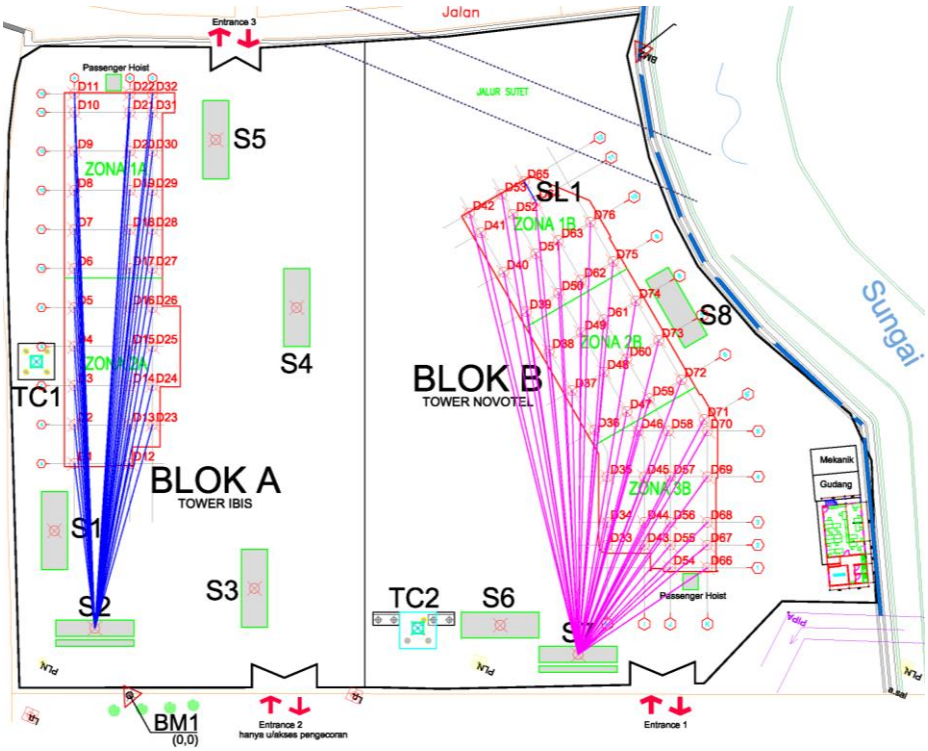
Gambar 5.21 *Layout* Distribusi Bekesting dengan Tambahan Titik SL1



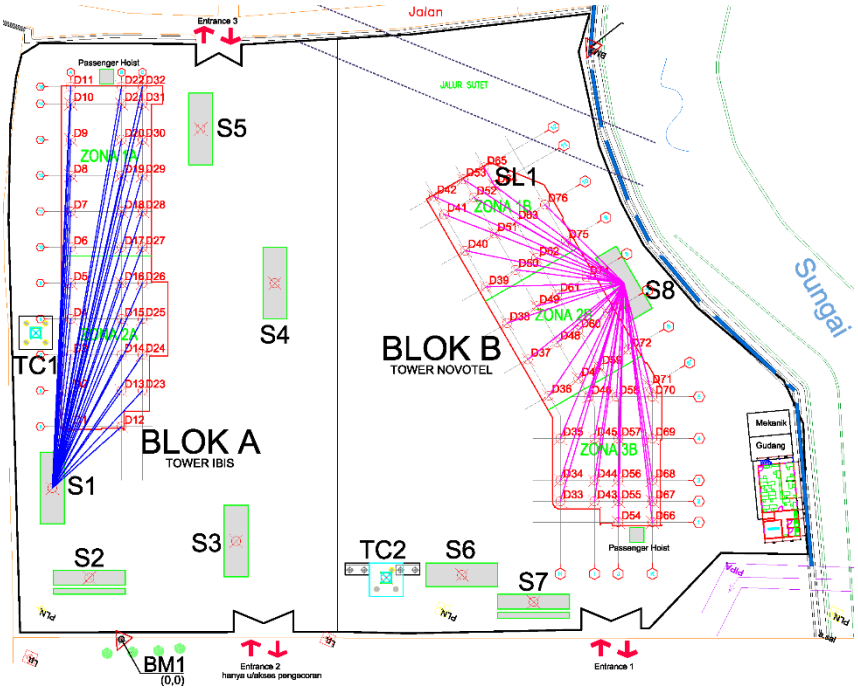
Gambar 5.22 *Layout* Distribusi Besi dengan Tambahan Titik SL1



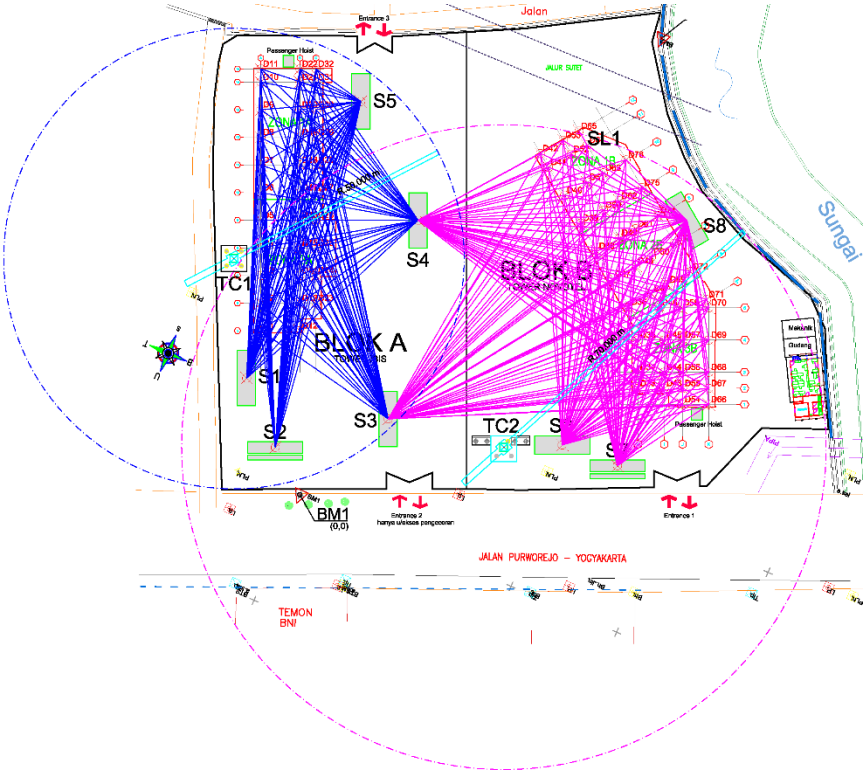
Gambar 5.23 *Layout* Distribusi Pengecoran dengan Tambahan Titik SL1



Gambar 5.24 *Layout* Distribusi Bekisting dengan Tambahan Titik SL1



Gambar 5.25 *Layout* Distribusi Bata dengan Tambahan Titik SL1



Gambar 5.26 Aksesibilitas *Tower Crane* 1 dan *Tower Crane* 2 dengan Tambahan Titik *Supply Lanjutan*

5.3.8 Perhitungan Nilai Konflik Indeks (NC) dan Keseimbangan Beban Kerja Antar *Tower Crane* (σ) pada Titik Acuan Awal

Pada tahap ini, contoh perhitungan Nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) dilakukan pada *task* 280 dengan titik *supply* S6 dan titik *demand* D64 yang dilayani oleh *tower crane* 2. *Task* tersebut dipilih menjadi contoh perhitungan karena hasil dari perhitungan waktu perjalanan pengait *tower crane* pada *task* ini akan menjadi acuan hasil pada *task* 281 dengan titik *demand* D65 yang membutuhkan titik *supply* lanjutan.

1. Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane*

   Waktu perjalanan pengait *tower crane* untuk melakukan pekerjaan pada *task* 280 dengan menggunakan *tower crane* 1 dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\rho(D_j) = \sqrt{(XD_j - x)^2 + (YD_j - y)^2}$$

$$= \sqrt{(62{,}4025 - 44{,}3164)^2 + (75{,}9279 - 10{,}3126)^2}$$

$$= 68{,}0623 \text{ m}$$

$$\rho(Sj) = \sqrt{(XS_j - x)^2 + (YS_j - y)^2}$$

$$= \sqrt{(56{,}9612 - 44{,}3164)^2 + (10{,}7865 - 10{,}3126)^2}$$

$$= 12{,}6537 \text{ m}$$

$$lj = \sqrt{(XD_j - XS_j)^2 + (YD_j - YS_j)^2}$$

$$= \sqrt{(62{,}4025 - 56{,}9612)^2 + (75{,}9279 - 10{,}7865)^2}$$

$$= 65{,}3683 \text{ m}$$

$$Ta = \left| \frac{\rho(Dj) - \rho(Sj)}{Va} \right|$$

$$= \left| \frac{68{,}0623 - 12{,}6537}{53} \right|$$

$$= 0{,}8795 \text{ menit}$$

$$T\omega = \frac{1}{\omega} \text{ Arc cos } \left(\frac{l_j^2 - \rho(Dj)^2 - \rho(Sj)^2}{2 \,.\, \rho(Dj) \,.\, \rho(Sj)} \right) \; ; (0 \leq \text{Arc cos } (\theta) \leq \pi)$$

$$= \frac{1}{0{,}7} \text{ Arc cos } \left(\frac{65{,}3683^2 - 68{,}0623^2 - 12{,}6537^2}{2 \,.\, 68{,}0623 \,.\, 12{,}6537} \right)$$

$$= 2{,}6817 \text{ menit}$$

$$Th = \max (Ta, T\omega) + \alpha \min (Ta, T\omega)$$

$$= 2{,}6817 + 0{,}25 \,.\, 0{,}8795$$

$$= 2{,}9016 \text{ menit}$$

$$Tv(\text{penuh}) = \frac{(ZDj - ZSj)}{Vv(\text{penuh})}$$

$$= \frac{(13{,}4 - 0)}{40}$$

$$= 0{,}3350 \text{ menit}$$

$$Tv(\text{kosong}) = \frac{(ZDj - ZSj)}{Vv(\text{kosong})}$$

$$= \frac{(13{,}4 - 0)}{80}$$

$$= 0{,}1675 \text{ menit}$$

$$T(\text{penuh}) = \max (Th, Tv(\text{penuh})) + \beta \min (Th, Tv(\text{penuh}))$$

$$= 2{,}9016 + 1 \,.\, 0{,}3350$$

$$= 3{,}2366 \text{ menit}$$

$$T(\text{kosong}) = \max (Th, Tv(\text{kosong})) + \beta \min (Th, Tv(\text{kosong}))$$

$$= 2{,}9016 + 1 \,.\, 0{,}1675$$

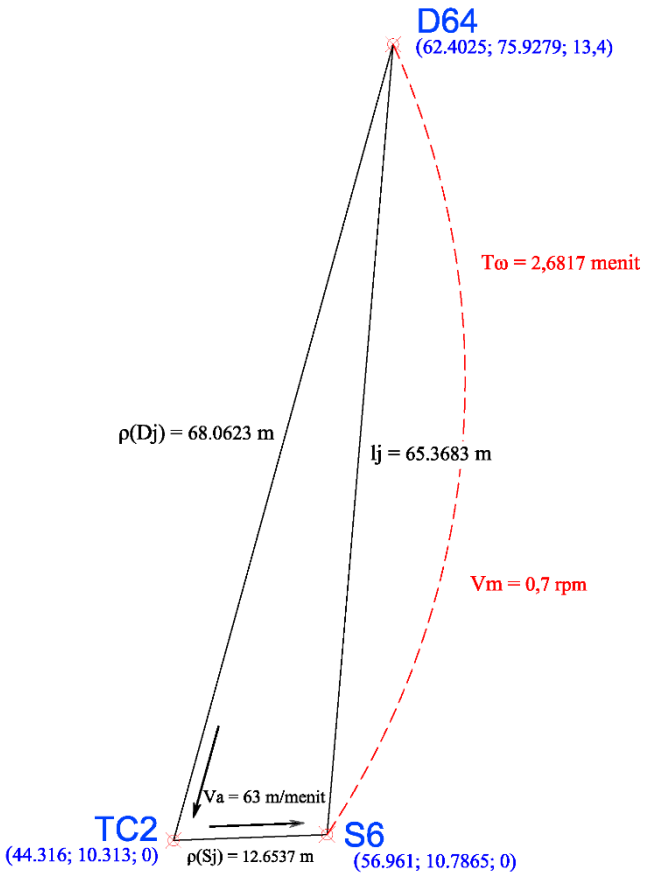
$$= 3{,}0691 \text{ menit}$$

$$T = \delta \,.\, Q \,(T(\text{penuh}) + T(\text{kosong}) + \text{load delay} + \text{unload delay})$$

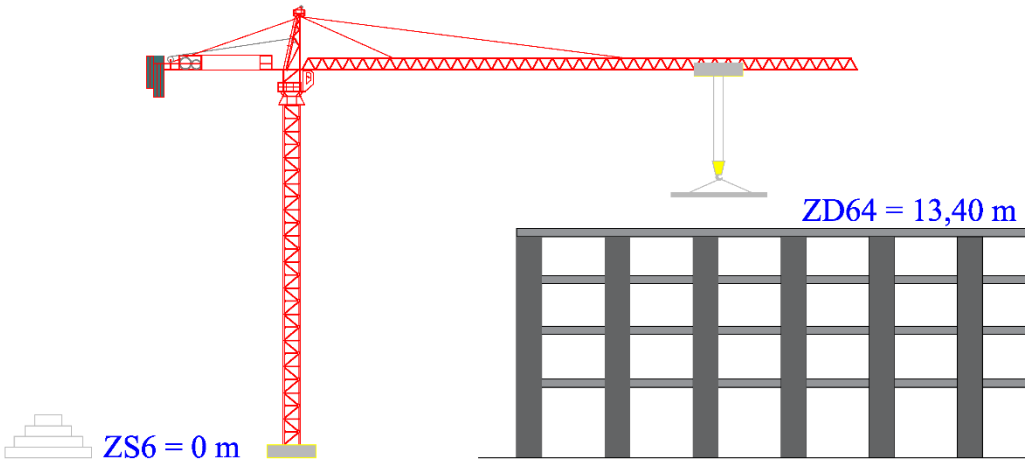
$$= 1 \,.\, 1 \,(\, 3{,}2366 + \; 3{,}0691 + 2 + 2 \,)$$

$$= 10{,}3057 \text{ menit}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, waktu perjalanan pengait *tower crane* untuk melakukan pekerjaan pada *task* 280 yaitu 10,3057 menit. Hasil dari perhitungan dapat disajikan pada gambar 5.27 dan 5.28 berikut.



Gambar 5.27 Pergerakan Pengait *Tower Crane* 2 (Tampak Atas)



Gambar 5.28 Pergerakan Pengait *Tower Crane* 2 (Tampak Samping)

Waktu perjalanan pengait *tower crane* untuk melakukan pekerjaan pada *task* 281 sama dengan *task* 280. Hal ini dikarenakan pada titik *demand* D64 merupakan titik *supply* lanjutan untuk membantu pendistribusian material dari titik *supply* S6 menuju titik *demand* D65. Penambahan waktu untuk pekerjaan manual dilakukan pada *task* 281 dengan asumsi selama 6 menit. Dengan penambahan waktu tersebut maka waktu perjalanan pengait *tower crane* pada *task* 281 adalah 16,3057 menit. Langkah perhitungan yang sama seperti *task* 280 dilakukan pada semua *task* untuk mendapatkan nilai T total pada masing-masing *tower crane*. Perhitungan waktu perjalanan pengait *tower crane* pada skenario 1 yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 15.

2. Keseimbangan Beban Kerja Tower Crane

   Setelah didapatkan nilai ΣT pada *tower crane* 1 sebesar 1561,8222 menit dan ΣT pada *tower crane* 2 sebesar 3047,5293, diperoleh ΣT rata-rata sebesar 2304,6758 menit. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari keseimbangan beban kerja (σ) menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i}^{I} (\overline{T} - T_i)^2}{I}}$$

$$= \sigma\ (\ \delta_{11}, \delta_{12}, \ldots, \delta_{21}, \delta_{22}, \ldots\ \delta_{ij}, \ldots, \delta_{IJ}\ )$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\ 2304{,}6758 - 1561{,}8222\ )^2 + (\ 2304{,}6758 - 3047{,}5293\ )^2}{2}}$$

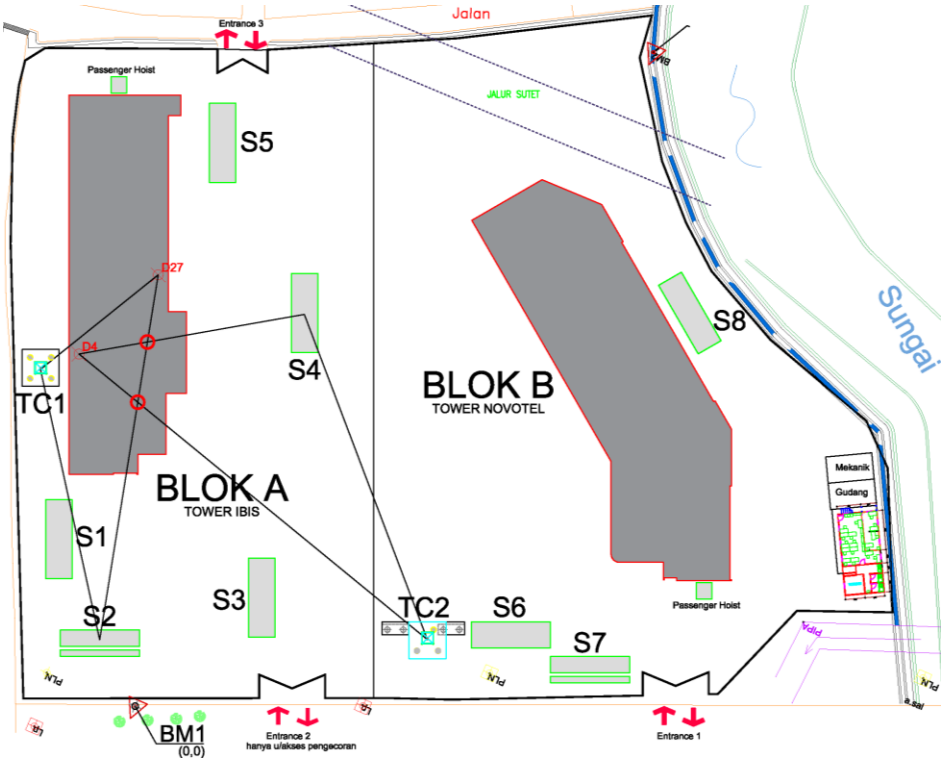
$$= 742{,}8536 \text{ menit}$$

$$= 12{,}3809 \text{ jam}$$

   Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai keseimbangan beban kerja (σ) pada skenario 1 sebesar 12,3809 jam.

3. Koefisien Indeks (NC)

   Pada penentuan nilai koefisien indeks (NC) skenario 1, *tower crane* yang mengalami konflik yaitu *tower crane* 1 dan *tower crane* 2. Sebagai contoh perhitungan nilai koefisien indeks (NC) pada *task* 8 oleh *tower crane* 1 dan *task* 37 oleh *tower crane* 2 dapat dilihat pada gambar 5.29 berikut.



Gambar 5.29 Persilangan *Task* 93 (TC1) dengan *Task* 134 (TC2)

Berdasarkan gambar 5.29 di atas, jumlah persilangan (n) pada *task* 59 dan *task* 144 sebanyak 2 titik. Sedangkan frekuensi angkatan pada *task* 59 sebanyak 1 kali dan rekuensi angkatan pada *task* 144 sebanyak 1 kali. Sehingga nilai NC pada *task* 59 dan *task* 144 dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$NC_{ik} = \sum_{l=1}^{L} \sum_{j=1}^{J} n_{ij,kl} \left(Q_{ij} + Q_{kl} \right)$$

$$NC_{12} = 2 \left(1 + 1 \right)$$

$$NC_{12} = 4 \text{ persilangan}$$

Perhitungan jumlah persilangan (n) dilakukan pada semua *task* yang terjadi *overlap* dengan metode yang sama dan kemudian dilakukan perhitungan nilai koefisien indeksnya (NC). Untuk perhitungan koefisien indeks (NC) dapat dilihat pada lampiran 21. Jumlah persilangan pada setiap *task* sebanyak 1019 persilangan. Nilai Q pada semua *task* sama yaitu sebanyak 1 kali maka dapat dilakukan perhitungan nilai koefisien indeks (NC) menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$NC_{ik} = \sum_{l=1}^{L} \sum_{j=1}^{J} n_{ij,kl} \left(Q_{ij} + Q_{kl} \right)$$

NC_{12} = 2302 (1 + 1)

NC_{12} = 4604 persilangan

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai koefisien indeks (NC) pada skenario 1 sebesar 4604 persilangan.

5.3.9 Perhitungan Biaya Operasional *Tower Crane*

Perhitungan biaya operasional *tower crane* dapat dikatakan sedikit berbeda dibandingkan dengan pengadaan alat berat lainnya. hal ini dikarenakan rangkaian *tower crane* yang harus disesuaikan dengan kebutuhan pada proses konstruksi. Terdapat berbagai aspek yang perlu diperhitungkan dalam menghitung biaya operasional *tower crane*. Pada tugas akhir ini, biaya operasional didapatkan dari wawancara dengan rincian sebagai berikut.

1. Biaya Sewa *Tower Crane*

   Biaya sewa *tower crane* diperhitungkan dalam jangka waktu per bulan sebesar Rp. 65.000.000,00 untuk *tower crane* dengan panjang *jib* 70 meter sedangkan Rp. 60.000.000,00 untuk *tower crane* dengan panjang *jib* 60 meter dan 50 meter. Pada proyek Novotel dan Ibis Hotel, penyewaan *tower crane* 1 pada blok A direncanakan selama 8 bulan sedangkan *tower crane* 2 pada blok B selama 10 bulan, sehingga perhitungan biaya sewa *tower crane* pada skenario 1 adalah sebagai berikut.

   Biaya sewa TC 1 = biaya sewa TC / bulan × total waktu sewa
   = Rp. 60.000.000,00 × 8
   = Rp. 480.000.000,00

   Biaya sewa TC 2 = biaya sewa TC / bulan × total waktu sewa
   = Rp. 65.000.000,00 × 10
   = Rp. 650.000.000,00

Total Biaya Sewa = Biaya sewa TC 1 + Biaya sewa TC 2
= Rp. 480.000.000,00 + Rp. 650.000.000,00
= Rp. 1.130.000.000,00

2. Biaya Instalasi dan Operasional *Tower Crane*

Biaya instalasi dan operasional merupakan biaya untuk pemasangan *tower crane* dan pembongkaran *tower crane* apabila telah selesai digunakan serta biaya yang diperlukan pada saat pengoperasian *tower crane* dengan harga seperti pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.7 Biaya Instalasi dan Operasional *Tower Crane*

No.	Item Pekerjaan	Harga (Rp)
1.	Biaya lnstalasi dan Operational *Tower Crane* 1	Rp. 223.800.000,00
2.	Biaya lnstalasi dan Operational *Tower Crane* 2	Rp. 269.335.000,00
Total		**Rp. 493.135.000,00**

Untuk rincian biaya instalasi dan operasional yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 25.

3. Biaya Alat Bantu *Erection* dan *Dismantling*

Biaya alat bantu *erection* dan *dismantling* merupakan biaya untuk menyewa alat yang digunakan untuk melakukan proses *erection* dan *dismantling tower crane*. Alat bantu yang digunakan dalam hal ini yaitu *mobile crane*. Biaya alat bantu *erection* dan *dismantling* disajikan pada tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.8 Biaya Alat Bantu *Erection* dan *Dismantling*

No.	Item Pekerjaan	Harga (Rp)
1.	Sewa *Mobile Crane* untuk *Erection* TC 1	Rp. 66.857.142,80
2.	Sewa *Mobile Crane* untuk *Erection* TC 2	Rp. 81.714.285,65
3.	Sewa *Mobile Crane* untuk *Dismantling* TC 1	Rp. 66.857.142,80
4.	Sawa *Mobile Crane* untuk *Dismantling* TC 2	Rp. 81.714.285,65
Total		**Rp. 297.142.856,90**

Untuk rincian biaya alat bantu *erection* dan *dismantling* yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 25.

4. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi

   Biaya mobilisasi merupakan biaya untuk mendatangkan *tower crane* menuju lokasi proyek sedangkan biaya demobilisasi merupakan biaya untuk mengembalikan *tower crane* kepada penyedia *tower crane* apabila telah selesai digunakan. Biaya mobilisasi dan demobilisasi *tower crane* disajikan pada tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.9 Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi *Tower Crane*

No.	Item Pekerjaan	Harga (Rp)
1.	Biaya Mobilisasi *Tower Crane* 1 dan 2	Rp. 195.500.000,00
2.	Biaya Demobilisasi *Tower Crane* 1 dan 2	Rp. 195.500.000,00
Total		**Rp. 391.000.000,00**

   Biaya mobilisasi dan demobilisasi tersebut dihitung berdasarkan jarak pengiriman *tower crane* dari Purwakarta menuju Yogyakarta dan sebaliknya. Untuk rincian biaya mobilisasi dan demobilisasi yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 25.

5. Biaya Listrik

   Sumber tenaga yang digunakan untuk operasional *tower crane* didapatkan dari PLN. Untuk mendapatkan biaya listrik untuk operasional *tower crane* diperlukan penyesuaian tarif listrik dari PLN yang dapat dilihat pada Gambar 5.30 berikut.

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.444,70	1.444,70
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.444,70	1.444,70
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ***)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ***)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ***)	-
10.	P-1/TR	5.500 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ***)	-
12.	P-3/TR		*)	1.444,70	1.444,70
13.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Gambar 5.30 Tarif Tenaga Listrik PLN
(Sumber : web.pln.co.id)

Berdasarkan gambar 5.30 di atas dapat diketahui biaya pemakaian listrik sesuai daya yang digunakan. Penggunaan daya untuk *tower crane* termasuk dalam golongan tarif B-2/TR karena *tower crane* pada proyek Novotel dan Ibis Hotel menggunakan *tower crane* jenis Zoomlion dengan daya sebesar 90 kVa atau 72 kW, sehingga dapat dilakukan perhitungan biaya listrik sebagai berikut.

Biaya (Rp/Jam) = Daya (kW) × Biaya Pemakaian (Rp/kWh)
= 72 kW × 1444,70 (Rp/kWh)
= Rp. 104.018,40 / jam

Perhitungan biaya listrik pada masing-masing *tower crane* membutuhkan data total waktu operasional seluruh lantai, hasil perhitungan waktu operasional *tower crane* seluruh lantai dapat dilihat pada lampiran 22. Jadi biaya total untuk kebutuhan listrik *tower crane* adalah sebagai berikut.

Biaya listrik TC 1 = tarif listrik × total waktu operasional
= Rp. 104.018,40 / jam × 448,5251 jam
= Rp. 46.654.860,87

Biaya listrik TC 2 = tarif listrik × total waktu operasional
= Rp. 104.018,40 / jam × 1081,7580 jam
= Rp. 112.522.731,83

Total biaya listrik = Biaya listrik TC 1 + Biaya listrik TC 2
= Rp. 46.654.860,87 + Rp. 112.522.731,83
= Rp. 159.177.592,70

6. Biaya Lain-Lain

Biaya lain-lain merupakan biaya tambahan pada operasional *tower crane* yang disajikan pada tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.10 Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi *Tower Crane*

No.	Item Pekerjaan	Harga (Rp)
1.	Biaya Pondasi *Tower Crane* (2 Unit TC)	Rp. 292.026.938,78
2.	Biaya Bobok Angkur *Tower Crane* (2 Unit TC)	Rp. 15,000,000.00
3.	Biaya Perizinan Disnaker (2 Unit TC)	Rp. 7.000.000,00
Total		**Rp. 314.026.938,78**

Untuk rincian biaya lain-lain yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 25.

7. Biaya Total

Perhitungan total kebutuhan biaya untuk operasional *tower crane* pada skenario 1 dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Biaya Operasional *Tower Crane* pada Skenario 1

No.	Item Pekerjaan	Harga (Rp)
1.	Persewaan *Tower Crane*	Rp. 1.130.000.000,00
2.	Instalasi dan Operational *Tower Crane*	Rp. 493.135.000,00
3.	Alat Bantu Erection dan Dismantling	Rp. 297.142.856,90
4.	Mobilisasi dan Demobilisaai	Rp. 391.000.000,00
5.	Biaya Listrik	Rp. 159.177.592,70
6.	Lain-Lain	Rp. 314.026.938,78
Total		**Rp. 2.784.482.388,38**

Untuk total biaya operasional *tower crane* skenario 1 yang lebih detai dapat dilihat pada lampiran 25.

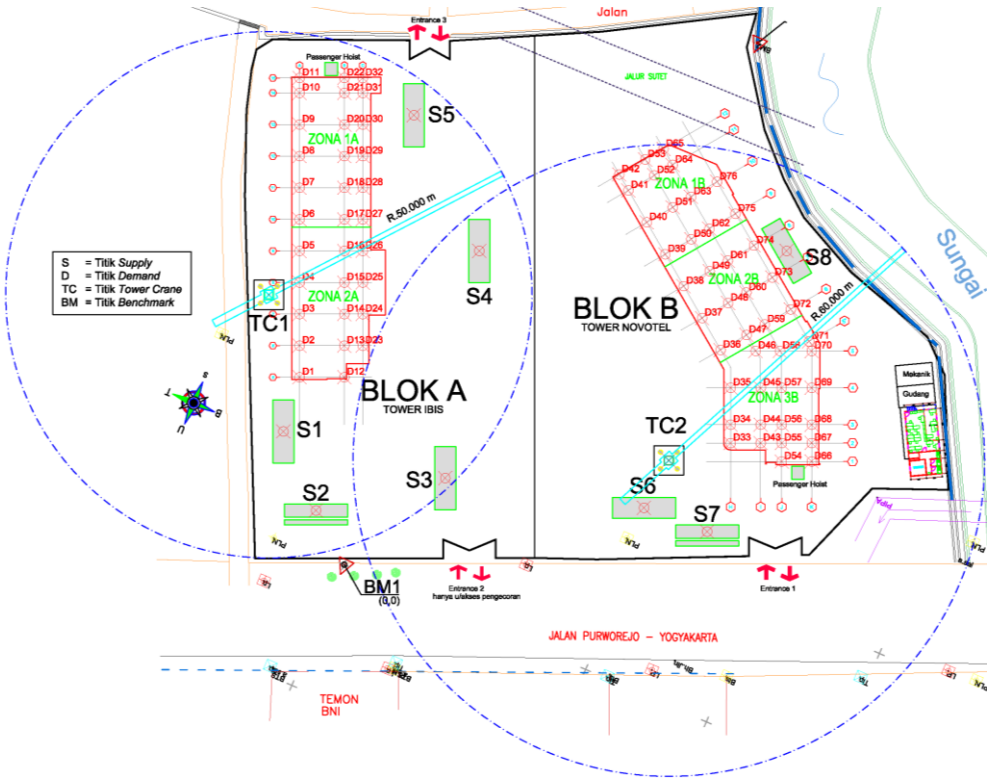
5.4 Skenario 2

Pada skenario 2, titik penempatan *tower crane* akan dioptimasi serta radius *tower crane* 2 diperkecil hingga mencapai radius yang optimal yaitu sebesar 60 meter, sedangkan radius *tower crane* 1 tetap sebesar 50 meter dan titik *supply* tetap menggunakan titik kondisi asli di lapangan. Perhitungan dilakukan dengan melakukan iterasi.

5.4.1 Tata Letak *Tower Crane*

Optimasi penempatan *tower crane* pada skenario 2 dilakukan dengan mengacu pada tata letak yang telah ditentukan pada landasan teori yaitu sebagai berikut.

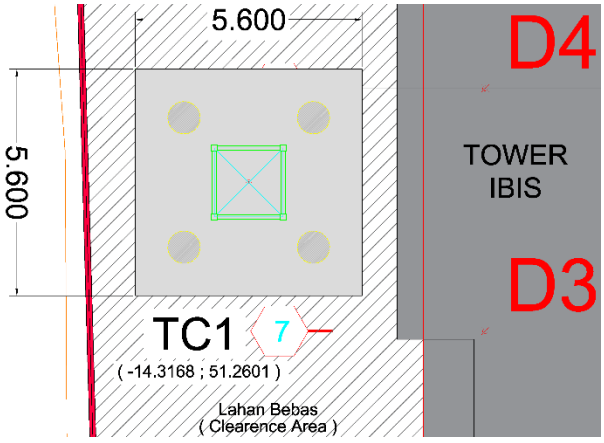
1. Posisi penempatan *tower crane* dapat menjangkau seluruh area bangunan yang akan dikerjakan, dapat dilihat pada gambar 5.31 berikut.



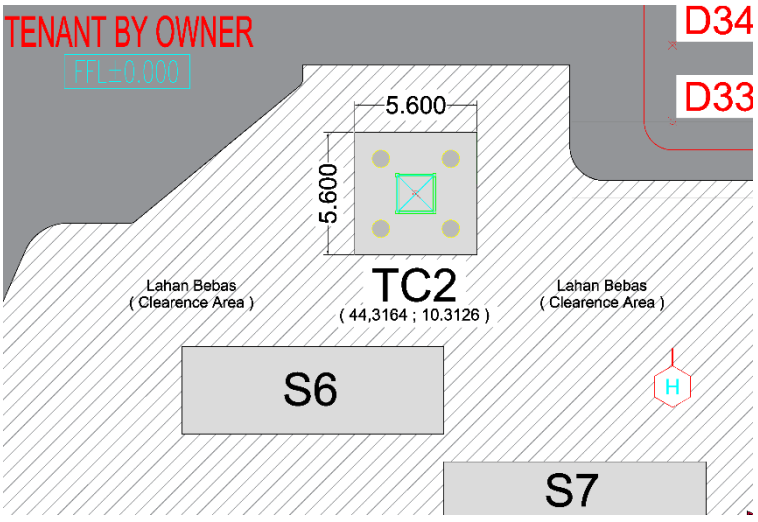
Gambar 5.31 Jangkauan *Tower Crane* pada Skenario 2

Berdasarkan gambar 5.31, Optimasi dilakukan pada titik penempatan *tower crane* 2 dengan koordinat (61,6784; 19,7822) serta radius *tower crane* 2 diperkecil menjadi 60 meter. Dengan penempatan tersebut, seluruh area bangunan yang akan dikerjakan (titik *demand*) dapat terjangkau oleh *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 sehingga tidak diperlukan penambahan titik *supply* lanjutan seperti pada skenario 1.

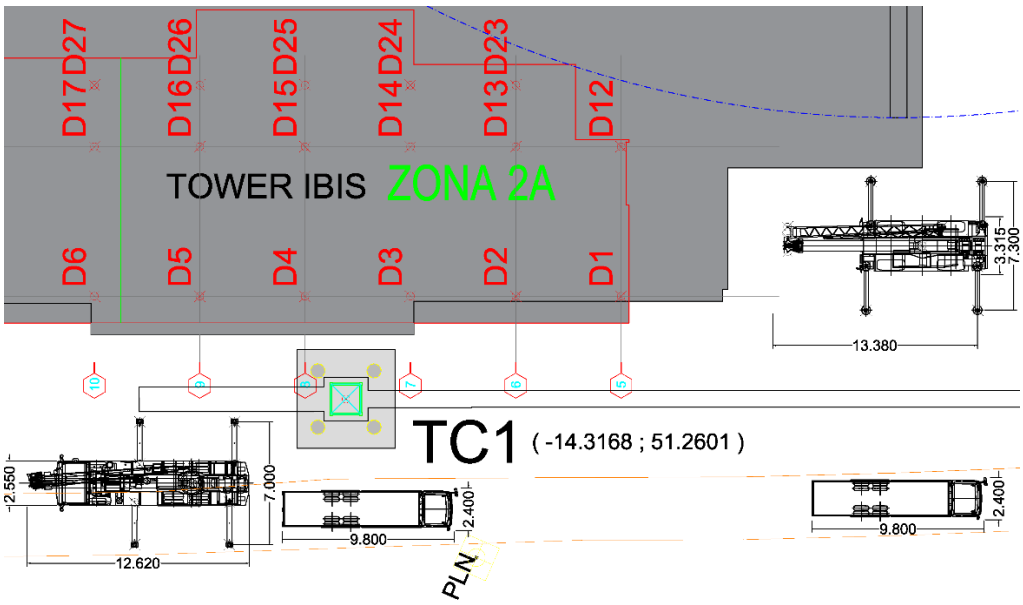
2. Lokasi penempatan *tower crane* terdapat lahan bebas (*clearence area*) dengan luas minimal 10 m^2 dan memiliki jalur yang cukup untuk kepentingan pemasangan dan pembongkaran *tower crane*, dapat dilihat pada gambar 5.32 sampai 5.35 berikut.



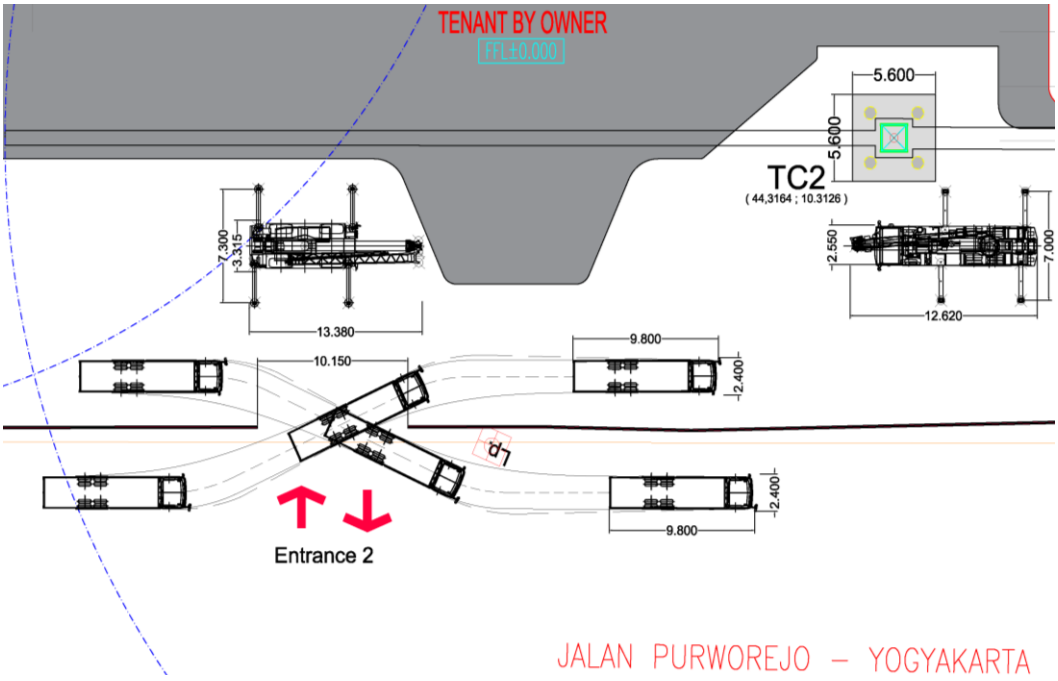
Gambar 5.32 *Clearence Area Tower Crane* 1



Gambar 5.33 *Clearence Area Tower Crane* 2



Gambar 5.34 Akses Alat Berat untuk Pembongkaran *Tower Crane* 1

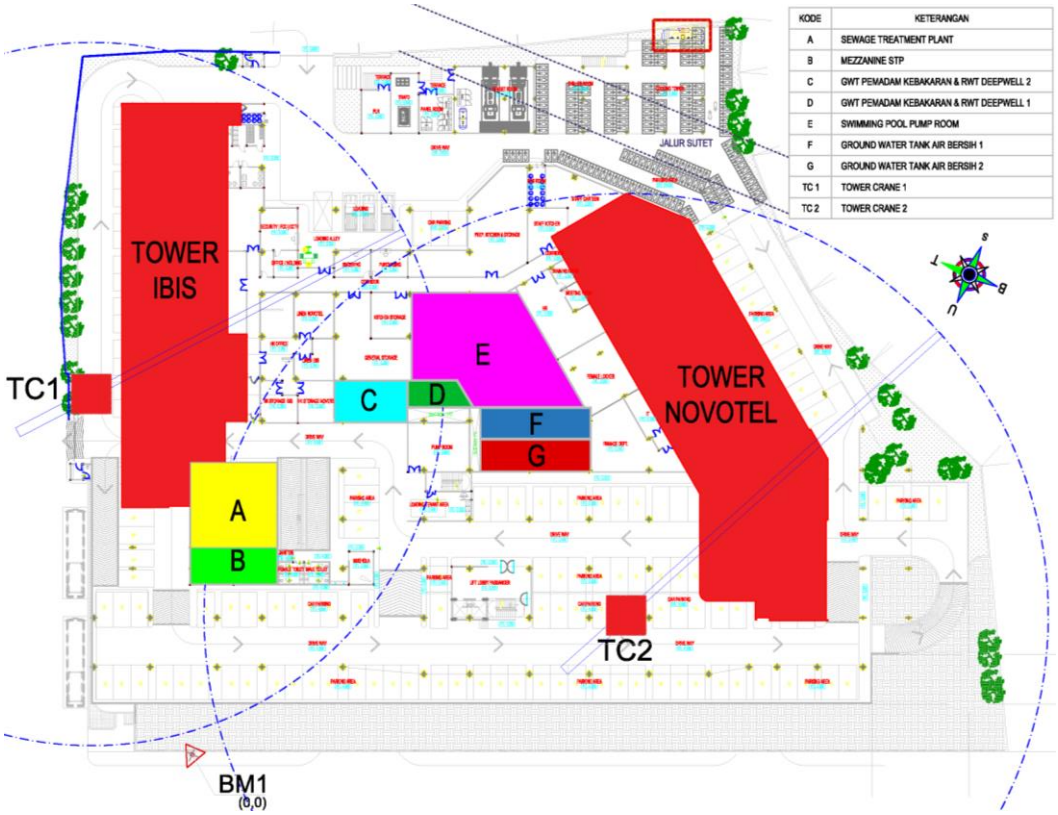


Gambar 5.35 Akses Alat Berat untuk Pembongkaran *Tower Crane* 2

Berdasarkan gambar 5.32 dan gambar 5.33, Penempatan *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 berada pada lahan bebas dengan luas lebih dari 10 m^2 serta pada gambar 5.34 dan 5.35 lokasi penampatan *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 memiliki akses untuk kepentingan pemasangan dan pembongkaran dengan menggunakan kendaraan *mobile crane* dan akses untuk truk pengangkut *tower*

crane. Pada saat pembongkaran *tower crane* pagar sementara dan titik *supply* dapat dihilangkan.

3. *Tower crane* tidak didirikan pada bagian atas fasilitas lain seperti tandon atau *septic tank*, dapat dilihat pada gambar 5.36 berikut.



Gambar 5.36 Bangunan dan Fasilitas di Sekitar *Tower Crane*

Berdasarkan gambar 5.36, Penempatan *tower crane* 1 dan *tower crane* 2 tidak didirikan di atas bangunan serta fasilitas lain seperti tandon maupun *septic tank*.

5.4.2 Proses Iterasi

Proses iterasi dilakukan untuk menghitung nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) dengan cara yang sama seperti skenario 1 dengan menggunakan Microsoft Office Excel. Dengan dilakukan optimasi pada titik penempatan *tower crane* 2 dapat memperkecil nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ), serta titik *supply* D65 dapat dijangkau oleh *tower crane* 2 sehingga tidak perlu dilakukan

penambahan titik *supply* lanjutan. Dengan perhitungan dan data yang sama seperti pada skenario 1 dengan koordinat *tower crane* 2 yang berbeda, dapat di ketahui *feasible area*, matriks aksesibilitas, konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ).

5.4.3 Hasil Iterasi

Setelah dilakukan iterasi, didapatkan nilai konflik indeks (NC) sebesar 0 persilangan dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) sebesar 2,8541 jam. Perhitungan skenario 2 yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 23.

5.4.4 Perhitungan Biaya Operasional *Tower Crane*

Perhitungan total kebutuhan biaya untuk operasional *tower crane* pada skenario 2 dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Biaya Operasional *Tower Crane* pada Skenario 2

No.	Item Pekerjaan	Harga (Rp)
1	Persewaan *Tower Crane*	Rp. 1.080.000.000,00
2	Instalasi dan Operational *Tower Crane*	Rp. 493.135.000,00
3	Alat Bantu Erection dan Dismantling	Rp. 297.142.856,90
4	Mobilisasi dan Demobilisaai	Rp. 391.000.000,00
5	Biaya Listrik	Rp. 131.417.966,46
6	Lain-Lain	Rp. 314.026.938,78
Total		**Rp. 2.706.722.762,14**

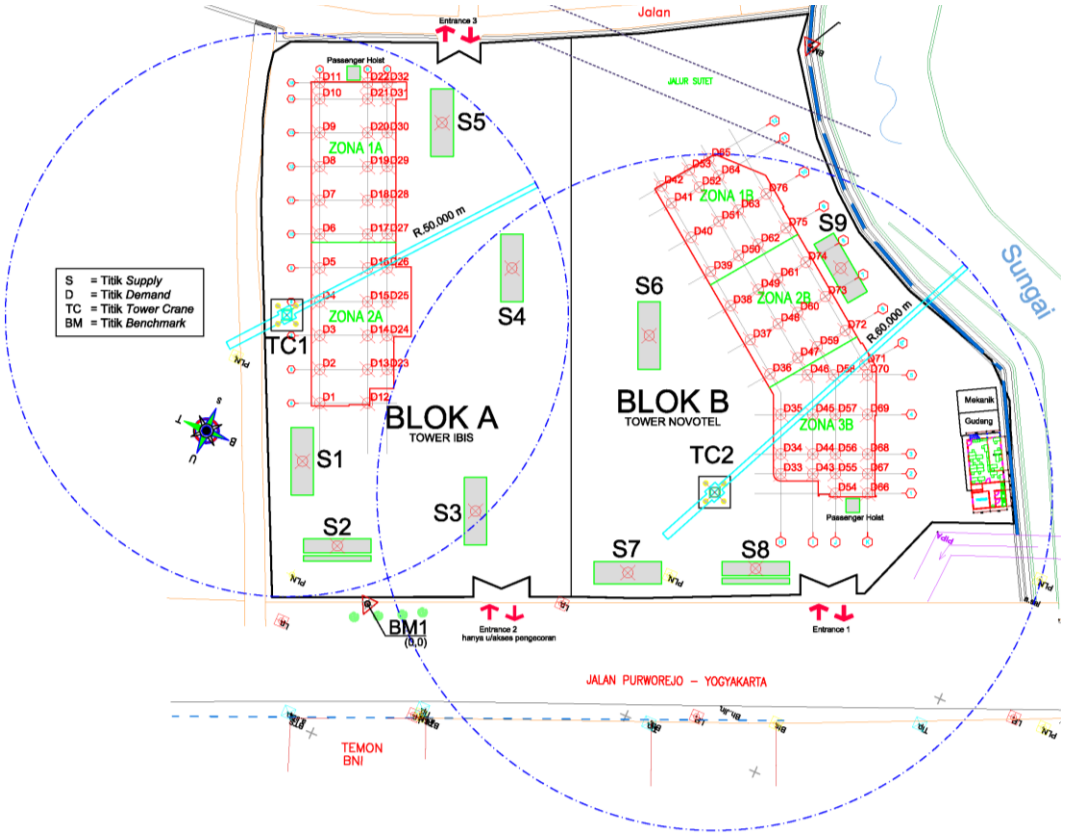
Untuk total biaya operasional *tower crane* skenario 2 yang lebih detai dapat dilihat pada lampiran 26.

5.5 Skenario 3

Pada skenario 3, titik penempatan dan radius *tower crane* telah dioptimasi sesuai dengan skenario 2 serta titik *supply* akan dimodifikasi penempatan dan jumlahnya.

5.5.1 Proses Iterasi

Proses iterasi dilakukan untuk menghitung nilai konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) dengan cara yang sama seperti skenario 1 dan 2 dengan menggunakan Microsoft Office Excel. Pada skenario 3 ini, lokasi penempatan *tower crane* diletakkan pada koordinat (-14,3168; 51,2601) untuk *tower crane* 1 dan (61,6784; 19,7822) untuk *tower crane* 2 sesuai dengan lokasi penempatan *tower crane* pada skenario 2. Penempatan titik *supply* juga dimodifikasi serta dilakukan penambahan titik supply menjadi 9 titik. Denah modifikasi pada skenario 3 dapat dilihat pada gambar 5.37 berikut.



Gambar 5.37 Denah Modifikasi Titik *Supply* pada Skenario 3

Berdasarkan gambar 5.37, lokasi penempatan *tower crane* 2 telah dioptimasi. Perubahan juga dilakukan pada titik *supply* dengan memodifikasi lokasi dan jumlahnya menjadi 9 titik yaitu titik *supply* S1 dan S9 sebagai tempat penyimpanan dan fabrikasi bekisting, titik *supply* S2 dan S8 sebagai tempat penyimpanan dan fabrikasi besi, titik *supply* S3 sebagai titik *supply* pengecoran, titik *supply* S4 dan

S6 sebagai tempat penyimpanan *scaffolding*, serta titik *supply* S5 dan S7 sebagai tempat penyimpanan bata. Dengan perhitungan dan data yang sama seperti pada skenario 1 dan 2 dengan titik lokasi *tower crane* dan titik *supply* yang berbeda, dapat di ketahui *feasible area*, matrik aksesibilitas, konflik indeks (NC) dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ).

5.5.2 Hasil Iterasi

Setelah dilakukan iterasi, didapatkan nilai konflik indeks (NC) sebesar 0 persilangan dan keseimbangan beban kerja antar *tower crane* (σ) sebesar 6,8029 jam. Perhitungan skenario 3 yang lebih detail dapat dilihat pada lampiran 24.

5.5.3 Perhitungan Biaya Operasional *Tower Crane*

Perhitungan total kebutuhan biaya untuk operasional *tower crane* pada skenario 3 dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Biaya Operasional *Tower Crane* pada Skenario 3

No.	Item Pekerjaan	Harga (Rp)
1	Persewaan *Tower Crane*	Rp. 1.080.000.000,00
2	Instalasi dan Operational *Tower Crane*	Rp. 493.135.000,00
3	Alat Bantu Erection dan Dismantling	Rp. 297.142.856,90
4	Mobilisasi dan Demobilisaai	Rp. 391.000.000,00
5	Biaya Listrik	Rp. 148.407.311,26
6	Lain-Lain	Rp. 314.026.938,78
Total		**Rp. 2.723.712.106,94**

Untuk total biaya operasional *tower crane* skenario 3 yang lebih detai dapat dilihat pada lampiran 27.

5.6 Pembahasan

Dari Hasil perhitungan konflik indeks (NC), keseimbangan beban kerja (σ), dan biaya operasional *tower crane*, didapatkan perbandingan antara ketiga skenario sebagai berikut.

1. Skenario 1

   Pada Skenario 1, titik penempatan *tower crane* dan titik *supply* merupakan kondisi asli di lapangan. *Tower crane* 1 dengan panjang *jib* 50 m terletak pada blok A dengan koordinat (-14,3168; 51,2601), sedangkan *tower crane* 2 dengan panjang *jib* 70 m terletak pada blok B dengan koordinat (44,3164; 10,3126), jumlah titik *supply* pada sebanyak 8 titik (dapat dilihat pada gambar 5.19). Didapatkan nilai konflik indeks (NC) sebesar 4604 persilangan, keseimbangan beban kerja (σ) sebesar 12,3809 jam, dan biaya operasional *tower crane* sebesar Rp. 2.784.482.388,38 .

2. Skenario 2

   Pada Skenario 2, titik penempatan dan radius *tower crane* telah dioptimasi, sedangkan titik *supply* merupakan kondisi asli di lapangan. *Tower crane* 1 dengan panjang *jib* 50 m terletak pada blok A dengan koordinat (-14,3168; 51,2601), sedangkan *tower crane* 2 dengan panjang *jib* 60 m terletak pada blok B dengan koordinat (61,6784; 19,7822), jumlah titik *supply* pada sebanyak 8 titik (dapat dilihat pada gambar 5.31). Didapatkan nilai konflik indeks (NC) sebesar 0 persilangan, keseimbangan beban kerja (σ) sebesar 2,8541 jam, dan biaya operasional *tower crane* sebesar Rp. 2.706.722.762,14.

3. Skenario 3

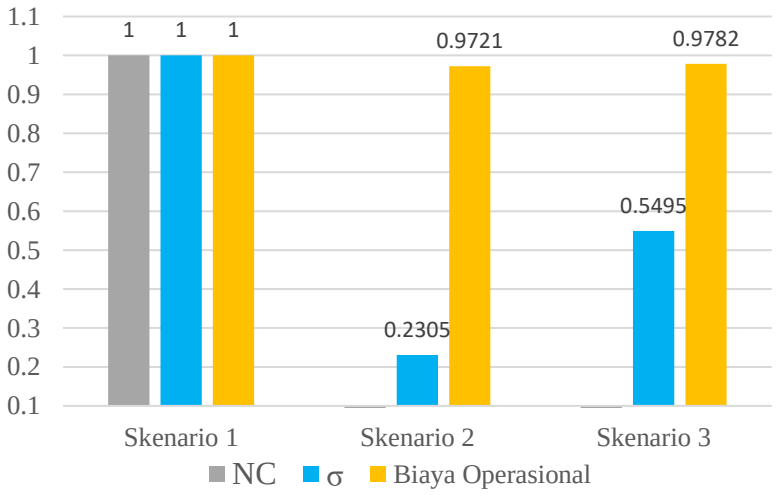
   Pada Skenario 3, titik penempatan *tower crane*, radius *tower crane*, dan titik *supply* telah dioptimasi. *Tower crane* 1 dengan panjang *jib* 50 m terletak pada blok A dengan koordinat (-14,3168; 51,2601), sedangkan *tower crane* 2 dengan panjang *jib* 60 m terletak pada blok B dengan koordinat (61,6784; 19,7822), jumlah titik *supply* pada sebanyak 9 titik (dapat dilihat pada gambar 5.32). didapatkan nilai konflik indeks (NC) sebesar 0 persilangan, keseimbangan beban kerja (σ) sebesar 6,8029 jam, dan biaya operasional *tower crane* sebesar Rp. 2.723.712.106,94.

Perbandingan antara hasil perhitungan dari ketiga skenario di atas dapat disajikan pada tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.14 Perbandingan Antar Skenario

Skenario	Jumlah Titik *Supply*	*Tower Crane*	Radius (m)	Koordinat		NC	σ (jam)	Biaya Operasional
				x	y			
1	8	TC 1	50	-14,3168	51,2601	4604	12,3809	Rp. 2.784.482.388,38
		TC 2	70	44,3164	10,3126			
2	8	TC 1	50	-14,3168	51,2601	0	2,8541	Rp. 2.706.722.762,14
		TC 2	60	61,6784	19,7822			
3	9	TC 1	50	-14,3168	51,2601	0	6,8029	Rp. 2.723.712.106,94
		TC 2	60	61,6784	19,7822			

Berdasarkan hasil dari ketiga skenario tersebut, skenario 2 memiliki nilai konflik indeks (NC), keseimbangan beban kerja (σ), dan biaya operasional yang paling rendah dibandingkan dengan skenario 1 dan 3, hal ini terjadi karena optimasi letak dan radius *tower crane* telah dioptimasi. Nilai konflik indeks (NC) pada skenario 2 dan 3 memiliki nilai 0 yang menandakan bahwa pada skenario tersebut tidak terjadi konflik antar siklus perjalanan *tower crane* 1 dengan *tower crane* 2 dikarenakan letaknya yang semakin berjauhan dan radius *tower crane* yang semakin kecil dibandingkan dengan *tower crane* eksisting. Nilai konflik indeks (NC), keseimbangan beban kerja (σ), dan biaya operasional pada skenario 3 lebih besar dibandingkan skenario 2 dikarenakan penambahan titik supply menjadi 9 titik dan modifikasi penempatannya. Rasio perbandingan antar skenario dapat dilihat pada gambar 5.38 berikut.



Gambar 5.38 Histogram Rasio Perbandingan Antar Skenario

Pada penelitian ini, titik penempatan *tower crane* yang optimal ditinjau berdasarkan 3 aspek yaitu nilai konflik indeks (NC), keseimbangan beban kerja (σ), dan biaya operasional *tower crane*. Pada skenario 2 dan 3, terdapat nilai konflik indeks (NC) yang sama yaitu 0. Maka, dilakukan peninjauan kembali nilai keseimbangan beban kerja (σ) dan biaya operasionalnya sehingga didapat skenario 2 yang memiliki nilai keseimbangan beban kerja (σ) dan biaya operasional yang paling rendah.

BAB IV
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian dan pembahasan penempatan *tower crane* proyek pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa lokasi penempatan *tower crane* pada Skenario 2 merupakan lokasi penempatan yang paling optimal dengan titik penempatan *tower crane* pada koordinat (-14,3168; 51,2601) untuk *tower crane* 1, dan (61,6784; 19,7822) untuk *tower crane* 2. Radius masing-masing *tower crane* yaitu 50 meter untuk *tower crane* 1 dan 60 meter untuk *tower crane* 2. Dengan optimasi penempatan *tower crane* pada skenario 2 didapatkan nilai konflik indeks (NC) sebesar 0 persilangan dan keseimbangan beban kerja (σ) sebesar 2,8541 jam serta biaya operasional sebesar Rp. 2.706.722.762,14.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan agar dapat menyempurnakan studi penempatan *tower crane* pada proyek pembangunan Novotel dan Ibis Hotel Kulon Progo yaitu melakukan analisis lebih lanjut mengenai jenis *tower crane* yang optimal karena pada penelitian tugas akhir ini hanya menganalisis penempatan dan biaya operasional *tower crane* saja.

DAFTAR PUSTAKA

Abdel-Khalek, H., Shawki, K., Adel, M. (2013). *A Computer-based Model for Optimizing the Location of Single Tower crane in Construction Sites*. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology, Vol. 2, Issue 2, March 2013.

Abusama, M. Rahman (2018). *Efektivitas Tata Letak Tower Crane pada Proyek Pembangunan Holland Park Condotel Batu Malang Terhadap Waktu dan Biaya (Studi Perencanaan)*. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Malang.

Chudley, R. 2004. *Construction Technology volume 4*. Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd., Singapore.

Hosseini, M., Beiranvand, P., Dadgar, M. R., Olfati, A. (2017). *A Mathematical Model for Optimal Tower crane Layout Planning*. Decision Science Letters, Growing Science Ltd.

Kusumanto. (2016). *Optimasi Lokasi untuk Penempatan Group Tower Crane pada Proyek Ciputra World 2 Office Tower Jakarta*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh November.

Rostiyanti, S. 2002. *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*, Rineka Cipta, Jakarta.

Sebt, M. H, Karan , E. P, Delavar. M. R. 2008. *Potential Application of GIS to Layout of Construction Temporary Facilities*. International Journal of Civil Engineering, Vol. 6, No. 4, December 2008.

Tam and Arthur W. T. Leung. 2008. *Genetic Algorithm Modeling Aided with 3D Visualization in Optimizing Construction Site Facility LayoutInternational*. Department of Building & Construction and Division of Building Science and Technology, City University of Hong Kong.

Wilopo, D. 2009. *Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat*. UI Press, Jakarta.

Yudha, B. A. B. 2016. *Evaluasi Penempatan Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Jember Icon*. Tugas Akhir, Universitas Jember.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Koordinat Titik *Supply* Skenario 1

Titik *Supply*	Koordinat			Keterangan
	x	y	z	
S1	-11,5578	25,2951	0	Stock & Fabrikasi Bekisting
S2	-5,3431	10,2865	0	Stock & Fabrikasi Besi
S3	19,2022	16,4362	0	Titik Supply Pengecoran
S4	25,6761	59,5865	0	Stock Scaffolding
S5	13,2476	85,3697	0	Stock Bata & Pasir
S6	56,9612	10,7865	0	Stock Bata & Pasir
S7	68,9612	6,2705	0	Stock & Fabrikasi Besi
S8	84,0655	59,5753	0	Stock & Fabrikasi Bekisting

Lampiran 2 Koordinat Titik *Supply* Skenario 2

Titik *Supply*	Koordinat			Keterangan
	x	y	z	
S1	-11,5578	25,2951	0	Stock & Fabrikasi Bekisting
S2	-5,3431	10,2865	0	Stock & Fabrikasi Besi
S3	19,2022	16,4362	0	Titik Supply Pengecoran
S4	25,6761	59,5865	0	Stock Scaffolding
S5	13,2476	85,3697	0	Stock Bata & Pasir
S6	56,9612	10,7865	0	Stock Bata & Pasir
S7	68,9612	6,2705	0	Stock & Fabrikasi Besi
S8	84,0655	59,5753	0	Stock & Fabrikasi Bekisting

Lampiran 3 Koordinat Titik *Supply* Skenario 3

Titik *Supply*	Koordinat			Keterangan
	x	y	z	
S1	-11,5578	25,2951	0	Stock & Fabrikasi Bekisting
S2	-5,3431	10,2865	0	Stock & Fabrikasi Besi
S3	19,2022	16,4362	0	Titik Supply Pengecoran
S4	25,6761	59,5865	0	Stock Scaffolding
S5	13,2476	85,3697	0	Stock Bata & Pasir
S6	50,0270	47,6033	0	Stock Scaffolding
S7	46,2503	5,5205	0	Stock Bata & Pasir
S8	68,9612	6,2705	0	Stock & Fabrikasi Besi
S9	84,0655	59,5753	0	Stock & Fabrikasi Bekisting

Lampiran 4 Koordinat Titik *Demand*

Titik *Demand*	Koordinat			Blok
	x	y	z	
D1	-8,4735	35,5865	13,4	BLOK A
D2	-8,4735	41,5865	13,4	
D3	-8,4735	47,5865	13,4	
D4	-8,4735	53,5865	13,4	
D5	-8,4735	59,5865	13,4	
D6	-8,4735	65,5865	13,4	
D7	-8,4735	71,5865	13,4	
D8	-8,4735	77,5865	13,4	
D9	-8,4735	83,5865	13,4	
D10	-8,4735	89,5865	13,4	
D11	-8,4735	92,4365	13,4	
D12	0,0265	35,5865	13,4	
D13	0,0265	41,5865	13,4	
D14	0,0265	47,5865	13,4	
D15	0,0265	53,5865	13,4	
D16	0,0265	59,5865	13,4	
D17	0,0265	65,5865	13,4	
D18	0,0265	71,5865	13,4	
D19	0,0265	77,5865	13,4	
D20	0,0265	83,5865	13,4	
D21	0,0265	89,5865	13,4	
D22	0,0265	92,4365	13,4	
D23	3,5265	41,5865	13,4	
D24	3,5265	47,5865	13,4	
D25	3,5265	53,5865	13,4	
D26	3,5265	59,5865	13,4	
D27	3,5265	65,5865	13,4	
D28	3,5265	71,5865	13,4	
D29	3,5265	77,5865	13,4	
D30	3,5265	83,5865	13,4	
D31	3,5265	89,5865	13,4	
D32	3,5265	92,4365	13,4	

Lanjutan Lampiran 4 Koordinat Titik *Demand*

Titik *Demand*	Koordinat			Blok
	x	y	z	
D33	73,4262	23,0865	13,4	BLOK B
D34	73,4262	26,5865	13,4	
D35	73,4262	33,5865	13,4	
D36	71,5021	40,767	13,4	
D37	68,0021	46,8292	13,4	
D38	64,5021	52,8914	13,4	
D39	61,0021	58,9535	13,4	
D40	57,5021	65,0157	13,4	
D41	54,0021	71,0779	13,4	
D42	52,2521	74,109	13,4	
D43	79,1262	23,0865	13,4	
D44	79,1262	26,5865	13,4	
D45	79,1262	33,5865	13,4	
D46	78,1881	40,5865	13,4	
D47	76,4384	43,617	13,4	
D48	72,9384	49,6792	13,4	
D49	69,4384	55,7414	13,4	
D50	65,9384	61,8035	13,4	
D51	62,4384	67,8657	13,4	
D52	58,9384	73,9279	13,4	
D53	57,1884	76,959	13,4	
D54	83,1262	19,5865	13,4	
D55	83,1262	23,0865	13,4	
D56	83,1262	26,5865	13,4	
D57	83,1262	33,5865	13,4	
D58	82,8069	40,5865	13,4	
D59	79,9025	45,617	13,4	
D60	76,4025	51,6792	13,4	
D61	72,9025	57,7414	13,4	
D62	69,4025	63,8035	13,4	
D63	65,9025	69,8657	13,4	
D64	62,4025	75,9279	13,4	

Lanjutan Lampiran 4 Koordinat Titik *Demand*

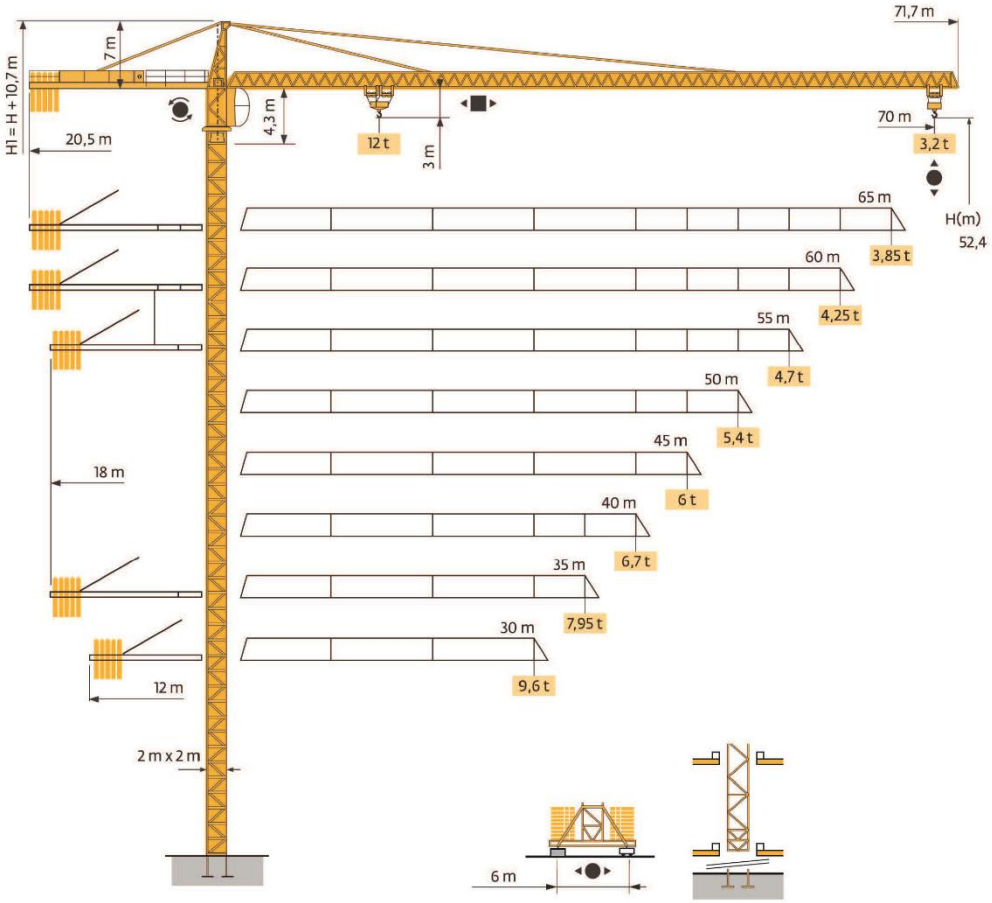
Titik *Demand*	Koordinat			Blok
	x	y	z	
D65	60,6525	78,959	13,4	BLOK B
D66	88,8262	19,5865	13,4	
D67	88,8262	23,0865	13,4	
D68	88,8262	26,5865	13,4	
D69	88,8262	33,5865	13,4	
D70	88,8262	40,5865	13,4	
D71	88,3389	42,4048	13,4	
D72	84,8389	48,467	13,4	
D73	81,3389	54,5292	13,4	
D74	77,8389	60,5914	13,4	
D75	74,3389	66,6535	13,4	
D76	70,8389	72,7157	13,4	

Lampiran 5 Brosur *Tower Crane* SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12

沈陽寶泉 SHEN YANG BAO QUAN

TOWER CRANE

塔头式塔式起重机 Topkit Tower Crane GHT7032-12



Lanjutan Lampiran 5 Brosur Tower Crane SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12

沈陽寶泉 SHEN YANG BAO QUAN

TOWER CRANE

塔头式塔式起重机 Topkit Tower Crane GHT7032-12

机构性能 Mechanisms

机构特性 Mechanisms specification											kW
起升 Hoisting		70RCS30	m/min	0-40		0-80		0-20	0-40	523m	51
			t	6		3		12	6		
		55JLF30	m/min	44 – 56 – 80 – 116				22 – 28 – 40 – 58		570m	55
			t	6	4,5	3	1,5	12	9	6	3
变幅 Trolleying	◄■►	120JXL	m/min	0 - 63							5,5
回转 Slewing		RCV145 (JH18T)	r/min	0 - 0,7							5,5 x 2
行走 Travelling		RT544 A12V R≅13m	m/min	13,5 - 27							5,2 x 4
电源 Power Supply				400V(±10%) 50Hz							
KVA 供电容量 Necessary Electric Power				70RCS: 110kVA / 75LVF: 100kVA							

沈阳宝泉商贸有限公司
地址：辽宁省沈阳市大东区东北大马路264号，509-511室
电话：0086-24-26210512
传真：0086-415-3165597
邮箱：bqswgs@163.com
网址：http://www.bq-sy.com

SHENYANG BAOQUAN BUSINESS CO., LTD
ADD: ROOM NO.509-511，NO.264 DONGBEI DAMALU ROAD, DADONG DISTRICT, SHENYANG CHINA
Tel: 0086-24-26210512
Fax: 0086-415-3165597
E-mail: bqswgs@163.com
Url: http://www.bq-sy.com

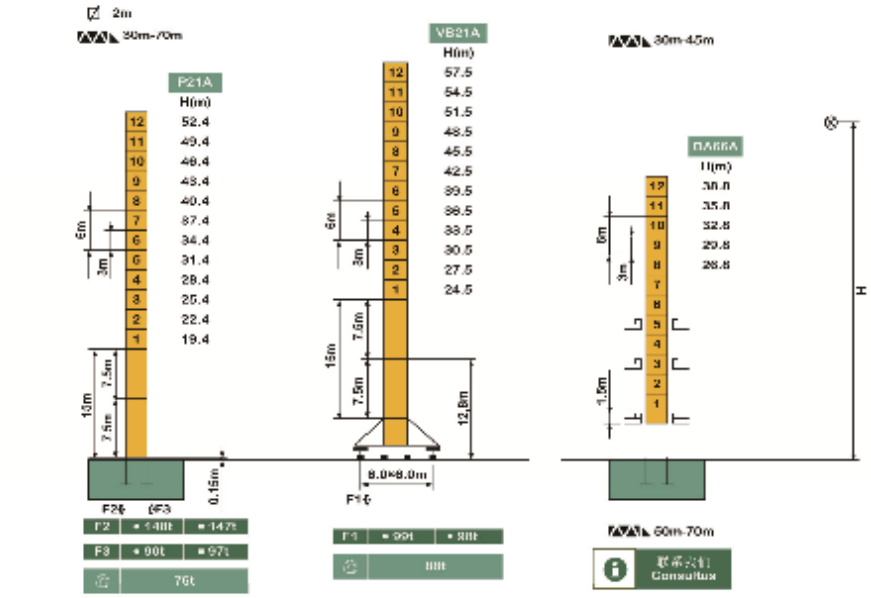
Lanjutan Lampiran 5 Brosur Tower Crane SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12

BQ 沈陽寶泉 SHEN YANG BAO QUAN

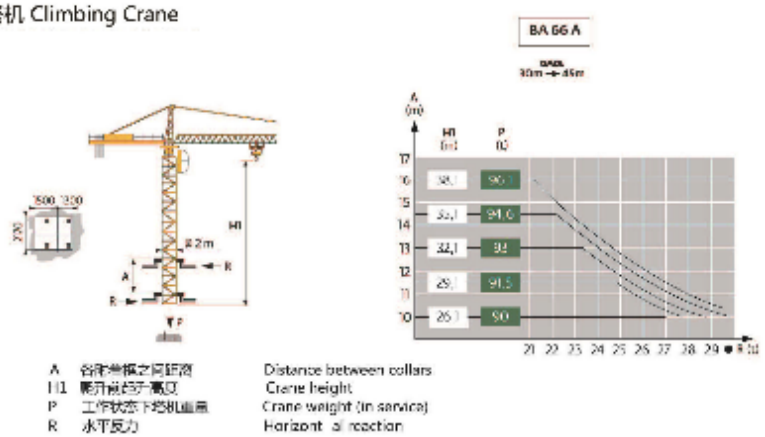
TOWER CRANE

塔头式塔式起重机 Topkit Tower Crane GHT7032-12

塔身截面 Mast



内爬塔机 Climbing Crane



A 各塔节标准之间距离 Distance between collars
H1 臂升起时高度 Crane height
P 工作状态下塔机重量 Crane weight (in service)
R 水平反力 Horizont al reaction

Lanjutan Lampiran 5 Brosur Tower Crane SHENYANG BAOQUAN GHT7032-12

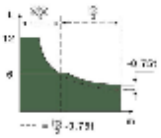
BQ 沈陽寶泉 SHEN YANG BAO QUAN

TOWER CRANE

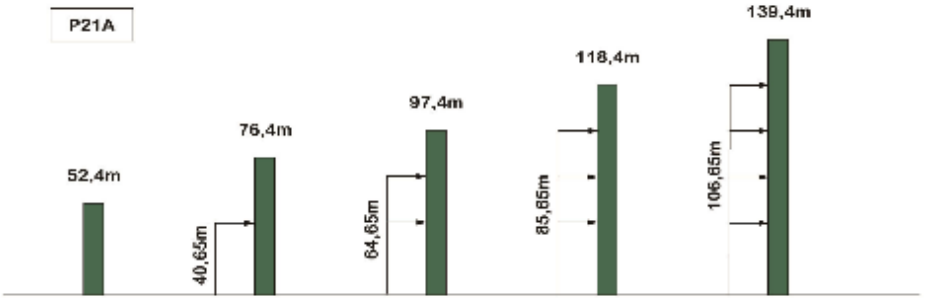
塔头式塔式起重机 Topkit Tower Crane GHT7032-12

载荷特性 Load Diagrams

70m	3,0	21,4	22	25	27	30	32	35	37	37,4	41,9	45	47	50	52	55	57	60	62	65	67	70	m
		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,50	5,20	4,90	4,60	4,30	4,20	3,90	3,70	3,50	3,40	3,20	t
		12,00	11,80	10,00	9,10	8,00	7,30	6,50	6,10	6,00	6,00	5,50	5,20	4,90	4,60	4,30	4,20	3,90	3,70	3,50	3,40	3,20	t
65m	3,0	22,8	25	27	30	32	35	37	39	40,4	44,7	47	50	52	55	57	60	62	65	m				
		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,70	5,30	5,00	4,70	4,50	4,20	4,10	3,85	t				
		12,00	10,80	9,80	8,70	8,00	7,20	6,70	6,30	6,00	6,00	5,70	5,30	5,00	4,70	4,50	4,20	4,10	3,85	t				
60m	3,0	22,8	25	27	30	32	35	37	39	40,4	44,7	47	50	52	55	57	60	m						
		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,70	5,30	5,00	4,70	4,50	4,25	t						
		12,00	10,80	9,80	8,70	8,00	7,20	6,70	6,30	6,00	6,00	5,70	5,30	5,00	4,70	4,50	4,25	t						
55m	3,0	22,8	25	27	30	32	35	37	39	40,4	44,7	47	50	52	55	m								
		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,70	5,30	5,00	4,70	t								
		12,00	10,80	9,80	8,70	8,00	7,20	6,70	6,30	6,00	6,00	5,70	5,30	5,00	4,70	t								
50m	3,0	23,3	25	27	30	32	35	37	40	41,2	45,7	47	50	m										
		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,80	5,40	t										
		12,00	11,10	10,10	8,90	8,20	7,40	6,90	6,20	6,00	6,00	5,80	5,40	t										
45m	3,0	23,8	25	27	30	32	35	37	40	42	45	m												
		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	t												
		12,00	11,30	10,30	9,10	8,40	7,60	7,10	6,40	6,00	6,00	t												
40m	3,0	24,7	25	27	30	32	35	37	40	m														
		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	t														
		12,00	11,00	10,00	9,50	8,80	7,90	7,40	6,70	t														
35m	3,0	24,8	25	27	30	32	35	m																
		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	t																
		12,00	11,30	10,80	9,60	8,80	7,95	t																
30m	3,0	24,0	25	27	30	m																		
		6,00	6,00	6,00	6,00	t																		
		12,00	11,90	10,80	9,80	t																		



附着 Anchorages



沈阳宝泉商贸有限公司 SHEN YANG BAO QUAN BUSINESS CO., LTD

Lampiran 6 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 1

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
1	S1	D1	1	37	S2	D5	1
2	S1	D2	1	38	S2	D6	1
3	S1	D3	1	39	S2	D7	1
4	S1	D4	1	40	S2	D8	1
5	S1	D5	1	41	S2	D9	1
6	S1	D6	1	42	S2	D10	1
7	S1	D7	1	43	S2	D11	1
8	S1	D8	1	44	S2	D12	1
9	S1	D9	1	45	S2	D13	1
10	S1	D10	1	46	S2	D14	1
11	S1	D11	1	47	S2	D15	1
12	S1	D12	1	48	S2	D16	1
13	S1	D13	1	49	S2	D17	1
14	S1	D14	1	50	S2	D18	1
15	S1	D15	1	51	S2	D19	1
16	S1	D16	1	52	S2	D20	1
17	S1	D17	1	53	S2	D21	1
18	S1	D18	1	54	S2	D22	1
19	S1	D19	1	55	S2	D23	1
20	S1	D20	1	56	S2	D24	1
21	S1	D21	1	57	S2	D25	1
22	S1	D22	1	58	S2	D26	1
23	S1	D23	1	59	S2	D27	1
24	S1	D24	1	60	S2	D28	1
25	S1	D25	1	61	S2	D29	1
26	S1	D26	1	62	S2	D30	1
27	S1	D27	1	63	S2	D31	1
28	S1	D28	1	64	S2	D32	1
29	S1	D29	1	65	S3	D1	1
30	S1	D30	1	66	S3	D2	1
31	S1	D31	1	67	S3	D3	1
32	S1	D32	1	68	S3	D4	1
33	S2	D1	1	69	S3	D5	1
34	S2	D2	1	70	S3	D6	1
35	S2	D3	1	71	S3	D7	1
36	S2	D4	1	72	S3	D8	1

Lanjutan Lampiran 6 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 1

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
73	S3	D9	1	109	S3	D45	1
74	S3	D10	1	110	S3	D46	1
75	S3	D11	1	111	S3	D47	1
76	S3	D12	1	112	S3	D48	1
77	S3	D13	1	113	S3	D49	1
78	S3	D14	1	114	S3	D50	1
79	S3	D15	1	115	S3	D51	1
80	S3	D16	1	116	S3	D52	1
81	S3	D17	1	117	S3	D53	1
82	S3	D18	1	118	S3	D54	1
83	S3	D19	1	119	S3	D55	1
84	S3	D20	1	120	S3	D56	1
85	S3	D21	1	121	S3	D57	1
86	S3	D22	1	122	S3	D58	1
87	S3	D23	1	123	S3	D59	1
88	S3	D24	1	124	S3	D60	1
89	S3	D25	1	125	S3	D61	1
90	S3	D26	1	126	S3	D62	1
91	S3	D27	1	127	S3	D63	1
92	S3	D28	1	128	S3	D64	1
93	S3	D29	1	129	S3	D65	1
94	S3	D30	1	130	S3	D66	1
95	S3	D31	1	131	S3	D67	1
96	S3	D32	1	132	S3	D68	1
97	S3	D33	1	133	S3	D69	1
98	S3	D34	1	134	S3	D70	1
99	S3	D35	1	135	S3	D71	1
100	S3	D36	1	136	S3	D72	1
101	S3	D37	1	137	S3	D73	1
102	S3	D38	1	138	S3	D74	1
103	S3	D39	1	139	S3	D75	1
104	S3	D40	1	140	S3	D76	1
105	S3	D41	1	141	S4	D1	1
106	S3	D42	1	142	S4	D2	1
107	S3	D43	1	143	S4	D3	1
108	S3	D44	1	144	S4	D4	1

Lanjutan Lampiran 6 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 1

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
145	S4	D5	1	181	S4	D41	1
146	S4	D6	1	182	S4	D42	1
147	S4	D7	1	183	S4	D43	1
148	S4	D8	1	184	S4	D44	1
149	S4	D9	1	185	S4	D45	1
150	S4	D10	1	186	S4	D46	1
151	S4	D11	1	187	S4	D47	1
152	S4	D12	1	188	S4	D48	1
153	S4	D13	1	189	S4	D49	1
154	S4	D14	1	190	S4	D50	1
155	S4	D15	1	191	S4	D51	1
156	S4	D16	1	192	S4	D52	1
157	S4	D17	1	193	S4	D53	1
158	S4	D18	1	194	S4	D54	1
159	S4	D19	1	195	S4	D55	1
160	S4	D20	1	196	S4	D56	1
161	S4	D21	1	197	S4	D57	1
162	S4	D22	1	198	S4	D58	1
163	S4	D23	1	199	S4	D59	1
164	S4	D24	1	200	S4	D60	1
165	S4	D25	1	201	S4	D61	1
166	S4	D26	1	202	S4	D62	1
167	S4	D27	1	203	S4	D63	1
168	S4	D28	1	204	S4	D64	1
169	S4	D29	1	205	S4	D65	1
170	S4	D30	1	206	S4	D66	1
171	S4	D31	1	207	S4	D67	1
172	S4	D32	1	208	S4	D68	1
173	S4	D33	1	209	S4	D69	1
174	S4	D34	1	210	S4	D70	1
175	S4	D35	1	211	S4	D71	1
176	S4	D36	1	212	S4	D72	1
177	S4	D37	1	213	S4	D73	1
178	S4	D38	1	214	S4	D74	1
179	S4	D39	1	215	S4	D75	1
180	S4	D40	1	216	S4	D76	1

Lanjutan Lampiran 6 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 1

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
217	S5	D1	1	253	S6	D37	1
218	S5	D2	1	254	S6	D38	1
219	S5	D3	1	255	S6	D39	1
220	S5	D4	1	256	S6	D40	1
221	S5	D5	1	257	S6	D41	1
222	S5	D6	1	258	S6	D42	1
223	S5	D7	1	259	S6	D43	1
224	S5	D8	1	260	S6	D44	1
225	S5	D9	1	261	S6	D45	1
226	S5	D10	1	262	S6	D46	1
227	S5	D11	1	263	S6	D47	1
228	S5	D12	1	264	S6	D48	1
229	S5	D13	1	265	S6	D49	1
230	S5	D14	1	266	S6	D50	1
231	S5	D15	1	267	S6	D51	1
232	S5	D16	1	268	S6	D52	1
233	S5	D17	1	269	S6	D53	1
234	S5	D18	1	270	S6	D54	1
235	S5	D19	1	271	S6	D55	1
236	S5	D20	1	272	S6	D56	1
237	S5	D21	1	273	S6	D57	1
238	S5	D22	1	274	S6	D58	1
239	S5	D23	1	275	S6	D59	1
240	S5	D24	1	276	S6	D60	1
241	S5	D25	1	277	S6	D61	1
242	S5	D26	1	278	S6	D62	1
243	S5	D27	1	279	S6	D63	1
244	S5	D28	1	280	S6	D64	1
245	S5	D29	1	281	S6	D65	1
246	S5	D30	1	282	S6	D66	1
247	S5	D31	1	283	S6	D67	1
248	S5	D32	1	284	S6	D68	1
249	S6	D33	1	285	S6	D69	1
250	S6	D34	1	286	S6	D70	1
251	S6	D35	1	287	S6	D71	1
252	S6	D36	1	288	S6	D72	1

Lanjutan Lampiran 6 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 1

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
289	S6	D73	1	325	S7	D65	1
290	S6	D74	1	326	S7	D66	1
291	S6	D75	1	327	S7	D67	1
292	S6	D76	1	328	S7	D68	1
293	S7	D33	1	329	S7	D69	1
294	S7	D34	1	330	S7	D70	1
295	S7	D35	1	331	S7	D71	1
296	S7	D36	1	332	S7	D72	1
297	S7	D37	1	333	S7	D73	1
298	S7	D38	1	334	S7	D74	1
299	S7	D39	1	335	S7	D75	1
300	S7	D40	1	336	S7	D76	1
301	S7	D41	1	337	S8	D33	1
302	S7	D42	1	338	S8	D34	1
303	S7	D43	1	339	S8	D35	1
304	S7	D44	1	340	S8	D36	1
305	S7	D45	1	341	S8	D37	1
306	S7	D46	1	342	S8	D38	1
307	S7	D47	1	343	S8	D39	1
308	S7	D48	1	344	S8	D40	1
309	S7	D49	1	345	S8	D41	1
310	S7	D50	1	346	S8	D42	1
311	S7	D51	1	347	S8	D43	1
312	S7	D52	1	348	S8	D44	1
313	S7	D53	1	349	S8	D45	1
314	S7	D54	1	350	S8	D46	1
315	S7	D55	1	351	S8	D47	1
316	S7	D56	1	352	S8	D48	1
317	S7	D57	1	353	S8	D49	1
318	S7	D58	1	354	S8	D50	1
319	S7	D59	1	355	S8	D51	1
320	S7	D60	1	356	S8	D52	1
321	S7	D61	1	357	S8	D53	1
322	S7	D62	1	358	S8	D54	1
323	S7	D63	1	359	S8	D55	1
324	S7	D64	1	360	S8	D56	1

Lanjutan Lampiran 6 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 1

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
361	S8	D57	1
362	S8	D58	1
363	S8	D59	1
364	S8	D60	1
365	S8	D61	1
366	S8	D62	1
367	S8	D63	1
368	S8	D64	1
369	S8	D65	1
370	S8	D66	1
371	S8	D67	1
372	S8	D68	1
373	S8	D69	1
374	S8	D70	1
375	S8	D71	1
376	S8	D72	1
377	S8	D73	1
378	S8	D74	1
379	S8	D75	1
380	S8	D76	1

Lampiran 7 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 2

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
1	S1	D1	1	37	S2	D5	1
2	S1	D2	1	38	S2	D6	1
3	S1	D3	1	39	S2	D7	1
4	S1	D4	1	40	S2	D8	1
5	S1	D5	1	41	S2	D9	1
6	S1	D6	1	42	S2	D10	1
7	S1	D7	1	43	S2	D11	1
8	S1	D8	1	44	S2	D12	1
9	S1	D9	1	45	S2	D13	1
10	S1	D10	1	46	S2	D14	1
11	S1	D11	1	47	S2	D15	1
12	S1	D12	1	48	S2	D16	1
13	S1	D13	1	49	S2	D17	1
14	S1	D14	1	50	S2	D18	1
15	S1	D15	1	51	S2	D19	1
16	S1	D16	1	52	S2	D20	1
17	S1	D17	1	53	S2	D21	1
18	S1	D18	1	54	S2	D22	1
19	S1	D19	1	55	S2	D23	1
20	S1	D20	1	56	S2	D24	1
21	S1	D21	1	57	S2	D25	1
22	S1	D22	1	58	S2	D26	1
23	S1	D23	1	59	S2	D27	1
24	S1	D24	1	60	S2	D28	1
25	S1	D25	1	61	S2	D29	1
26	S1	D26	1	62	S2	D30	1
27	S1	D27	1	63	S2	D31	1
28	S1	D28	1	64	S2	D32	1
29	S1	D29	1	65	S3	D1	1
30	S1	D30	1	66	S3	D2	1
31	S1	D31	1	67	S3	D3	1
32	S1	D32	1	68	S3	D4	1
33	S2	D1	1	69	S3	D5	1
34	S2	D2	1	70	S3	D6	1
35	S2	D3	1	71	S3	D7	1
36	S2	D4	1	72	S3	D8	1

Lanjutan Lampiran 7 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 2

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
73	S3	D9	1	109	S3	D45	1
74	S3	D10	1	110	S3	D46	1
75	S3	D11	1	111	S3	D47	1
76	S3	D12	1	112	S3	D48	1
77	S3	D13	1	113	S3	D49	1
78	S3	D14	1	114	S3	D50	1
79	S3	D15	1	115	S3	D51	1
80	S3	D16	1	116	S3	D52	1
81	S3	D17	1	117	S3	D53	1
82	S3	D18	1	118	S3	D54	1
83	S3	D19	1	119	S3	D55	1
84	S3	D20	1	120	S3	D56	1
85	S3	D21	1	121	S3	D57	1
86	S3	D22	1	122	S3	D58	1
87	S3	D23	1	123	S3	D59	1
88	S3	D24	1	124	S3	D60	1
89	S3	D25	1	125	S3	D61	1
90	S3	D26	1	126	S3	D62	1
91	S3	D27	1	127	S3	D63	1
92	S3	D28	1	128	S3	D64	1
93	S3	D29	1	129	S3	D65	1
94	S3	D30	1	130	S3	D66	1
95	S3	D31	1	131	S3	D67	1
96	S3	D32	1	132	S3	D68	1
97	S3	D33	1	133	S3	D69	1
98	S3	D34	1	134	S3	D70	1
99	S3	D35	1	135	S3	D71	1
100	S3	D36	1	136	S3	D72	1
101	S3	D37	1	137	S3	D73	1
102	S3	D38	1	138	S3	D74	1
103	S3	D39	1	139	S3	D75	1
104	S3	D40	1	140	S3	D76	1
105	S3	D41	1	141	S4	D1	1
106	S3	D42	1	142	S4	D2	1
107	S3	D43	1	143	S4	D3	1
108	S3	D44	1	144	S4	D4	1

Lanjutan Lampiran 7 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 2

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
145	S4	D5	1	181	S4	D41	1
146	S4	D6	1	182	S4	D42	1
147	S4	D7	1	183	S4	D43	1
148	S4	D8	1	184	S4	D44	1
149	S4	D9	1	185	S4	D45	1
150	S4	D10	1	186	S4	D46	1
151	S4	D11	1	187	S4	D47	1
152	S4	D12	1	188	S4	D48	1
153	S4	D13	1	189	S4	D49	1
154	S4	D14	1	190	S4	D50	1
155	S4	D15	1	191	S4	D51	1
156	S4	D16	1	192	S4	D52	1
157	S4	D17	1	193	S4	D53	1
158	S4	D18	1	194	S4	D54	1
159	S4	D19	1	195	S4	D55	1
160	S4	D20	1	196	S4	D56	1
161	S4	D21	1	197	S4	D57	1
162	S4	D22	1	198	S4	D58	1
163	S4	D23	1	199	S4	D59	1
164	S4	D24	1	200	S4	D60	1
165	S4	D25	1	201	S4	D61	1
166	S4	D26	1	202	S4	D62	1
167	S4	D27	1	203	S4	D63	1
168	S4	D28	1	204	S4	D64	1
169	S4	D29	1	205	S4	D65	1
170	S4	D30	1	206	S4	D66	1
171	S4	D31	1	207	S4	D67	1
172	S4	D32	1	208	S4	D68	1
173	S4	D33	1	209	S4	D69	1
174	S4	D34	1	210	S4	D70	1
175	S4	D35	1	211	S4	D71	1
176	S4	D36	1	212	S4	D72	1
177	S4	D37	1	213	S4	D73	1
178	S4	D38	1	214	S4	D74	1
179	S4	D39	1	215	S4	D75	1
180	S4	D40	1	216	S4	D76	1

Lanjutan Lampiran 7 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 2

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
217	S5	D1	1	253	S6	D37	1
218	S5	D2	1	254	S6	D38	1
219	S5	D3	1	255	S6	D39	1
220	S5	D4	1	256	S6	D40	1
221	S5	D5	1	257	S6	D41	1
222	S5	D6	1	258	S6	D42	1
223	S5	D7	1	259	S6	D43	1
224	S5	D8	1	260	S6	D44	1
225	S5	D9	1	261	S6	D45	1
226	S5	D10	1	262	S6	D46	1
227	S5	D11	1	263	S6	D47	1
228	S5	D12	1	264	S6	D48	1
229	S5	D13	1	265	S6	D49	1
230	S5	D14	1	266	S6	D50	1
231	S5	D15	1	267	S6	D51	1
232	S5	D16	1	268	S6	D52	1
233	S5	D17	1	269	S6	D53	1
234	S5	D18	1	270	S6	D54	1
235	S5	D19	1	271	S6	D55	1
236	S5	D20	1	272	S6	D56	1
237	S5	D21	1	273	S6	D57	1
238	S5	D22	1	274	S6	D58	1
239	S5	D23	1	275	S6	D59	1
240	S5	D24	1	276	S6	D60	1
241	S5	D25	1	277	S6	D61	1
242	S5	D26	1	278	S6	D62	1
243	S5	D27	1	279	S6	D63	1
244	S5	D28	1	280	S6	D64	1
245	S5	D29	1	281	S6	D65	1
246	S5	D30	1	282	S6	D66	1
247	S5	D31	1	283	S6	D67	1
248	S5	D32	1	284	S6	D68	1
249	S6	D33	1	285	S6	D69	1
250	S6	D34	1	286	S6	D70	1
251	S6	D35	1	287	S6	D71	1
252	S6	D36	1	288	S6	D72	1

Lanjutan Lampiran 7 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 2

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
289	S6	D73	1	325	S7	D65	1
290	S6	D74	1	326	S7	D66	1
291	S6	D75	1	327	S7	D67	1
292	S6	D76	1	328	S7	D68	1
293	S7	D33	1	329	S7	D69	1
294	S7	D34	1	330	S7	D70	1
295	S7	D35	1	331	S7	D71	1
296	S7	D36	1	332	S7	D72	1
297	S7	D37	1	333	S7	D73	1
298	S7	D38	1	334	S7	D74	1
299	S7	D39	1	335	S7	D75	1
300	S7	D40	1	336	S7	D76	1
301	S7	D41	1	337	S8	D33	1
302	S7	D42	1	338	S8	D34	1
303	S7	D43	1	339	S8	D35	1
304	S7	D44	1	340	S8	D36	1
305	S7	D45	1	341	S8	D37	1
306	S7	D46	1	342	S8	D38	1
307	S7	D47	1	343	S8	D39	1
308	S7	D48	1	344	S8	D40	1
309	S7	D49	1	345	S8	D41	1
310	S7	D50	1	346	S8	D42	1
311	S7	D51	1	347	S8	D43	1
312	S7	D52	1	348	S8	D44	1
313	S7	D53	1	349	S8	D45	1
314	S7	D54	1	350	S8	D46	1
315	S7	D55	1	351	S8	D47	1
316	S7	D56	1	352	S8	D48	1
317	S7	D57	1	353	S8	D49	1
318	S7	D58	1	354	S8	D50	1
319	S7	D59	1	355	S8	D51	1
320	S7	D60	1	356	S8	D52	1
321	S7	D61	1	357	S8	D53	1
322	S7	D62	1	358	S8	D54	1
323	S7	D63	1	359	S8	D55	1
324	S7	D64	1	360	S8	D56	1

Lanjutan Lampiran 7 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 2

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
361	S8	D57	1
362	S8	D58	1
363	S8	D59	1
364	S8	D60	1
365	S8	D61	1
366	S8	D62	1
367	S8	D63	1
368	S8	D64	1
369	S8	D65	1
370	S8	D66	1
371	S8	D67	1
372	S8	D68	1
373	S8	D69	1
374	S8	D70	1
375	S8	D71	1
376	S8	D72	1
377	S8	D73	1
378	S8	D74	1
379	S8	D75	1
380	S8	D76	1

Lampiran 8 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 3

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
1	S1	D1	1	37	S2	D5	1
2	S1	D2	1	38	S2	D6	1
3	S1	D3	1	39	S2	D7	1
4	S1	D4	1	40	S2	D8	1
5	S1	D5	1	41	S2	D9	1
6	S1	D6	1	42	S2	D10	1
7	S1	D7	1	43	S2	D11	1
8	S1	D8	1	44	S2	D12	1
9	S1	D9	1	45	S2	D13	1
10	S1	D10	1	46	S2	D14	1
11	S1	D11	1	47	S2	D15	1
12	S1	D12	1	48	S2	D16	1
13	S1	D13	1	49	S2	D17	1
14	S1	D14	1	50	S2	D18	1
15	S1	D15	1	51	S2	D19	1
16	S1	D16	1	52	S2	D20	1
17	S1	D17	1	53	S2	D21	1
18	S1	D18	1	54	S2	D22	1
19	S1	D19	1	55	S2	D23	1
20	S1	D20	1	56	S2	D24	1
21	S1	D21	1	57	S2	D25	1
22	S1	D22	1	58	S2	D26	1
23	S1	D23	1	59	S2	D27	1
24	S1	D24	1	60	S2	D28	1
25	S1	D25	1	61	S2	D29	1
26	S1	D26	1	62	S2	D30	1
27	S1	D27	1	63	S2	D31	1
28	S1	D28	1	64	S2	D32	1
29	S1	D29	1	65	S3	D1	1
30	S1	D30	1	66	S3	D2	1
31	S1	D31	1	67	S3	D3	1
32	S1	D32	1	68	S3	D4	1
33	S2	D1	1	69	S3	D5	1
34	S2	D2	1	70	S3	D6	1
35	S2	D3	1	71	S3	D7	1
36	S2	D4	1	72	S3	D8	1

Lanjutan Lampiran 8 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 3

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
73	S3	D9	1	109	S3	D45	1
74	S3	D10	1	110	S3	D46	1
75	S3	D11	1	111	S3	D47	1
76	S3	D12	1	112	S3	D48	1
77	S3	D13	1	113	S3	D49	1
78	S3	D14	1	114	S3	D50	1
79	S3	D15	1	115	S3	D51	1
80	S3	D16	1	116	S3	D52	1
81	S3	D17	1	117	S3	D53	1
82	S3	D18	1	118	S3	D54	1
83	S3	D19	1	119	S3	D55	1
84	S3	D20	1	120	S3	D56	1
85	S3	D21	1	121	S3	D57	1
86	S3	D22	1	122	S3	D58	1
87	S3	D23	1	123	S3	D59	1
88	S3	D24	1	124	S3	D60	1
89	S3	D25	1	125	S3	D61	1
90	S3	D26	1	126	S3	D62	1
91	S3	D27	1	127	S3	D63	1
92	S3	D28	1	128	S3	D64	1
93	S3	D29	1	129	S3	D65	1
94	S3	D30	1	130	S3	D66	1
95	S3	D31	1	131	S3	D67	1
96	S3	D32	1	132	S3	D68	1
97	S3	D33	1	133	S3	D69	1
98	S3	D34	1	134	S3	D70	1
99	S3	D35	1	135	S3	D71	1
100	S3	D36	1	136	S3	D72	1
101	S3	D37	1	137	S3	D73	1
102	S3	D38	1	138	S3	D74	1
103	S3	D39	1	139	S3	D75	1
104	S3	D40	1	140	S3	D76	1
105	S3	D41	1	141	S4	D1	1
106	S3	D42	1	142	S4	D2	1
107	S3	D43	1	143	S4	D3	1
108	S3	D44	1	144	S4	D4	1

Lanjutan Lampiran 8 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 3

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
145	S4	D5	1	181	S4	D41	1
146	S4	D6	1	182	S4	D42	1
147	S4	D7	1	183	S4	D43	1
148	S4	D8	1	184	S4	D44	1
149	S4	D9	1	185	S4	D45	1
150	S4	D10	1	186	S4	D46	1
151	S4	D11	1	187	S4	D47	1
152	S4	D12	1	188	S4	D48	1
153	S4	D13	1	189	S4	D49	1
154	S4	D14	1	190	S4	D50	1
155	S4	D15	1	191	S4	D51	1
156	S4	D16	1	192	S4	D52	1
157	S4	D17	1	193	S4	D53	1
158	S4	D18	1	194	S4	D54	1
159	S4	D19	1	195	S4	D55	1
160	S4	D20	1	196	S4	D56	1
161	S4	D21	1	197	S4	D57	1
162	S4	D22	1	198	S4	D58	1
163	S4	D23	1	199	S4	D59	1
164	S4	D24	1	200	S4	D60	1
165	S4	D25	1	201	S4	D61	1
166	S4	D26	1	202	S4	D62	1
167	S4	D27	1	203	S4	D63	1
168	S4	D28	1	204	S4	D64	1
169	S4	D29	1	205	S4	D65	1
170	S4	D30	1	206	S4	D66	1
171	S4	D31	1	207	S4	D67	1
172	S4	D32	1	208	S4	D68	1
173	S4	D33	1	209	S4	D69	1
174	S4	D34	1	210	S4	D70	1
175	S4	D35	1	211	S4	D71	1
176	S4	D36	1	212	S4	D72	1
177	S4	D37	1	213	S4	D73	1
178	S4	D38	1	214	S4	D74	1
179	S4	D39	1	215	S4	D75	1
180	S4	D40	1	216	S4	D76	1

Lanjutan Lampiran 8 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 3

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
217	S5	D1	1	253	S6	D37	1
218	S5	D2	1	254	S6	D38	1
219	S5	D3	1	255	S6	D39	1
220	S5	D4	1	256	S6	D40	1
221	S5	D5	1	257	S6	D41	1
222	S5	D6	1	258	S6	D42	1
223	S5	D7	1	259	S6	D43	1
224	S5	D8	1	260	S6	D44	1
225	S5	D9	1	261	S6	D45	1
226	S5	D10	1	262	S6	D46	1
227	S5	D11	1	263	S6	D47	1
228	S5	D12	1	264	S6	D48	1
229	S5	D13	1	265	S6	D49	1
230	S5	D14	1	266	S6	D50	1
231	S5	D15	1	267	S6	D51	1
232	S5	D16	1	268	S6	D52	1
233	S5	D17	1	269	S6	D53	1
234	S5	D18	1	270	S6	D54	1
235	S5	D19	1	271	S6	D55	1
236	S5	D20	1	272	S6	D56	1
237	S5	D21	1	273	S6	D57	1
238	S5	D22	1	274	S6	D58	1
239	S5	D23	1	275	S6	D59	1
240	S5	D24	1	276	S6	D60	1
241	S5	D25	1	277	S6	D61	1
242	S5	D26	1	278	S6	D62	1
243	S5	D27	1	279	S6	D63	1
244	S5	D28	1	280	S6	D64	1
245	S5	D29	1	281	S6	D65	1
246	S5	D30	1	282	S6	D66	1
247	S5	D31	1	283	S6	D67	1
248	S5	D32	1	284	S6	D68	1
249	S6	D33	1	285	S6	D69	1
250	S6	D34	1	286	S6	D70	1
251	S6	D35	1	287	S6	D71	1
252	S6	D36	1	288	S6	D72	1

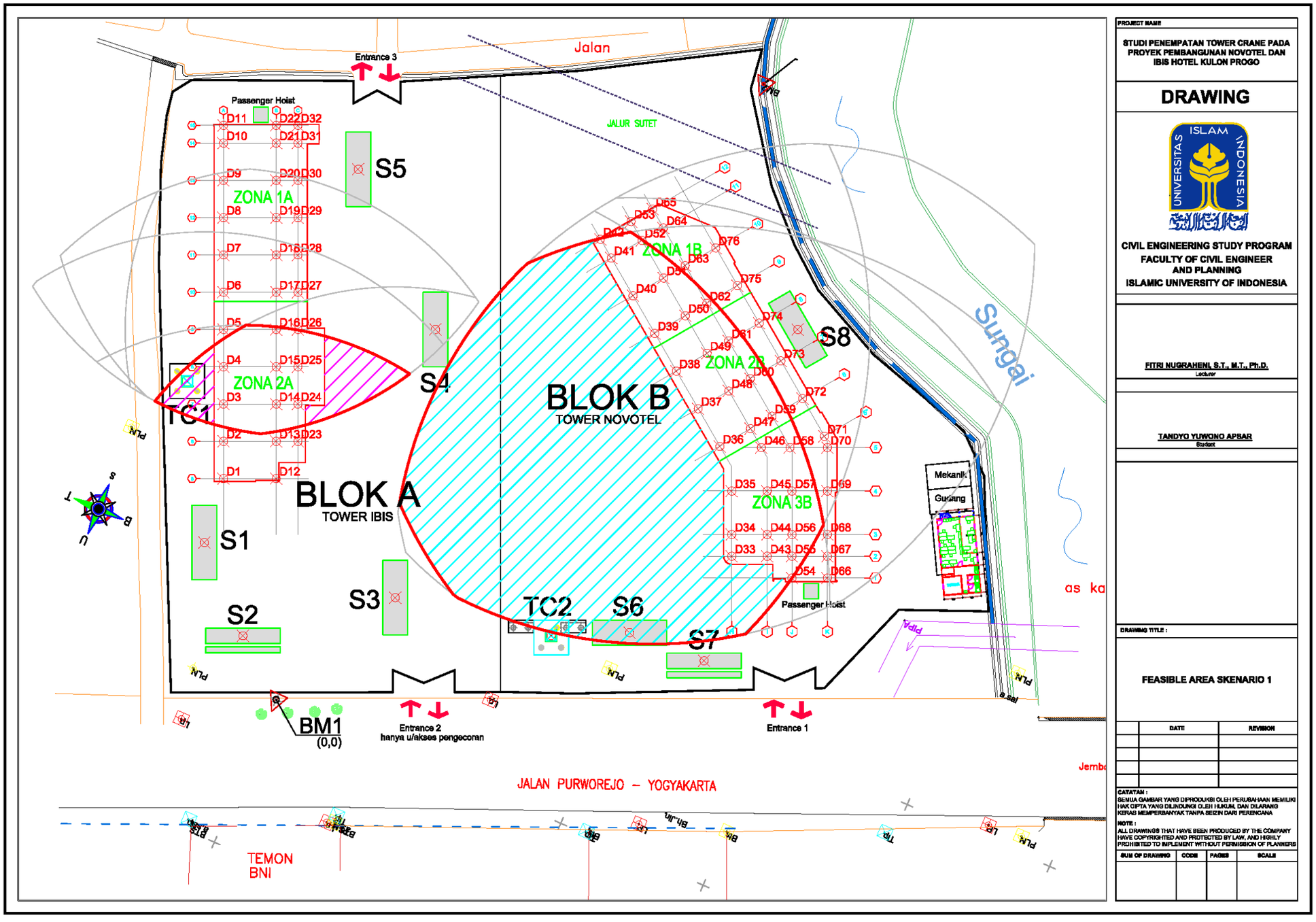
Lanjutan Lampiran 8 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 3

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
289	S6	D73	1	325	S7	D65	1
290	S6	D74	1	326	S7	D66	1
291	S6	D75	1	327	S7	D67	1
292	S6	D76	1	328	S7	D68	1
293	S7	D33	1	329	S7	D69	1
294	S7	D34	1	330	S7	D70	1
295	S7	D35	1	331	S7	D71	1
296	S7	D36	1	332	S7	D72	1
297	S7	D37	1	333	S7	D73	1
298	S7	D38	1	334	S7	D74	1
299	S7	D39	1	335	S7	D75	1
300	S7	D40	1	336	S7	D76	1
301	S7	D41	1	337	S8	D33	1
302	S7	D42	1	338	S8	D34	1
303	S7	D43	1	339	S8	D35	1
304	S7	D44	1	340	S8	D36	1
305	S7	D45	1	341	S8	D37	1
306	S7	D46	1	342	S8	D38	1
307	S7	D47	1	343	S8	D39	1
308	S7	D48	1	344	S8	D40	1
309	S7	D49	1	345	S8	D41	1
310	S7	D50	1	346	S8	D42	1
311	S7	D51	1	347	S8	D43	1
312	S7	D52	1	348	S8	D44	1
313	S7	D53	1	349	S8	D45	1
314	S7	D54	1	350	S8	D46	1
315	S7	D55	1	351	S8	D47	1
316	S7	D56	1	352	S8	D48	1
317	S7	D57	1	353	S8	D49	1
318	S7	D58	1	354	S8	D50	1
319	S7	D59	1	355	S8	D51	1
320	S7	D60	1	356	S8	D52	1
321	S7	D61	1	357	S8	D53	1
322	S7	D62	1	358	S8	D54	1
323	S7	D63	1	359	S8	D55	1
324	S7	D64	1	360	S8	D56	1

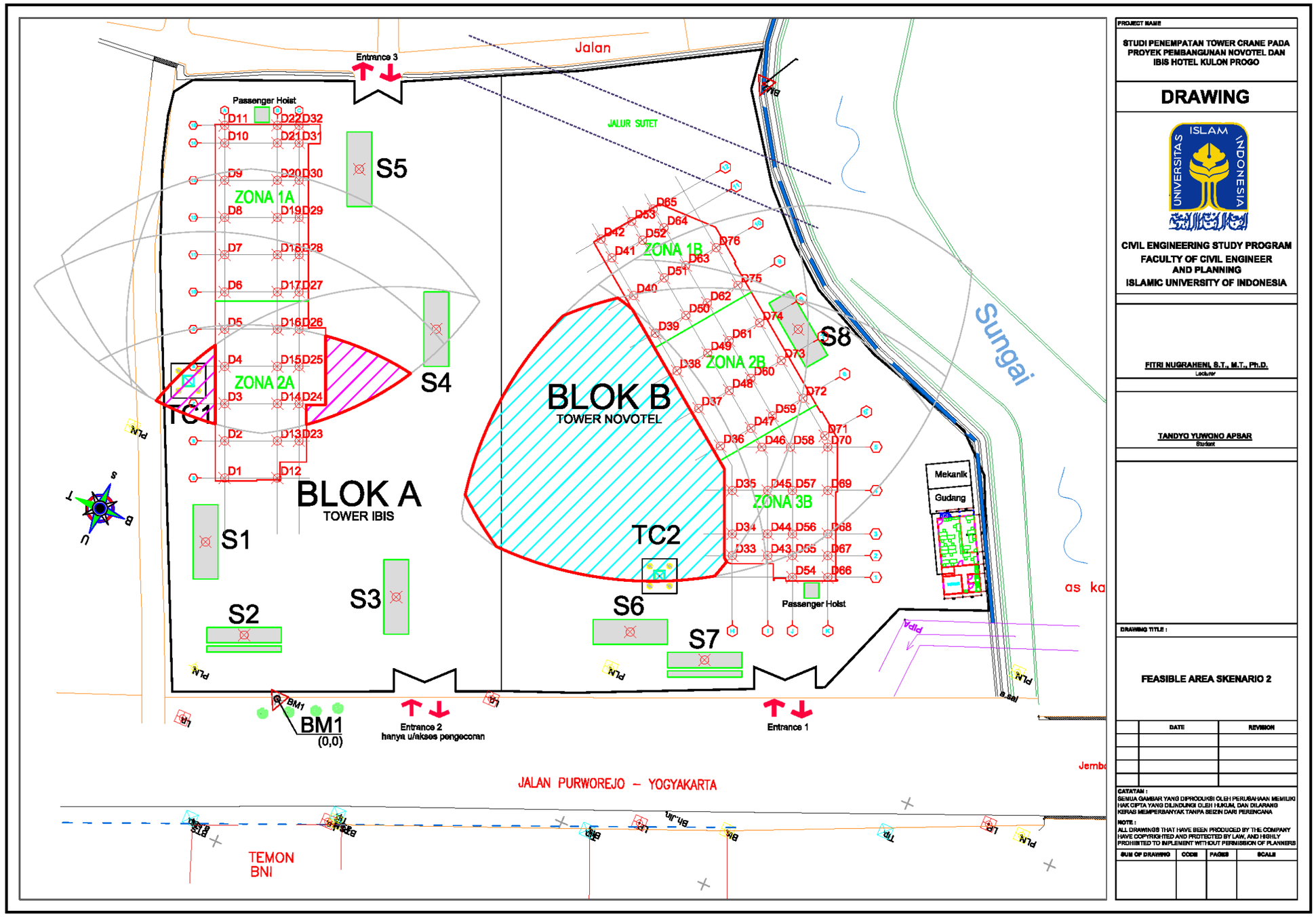
Lanjutan Lampiran 8 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Skenario 3

Task	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q	*Task*	Titik *Supply*	Titik *Demand*	Q
361	S8	D57	1	397	S9	D49	1
362	S8	D58	1	398	S9	D50	1
363	S8	D59	1	399	S9	D51	1
364	S8	D60	1	400	S9	D52	1
365	S8	D61	1	401	S9	D53	1
366	S8	D62	1	402	S9	D54	1
367	S8	D63	1	403	S9	D55	1
368	S8	D64	1	404	S9	D56	1
369	S8	D65	1	405	S9	D57	1
370	S8	D66	1	406	S9	D58	1
371	S8	D67	1	407	S9	D59	1
372	S8	D68	1	408	S9	D60	1
373	S8	D69	1	409	S9	D61	1
374	S8	D70	1	410	S9	D62	1
375	S8	D71	1	411	S9	D63	1
376	S8	D72	1	412	S9	D64	1
377	S8	D73	1	413	S9	D65	1
378	S8	D74	1	414	S9	D66	1
379	S8	D75	1	415	S9	D67	1
380	S8	D76	1	416	S9	D68	1
381	S9	D33	1	417	S9	D69	1
382	S9	D34	1	418	S9	D70	1
383	S9	D35	1	419	S9	D71	1
384	S9	D36	1	420	S9	D72	1
385	S9	D37	1	421	S9	D73	1
386	S9	D38	1	422	S9	D74	1
387	S9	D39	1	423	S9	D75	1
388	S9	D40	1	424	S9	D76	1
389	S9	D41	1				
390	S9	D42	1				
391	S9	D43	1				
392	S9	D44	1				
393	S9	D45	1				
394	S9	D46	1				
395	S9	D47	1				
396	S9	D48	1				

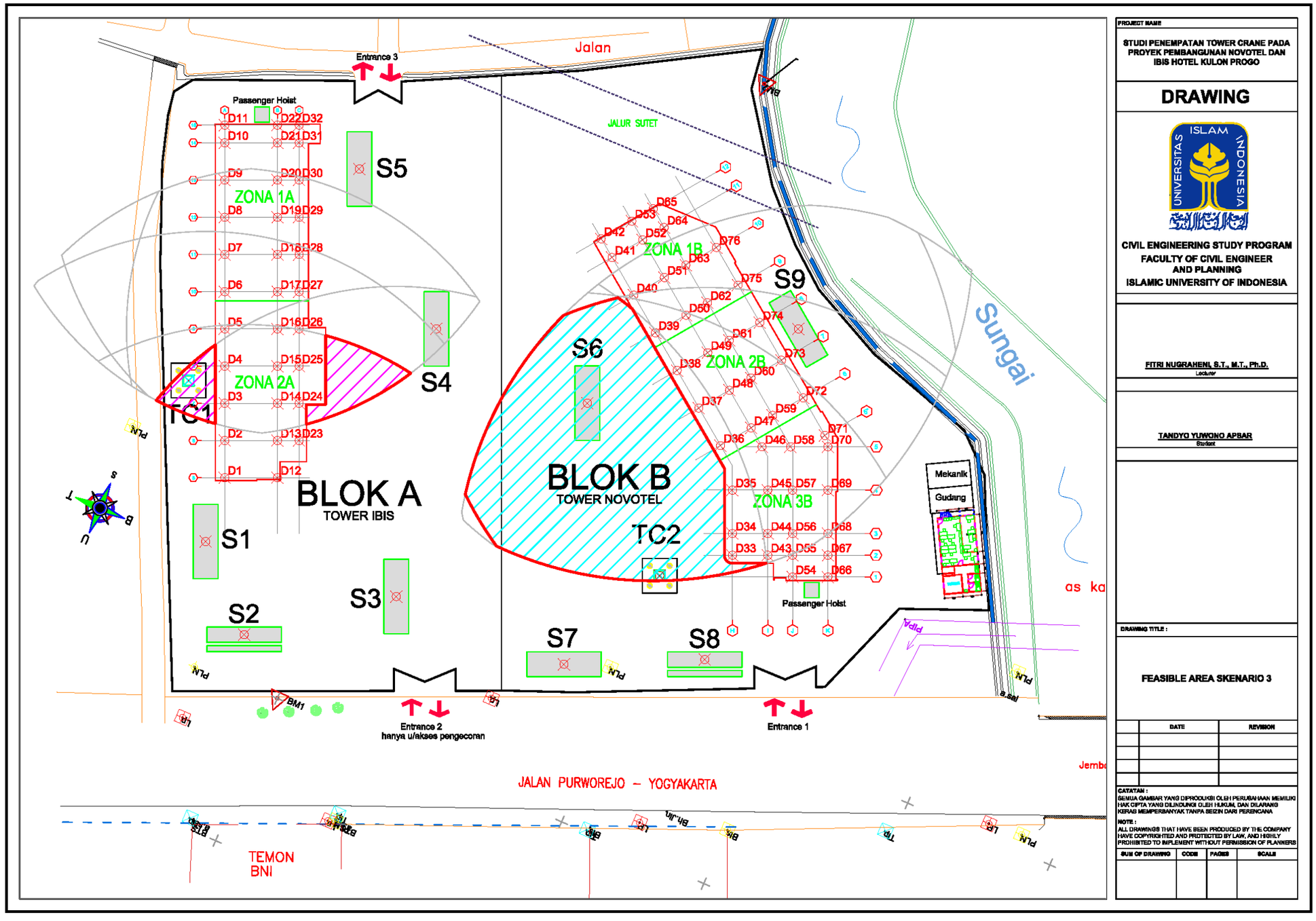
Lampiran 9 *Feasible Area* Skenario 1



Lampiran 10 *Feasible Area* Skenario 2



Lampiran 11 *Feasible Area* Skenario 3



Lampiran 12 Matriks Aksesibilitas Skenario 1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	46	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	76	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**	**87**	**88**	**89**	**90**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	91	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	**100**	**101**	**102**	**103**	**104**	**105**
TC 1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	106	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**119**	**120**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	121	**122**	**123**	**124**	**125**	**126**	**127**	**128**	**129**	**130**	**131**	**132**	**133**	**134**	**135**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

Keterangan :

Overlap
Unreachable

Lanjutan Lampiran 12 Matriks Aksesibilitas Skenario 1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	136	**137**	**138**	**139**	**140**	**141**	**142**	**143**	**144**	**145**	**146**	**147**	**148**	**149**	**150**
TC 1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	151	**152**	**153**	**154**	**155**	**156**	**157**	**158**	**159**	**160**	**161**	**162**	**163**	**164**	**165**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	166	**167**	**168**	**169**	**170**	**171**	**172**	**173**	**174**	**175**	**176**	**177**	**178**	**179**	**180**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	181	**182**	**183**	**184**	**185**	**186**	**187**	**188**	**189**	**190**	**191**	**192**	**193**	**194**	**195**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	196	**197**	**198**	**199**	**200**	**201**	**202**	**203**	**204**	**205**	**206**	**207**	**208**	**209**	**210**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	211	**212**	**213**	**214**	**215**	**216**	**217**	**218**	**219**	**220**	**221**	**222**	**223**	**224**	**225**
TC 1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	226	**227**	**228**	**229**	**230**	**231**	**232**	**233**	**234**	**235**	**236**	**237**	**238**	**239**	**240**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	241	**242**	**243**	**244**	**245**	**246**	**247**	**248**	**249**	**250**	**251**	**252**	**253**	**254**	**255**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	256	**257**	**258**	**259**	**260**	**261**	**262**	**263**	**264**	**265**	**266**	**267**	**268**	**269**	**270**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Keterangan :

Overlap
Unreachable

Lanjutan Lampiran 12 Matriks Aksesibilitas Skenario 1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	271	**272**	**273**	**274**	**275**	**276**	**277**	**278**	**279**	**280**	**281**	**282**	**283**	**284**	**285**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	286	**287**	**288**	**289**	**290**	**291**	**292**	**293**	**294**	**295**	**296**	**297**	**298**	**299**	**300**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	301	**302**	**303**	**304**	**305**	**306**	**307**	**308**	**309**	**310**	**311**	**312**	**313**	**314**	**315**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	316	**317**	**318**	**319**	**320**	**321**	**322**	**323**	**324**	**325**	**326**	**327**	**328**	**329**	**330**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	331	**332**	**333**	**334**	**335**	**336**	**337**	**338**	**339**	**340**	**341**	**342**	**343**	**344**	**345**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	346	**347**	**348**	**349**	**350**	**351**	**352**	**353**	**354**	**355**	**356**	**357**	**358**	**359**	**360**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	361	**362**	**363**	**364**	**365**	**366**	**367**	**368**	**369**	**370**	**371**	**372**	**373**	**374**	**375**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)				
	376	**377**	**378**	**379**	**380**
TC 1	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1

Keterangan :

Overlap
Unreachable

Lampiran 13 Matriks Aksesibilitas Skenario 2

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	46	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	76	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**	**87**	**88**	**89**	**90**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	91	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	**100**	**101**	**102**	**103**	**104**	**105**
TC 1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	106	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**119**	**120**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	121	**122**	**123**	**124**	**125**	**126**	**127**	**128**	**129**	**130**	**131**	**132**	**133**	**134**	**135**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	136	**137**	**138**	**139**	**140**	**141**	**142**	**143**	**144**	**145**	**146**	**147**	**148**	**149**	**150**
TC 1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lanjutan Lampiran 13 Matriks Aksesibilitas Skenario 2

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	151	**152**	**153**	**154**	**155**	**156**	**157**	**158**	**159**	**160**	**161**	**162**	**163**	**164**	**165**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	166	**167**	**168**	**169**	**170**	**171**	**172**	**173**	**174**	**175**	**176**	**177**	**178**	**179**	**180**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	181	**182**	**183**	**184**	**185**	**186**	**187**	**188**	**189**	**190**	**191**	**192**	**193**	**194**	**195**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	196	**197**	**198**	**199**	**200**	**201**	**202**	**203**	**204**	**205**	**206**	**207**	**208**	**209**	**210**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	211	**212**	**213**	**214**	**215**	**216**	**217**	**218**	**219**	**220**	**221**	**222**	**223**	**224**	**225**
TC 1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	226	**227**	**228**	**229**	**230**	**231**	**232**	**233**	**234**	**235**	**236**	**237**	**238**	**239**	**240**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	241	**242**	**243**	**244**	**245**	**246**	**247**	**248**	**249**	**250**	**251**	**252**	**253**	**254**	**255**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	256	**257**	**258**	**259**	**260**	**261**	**262**	**263**	**264**	**265**	**266**	**267**	**268**	**269**	**270**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	271	**272**	**273**	**274**	**275**	**276**	**277**	**278**	**279**	**280**	**281**	**282**	**283**	**284**	**285**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	286	**287**	**288**	**289**	**290**	**291**	**292**	**293**	**294**	**295**	**296**	**297**	**298**	**299**	**300**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lanjutan Lampiran 13 Matriks Aksesibilitas Skenario 2

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	301	**302**	**303**	**304**	**305**	**306**	**307**	**308**	**309**	**310**	**311**	**312**	**313**	**314**	**315**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	316	**317**	**318**	**319**	**320**	**321**	**322**	**323**	**324**	**325**	**326**	**327**	**328**	**329**	**330**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	331	**332**	**333**	**334**	**335**	**336**	**337**	**338**	**339**	**340**	**341**	**342**	**343**	**344**	**345**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	346	**347**	**348**	**349**	**350**	**351**	**352**	**353**	**354**	**355**	**356**	**357**	**358**	**359**	**360**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	361	**362**	**363**	**364**	**365**	**366**	**367**	**368**	**369**	**370**	**371**	**372**	**373**	**374**	**375**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)				
	376	**377**	**378**	**379**	**380**
TC 1	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1

Lampiran 14 Matriks Aksesibilitas Skenario 3

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	46	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	76	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**	**87**	**88**	**89**	**90**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	91	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	**100**	**101**	**102**	**103**	**104**	**105**
TC 1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	106	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**119**	**120**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	121	**122**	**123**	**124**	**125**	**126**	**127**	**128**	**129**	**130**	**131**	**132**	**133**	**134**	**135**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	136	**137**	**138**	**139**	**140**	**141**	**142**	**143**	**144**	**145**	**146**	**147**	**148**	**149**	**150**
TC 1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lanjutan Lampiran 14 Matriks Aksesibilitas Skenario 3

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	151	**152**	**153**	**154**	**155**	**156**	**157**	**158**	**159**	**160**	**161**	**162**	**163**	**164**	**165**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	166	**167**	**168**	**169**	**170**	**171**	**172**	**173**	**174**	**175**	**176**	**177**	**178**	**179**	**180**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	181	**182**	**183**	**184**	**185**	**186**	**187**	**188**	**189**	**190**	**191**	**192**	**193**	**194**	**195**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	196	**197**	**198**	**199**	**200**	**201**	**202**	**203**	**204**	**205**	**206**	**207**	**208**	**209**	**210**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	211	**212**	**213**	**214**	**215**	**216**	**217**	**218**	**219**	**220**	**221**	**222**	**223**	**224**	**225**
TC 1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	226	**227**	**228**	**229**	**230**	**231**	**232**	**233**	**234**	**235**	**236**	**237**	**238**	**239**	**240**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	241	**242**	**243**	**244**	**245**	**246**	**247**	**248**	**249**	**250**	**251**	**252**	**253**	**254**	**255**
TC 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	256	**257**	**258**	**259**	**260**	**261**	**262**	**263**	**264**	**265**	**266**	**267**	**268**	**269**	**270**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	271	**272**	**273**	**274**	**275**	**276**	**277**	**278**	**279**	**280**	**281**	**282**	**283**	**284**	**285**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	286	**287**	**288**	**289**	**290**	**291**	**292**	**293**	**294**	**295**	**296**	**297**	**298**	**299**	**300**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lanjutan Lampiran 14 Matriks Aksesibilitas Skenario 3

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	301	**302**	**303**	**304**	**305**	**306**	**307**	**308**	**309**	**310**	**311**	**312**	**313**	**314**	**315**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	316	**317**	**318**	**319**	**320**	**321**	**322**	**323**	**324**	**325**	**326**	**327**	**328**	**329**	**330**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	331	**332**	**333**	**334**	**335**	**336**	**337**	**338**	**339**	**340**	**341**	**342**	**343**	**344**	**345**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	346	**347**	**348**	**349**	**350**	**351**	**352**	**353**	**354**	**355**	**356**	**357**	**358**	**359**	**360**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)														
	361	**362**	**363**	**364**	**365**	**366**	**367**	**368**	**369**	**370**	**371**	**372**	**373**	**374**	**375**
TC 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tower Crane	*Task* (Pekerjaan)				
	376	**377**	**378**	**379**	**380**
TC 1	0	0	0	0	0
TC 2	1	1	1	1	1

Lampiran 15 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
1	S1	D1	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	26,1112	10,7436	0,1489	4,1294	4,1667	0,3350	0,1675	4,5017	4,3342	2	2	12,8358
2	S1	D2	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	26,1112	16,5808	0,2351	3,8629	3,9217	0,3350	0,1675	4,2567	4,0892	2	2	12,3459
3	S1	D3	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	26,1112	22,5038	0,3049	3,1970	3,2732	0,3350	0,1675	3,6082	3,4407	2	2	11,0490
4	S1	D4	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	26,1112	28,4590	0,3146	1,8539	1,9326	0,3350	0,1675	2,2676	2,1001	2	2	8,3677
5	S1	D5	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	26,1112	34,4298	0,2530	1,0254	1,0887	0,3350	0,1675	1,4237	1,2562	2	2	6,6798
6	S1	D6	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	26,1112	40,4093	0,1689	0,7045	0,7467	0,3350	0,1675	1,0817	0,9142	2	2	5,9959
7	S1	D7	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	26,1112	46,3940	0,0788	0,5511	0,5708	0,3350	0,1675	0,9058	0,7383	2	2	5,6441
8	S1	D8	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	26,1112	52,3823	0,0136	0,4633	0,4666	0,3350	0,1675	0,8016	0,6341	2	2	5,4358
9	S1	D9	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	26,1112	58,3729	0,1070	0,4067	0,4334	0,3350	0,1675	0,7684	0,6009	2	2	5,3694
10	S1	D10	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	26,1112	64,3653	0,2009	0,3674	0,4176	0,3350	0,1675	0,7526	0,5851	2	2	5,3377
11	S1	D11	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	26,1112	67,2122	0,2457	0,3526	0,4140	0,3350	0,1675	0,7490	0,5815	2	2	5,3306
12	S1	D12	-11,5578	25,2951	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	26,1112	15,4954	0,0772	3,5805	3,5998	0,3350	0,1675	3,9348	3,7673	2	2	11,7021
13	S1	D13	-11,5578	25,2951	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	26,1112	19,9901	0,1399	3,2429	3,2778	0,3350	0,1675	3,6128	3,4453	2	2	11,0582
14	S1	D14	-11,5578	25,2951	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	26,1112	25,1218	0,1794	2,7534	2,7983	0,3350	0,1675	3,1333	2,9658	2	2	10,0990
15	S1	D15	-11,5578	25,2951	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	26,1112	30,5712	0,1838	2,1655	2,2115	0,3350	0,1675	2,5465	2,3790	2	2	8,9254
16	S1	D16	-11,5578	25,2951	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	26,1112	36,1952	0,1512	1,6438	1,6817	0,3350	0,1675	2,0167	1,8492	2	2	7,8658
17	S1	D17	-11,5578	25,2951	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	26,1112	41,9237	0,0927	1,2741	1,2972	0,3350	0,1675	1,6322	1,4647	2	2	7,0970
18	S1	D18	-11,5578	25,2951	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	26,1112	47,7189	0,0196	1,0291	1,0340	0,3350	0,1675	1,3690	1,2015	2	2	6,5705
19	S1	D19	-11,5578	25,2951	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	26,1112	53,5592	0,0614	0,8639	0,8792	0,3350	0,1675	1,2142	1,0467	2	2	6,2610
20	S1	D20	-11,5578	25,2951	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	26,1112	59,4313	0,1469	0,7478	0,7845	0,3350	0,1675	1,1195	0,9520	2	2	6,0716
21	S1	D21	-11,5578	25,2951	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	26,1112	65,3267	0,2351	0,6628	0,7216	0,3350	0,1675	1,0566	0,8891	2	2	5,9457
22	S1	D22	-11,5578	25,2951	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	26,1112	68,1334	0,2776	0,6301	0,6995	0,3350	0,1675	1,0345	0,8670	2	2	5,9015
23	S1	D23	-11,5578	25,2951	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	26,1112	22,2024	0,0923	3,1049	3,1280	0,3350	0,1675	3,4630	3,2955	2	2	10,7585
24	S1	D24	-11,5578	25,2951	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	26,1112	26,9155	0,1253	2,6853	2,7166	0,3350	0,1675	3,0516	2,8841	2	2	9,9357
25	S1	D25	-11,5578	25,2951	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	26,1112	32,0615	0,1288	2,2100	2,2422	0,3350	0,1675	2,5772	2,4097	2	2	8,9869
26	S1	D26	-11,5578	25,2951	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	26,1112	37,4625	0,1019	1,7715	1,7970	0,3350	0,1675	2,1320	1,9645	2	2	8,0965
27	S1	D27	-11,5578	25,2951	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	26,1112	43,0225	0,0512	1,4288	1,4416	0,3350	0,1675	1,7766	1,6091	2	2	7,3857
28	S1	D28	-11,5578	25,2951	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	26,1112	48,6871	0,0149	1,1804	1,1841	0,3350	0,1675	1,5191	1,3516	2	2	6,8708
29	S1	D29	-11,5578	25,2951	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	26,1112	54,4236	0,0904	1,0022	1,0247	0,3350	0,1675	1,3597	1,1922	2	2	6,5520
30	S1	D30	-11,5578	25,2951	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	26,1112	60,2115	0,1716	0,8717	0,9146	0,3350	0,1675	1,2496	1,0821	2	2	6,3318
31	S1	D31	-11,5578	25,2951	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	26,1112	66,0373	0,2566	0,7737	0,8378	0,3350	0,1675	1,1728	1,0053	2	2	6,1782
32	S1	D32	-11,5578	25,2951	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	26,1112	68,8150	0,2979	0,7354	0,8099	0,3350	0,1675	1,1449	0,9774	2	2	6,1222
33	S2	D1	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	41,9448	25,4929	0,4003	4,2862	4,3863	0,3350	0,1675	4,7213	4,5538	2	2	13,2751
34	S2	D2	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	41,9448	31,4562	0,4864	4,0197	4,1413	0,3350	0,1675	4,4763	4,3088	2	2	12,7852
35	S2	D3	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	41,9448	37,4311	0,5562	3,3538	3,4928	0,3350	0,1675	3,8278	3,6603	2	2	11,4882
36	S2	D4	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	41,9448	43,4130	0,5660	2,0107	2,1522	0,3350	0,1675	2,4872	2,3197	2	2	8,8069
37	S2	D5	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	41,9448	49,3993	0,5043	1,1822	1,3083	0,3350	0,1675	1,6433	1,4758	2	2	7,1190

Lanjutan Lampiran 15 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
38	S2	D6	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	41,9448	55,3885	0,4202	0,8613	0,9663	0,3350	0,1675	1,3013	1,1338	2	2	6,4351
39	S2	D7	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	41,9448	61,3799	0,3301	0,7079	0,7904	0,3350	0,1675	1,1254	0,9579	2	2	6,0833
40	S2	D8	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	41,9448	67,3728	0,2377	0,6200	0,6795	0,3350	0,1675	1,0145	0,8470	2	2	5,8614
41	S2	D9	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	41,9448	73,3668	0,1444	0,5635	0,5996	0,3350	0,1675	0,9346	0,7671	2	2	5,7016
42	S2	D10	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	41,9448	79,3618	0,0504	0,5241	0,5367	0,3350	0,1675	0,8717	0,7042	2	2	5,5760
43	S2	D11	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	41,9448	82,2096	0,0056	0,5094	0,5108	0,3350	0,1675	0,8458	0,6783	2	2	5,5241
44	S2	D12	-5,3431	10,2865	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	41,9448	25,8635	0,3286	3,7373	3,8194	0,3350	0,1675	4,1544	3,9869	2	2	12,1413
45	S2	D13	-5,3431	10,2865	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	41,9448	31,7572	0,3912	3,3997	3,4975	0,3350	0,1675	3,8325	3,6650	2	2	11,4974
46	S2	D14	-5,3431	10,2865	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	41,9448	37,6845	0,4308	2,9102	3,0179	0,3350	0,1675	3,3529	3,1854	2	2	10,5383
47	S2	D15	-5,3431	10,2865	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	41,9448	43,6317	0,4351	2,3223	2,4311	0,3350	0,1675	2,7661	2,5986	2	2	9,3647
48	S2	D16	-5,3431	10,2865	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	41,9448	49,5916	0,4025	1,8006	1,9013	0,3350	0,1675	2,2363	2,0688	2	2	8,3050
49	S2	D17	-5,3431	10,2865	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	41,9448	55,5601	0,3440	1,4309	1,5169	0,3350	0,1675	1,8519	1,6844	2	2	7,5362
50	S2	D18	-5,3431	10,2865	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	41,9448	61,5347	0,2709	1,1859	1,2536	0,3350	0,1675	1,5886	1,4211	2	2	7,0097
51	S2	D19	-5,3431	10,2865	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	41,9448	67,5139	0,1899	1,0207	1,0681	0,3350	0,1675	1,4031	1,2356	2	2	6,6388
52	S2	D20	-5,3431	10,2865	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	41,9448	73,4964	0,1044	0,9046	0,9307	0,3350	0,1675	1,2657	1,0982	2	2	6,3639
53	S2	D21	-5,3431	10,2865	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	41,9448	79,4816	0,0162	0,8196	0,8236	0,3350	0,1675	1,1586	0,9911	2	2	6,1498
54	S2	D22	-5,3431	10,2865	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	41,9448	82,3253	0,0263	0,7869	0,7934	0,3350	0,1675	1,1284	0,9609	2	2	6,0894
55	S2	D23	-5,3431	10,2865	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	41,9448	32,5324	0,3436	3,2617	3,3476	0,3350	0,1675	3,6826	3,5151	2	2	11,1977
56	S2	D24	-5,3431	10,2865	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	41,9448	38,3401	0,3766	2,8421	2,9362	0,3350	0,1675	3,2712	3,1037	2	2	10,3749
57	S2	D25	-5,3431	10,2865	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	41,9448	44,1991	0,3802	2,3668	2,4618	0,3350	0,1675	2,7968	2,6293	2	2	9,4262
58	S2	D26	-5,3431	10,2865	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	41,9448	50,0915	0,3532	1,9283	2,0166	0,3350	0,1675	2,3516	2,1841	2	2	8,5357
59	S2	D27	-5,3431	10,2865	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	41,9448	56,0068	0,3026	1,5856	1,6612	0,3350	0,1675	1,9962	1,8287	2	2	7,8249
60	S2	D28	-5,3431	10,2865	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	41,9448	61,9384	0,2365	1,3372	1,3963	0,3350	0,1675	1,7313	1,5638	2	2	7,2951
61	S2	D29	-5,3431	10,2865	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	41,9448	67,8820	0,1610	1,1589	1,1992	0,3350	0,1675	1,5342	1,3667	2	2	6,9009
62	S2	D30	-5,3431	10,2865	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	41,9448	73,8347	0,0797	1,0285	1,0484	0,3350	0,1675	1,3834	1,2159	2	2	6,5994
63	S2	D31	-5,3431	10,2865	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	41,9448	79,7945	0,0053	0,9305	0,9318	0,3350	0,1675	1,2668	1,0993	2	2	6,3661
64	S2	D32	-5,3431	10,2865	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	41,9448	82,6274	0,0465	0,8922	0,9038	0,3350	0,1675	1,2388	1,0713	2	2	6,3101
65	S3	D1	19,2022	16,4362	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	48,3345	33,6553	0,5017	3,9031	4,0285	0,3350	0,1675	4,3635	4,1960	2	2	12,5595
66	S3	D2	19,2022	16,4362	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	48,3345	37,3963	0,5878	4,1695	4,3165	0,3350	0,1675	4,6515	4,4840	2	2	13,1355
67	S3	D3	19,2022	16,4362	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	48,3345	41,6688	0,6577	4,1405	4,3049	0,3350	0,1675	4,6399	4,4724	2	2	13,1123
68	S3	D4	19,2022	16,4362	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	48,3345	46,3259	0,6674	2,7974	2,9643	0,3350	0,1675	3,2993	3,1318	2	2	10,4311
69	S3	D5	19,2022	16,4362	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	48,3345	51,2630	0,6058	1,9689	2,1203	0,3350	0,1675	2,4553	2,2878	2	2	8,7432
70	S3	D6	19,2022	16,4362	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	48,3345	56,4065	0,5216	1,6480	1,7784	0,3350	0,1675	2,1134	1,9459	2	2	8,0593
71	S3	D7	19,2022	16,4362	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	48,3345	61,7049	0,4315	1,4946	1,6025	0,3350	0,1675	1,9375	1,7700	2	2	7,7075
72	S3	D8	19,2022	16,4362	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	48,3345	67,1216	0,3392	1,4067	1,4915	0,3350	0,1675	1,8265	1,6590	2	2	7,4856
73	S3	D9	19,2022	16,4362	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	48,3345	72,6299	0,2458	1,3502	1,4116	0,3350	0,1675	1,7466	1,5791	2	2	7,3258
74	S3	D10	19,2022	16,4362	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	48,3345	78,2107	0,1518	1,3109	1,3488	0,3350	0,1675	1,6838	1,5163	2	2	7,2001

Lanjutan Lampiran 15 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
75	S3	D11	19,2022	16,4362	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	48,3345	80,8826	0,1071	1,2961	1,3229	0,3350	0,1675	1,6579	1,4904	2	2	7,1483
76	S3	D12	19,2022	16,4362	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	48,3345	27,1006	0,4300	4,4520	4,5595	0,3350	0,1675	4,8945	4,7270	2	2	13,6215
77	S3	D13	19,2022	16,4362	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	48,3345	31,6267	0,4926	4,1864	4,3095	0,3350	0,1675	4,6445	4,4770	2	2	13,1216
78	S3	D14	19,2022	16,4362	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	48,3345	36,5793	0,5322	3,6969	3,8300	0,3350	0,1675	4,1650	3,9975	2	2	12,1624
79	S3	D15	19,2022	16,4362	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	48,3345	41,8073	0,5366	3,1090	3,2432	0,3350	0,1675	3,5782	3,4107	2	2	10,9888
80	S3	D16	19,2022	16,4362	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	48,3345	47,2192	0,5040	2,5873	2,7133	0,3350	0,1675	3,0483	2,8808	2	2	9,9292
81	S3	D17	19,2022	16,4362	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	48,3345	52,7585	0,4454	2,2176	2,3289	0,3350	0,1675	2,6639	2,4964	2	2	9,1603
82	S3	D18	19,2022	16,4362	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	48,3345	58,3889	0,3723	1,9726	2,0657	0,3350	0,1675	2,4007	2,2332	2	2	8,6338
83	S3	D19	19,2022	16,4362	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	48,3345	64,0864	0,2913	1,8074	1,8802	0,3350	0,1675	2,2152	2,0477	2	2	8,2629
84	S3	D20	19,2022	16,4362	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	48,3345	69,8346	0,2059	1,6913	1,7428	0,3350	0,1675	2,0778	1,9103	2	2	7,9880
85	S3	D21	19,2022	16,4362	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	48,3345	75,6219	0,1177	1,6063	1,6357	0,3350	0,1675	1,9707	1,8032	2	2	7,7739
86	S3	D22	19,2022	16,4362	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	48,3345	78,3821	0,0751	1,5736	1,5923	0,3350	0,1675	1,9273	1,7598	2	2	7,6872
87	S3	D23	19,2022	16,4362	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	48,3345	29,6355	0,4450	4,0484	4,1597	0,3350	0,1675	4,4947	4,3272	2	2	12,8219
88	S3	D24	19,2022	16,4362	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	48,3345	34,8722	0,4780	3,6288	3,7483	0,3350	0,1675	4,0833	3,9158	2	2	11,9991
89	S3	D25	19,2022	16,4362	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	48,3345	40,3221	0,4816	3,1535	3,2739	0,3350	0,1675	3,6089	3,4414	2	2	11,0503
90	S3	D26	19,2022	16,4362	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	48,3345	45,9094	0,4547	2,7150	2,8287	0,3350	0,1675	3,1637	2,9962	2	2	10,1598
91	S3	D27	19,2022	16,4362	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	48,3345	51,5895	0,4040	2,3723	2,4733	0,3350	0,1675	2,8083	2,6408	2	2	9,4491
92	S3	D28	19,2022	16,4362	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	48,3345	57,3348	0,3379	2,1239	2,2084	0,3350	0,1675	2,5434	2,3759	2	2	8,9193
93	S3	D29	19,2022	16,4362	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	48,3345	63,1275	0,2624	1,9457	2,0113	0,3350	0,1675	2,3463	2,1788	2	2	8,5250
94	S3	D30	19,2022	16,4362	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	48,3345	68,9557	0,1811	1,8152	1,8605	0,3350	0,1675	2,1955	2,0280	2	2	8,2235
95	S3	D31	19,2022	16,4362	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	48,3345	74,8111	0,0962	1,7172	1,7412	0,3350	0,1675	2,0762	1,9087	2	2	7,9849
96	S3	D32	19,2022	16,4362	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	48,3345	77,6001	0,0549	1,6789	1,6926	0,3350	0,1675	2,0276	1,8601	2	2	7,8877
141	S4	D1	25,6761	59,5865	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	40,8505	41,7396	0,3829	2,4605	2,5563	0,3350	0,1675	2,8913	2,7238	2	2	9,6150
142	S4	D2	25,6761	59,5865	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	40,8505	38,6030	0,4690	2,7270	2,8443	0,3350	0,1675	3,1793	3,0118	2	2	10,1911
143	S4	D3	25,6761	59,5865	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	40,8505	36,1966	0,5389	3,3930	3,5277	0,3350	0,1675	3,8627	3,6952	2	2	11,5579
144	S4	D4	25,6761	59,5865	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	40,8505	34,6727	0,5486	4,2399	4,3771	0,3350	0,1675	4,7121	4,5446	2	2	13,2567
145	S4	D5	25,6761	59,5865	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	40,8505	34,1496	0,4870	3,4114	3,5331	0,3350	0,1675	3,8681	3,7006	2	2	11,5688
146	S4	D6	25,6761	59,5865	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	40,8505	34,6727	0,4028	3,0905	3,1912	0,3350	0,1675	3,5262	3,3587	2	2	10,8849
147	S4	D7	25,6761	59,5865	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	40,8505	36,1966	0,3127	2,9371	3,0153	0,3350	0,1675	3,3503	3,1828	2	2	10,5331
148	S4	D8	25,6761	59,5865	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	40,8505	38,6030	0,2204	2,8493	2,9043	0,3350	0,1675	3,2393	3,0718	2	2	10,3112
149	S4	D9	25,6761	59,5865	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	40,8505	41,7396	0,1270	2,7927	2,8244	0,3350	0,1675	3,1594	2,9919	2	2	10,1514
150	S4	D10	25,6761	59,5865	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	40,8505	45,4554	0,0330	2,7534	2,7616	0,3350	0,1675	3,0966	2,9291	2	2	10,0258
151	S4	D11	25,6761	59,5865	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	40,8505	47,3848	0,0117	2,7386	2,7415	0,3350	0,1675	3,0765	2,9090	2	2	9,9856
152	S4	D12	25,6761	59,5865	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	40,8505	35,1269	0,3112	3,0095	3,0873	0,3350	0,1675	3,4223	3,2548	2	2	10,6771
153	S4	D13	25,6761	59,5865	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	40,8505	31,3353	0,3738	3,3471	3,4405	0,3350	0,1675	3,7755	3,6080	2	2	11,3836
154	S4	D14	25,6761	59,5865	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	40,8505	28,3179	0,4134	3,8366	3,9399	0,3350	0,1675	4,2749	4,1074	2	2	12,3823
155	S4	D15	25,6761	59,5865	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	40,8505	26,3420	0,4178	4,4245	4,5289	0,3350	0,1675	4,8639	4,6964	2	2	13,5603

Lanjutan Lampiran 15 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
156	S4	D16	25,6761	59,5865	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	40,8505	25,6496	0,3852	4,0298	4,1261	0,3350	0,1675	4,4611	4,2936	2	2	12,7548
157	S4	D17	25,6761	59,5865	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	40,8505	26,3420	0,3266	3,6601	3,7417	0,3350	0,1675	4,0767	3,9092	2	2	11,9860
158	S4	D18	25,6761	59,5865	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	40,8505	28,3179	0,2535	3,4151	3,4785	0,3350	0,1675	3,8135	3,6460	2	2	11,4595
159	S4	D19	25,6761	59,5865	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	40,8505	31,3353	0,1725	3,2499	3,2930	0,3350	0,1675	3,6280	3,4605	2	2	11,0886
160	S4	D20	25,6761	59,5865	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	40,8505	35,1269	0,0871	3,1338	3,1556	0,3350	0,1675	3,4906	3,3231	2	2	10,8136
161	S4	D21	25,6761	59,5865	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	40,8505	39,4703	0,0011	3,0488	3,0491	0,3350	0,1675	3,3841	3,2166	2	2	10,6007
162	S4	D22	25,6761	59,5865	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	40,8505	41,6776	0,0437	3,0161	3,0270	0,3350	0,1675	3,3620	3,1945	2	2	10,5565
163	S4	D23	25,6761	59,5865	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	40,8505	28,5413	0,3262	3,4851	3,5666	0,3350	0,1675	3,9016	3,7341	2	2	11,6357
164	S4	D24	25,6761	59,5865	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	40,8505	25,1914	0,3593	3,9047	3,9945	0,3350	0,1675	4,3295	4,1620	2	2	12,4915
165	S4	D25	25,6761	59,5865	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	40,8505	22,9479	0,3628	4,3800	4,4707	0,3350	0,1675	4,8057	4,6382	2	2	13,4438
166	S4	D26	25,6761	59,5865	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	40,8505	22,1496	0,3359	4,1575	4,2415	0,3350	0,1675	4,5765	4,4090	2	2	12,9854
167	S4	D27	25,6761	59,5865	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	40,8505	22,9479	0,2852	3,8148	3,8861	0,3350	0,1675	4,2211	4,0536	2	2	12,2747
168	S4	D28	25,6761	59,5865	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	40,8505	25,1914	0,2191	3,5664	3,6212	0,3350	0,1675	3,9562	3,7887	2	2	11,7449
169	S4	D29	25,6761	59,5865	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	40,8505	28,5413	0,1436	3,3882	3,4241	0,3350	0,1675	3,7591	3,5916	2	2	11,3506
170	S4	D30	25,6761	59,5865	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	40,8505	32,6589	0,0623	3,2577	3,2733	0,3350	0,1675	3,6083	3,4408	2	2	11,0491
171	S4	D31	25,6761	59,5865	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	40,8505	37,2908	0,0226	3,1597	3,1653	0,3350	0,1675	3,5003	3,3328	2	2	10,8332
172	S4	D32	25,6761	59,5865	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	40,8505	39,6198	0,0639	3,1214	3,1374	0,3350	0,1675	3,4724	3,3049	2	2	10,7772
217	S5	D1	13,2476	85,3697	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	43,8550	54,3155	0,4306	1,4807	1,5884	0,3350	0,1675	1,9234	1,7559	2	2	7,6793
218	S5	D2	13,2476	85,3697	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	43,8550	48,8751	0,5167	1,7472	1,8764	0,3350	0,1675	2,2114	2,0439	2	2	8,2553
219	S5	D3	13,2476	85,3697	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	43,8550	43,5818	0,5866	2,4132	2,5598	0,3350	0,1675	2,8948	2,7273	2	2	9,6221
220	S5	D4	13,2476	85,3697	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	43,8550	38,4965	0,5963	3,7562	3,9053	0,3350	0,1675	4,2403	4,0728	2	2	12,3131
221	S5	D5	13,2476	85,3697	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	43,8550	33,7132	0,5346	4,3912	4,5249	0,3350	0,1675	4,8599	4,6924	2	2	13,5522
222	S5	D6	13,2476	85,3697	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	43,8550	29,3799	0,4505	4,0703	4,1829	0,3350	0,1675	4,5179	4,3504	2	2	12,8683
223	S5	D7	13,2476	85,3697	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	43,8550	25,7251	0,3604	3,9169	4,0070	0,3350	0,1675	4,3420	4,1745	2	2	12,5166
224	S5	D8	13,2476	85,3697	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	43,8550	23,0735	0,2681	3,8291	3,8961	0,3350	0,1675	4,2311	4,0636	2	2	12,2946
225	S5	D9	13,2476	85,3697	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	43,8550	21,7942	0,1747	3,7725	3,8162	0,3350	0,1675	4,1512	3,9837	2	2	12,1348
226	S5	D10	13,2476	85,3697	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	43,8550	22,1266	0,0807	3,7332	3,7534	0,3350	0,1675	4,0884	3,9209	2	2	12,0092
227	S5	D11	13,2476	85,3697	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	43,8550	22,8418	0,0360	3,7184	3,7274	0,3350	0,1675	4,0624	3,8949	2	2	11,9573
228	S5	D12	13,2476	85,3697	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	43,8550	51,5089	0,3589	2,0297	2,1194	0,3350	0,1675	2,4544	2,2869	2	2	8,7413
229	S5	D13	13,2476	85,3697	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	43,8550	45,7358	0,4215	2,3673	2,4727	0,3350	0,1675	2,8077	2,6402	2	2	9,4478
230	S5	D14	13,2476	85,3697	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	43,8550	40,0296	0,4611	2,8568	2,9720	0,3350	0,1675	3,3070	3,1395	2	2	10,4466
231	S5	D15	13,2476	85,3697	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	43,8550	34,4234	0,4655	3,4447	3,5610	0,3350	0,1675	3,8960	3,7285	2	2	11,6245
232	S5	D16	13,2476	85,3697	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	43,8550	28,9753	0,4329	3,9663	4,0745	0,3350	0,1675	4,4095	4,2420	2	2	12,6516
233	S5	D17	13,2476	85,3697	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	43,8550	23,7944	0,3743	4,3361	4,4297	0,3350	0,1675	4,7647	4,5972	2	2	13,3619
234	S5	D18	13,2476	85,3697	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	43,8550	19,0991	0,3012	4,3949	4,4702	0,3350	0,1675	4,8052	4,6377	2	2	13,4429
235	S5	D19	13,2476	85,3697	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	43,8550	15,3420	0,2202	4,2297	4,2848	0,3350	0,1675	4,6198	4,4523	2	2	13,0720
236	S5	D20	13,2476	85,3697	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	43,8550	13,3408	0,1348	4,1136	4,1473	0,3350	0,1675	4,4823	4,3148	2	2	12,7971

Lanjutan Lampiran 15 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
237	S5	D21	13,2476	85,3697	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	43,8550	13,8773	0,0465	4,0286	4,0403	0,3350	0,1675	4,3753	4,2078	2	2	12,5830
238	S5	D22	13,2476	85,3697	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	43,8550	14,9912	0,0040	3,9959	3,9969	0,3350	0,1675	4,3319	4,1644	2	2	12,4963
239	S5	D23	13,2476	85,3697	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	43,8550	44,8494	0,3739	2,5052	2,5987	0,3350	0,1675	2,9337	2,7662	2	2	9,7000
240	S5	D24	13,2476	85,3697	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	43,8550	39,0137	0,4069	2,9249	3,0266	0,3350	0,1675	3,3616	3,1941	2	2	10,5557
241	S5	D25	13,2476	85,3697	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	43,8550	33,2366	0,4105	3,4002	3,5028	0,3350	0,1675	3,8378	3,6703	2	2	11,5081
242	S5	D26	13,2476	85,3697	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	43,8550	27,5549	0,3836	3,8387	3,9346	0,3350	0,1675	4,2696	4,1021	2	2	12,3716
243	S5	D27	13,2476	85,3697	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	43,8550	22,0426	0,3329	4,1814	4,2646	0,3350	0,1675	4,5996	4,4321	2	2	13,0317
244	S5	D28	13,2476	85,3697	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	43,8550	16,8664	0,2668	4,4298	4,4964	0,3350	0,1675	4,8314	4,6639	2	2	13,4954
245	S5	D29	13,2476	85,3697	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	43,8550	12,4530	0,1913	4,3680	4,4158	0,3350	0,1675	4,7508	4,5833	2	2	13,3341
246	S5	D30	13,2476	85,3697	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	43,8550	9,8833	0,1100	4,2375	4,2650	0,3350	0,1675	4,6000	4,4325	2	2	13,0326
247	S5	D31	13,2476	85,3697	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	43,8550	10,5963	0,0251	4,1395	4,1458	0,3350	0,1675	4,4808	4,3133	2	2	12,7940
248	S5	D32	13,2476	85,3697	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	43,8550	12,0183	0,0162	4,1012	4,1052	0,3350	0,1675	4,4402	4,2727	2	2	12,7130

ΣT	1561,8222	menit

Lampiran 16 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
1	S1	D1	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	58,5281	57,8481	10,7436	0,0108	4,2244	4,2271	0,3350	0,1675	4,5621	4,3946	2	2	12,9566
2	S1	D2	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	61,3582	57,8481	16,5808	0,0557	4,0982	4,1121	0,3350	0,1675	4,4471	4,2796	2	2	12,7268
3	S1	D3	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	64,6229	57,8481	22,5038	0,1075	3,9840	4,0109	0,3350	0,1675	4,3459	4,1784	2	2	12,5242
4	S1	D4	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	68,2598	57,8481	28,4590	0,1653	3,8813	3,9226	0,3350	0,1675	4,2576	4,0901	2	2	12,3477
12	S1	D12	-11,5578	25,2951	0	0,0265	35,5865	13,4	1	50,9938	57,8481	15,4954	0,1088	4,1215	4,1487	0,3350	0,1675	4,4837	4,3162	2	2	12,7998
13	S1	D13	-11,5578	25,2951	0	0,0265	41,5865	13,4	1	54,2186	57,8481	19,9901	0,0576	3,9839	3,9983	0,3350	0,1675	4,3333	4,1658	2	2	12,4992
14	S1	D14	-11,5578	25,2951	0	0,0265	47,5865	13,4	1	57,8873	57,8481	25,1218	0,0006	3,8628	3,8630	0,3350	0,1675	4,1980	4,0305	2	2	12,2285
15	S1	D15	-11,5578	25,2951	0	0,0265	53,5865	13,4	1	61,9211	57,8481	30,5712	0,0647	3,7568	3,7730	0,3350	0,1675	4,1080	3,9405	2	2	12,0485
16	S1	D16	-11,5578	25,2951	0	0,0265	59,5865	13,4	1	66,2534	57,8481	36,1952	0,1334	3,6642	3,6976	0,3350	0,1675	4,0326	3,8651	2	2	11,8977
23	S1	D23	-11,5578	25,2951	0	3,5265	41,5865	13,4	1	51,3992	57,8481	22,2024	0,1024	3,9278	3,9534	0,3350	0,1675	4,2884	4,1209	2	2	12,4093
24	S1	D24	-11,5578	25,2951	0	3,5265	47,5865	13,4	1	55,2554	57,8481	26,9155	0,0412	3,8046	3,8148	0,3350	0,1675	4,1498	3,9823	2	2	12,1322
25	S1	D25	-11,5578	25,2951	0	3,5265	53,5865	13,4	1	59,4680	57,8481	32,0615	0,0257	3,6981	3,7045	0,3350	0,1675	4,0395	3,8720	2	2	11,9115
26	S1	D26	-11,5578	25,2951	0	3,5265	59,5865	13,4	1	63,9667	57,8481	37,4625	0,0971	3,6061	3,6304	0,3350	0,1675	3,9654	3,7979	2	2	11,7632
27	S1	D27	-11,5578	25,2951	0	3,5265	65,5865	13,4	1	68,6951	57,8481	43,0225	0,1722	3,5265	3,5695	0,3350	0,1675	3,9045	3,7370	2	2	11,6415
33	S2	D1	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	58,5281	49,6595	25,4929	0,1408	3,8494	3,8846	0,3350	0,1675	4,2196	4,0521	2	2	12,2716
34	S2	D2	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	61,3582	49,6595	31,4562	0,1857	3,7232	3,7696	0,3350	0,1675	4,1046	3,9371	2	2	12,0417
35	S2	D3	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	64,6229	49,6595	37,4311	0,2375	3,6090	3,6683	0,3350	0,1675	4,0033	3,8358	2	2	11,8392
36	S2	D4	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	68,2598	49,6595	43,4130	0,2952	3,5063	3,5801	0,3350	0,1675	3,9151	3,7476	2	2	11,6627
44	S2	D12	-5,3431	10,2865	0	0,0265	35,5865	13,4	1	50,9938	49,6595	25,8635	0,0212	3,7464	3,7517	0,3350	0,1675	4,0867	3,9192	2	2	12,0060
45	S2	D13	-5,3431	10,2865	0	0,0265	41,5865	13,4	1	54,2186	49,6595	31,7572	0,0724	3,6089	3,6270	0,3350	0,1675	3,9620	3,7945	2	2	11,7565
46	S2	D14	-5,3431	10,2865	0	0,0265	47,5865	13,4	1	57,8873	49,6595	37,6845	0,1306	3,4878	3,5205	0,3350	0,1675	3,8555	3,6880	2	2	11,5434
47	S2	D15	-5,3431	10,2865	0	0,0265	53,5865	13,4	1	61,9211	49,6595	43,6317	0,1946	3,3818	3,4305	0,3350	0,1675	3,7655	3,5980	2	2	11,3634
48	S2	D16	-5,3431	10,2865	0	0,0265	59,5865	13,4	1	66,2534	49,6595	49,5916	0,2634	3,2892	3,3551	0,3350	0,1675	3,6901	3,5226	2	2	11,2126
55	S2	D23	-5,3431	10,2865	0	3,5265	41,5865	13,4	1	51,3992	49,6595	32,5324	0,0276	3,5528	3,5597	0,3350	0,1675	3,8947	3,7272	2	2	11,6219
56	S2	D24	-5,3431	10,2865	0	3,5265	47,5865	13,4	1	55,2554	49,6595	38,3401	0,0888	3,4295	3,4517	0,3350	0,1675	3,7867	3,6192	2	2	11,4060
57	S2	D25	-5,3431	10,2865	0	3,5265	53,5865	13,4	1	59,4680	49,6595	44,1991	0,1557	3,3230	3,3620	0,3350	0,1675	3,6970	3,5295	2	2	11,2264
58	S2	D26	-5,3431	10,2865	0	3,5265	59,5865	13,4	1	63,9667	49,6595	50,0915	0,2271	3,2311	3,2878	0,3350	0,1675	3,6228	3,4553	2	2	11,0782
59	S2	D27	-5,3431	10,2865	0	3,5265	65,5865	13,4	1	68,6951	49,6595	56,0068	0,3022	3,1515	3,2270	0,3350	0,1675	3,5620	3,3945	2	2	10,9565
65	S3	D1	19,2022	16,4362	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	58,5281	25,8500	33,6553	0,5187	4,1918	4,3214	0,3350	0,1675	4,6564	4,4889	2	2	13,1454
66	S3	D2	19,2022	16,4362	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	61,3582	25,8500	37,3963	0,5636	4,0656	4,2065	0,3350	0,1675	4,5415	4,3740	2	2	12,9155
67	S3	D3	19,2022	16,4362	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	64,6229	25,8500	41,6688	0,6154	3,9514	4,1052	0,3350	0,1675	4,4402	4,2727	2	2	12,7130
68	S3	D4	19,2022	16,4362	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	68,2598	25,8500	46,3259	0,6732	3,8487	4,0170	0,3350	0,1675	4,3520	4,1845	2	2	12,5365
76	S3	D12	19,2022	16,4362	0	0,0265	35,5865	13,4	1	50,9938	25,8500	27,1006	0,3991	4,0889	4,1886	0,3350	0,1675	4,5236	4,3561	2	2	12,8798
77	S3	D13	19,2022	16,4362	0	0,0265	41,5865	13,4	1	54,2186	25,8500	31,6267	0,4503	3,9513	4,0639	0,3350	0,1675	4,3989	4,2314	2	2	12,6303
78	S3	D14	19,2022	16,4362	0	0,0265	47,5865	13,4	1	57,8873	25,8500	36,5793	0,5085	3,8302	3,9574	0,3350	0,1675	4,2924	4,1249	2	2	12,4172
79	S3	D15	19,2022	16,4362	0	0,0265	53,5865	13,4	1	61,9211	25,8500	41,8073	0,5726	3,7242	3,8674	0,3350	0,1675	4,2024	4,0349	2	2	12,2372
80	S3	D16	19,2022	16,4362	0	0,0265	59,5865	13,4	1	66,2534	25,8500	47,2192	0,6413	3,6316	3,7920	0,3350	0,1675	4,1270	3,9595	2	2	12,0864

Lanjutan Lampiran 16 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
87	S3	D23	19,2022	16,4362	0	3,5265	41,5865	13,4	1	51,3992	25,8500	29,6355	0,4055	3,8952	3,9966	0,3350	0,1675	4,3316	4,1641	2	2	12,4957
88	S3	D24	19,2022	16,4362	0	3,5265	47,5865	13,4	1	55,2554	25,8500	34,8722	0,4668	3,7720	3,8886	0,3350	0,1675	4,2236	4,0561	2	2	12,2798
89	S3	D25	19,2022	16,4362	0	3,5265	53,5865	13,4	1	59,4680	25,8500	40,3221	0,5336	3,6655	3,7989	0,3350	0,1675	4,1339	3,9664	2	2	12,1002
90	S3	D26	19,2022	16,4362	0	3,5265	59,5865	13,4	1	63,9667	25,8500	45,9094	0,6050	3,5735	3,7247	0,3350	0,1675	4,0597	3,8922	2	2	11,9520
91	S3	D27	19,2022	16,4362	0	3,5265	65,5865	13,4	1	68,6951	25,8500	51,5895	0,6801	3,4939	3,6639	0,3350	0,1675	3,9989	3,8314	2	2	11,8303
97	S3	D33	19,2022	16,4362	0	73,4262	23,0865	13,4	1	31,7892	25,8500	54,6303	0,0943	0,9324	0,9560	0,3350	0,1675	1,2910	1,1235	2	2	6,4144
98	S3	D34	19,2022	16,4362	0	73,4262	26,5865	13,4	1	33,3500	25,8500	55,1658	0,1190	1,0699	1,0997	0,3350	0,1675	1,4347	1,2672	2	2	6,7018
99	S3	D35	19,2022	16,4362	0	73,4262	33,5865	13,4	1	37,2700	25,8500	56,8716	0,1813	1,3052	1,3505	0,3350	0,1675	1,6855	1,5180	2	2	7,2035
100	S3	D36	19,2022	16,4362	0	71,5021	40,767	13,4	1	40,8232	25,8500	57,6825	0,2377	1,5446	1,6040	0,3350	0,1675	1,9390	1,7715	2	2	7,7105
101	S3	D37	19,2022	16,4362	0	68,0021	46,8292	13,4	1	43,5256	25,8500	57,4906	0,2806	1,7636	1,8338	0,3350	0,1675	2,1688	2,0013	2	2	8,1701
102	S3	D38	19,2022	16,4362	0	64,5021	52,8914	13,4	1	47,1213	25,8500	58,1469	0,3376	1,9532	2,0376	0,3350	0,1675	2,3726	2,2051	2	2	8,5778
103	S3	D39	19,2022	16,4362	0	61,0021	58,9535	13,4	1	51,4232	25,8500	59,6234	0,4059	2,1136	2,2151	0,3350	0,1675	2,5501	2,3826	2	2	8,9326
104	S3	D40	19,2022	16,4362	0	57,5021	65,0157	13,4	1	56,2698	25,8500	61,8615	0,4829	2,2478	2,3685	0,3350	0,1675	2,7035	2,5360	2	2	9,2394
105	S3	D41	19,2022	16,4362	0	54,0021	71,0779	13,4	1	61,5324	25,8500	64,7823	0,5664	2,3598	2,5014	0,3350	0,1675	2,8364	2,6689	2	2	9,5054
106	S3	D42	19,2022	16,4362	0	52,2521	74,109	13,4	1	64,2881	25,8500	66,4714	0,6101	2,4089	2,5614	0,3350	0,1675	2,8964	2,7289	2	2	9,6253
107	S3	D43	19,2022	16,4362	0	79,1262	23,0865	13,4	1	37,0796	25,8500	60,2919	0,1782	0,8441	0,8887	0,3350	0,1675	1,2237	1,0562	2	2	6,2798
108	S3	D44	19,2022	16,4362	0	79,1262	26,5865	13,4	1	38,4261	25,8500	60,7776	0,1996	0,9664	1,0163	0,3350	0,1675	1,3513	1,1838	2	2	6,5351
109	S3	D45	19,2022	16,4362	0	79,1262	33,5865	13,4	1	41,8736	25,8500	62,3299	0,2543	1,1836	1,2472	0,3350	0,1675	1,5822	1,4147	2	2	6,9968
110	S3	D46	19,2022	16,4362	0	78,1881	40,5865	13,4	1	45,4291	25,8500	63,7383	0,3108	1,3836	1,4613	0,3350	0,1675	1,7963	1,6288	2	2	7,4251
111	S3	D47	19,2022	16,4362	0	76,4384	43,617	13,4	1	46,2710	25,8500	63,3623	0,3241	1,4895	1,5705	0,3350	0,1675	1,9055	1,7380	2	2	7,6435
112	S3	D48	19,2022	16,4362	0	72,9384	49,6792	13,4	1	48,6718	25,8500	63,1876	0,3623	1,6876	1,7781	0,3350	0,1675	2,1131	1,9456	2	2	8,0588
113	S3	D49	19,2022	16,4362	0	69,4384	55,7414	13,4	1	51,9123	25,8500	63,7854	0,4137	1,8640	1,9674	0,3350	0,1675	2,3024	2,1349	2	2	8,4374
114	S3	D50	19,2022	16,4362	0	65,9384	61,8035	13,4	1	55,8464	25,8500	65,1342	0,4761	2,0177	2,1367	0,3350	0,1675	2,4717	2,3042	2	2	8,7760
115	S3	D51	19,2022	16,4362	0	62,4384	67,8657	13,4	1	60,3388	25,8500	67,1890	0,5474	2,1499	2,2867	0,3350	0,1675	2,6217	2,4542	2	2	9,0760
116	S3	D52	19,2022	16,4362	0	58,9384	73,9279	13,4	1	65,2741	25,8500	69,8875	0,6258	2,2629	2,4193	0,3350	0,1675	2,7543	2,5868	2	2	9,3412
117	S3	D53	19,2022	16,4362	0	57,1884	76,959	13,4	1	67,8781	25,8500	71,4560	0,6671	2,3131	2,4799	0,3350	0,1675	2,8149	2,6474	2	2	9,4623
118	S3	D54	19,2022	16,4362	0	83,1262	19,5865	13,4	1	39,9025	25,8500	64,0016	0,2231	0,6767	0,7325	0,3350	0,1675	1,0675	0,9000	2	2	5,9675
119	S3	D55	19,2022	16,4362	0	83,1262	23,0865	13,4	1	40,8580	25,8500	64,2690	0,2382	0,7959	0,8555	0,3350	0,1675	1,1905	1,0230	2	2	6,2134
120	S3	D56	19,2022	16,4362	0	83,1262	26,5865	13,4	1	42,0837	25,8500	64,7249	0,2577	0,9089	0,9733	0,3350	0,1675	1,3083	1,1408	2	2	6,4491
121	S3	D57	19,2022	16,4362	0	83,1262	33,5865	13,4	1	45,2535	25,8500	66,1847	0,3080	1,1134	1,1904	0,3350	0,1675	1,5254	1,3579	2	2	6,8832
122	S3	D58	19,2022	16,4362	0	82,8069	40,5865	13,4	1	48,9697	25,8500	68,0352	0,3670	1,2938	1,3855	0,3350	0,1675	1,7205	1,5530	2	2	7,2735
123	S3	D59	19,2022	16,4362	0	79,9025	45,617	13,4	1	50,1275	25,8500	67,3502	0,3854	1,4580	1,5543	0,3350	0,1675	1,8893	1,7218	2	2	7,6111
124	S3	D60	19,2022	16,4362	0	76,4025	51,6792	13,4	1	52,3518	25,8500	67,1859	0,4207	1,6432	1,7484	0,3350	0,1675	2,0834	1,9159	2	2	7,9992
125	S3	D61	19,2022	16,4362	0	72,9025	57,7414	13,4	1	55,3774	25,8500	67,7484	0,4687	1,8108	1,9280	0,3350	0,1675	2,2630	2,0955	2	2	8,3584
126	S3	D62	19,2022	16,4362	0	69,4025	63,8035	13,4	1	59,0812	25,8500	69,0198	0,5275	1,9592	2,0911	0,3350	0,1675	2,4261	2,2586	2	2	8,6846
127	S3	D63	19,2022	16,4362	0	65,9025	69,8657	13,4	1	63,3445	25,8500	70,9622	0,5952	2,0889	2,2377	0,3350	0,1675	2,5727	2,4052	2	2	8,9778
128	S3	D64	19,2022	16,4362	0	62,4025	75,9279	13,4	1	68,0623	25,8500	73,5223	0,6700	2,2014	2,3689	0,3350	0,1675	2,7039	2,5364	2	2	9,2404

Lanjutan Lampiran 16 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
129	S3	D65	19,2022	16,4362	0	60,6525	78,959	13,4	1	70,5634	25,8500	75,0149	0,7097	2,2519	2,4293	0,3350	0,1675	2,7643	2,5968	2	2	15,2404
130	S3	D66	19,2022	16,4362	0	88,8262	19,5865	13,4	1	45,4657	25,8500	69,6952	0,3114	0,6351	0,7130	0,3350	0,1675	1,0480	0,8805	2	2	5,9284
131	S3	D67	19,2022	16,4362	0	88,8262	23,0865	13,4	1	46,3065	25,8500	69,9409	0,3247	0,7409	0,8221	0,3350	0,1675	1,1571	0,9896	2	2	6,1467
132	S3	D68	19,2022	16,4362	0	88,8262	26,5865	13,4	1	47,3916	25,8500	70,3600	0,3419	0,8424	0,9279	0,3350	0,1675	1,2629	1,0954	2	2	6,3583
133	S3	D69	19,2022	16,4362	0	88,8262	33,5865	13,4	1	50,2274	25,8500	71,7052	0,3869	1,0299	1,1267	0,3350	0,1675	1,4617	1,2942	2	2	6,7559
134	S3	D70	19,2022	16,4362	0	88,8262	40,5865	13,4	1	53,8297	25,8500	73,6935	0,4441	1,1949	1,3060	0,3350	0,1675	1,6410	1,4735	2	2	7,1144
135	S3	D71	19,2022	16,4362	0	88,3389	42,4048	13,4	1	54,4783	25,8500	73,8529	0,4544	1,2416	1,3552	0,3350	0,1675	1,6902	1,5227	2	2	7,2128
136	S3	D72	19,2022	16,4362	0	84,8389	48,467	13,4	1	55,6582	25,8500	73,0353	0,4731	1,4207	1,5390	0,3350	0,1675	1,8740	1,7065	2	2	7,5804
137	S3	D73	19,2022	16,4362	0	81,3389	54,5292	13,4	1	57,6695	25,8500	72,8838	0,5051	1,5898	1,7161	0,3350	0,1675	2,0511	1,8836	2	2	7,9347
138	S3	D74	19,2022	16,4362	0	77,8389	60,5914	13,4	1	60,4294	25,8500	73,4026	0,5489	1,7456	1,8828	0,3350	0,1675	2,2178	2,0503	2	2	8,2681
139	S3	D75	19,2022	16,4362	0	74,3389	66,6535	13,4	1	63,8408	25,8500	74,5777	0,6030	1,8862	2,0370	0,3350	0,1675	2,3720	2,2045	2	2	8,5765
140	S3	D76	19,2022	16,4362	0	70,8389	72,7157	13,4	1	67,8055	25,8500	76,3789	0,6660	2,0115	2,1780	0,3350	0,1675	2,5130	2,3455	2	2	8,8585
141	S4	D1	25,6761	59,5865	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	58,5281	52,6819	41,7396	0,0928	3,3985	3,4217	0,3350	0,1675	3,7567	3,5892	2	2	11,3460
142	S4	D2	25,6761	59,5865	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	61,3582	52,6819	38,6030	0,1377	3,5247	3,5591	0,3350	0,1675	3,8941	3,7266	2	2	11,6207
143	S4	D3	25,6761	59,5865	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	64,6229	52,6819	36,1966	0,1895	3,6389	3,6863	0,3350	0,1675	4,0213	3,8538	2	2	11,8751
144	S4	D4	25,6761	59,5865	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	68,2598	52,6819	34,6727	0,2473	3,7416	3,8034	0,3350	0,1675	4,1384	3,9709	2	2	12,1093
152	S4	D12	25,6761	59,5865	0	0,0265	35,5865	13,4	1	50,9938	52,6819	35,1269	0,0268	3,5014	3,5081	0,3350	0,1675	3,8431	3,6756	2	2	11,5188
153	S4	D13	25,6761	59,5865	0	0,0265	41,5865	13,4	1	54,2186	52,6819	31,3353	0,0244	3,6390	3,6451	0,3350	0,1675	3,9801	3,8126	2	2	11,7926
154	S4	D14	25,6761	59,5865	0	0,0265	47,5865	13,4	1	57,8873	52,6819	28,3179	0,0826	3,7601	3,7807	0,3350	0,1675	4,1157	3,9482	2	2	12,0639
155	S4	D15	25,6761	59,5865	0	0,0265	53,5865	13,4	1	61,9211	52,6819	26,3420	0,1467	3,8661	3,9027	0,3350	0,1675	4,2377	4,0702	2	2	12,3080
156	S4	D16	25,6761	59,5865	0	0,0265	59,5865	13,4	1	66,2534	52,6819	25,6496	0,2154	3,9587	4,0125	0,3350	0,1675	4,3475	4,1800	2	2	12,5276
163	S4	D23	25,6761	59,5865	0	3,5265	41,5865	13,4	1	51,3992	52,6819	28,5413	0,0204	3,6951	3,7002	0,3350	0,1675	4,0352	3,8677	2	2	11,9029
164	S4	D24	25,6761	59,5865	0	3,5265	47,5865	13,4	1	55,2554	52,6819	25,1914	0,0408	3,8184	3,8286	0,3350	0,1675	4,1636	3,9961	2	2	12,1596
165	S4	D25	25,6761	59,5865	0	3,5265	53,5865	13,4	1	59,4680	52,6819	22,9479	0,1077	3,9249	3,9518	0,3350	0,1675	4,2868	4,1193	2	2	12,4061
166	S4	D26	25,6761	59,5865	0	3,5265	59,5865	13,4	1	63,9667	52,6819	22,1496	0,1791	4,0168	4,0616	0,3350	0,1675	4,3966	4,2291	2	2	12,6257
167	S4	D27	25,6761	59,5865	0	3,5265	65,5865	13,4	1	68,6951	52,6819	22,9479	0,2542	4,0964	4,1600	0,3350	0,1675	4,4950	4,3275	2	2	12,8225
173	S4	D33	25,6761	59,5865	0	73,4262	23,0865	13,4	1	31,7892	52,6819	60,1026	0,3316	2,3181	2,4010	0,3350	0,1675	2,7360	2,5685	2	2	9,3045
174	S4	D34	25,6761	59,5865	0	73,4262	26,5865	13,4	1	33,3500	52,6819	58,0437	0,3069	2,4556	2,5323	0,3350	0,1675	2,8673	2,6998	2	2	9,5671
175	S4	D35	25,6761	59,5865	0	73,4262	33,5865	13,4	1	37,2700	52,6819	54,3698	0,2446	2,6908	2,7520	0,3350	0,1675	3,0870	2,9195	2	2	10,0065
176	S4	D36	25,6761	59,5865	0	71,5021	40,767	13,4	1	40,8232	52,6819	49,5398	0,1882	2,9303	2,9773	0,3350	0,1675	3,3123	3,1448	2	2	10,4571
177	S4	D37	25,6761	59,5865	0	68,0021	46,8292	13,4	1	43,5256	52,6819	44,2068	0,1453	3,1493	3,1857	0,3350	0,1675	3,5207	3,3532	2	2	10,8738
178	S4	D38	25,6761	59,5865	0	64,5021	52,8914	13,4	1	47,1213	52,6819	39,3990	0,0883	3,3389	3,3610	0,3350	0,1675	3,6960	3,5285	2	2	11,2244
179	S4	D39	25,6761	59,5865	0	61,0021	58,9535	13,4	1	51,4232	52,6819	35,3317	0,0200	3,4992	3,5042	0,3350	0,1675	3,8392	3,6717	2	2	11,5110
180	S4	D40	25,6761	59,5865	0	57,5021	65,0157	13,4	1	56,2698	52,6819	32,2858	0,0570	3,6334	3,6477	0,3350	0,1675	3,9827	3,8152	2	2	11,7978
181	S4	D41	25,6761	59,5865	0	54,0021	71,0779	13,4	1	61,5324	52,6819	30,5682	0,1405	3,7455	3,7806	0,3350	0,1675	4,1156	3,9481	2	2	12,0638
182	S4	D42	25,6761	59,5865	0	52,2521	74,109	13,4	1	64,2881	52,6819	30,2851	0,1842	3,7945	3,8406	0,3350	0,1675	4,1756	4,0081	2	2	12,1837
183	S4	D43	25,6761	59,5865	0	79,1262	23,0865	13,4	1	37,0796	52,6819	64,7237	0,2477	2,2298	2,2917	0,3350	0,1675	2,6267	2,4592	2	2	9,0859

Lanjutan Lampiran 16 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
184	S4	D44	25,6761	59,5865	0	79,1262	26,5865	13,4	1	38,4261	52,6819	62,8165	0,2263	2,3521	2,4086	0,3350	0,1675	2,7436	2,5761	2	2	9,3198
185	S4	D45	25,6761	59,5865	0	79,1262	33,5865	13,4	1	41,8736	52,6819	59,4383	0,1716	2,5693	2,6121	0,3350	0,1675	2,9471	2,7796	2	2	9,7268
186	S4	D46	25,6761	59,5865	0	78,1881	40,5865	13,4	1	45,4291	52,6819	55,8436	0,1151	2,7693	2,7981	0,3350	0,1675	3,1331	2,9656	2	2	10,0986
187	S4	D47	25,6761	59,5865	0	76,4384	43,617	13,4	1	46,2710	52,6819	53,2150	0,1018	2,8751	2,9006	0,3350	0,1675	3,2356	3,0681	2	2	10,3037
188	S4	D48	25,6761	59,5865	0	72,9384	49,6792	13,4	1	48,6718	52,6819	48,2895	0,0637	3,0732	3,0892	0,3350	0,1675	3,4242	3,2567	2	2	10,6808
189	S4	D49	25,6761	59,5865	0	69,4384	55,7414	13,4	1	51,9123	52,6819	43,9309	0,0122	3,2497	3,2528	0,3350	0,1675	3,5878	3,4203	2	2	11,0080
190	S4	D50	25,6761	59,5865	0	65,9384	61,8035	13,4	1	55,8464	52,6819	40,3233	0,0502	3,4034	3,4159	0,3350	0,1675	3,7509	3,5834	2	2	11,3344
191	S4	D51	25,6761	59,5865	0	62,4384	67,8657	13,4	1	60,3388	52,6819	37,6830	0,1215	3,5356	3,5659	0,3350	0,1675	3,9009	3,7334	2	2	11,6344
192	S4	D52	25,6761	59,5865	0	58,9384	73,9279	13,4	1	65,2741	52,6819	36,2223	0,1999	3,6486	3,6985	0,3350	0,1675	4,0335	3,8660	2	2	11,8996
193	S4	D53	25,6761	59,5865	0	57,1884	76,959	13,4	1	67,8781	52,6819	35,9837	0,2412	3,6988	3,7591	0,3350	0,1675	4,0941	3,9266	2	2	12,0207
194	S4	D54	25,6761	59,5865	0	83,1262	19,5865	13,4	1	39,9025	52,6819	70,0037	0,2028	2,0624	2,1131	0,3350	0,1675	2,4481	2,2806	2	2	8,7288
195	S4	D55	25,6761	59,5865	0	83,1262	23,0865	13,4	1	40,8580	52,6819	68,0644	0,1877	2,1816	2,2285	0,3350	0,1675	2,5635	2,3960	2	2	8,9595
196	S4	D56	25,6761	59,5865	0	83,1262	26,5865	13,4	1	42,0837	52,6819	66,2534	0,1682	2,2946	2,3366	0,3350	0,1675	2,6716	2,5041	2	2	9,1757
197	S4	D57	25,6761	59,5865	0	83,1262	33,5865	13,4	1	45,2535	52,6819	63,0596	0,1179	2,4990	2,5285	0,3350	0,1675	2,8635	2,6960	2	2	9,5595
198	S4	D58	25,6761	59,5865	0	82,8069	40,5865	13,4	1	48,9697	52,6819	60,2074	0,0589	2,6794	2,6942	0,3350	0,1675	3,0292	2,8617	2	2	9,8908
199	S4	D59	25,6761	59,5865	0	79,9025	45,617	13,4	1	50,1275	52,6819	55,9969	0,0405	2,8437	2,8538	0,3350	0,1675	3,1888	3,0213	2	2	10,2101
200	S4	D60	25,6761	59,5865	0	76,4025	51,6792	13,4	1	52,3518	52,6819	51,3390	0,0052	3,0289	3,0302	0,3350	0,1675	3,3652	3,1977	2	2	10,5629
201	S4	D61	25,6761	59,5865	0	72,9025	57,7414	13,4	1	55,3774	52,6819	47,2624	0,0428	3,1965	3,2072	0,3350	0,1675	3,5422	3,3747	2	2	10,9168
202	S4	D62	25,6761	59,5865	0	69,4025	63,8035	13,4	1	59,0812	52,6819	43,9293	0,1016	3,3449	3,3703	0,3350	0,1675	3,7053	3,5378	2	2	11,2430
203	S4	D63	25,6761	59,5865	0	65,9025	69,8657	13,4	1	63,3445	52,6819	41,5190	0,1692	3,4746	3,5169	0,3350	0,1675	3,8519	3,6844	2	2	11,5362
204	S4	D64	25,6761	59,5865	0	62,4025	75,9279	13,4	1	68,0623	52,6819	40,1979	0,2441	3,5871	3,6481	0,3350	0,1675	3,9831	3,8156	2	2	11,7988
205	S4	D65	25,6761	59,5865	0	60,6525	78,959	13,4	1	70,5634	52,6819	39,9830	0,2838	3,6376	3,7085	0,3350	0,1675	4,0435	3,8760	2	2	17,7988
206	S4	D66	25,6761	59,5865	0	88,8262	19,5865	13,4	1	45,4657	52,6819	74,7525	0,1145	2,0208	2,0494	0,3350	0,1675	2,3844	2,2169	2	2	8,6014
207	S4	D67	25,6761	59,5865	0	88,8262	23,0865	13,4	1	46,3065	52,6819	72,9396	0,1012	2,1266	2,1519	0,3350	0,1675	2,4869	2,3194	2	2	8,8063
208	S4	D68	25,6761	59,5865	0	88,8262	26,5865	13,4	1	47,3916	52,6819	71,2526	0,0840	2,2281	2,2491	0,3350	0,1675	2,5841	2,4166	2	2	9,0007
209	S4	D69	25,6761	59,5865	0	88,8262	33,5865	13,4	1	50,2274	52,6819	68,2930	0,0390	2,4156	2,4254	0,3350	0,1675	2,7604	2,5929	2	2	9,3532
210	S4	D70	25,6761	59,5865	0	88,8262	40,5865	13,4	1	53,8297	52,6819	65,9465	0,0182	2,5806	2,5852	0,3350	0,1675	2,9202	2,7527	2	2	9,6728
211	S4	D71	25,6761	59,5865	0	88,3389	42,4048	13,4	1	54,4783	52,6819	64,9757	0,0285	2,6272	2,6344	0,3350	0,1675	2,9694	2,8019	2	2	9,7712
212	S4	D72	25,6761	59,5865	0	84,8389	48,467	13,4	1	55,6582	52,6819	60,1987	0,0472	2,8063	2,8182	0,3350	0,1675	3,1532	2,9857	2	2	10,1388
213	S4	D73	25,6761	59,5865	0	81,3389	54,5292	13,4	1	57,6695	52,6819	55,8921	0,0792	2,9755	2,9953	0,3350	0,1675	3,3303	3,1628	2	2	10,4931
214	S4	D74	25,6761	59,5865	0	77,8389	60,5914	13,4	1	60,4294	52,6819	52,1725	0,1230	3,1313	3,1620	0,3350	0,1675	3,4970	3,3295	2	2	10,8265
215	S4	D75	25,6761	59,5865	0	74,3389	66,6535	13,4	1	63,8408	52,6819	49,1733	0,1771	3,2719	3,3162	0,3350	0,1675	3,6512	3,4837	2	2	11,1349
216	S4	D76	25,6761	59,5865	0	70,8389	72,7157	13,4	1	67,8055	52,6819	47,0325	0,2401	3,3972	3,4572	0,3350	0,1675	3,7922	3,6247	2	2	11,4169
249	S6	D33	56,9612	10,7865	0	73,4262	23,0865	13,4	1	31,7892	12,6537	20,5520	0,3037	3,9508	4,0267	0,3350	0,1675	4,3617	4,1942	2	2	12,5559
250	S6	D34	56,9612	10,7865	0	73,4262	26,5865	13,4	1	33,3500	12,6537	22,8196	0,3285	3,8133	3,8954	0,3350	0,1675	4,2304	4,0629	2	2	12,2933
251	S6	D35	56,9612	10,7865	0	73,4262	33,5865	13,4	1	37,2700	12,6537	28,1236	0,3907	3,5780	3,6757	0,3350	0,1675	4,0107	3,8432	2	2	11,8539
252	S6	D36	56,9612	10,7865	0	71,5021	40,767	13,4	1	40,8232	12,6537	33,3207	0,4471	3,3386	3,4504	0,3350	0,1675	3,7854	3,6179	2	2	11,4032

Lanjutan Lampiran 16 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
253	S6	D37	56,9612	10,7865	0	68,0021	46,8292	13,4	1	43,5256	12,6537	37,6959	0,4900	3,1195	3,2420	0,3350	0,1675	3,5770	3,4095	2	2	10,9866
254	S6	D38	56,9612	10,7865	0	64,5021	52,8914	13,4	1	47,1213	12,6537	42,7748	0,5471	2,9299	3,0667	0,3350	0,1675	3,4017	3,2342	2	2	10,6359
255	S6	D39	56,9612	10,7865	0	61,0021	58,9535	13,4	1	51,4232	12,6537	48,3362	0,6154	2,7696	2,9234	0,3350	0,1675	3,2584	3,0909	2	2	10,3494
256	S6	D40	56,9612	10,7865	0	57,5021	65,0157	13,4	1	56,2698	12,6537	54,2319	0,6923	2,6354	2,8085	0,3350	0,1675	3,1435	2,9760	2	2	10,1195
257	S6	D41	56,9612	10,7865	0	54,0021	71,0779	13,4	1	61,5324	12,6537	60,3640	0,7759	2,5233	2,7173	0,3350	0,1675	3,0523	2,8848	2	2	9,9371
258	S6	D42	56,9612	10,7865	0	52,2521	74,109	13,4	1	64,2881	12,6537	63,4974	0,8196	2,4743	2,6792	0,3350	0,1675	3,0142	2,8467	2	2	9,8609
259	S6	D43	56,9612	10,7865	0	79,1262	23,0865	13,4	1	37,0796	12,6537	25,3491	0,3877	4,0391	4,1360	0,3350	0,1675	4,4710	4,3035	2	2	12,7745
260	S6	D44	56,9612	10,7865	0	79,1262	26,5865	13,4	1	38,4261	12,6537	27,2200	0,4091	3,9168	4,0190	0,3350	0,1675	4,3540	4,1865	2	2	12,5406
261	S6	D45	56,9612	10,7865	0	79,1262	33,5865	13,4	1	41,8736	12,6537	31,7982	0,4638	3,6996	3,8155	0,3350	0,1675	4,1505	3,9830	2	2	12,1336
262	S6	D46	56,9612	10,7865	0	78,1881	40,5865	13,4	1	45,4291	12,6537	36,5872	0,5202	3,4995	3,6296	0,3350	0,1675	3,9646	3,7971	2	2	11,7617
263	S6	D47	56,9612	10,7865	0	76,4384	43,617	13,4	1	46,2710	12,6537	38,1733	0,5336	3,3937	3,5271	0,3350	0,1675	3,8621	3,6946	2	2	11,5567
264	S6	D48	56,9612	10,7865	0	72,9384	49,6792	13,4	1	48,6718	12,6537	42,0466	0,5717	3,1956	3,3385	0,3350	0,1675	3,6735	3,5060	2	2	11,1795
265	S6	D49	56,9612	10,7865	0	69,4384	55,7414	13,4	1	51,9123	12,6537	46,6543	0,6232	3,0191	3,1749	0,3350	0,1675	3,5099	3,3424	2	2	10,8524
266	S6	D50	56,9612	10,7865	0	65,9384	61,8035	13,4	1	55,8464	12,6537	51,8008	0,6856	2,8655	3,0369	0,3350	0,1675	3,3719	3,2044	2	2	10,5762
267	S6	D51	56,9612	10,7865	0	62,4384	67,8657	13,4	1	60,3388	12,6537	57,3414	0,7569	2,7333	2,9225	0,3350	0,1675	3,2575	3,0900	2	2	10,3475
268	S6	D52	56,9612	10,7865	0	58,9384	73,9279	13,4	1	65,2741	12,6537	63,1723	0,8352	2,6203	2,8291	0,3350	0,1675	3,1641	2,9966	2	2	10,1606
269	S6	D53	56,9612	10,7865	0	57,1884	76,959	13,4	1	67,8781	12,6537	66,1729	0,8766	2,5701	2,7892	0,3350	0,1675	3,1242	2,9567	2	2	10,0809
270	S6	D54	56,9612	10,7865	0	83,1262	19,5865	13,4	1	39,9025	12,6537	27,6052	0,4325	4,2064	4,3145	0,3350	0,1675	4,6495	4,4820	2	2	13,1316
271	S6	D55	56,9612	10,7865	0	83,1262	23,0865	13,4	1	40,8580	12,6537	28,9119	0,4477	4,0873	4,1992	0,3350	0,1675	4,5342	4,3667	2	2	12,9009
272	S6	D56	56,9612	10,7865	0	83,1262	26,5865	13,4	1	42,0837	12,6537	30,5655	0,4671	3,9743	4,0911	0,3350	0,1675	4,4261	4,2586	2	2	12,6846
273	S6	D57	56,9612	10,7865	0	83,1262	33,5865	13,4	1	45,2535	12,6537	34,7051	0,5175	3,7698	3,8992	0,3350	0,1675	4,2342	4,0667	2	2	12,3008
274	S6	D58	56,9612	10,7865	0	82,8069	40,5865	13,4	1	48,9697	12,6537	39,4467	0,5764	3,5894	3,7335	0,3350	0,1675	4,0685	3,9010	2	2	11,9695
275	S6	D59	56,9612	10,7865	0	79,9025	45,617	13,4	1	50,1275	12,6537	41,7069	0,5948	3,4252	3,5739	0,3350	0,1675	3,9089	3,7414	2	2	11,6503
276	S6	D60	56,9612	10,7865	0	76,4025	51,6792	13,4	1	52,3518	12,6537	45,2789	0,6301	3,2400	3,3975	0,3350	0,1675	3,7325	3,5650	2	2	11,2975
277	S6	D61	56,9612	10,7865	0	72,9025	57,7414	13,4	1	55,3774	12,6537	49,5872	0,6782	3,0724	3,2419	0,3350	0,1675	3,5769	3,4094	2	2	10,9864
278	S6	D62	56,9612	10,7865	0	69,4025	63,8035	13,4	1	59,0812	12,6537	54,4572	0,7369	2,9240	3,1082	0,3350	0,1675	3,4432	3,2757	2	2	10,7189
279	S6	D63	56,9612	10,7865	0	65,9025	69,8657	13,4	1	63,3445	12,6537	59,7520	0,8046	2,7943	2,9954	0,3350	0,1675	3,3304	3,1629	2	2	10,4934
280	S6	D64	56,9612	10,7865	0	62,4025	75,9279	13,4	1	68,0623	12,6537	65,3683	0,8795	2,6817	2,9016	0,3350	0,1675	3,2366	3,0691	2	2	10,3057
281	S6	D65	56,9612	10,7865	0	60,6525	78,959	13,4	1	70,5634	12,6537	68,2724	0,9192	2,6313	2,8611	0,3350	0,1675	3,1961	3,0286	2	2	16,3057
282	S6	D66	56,9612	10,7865	0	88,8262	19,5865	13,4	1	45,4657	12,6537	33,0578	0,5208	4,2481	4,3783	0,3350	0,1675	4,7133	4,5458	2	2	13,2590
283	S6	D67	56,9612	10,7865	0	88,8262	23,0865	13,4	1	46,3065	12,6537	34,1565	0,5342	4,1422	4,2758	0,3350	0,1675	4,6108	4,4433	2	2	13,0541
284	S6	D68	56,9612	10,7865	0	88,8262	26,5865	13,4	1	47,3916	12,6537	35,5671	0,5514	4,0408	4,1786	0,3350	0,1675	4,5136	4,3461	2	2	12,8597
285	S6	D69	56,9612	10,7865	0	88,8262	33,5865	13,4	1	50,2274	12,6537	39,1819	0,5964	3,8532	4,0023	0,3350	0,1675	4,3373	4,1698	2	2	12,5072
286	S6	D70	56,9612	10,7865	0	88,8262	40,5865	13,4	1	53,8297	12,6537	43,6282	0,6536	3,6882	3,8516	0,3350	0,1675	4,1866	4,0191	2	2	12,2058
287	S6	D71	56,9612	10,7865	0	88,3389	42,4048	13,4	1	54,4783	12,6537	44,5452	0,6639	3,6416	3,8076	0,3350	0,1675	4,1426	3,9751	2	2	12,1177
288	S6	D72	56,9612	10,7865	0	84,8389	48,467	13,4	1	55,6582	12,6537	46,8720	0,6826	3,4625	3,6331	0,3350	0,1675	3,9681	3,8006	2	2	11,7688
289	S6	D73	56,9612	10,7865	0	81,3389	54,5292	13,4	1	57,6695	12,6537	50,0769	0,7145	3,2933	3,4720	0,3350	0,1675	3,8070	3,6395	2	2	11,4464

Lanjutan Lampiran 16 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
290	S6	D74	56,9612	10,7865	0	77,8389	60,5914	13,4	1	60,4294	12,6537	54,0038	0,7583	3,1376	3,3272	0,3350	0,1675	3,6622	3,4947	2	2	11,1568
291	S6	D75	56,9612	10,7865	0	74,3389	66,6535	13,4	1	63,8408	12,6537	58,5073	0,8125	2,9969	3,2001	0,3350	0,1675	3,5351	3,3676	2	2	10,9026
292	S6	D76	56,9612	10,7865	0	70,8389	72,7157	13,4	1	67,8055	12,6537	63,4651	0,8754	2,8716	3,0905	0,3350	0,1675	3,4255	3,2580	2	2	10,6835
293	S7	D33	68,9612	6,2705	0	73,4262	23,0865	13,4	1	31,7892	24,9741	17,3987	0,1082	3,6650	3,6921	0,3350	0,1675	4,0271	3,8596	2	2	11,8866
294	S7	D34	68,9612	6,2705	0	73,4262	26,5865	13,4	1	33,3500	24,9741	20,8009	0,1330	3,5275	3,5608	0,3350	0,1675	3,8958	3,7283	2	2	11,6240
295	S7	D35	68,9612	6,2705	0	73,4262	33,5865	13,4	1	37,2700	24,9741	27,6785	0,1952	3,2923	3,3410	0,3350	0,1675	3,6760	3,5085	2	2	11,1846
296	S7	D36	68,9612	6,2705	0	71,5021	40,767	13,4	1	40,8232	24,9741	34,5900	0,2516	3,0528	3,1157	0,3350	0,1675	3,4507	3,2832	2	2	10,7339
297	S7	D37	68,9612	6,2705	0	68,0021	46,8292	13,4	1	43,5256	24,9741	40,5700	0,2945	2,8338	2,9074	0,3350	0,1675	3,2424	3,0749	2	2	10,3173
298	S7	D38	68,9612	6,2705	0	64,5021	52,8914	13,4	1	47,1213	24,9741	46,8337	0,3515	2,6442	2,7321	0,3350	0,1675	3,0671	2,8996	2	2	9,9666
299	S7	D39	68,9612	6,2705	0	61,0021	58,9535	13,4	1	51,4232	24,9741	53,2808	0,4198	2,4838	2,5888	0,3350	0,1675	2,9238	2,7563	2	2	9,6801
300	S7	D40	68,9612	6,2705	0	57,5021	65,0157	13,4	1	56,2698	24,9741	59,8524	0,4968	2,3497	2,4738	0,3350	0,1675	2,8088	2,6413	2	2	9,4502
301	S7	D41	68,9612	6,2705	0	54,0021	71,0779	13,4	1	61,5324	24,9741	66,5115	0,5803	2,2376	2,3826	0,3350	0,1675	2,7176	2,5501	2	2	9,2678
302	S7	D42	68,9612	6,2705	0	52,2521	74,109	13,4	1	64,2881	24,9741	69,8660	0,6240	2,1885	2,3446	0,3350	0,1675	2,6796	2,5121	2	2	9,1916
303	S7	D43	68,9612	6,2705	0	79,1262	23,0865	13,4	1	37,0796	24,9741	19,6496	0,1922	3,7533	3,8014	0,3350	0,1675	4,1364	3,9689	2	2	12,1052
304	S7	D44	68,9612	6,2705	0	79,1262	26,5865	13,4	1	38,4261	24,9741	22,7171	0,2135	3,6310	3,6844	0,3350	0,1675	4,0194	3,8519	2	2	11,8713
305	S7	D45	68,9612	6,2705	0	79,1262	33,5865	13,4	1	41,8736	24,9741	29,1460	0,2682	3,4138	3,4809	0,3350	0,1675	3,8159	3,6484	2	2	11,4643
306	S7	D46	68,9612	6,2705	0	78,1881	40,5865	13,4	1	45,4291	24,9741	35,5348	0,3247	3,2138	3,2950	0,3350	0,1675	3,6300	3,4625	2	2	11,0924
307	S7	D47	68,9612	6,2705	0	76,4384	43,617	13,4	1	46,2710	24,9741	38,0877	0,3380	3,1079	3,1925	0,3350	0,1675	3,5275	3,3600	2	2	10,8874
308	S7	D48	68,9612	6,2705	0	72,9384	49,6792	13,4	1	48,6718	24,9741	43,5905	0,3762	2,9098	3,0039	0,3350	0,1675	3,3389	3,1714	2	2	10,5103
309	S7	D49	68,9612	6,2705	0	69,4384	55,7414	13,4	1	51,9123	24,9741	49,4732	0,4276	2,7334	2,8403	0,3350	0,1675	3,1753	3,0078	2	2	10,1831
310	S7	D50	68,9612	6,2705	0	65,9384	61,8035	13,4	1	55,8464	24,9741	55,6152	0,4900	2,5797	2,7022	0,3350	0,1675	3,0372	2,8697	2	2	9,9069
311	S7	D51	68,9612	6,2705	0	62,4384	67,8657	13,4	1	60,3388	24,9741	61,9396	0,5613	2,4475	2,5879	0,3350	0,1675	2,9229	2,7554	2	2	9,6782
312	S7	D52	68,9612	6,2705	0	58,9384	73,9279	13,4	1	65,2741	24,9741	68,3958	0,6397	2,3345	2,4944	0,3350	0,1675	2,8294	2,6619	2	2	9,4914
313	S7	D53	68,9612	6,2705	0	57,1884	76,959	13,4	1	67,8781	24,9741	71,6621	0,6810	2,2843	2,4546	0,3350	0,1675	2,7896	2,6221	2	2	9,4116
314	S7	D54	68,9612	6,2705	0	83,1262	19,5865	13,4	1	39,9025	24,9741	19,4413	0,2370	3,9207	3,9799	0,3350	0,1675	4,3149	4,1474	2	2	12,4623
315	S7	D55	68,9612	6,2705	0	83,1262	23,0865	13,4	1	40,8580	24,9741	21,9869	0,2521	3,8015	3,8645	0,3350	0,1675	4,1995	4,0320	2	2	12,2316
316	S7	D56	68,9612	6,2705	0	83,1262	26,5865	13,4	1	42,0837	24,9741	24,7667	0,2716	3,6885	3,7564	0,3350	0,1675	4,0914	3,9239	2	2	12,0154
317	S7	D57	68,9612	6,2705	0	83,1262	33,5865	13,4	1	45,2535	24,9741	30,7703	0,3219	3,4840	3,5645	0,3350	0,1675	3,8995	3,7320	2	2	11,6315
318	S7	D58	68,9612	6,2705	0	82,8069	40,5865	13,4	1	48,9697	24,9741	37,0039	0,3809	3,3036	3,3989	0,3350	0,1675	3,7339	3,5664	2	2	11,3002
319	S7	D59	68,9612	6,2705	0	79,9025	45,617	13,4	1	50,1275	24,9741	40,8394	0,3993	3,1394	3,2392	0,3350	0,1675	3,5742	3,4067	2	2	10,9810
320	S7	D60	68,9612	6,2705	0	76,4025	51,6792	13,4	1	52,3518	24,9741	46,0144	0,4346	2,9542	3,0629	0,3350	0,1675	3,3979	3,2304	2	2	10,6282
321	S7	D61	68,9612	6,2705	0	72,9025	57,7414	13,4	1	55,3774	24,9741	51,6216	0,4826	2,7866	2,9073	0,3350	0,1675	3,2423	3,0748	2	2	10,3171
322	S7	D62	68,9612	6,2705	0	69,4025	63,8035	13,4	1	59,0812	24,9741	57,5347	0,5414	2,6382	2,7736	0,3350	0,1675	3,1086	2,9411	2	2	10,0496
323	S7	D63	68,9612	6,2705	0	65,9025	69,8657	13,4	1	63,3445	24,9741	63,6687	0,6091	2,5085	2,6608	0,3350	0,1675	2,9958	2,8283	2	2	9,8241
324	S7	D64	68,9612	6,2705	0	62,4025	75,9279	13,4	1	68,0623	24,9741	69,9655	0,6839	2,3960	2,5670	0,3350	0,1675	2,9020	2,7345	2	2	9,6364
325	S7	D65	68,9612	6,2705	0	60,6525	78,959	13,4	1	70,5634	24,9741	73,1618	0,7236	2,3455	2,5264	0,3350	0,1675	2,8614	2,6939	2	2	15,6364
326	S7	D66	68,9612	6,2705	0	88,8262	19,5865	13,4	1	45,4657	24,9741	23,9151	0,3253	3,9623	4,0436	0,3350	0,1675	4,3786	4,2111	2	2	12,5897

Lanjutan Lampiran 16 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
327	S7	D67	68,9612	6,2705	0	88,8262	23,0865	13,4	1	46,3065	24,9741	26,0268	0,3386	3,8565	3,9411	0,3350	0,1675	4,2761	4,1086	2	2	12,3848
328	S7	D68	68,9612	6,2705	0	88,8262	26,5865	13,4	1	47,3916	24,9741	28,4140	0,3558	3,7550	3,8440	0,3350	0,1675	4,1790	4,0115	2	2	12,1904
329	S7	D69	68,9612	6,2705	0	88,8262	33,5865	13,4	1	50,2274	24,9741	33,7755	0,4008	3,5675	3,6677	0,3350	0,1675	4,0027	3,8352	2	2	11,8379
330	S7	D70	68,9612	6,2705	0	88,8262	40,5865	13,4	1	53,8297	24,9741	39,6511	0,4580	3,4025	3,5170	0,3350	0,1675	3,8520	3,6845	2	2	11,5365
331	S7	D71	68,9612	6,2705	0	88,3389	42,4048	13,4	1	54,4783	24,9741	41,0022	0,4683	3,3559	3,4729	0,3350	0,1675	3,8079	3,6404	2	2	11,4484
332	S7	D72	68,9612	6,2705	0	84,8389	48,467	13,4	1	55,6582	24,9741	45,0849	0,4870	3,1767	3,2985	0,3350	0,1675	3,6335	3,4660	2	2	11,0995
333	S7	D73	68,9612	6,2705	0	81,3389	54,5292	13,4	1	57,6695	24,9741	49,8208	0,5190	3,0076	3,1373	0,3350	0,1675	3,4723	3,3048	2	2	10,7771
334	S7	D74	68,9612	6,2705	0	77,8389	60,5914	13,4	1	60,4294	24,9741	55,0416	0,5628	2,8518	2,9925	0,3350	0,1675	3,3275	3,1600	2	2	10,4875
335	S7	D75	68,9612	6,2705	0	74,3389	66,6535	13,4	1	63,8408	24,9741	60,6220	0,6169	2,7112	2,8654	0,3350	0,1675	3,2004	3,0329	2	2	10,2333
336	S7	D76	68,9612	6,2705	0	70,8389	72,7157	13,4	1	67,8055	24,9741	66,4717	0,6799	2,5859	2,7558	0,3350	0,1675	3,0908	2,9233	2	2	10,0142
337	S8	D33	84,0655	59,5753	0	73,4262	23,0865	13,4	1	31,7892	63,2993	38,0083	0,5002	3,8046	3,9297	0,3350	0,1675	4,2647	4,0972	2	2	12,3618
338	S8	D34	84,0655	59,5753	0	73,4262	26,5865	13,4	1	33,3500	63,2993	34,6620	0,4754	3,9421	4,0610	0,3350	0,1675	4,3960	4,2285	2	2	12,6244
339	S8	D35	84,0655	59,5753	0	73,4262	33,5865	13,4	1	37,2700	63,2993	28,0822	0,4132	4,1774	4,2807	0,3350	0,1675	4,6157	4,4482	2	2	13,0638
340	S8	D36	84,0655	59,5753	0	71,5021	40,767	13,4	1	40,8232	63,2993	22,6184	0,3568	4,4168	4,5060	0,3350	0,1675	4,8410	4,6735	2	2	13,5145
341	S8	D37	84,0655	59,5753	0	68,0021	46,8292	13,4	1	43,5256	63,2993	20,5060	0,3139	4,3401	4,4186	0,3350	0,1675	4,7536	4,5861	2	2	13,3397
342	S8	D38	84,0655	59,5753	0	64,5021	52,8914	13,4	1	47,1213	63,2993	20,6737	0,2568	4,1505	4,2147	0,3350	0,1675	4,5497	4,3822	2	2	12,9319
343	S8	D39	84,0655	59,5753	0	61,0021	58,9535	13,4	1	51,4232	63,2993	23,0718	0,1885	3,9902	4,0373	0,3350	0,1675	4,3723	4,2048	2	2	12,5771
344	S8	D40	84,0655	59,5753	0	57,5021	65,0157	13,4	1	56,2698	63,2993	27,1148	0,1116	3,8560	3,8839	0,3350	0,1675	4,2189	4,0514	2	2	12,2703
345	S8	D41	84,0655	59,5753	0	54,0021	71,0779	13,4	1	61,5324	63,2993	32,1888	0,0280	3,7439	3,7509	0,3350	0,1675	4,0859	3,9184	2	2	12,0043
346	S8	D42	84,0655	59,5753	0	52,2521	74,109	13,4	1	64,2881	63,2993	34,9760	0,0157	3,6949	3,6988	0,3350	0,1675	4,0338	3,8663	2	2	11,9001
347	S8	D43	84,0655	59,5753	0	79,1262	23,0865	13,4	1	37,0796	63,2993	36,8216	0,4162	3,7163	3,8204	0,3350	0,1675	4,1554	3,9879	2	2	12,1432
348	S8	D44	84,0655	59,5753	0	79,1262	26,5865	13,4	1	38,4261	63,2993	33,3565	0,3948	3,8386	3,9373	0,3350	0,1675	4,2723	4,1048	2	2	12,3772
349	S8	D45	84,0655	59,5753	0	79,1262	33,5865	13,4	1	41,8736	63,2993	26,4540	0,3401	4,0558	4,1408	0,3350	0,1675	4,4758	4,3083	2	2	12,7841
350	S8	D46	84,0655	59,5753	0	78,1881	40,5865	13,4	1	45,4291	63,2993	19,8776	0,2837	4,2558	4,3268	0,3350	0,1675	4,6618	4,4943	2	2	13,1560
351	S8	D47	84,0655	59,5753	0	76,4384	43,617	13,4	1	46,2710	63,2993	17,6873	0,2703	4,3617	4,4293	0,3350	0,1675	4,7643	4,5968	2	2	13,3610
352	S8	D48	84,0655	59,5753	0	72,9384	49,6792	13,4	1	48,6718	63,2993	14,8911	0,2322	4,4162	4,4742	0,3350	0,1675	4,8092	4,6417	2	2	13,4510
353	S8	D49	84,0655	59,5753	0	69,4384	55,7414	13,4	1	51,9123	63,2993	15,1212	0,1807	4,2397	4,2849	0,3350	0,1675	4,6199	4,4524	2	2	13,0723
354	S8	D50	84,0655	59,5753	0	65,9384	61,8035	13,4	1	55,8464	63,2993	18,2635	0,1183	4,0860	4,1156	0,3350	0,1675	4,4506	4,2831	2	2	12,7337
355	S8	D51	84,0655	59,5753	0	62,4384	67,8657	13,4	1	60,3388	63,2993	23,1617	0,0470	3,9539	3,9656	0,3350	0,1675	4,3006	4,1331	2	2	12,4338
356	S8	D52	84,0655	59,5753	0	58,9384	73,9279	13,4	1	65,2741	63,2993	28,9373	0,0313	3,8409	3,8487	0,3350	0,1675	4,1837	4,0162	2	2	12,1999
357	S8	D53	84,0655	59,5753	0	57,1884	76,959	13,4	1	67,8781	63,2993	32,0089	0,0727	3,7907	3,8088	0,3350	0,1675	4,1438	3,9763	2	2	12,1202
358	S8	D54	84,0655	59,5753	0	83,1262	19,5865	13,4	1	39,9025	63,2993	39,9998	0,3714	3,5490	3,6418	0,3350	0,1675	3,9768	3,8093	2	2	11,7861
359	S8	D55	84,0655	59,5753	0	83,1262	23,0865	13,4	1	40,8580	63,2993	36,5009	0,3562	3,6681	3,7572	0,3350	0,1675	4,0922	3,9247	2	2	12,0169
360	S8	D56	84,0655	59,5753	0	83,1262	26,5865	13,4	1	42,0837	63,2993	33,0022	0,3368	3,7811	3,8653	0,3350	0,1675	4,2003	4,0328	2	2	12,2331
361	S8	D57	84,0655	59,5753	0	83,1262	33,5865	13,4	1	45,2535	63,2993	26,0058	0,2864	3,9856	4,0572	0,3350	0,1675	4,3922	4,2247	2	2	12,6169
362	S8	D58	84,0655	59,5753	0	82,8069	40,5865	13,4	1	48,9697	63,2993	19,0305	0,2275	4,1660	4,2229	0,3350	0,1675	4,5579	4,3904	2	2	12,9482
363	S8	D59	84,0655	59,5753	0	79,9025	45,617	13,4	1	50,1275	63,2993	14,5659	0,2091	4,3302	4,3825	0,3350	0,1675	4,7175	4,5500	2	2	13,2674

Lanjutan Lampiran 16 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 1

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
364	S8	D60	84,0655	59,5753	0	76,4025	51,6792	13,4	1	52,3518	63,2993	11,0032	0,1738	4,4606	4,5040	0,3350	0,1675	4,8390	4,6715	2	2	13,5105
365	S8	D61	84,0655	59,5753	0	72,9025	57,7414	13,4	1	55,3774	63,2993	11,3126	0,1257	4,2930	4,3244	0,3350	0,1675	4,6594	4,4919	2	2	13,1513
366	S8	D62	84,0655	59,5753	0	69,4025	63,8035	13,4	1	59,0812	63,2993	15,2604	0,0670	4,1446	4,1613	0,3350	0,1675	4,4963	4,3288	2	2	12,8251
367	S8	D63	84,0655	59,5753	0	65,9025	69,8657	13,4	1	63,3445	63,2993	20,8755	0,0007	4,0149	4,0150	0,3350	0,1675	4,3500	4,1825	2	2	12,5326
368	S8	D64	84,0655	59,5753	0	62,4025	75,9279	13,4	1	68,0623	63,2993	27,1421	0,0756	3,9023	3,9212	0,3350	0,1675	4,2562	4,0887	2	2	12,3450
369	S8	D65	84,0655	59,5753	0	60,6525	78,959	13,4	1	70,5634	63,2993	30,3957	0,1153	3,8519	3,8807	0,3350	0,1675	4,2157	4,0482	2	2	18,3450
370	S8	D66	84,0655	59,5753	0	88,8262	19,5865	13,4	1	45,4657	63,2993	40,2712	0,2831	3,5073	3,5781	0,3350	0,1675	3,9131	3,7456	2	2	11,6587
371	S8	D67	84,0655	59,5753	0	88,8262	23,0865	13,4	1	46,3065	63,2993	36,7981	0,2697	3,6131	3,6806	0,3350	0,1675	4,0156	3,8481	2	2	11,8636
372	S8	D68	84,0655	59,5753	0	88,8262	26,5865	13,4	1	47,3916	63,2993	33,3305	0,2525	3,7146	3,7778	0,3350	0,1675	4,1128	3,9453	2	2	12,0580
373	S8	D69	84,0655	59,5753	0	88,8262	33,5865	13,4	1	50,2274	63,2993	26,4212	0,2075	3,9022	3,9540	0,3350	0,1675	4,2890	4,1215	2	2	12,4106
374	S8	D70	84,0655	59,5753	0	88,8262	40,5865	13,4	1	53,8297	63,2993	19,5765	0,1503	4,0672	4,1047	0,3350	0,1675	4,4397	4,2722	2	2	12,7120
375	S8	D71	84,0655	59,5753	0	88,3389	42,4048	13,4	1	54,4783	63,2993	17,6943	0,1400	4,1138	4,1488	0,3350	0,1675	4,4838	4,3163	2	2	12,8001
376	S8	D72	84,0655	59,5753	0	84,8389	48,467	13,4	1	55,6582	63,2993	11,1352	0,1213	4,2929	4,3232	0,3350	0,1675	4,6582	4,4907	2	2	13,1489
377	S8	D73	84,0655	59,5753	0	81,3389	54,5292	13,4	1	57,6695	63,2993	5,7356	0,0894	4,4621	4,4844	0,3350	0,1675	4,8194	4,6519	2	2	13,4713
378	S8	D74	84,0655	59,5753	0	77,8389	60,5914	13,4	1	60,4294	63,2993	6,3090	0,0456	4,3582	4,3696	0,3350	0,1675	4,7046	4,5371	2	2	13,2416
379	S8	D75	84,0655	59,5753	0	74,3389	66,6535	13,4	1	63,8408	63,2993	12,0294	0,0086	4,2175	4,2197	0,3350	0,1675	4,5547	4,3872	2	2	12,9419
380	S8	D76	84,0655	59,5753	0	70,8389	72,7157	13,4	1	67,8055	63,2993	18,6444	0,0715	4,0922	4,1101	0,3350	0,1675	4,4451	4,2776	2	2	12,7227

ΣT	3047,5293	menit

Lampiran 17 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
1	S1	D1	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	26,1112	10,7436	0,1489	4,1294	4,1667	0,3350	0,1675	4,5017	4,3342	2	2	12,8358
2	S1	D2	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	26,1112	16,5808	0,2351	3,8629	3,9217	0,3350	0,1675	4,2567	4,0892	2	2	12,3459
3	S1	D3	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	26,1112	22,5038	0,3049	3,1970	3,2732	0,3350	0,1675	3,6082	3,4407	2	2	11,0490
4	S1	D4	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	26,1112	28,4590	0,3146	1,8539	1,9326	0,3350	0,1675	2,2676	2,1001	2	2	8,3677
5	S1	D5	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	26,1112	34,4298	0,2530	1,0254	1,0887	0,3350	0,1675	1,4237	1,2562	2	2	6,6798
6	S1	D6	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	26,1112	40,4093	0,1689	0,7045	0,7467	0,3350	0,1675	1,0817	0,9142	2	2	5,9959
7	S1	D7	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	26,1112	46,3940	0,0788	0,5511	0,5708	0,3350	0,1675	0,9058	0,7383	2	2	5,6441
8	S1	D8	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	26,1112	52,3823	0,0136	0,4633	0,4666	0,3350	0,1675	0,8016	0,6341	2	2	5,4358
9	S1	D9	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	26,1112	58,3729	0,1070	0,4067	0,4334	0,3350	0,1675	0,7684	0,6009	2	2	5,3694
10	S1	D10	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	26,1112	64,3653	0,2009	0,3674	0,4176	0,3350	0,1675	0,7526	0,5851	2	2	5,3377
11	S1	D11	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	26,1112	67,2122	0,2457	0,3526	0,4140	0,3350	0,1675	0,7490	0,5815	2	2	5,3306
12	S1	D12	-11,5578	25,2951	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	26,1112	15,4954	0,0772	3,5805	3,5998	0,3350	0,1675	3,9348	3,7673	2	2	11,7021
13	S1	D13	-11,5578	25,2951	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	26,1112	19,9901	0,1399	3,2429	3,2778	0,3350	0,1675	3,6128	3,4453	2	2	11,0582
14	S1	D14	-11,5578	25,2951	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	26,1112	25,1218	0,1794	2,7534	2,7983	0,3350	0,1675	3,1333	2,9658	2	2	10,0990
15	S1	D15	-11,5578	25,2951	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	26,1112	30,5712	0,1838	2,1655	2,2115	0,3350	0,1675	2,5465	2,3790	2	2	8,9254
16	S1	D16	-11,5578	25,2951	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	26,1112	36,1952	0,1512	1,6438	1,6817	0,3350	0,1675	2,0167	1,8492	2	2	7,8658
17	S1	D17	-11,5578	25,2951	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	26,1112	41,9237	0,0927	1,2741	1,2972	0,3350	0,1675	1,6322	1,4647	2	2	7,0970
18	S1	D18	-11,5578	25,2951	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	26,1112	47,7189	0,0196	1,0291	1,0340	0,3350	0,1675	1,3690	1,2015	2	2	6,5705
19	S1	D19	-11,5578	25,2951	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	26,1112	53,5592	0,0614	0,8639	0,8792	0,3350	0,1675	1,2142	1,0467	2	2	6,2610
20	S1	D20	-11,5578	25,2951	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	26,1112	59,4313	0,1469	0,7478	0,7845	0,3350	0,1675	1,1195	0,9520	2	2	6,0716
21	S1	D21	-11,5578	25,2951	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	26,1112	65,3267	0,2351	0,6628	0,7216	0,3350	0,1675	1,0566	0,8891	2	2	5,9457
22	S1	D22	-11,5578	25,2951	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	26,1112	68,1334	0,2776	0,6301	0,6995	0,3350	0,1675	1,0345	0,8670	2	2	5,9015
23	S1	D23	-11,5578	25,2951	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	26,1112	22,2024	0,0923	3,1049	3,1280	0,3350	0,1675	3,4630	3,2955	2	2	10,7585
24	S1	D24	-11,5578	25,2951	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	26,1112	26,9155	0,1253	2,6853	2,7166	0,3350	0,1675	3,0516	2,8841	2	2	9,9357
25	S1	D25	-11,5578	25,2951	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	26,1112	32,0615	0,1288	2,2100	2,2422	0,3350	0,1675	2,5772	2,4097	2	2	8,9869
26	S1	D26	-11,5578	25,2951	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	26,1112	37,4625	0,1019	1,7715	1,7970	0,3350	0,1675	2,1320	1,9645	2	2	8,0965
27	S1	D27	-11,5578	25,2951	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	26,1112	43,0225	0,0512	1,4288	1,4416	0,3350	0,1675	1,7766	1,6091	2	2	7,3857
28	S1	D28	-11,5578	25,2951	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	26,1112	48,6871	0,0149	1,1804	1,1841	0,3350	0,1675	1,5191	1,3516	2	2	6,8708
29	S1	D29	-11,5578	25,2951	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	26,1112	54,4236	0,0904	1,0022	1,0247	0,3350	0,1675	1,3597	1,1922	2	2	6,5520
30	S1	D30	-11,5578	25,2951	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	26,1112	60,2115	0,1716	0,8717	0,9146	0,3350	0,1675	1,2496	1,0821	2	2	6,3318
31	S1	D31	-11,5578	25,2951	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	26,1112	66,0373	0,2566	0,7737	0,8378	0,3350	0,1675	1,1728	1,0053	2	2	6,1782
32	S1	D32	-11,5578	25,2951	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	26,1112	68,8150	0,2979	0,7354	0,8099	0,3350	0,1675	1,1449	0,9774	2	2	6,1222
33	S2	D1	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	41,9448	25,4929	0,4003	4,2862	4,3863	0,3350	0,1675	4,7213	4,5538	2	2	13,2751
34	S2	D2	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	41,9448	31,4562	0,4864	4,0197	4,1413	0,3350	0,1675	4,4763	4,3088	2	2	12,7852
35	S2	D3	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	41,9448	37,4311	0,5562	3,3538	3,4928	0,3350	0,1675	3,8278	3,6603	2	2	11,4882
36	S2	D4	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	41,9448	43,4130	0,5660	2,0107	2,1522	0,3350	0,1675	2,4872	2,3197	2	2	8,8069
37	S2	D5	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	41,9448	49,3993	0,5043	1,1822	1,3083	0,3350	0,1675	1,6433	1,4758	2	2	7,1190

Lanjutan Lampiran 17 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
38	S2	D6	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	41,9448	55,3885	0,4202	0,8613	0,9663	0,3350	0,1675	1,3013	1,1338	2	2	6,4351
39	S2	D7	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	41,9448	61,3799	0,3301	0,7079	0,7904	0,3350	0,1675	1,1254	0,9579	2	2	6,0833
40	S2	D8	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	41,9448	67,3728	0,2377	0,6200	0,6795	0,3350	0,1675	1,0145	0,8470	2	2	5,8614
41	S2	D9	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	41,9448	73,3668	0,1444	0,5635	0,5996	0,3350	0,1675	0,9346	0,7671	2	2	5,7016
42	S2	D10	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	41,9448	79,3618	0,0504	0,5241	0,5367	0,3350	0,1675	0,8717	0,7042	2	2	5,5760
43	S2	D11	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	41,9448	82,2096	0,0056	0,5094	0,5108	0,3350	0,1675	0,8458	0,6783	2	2	5,5241
44	S2	D12	-5,3431	10,2865	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	41,9448	25,8635	0,3286	3,7373	3,8194	0,3350	0,1675	4,1544	3,9869	2	2	12,1413
45	S2	D13	-5,3431	10,2865	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	41,9448	31,7572	0,3912	3,3997	3,4975	0,3350	0,1675	3,8325	3,6650	2	2	11,4974
46	S2	D14	-5,3431	10,2865	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	41,9448	37,6845	0,4308	2,9102	3,0179	0,3350	0,1675	3,3529	3,1854	2	2	10,5383
47	S2	D15	-5,3431	10,2865	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	41,9448	43,6317	0,4351	2,3223	2,4311	0,3350	0,1675	2,7661	2,5986	2	2	9,3647
48	S2	D16	-5,3431	10,2865	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	41,9448	49,5916	0,4025	1,8006	1,9013	0,3350	0,1675	2,2363	2,0688	2	2	8,3050
49	S2	D17	-5,3431	10,2865	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	41,9448	55,5601	0,3440	1,4309	1,5169	0,3350	0,1675	1,8519	1,6844	2	2	7,5362
50	S2	D18	-5,3431	10,2865	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	41,9448	61,5347	0,2709	1,1859	1,2536	0,3350	0,1675	1,5886	1,4211	2	2	7,0097
51	S2	D19	-5,3431	10,2865	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	41,9448	67,5139	0,1899	1,0207	1,0681	0,3350	0,1675	1,4031	1,2356	2	2	6,6388
52	S2	D20	-5,3431	10,2865	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	41,9448	73,4964	0,1044	0,9046	0,9307	0,3350	0,1675	1,2657	1,0982	2	2	6,3639
53	S2	D21	-5,3431	10,2865	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	41,9448	79,4816	0,0162	0,8196	0,8236	0,3350	0,1675	1,1586	0,9911	2	2	6,1498
54	S2	D22	-5,3431	10,2865	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	41,9448	82,3253	0,0263	0,7869	0,7934	0,3350	0,1675	1,1284	0,9609	2	2	6,0894
55	S2	D23	-5,3431	10,2865	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	41,9448	32,5324	0,3436	3,2617	3,3476	0,3350	0,1675	3,6826	3,5151	2	2	11,1977
56	S2	D24	-5,3431	10,2865	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	41,9448	38,3401	0,3766	2,8421	2,9362	0,3350	0,1675	3,2712	3,1037	2	2	10,3749
57	S2	D25	-5,3431	10,2865	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	41,9448	44,1991	0,3802	2,3668	2,4618	0,3350	0,1675	2,7968	2,6293	2	2	9,4262
58	S2	D26	-5,3431	10,2865	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	41,9448	50,0915	0,3532	1,9283	2,0166	0,3350	0,1675	2,3516	2,1841	2	2	8,5357
59	S2	D27	-5,3431	10,2865	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	41,9448	56,0068	0,3026	1,5856	1,6612	0,3350	0,1675	1,9962	1,8287	2	2	7,8249
60	S2	D28	-5,3431	10,2865	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	41,9448	61,9384	0,2365	1,3372	1,3963	0,3350	0,1675	1,7313	1,5638	2	2	7,2951
61	S2	D29	-5,3431	10,2865	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	41,9448	67,8820	0,1610	1,1589	1,1992	0,3350	0,1675	1,5342	1,3667	2	2	6,9009
62	S2	D30	-5,3431	10,2865	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	41,9448	73,8347	0,0797	1,0285	1,0484	0,3350	0,1675	1,3834	1,2159	2	2	6,5994
63	S2	D31	-5,3431	10,2865	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	41,9448	79,7945	0,0053	0,9305	0,9318	0,3350	0,1675	1,2668	1,0993	2	2	6,3661
64	S2	D32	-5,3431	10,2865	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	41,9448	82,6274	0,0465	0,8922	0,9038	0,3350	0,1675	1,2388	1,0713	2	2	6,3101
65	S3	D1	19,2022	16,4362	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	48,3345	33,6553	0,5017	3,9031	4,0285	0,3350	0,1675	4,3635	4,1960	2	2	12,5595
66	S3	D2	19,2022	16,4362	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	48,3345	37,3963	0,5878	4,1695	4,3165	0,3350	0,1675	4,6515	4,4840	2	2	13,1355
67	S3	D3	19,2022	16,4362	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	48,3345	41,6688	0,6577	4,1405	4,3049	0,3350	0,1675	4,6399	4,4724	2	2	13,1123
68	S3	D4	19,2022	16,4362	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	48,3345	46,3259	0,6674	2,7974	2,9643	0,3350	0,1675	3,2993	3,1318	2	2	10,4311
69	S3	D5	19,2022	16,4362	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	48,3345	51,2630	0,6058	1,9689	2,1203	0,3350	0,1675	2,4553	2,2878	2	2	8,7432
70	S3	D6	19,2022	16,4362	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	48,3345	56,4065	0,5216	1,6480	1,7784	0,3350	0,1675	2,1134	1,9459	2	2	8,0593
71	S3	D7	19,2022	16,4362	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	48,3345	61,7049	0,4315	1,4946	1,6025	0,3350	0,1675	1,9375	1,7700	2	2	7,7075
72	S3	D8	19,2022	16,4362	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	48,3345	67,1216	0,3392	1,4067	1,4915	0,3350	0,1675	1,8265	1,6590	2	2	7,4856
73	S3	D9	19,2022	16,4362	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	48,3345	72,6299	0,2458	1,3502	1,4116	0,3350	0,1675	1,7466	1,5791	2	2	7,3258
74	S3	D10	19,2022	16,4362	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	48,3345	78,2107	0,1518	1,3109	1,3488	0,3350	0,1675	1,6838	1,5163	2	2	7,2001

Lanjutan Lampiran 17 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
75	S3	D11	19,2022	16,4362	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	48,3345	80,8826	0,1071	1,2961	1,3229	0,3350	0,1675	1,6579	1,4904	2	2	7,1483
76	S3	D12	19,2022	16,4362	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	48,3345	27,1006	0,4300	4,4520	4,5595	0,3350	0,1675	4,8945	4,7270	2	2	13,6215
77	S3	D13	19,2022	16,4362	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	48,3345	31,6267	0,4926	4,1864	4,3095	0,3350	0,1675	4,6445	4,4770	2	2	13,1216
78	S3	D14	19,2022	16,4362	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	48,3345	36,5793	0,5322	3,6969	3,8300	0,3350	0,1675	4,1650	3,9975	2	2	12,1624
79	S3	D15	19,2022	16,4362	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	48,3345	41,8073	0,5366	3,1090	3,2432	0,3350	0,1675	3,5782	3,4107	2	2	10,9888
80	S3	D16	19,2022	16,4362	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	48,3345	47,2192	0,5040	2,5873	2,7133	0,3350	0,1675	3,0483	2,8808	2	2	9,9292
81	S3	D17	19,2022	16,4362	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	48,3345	52,7585	0,4454	2,2176	2,3289	0,3350	0,1675	2,6639	2,4964	2	2	9,1603
82	S3	D18	19,2022	16,4362	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	48,3345	58,3889	0,3723	1,9726	2,0657	0,3350	0,1675	2,4007	2,2332	2	2	8,6338
83	S3	D19	19,2022	16,4362	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	48,3345	64,0864	0,2913	1,8074	1,8802	0,3350	0,1675	2,2152	2,0477	2	2	8,2629
84	S3	D20	19,2022	16,4362	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	48,3345	69,8346	0,2059	1,6913	1,7428	0,3350	0,1675	2,0778	1,9103	2	2	7,9880
85	S3	D21	19,2022	16,4362	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	48,3345	75,6219	0,1177	1,6063	1,6357	0,3350	0,1675	1,9707	1,8032	2	2	7,7739
86	S3	D22	19,2022	16,4362	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	48,3345	78,3821	0,0751	1,5736	1,5923	0,3350	0,1675	1,9273	1,7598	2	2	7,6872
87	S3	D23	19,2022	16,4362	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	48,3345	29,6355	0,4450	4,0484	4,1597	0,3350	0,1675	4,4947	4,3272	2	2	12,8219
88	S3	D24	19,2022	16,4362	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	48,3345	34,8722	0,4780	3,6288	3,7483	0,3350	0,1675	4,0833	3,9158	2	2	11,9991
89	S3	D25	19,2022	16,4362	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	48,3345	40,3221	0,4816	3,1535	3,2739	0,3350	0,1675	3,6089	3,4414	2	2	11,0503
90	S3	D26	19,2022	16,4362	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	48,3345	45,9094	0,4547	2,7150	2,8287	0,3350	0,1675	3,1637	2,9962	2	2	10,1598
91	S3	D27	19,2022	16,4362	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	48,3345	51,5895	0,4040	2,3723	2,4733	0,3350	0,1675	2,8083	2,6408	2	2	9,4491
92	S3	D28	19,2022	16,4362	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	48,3345	57,3348	0,3379	2,1239	2,2084	0,3350	0,1675	2,5434	2,3759	2	2	8,9193
93	S3	D29	19,2022	16,4362	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	48,3345	63,1275	0,2624	1,9457	2,0113	0,3350	0,1675	2,3463	2,1788	2	2	8,5250
94	S3	D30	19,2022	16,4362	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	48,3345	68,9557	0,1811	1,8152	1,8605	0,3350	0,1675	2,1955	2,0280	2	2	8,2235
95	S3	D31	19,2022	16,4362	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	48,3345	74,8111	0,0962	1,7172	1,7412	0,3350	0,1675	2,0762	1,9087	2	2	7,9849
96	S3	D32	19,2022	16,4362	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	48,3345	77,6001	0,0549	1,6789	1,6926	0,3350	0,1675	2,0276	1,8601	2	2	7,8877
141	S4	D1	25,6761	59,5865	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	40,8505	41,7396	0,3829	2,4605	2,5563	0,3350	0,1675	2,8913	2,7238	2	2	9,6150
142	S4	D2	25,6761	59,5865	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	40,8505	38,6030	0,4690	2,7270	2,8443	0,3350	0,1675	3,1793	3,0118	2	2	10,1911
143	S4	D3	25,6761	59,5865	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	40,8505	36,1966	0,5389	3,3930	3,5277	0,3350	0,1675	3,8627	3,6952	2	2	11,5579
144	S4	D4	25,6761	59,5865	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	40,8505	34,6727	0,5486	4,2399	4,3771	0,3350	0,1675	4,7121	4,5446	2	2	13,2567
145	S4	D5	25,6761	59,5865	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	40,8505	34,1496	0,4870	3,4114	3,5331	0,3350	0,1675	3,8681	3,7006	2	2	11,5688
146	S4	D6	25,6761	59,5865	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	40,8505	34,6727	0,4028	3,0905	3,1912	0,3350	0,1675	3,5262	3,3587	2	2	10,8849
147	S4	D7	25,6761	59,5865	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	40,8505	36,1966	0,3127	2,9371	3,0153	0,3350	0,1675	3,3503	3,1828	2	2	10,5331
148	S4	D8	25,6761	59,5865	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	40,8505	38,6030	0,2204	2,8493	2,9043	0,3350	0,1675	3,2393	3,0718	2	2	10,3112
149	S4	D9	25,6761	59,5865	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	40,8505	41,7396	0,1270	2,7927	2,8244	0,3350	0,1675	3,1594	2,9919	2	2	10,1514
150	S4	D10	25,6761	59,5865	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	40,8505	45,4554	0,0330	2,7534	2,7616	0,3350	0,1675	3,0966	2,9291	2	2	10,0258
151	S4	D11	25,6761	59,5865	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	40,8505	47,3848	0,0117	2,7386	2,7415	0,3350	0,1675	3,0765	2,9090	2	2	9,9856
152	S4	D12	25,6761	59,5865	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	40,8505	35,1269	0,3112	3,0095	3,0873	0,3350	0,1675	3,4223	3,2548	2	2	10,6771
153	S4	D13	25,6761	59,5865	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	40,8505	31,3353	0,3738	3,3471	3,4405	0,3350	0,1675	3,7755	3,6080	2	2	11,3836
154	S4	D14	25,6761	59,5865	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	40,8505	28,3179	0,4134	3,8366	3,9399	0,3350	0,1675	4,2749	4,1074	2	2	12,3823
155	S4	D15	25,6761	59,5865	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	40,8505	26,3420	0,4178	4,4245	4,5289	0,3350	0,1675	4,8639	4,6964	2	2	13,5603

Lanjutan Lampiran 17 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
156	S4	D16	25,6761	59,5865	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	40,8505	25,6496	0,3852	4,0298	4,1261	0,3350	0,1675	4,4611	4,2936	2	2	12,7548
157	S4	D17	25,6761	59,5865	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	40,8505	26,3420	0,3266	3,6601	3,7417	0,3350	0,1675	4,0767	3,9092	2	2	11,9860
158	S4	D18	25,6761	59,5865	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	40,8505	28,3179	0,2535	3,4151	3,4785	0,3350	0,1675	3,8135	3,6460	2	2	11,4595
159	S4	D19	25,6761	59,5865	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	40,8505	31,3353	0,1725	3,2499	3,2930	0,3350	0,1675	3,6280	3,4605	2	2	11,0886
160	S4	D20	25,6761	59,5865	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	40,8505	35,1269	0,0871	3,1338	3,1556	0,3350	0,1675	3,4906	3,3231	2	2	10,8136
161	S4	D21	25,6761	59,5865	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	40,8505	39,4703	0,0011	3,0488	3,0491	0,3350	0,1675	3,3841	3,2166	2	2	10,6007
162	S4	D22	25,6761	59,5865	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	40,8505	41,6776	0,0437	3,0161	3,0270	0,3350	0,1675	3,3620	3,1945	2	2	10,5565
163	S4	D23	25,6761	59,5865	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	40,8505	28,5413	0,3262	3,4851	3,5666	0,3350	0,1675	3,9016	3,7341	2	2	11,6357
164	S4	D24	25,6761	59,5865	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	40,8505	25,1914	0,3593	3,9047	3,9945	0,3350	0,1675	4,3295	4,1620	2	2	12,4915
165	S4	D25	25,6761	59,5865	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	40,8505	22,9479	0,3628	4,3800	4,4707	0,3350	0,1675	4,8057	4,6382	2	2	13,4438
166	S4	D26	25,6761	59,5865	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	40,8505	22,1496	0,3359	4,1575	4,2415	0,3350	0,1675	4,5765	4,4090	2	2	12,9854
167	S4	D27	25,6761	59,5865	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	40,8505	22,9479	0,2852	3,8148	3,8861	0,3350	0,1675	4,2211	4,0536	2	2	12,2747
168	S4	D28	25,6761	59,5865	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	40,8505	25,1914	0,2191	3,5664	3,6212	0,3350	0,1675	3,9562	3,7887	2	2	11,7449
169	S4	D29	25,6761	59,5865	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	40,8505	28,5413	0,1436	3,3882	3,4241	0,3350	0,1675	3,7591	3,5916	2	2	11,3506
170	S4	D30	25,6761	59,5865	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	40,8505	32,6589	0,0623	3,2577	3,2733	0,3350	0,1675	3,6083	3,4408	2	2	11,0491
171	S4	D31	25,6761	59,5865	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	40,8505	37,2908	0,0226	3,1597	3,1653	0,3350	0,1675	3,5003	3,3328	2	2	10,8332
172	S4	D32	25,6761	59,5865	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	40,8505	39,6198	0,0639	3,1214	3,1374	0,3350	0,1675	3,4724	3,3049	2	2	10,7772
217	S5	D1	13,2476	85,3697	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	43,8550	54,3155	0,4306	1,4807	1,5884	0,3350	0,1675	1,9234	1,7559	2	2	7,6793
218	S5	D2	13,2476	85,3697	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	43,8550	48,8751	0,5167	1,7472	1,8764	0,3350	0,1675	2,2114	2,0439	2	2	8,2553
219	S5	D3	13,2476	85,3697	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	43,8550	43,5818	0,5866	2,4132	2,5598	0,3350	0,1675	2,8948	2,7273	2	2	9,6221
220	S5	D4	13,2476	85,3697	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	43,8550	38,4965	0,5963	3,7562	3,9053	0,3350	0,1675	4,2403	4,0728	2	2	12,3131
221	S5	D5	13,2476	85,3697	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	43,8550	33,7132	0,5346	4,3912	4,5249	0,3350	0,1675	4,8599	4,6924	2	2	13,5522
222	S5	D6	13,2476	85,3697	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	43,8550	29,3799	0,4505	4,0703	4,1829	0,3350	0,1675	4,5179	4,3504	2	2	12,8683
223	S5	D7	13,2476	85,3697	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	43,8550	25,7251	0,3604	3,9169	4,0070	0,3350	0,1675	4,3420	4,1745	2	2	12,5166
224	S5	D8	13,2476	85,3697	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	43,8550	23,0735	0,2681	3,8291	3,8961	0,3350	0,1675	4,2311	4,0636	2	2	12,2946
225	S5	D9	13,2476	85,3697	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	43,8550	21,7942	0,1747	3,7725	3,8162	0,3350	0,1675	4,1512	3,9837	2	2	12,1348
226	S5	D10	13,2476	85,3697	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	43,8550	22,1266	0,0807	3,7332	3,7534	0,3350	0,1675	4,0884	3,9209	2	2	12,0092
227	S5	D11	13,2476	85,3697	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	43,8550	22,8418	0,0360	3,7184	3,7274	0,3350	0,1675	4,0624	3,8949	2	2	11,9573
228	S5	D12	13,2476	85,3697	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	43,8550	51,5089	0,3589	2,0297	2,1194	0,3350	0,1675	2,4544	2,2869	2	2	8,7413
229	S5	D13	13,2476	85,3697	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	43,8550	45,7358	0,4215	2,3673	2,4727	0,3350	0,1675	2,8077	2,6402	2	2	9,4478
230	S5	D14	13,2476	85,3697	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	43,8550	40,0296	0,4611	2,8568	2,9720	0,3350	0,1675	3,3070	3,1395	2	2	10,4466
231	S5	D15	13,2476	85,3697	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	43,8550	34,4234	0,4655	3,4447	3,5610	0,3350	0,1675	3,8960	3,7285	2	2	11,6245
232	S5	D16	13,2476	85,3697	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	43,8550	28,9753	0,4329	3,9663	4,0745	0,3350	0,1675	4,4095	4,2420	2	2	12,6516
233	S5	D17	13,2476	85,3697	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	43,8550	23,7944	0,3743	4,3361	4,4297	0,3350	0,1675	4,7647	4,5972	2	2	13,3619
234	S5	D18	13,2476	85,3697	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	43,8550	19,0991	0,3012	4,3949	4,4702	0,3350	0,1675	4,8052	4,6377	2	2	13,4429
235	S5	D19	13,2476	85,3697	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	43,8550	15,3420	0,2202	4,2297	4,2848	0,3350	0,1675	4,6198	4,4523	2	2	13,0720
236	S5	D20	13,2476	85,3697	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	43,8550	13,3408	0,1348	4,1136	4,1473	0,3350	0,1675	4,4823	4,3148	2	2	12,7971

Lanjutan Lampiran 17 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
237	S5	D21	13,2476	85,3697	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	43,8550	13,8773	0,0465	4,0286	4,0403	0,3350	0,1675	4,3753	4,2078	2	2	12,5830
238	S5	D22	13,2476	85,3697	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	43,8550	14,9912	0,0040	3,9959	3,9969	0,3350	0,1675	4,3319	4,1644	2	2	12,4963
239	S5	D23	13,2476	85,3697	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	43,8550	44,8494	0,3739	2,5052	2,5987	0,3350	0,1675	2,9337	2,7662	2	2	9,7000
240	S5	D24	13,2476	85,3697	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	43,8550	39,0137	0,4069	2,9249	3,0266	0,3350	0,1675	3,3616	3,1941	2	2	10,5557
241	S5	D25	13,2476	85,3697	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	43,8550	33,2366	0,4105	3,4002	3,5028	0,3350	0,1675	3,8378	3,6703	2	2	11,5081
242	S5	D26	13,2476	85,3697	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	43,8550	27,5549	0,3836	3,8387	3,9346	0,3350	0,1675	4,2696	4,1021	2	2	12,3716
243	S5	D27	13,2476	85,3697	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	43,8550	22,0426	0,3329	4,1814	4,2646	0,3350	0,1675	4,5996	4,4321	2	2	13,0317
244	S5	D28	13,2476	85,3697	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	43,8550	16,8664	0,2668	4,4298	4,4964	0,3350	0,1675	4,8314	4,6639	2	2	13,4954
245	S5	D29	13,2476	85,3697	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	43,8550	12,4530	0,1913	4,3680	4,4158	0,3350	0,1675	4,7508	4,5833	2	2	13,3341
246	S5	D30	13,2476	85,3697	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	43,8550	9,8833	0,1100	4,2375	4,2650	0,3350	0,1675	4,6000	4,4325	2	2	13,0326
247	S5	D31	13,2476	85,3697	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	43,8550	10,5963	0,0251	4,1395	4,1458	0,3350	0,1675	4,4808	4,3133	2	2	12,7940
248	S5	D32	13,2476	85,3697	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	43,8550	12,0183	0,0162	4,1012	4,1052	0,3350	0,1675	4,4402	4,2727	2	2	12,7130

ΣT	1561,8222	menit

Lampiran 18 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
97	S3	D33	19,2022	16,4362	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	42,6078	54,6303	0,4826	0,2794	0,5525	0,3350	0,1675	0,8875	0,7200	2	2	5,6074
98	S3	D34	19,2022	16,4362	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	42,6078	55,1658	0,4608	0,6377	0,7529	0,3350	0,1675	1,0879	0,9204	2	2	6,0083
99	S3	D35	19,2022	16,4362	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	42,6078	56,8716	0,3886	1,1244	1,2216	0,3350	0,1675	1,5566	1,3891	2	2	6,9456
100	S3	D36	19,2022	16,4362	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	42,6078	57,6825	0,3085	1,5062	1,5834	0,3350	0,1675	1,9184	1,7509	2	2	7,6692
101	S3	D37	19,2022	16,4362	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	42,6078	57,4906	0,2354	1,8036	1,8624	0,3350	0,1675	2,1974	2,0299	2	2	8,2274
102	S3	D38	19,2022	16,4362	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	42,6078	58,1469	0,1489	2,0102	2,0474	0,3350	0,1675	2,3824	2,2149	2	2	8,5972
103	S3	D39	19,2022	16,4362	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	42,6078	59,6234	0,0545	2,1564	2,1700	0,3350	0,1675	2,5050	2,3375	2	2	8,8424
104	S3	D40	19,2022	16,4362	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	42,6078	61,8615	0,0447	2,2632	2,2744	0,3350	0,1675	2,6094	2,4419	2	2	9,0513
105	S3	D41	19,2022	16,4362	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	42,6078	64,7823	0,1470	2,3439	2,3806	0,3350	0,1675	2,7156	2,5481	2	2	9,2638
106	S3	D42	19,2022	16,4362	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	42,6078	66,4714	0,1989	2,3771	2,4268	0,3350	0,1675	2,7618	2,5943	2	2	9,3562
107	S3	D43	19,2022	16,4362	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	42,6078	60,2919	0,3944	0,1551	0,4332	0,3350	0,1675	0,7682	0,6007	2	2	5,3689
108	S3	D44	19,2022	16,4362	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	42,6078	60,7776	0,3791	0,4189	0,5137	0,3350	0,1675	0,8487	0,6812	2	2	5,5298
109	S3	D45	19,2022	16,4362	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	42,6078	62,3299	0,3232	0,8439	0,9247	0,3350	0,1675	1,2597	1,0922	2	2	6,3519
110	S3	D46	19,2022	16,4362	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	42,6078	63,7383	0,2547	1,1734	1,2371	0,3350	0,1675	1,5721	1,4046	2	2	6,9767
111	S3	D47	19,2022	16,4362	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	42,6078	63,3623	0,2313	1,3396	1,3974	0,3350	0,1675	1,7324	1,5649	2	2	7,2974
112	S3	D48	19,2022	16,4362	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	42,6078	63,1876	0,1692	1,6171	1,6594	0,3350	0,1675	1,9944	1,8269	2	2	7,8214
113	S3	D49	19,2022	16,4362	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	42,6078	63,7854	0,0924	1,8281	1,8512	0,3350	0,1675	2,1862	2,0187	2	2	8,2048
114	S3	D50	19,2022	16,4362	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	42,6078	65,1342	0,0059	1,9874	1,9888	0,3350	0,1675	2,3238	2,1563	2	2	8,4802
115	S3	D51	19,2022	16,4362	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	42,6078	67,1890	0,0870	2,1091	2,1309	0,3350	0,1675	2,4659	2,2984	2	2	8,7642
116	S3	D52	19,2022	16,4362	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	42,6078	69,8875	0,1842	2,2039	2,2500	0,3350	0,1675	2,5850	2,4175	2	2	9,0025
117	S3	D53	19,2022	16,4362	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	42,6078	71,4560	0,2340	2,2436	2,3022	0,3350	0,1675	2,6372	2,4697	2	2	9,1068
118	S3	D54	19,2022	16,4362	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	42,6078	64,0016	0,3359	0,1253	0,3672	0,3350	0,1675	0,7022	0,5347	2	2	5,2369
119	S3	D55	19,2022	16,4362	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	42,6078	64,2690	0,3319	0,1061	0,3584	0,3350	0,1675	0,6934	0,5259	2	2	5,2192
120	S3	D56	19,2022	16,4362	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	42,6078	64,7249	0,3192	0,3266	0,4064	0,3350	0,1675	0,7414	0,5739	2	2	5,3152
121	S3	D57	19,2022	16,4362	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	42,6078	66,1847	0,2715	0,7047	0,7725	0,3350	0,1675	1,1075	0,9400	2	2	6,0476
122	S3	D58	19,2022	16,4362	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	42,6078	68,0352	0,2056	0,9987	1,0501	0,3350	0,1675	1,3851	1,2176	2	2	6,6026
123	S3	D59	19,2022	16,4362	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	42,6078	67,3502	0,1745	1,2541	1,2977	0,3350	0,1675	1,6327	1,4652	2	2	7,0978
124	S3	D60	19,2022	16,4362	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	42,6078	67,1859	0,1187	1,5139	1,5435	0,3350	0,1675	1,8785	1,7110	2	2	7,5896
125	S3	D61	19,2022	16,4362	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	42,6078	67,7484	0,0480	1,7210	1,7330	0,3350	0,1675	2,0680	1,9005	2	2	7,9685
126	S3	D62	19,2022	16,4362	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	42,6078	69,0198	0,0331	1,8836	1,8918	0,3350	0,1675	2,2268	2,0593	2	2	8,2862
127	S3	D63	19,2022	16,4362	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	42,6078	70,9622	0,1215	2,0115	2,0419	0,3350	0,1675	2,3769	2,2094	2	2	8,5862
128	S3	D64	19,2022	16,4362	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	42,6078	73,5223	0,2150	2,1133	2,1670	0,3350	0,1675	2,5020	2,3345	2	2	8,8365
129	S3	D65	19,2022	16,4362	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	42,6078	75,0149	0,2631	2,1565	2,2222	0,3350	0,1675	2,5572	2,3897	2	2	8,9470
130	S3	D66	19,2022	16,4362	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	42,6078	69,6952	0,2454	0,1226	0,2760	0,3350	0,1675	0,6110	0,4435	2	2	5,0546
131	S3	D67	19,2022	16,4362	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	42,6078	69,9409	0,2422	0,0607	0,2574	0,3350	0,1675	0,5924	0,4249	2	2	5,0173
132	S3	D68	19,2022	16,4362	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	42,6078	70,3600	0,2321	0,2385	0,2965	0,3350	0,1675	0,6315	0,4640	2	2	5,0956
133	S3	D69	19,2022	16,4362	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	42,6078	71,7052	0,1929	0,5597	0,6079	0,3350	0,1675	0,9429	0,7754	2	2	5,7184

Lanjutan Lampiran 18 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
134	S3	D70	19,2022	16,4362	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	42,6078	73,6935	0,1334	0,8218	0,8552	0,3350	0,1675	1,1902	1,0227	2	2	6,2128
135	S3	D71	19,2022	16,4362	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	42,6078	73,8529	0,1213	0,8929	0,9232	0,3350	0,1675	1,2582	1,0907	2	2	6,3490
136	S3	D72	19,2022	16,4362	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	42,6078	73,0353	0,0911	1,1613	1,1841	0,3350	0,1675	1,5191	1,3516	2	2	6,8707
137	S3	D73	19,2022	16,4362	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	42,6078	72,8838	0,0426	1,3961	1,4068	0,3350	0,1675	1,7418	1,5743	2	2	7,3160
138	S3	D74	19,2022	16,4362	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	42,6078	73,4026	0,0204	1,5930	1,5981	0,3350	0,1675	1,9331	1,7656	2	2	7,6988
139	S3	D75	19,2022	16,4362	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	42,6078	74,5777	0,0943	1,7548	1,7784	0,3350	0,1675	2,1134	1,9459	2	2	8,0593
140	S3	D76	19,2022	16,4362	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	42,6078	76,3789	0,1764	1,8869	1,9310	0,3350	0,1675	2,2660	2,0985	2	2	8,3645
173	S4	D33	25,6761	59,5865	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	53,6707	60,1026	0,6582	1,5853	1,7498	0,3350	0,1675	2,0848	1,9173	2	2	8,0022
174	S4	D34	25,6761	59,5865	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	53,6707	58,0437	0,6364	1,9436	2,1027	0,3350	0,1675	2,4377	2,2702	2	2	8,7078
175	S4	D35	25,6761	59,5865	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	53,6707	54,3698	0,5642	2,4303	2,5714	0,3350	0,1675	2,9064	2,7389	2	2	9,6452
176	S4	D36	25,6761	59,5865	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	53,6707	49,5398	0,4841	2,8121	2,9331	0,3350	0,1675	3,2681	3,1006	2	2	10,3688
177	S4	D37	25,6761	59,5865	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	53,6707	44,2068	0,4110	3,1095	3,2122	0,3350	0,1675	3,5472	3,3797	2	2	10,9269
178	S4	D38	25,6761	59,5865	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	53,6707	39,3990	0,3245	3,3160	3,3972	0,3350	0,1675	3,7322	3,5647	2	2	11,2968
179	S4	D39	25,6761	59,5865	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	53,6707	35,3317	0,2301	3,4622	3,5198	0,3350	0,1675	3,8548	3,6873	2	2	11,5420
180	S4	D40	25,6761	59,5865	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	53,6707	32,2858	0,1309	3,5691	3,6018	0,3350	0,1675	3,9368	3,7693	2	2	11,7061
181	S4	D41	25,6761	59,5865	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	53,6707	30,5682	0,0286	3,6498	3,6569	0,3350	0,1675	3,9919	3,8244	2	2	11,8164
182	S4	D42	25,6761	59,5865	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	53,6707	30,2851	0,0233	3,6830	3,6888	0,3350	0,1675	4,0238	3,8563	2	2	11,8802
183	S4	D43	25,6761	59,5865	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	53,6707	64,7237	0,5700	1,4610	1,6035	0,3350	0,1675	1,9385	1,7710	2	2	7,7095
184	S4	D44	25,6761	59,5865	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	53,6707	62,8165	0,5547	1,7248	1,8634	0,3350	0,1675	2,1984	2,0309	2	2	8,2294
185	S4	D45	25,6761	59,5865	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	53,6707	59,4383	0,4988	2,1498	2,2745	0,3350	0,1675	2,6095	2,4420	2	2	9,0515
186	S4	D46	25,6761	59,5865	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	53,6707	55,8436	0,4303	2,4793	2,5869	0,3350	0,1675	2,9219	2,7544	2	2	9,6762
187	S4	D47	25,6761	59,5865	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	53,6707	53,2150	0,4069	2,6455	2,7472	0,3350	0,1675	3,0822	2,9147	2	2	9,9969
188	S4	D48	25,6761	59,5865	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	53,6707	48,2895	0,3448	2,9230	3,0092	0,3350	0,1675	3,3442	3,1767	2	2	10,5209
189	S4	D49	25,6761	59,5865	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	53,6707	43,9309	0,2680	3,1340	3,2009	0,3350	0,1675	3,5359	3,3684	2	2	10,9044
190	S4	D50	25,6761	59,5865	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	53,6707	40,3233	0,1815	3,2932	3,3386	0,3350	0,1675	3,6736	3,5061	2	2	11,1797
191	S4	D51	25,6761	59,5865	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	53,6707	37,6830	0,0886	3,4150	3,4372	0,3350	0,1675	3,7722	3,6047	2	2	11,3768
192	S4	D52	25,6761	59,5865	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	53,6707	36,2223	0,0086	3,5098	3,5120	0,3350	0,1675	3,8470	3,6795	2	2	11,5264
193	S4	D53	25,6761	59,5865	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	53,6707	35,9837	0,0584	3,5495	3,5641	0,3350	0,1675	3,8991	3,7316	2	2	11,6308
194	S4	D54	25,6761	59,5865	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	53,6707	70,0037	0,5115	1,1806	1,3084	0,3350	0,1675	1,6434	1,4759	2	2	7,1193
195	S4	D55	25,6761	59,5865	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	53,6707	68,0644	0,5075	1,4120	1,5388	0,3350	0,1675	1,8738	1,7063	2	2	7,5801
196	S4	D56	25,6761	59,5865	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	53,6707	66,2534	0,4948	1,6325	1,7561	0,3350	0,1675	2,0911	1,9236	2	2	8,0148
197	S4	D57	25,6761	59,5865	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	53,6707	63,0596	0,4471	2,0106	2,1223	0,3350	0,1675	2,4573	2,2898	2	2	8,7471
198	S4	D58	25,6761	59,5865	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	53,6707	60,2074	0,3813	2,3045	2,3999	0,3350	0,1675	2,7349	2,5674	2	2	9,3022
199	S4	D59	25,6761	59,5865	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	53,6707	55,9969	0,3501	2,5599	2,6475	0,3350	0,1675	2,9825	2,8150	2	2	9,7974
200	S4	D60	25,6761	59,5865	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	53,6707	51,3390	0,2943	2,8198	2,8933	0,3350	0,1675	3,2283	3,0608	2	2	10,2892
201	S4	D61	25,6761	59,5865	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	53,6707	47,2624	0,2236	3,0269	3,0828	0,3350	0,1675	3,4178	3,2503	2	2	10,6680
202	S4	D62	25,6761	59,5865	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	53,6707	43,9293	0,1425	3,1894	3,2251	0,3350	0,1675	3,5601	3,3926	2	2	10,9526

Lanjutan Lampiran 18 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
203	S4	D63	25,6761	59,5865	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	53,6707	41,5190	0,0541	3,3174	3,3309	0,3350	0,1675	3,6659	3,4984	2	2	11,1643
204	S4	D64	25,6761	59,5865	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	53,6707	40,1979	0,0394	3,4192	3,4290	0,3350	0,1675	3,7640	3,5965	2	2	11,3605
205	S4	D65	25,6761	59,5865	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	53,6707	39,9830	0,0875	3,4623	3,4842	0,3350	0,1675	3,8192	3,6517	2	2	11,4710
206	S4	D66	25,6761	59,5865	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	53,6707	74,7525	0,4210	1,1833	1,2885	0,3350	0,1675	1,6235	1,4560	2	2	7,0796
207	S4	D67	25,6761	59,5865	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	53,6707	72,9396	0,4178	1,3666	1,4711	0,3350	0,1675	1,8061	1,6386	2	2	7,4446
208	S4	D68	25,6761	59,5865	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	53,6707	71,2526	0,4077	1,5444	1,6463	0,3350	0,1675	1,9813	1,8138	2	2	7,7952
209	S4	D69	25,6761	59,5865	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	53,6707	68,2930	0,3685	1,8656	1,9577	0,3350	0,1675	2,2927	2,1252	2	2	8,4180
210	S4	D70	25,6761	59,5865	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	53,6707	65,9465	0,3090	2,1277	2,2049	0,3350	0,1675	2,5399	2,3724	2	2	8,9124
211	S4	D71	25,6761	59,5865	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	53,6707	64,9757	0,2969	2,1988	2,2730	0,3350	0,1675	2,6080	2,4405	2	2	9,0486
212	S4	D72	25,6761	59,5865	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	53,6707	60,1987	0,2667	2,4672	2,5339	0,3350	0,1675	2,8689	2,7014	2	2	9,5703
213	S4	D73	25,6761	59,5865	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	53,6707	55,8921	0,2182	2,7020	2,7566	0,3350	0,1675	3,0916	2,9241	2	2	10,0156
214	S4	D74	25,6761	59,5865	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	53,6707	52,1725	0,1552	2,8989	2,9377	0,3350	0,1675	3,2727	3,1052	2	2	10,3780
215	S4	D75	25,6761	59,5865	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	53,6707	49,1733	0,0813	3,0607	3,0810	0,3350	0,1675	3,4160	3,2485	2	2	10,6645
216	S4	D76	25,6761	59,5865	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	53,6707	47,0325	0,0008	3,1928	3,1930	0,3350	0,1675	3,5280	3,3605	2	2	10,8885
249	S6	D33	56,9612	10,7865	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	10,1575	20,5520	0,0325	1,1624	1,1705	0,3350	0,1675	1,5055	1,3380	2	2	6,8434
250	S6	D34	56,9612	10,7865	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	10,1575	22,8196	0,0543	0,8041	0,8176	0,3350	0,1675	1,1526	0,9851	2	2	6,1378
251	S6	D35	56,9612	10,7865	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	10,1575	28,1236	0,1265	0,3173	0,3489	0,3350	0,1675	0,6839	0,5164	2	2	5,2004
252	S6	D36	56,9612	10,7865	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	10,1575	33,3207	0,2066	0,0645	0,2227	0,3350	0,1675	0,5577	0,3902	2	2	4,9478
253	S6	D37	56,9612	10,7865	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	10,1575	37,6959	0,2797	0,3618	0,4318	0,3350	0,1675	0,7668	0,5993	2	2	5,3660
254	S6	D38	56,9612	10,7865	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	10,1575	42,7748	0,3662	0,5684	0,6600	0,3350	0,1675	0,9950	0,8275	2	2	5,8224
255	S6	D39	56,9612	10,7865	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	10,1575	48,3362	0,4606	0,7146	0,8298	0,3350	0,1675	1,1648	0,9973	2	2	6,1620
256	S6	D40	56,9612	10,7865	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	10,1575	54,2319	0,5598	0,8215	0,9614	0,3350	0,1675	1,2964	1,1289	2	2	6,4254
257	S6	D41	56,9612	10,7865	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	10,1575	60,3640	0,6621	0,9022	1,0677	0,3350	0,1675	1,4027	1,2352	2	2	6,6378
258	S6	D42	56,9612	10,7865	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	10,1575	63,4974	0,7140	0,9354	1,1139	0,3350	0,1675	1,4489	1,2814	2	2	6,7302
259	S6	D43	56,9612	10,7865	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	10,1575	25,3491	0,1206	1,2867	1,3168	0,3350	0,1675	1,6518	1,4843	2	2	7,1362
260	S6	D44	56,9612	10,7865	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	10,1575	27,2200	0,1360	1,0228	1,0569	0,3350	0,1675	1,3919	1,2244	2	2	6,6162
261	S6	D45	56,9612	10,7865	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	10,1575	31,7982	0,1919	0,5978	0,6458	0,3350	0,1675	0,9808	0,8133	2	2	5,7942
262	S6	D46	56,9612	10,7865	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	10,1575	36,5872	0,2603	0,2683	0,3334	0,3350	0,1675	0,6684	0,5009	2	2	5,1694
263	S6	D47	56,9612	10,7865	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	10,1575	38,1733	0,2838	0,1021	0,3093	0,3350	0,1675	0,6443	0,4768	2	2	5,1211
264	S6	D48	56,9612	10,7865	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	10,1575	42,0466	0,3459	0,1754	0,3897	0,3350	0,1675	0,7247	0,5572	2	2	5,2819
265	S6	D49	56,9612	10,7865	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	10,1575	46,6543	0,4227	0,3863	0,5193	0,3350	0,1675	0,8543	0,6868	2	2	5,5410
266	S6	D50	56,9612	10,7865	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	10,1575	51,8008	0,5092	0,5456	0,6729	0,3350	0,1675	1,0079	0,8404	2	2	5,8483
267	S6	D51	56,9612	10,7865	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	10,1575	57,3414	0,6021	0,6674	0,8179	0,3350	0,1675	1,1529	0,9854	2	2	6,1383
268	S6	D52	56,9612	10,7865	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	10,1575	63,1723	0,6993	0,7622	0,9370	0,3350	0,1675	1,2720	1,1045	2	2	6,3765
269	S6	D53	56,9612	10,7865	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	10,1575	66,1729	0,7491	0,8019	0,9892	0,3350	0,1675	1,3242	1,1567	2	2	6,4809
270	S6	D54	56,9612	10,7865	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	10,1575	27,6052	0,1792	1,5671	1,6119	0,3350	0,1675	1,9469	1,7794	2	2	7,7263
271	S6	D55	56,9612	10,7865	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	10,1575	28,9119	0,1832	1,3357	1,3815	0,3350	0,1675	1,7165	1,5490	2	2	7,2655

Lanjutan Lampiran 18 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
272	S6	D56	56,9612	10,7865	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	10,1575	30,5655	0,1959	1,1152	1,1642	0,3350	0,1675	1,4992	1,3317	2	2	6,8308
273	S6	D57	56,9612	10,7865	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	10,1575	34,7051	0,2436	0,7371	0,7980	0,3350	0,1675	1,1330	0,9655	2	2	6,0985
274	S6	D58	56,9612	10,7865	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	10,1575	39,4467	0,3094	0,4431	0,5205	0,3350	0,1675	0,8555	0,6880	2	2	5,5434
275	S6	D59	56,9612	10,7865	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	10,1575	41,7069	0,3406	0,1877	0,3875	0,3350	0,1675	0,7225	0,5550	2	2	5,2776
276	S6	D60	56,9612	10,7865	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	10,1575	45,2789	0,3964	0,0721	0,4144	0,3350	0,1675	0,7494	0,5819	2	2	5,3314
277	S6	D61	56,9612	10,7865	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	10,1575	49,5872	0,4671	0,2792	0,5369	0,3350	0,1675	0,8719	0,7044	2	2	5,5763
278	S6	D62	56,9612	10,7865	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	10,1575	54,4572	0,5482	0,4418	0,6586	0,3350	0,1675	0,9936	0,8261	2	2	5,8198
279	S6	D63	56,9612	10,7865	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	10,1575	59,7520	0,6366	0,5697	0,7790	0,3350	0,1675	1,1140	0,9465	2	2	6,0605
280	S6	D64	56,9612	10,7865	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	10,1575	65,3683	0,7300	0,6715	0,8979	0,3350	0,1675	1,2329	1,0654	2	2	6,2984
281	S6	D65	56,9612	10,7865	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	10,1575	68,2724	0,7782	0,7147	0,9569	0,3350	0,1675	1,2919	1,1244	2	2	6,4163
282	S6	D66	56,9612	10,7865	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	10,1575	33,0578	0,2697	1,5643	1,6318	0,3350	0,1675	1,9668	1,7993	2	2	7,7660
283	S6	D67	56,9612	10,7865	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	10,1575	34,1565	0,2729	1,3810	1,4492	0,3350	0,1675	1,7842	1,6167	2	2	7,4010
284	S6	D68	56,9612	10,7865	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	10,1575	35,5671	0,2830	1,2032	1,2740	0,3350	0,1675	1,6090	1,4415	2	2	7,0504
285	S6	D69	56,9612	10,7865	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	10,1575	39,1819	0,3222	0,8820	0,9626	0,3350	0,1675	1,2976	1,1301	2	2	6,4277
286	S6	D70	56,9612	10,7865	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	10,1575	43,6282	0,3817	0,6199	0,7154	0,3350	0,1675	1,0504	0,8829	2	2	5,9332
287	S6	D71	56,9612	10,7865	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	10,1575	44,5452	0,3938	0,5488	0,6473	0,3350	0,1675	0,9823	0,8148	2	2	5,7971
288	S6	D72	56,9612	10,7865	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	10,1575	46,8720	0,4240	0,2804	0,4941	0,3350	0,1675	0,8291	0,6616	2	2	5,4906
289	S6	D73	56,9612	10,7865	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	10,1575	50,0769	0,4725	0,0456	0,4839	0,3350	0,1675	0,8189	0,6514	2	2	5,4703
290	S6	D74	56,9612	10,7865	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	10,1575	54,0038	0,5355	0,1513	0,5733	0,3350	0,1675	0,9083	0,7408	2	2	5,6491
291	S6	D75	56,9612	10,7865	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	10,1575	58,5073	0,6094	0,3131	0,6877	0,3350	0,1675	1,0227	0,8552	2	2	5,8779
292	S6	D76	56,9612	10,7865	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	10,1575	63,4651	0,6915	0,4451	0,8028	0,3350	0,1675	1,1378	0,9703	2	2	6,1080
293	S7	D33	68,9612	6,2705	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	15,3494	17,3987	0,0499	2,5585	2,5710	0,3350	0,1675	2,9060	2,7385	2	2	9,6445
294	S7	D34	68,9612	6,2705	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	15,3494	20,8009	0,0281	2,2002	2,2073	0,3350	0,1675	2,5423	2,3748	2	2	8,9171
295	S7	D35	68,9612	6,2705	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	15,3494	27,6785	0,0441	1,7135	1,7245	0,3350	0,1675	2,0595	1,8920	2	2	7,9515
296	S7	D36	68,9612	6,2705	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	15,3494	34,5900	0,1241	1,3317	1,3627	0,3350	0,1675	1,6977	1,5302	2	2	7,2280
297	S7	D37	68,9612	6,2705	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	15,3494	40,5700	0,1973	1,0343	1,0837	0,3350	0,1675	1,4187	1,2512	2	2	6,6698
298	S7	D38	68,9612	6,2705	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	15,3494	46,8337	0,2838	0,8278	0,8987	0,3350	0,1675	1,2337	1,0662	2	2	6,2999
299	S7	D39	68,9612	6,2705	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	15,3494	53,2808	0,3782	0,6816	0,7761	0,3350	0,1675	1,1111	0,9436	2	2	6,0547
300	S7	D40	68,9612	6,2705	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	15,3494	59,8524	0,4774	0,5747	0,6941	0,3350	0,1675	1,0291	0,8616	2	2	5,8906
301	S7	D41	68,9612	6,2705	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	15,3494	66,5115	0,5796	0,4940	0,7031	0,3350	0,1675	1,0381	0,8706	2	2	5,9088
302	S7	D42	68,9612	6,2705	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	15,3494	69,8660	0,6316	0,4608	0,7468	0,3350	0,1675	1,0818	0,9143	2	2	5,9960
303	S7	D43	68,9612	6,2705	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	15,3494	19,6496	0,0382	2,6828	2,6924	0,3350	0,1675	3,0274	2,8599	2	2	9,8873
304	S7	D44	68,9612	6,2705	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	15,3494	22,7171	0,0536	2,4190	2,4324	0,3350	0,1675	2,7674	2,5999	2	2	9,3674
305	S7	D45	68,9612	6,2705	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	15,3494	29,1460	0,1095	1,9940	2,0214	0,3350	0,1675	2,3564	2,1889	2	2	8,5453
306	S7	D46	68,9612	6,2705	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	15,3494	35,5348	0,1779	1,6645	1,7090	0,3350	0,1675	2,0440	1,8765	2	2	7,9205
307	S7	D47	68,9612	6,2705	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	15,3494	38,0877	0,2014	1,4983	1,5487	0,3350	0,1675	1,8837	1,7162	2	2	7,5998
308	S7	D48	68,9612	6,2705	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	15,3494	43,5905	0,2635	1,2208	1,2867	0,3350	0,1675	1,6217	1,4542	2	2	7,0758

Lanjutan Lampiran 18 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
309	S7	D49	68,9612	6,2705	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	15,3494	49,4732	0,3403	1,0099	1,0949	0,3350	0,1675	1,4299	1,2624	2	2	6,6924
310	S7	D50	68,9612	6,2705	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	15,3494	55,6152	0,4268	0,8506	0,9573	0,3350	0,1675	1,2923	1,1248	2	2	6,4170
311	S7	D51	68,9612	6,2705	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	15,3494	61,9396	0,5197	0,7288	0,8587	0,3350	0,1675	1,1937	1,0262	2	2	6,2200
312	S7	D52	68,9612	6,2705	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	15,3494	68,3958	0,6169	0,6340	0,7882	0,3350	0,1675	1,1232	0,9557	2	2	6,0789
313	S7	D53	68,9612	6,2705	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	15,3494	71,6621	0,6667	0,5943	0,8153	0,3350	0,1675	1,1503	0,9828	2	2	6,1331
314	S7	D54	68,9612	6,2705	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	15,3494	19,4413	0,0968	2,9633	2,9875	0,3350	0,1675	3,3225	3,1550	2	2	10,4774
315	S7	D55	68,9612	6,2705	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	15,3494	21,9869	0,1008	2,7318	2,7571	0,3350	0,1675	3,0921	2,9246	2	2	10,0166
316	S7	D56	68,9612	6,2705	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	15,3494	24,7667	0,1135	2,5114	2,5397	0,3350	0,1675	2,8747	2,7072	2	2	9,5820
317	S7	D57	68,9612	6,2705	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	15,3494	30,7703	0,1612	2,1333	2,1736	0,3350	0,1675	2,5086	2,3411	2	2	8,8496
318	S7	D58	68,9612	6,2705	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	15,3494	37,0039	0,2270	1,8393	1,8960	0,3350	0,1675	2,2310	2,0635	2	2	8,2945
319	S7	D59	68,9612	6,2705	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	15,3494	40,8394	0,2582	1,5839	1,6484	0,3350	0,1675	1,9834	1,8159	2	2	7,7993
320	S7	D60	68,9612	6,2705	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	15,3494	46,0144	0,3140	1,3240	1,4025	0,3350	0,1675	1,7375	1,5700	2	2	7,3076
321	S7	D61	68,9612	6,2705	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	15,3494	51,6216	0,3847	1,1169	1,2131	0,3350	0,1675	1,5481	1,3806	2	2	6,9287
322	S7	D62	68,9612	6,2705	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	15,3494	57,5347	0,4658	0,9544	1,0708	0,3350	0,1675	1,4058	1,2383	2	2	6,6441
323	S7	D63	68,9612	6,2705	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	15,3494	63,6687	0,5542	0,8264	0,9650	0,3350	0,1675	1,3000	1,1325	2	2	6,4324
324	S7	D64	68,9612	6,2705	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	15,3494	69,9655	0,6476	0,7246	0,8866	0,3350	0,1675	1,2216	1,0541	2	2	6,2756
325	S7	D65	68,9612	6,2705	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	15,3494	73,1618	0,6958	0,6815	0,8662	0,3350	0,1675	1,2012	1,0337	2	2	6,2349
326	S7	D66	68,9612	6,2705	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	15,3494	23,9151	0,1873	2,9605	3,0073	0,3350	0,1675	3,3423	3,1748	2	2	10,5172
327	S7	D67	68,9612	6,2705	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	15,3494	26,0268	0,1905	2,7772	2,8248	0,3350	0,1675	3,1598	2,9923	2	2	10,1521
328	S7	D68	68,9612	6,2705	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	15,3494	28,4140	0,2006	2,5994	2,6495	0,3350	0,1675	2,9845	2,8170	2	2	9,8016
329	S7	D69	68,9612	6,2705	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	15,3494	33,7755	0,2398	2,2782	2,3381	0,3350	0,1675	2,6731	2,5056	2	2	9,1788
330	S7	D70	68,9612	6,2705	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	15,3494	39,6511	0,2993	2,0161	2,0909	0,3350	0,1675	2,4259	2,2584	2	2	8,6844
331	S7	D71	68,9612	6,2705	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	15,3494	41,0022	0,3114	1,9450	2,0228	0,3350	0,1675	2,3578	2,1903	2	2	8,5482
332	S7	D72	68,9612	6,2705	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	15,3494	45,0849	0,3416	1,6766	1,7620	0,3350	0,1675	2,0970	1,9295	2	2	8,0264
333	S7	D73	68,9612	6,2705	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	15,3494	49,8208	0,3901	1,4418	1,5393	0,3350	0,1675	1,8743	1,7068	2	2	7,5811
334	S7	D74	68,9612	6,2705	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	15,3494	55,0416	0,4531	1,2449	1,3581	0,3350	0,1675	1,6931	1,5256	2	2	7,2188
335	S7	D75	68,9612	6,2705	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	15,3494	60,6220	0,5270	1,0831	1,2149	0,3350	0,1675	1,5499	1,3824	2	2	6,9322
336	S7	D76	68,9612	6,2705	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	15,3494	66,4717	0,6091	0,9510	1,1033	0,3350	0,1675	1,4383	1,2708	2	2	6,7091
337	S8	D33	84,0655	59,5753	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	45,6582	38,0083	0,5310	3,3678	3,5005	0,3350	0,1675	3,8355	3,6680	2	2	11,5035
338	S8	D34	84,0655	59,5753	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	45,6582	34,6620	0,5092	3,7261	3,8534	0,3350	0,1675	4,1884	4,0209	2	2	12,2092
339	S8	D35	84,0655	59,5753	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	45,6582	28,0822	0,4370	4,2128	4,3221	0,3350	0,1675	4,6571	4,4896	2	2	13,1466
340	S8	D36	84,0655	59,5753	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	45,6582	22,6184	0,3569	4,3814	4,4706	0,3350	0,1675	4,8056	4,6381	2	2	13,4437
341	S8	D37	84,0655	59,5753	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	45,6582	20,5060	0,2838	4,0840	4,1550	0,3350	0,1675	4,4900	4,3225	2	2	12,8125
342	S8	D38	84,0655	59,5753	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	45,6582	20,6737	0,1973	3,8775	3,9268	0,3350	0,1675	4,2618	4,0943	2	2	12,3560
343	S8	D39	84,0655	59,5753	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	45,6582	23,0718	0,1029	3,7312	3,7570	0,3350	0,1675	4,0920	3,9245	2	2	12,0164
344	S8	D40	84,0655	59,5753	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	45,6582	27,1148	0,0037	3,6244	3,6253	0,3350	0,1675	3,9603	3,7928	2	2	11,7531
345	S8	D41	84,0655	59,5753	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	45,6582	32,1888	0,0986	3,5437	3,5683	0,3350	0,1675	3,9033	3,7358	2	2	11,6392

Lanjutan Lampiran 18 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 2

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
346	S8	D42	84,0655	59,5753	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	45,6582	34,9760	0,1505	3,5105	3,5481	0,3350	0,1675	3,8831	3,7156	2	2	11,5987
347	S8	D43	84,0655	59,5753	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	45,6582	36,8216	0,4429	3,2435	3,3542	0,3350	0,1675	3,6892	3,5217	2	2	11,2108
348	S8	D44	84,0655	59,5753	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	45,6582	33,3565	0,4275	3,5073	3,6141	0,3350	0,1675	3,9491	3,7816	2	2	11,7308
349	S8	D45	84,0655	59,5753	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	45,6582	26,4540	0,3716	3,9323	4,0252	0,3350	0,1675	4,3602	4,1927	2	2	12,5528
350	S8	D46	84,0655	59,5753	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	45,6582	19,8776	0,3032	4,2618	4,3376	0,3350	0,1675	4,6726	4,5051	2	2	13,1776
351	S8	D47	84,0655	59,5753	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	45,6582	17,6873	0,2797	4,4280	4,4979	0,3350	0,1675	4,8329	4,6654	2	2	13,4983
352	S8	D48	84,0655	59,5753	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	45,6582	14,8911	0,2176	4,2705	4,3249	0,3350	0,1675	4,6599	4,4924	2	2	13,1523
353	S8	D49	84,0655	59,5753	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	45,6582	15,1212	0,1408	4,0595	4,0947	0,3350	0,1675	4,4297	4,2622	2	2	12,6920
354	S8	D50	84,0655	59,5753	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	45,6582	18,2635	0,0543	3,9002	3,9138	0,3350	0,1675	4,2488	4,0813	2	2	12,3301
355	S8	D51	84,0655	59,5753	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	45,6582	23,1617	0,0386	3,7785	3,7881	0,3350	0,1675	4,1231	3,9556	2	2	12,0788
356	S8	D52	84,0655	59,5753	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	45,6582	28,9373	0,1358	3,6837	3,7176	0,3350	0,1675	4,0526	3,8851	2	2	11,9378
357	S8	D53	84,0655	59,5753	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	45,6582	32,0089	0,1856	3,6440	3,6904	0,3350	0,1675	4,0254	3,8579	2	2	11,8832
358	S8	D54	84,0655	59,5753	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	45,6582	39,9998	0,3843	2,9630	3,0591	0,3350	0,1675	3,3941	3,2266	2	2	10,6207
359	S8	D55	84,0655	59,5753	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	45,6582	36,5009	0,3803	3,1944	3,2895	0,3350	0,1675	3,6245	3,4570	2	2	11,0815
360	S8	D56	84,0655	59,5753	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	45,6582	33,0022	0,3676	3,4149	3,5068	0,3350	0,1675	3,8418	3,6743	2	2	11,5162
361	S8	D57	84,0655	59,5753	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	45,6582	26,0058	0,3199	3,7930	3,8730	0,3350	0,1675	4,2080	4,0405	2	2	12,2485
362	S8	D58	84,0655	59,5753	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	45,6582	19,0305	0,2541	4,0870	4,1505	0,3350	0,1675	4,4855	4,3180	2	2	12,8036
363	S8	D59	84,0655	59,5753	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	45,6582	14,5659	0,2229	4,3424	4,3982	0,3350	0,1675	4,7332	4,5657	2	2	13,2988
364	S8	D60	84,0655	59,5753	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	45,6582	11,0032	0,1671	4,3737	4,4155	0,3350	0,1675	4,7505	4,5830	2	2	13,3335
365	S8	D61	84,0655	59,5753	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	45,6582	11,3126	0,0964	4,1666	4,1907	0,3350	0,1675	4,5257	4,3582	2	2	12,8839
366	S8	D62	84,0655	59,5753	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	45,6582	15,2604	0,0153	4,0040	4,0079	0,3350	0,1675	4,3429	4,1754	2	2	12,5182
367	S8	D63	84,0655	59,5753	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	45,6582	20,8755	0,0731	3,8761	3,8944	0,3350	0,1675	4,2294	4,0619	2	2	12,2913
368	S8	D64	84,0655	59,5753	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	45,6582	27,1421	0,1665	3,7743	3,8160	0,3350	0,1675	4,1510	3,9835	2	2	12,1344
369	S8	D65	84,0655	59,5753	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	45,6582	30,3957	0,2147	3,7311	3,7848	0,3350	0,1675	4,1198	3,9523	2	2	12,0722
370	S8	D66	84,0655	59,5753	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	45,6582	40,2712	0,2938	2,9658	3,0392	0,3350	0,1675	3,3742	3,2067	2	2	10,5810
371	S8	D67	84,0655	59,5753	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	45,6582	36,7981	0,2906	3,1491	3,2218	0,3350	0,1675	3,5568	3,3893	2	2	10,9460
372	S8	D68	84,0655	59,5753	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	45,6582	33,3305	0,2805	3,3269	3,3970	0,3350	0,1675	3,7320	3,5645	2	2	11,2966
373	S8	D69	84,0655	59,5753	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	45,6582	26,4212	0,2413	3,6481	3,7084	0,3350	0,1675	4,0434	3,8759	2	2	11,9193
374	S8	D70	84,0655	59,5753	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	45,6582	19,5765	0,1818	3,9102	3,9556	0,3350	0,1675	4,2906	4,1231	2	2	12,4138
375	S8	D71	84,0655	59,5753	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	45,6582	17,6943	0,1697	3,9813	4,0237	0,3350	0,1675	4,3587	4,1912	2	2	12,5499
376	S8	D72	84,0655	59,5753	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	45,6582	11,1352	0,1395	4,2497	4,2846	0,3350	0,1675	4,6196	4,4521	2	2	13,0717
377	S8	D73	84,0655	59,5753	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	45,6582	5,7356	0,0910	4,4845	4,5072	0,3350	0,1675	4,8422	4,6747	2	2	13,5170
378	S8	D74	84,0655	59,5753	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	45,6582	6,3090	0,0280	4,2946	4,3016	0,3350	0,1675	4,6366	4,4691	2	2	13,1056
379	S8	D75	84,0655	59,5753	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	45,6582	12,0294	0,0459	4,1328	4,1443	0,3350	0,1675	4,4793	4,3118	2	2	12,7910
380	S8	D76	84,0655	59,5753	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	45,6582	18,6444	0,1280	4,0007	4,0327	0,3350	0,1675	4,3677	4,2002	2	2	12,5679

ΣT	1904,3112	menit

Lampiran 19 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
1	S1	D1	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	26,1112	10,7436	0,1489	4,1294	4,1667	0,3350	0,1675	4,5017	4,3342	2	2	12,8358
2	S1	D2	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	26,1112	16,5808	0,2351	3,8629	3,9217	0,3350	0,1675	4,2567	4,0892	2	2	12,3459
3	S1	D3	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	26,1112	22,5038	0,3049	3,1970	3,2732	0,3350	0,1675	3,6082	3,4407	2	2	11,0490
4	S1	D4	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	26,1112	28,4590	0,3146	1,8539	1,9326	0,3350	0,1675	2,2676	2,1001	2	2	8,3677
5	S1	D5	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	26,1112	34,4298	0,2530	1,0254	1,0887	0,3350	0,1675	1,4237	1,2562	2	2	6,6798
6	S1	D6	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	26,1112	40,4093	0,1689	0,7045	0,7467	0,3350	0,1675	1,0817	0,9142	2	2	5,9959
7	S1	D7	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	26,1112	46,3940	0,0788	0,5511	0,5708	0,3350	0,1675	0,9058	0,7383	2	2	5,6441
8	S1	D8	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	26,1112	52,3823	0,0136	0,4633	0,4666	0,3350	0,1675	0,8016	0,6341	2	2	5,4358
9	S1	D9	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	26,1112	58,3729	0,1070	0,4067	0,4334	0,3350	0,1675	0,7684	0,6009	2	2	5,3694
10	S1	D10	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	26,1112	64,3653	0,2009	0,3674	0,4176	0,3350	0,1675	0,7526	0,5851	2	2	5,3377
11	S1	D11	-11,5578	25,2951	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	26,1112	67,2122	0,2457	0,3526	0,4140	0,3350	0,1675	0,7490	0,5815	2	2	5,3306
12	S1	D12	-11,5578	25,2951	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	26,1112	15,4954	0,0772	3,5805	3,5998	0,3350	0,1675	3,9348	3,7673	2	2	11,7021
13	S1	D13	-11,5578	25,2951	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	26,1112	19,9901	0,1399	3,2429	3,2778	0,3350	0,1675	3,6128	3,4453	2	2	11,0582
14	S1	D14	-11,5578	25,2951	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	26,1112	25,1218	0,1794	2,7534	2,7983	0,3350	0,1675	3,1333	2,9658	2	2	10,0990
15	S1	D15	-11,5578	25,2951	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	26,1112	30,5712	0,1838	2,1655	2,2115	0,3350	0,1675	2,5465	2,3790	2	2	8,9254
16	S1	D16	-11,5578	25,2951	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	26,1112	36,1952	0,1512	1,6438	1,6817	0,3350	0,1675	2,0167	1,8492	2	2	7,8658
17	S1	D17	-11,5578	25,2951	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	26,1112	41,9237	0,0927	1,2741	1,2972	0,3350	0,1675	1,6322	1,4647	2	2	7,0970
18	S1	D18	-11,5578	25,2951	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	26,1112	47,7189	0,0196	1,0291	1,0340	0,3350	0,1675	1,3690	1,2015	2	2	6,5705
19	S1	D19	-11,5578	25,2951	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	26,1112	53,5592	0,0614	0,8639	0,8792	0,3350	0,1675	1,2142	1,0467	2	2	6,2610
20	S1	D20	-11,5578	25,2951	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	26,1112	59,4313	0,1469	0,7478	0,7845	0,3350	0,1675	1,1195	0,9520	2	2	6,0716
21	S1	D21	-11,5578	25,2951	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	26,1112	65,3267	0,2351	0,6628	0,7216	0,3350	0,1675	1,0566	0,8891	2	2	5,9457
22	S1	D22	-11,5578	25,2951	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	26,1112	68,1334	0,2776	0,6301	0,6995	0,3350	0,1675	1,0345	0,8670	2	2	5,9015
23	S1	D23	-11,5578	25,2951	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	26,1112	22,2024	0,0923	3,1049	3,1280	0,3350	0,1675	3,4630	3,2955	2	2	10,7585
24	S1	D24	-11,5578	25,2951	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	26,1112	26,9155	0,1253	2,6853	2,7166	0,3350	0,1675	3,0516	2,8841	2	2	9,9357
25	S1	D25	-11,5578	25,2951	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	26,1112	32,0615	0,1288	2,2100	2,2422	0,3350	0,1675	2,5772	2,4097	2	2	8,9869
26	S1	D26	-11,5578	25,2951	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	26,1112	37,4625	0,1019	1,7715	1,7970	0,3350	0,1675	2,1320	1,9645	2	2	8,0965
27	S1	D27	-11,5578	25,2951	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	26,1112	43,0225	0,0512	1,4288	1,4416	0,3350	0,1675	1,7766	1,6091	2	2	7,3857
28	S1	D28	-11,5578	25,2951	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	26,1112	48,6871	0,0149	1,1804	1,1841	0,3350	0,1675	1,5191	1,3516	2	2	6,8708
29	S1	D29	-11,5578	25,2951	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	26,1112	54,4236	0,0904	1,0022	1,0247	0,3350	0,1675	1,3597	1,1922	2	2	6,5520
30	S1	D30	-11,5578	25,2951	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	26,1112	60,2115	0,1716	0,8717	0,9146	0,3350	0,1675	1,2496	1,0821	2	2	6,3318
31	S1	D31	-11,5578	25,2951	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	26,1112	66,0373	0,2566	0,7737	0,8378	0,3350	0,1675	1,1728	1,0053	2	2	6,1782
32	S1	D32	-11,5578	25,2951	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	26,1112	68,8150	0,2979	0,7354	0,8099	0,3350	0,1675	1,1449	0,9774	2	2	6,1222
33	S2	D1	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	41,9448	25,4929	0,4003	4,2862	4,3863	0,3350	0,1675	4,7213	4,5538	2	2	13,2751
34	S2	D2	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	41,9448	31,4562	0,4864	4,0197	4,1413	0,3350	0,1675	4,4763	4,3088	2	2	12,7852
35	S2	D3	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	41,9448	37,4311	0,5562	3,3538	3,4928	0,3350	0,1675	3,8278	3,6603	2	2	11,4882
36	S2	D4	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	41,9448	43,4130	0,5660	2,0107	2,1522	0,3350	0,1675	2,4872	2,3197	2	2	8,8069
37	S2	D5	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	41,9448	49,3993	0,5043	1,1822	1,3083	0,3350	0,1675	1,6433	1,4758	2	2	7,1190

Lanjutan Lampiran 19 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
38	S2	D6	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	41,9448	55,3885	0,4202	0,8613	0,9663	0,3350	0,1675	1,3013	1,1338	2	2	6,4351
39	S2	D7	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	41,9448	61,3799	0,3301	0,7079	0,7904	0,3350	0,1675	1,1254	0,9579	2	2	6,0833
40	S2	D8	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	41,9448	67,3728	0,2377	0,6200	0,6795	0,3350	0,1675	1,0145	0,8470	2	2	5,8614
41	S2	D9	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	41,9448	73,3668	0,1444	0,5635	0,5996	0,3350	0,1675	0,9346	0,7671	2	2	5,7016
42	S2	D10	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	41,9448	79,3618	0,0504	0,5241	0,5367	0,3350	0,1675	0,8717	0,7042	2	2	5,5760
43	S2	D11	-5,3431	10,2865	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	41,9448	82,2096	0,0056	0,5094	0,5108	0,3350	0,1675	0,8458	0,6783	2	2	5,5241
44	S2	D12	-5,3431	10,2865	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	41,9448	25,8635	0,3286	3,7373	3,8194	0,3350	0,1675	4,1544	3,9869	2	2	12,1413
45	S2	D13	-5,3431	10,2865	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	41,9448	31,7572	0,3912	3,3997	3,4975	0,3350	0,1675	3,8325	3,6650	2	2	11,4974
46	S2	D14	-5,3431	10,2865	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	41,9448	37,6845	0,4308	2,9102	3,0179	0,3350	0,1675	3,3529	3,1854	2	2	10,5383
47	S2	D15	-5,3431	10,2865	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	41,9448	43,6317	0,4351	2,3223	2,4311	0,3350	0,1675	2,7661	2,5986	2	2	9,3647
48	S2	D16	-5,3431	10,2865	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	41,9448	49,5916	0,4025	1,8006	1,9013	0,3350	0,1675	2,2363	2,0688	2	2	8,3050
49	S2	D17	-5,3431	10,2865	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	41,9448	55,5601	0,3440	1,4309	1,5169	0,3350	0,1675	1,8519	1,6844	2	2	7,5362
50	S2	D18	-5,3431	10,2865	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	41,9448	61,5347	0,2709	1,1859	1,2536	0,3350	0,1675	1,5886	1,4211	2	2	7,0097
51	S2	D19	-5,3431	10,2865	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	41,9448	67,5139	0,1899	1,0207	1,0681	0,3350	0,1675	1,4031	1,2356	2	2	6,6388
52	S2	D20	-5,3431	10,2865	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	41,9448	73,4964	0,1044	0,9046	0,9307	0,3350	0,1675	1,2657	1,0982	2	2	6,3639
53	S2	D21	-5,3431	10,2865	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	41,9448	79,4816	0,0162	0,8196	0,8236	0,3350	0,1675	1,1586	0,9911	2	2	6,1498
54	S2	D22	-5,3431	10,2865	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	41,9448	82,3253	0,0263	0,7869	0,7934	0,3350	0,1675	1,1284	0,9609	2	2	6,0894
55	S2	D23	-5,3431	10,2865	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	41,9448	32,5324	0,3436	3,2617	3,3476	0,3350	0,1675	3,6826	3,5151	2	2	11,1977
56	S2	D24	-5,3431	10,2865	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	41,9448	38,3401	0,3766	2,8421	2,9362	0,3350	0,1675	3,2712	3,1037	2	2	10,3749
57	S2	D25	-5,3431	10,2865	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	41,9448	44,1991	0,3802	2,3668	2,4618	0,3350	0,1675	2,7968	2,6293	2	2	9,4262
58	S2	D26	-5,3431	10,2865	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	41,9448	50,0915	0,3532	1,9283	2,0166	0,3350	0,1675	2,3516	2,1841	2	2	8,5357
59	S2	D27	-5,3431	10,2865	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	41,9448	56,0068	0,3026	1,5856	1,6612	0,3350	0,1675	1,9962	1,8287	2	2	7,8249
60	S2	D28	-5,3431	10,2865	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	41,9448	61,9384	0,2365	1,3372	1,3963	0,3350	0,1675	1,7313	1,5638	2	2	7,2951
61	S2	D29	-5,3431	10,2865	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	41,9448	67,8820	0,1610	1,1589	1,1992	0,3350	0,1675	1,5342	1,3667	2	2	6,9009
62	S2	D30	-5,3431	10,2865	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	41,9448	73,8347	0,0797	1,0285	1,0484	0,3350	0,1675	1,3834	1,2159	2	2	6,5994
63	S2	D31	-5,3431	10,2865	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	41,9448	79,7945	0,0053	0,9305	0,9318	0,3350	0,1675	1,2668	1,0993	2	2	6,3661
64	S2	D32	-5,3431	10,2865	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	41,9448	82,6274	0,0465	0,8922	0,9038	0,3350	0,1675	1,2388	1,0713	2	2	6,3101
65	S3	D1	19,2022	16,4362	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	48,3345	33,6553	0,5017	3,9031	4,0285	0,3350	0,1675	4,3635	4,1960	2	2	12,5595
66	S3	D2	19,2022	16,4362	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	48,3345	37,3963	0,5878	4,1695	4,3165	0,3350	0,1675	4,6515	4,4840	2	2	13,1355
67	S3	D3	19,2022	16,4362	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	48,3345	41,6688	0,6577	4,1405	4,3049	0,3350	0,1675	4,6399	4,4724	2	2	13,1123
68	S3	D4	19,2022	16,4362	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	48,3345	46,3259	0,6674	2,7974	2,9643	0,3350	0,1675	3,2993	3,1318	2	2	10,4311
69	S3	D5	19,2022	16,4362	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	48,3345	51,2630	0,6058	1,9689	2,1203	0,3350	0,1675	2,4553	2,2878	2	2	8,7432
70	S3	D6	19,2022	16,4362	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	48,3345	56,4065	0,5216	1,6480	1,7784	0,3350	0,1675	2,1134	1,9459	2	2	8,0593
71	S3	D7	19,2022	16,4362	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	48,3345	61,7049	0,4315	1,4946	1,6025	0,3350	0,1675	1,9375	1,7700	2	2	7,7075
72	S3	D8	19,2022	16,4362	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	48,3345	67,1216	0,3392	1,4067	1,4915	0,3350	0,1675	1,8265	1,6590	2	2	7,4856
73	S3	D9	19,2022	16,4362	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	48,3345	72,6299	0,2458	1,3502	1,4116	0,3350	0,1675	1,7466	1,5791	2	2	7,3258
74	S3	D10	19,2022	16,4362	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	48,3345	78,2107	0,1518	1,3109	1,3488	0,3350	0,1675	1,6838	1,5163	2	2	7,2001

Lanjutan Lampiran 19 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
75	S3	D11	19,2022	16,4362	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	48,3345	80,8826	0,1071	1,2961	1,3229	0,3350	0,1675	1,6579	1,4904	2	2	7,1483
76	S3	D12	19,2022	16,4362	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	48,3345	27,1006	0,4300	4,4520	4,5595	0,3350	0,1675	4,8945	4,7270	2	2	13,6215
77	S3	D13	19,2022	16,4362	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	48,3345	31,6267	0,4926	4,1864	4,3095	0,3350	0,1675	4,6445	4,4770	2	2	13,1216
78	S3	D14	19,2022	16,4362	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	48,3345	36,5793	0,5322	3,6969	3,8300	0,3350	0,1675	4,1650	3,9975	2	2	12,1624
79	S3	D15	19,2022	16,4362	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	48,3345	41,8073	0,5366	3,1090	3,2432	0,3350	0,1675	3,5782	3,4107	2	2	10,9888
80	S3	D16	19,2022	16,4362	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	48,3345	47,2192	0,5040	2,5873	2,7133	0,3350	0,1675	3,0483	2,8808	2	2	9,9292
81	S3	D17	19,2022	16,4362	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	48,3345	52,7585	0,4454	2,2176	2,3289	0,3350	0,1675	2,6639	2,4964	2	2	9,1603
82	S3	D18	19,2022	16,4362	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	48,3345	58,3889	0,3723	1,9726	2,0657	0,3350	0,1675	2,4007	2,2332	2	2	8,6338
83	S3	D19	19,2022	16,4362	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	48,3345	64,0864	0,2913	1,8074	1,8802	0,3350	0,1675	2,2152	2,0477	2	2	8,2629
84	S3	D20	19,2022	16,4362	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	48,3345	69,8346	0,2059	1,6913	1,7428	0,3350	0,1675	2,0778	1,9103	2	2	7,9880
85	S3	D21	19,2022	16,4362	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	48,3345	75,6219	0,1177	1,6063	1,6357	0,3350	0,1675	1,9707	1,8032	2	2	7,7739
86	S3	D22	19,2022	16,4362	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	48,3345	78,3821	0,0751	1,5736	1,5923	0,3350	0,1675	1,9273	1,7598	2	2	7,6872
87	S3	D23	19,2022	16,4362	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	48,3345	29,6355	0,4450	4,0484	4,1597	0,3350	0,1675	4,4947	4,3272	2	2	12,8219
88	S3	D24	19,2022	16,4362	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	48,3345	34,8722	0,4780	3,6288	3,7483	0,3350	0,1675	4,0833	3,9158	2	2	11,9991
89	S3	D25	19,2022	16,4362	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	48,3345	40,3221	0,4816	3,1535	3,2739	0,3350	0,1675	3,6089	3,4414	2	2	11,0503
90	S3	D26	19,2022	16,4362	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	48,3345	45,9094	0,4547	2,7150	2,8287	0,3350	0,1675	3,1637	2,9962	2	2	10,1598
91	S3	D27	19,2022	16,4362	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	48,3345	51,5895	0,4040	2,3723	2,4733	0,3350	0,1675	2,8083	2,6408	2	2	9,4491
92	S3	D28	19,2022	16,4362	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	48,3345	57,3348	0,3379	2,1239	2,2084	0,3350	0,1675	2,5434	2,3759	2	2	8,9193
93	S3	D29	19,2022	16,4362	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	48,3345	63,1275	0,2624	1,9457	2,0113	0,3350	0,1675	2,3463	2,1788	2	2	8,5250
94	S3	D30	19,2022	16,4362	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	48,3345	68,9557	0,1811	1,8152	1,8605	0,3350	0,1675	2,1955	2,0280	2	2	8,2235
95	S3	D31	19,2022	16,4362	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	48,3345	74,8111	0,0962	1,7172	1,7412	0,3350	0,1675	2,0762	1,9087	2	2	7,9849
96	S3	D32	19,2022	16,4362	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	48,3345	77,6001	0,0549	1,6789	1,6926	0,3350	0,1675	2,0276	1,8601	2	2	7,8877
141	S4	D1	25,6761	59,5865	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	40,8505	41,7396	0,3829	2,4605	2,5563	0,3350	0,1675	2,8913	2,7238	2	2	9,6150
142	S4	D2	25,6761	59,5865	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	40,8505	38,6030	0,4690	2,7270	2,8443	0,3350	0,1675	3,1793	3,0118	2	2	10,1911
143	S4	D3	25,6761	59,5865	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	40,8505	36,1966	0,5389	3,3930	3,5277	0,3350	0,1675	3,8627	3,6952	2	2	11,5579
144	S4	D4	25,6761	59,5865	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	40,8505	34,6727	0,5486	4,2399	4,3771	0,3350	0,1675	4,7121	4,5446	2	2	13,2567
145	S4	D5	25,6761	59,5865	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	40,8505	34,1496	0,4870	3,4114	3,5331	0,3350	0,1675	3,8681	3,7006	2	2	11,5688
146	S4	D6	25,6761	59,5865	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	40,8505	34,6727	0,4028	3,0905	3,1912	0,3350	0,1675	3,5262	3,3587	2	2	10,8849
147	S4	D7	25,6761	59,5865	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	40,8505	36,1966	0,3127	2,9371	3,0153	0,3350	0,1675	3,3503	3,1828	2	2	10,5331
148	S4	D8	25,6761	59,5865	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	40,8505	38,6030	0,2204	2,8493	2,9043	0,3350	0,1675	3,2393	3,0718	2	2	10,3112
149	S4	D9	25,6761	59,5865	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	40,8505	41,7396	0,1270	2,7927	2,8244	0,3350	0,1675	3,1594	2,9919	2	2	10,1514
150	S4	D10	25,6761	59,5865	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	40,8505	45,4554	0,0330	2,7534	2,7616	0,3350	0,1675	3,0966	2,9291	2	2	10,0258
151	S4	D11	25,6761	59,5865	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	40,8505	47,3848	0,0117	2,7386	2,7415	0,3350	0,1675	3,0765	2,9090	2	2	9,9856
152	S4	D12	25,6761	59,5865	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	40,8505	35,1269	0,3112	3,0095	3,0873	0,3350	0,1675	3,4223	3,2548	2	2	10,6771
153	S4	D13	25,6761	59,5865	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	40,8505	31,3353	0,3738	3,3471	3,4405	0,3350	0,1675	3,7755	3,6080	2	2	11,3836
154	S4	D14	25,6761	59,5865	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	40,8505	28,3179	0,4134	3,8366	3,9399	0,3350	0,1675	4,2749	4,1074	2	2	12,3823
155	S4	D15	25,6761	59,5865	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	40,8505	26,3420	0,4178	4,4245	4,5289	0,3350	0,1675	4,8639	4,6964	2	2	13,5603

Lanjutan Lampiran 19 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
156	S4	D16	25,6761	59,5865	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	40,8505	25,6496	0,3852	4,0298	4,1261	0,3350	0,1675	4,4611	4,2936	2	2	12,7548
157	S4	D17	25,6761	59,5865	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	40,8505	26,3420	0,3266	3,6601	3,7417	0,3350	0,1675	4,0767	3,9092	2	2	11,9860
158	S4	D18	25,6761	59,5865	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	40,8505	28,3179	0,2535	3,4151	3,4785	0,3350	0,1675	3,8135	3,6460	2	2	11,4595
159	S4	D19	25,6761	59,5865	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	40,8505	31,3353	0,1725	3,2499	3,2930	0,3350	0,1675	3,6280	3,4605	2	2	11,0886
160	S4	D20	25,6761	59,5865	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	40,8505	35,1269	0,0871	3,1338	3,1556	0,3350	0,1675	3,4906	3,3231	2	2	10,8136
161	S4	D21	25,6761	59,5865	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	40,8505	39,4703	0,0011	3,0488	3,0491	0,3350	0,1675	3,3841	3,2166	2	2	10,6007
162	S4	D22	25,6761	59,5865	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	40,8505	41,6776	0,0437	3,0161	3,0270	0,3350	0,1675	3,3620	3,1945	2	2	10,5565
163	S4	D23	25,6761	59,5865	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	40,8505	28,5413	0,3262	3,4851	3,5666	0,3350	0,1675	3,9016	3,7341	2	2	11,6357
164	S4	D24	25,6761	59,5865	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	40,8505	25,1914	0,3593	3,9047	3,9945	0,3350	0,1675	4,3295	4,1620	2	2	12,4915
165	S4	D25	25,6761	59,5865	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	40,8505	22,9479	0,3628	4,3800	4,4707	0,3350	0,1675	4,8057	4,6382	2	2	13,4438
166	S4	D26	25,6761	59,5865	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	40,8505	22,1496	0,3359	4,1575	4,2415	0,3350	0,1675	4,5765	4,4090	2	2	12,9854
167	S4	D27	25,6761	59,5865	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	40,8505	22,9479	0,2852	3,8148	3,8861	0,3350	0,1675	4,2211	4,0536	2	2	12,2747
168	S4	D28	25,6761	59,5865	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	40,8505	25,1914	0,2191	3,5664	3,6212	0,3350	0,1675	3,9562	3,7887	2	2	11,7449
169	S4	D29	25,6761	59,5865	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	40,8505	28,5413	0,1436	3,3882	3,4241	0,3350	0,1675	3,7591	3,5916	2	2	11,3506
170	S4	D30	25,6761	59,5865	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	40,8505	32,6589	0,0623	3,2577	3,2733	0,3350	0,1675	3,6083	3,4408	2	2	11,0491
171	S4	D31	25,6761	59,5865	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	40,8505	37,2908	0,0226	3,1597	3,1653	0,3350	0,1675	3,5003	3,3328	2	2	10,8332
172	S4	D32	25,6761	59,5865	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	40,8505	39,6198	0,0639	3,1214	3,1374	0,3350	0,1675	3,4724	3,3049	2	2	10,7772
217	S5	D1	13,2476	85,3697	0	-8,4735	35,5865	13,4	1	16,7274	43,8550	54,3155	0,4306	1,4807	1,5884	0,3350	0,1675	1,9234	1,7559	2	2	7,6793
218	S5	D2	13,2476	85,3697	0	-8,4735	41,5865	13,4	1	11,3014	43,8550	48,8751	0,5167	1,7472	1,8764	0,3350	0,1675	2,2114	2,0439	2	2	8,2553
219	S5	D3	13,2476	85,3697	0	-8,4735	47,5865	13,4	1	6,9021	43,8550	43,5818	0,5866	2,4132	2,5598	0,3350	0,1675	2,8948	2,7273	2	2	9,6221
220	S5	D4	13,2476	85,3697	0	-8,4735	53,5865	13,4	1	6,2894	43,8550	38,4965	0,5963	3,7562	3,9053	0,3350	0,1675	4,2403	4,0728	2	2	12,3131
221	S5	D5	13,2476	85,3697	0	-8,4735	59,5865	13,4	1	10,1722	43,8550	33,7132	0,5346	4,3912	4,5249	0,3350	0,1675	4,8599	4,6924	2	2	13,5522
222	S5	D6	13,2476	85,3697	0	-8,4735	65,5865	13,4	1	15,4722	43,8550	29,3799	0,4505	4,0703	4,1829	0,3350	0,1675	4,5179	4,3504	2	2	12,8683
223	S5	D7	13,2476	85,3697	0	-8,4735	71,5865	13,4	1	21,1496	43,8550	25,7251	0,3604	3,9169	4,0070	0,3350	0,1675	4,3420	4,1745	2	2	12,5166
224	S5	D8	13,2476	85,3697	0	-8,4735	77,5865	13,4	1	26,9671	43,8550	23,0735	0,2681	3,8291	3,8961	0,3350	0,1675	4,2311	4,0636	2	2	12,2946
225	S5	D9	13,2476	85,3697	0	-8,4735	83,5865	13,4	1	32,8503	43,8550	21,7942	0,1747	3,7725	3,8162	0,3350	0,1675	4,1512	3,9837	2	2	12,1348
226	S5	D10	13,2476	85,3697	0	-8,4735	89,5865	13,4	1	38,7693	43,8550	22,1266	0,0807	3,7332	3,7534	0,3350	0,1675	4,0884	3,9209	2	2	12,0092
227	S5	D11	13,2476	85,3697	0	-8,4735	92,4365	13,4	1	41,5889	43,8550	22,8418	0,0360	3,7184	3,7274	0,3350	0,1675	4,0624	3,8949	2	2	11,9573
228	S5	D12	13,2476	85,3697	0	0,0265	35,5865	13,4	1	21,2460	43,8550	51,5089	0,3589	2,0297	2,1194	0,3350	0,1675	2,4544	2,2869	2	2	8,7413
229	S5	D13	13,2476	85,3697	0	0,0265	41,5865	13,4	1	17,3005	43,8550	45,7358	0,4215	2,3673	2,4727	0,3350	0,1675	2,8077	2,6402	2	2	9,4478
230	S5	D14	13,2476	85,3697	0	0,0265	47,5865	13,4	1	14,8063	43,8550	40,0296	0,4611	2,8568	2,9720	0,3350	0,1675	3,3070	3,1395	2	2	10,4466
231	S5	D15	13,2476	85,3697	0	0,0265	53,5865	13,4	1	14,5307	43,8550	34,4234	0,4655	3,4447	3,5610	0,3350	0,1675	3,8960	3,7285	2	2	11,6245
232	S5	D16	13,2476	85,3697	0	0,0265	59,5865	13,4	1	16,5849	43,8550	28,9753	0,4329	3,9663	4,0745	0,3350	0,1675	4,4095	4,2420	2	2	12,6516
233	S5	D17	13,2476	85,3697	0	0,0265	65,5865	13,4	1	20,2725	43,8550	23,7944	0,3743	4,3361	4,4297	0,3350	0,1675	4,7647	4,5972	2	2	13,3619
234	S5	D18	13,2476	85,3697	0	0,0265	71,5865	13,4	1	24,8776	43,8550	19,0991	0,3012	4,3949	4,4702	0,3350	0,1675	4,8052	4,6377	2	2	13,4429
235	S5	D19	13,2476	85,3697	0	0,0265	77,5865	13,4	1	29,9802	43,8550	15,3420	0,2202	4,2297	4,2848	0,3350	0,1675	4,6198	4,4523	2	2	13,0720
236	S5	D20	13,2476	85,3697	0	0,0265	83,5865	13,4	1	35,3656	43,8550	13,3408	0,1348	4,1136	4,1473	0,3350	0,1675	4,4823	4,3148	2	2	12,7971

Lanjutan Lampiran 19 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 1 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
237	S5	D21	13,2476	85,3697	0	0,0265	89,5865	13,4	1	40,9224	43,8550	13,8773	0,0465	4,0286	4,0403	0,3350	0,1675	4,3753	4,2078	2	2	12,5830
238	S5	D22	13,2476	85,3697	0	0,0265	92,4365	13,4	1	43,6031	43,8550	14,9912	0,0040	3,9959	3,9969	0,3350	0,1675	4,3319	4,1644	2	2	12,4963
239	S5	D23	13,2476	85,3697	0	3,5265	41,5865	13,4	1	20,2968	43,8550	44,8494	0,3739	2,5052	2,5987	0,3350	0,1675	2,9337	2,7662	2	2	9,7000
240	S5	D24	13,2476	85,3697	0	3,5265	47,5865	13,4	1	18,2175	43,8550	39,0137	0,4069	2,9249	3,0266	0,3350	0,1675	3,3616	3,1941	2	2	10,5557
241	S5	D25	13,2476	85,3697	0	3,5265	53,5865	13,4	1	17,9943	43,8550	33,2366	0,4105	3,4002	3,5028	0,3350	0,1675	3,8378	3,6703	2	2	11,5081
242	S5	D26	13,2476	85,3697	0	3,5265	59,5865	13,4	1	19,6904	43,8550	27,5549	0,3836	3,8387	3,9346	0,3350	0,1675	4,2696	4,1021	2	2	12,3716
243	S5	D27	13,2476	85,3697	0	3,5265	65,5865	13,4	1	22,8829	43,8550	22,0426	0,3329	4,1814	4,2646	0,3350	0,1675	4,5996	4,4321	2	2	13,0317
244	S5	D28	13,2476	85,3697	0	3,5265	71,5865	13,4	1	27,0471	43,8550	16,8664	0,2668	4,4298	4,4964	0,3350	0,1675	4,8314	4,6639	2	2	13,4954
245	S5	D29	13,2476	85,3697	0	3,5265	77,5865	13,4	1	31,8035	43,8550	12,4530	0,1913	4,3680	4,4158	0,3350	0,1675	4,7508	4,5833	2	2	13,3341
246	S5	D30	13,2476	85,3697	0	3,5265	83,5865	13,4	1	36,9240	43,8550	9,8833	0,1100	4,2375	4,2650	0,3350	0,1675	4,6000	4,4325	2	2	13,0326
247	S5	D31	13,2476	85,3697	0	3,5265	89,5865	13,4	1	42,2764	43,8550	10,5963	0,0251	4,1395	4,1458	0,3350	0,1675	4,4808	4,3133	2	2	12,7940
248	S5	D32	13,2476	85,3697	0	3,5265	92,4365	13,4	1	44,8763	43,8550	12,0183	0,0162	4,1012	4,1052	0,3350	0,1675	4,4402	4,2727	2	2	12,7130

ΣT	1561,8222	menit

Lampiran 20 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
97	S3	D33	19,2022	16,4362	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	42,6078	54,6303	0,4826	0,2794	0,5525	0,3350	0,1675	0,8875	0,7200	2	2	5,6074
98	S3	D34	19,2022	16,4362	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	42,6078	55,1658	0,4608	0,6377	0,7529	0,3350	0,1675	1,0879	0,9204	2	2	6,0083
99	S3	D35	19,2022	16,4362	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	42,6078	56,8716	0,3886	1,1244	1,2216	0,3350	0,1675	1,5566	1,3891	2	2	6,9456
100	S3	D36	19,2022	16,4362	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	42,6078	57,6825	0,3085	1,5062	1,5834	0,3350	0,1675	1,9184	1,7509	2	2	7,6692
101	S3	D37	19,2022	16,4362	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	42,6078	57,4906	0,2354	1,8036	1,8624	0,3350	0,1675	2,1974	2,0299	2	2	8,2274
102	S3	D38	19,2022	16,4362	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	42,6078	58,1469	0,1489	2,0102	2,0474	0,3350	0,1675	2,3824	2,2149	2	2	8,5972
103	S3	D39	19,2022	16,4362	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	42,6078	59,6234	0,0545	2,1564	2,1700	0,3350	0,1675	2,5050	2,3375	2	2	8,8424
104	S3	D40	19,2022	16,4362	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	42,6078	61,8615	0,0447	2,2632	2,2744	0,3350	0,1675	2,6094	2,4419	2	2	9,0513
105	S3	D41	19,2022	16,4362	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	42,6078	64,7823	0,1470	2,3439	2,3806	0,3350	0,1675	2,7156	2,5481	2	2	9,2638
106	S3	D42	19,2022	16,4362	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	42,6078	66,4714	0,1989	2,3771	2,4268	0,3350	0,1675	2,7618	2,5943	2	2	9,3562
107	S3	D43	19,2022	16,4362	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	42,6078	60,2919	0,3944	0,1551	0,4332	0,3350	0,1675	0,7682	0,6007	2	2	5,3689
108	S3	D44	19,2022	16,4362	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	42,6078	60,7776	0,3791	0,4189	0,5137	0,3350	0,1675	0,8487	0,6812	2	2	5,5298
109	S3	D45	19,2022	16,4362	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	42,6078	62,3299	0,3232	0,8439	0,9247	0,3350	0,1675	1,2597	1,0922	2	2	6,3519
110	S3	D46	19,2022	16,4362	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	42,6078	63,7383	0,2547	1,1734	1,2371	0,3350	0,1675	1,5721	1,4046	2	2	6,9767
111	S3	D47	19,2022	16,4362	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	42,6078	63,3623	0,2313	1,3396	1,3974	0,3350	0,1675	1,7324	1,5649	2	2	7,2974
112	S3	D48	19,2022	16,4362	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	42,6078	63,1876	0,1692	1,6171	1,6594	0,3350	0,1675	1,9944	1,8269	2	2	7,8214
113	S3	D49	19,2022	16,4362	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	42,6078	63,7854	0,0924	1,8281	1,8512	0,3350	0,1675	2,1862	2,0187	2	2	8,2048
114	S3	D50	19,2022	16,4362	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	42,6078	65,1342	0,0059	1,9874	1,9888	0,3350	0,1675	2,3238	2,1563	2	2	8,4802
115	S3	D51	19,2022	16,4362	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	42,6078	67,1890	0,0870	2,1091	2,1309	0,3350	0,1675	2,4659	2,2984	2	2	8,7642
116	S3	D52	19,2022	16,4362	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	42,6078	69,8875	0,1842	2,2039	2,2500	0,3350	0,1675	2,5850	2,4175	2	2	9,0025
117	S3	D53	19,2022	16,4362	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	42,6078	71,4560	0,2340	2,2436	2,3022	0,3350	0,1675	2,6372	2,4697	2	2	9,1068
118	S3	D54	19,2022	16,4362	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	42,6078	64,0016	0,3359	0,1253	0,3672	0,3350	0,1675	0,7022	0,5347	2	2	5,2369
119	S3	D55	19,2022	16,4362	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	42,6078	64,2690	0,3319	0,1061	0,3584	0,3350	0,1675	0,6934	0,5259	2	2	5,2192
120	S3	D56	19,2022	16,4362	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	42,6078	64,7249	0,3192	0,3266	0,4064	0,3350	0,1675	0,7414	0,5739	2	2	5,3152
121	S3	D57	19,2022	16,4362	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	42,6078	66,1847	0,2715	0,7047	0,7725	0,3350	0,1675	1,1075	0,9400	2	2	6,0476
122	S3	D58	19,2022	16,4362	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	42,6078	68,0352	0,2056	0,9987	1,0501	0,3350	0,1675	1,3851	1,2176	2	2	6,6026
123	S3	D59	19,2022	16,4362	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	42,6078	67,3502	0,1745	1,2541	1,2977	0,3350	0,1675	1,6327	1,4652	2	2	7,0978
124	S3	D60	19,2022	16,4362	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	42,6078	67,1859	0,1187	1,5139	1,5435	0,3350	0,1675	1,8785	1,7110	2	2	7,5896
125	S3	D61	19,2022	16,4362	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	42,6078	67,7484	0,0480	1,7210	1,7330	0,3350	0,1675	2,0680	1,9005	2	2	7,9685
126	S3	D62	19,2022	16,4362	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	42,6078	69,0198	0,0331	1,8836	1,8918	0,3350	0,1675	2,2268	2,0593	2	2	8,2862
127	S3	D63	19,2022	16,4362	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	42,6078	70,9622	0,1215	2,0115	2,0419	0,3350	0,1675	2,3769	2,2094	2	2	8,5862
128	S3	D64	19,2022	16,4362	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	42,6078	73,5223	0,2150	2,1133	2,1670	0,3350	0,1675	2,5020	2,3345	2	2	8,8365
129	S3	D65	19,2022	16,4362	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	42,6078	75,0149	0,2631	2,1565	2,2222	0,3350	0,1675	2,5572	2,3897	2	2	8,9470
130	S3	D66	19,2022	16,4362	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	42,6078	69,6952	0,2454	0,1226	0,2760	0,3350	0,1675	0,6110	0,4435	2	2	5,0546
131	S3	D67	19,2022	16,4362	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	42,6078	69,9409	0,2422	0,0607	0,2574	0,3350	0,1675	0,5924	0,4249	2	2	5,0173
132	S3	D68	19,2022	16,4362	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	42,6078	70,3600	0,2321	0,2385	0,2965	0,3350	0,1675	0,6315	0,4640	2	2	5,0956
133	S3	D69	19,2022	16,4362	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	42,6078	71,7052	0,1929	0,5597	0,6079	0,3350	0,1675	0,9429	0,7754	2	2	5,7184

Lanjutan Lampiran 20 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
134	S3	D70	19,2022	16,4362	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	42,6078	73,6935	0,1334	0,8218	0,8552	0,3350	0,1675	1,1902	1,0227	2	2	6,2128
135	S3	D71	19,2022	16,4362	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	42,6078	73,8529	0,1213	0,8929	0,9232	0,3350	0,1675	1,2582	1,0907	2	2	6,3490
136	S3	D72	19,2022	16,4362	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	42,6078	73,0353	0,0911	1,1613	1,1841	0,3350	0,1675	1,5191	1,3516	2	2	6,8707
137	S3	D73	19,2022	16,4362	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	42,6078	72,8838	0,0426	1,3961	1,4068	0,3350	0,1675	1,7418	1,5743	2	2	7,3160
138	S3	D74	19,2022	16,4362	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	42,6078	73,4026	0,0204	1,5930	1,5981	0,3350	0,1675	1,9331	1,7656	2	2	7,6988
139	S3	D75	19,2022	16,4362	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	42,6078	74,5777	0,0943	1,7548	1,7784	0,3350	0,1675	2,1134	1,9459	2	2	8,0593
140	S3	D76	19,2022	16,4362	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	42,6078	76,3789	0,1764	1,8869	1,9310	0,3350	0,1675	2,2660	2,0985	2	2	8,3645
173	S4	D33	25,6761	59,5865	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	53,6707	60,1026	0,6582	1,5853	1,7498	0,3350	0,1675	2,0848	1,9173	2	2	8,0022
174	S4	D34	25,6761	59,5865	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	53,6707	58,0437	0,6364	1,9436	2,1027	0,3350	0,1675	2,4377	2,2702	2	2	8,7078
175	S4	D35	25,6761	59,5865	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	53,6707	54,3698	0,5642	2,4303	2,5714	0,3350	0,1675	2,9064	2,7389	2	2	9,6452
176	S4	D36	25,6761	59,5865	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	53,6707	49,5398	0,4841	2,8121	2,9331	0,3350	0,1675	3,2681	3,1006	2	2	10,3688
177	S4	D37	25,6761	59,5865	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	53,6707	44,2068	0,4110	3,1095	3,2122	0,3350	0,1675	3,5472	3,3797	2	2	10,9269
178	S4	D38	25,6761	59,5865	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	53,6707	39,3990	0,3245	3,3160	3,3972	0,3350	0,1675	3,7322	3,5647	2	2	11,2968
179	S4	D39	25,6761	59,5865	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	53,6707	35,3317	0,2301	3,4622	3,5198	0,3350	0,1675	3,8548	3,6873	2	2	11,5420
180	S4	D40	25,6761	59,5865	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	53,6707	32,2858	0,1309	3,5691	3,6018	0,3350	0,1675	3,9368	3,7693	2	2	11,7061
181	S4	D41	25,6761	59,5865	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	53,6707	30,5682	0,0286	3,6498	3,6569	0,3350	0,1675	3,9919	3,8244	2	2	11,8164
182	S4	D42	25,6761	59,5865	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	53,6707	30,2851	0,0233	3,6830	3,6888	0,3350	0,1675	4,0238	3,8563	2	2	11,8802
183	S4	D43	25,6761	59,5865	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	53,6707	64,7237	0,5700	1,4610	1,6035	0,3350	0,1675	1,9385	1,7710	2	2	7,7095
184	S4	D44	25,6761	59,5865	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	53,6707	62,8165	0,5547	1,7248	1,8634	0,3350	0,1675	2,1984	2,0309	2	2	8,2294
185	S4	D45	25,6761	59,5865	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	53,6707	59,4383	0,4988	2,1498	2,2745	0,3350	0,1675	2,6095	2,4420	2	2	9,0515
186	S4	D46	25,6761	59,5865	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	53,6707	55,8436	0,4303	2,4793	2,5869	0,3350	0,1675	2,9219	2,7544	2	2	9,6762
187	S4	D47	25,6761	59,5865	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	53,6707	53,2150	0,4069	2,6455	2,7472	0,3350	0,1675	3,0822	2,9147	2	2	9,9969
188	S4	D48	25,6761	59,5865	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	53,6707	48,2895	0,3448	2,9230	3,0092	0,3350	0,1675	3,3442	3,1767	2	2	10,5209
189	S4	D49	25,6761	59,5865	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	53,6707	43,9309	0,2680	3,1340	3,2009	0,3350	0,1675	3,5359	3,3684	2	2	10,9044
190	S4	D50	25,6761	59,5865	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	53,6707	40,3233	0,1815	3,2932	3,3386	0,3350	0,1675	3,6736	3,5061	2	2	11,1797
191	S4	D51	25,6761	59,5865	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	53,6707	37,6830	0,0886	3,4150	3,4372	0,3350	0,1675	3,7722	3,6047	2	2	11,3768
192	S4	D52	25,6761	59,5865	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	53,6707	36,2223	0,0086	3,5098	3,5120	0,3350	0,1675	3,8470	3,6795	2	2	11,5264
193	S4	D53	25,6761	59,5865	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	53,6707	35,9837	0,0584	3,5495	3,5641	0,3350	0,1675	3,8991	3,7316	2	2	11,6308
194	S4	D54	25,6761	59,5865	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	53,6707	70,0037	0,5115	1,1806	1,3084	0,3350	0,1675	1,6434	1,4759	2	2	7,1193
195	S4	D55	25,6761	59,5865	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	53,6707	68,0644	0,5075	1,4120	1,5388	0,3350	0,1675	1,8738	1,7063	2	2	7,5801
196	S4	D56	25,6761	59,5865	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	53,6707	66,2534	0,4948	1,6325	1,7561	0,3350	0,1675	2,0911	1,9236	2	2	8,0148
197	S4	D57	25,6761	59,5865	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	53,6707	63,0596	0,4471	2,0106	2,1223	0,3350	0,1675	2,4573	2,2898	2	2	8,7471
198	S4	D58	25,6761	59,5865	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	53,6707	60,2074	0,3813	2,3045	2,3999	0,3350	0,1675	2,7349	2,5674	2	2	9,3022
199	S4	D59	25,6761	59,5865	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	53,6707	55,9969	0,3501	2,5599	2,6475	0,3350	0,1675	2,9825	2,8150	2	2	9,7974
200	S4	D60	25,6761	59,5865	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	53,6707	51,3390	0,2943	2,8198	2,8933	0,3350	0,1675	3,2283	3,0608	2	2	10,2892
201	S4	D61	25,6761	59,5865	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	53,6707	47,2624	0,2236	3,0269	3,0828	0,3350	0,1675	3,4178	3,2503	2	2	10,6680
202	S4	D62	25,6761	59,5865	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	53,6707	43,9293	0,1425	3,1894	3,2251	0,3350	0,1675	3,5601	3,3926	2	2	10,9526

Lanjutan Lampiran 20 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
203	S4	D63	25,6761	59,5865	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	53,6707	41,5190	0,0541	3,3174	3,3309	0,3350	0,1675	3,6659	3,4984	2	2	11,1643
204	S4	D64	25,6761	59,5865	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	53,6707	40,1979	0,0394	3,4192	3,4290	0,3350	0,1675	3,7640	3,5965	2	2	11,3605
205	S4	D65	25,6761	59,5865	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	53,6707	39,9830	0,0875	3,4623	3,4842	0,3350	0,1675	3,8192	3,6517	2	2	11,4710
206	S4	D66	25,6761	59,5865	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	53,6707	74,7525	0,4210	1,1833	1,2885	0,3350	0,1675	1,6235	1,4560	2	2	7,0796
207	S4	D67	25,6761	59,5865	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	53,6707	72,9396	0,4178	1,3666	1,4711	0,3350	0,1675	1,8061	1,6386	2	2	7,4446
208	S4	D68	25,6761	59,5865	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	53,6707	71,2526	0,4077	1,5444	1,6463	0,3350	0,1675	1,9813	1,8138	2	2	7,7952
209	S4	D69	25,6761	59,5865	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	53,6707	68,2930	0,3685	1,8656	1,9577	0,3350	0,1675	2,2927	2,1252	2	2	8,4180
210	S4	D70	25,6761	59,5865	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	53,6707	65,9465	0,3090	2,1277	2,2049	0,3350	0,1675	2,5399	2,3724	2	2	8,9124
211	S4	D71	25,6761	59,5865	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	53,6707	64,9757	0,2969	2,1988	2,2730	0,3350	0,1675	2,6080	2,4405	2	2	9,0486
212	S4	D72	25,6761	59,5865	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	53,6707	60,1987	0,2667	2,4672	2,5339	0,3350	0,1675	2,8689	2,7014	2	2	9,5703
213	S4	D73	25,6761	59,5865	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	53,6707	55,8921	0,2182	2,7020	2,7566	0,3350	0,1675	3,0916	2,9241	2	2	10,0156
214	S4	D74	25,6761	59,5865	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	53,6707	52,1725	0,1552	2,8989	2,9377	0,3350	0,1675	3,2727	3,1052	2	2	10,3780
215	S4	D75	25,6761	59,5865	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	53,6707	49,1733	0,0813	3,0607	3,0810	0,3350	0,1675	3,4160	3,2485	2	2	10,6645
216	S4	D76	25,6761	59,5865	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	53,6707	47,0325	0,0008	3,1928	3,1930	0,3350	0,1675	3,5280	3,3605	2	2	10,8885
249	S6	D33	50,027	47,6033	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	30,1624	33,8909	0,2851	2,0691	2,1404	0,3350	0,1675	2,4754	2,3079	2	2	8,7832
250	S6	D34	50,027	47,6033	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	30,1624	31,4520	0,2633	2,4274	2,4932	0,3350	0,1675	2,8282	2,6607	2	2	9,4889
251	S6	D35	50,027	47,6033	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	30,1624	27,2762	0,1910	2,9141	2,9619	0,3350	0,1675	3,2969	3,1294	2	2	10,4263
252	S6	D36	50,027	47,6033	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	30,1624	22,5370	0,1110	3,2959	3,3237	0,3350	0,1675	3,6587	3,4912	2	2	11,1499
253	S6	D37	50,027	47,6033	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	30,1624	17,9918	0,0379	3,5933	3,6028	0,3350	0,1675	3,9378	3,7703	2	2	11,7080
254	S6	D38	50,027	47,6033	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	30,1624	15,4108	0,0487	3,7999	3,8120	0,3350	0,1675	4,1470	3,9795	2	2	12,1266
255	S6	D39	50,027	47,6033	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	30,1624	15,7886	0,1431	3,9461	3,9818	0,3350	0,1675	4,3168	4,1493	2	2	12,4662
256	S6	D40	50,027	47,6033	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	30,1624	18,9491	0,2423	4,0529	4,1135	0,3350	0,1675	4,4485	4,2810	2	2	12,7295
257	S6	D41	50,027	47,6033	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	30,1624	23,8088	0,3445	4,1336	4,2197	0,3350	0,1675	4,5547	4,3872	2	2	12,9420
258	S6	D42	50,027	47,6033	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	30,1624	26,5989	0,3964	4,1668	4,2660	0,3350	0,1675	4,6010	4,4335	2	2	13,0344
259	S6	D43	50,027	47,6033	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	30,1624	38,0505	0,1969	1,9448	1,9940	0,3350	0,1675	2,3290	2,1615	2	2	8,4905
260	S6	D44	50,027	47,6033	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	30,1624	35,8953	0,1815	2,2086	2,2540	0,3350	0,1675	2,5890	2,4215	2	2	9,0105
261	S6	D45	50,027	47,6033	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	30,1624	32,2991	0,1256	2,6336	2,6650	0,3350	0,1675	3,0000	2,8325	2	2	9,8325
262	S6	D46	50,027	47,6033	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	30,1624	29,0221	0,0572	2,9631	2,9774	0,3350	0,1675	3,3124	3,1449	2	2	10,4573
263	S6	D47	50,027	47,6033	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	30,1624	26,7105	0,0338	3,1293	3,1378	0,3350	0,1675	3,4728	3,3053	2	2	10,7780
264	S6	D48	50,027	47,6033	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	30,1624	23,0053	0,0283	3,4068	3,4139	0,3350	0,1675	3,7489	3,5814	2	2	11,3304
265	S6	D49	50,027	47,6033	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	30,1624	21,0483	0,1052	3,6178	3,6441	0,3350	0,1675	3,9791	3,8116	2	2	11,7906
266	S6	D50	50,027	47,6033	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	30,1624	21,3265	0,1917	3,7771	3,8250	0,3350	0,1675	4,1600	3,9925	2	2	12,1525
267	S6	D51	50,027	47,6033	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	30,1624	23,7615	0,2846	3,8988	3,9700	0,3350	0,1675	4,3050	4,1375	2	2	12,4424
268	S6	D52	50,027	47,6033	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	30,1624	27,7920	0,3818	3,9936	4,0891	0,3350	0,1675	4,4241	4,2566	2	2	12,6807
269	S6	D53	50,027	47,6033	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	30,1624	30,2166	0,4316	4,0334	4,1413	0,3350	0,1675	4,4763	4,3088	2	2	12,7850
270	S6	D54	50,027	47,6033	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	30,1624	43,3647	0,1383	1,6644	1,6990	0,3350	0,1675	2,0340	1,8665	2	2	7,9004
271	S6	D55	50,027	47,6033	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	30,1624	41,1902	0,1343	1,8958	1,9294	0,3350	0,1675	2,2644	2,0969	2	2	8,3612

Lanjutan Lampiran 20 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
272	S6	D56	50,027	47,6033	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	30,1624	39,2079	0,1216	2,1163	2,1467	0,3350	0,1675	2,4817	2,3142	2	2	8,7959
273	S6	D57	50,027	47,6033	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	30,1624	35,9448	0,0739	2,4944	2,5129	0,3350	0,1675	2,8479	2,6804	2	2	9,5282
274	S6	D58	50,027	47,6033	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	30,1624	33,5225	0,0081	2,7884	2,7904	0,3350	0,1675	3,1254	2,9579	2	2	10,0833
275	S6	D59	50,027	47,6033	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	30,1624	29,9415	0,0231	3,0438	3,0495	0,3350	0,1675	3,3845	3,2170	2	2	10,6016
276	S6	D60	50,027	47,6033	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	30,1624	26,6886	0,0789	3,3036	3,3233	0,3350	0,1675	3,6583	3,4908	2	2	11,1491
277	S6	D61	50,027	47,6033	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	30,1624	25,0214	0,1495	3,5107	3,5481	0,3350	0,1675	3,8831	3,7156	2	2	11,5987
278	S6	D62	50,027	47,6033	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	30,1624	25,2558	0,2307	3,6733	3,7309	0,3350	0,1675	4,0659	3,8984	2	2	11,9644
279	S6	D63	50,027	47,6033	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	30,1624	27,3431	0,3190	3,8012	3,8810	0,3350	0,1675	4,2160	4,0485	2	2	12,2644
280	S6	D64	50,027	47,6033	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	30,1624	30,9101	0,4125	3,9030	4,0061	0,3350	0,1675	4,3411	4,1736	2	2	12,5147
281	S6	D65	50,027	47,6033	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	30,1624	33,1071	0,4607	3,9462	4,0613	0,3350	0,1675	4,3963	4,2288	2	2	12,6252
282	S6	D66	50,027	47,6033	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	30,1624	47,8573	0,0478	1,6671	1,6791	0,3350	0,1675	2,0141	1,8466	2	2	7,8607
283	S6	D67	50,027	47,6033	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	30,1624	45,8961	0,0447	1,8504	1,8616	0,3350	0,1675	2,1966	2,0291	2	2	8,2257
284	S6	D68	50,027	47,6033	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	30,1624	44,1258	0,0345	2,0282	2,0369	0,3350	0,1675	2,3719	2,2044	2	2	8,5762
285	S6	D69	50,027	47,6033	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	30,1624	41,2535	0,0047	2,3494	2,3506	0,3350	0,1675	2,6856	2,5181	2	2	9,2037
286	S6	D70	50,027	47,6033	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	30,1624	39,4286	0,0641	2,6115	2,6276	0,3350	0,1675	2,9626	2,7951	2	2	9,7576
287	S6	D71	50,027	47,6033	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	30,1624	38,6630	0,0762	2,6826	2,7017	0,3350	0,1675	3,0367	2,8692	2	2	9,9059
288	S6	D72	50,027	47,6033	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	30,1624	34,8226	0,1064	2,9511	2,9777	0,3350	0,1675	3,3127	3,1452	2	2	10,4578
289	S6	D73	50,027	47,6033	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	30,1624	32,0687	0,1549	3,1858	3,2246	0,3350	0,1675	3,5596	3,3921	2	2	10,9516
290	S6	D74	50,027	47,6033	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	30,1624	30,6952	0,2179	3,3828	3,4372	0,3350	0,1675	3,7722	3,6047	2	2	11,3770
291	S6	D75	50,027	47,6033	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	30,1624	30,8865	0,2919	3,5445	3,6175	0,3350	0,1675	3,9525	3,7850	2	2	11,7375
292	S6	D76	50,027	47,6033	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	30,1624	32,6155	0,3739	3,6766	3,7701	0,3350	0,1675	4,1051	3,9376	2	2	12,0427
293	S7	D33	46,2503	5,5205	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	21,0101	32,3588	0,1398	0,6742	0,7092	0,3350	0,1675	1,0442	0,8767	2	2	5,9208
294	S7	D34	46,2503	5,5205	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	21,0101	34,3847	0,1180	0,3159	0,3454	0,3350	0,1675	0,6804	0,5129	2	2	5,1934
295	S7	D35	46,2503	5,5205	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	21,0101	39,0670	0,0458	0,1708	0,1823	0,3350	0,1675	0,5173	0,3498	2	2	4,8670
296	S7	D36	46,2503	5,5205	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	21,0101	43,3586	0,0343	0,5526	0,5612	0,3350	0,1675	0,8962	0,7287	2	2	5,6249
297	S7	D37	46,2503	5,5205	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	21,0101	46,6856	0,1074	0,8500	0,8768	0,3350	0,1675	1,2118	1,0443	2	2	6,2562
298	S7	D38	46,2503	5,5205	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	21,0101	50,7654	0,1940	1,0566	1,1050	0,3350	0,1675	1,4400	1,2725	2	2	6,7126
299	S7	D39	46,2503	5,5205	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	21,0101	55,4320	0,2884	1,2028	1,2748	0,3350	0,1675	1,6098	1,4423	2	2	7,0522
300	S7	D40	46,2503	5,5205	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	21,0101	60,5498	0,3876	1,3096	1,4065	0,3350	0,1675	1,7415	1,5740	2	2	7,3155
301	S7	D41	46,2503	5,5205	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	21,0101	66,0141	0,4898	1,3903	1,5127	0,3350	0,1675	1,8477	1,6802	2	2	7,5280
302	S7	D42	46,2503	5,5205	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	21,0101	68,8506	0,5417	1,4235	1,5590	0,3350	0,1675	1,8940	1,7265	2	2	7,6204
303	S7	D43	46,2503	5,5205	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	21,0101	37,2745	0,0516	0,7985	0,8114	0,3350	0,1675	1,1464	0,9789	2	2	6,1254
304	S7	D44	46,2503	5,5205	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	21,0101	39,0461	0,0362	0,5347	0,5438	0,3350	0,1675	0,8788	0,7113	2	2	5,5900
305	S7	D45	46,2503	5,5205	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	21,0101	43,2264	0,0197	0,1097	0,1146	0,3350	0,1675	0,4496	0,2821	2	2	4,7317
306	S7	D46	46,2503	5,5205	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	21,0101	47,4304	0,0881	0,2198	0,2418	0,3350	0,1675	0,5768	0,4093	2	2	4,9861
307	S7	D47	46,2503	5,5205	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	21,0101	48,6072	0,1115	0,3860	0,4139	0,3350	0,1675	0,7489	0,5814	2	2	5,3303
308	S7	D48	46,2503	5,5205	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	21,0101	51,5970	0,1736	0,6635	0,7069	0,3350	0,1675	1,0419	0,8744	2	2	5,9164

Lanjutan Lampiran 20 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
309	S7	D49	46,2503	5,5205	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	21,0101	55,3157	0,2504	0,8745	0,9371	0,3350	0,1675	1,2721	1,1046	2	2	6,3766
310	S7	D50	46,2503	5,5205	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	21,0101	59,6272	0,3369	1,0338	1,1180	0,3350	0,1675	1,4530	1,2855	2	2	6,7385
311	S7	D51	46,2503	5,5205	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	21,0101	64,4126	0,4298	1,1555	1,2630	0,3350	0,1675	1,5980	1,4305	2	2	7,0284
312	S7	D52	46,2503	5,5205	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	21,0101	69,5741	0,5271	1,2503	1,3821	0,3350	0,1675	1,7171	1,5496	2	2	7,2667
313	S7	D53	46,2503	5,5205	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	21,0101	72,2710	0,5769	1,2900	1,4343	0,3350	0,1675	1,7693	1,6018	2	2	7,3710
314	S7	D54	46,2503	5,5205	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	21,0101	39,4675	0,0070	1,0789	1,0807	0,3350	0,1675	1,4157	1,2482	2	2	6,6639
315	S7	D55	46,2503	5,5205	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	21,0101	40,8460	0,0110	0,8475	0,8503	0,3350	0,1675	1,1853	1,0178	2	2	6,2030
316	S7	D56	46,2503	5,5205	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	21,0101	42,4689	0,0237	0,6270	0,6330	0,3350	0,1675	0,9680	0,8005	2	2	5,7684
317	S7	D57	46,2503	5,5205	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	21,0101	46,3415	0,0714	0,2489	0,2668	0,3350	0,1675	0,6018	0,4343	2	2	5,0360
318	S7	D58	46,2503	5,5205	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	21,0101	50,6558	0,1372	0,0450	0,1484	0,3350	0,1675	0,4834	0,3159	2	2	4,7994
319	S7	D59	46,2503	5,5205	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	21,0101	52,3469	0,1683	0,3005	0,3425	0,3350	0,1675	0,6775	0,5100	2	2	5,1876
320	S7	D60	46,2503	5,5205	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	21,0101	55,1342	0,2241	0,5603	0,6163	0,3350	0,1675	0,9513	0,7838	2	2	5,7351
321	S7	D61	46,2503	5,5205	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	21,0101	58,6290	0,2948	0,7674	0,8411	0,3350	0,1675	1,1761	1,0086	2	2	6,1847
322	S7	D62	46,2503	5,5205	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	21,0101	62,7131	0,3759	0,9300	1,0239	0,3350	0,1675	1,3589	1,1914	2	2	6,5504
323	S7	D63	46,2503	5,5205	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	21,0101	67,2794	0,4643	1,0579	1,1740	0,3350	0,1675	1,5090	1,3415	2	2	6,8504
324	S7	D64	46,2503	5,5205	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	21,0101	72,2364	0,5578	1,1597	1,2991	0,3350	0,1675	1,6341	1,4666	2	2	7,1007
325	S7	D65	46,2503	5,5205	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	21,0101	74,8374	0,6060	1,2029	1,3543	0,3350	0,1675	1,6893	1,5218	2	2	7,2112
326	S7	D66	46,2503	5,5205	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	21,0101	44,8393	0,0974	1,0762	1,1006	0,3350	0,1675	1,4356	1,2681	2	2	6,7036
327	S7	D67	46,2503	5,5205	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	21,0101	46,0573	0,1006	0,8929	0,9180	0,3350	0,1675	1,2530	1,0855	2	2	6,3386
328	S7	D68	46,2503	5,5205	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	21,0101	47,5025	0,1108	0,7151	0,7428	0,3350	0,1675	1,0778	0,9103	2	2	5,9880
329	S7	D69	46,2503	5,5205	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	21,0101	50,9942	0,1499	0,3939	0,4314	0,3350	0,1675	0,7664	0,5989	2	2	5,3652
330	S7	D70	46,2503	5,5205	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	21,0101	55,1573	0,2094	0,1318	0,2424	0,3350	0,1675	0,5774	0,4099	2	2	4,9872
331	S7	D71	46,2503	5,5205	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	21,0101	55,9634	0,2215	0,0607	0,2367	0,3350	0,1675	0,5717	0,4042	2	2	4,9759
332	S7	D72	46,2503	5,5205	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	21,0101	57,7363	0,2517	0,2077	0,3036	0,3350	0,1675	0,6386	0,4711	2	2	5,1098
333	S7	D73	46,2503	5,5205	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	21,0101	60,2749	0,3002	0,4425	0,5176	0,3350	0,1675	0,8526	0,6851	2	2	5,5376
334	S7	D74	46,2503	5,5205	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	21,0101	63,4874	0,3632	0,6394	0,7302	0,3350	0,1675	1,0652	0,8977	2	2	5,9630
335	S7	D75	46,2503	5,5205	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	21,0101	67,2771	0,4372	0,8012	0,9105	0,3350	0,1675	1,2455	1,0780	2	2	6,3235
336	S7	D76	46,2503	5,5205	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	21,0101	71,5527	0,5192	0,9333	1,0631	0,3350	0,1675	1,3981	1,2306	2	2	6,6287
337	S8	D33	68,9612	6,2705	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	15,3494	17,3987	0,0499	2,5585	2,5710	0,3350	0,1675	2,9060	2,7385	2	2	9,6445
338	S8	D34	68,9612	6,2705	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	15,3494	20,8009	0,0281	2,2002	2,2073	0,3350	0,1675	2,5423	2,3748	2	2	8,9171
339	S8	D35	68,9612	6,2705	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	15,3494	27,6785	0,0441	1,7135	1,7245	0,3350	0,1675	2,0595	1,8920	2	2	7,9515
340	S8	D36	68,9612	6,2705	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	15,3494	34,5900	0,1241	1,3317	1,3627	0,3350	0,1675	1,6977	1,5302	2	2	7,2280
341	S8	D37	68,9612	6,2705	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	15,3494	40,5700	0,1973	1,0343	1,0837	0,3350	0,1675	1,4187	1,2512	2	2	6,6698
342	S8	D38	68,9612	6,2705	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	15,3494	46,8337	0,2838	0,8278	0,8987	0,3350	0,1675	1,2337	1,0662	2	2	6,2999
343	S8	D39	68,9612	6,2705	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	15,3494	53,2808	0,3782	0,6816	0,7761	0,3350	0,1675	1,1111	0,9436	2	2	6,0547
344	S8	D40	68,9612	6,2705	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	15,3494	59,8524	0,4774	0,5747	0,6941	0,3350	0,1675	1,0291	0,8616	2	2	5,8906
345	S8	D41	68,9612	6,2705	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	15,3494	66,5115	0,5796	0,4940	0,7031	0,3350	0,1675	1,0381	0,8706	2	2	5,9088

Lanjutan Lampiran 20 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
346	S8	D42	68,9612	6,2705	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	15,3494	69,8660	0,6316	0,4608	0,7468	0,3350	0,1675	1,0818	0,9143	2	2	5,9960
347	S8	D43	68,9612	6,2705	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	15,3494	19,6496	0,0382	2,6828	2,6924	0,3350	0,1675	3,0274	2,8599	2	2	9,8873
348	S8	D44	68,9612	6,2705	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	15,3494	22,7171	0,0536	2,4190	2,4324	0,3350	0,1675	2,7674	2,5999	2	2	9,3674
349	S8	D45	68,9612	6,2705	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	15,3494	29,1460	0,1095	1,9940	2,0214	0,3350	0,1675	2,3564	2,1889	2	2	8,5453
350	S8	D46	68,9612	6,2705	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	15,3494	35,5348	0,1779	1,6645	1,7090	0,3350	0,1675	2,0440	1,8765	2	2	7,9205
351	S8	D47	68,9612	6,2705	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	15,3494	38,0877	0,2014	1,4983	1,5487	0,3350	0,1675	1,8837	1,7162	2	2	7,5998
352	S8	D48	68,9612	6,2705	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	15,3494	43,5905	0,2635	1,2208	1,2867	0,3350	0,1675	1,6217	1,4542	2	2	7,0758
353	S8	D49	68,9612	6,2705	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	15,3494	49,4732	0,3403	1,0099	1,0949	0,3350	0,1675	1,4299	1,2624	2	2	6,6924
354	S8	D50	68,9612	6,2705	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	15,3494	55,6152	0,4268	0,8506	0,9573	0,3350	0,1675	1,2923	1,1248	2	2	6,4170
355	S8	D51	68,9612	6,2705	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	15,3494	61,9396	0,5197	0,7288	0,8587	0,3350	0,1675	1,1937	1,0262	2	2	6,2200
356	S8	D52	68,9612	6,2705	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	15,3494	68,3958	0,6169	0,6340	0,7882	0,3350	0,1675	1,1232	0,9557	2	2	6,0789
357	S8	D53	68,9612	6,2705	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	15,3494	71,6621	0,6667	0,5943	0,8153	0,3350	0,1675	1,1503	0,9828	2	2	6,1331
358	S8	D54	68,9612	6,2705	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	15,3494	19,4413	0,0968	2,9633	2,9875	0,3350	0,1675	3,3225	3,1550	2	2	10,4774
359	S8	D55	68,9612	6,2705	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	15,3494	21,9869	0,1008	2,7318	2,7571	0,3350	0,1675	3,0921	2,9246	2	2	10,0166
360	S8	D56	68,9612	6,2705	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	15,3494	24,7667	0,1135	2,5114	2,5397	0,3350	0,1675	2,8747	2,7072	2	2	9,5820
361	S8	D57	68,9612	6,2705	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	15,3494	30,7703	0,1612	2,1333	2,1736	0,3350	0,1675	2,5086	2,3411	2	2	8,8496
362	S8	D58	68,9612	6,2705	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	15,3494	37,0039	0,2270	1,8393	1,8960	0,3350	0,1675	2,2310	2,0635	2	2	8,2945
363	S8	D59	68,9612	6,2705	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	15,3494	40,8394	0,2582	1,5839	1,6484	0,3350	0,1675	1,9834	1,8159	2	2	7,7993
364	S8	D60	68,9612	6,2705	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	15,3494	46,0144	0,3140	1,3240	1,4025	0,3350	0,1675	1,7375	1,5700	2	2	7,3076
365	S8	D61	68,9612	6,2705	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	15,3494	51,6216	0,3847	1,1169	1,2131	0,3350	0,1675	1,5481	1,3806	2	2	6,9287
366	S8	D62	68,9612	6,2705	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	15,3494	57,5347	0,4658	0,9544	1,0708	0,3350	0,1675	1,4058	1,2383	2	2	6,6441
367	S8	D63	68,9612	6,2705	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	15,3494	63,6687	0,5542	0,8264	0,9650	0,3350	0,1675	1,3000	1,1325	2	2	6,4324
368	S8	D64	68,9612	6,2705	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	15,3494	69,9655	0,6476	0,7246	0,8866	0,3350	0,1675	1,2216	1,0541	2	2	6,2756
369	S8	D65	68,9612	6,2705	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	15,3494	73,1618	0,6958	0,6815	0,8662	0,3350	0,1675	1,2012	1,0337	2	2	6,2349
370	S8	D66	68,9612	6,2705	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	15,3494	23,9151	0,1873	2,9605	3,0073	0,3350	0,1675	3,3423	3,1748	2	2	10,5172
371	S8	D67	68,9612	6,2705	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	15,3494	26,0268	0,1905	2,7772	2,8248	0,3350	0,1675	3,1598	2,9923	2	2	10,1521
372	S8	D68	68,9612	6,2705	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	15,3494	28,4140	0,2006	2,5994	2,6495	0,3350	0,1675	2,9845	2,8170	2	2	9,8016
373	S8	D69	68,9612	6,2705	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	15,3494	33,7755	0,2398	2,2782	2,3381	0,3350	0,1675	2,6731	2,5056	2	2	9,1788
374	S8	D70	68,9612	6,2705	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	15,3494	39,6511	0,2993	2,0161	2,0909	0,3350	0,1675	2,4259	2,2584	2	2	8,6844
375	S8	D71	68,9612	6,2705	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	15,3494	41,0022	0,3114	1,9450	2,0228	0,3350	0,1675	2,3578	2,1903	2	2	8,5482
376	S8	D72	68,9612	6,2705	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	15,3494	45,0849	0,3416	1,6766	1,7620	0,3350	0,1675	2,0970	1,9295	2	2	8,0264
377	S8	D73	68,9612	6,2705	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	15,3494	49,8208	0,3901	1,4418	1,5393	0,3350	0,1675	1,8743	1,7068	2	2	7,5811
378	S8	D74	68,9612	6,2705	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	15,3494	55,0416	0,4531	1,2449	1,3581	0,3350	0,1675	1,6931	1,5256	2	2	7,2188
379	S8	D75	68,9612	6,2705	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	15,3494	60,6220	0,5270	1,0831	1,2149	0,3350	0,1675	1,5499	1,3824	2	2	6,9322
380	S8	D76	68,9612	6,2705	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	15,3494	66,4717	0,6091	0,9510	1,1033	0,3350	0,1675	1,4383	1,2708	2	2	6,7091
381	S9	D33	84,0655	59,5753	0	73,4262	23,0865	13,4	1	12,2037	45,6582	38,0083	0,5310	3,3678	3,5005	0,3350	0,1675	3,8355	3,6680	2	2	11,5035
382	S9	D34	84,0655	59,5753	0	73,4262	26,5865	13,4	1	13,5761	45,6582	34,6620	0,5092	3,7261	3,8534	0,3350	0,1675	4,1884	4,0209	2	2	12,2092

Lanjutan Lampiran 20 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
383	S9	D35	84,0655	59,5753	0	73,4262	33,5865	13,4	1	18,1265	45,6582	28,0822	0,4370	4,2128	4,3221	0,3350	0,1675	4,6571	4,4896	2	2	13,1466
384	S9	D36	84,0655	59,5753	0	71,5021	40,767	13,4	1	23,1704	45,6582	22,6184	0,3569	4,3814	4,4706	0,3350	0,1675	4,8056	4,6381	2	2	13,4437
385	S9	D37	84,0655	59,5753	0	68,0021	46,8292	13,4	1	27,7764	45,6582	20,5060	0,2838	4,0840	4,1550	0,3350	0,1675	4,4900	4,3225	2	2	12,8125
386	S9	D38	84,0655	59,5753	0	64,5021	52,8914	13,4	1	33,2294	45,6582	20,6737	0,1973	3,8775	3,9268	0,3350	0,1675	4,2618	4,0943	2	2	12,3560
387	S9	D39	84,0655	59,5753	0	61,0021	58,9535	13,4	1	39,1771	45,6582	23,0718	0,1029	3,7312	3,7570	0,3350	0,1675	4,0920	3,9245	2	2	12,0164
388	S9	D40	84,0655	59,5753	0	57,5021	65,0157	13,4	1	45,4259	45,6582	27,1148	0,0037	3,6244	3,6253	0,3350	0,1675	3,9603	3,7928	2	2	11,7531
389	S9	D41	84,0655	59,5753	0	54,0021	71,0779	13,4	1	51,8669	45,6582	32,1888	0,0986	3,5437	3,5683	0,3350	0,1675	3,9033	3,7358	2	2	11,6392
390	S9	D42	84,0655	59,5753	0	52,2521	74,109	13,4	1	55,1385	45,6582	34,9760	0,1505	3,5105	3,5481	0,3350	0,1675	3,8831	3,7156	2	2	11,5987
391	S9	D43	84,0655	59,5753	0	79,1262	23,0865	13,4	1	17,7579	45,6582	36,8216	0,4429	3,2435	3,3542	0,3350	0,1675	3,6892	3,5217	2	2	11,2108
392	S9	D44	84,0655	59,5753	0	79,1262	26,5865	13,4	1	18,7276	45,6582	33,3565	0,4275	3,5073	3,6141	0,3350	0,1675	3,9491	3,7816	2	2	11,7308
393	S9	D45	84,0655	59,5753	0	79,1262	33,5865	13,4	1	22,2482	45,6582	26,4540	0,3716	3,9323	4,0252	0,3350	0,1675	4,3602	4,1927	2	2	12,5528
394	S9	D46	84,0655	59,5753	0	78,1881	40,5865	13,4	1	26,5592	45,6582	19,8776	0,3032	4,2618	4,3376	0,3350	0,1675	4,6726	4,5051	2	2	13,1776
395	S9	D47	84,0655	59,5753	0	76,4384	43,617	13,4	1	28,0349	45,6582	17,6873	0,2797	4,4280	4,4979	0,3350	0,1675	4,8329	4,6654	2	2	13,4983
396	S9	D48	84,0655	59,5753	0	72,9384	49,6792	13,4	1	31,9471	45,6582	14,8911	0,2176	4,2705	4,3249	0,3350	0,1675	4,6599	4,4924	2	2	13,1523
397	S9	D49	84,0655	59,5753	0	69,4384	55,7414	13,4	1	36,7870	45,6582	15,1212	0,1408	4,0595	4,0947	0,3350	0,1675	4,4297	4,2622	2	2	12,6920
398	S9	D50	84,0655	59,5753	0	65,9384	61,8035	13,4	1	42,2367	45,6582	18,2635	0,0543	3,9002	3,9138	0,3350	0,1675	4,2488	4,0813	2	2	12,3301
399	S9	D51	84,0655	59,5753	0	62,4384	67,8657	13,4	1	48,0895	45,6582	23,1617	0,0386	3,7785	3,7881	0,3350	0,1675	4,1231	3,9556	2	2	12,0788
400	S9	D52	84,0655	59,5753	0	58,9384	73,9279	13,4	1	54,2150	45,6582	28,9373	0,1358	3,6837	3,7176	0,3350	0,1675	4,0526	3,8851	2	2	11,9378
401	S9	D53	84,0655	59,5753	0	57,1884	76,959	13,4	1	57,3528	45,6582	32,0089	0,1856	3,6440	3,6904	0,3350	0,1675	4,0254	3,8579	2	2	11,8832
402	S9	D54	84,0655	59,5753	0	83,1262	19,5865	13,4	1	21,4487	45,6582	39,9998	0,3843	2,9630	3,0591	0,3350	0,1675	3,3941	3,2266	2	2	10,6207
403	S9	D55	84,0655	59,5753	0	83,1262	23,0865	13,4	1	21,7008	45,6582	36,5009	0,3803	3,1944	3,2895	0,3350	0,1675	3,6245	3,4570	2	2	11,0815
404	S9	D56	84,0655	59,5753	0	83,1262	26,5865	13,4	1	22,5013	45,6582	33,0022	0,3676	3,4149	3,5068	0,3350	0,1675	3,8418	3,6743	2	2	11,5162
405	S9	D57	84,0655	59,5753	0	83,1262	33,5865	13,4	1	25,5062	45,6582	26,0058	0,3199	3,7930	3,8730	0,3350	0,1675	4,2080	4,0405	2	2	12,2485
406	S9	D58	84,0655	59,5753	0	82,8069	40,5865	13,4	1	29,6519	45,6582	19,0305	0,2541	4,0870	4,1505	0,3350	0,1675	4,4855	4,3180	2	2	12,8036
407	S9	D59	84,0655	59,5753	0	79,9025	45,617	13,4	1	31,6157	45,6582	14,5659	0,2229	4,3424	4,3982	0,3350	0,1675	4,7332	4,5657	2	2	13,2988
408	S9	D60	84,0655	59,5753	0	76,4025	51,6792	13,4	1	35,1314	45,6582	11,0032	0,1671	4,3737	4,4155	0,3350	0,1675	4,7505	4,5830	2	2	13,3335
409	S9	D61	84,0655	59,5753	0	72,9025	57,7414	13,4	1	39,5839	45,6582	11,3126	0,0964	4,1666	4,1907	0,3350	0,1675	4,5257	4,3582	2	2	12,8839
410	S9	D62	84,0655	59,5753	0	69,4025	63,8035	13,4	1	44,6938	45,6582	15,2604	0,0153	4,0040	4,0079	0,3350	0,1675	4,3429	4,1754	2	2	12,5182
411	S9	D63	84,0655	59,5753	0	65,9025	69,8657	13,4	1	50,2613	45,6582	20,8755	0,0731	3,8761	3,8944	0,3350	0,1675	4,2294	4,0619	2	2	12,2913
412	S9	D64	84,0655	59,5753	0	62,4025	75,9279	13,4	1	56,1504	45,6582	27,1421	0,1665	3,7743	3,8160	0,3350	0,1675	4,1510	3,9835	2	2	12,1344
413	S9	D65	84,0655	59,5753	0	60,6525	78,959	13,4	1	59,1857	45,6582	30,3957	0,2147	3,7311	3,7848	0,3350	0,1675	4,1198	3,9523	2	2	12,0722
414	S9	D66	84,0655	59,5753	0	88,8262	19,5865	13,4	1	27,1485	45,6582	40,2712	0,2938	2,9658	3,0392	0,3350	0,1675	3,3742	3,2067	2	2	10,5810
415	S9	D67	84,0655	59,5753	0	88,8262	23,0865	13,4	1	27,3482	45,6582	36,7981	0,2906	3,1491	3,2218	0,3350	0,1675	3,5568	3,3893	2	2	10,9460
416	S9	D68	84,0655	59,5753	0	88,8262	26,5865	13,4	1	27,9875	45,6582	33,3305	0,2805	3,3269	3,3970	0,3350	0,1675	3,7320	3,5645	2	2	11,2966
417	S9	D69	84,0655	59,5753	0	88,8262	33,5865	13,4	1	30,4559	45,6582	26,4212	0,2413	3,6481	3,7084	0,3350	0,1675	4,0434	3,8759	2	2	11,9193
418	S9	D70	84,0655	59,5753	0	88,8262	40,5865	13,4	1	34,2027	45,6582	19,5765	0,1818	3,9102	3,9556	0,3350	0,1675	4,2906	4,1231	2	2	12,4138
419	S9	D71	84,0655	59,5753	0	88,3389	42,4048	13,4	1	34,9652	45,6582	17,6943	0,1697	3,9813	4,0237	0,3350	0,1675	4,3587	4,1912	2	2	12,5499

Lanjutan Lampiran 20 Waktu Perjalanan Pengait *Tower Crane* 2 Skenario 3

Task	S	D	Xs	Ys	Zs	Xd	Yd	Zd	Q	ρ(Dj)	ρ(S_j)	l_j	Ta	Tω	Th	Tv(penuh)	Tv(kosong)	t1	t2	t3	t4	T
420	S9	D72	84,0655	59,5753	0	84,8389	48,467	13,4	1	36,8677	45,6582	11,1352	0,1395	4,2497	4,2846	0,3350	0,1675	4,6196	4,4521	2	2	13,0717
421	S9	D73	84,0655	59,5753	0	81,3389	54,5292	13,4	1	39,9235	45,6582	5,7356	0,0910	4,4845	4,5072	0,3350	0,1675	4,8422	4,6747	2	2	13,5170
422	S9	D74	84,0655	59,5753	0	77,8389	60,5914	13,4	1	43,8925	45,6582	6,3090	0,0280	4,2946	4,3016	0,3350	0,1675	4,6366	4,4691	2	2	13,1056
423	S9	D75	84,0655	59,5753	0	74,3389	66,6535	13,4	1	48,5511	45,6582	12,0294	0,0459	4,1328	4,1443	0,3350	0,1675	4,4793	4,3118	2	2	12,7910
424	S9	D76	84,0655	59,5753	0	70,8389	72,7157	13,4	1	53,7203	45,6582	18,6444	0,1280	4,0007	4,0327	0,3350	0,1675	4,3677	4,2002	2	2	12,5679

ΣT	2378,1712	menit

Lampiran 21 Konflik Indeks Skenario 1

TASK	S	D	NC
1	S1	D1	68
2	S1	D2	67
3	S1	D3	69
4	S1	D4	75
12	S1	D12	58
13	S1	D13	61
14	S1	D14	64
15	S1	D15	68
16	S1	D16	72
23	S1	D23	58
24	S1	D24	60
25	S1	D25	66
26	S1	D26	69
27	S1	D27	68
33	S2	D1	47
34	S2	D2	47
35	S2	D3	50
36	S2	D4	57
44	S2	D12	16
45	S2	D13	24
46	S2	D14	32
47	S2	D15	38
48	S2	D16	45
55	S2	D23	16
56	S2	D24	21
57	S2	D25	29
58	S2	D26	38
59	S2	D27	40
65	S3	D1	60
66	S3	D2	58
67	S3	D3	56
68	S3	D4	59
76	S3	D12	16
77	S3	D13	23
78	S3	D14	28
79	S3	D15	32
80	S3	D16	38

Lanjutan Lampiran 21 Konflik Indeks Skenario 1

TASK	S	D	NC
87	S3	D23	9
88	S3	D24	11
89	S3	D25	18
90	S3	D26	25
91	S3	D27	26
141	S4	D1	70
142	S4	D2	62
143	S4	D3	53
144	S4	D4	41
152	S4	D12	28
153	S4	D13	28
154	S4	D14	27
155	S4	D15	24
156	S4	D16	22
163	S4	D23	14
164	S4	D24	12
165	S4	D25	12
166	S4	D26	14
167	S4	D27	13
		Σ	2302
		NC	4604

Lampiran 22 Total Waktu Perjalanan Pengait dan Keseimbangan Beban Kerja Seluruh Lantai pada Skenario 1

Lantai	Elevasi (m)	Waktu Perjalanan Pengait (jam)			σ (jam)
		TC 1	TC 2	Total	
Parkir	-3,35	62,4577	175,0244	237,4822	56,2833
Ground	0	63,1005	176,7099	239,8104	56,8047
1	5	52,2513	109,3690	161,6203	28,5588
2	10	53,2325	111,6346	164,8671	29,2010
3	13,4	26,0304	50,7922	76,8225	12,3809
4	16,8	26,3704	51,3787	77,7490	12,5041
5	20,2	26,7104	51,9652	78,6755	12,6274
6	23,6	27,0504	52,5517	79,6020	12,7506
7	27	27,3904	53,1382	80,5285	12,8739
8	30,4	27,7304	53,7247	81,4550	12,9971
9	34	28,0904	54,3457	82,4360	13,1276
Roof Ibis & *Maintanance* Novotel	34,2	28,1104	54,3802	82,4905	13,1349
10 (*Sky Lounge*)	37,6	0	43,0694	43,0694	43,0694
Roof Novotel	42	0	43,6744	43,6744	43,6744
Jumlah		485,2689	448,5251	1081,7580	1530,2830
Rata-Rata					25,7135

Lampiran 23 Total Waktu Perjalanan Pengait dan Keseimbangan Beban Kerja Seluruh Lantai pada Skenario 2

Lantai	Elevasi (m)	Waktu Perjalanan Pengait (jam)			σ (jam)
		TC 1	TC 2	Total	
Parkir	-3,35	63,7713	130,0146	193,7859	33,1216
Ground	0	64,4225	131,3651	195,7876	33,4713
1	5	51,5161	106,0372	157,5533	27,2605
2	10	52,4849	108,3122	160,7971	27,9137
3	13,4	26,0304	31,7385	57,7689	2,8541
4	16,8	26,3704	32,2060	58,5764	2,9178
5	20,2	26,7104	32,6735	59,3839	2,9816
6	23,6	27,0504	33,1410	60,1914	3,0453
7	27	27,3904	33,6085	60,9989	3,1091
8	30,4	27,7304	34,0760	61,8064	3,1728
9	34	28,0904	34,5710	62,6614	3,2403
Roof Ibis & *Maintanance* Novotel	34,2	28,1104	34,5985	62,7089	3,2441
10 (*Sky Lounge*)	37,6	0	35,0660	35,0660	35,0660
Roof Novotel	42	0	36,3247	36,3247	36,3247
Jumlah		486,4416	449,6778	813,7330	1263,4108
Rata-Rata					15,5516

Lampiran 24 Total Waktu Perjalanan Pengait dan Keseimbangan Beban Kerja Seluruh Lantai pada Skenario 3

Lantai	Elevasi (m)	Waktu Perjalanan Pengait (jam)			σ (jam)
		TC 1	TC 2	Total	
Parkir	-3,35	63,6080	151,8994	215,5074	44,1457
Ground	0	64,4225	154,0601	218,4826	44,8188
1	5	51,5161	124,1736	175,6897	36,3287
2	10	52,4849	126,7736	179,2585	37,1444
3	13,4	26,0304	39,6362	65,6666	6,8029
4	16,8	26,3704	40,1972	66,5676	6,9134
5	20,2	26,7104	40,7582	67,4686	7,0239
6	23,6	27,0504	41,3192	68,3696	7,1344
7	27	27,3904	41,8802	69,2706	7,2449
8	30,4	27,7304	42,4412	70,1716	7,3554
9	34	28,0904	43,0352	71,1256	7,4724
Roof Ibis & *Maintanance* Novotel	34,2	28,1104	43,0682	71,1786	7,4789
10 (*Sky Lounge*)	37,6	0	43,6292	43,6292	43,6292
Roof Novotel	42	0	44,3552	44,3552	44,3552
Jumlah		486,3110	449,5145	977,2265	1426,7410
Rata-Rata					21,9892

Lampiran 25 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 1

No.	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
1	**PEKERJAAN SETTING, INSTAL, OPERATIONAL DAN SEWA TC**				**Rp. 2,784,482,388.38**	
1.1	**Persewaan Tower Crane**				**Rp. 1,130,000,000.00**	
	Novotel Tower Crane Jib 70	10.00	bln	Rp.65,000,000.00	Rp. 650,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Ibis Tower Crane Jib 50	8.00	bln	Rp.60,000,000.00	Rp.480,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.2	**Instalasi dan Operational Tower Crane**				**Rp. 493,135,000.00**	
1.2.1	**lnstalasi dan Operational Tower Crane Novotel**				**Rp. 269,335,000.00**	
	Erection TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Pasang Collar	1.00	ls	Include		Harga Koperasi WIKA
	Jacking per Section	16.00	unit	Rp. 300,000.00	Rp. 4,800,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Dismantling TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Bongkar Collar	1.00	ls	Include		Harga Koperasi WIKA
	Sewa Kos saat Erection	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Sawa Kos saat Dismantling	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Gaji Operator (2 orang)	2.00	org	Rp.78,000,000.00	Rp. 156,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Uang makan, Insentif dan Transport					
	Tempat Tinggal operator 1 kamar 2 orang	10.00	bln	Rp. 750,000.00	Rp. 7,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Setting Angkur	1.00	ls	Rp. 4,500,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Biaya Pengecatan (Kuning + Putih)	1.00	ls	Rp.15,000,000.00	Rp. 15,000,000.00	Kondisonal
	Jasa Overhaul	1.00	ls	Rp. 3,500,000.00	Rp. 3,500,000.00	Kondisonal
	Material Overhaul	1.00	ls	Rp. 6,535,000.00	Rp. 6,535,000.00	Kondisonal
	Maintenance	2.00	kali	Rp. 2,500,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.2.2	**Instalasi dan Operational Tower Crane Ibis**				**Rp. 223,800,000.00**	
	Erection TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA

Lanjutan Lampiran 25 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 1

No.	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
	Include Pasang Collar					
	Jacking per Section	15.00	unit	Rp. 300,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Dismantling TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Bongkar Collar					
	Sewa Kos saat Erection	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Sewa Kos saat Dismantling	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Gaji Operator (2 orang)	2.00	org	Rp. 62,400,000.00	Rp. 124,800,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Uang makan, Insentif dan Transport					
	Tempat Tinggal operator 1 kamar 2 orang	8.00	bln	Rp. 750,000.00	Rp. 6,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Setting Angkur	1.00	ls	Rp. 4,500,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Biaya Pengecatan (Kuning + Putih)	1.00	ls	Rp. 15,000,000.00	Rp. 15,000,000.00	Kondisonal
	Maintenance	1.00	kali	Rp. 2,500,000.00	Rp. 2,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.3	**Alat Bantu Erection dan Dismantling**				**Rp. 297,142,856.90**	
1.3.1	**Sewa Mobile Crane untuk Erection Novotel**				**Rp. 81,714,285.65**	
	Mobile Crane ex Tadano Kap. 60 Ton	3.00	shift	Rp. 12,000,000.00	Rp. 36,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,714,285.71	Rp. 8,571,428.55	Harga Tugu Beton
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo unp mulyo
1.3.2	**Sewa Mobile Crane untuk Erection Ibis**				**Rp. 66,857,142.80**	
	Mobile Crane 45 ton	3.00	shift	Rp. 8,000,000.00	Rp. 24,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,142,857.14	Rp. 5,714,285.70	Harga Tibo urip mulyo
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo

Lanjutan Lampiran 25 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 1

No	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.3.3	**Sawa Mobile Crane untuk Dismantling Novotel**				**Rp. 81,714,285.65**	
	Mobile Crane ex Tadano Kap. 60 Ton	3.00	shift	Rp.12,000,000.00	Rp. 36,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,714,285.71	Rp. 8,571,428.55	Harga Tugu Beton
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.3.4	**Sewa Mobile Crane untuk Dismantling Ibis**				**Rp. 66,857,142.80**	
	Mobile Crane 45 ton	3.00	shift	Rp. 8,000,000.00	Rp. 24,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,142,857.14	Rp. 5,714,285.70	Harga Tibo urip mulyo
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.4	**Mobilisasi dan Demobilisaai**				**Rp. 391,000,000.00**	
	Mobilisasi				**Rp. 195,500,000.00**	
	TC Novotel dari Purwakarta - Yogyakarta	12.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 102,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	TC Ibis dari Purwakarta - Yogyakarta	11.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 93,500,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Demoblisasi				**Rp. 195,500,000.00**	
	TC Novotel dari Yogyakarta - Purwakarta	12.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 102,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	TC Ibis dari Yogyakarta - Purwakarta	11.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 93,500,000.00	Harga Tibo urip mulyo
1.5	**Biaya Listrik**				**Rp. 159,177,592.70**	
	Listrik Golongan B-2/TR Tower Crane Novotel	1081.7580	jam	Rp. 104,018.40	Rp. 112,522,731.83	Harga PLN
	Listrik Golongan B-2/TR Tower Crane Ibis	448.5251	jam	Rp. 104,018.40	Rp. 46,654,860.87	Harga PLN

Lanjutan Lampiran 25 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 1

No	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
1.6	**Lain-Lain**				**Rp. 314,026,938.78**	
	Pondasi TC	2.00	ls	Rp.146,013,469.39	Rp.292,026,938.78	Harga Koperasi WIKA
	Bobok Angkur Tc	2.00	unit	Rp. 7,500,000.00	Rp. 15,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Perijinan Disnaker	2.00	unit	Rp. 3,500,000.00	Rp. 7,000,000.00	Harga Disnaker

Lampiran 26 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 2

No.	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
1	**PEKERJAAN SETTING, INSTAL, OPERATIONAL DAN SEWA TC**				**Rp. 2,706,722,762.14**	
1.1	**Persewaan Tower Crane**				**Rp. 1,080,000,000.00**	
	Novotel Tower Crane Jib 60	10.00	bln	Rp. 60,000,000.00	Rp. 600,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Ibis Tower Crane Jib 50	8.00	bln	Rp. 60,000,000.00	Rp. 480,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.2	**Instalasi dan Operational Tower Crane**				**Rp. 493,135,000.00**	
1.2.1	**lnstalasi dan Operational Tower Crane Novotel**				**Rp. 269,335,000.00**	
	Erection TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Pasang Collar	1.00	ls	Include		Harga Koperasi WIKA
	Jacking per Section	16.00	unit	Rp. 300,000.00	Rp. 4,800,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Dismantling TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Bongkar Collar	1.00	ls	Include		Harga Koperasi WIKA
	Sewa Kos saat Erection	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Sawa Kos saat Dismantling	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Gaji Operator (2 orang)	2.00	org	Rp.78,000,000.00	Rp. 156,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Uang makan, Insentif dan Transport					
	Tempat Tinggal operator 1 kamar 2 orang	10.00	bln	Rp. 750,000.00	Rp. 7,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Setting Angkur	1.00	ls	Rp. 4,500,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Biaya Pengecatan (Kuning + Putih)	1.00	ls	Rp.15,000,000.00	Rp. 15,000,000.00	Kondisonal
	Jasa Overhaul	1.00	ls	Rp. 3,500,000.00	Rp. 3,500,000.00	Kondisonal
	Material Overhaul	1.00	ls	Rp. 6,535,000.00	Rp. 6,535,000.00	Kondisonal
	Maintenance	2.00	kali	Rp. 2,500,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.2.2	**Instalasi dan Operational Tower Crane Ibis**				**Rp. 223,800,000.00**	
	Erection TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA

Lanjutan Lampiran 26 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 2

No.	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
	Include Pasang Collar					
	Jacking per Section	15.00	unit	Rp. 300,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Dismantling TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Bongkar Collar					
	Sewa Kos saat Erection	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Sewa Kos saat Dismantling	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Gaji Operator (2 orang)	2.00	org	Rp. 62,400,000.00	Rp. 124,800,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Uang makan, Insentif dan Transport					
	Tempat Tinggal operator 1 kamar 2 orang	8.00	bln	Rp. 750,000.00	Rp. 6,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Setting Angkur	1.00	ls	Rp. 4,500,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Biaya Pengecatan (Kuning + Putih)	1.00	ls	Rp. 15,000,000.00	Rp. 15,000,000.00	Kondisonal
	Maintenance	1.00	kali	Rp. 2,500,000.00	Rp. 2,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.3	**Alat Bantu Erection dan Dismantling**				**Rp. 297,142,856.90**	
1.3.1	**Sewa Mobile Crane untuk Erection Novotel**				**Rp. 81,714,285.65**	
	Mobile Crane ex Tadano Kap. 60 Ton	3.00	shift	Rp. 12,000,000.00	Rp. 36,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,714,285.71	Rp. 8,571,428.55	Harga Tugu Beton
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo unp mulyo
1.3.2	**Sewa Mobile Crane untuk Erection Ibis**				**Rp. 66,857,142.80**	
	Mobile Crane 45 ton	3.00	shift	Rp. 8,000,000.00	Rp. 24,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,142,857.14	Rp. 5,714,285.70	Harga Tibo urip mulyo
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo

Lanjutan Lampiran 26 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 2

No	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.3.3	**Sawa Mobile Crane untuk Dismantling Novotel**				**Rp. 81,714,285.65**	
	Mobile Crane ex Tadano Kap. 60 Ton	3.00	shift	Rp. 12,000,000.00	Rp. 36,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,714,285.71	Rp. 8,571,428.55	Harga Tugu Beton
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.3.4	**Sewa Mobile Crane untuk Dismantling Ibis**				**Rp. 66,857,142.80**	
	Mobile Crane 45 ton	3.00	shift	Rp. 8,000,000.00	Rp. 24,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,142,857.14	Rp. 5,714,285.70	Harga Tibo urip mulyo
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.4	**Mobilisasi dan Demobilisaai**				**Rp. 391,000,000.00**	
	Mobilisasi				**Rp. 195,500,000.00**	
	TC Novotel dari Purwakarta - Yogyakarta	12.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 102,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	TC Ibis dari Purwakarta - Yogyakarta	11.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 93,500,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Demoblisasi				**Rp. 195,500,000.00**	
	TC Novotel dari Yogyakarta - Purwakarta	12.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 102,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	TC Ibis dari Yogyakarta - Purwakarta	11.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 93,500,000.00	Harga Tibo urip mulyo
1.5	**Biaya Listrik**				**Rp. 131,417,966.46**	
	Listrik Golongan B-2/TR Tower Crane Novotel	813.7330	jam	Rp. 104,018.40	Rp. 84,643,204.99	Harga PLN
	Listrik Golongan B-2/TR Tower Crane Ibis	449.6778	jam	Rp. 104,018.40	Rp. 46,774,761.47	Harga PLN

Lanjutan Lampiran 26 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 2

No	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
1.6	**Lain-Lain**				**Rp. 314,026,938.78**	
	Pondasi TC	2.00	ls	Rp.146,013,469.39	Rp.292,026,938.78	Harga Koperasi WIKA
	Bobok Angkur Tc	2.00	unit	Rp. 7,500,000.00	Rp. 15,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Perijinan Disnaker	2.00	unit	Rp. 3,500,000.00	Rp. 7,000,000.00	Harga Disnaker

Lampiran 27 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 3

No.	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
1	**PEKERJAAN SETTING, INSTAL, OPERATIONAL DAN SEWA TC**				**Rp. 2,723,712,106.94**	
1.1	**Persewaan Tower Crane**				**Rp. 1,080,000,000.00**	
	Novotel Tower Crane Jib 60	10.00	bln	Rp. 60,000,000.00	Rp. 600,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Ibis Tower Crane Jib 50	8.00	bln	Rp. 60,000,000.00	Rp. 480,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.2	**Instalasi dan Operational Tower Crane**				**Rp. 493,135,000.00**	
1.2.1	**lnstalasi dan Operational Tower Crane Novotel**				**Rp. 269,335,000.00**	
	Erection TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Pasang Collar	1.00	ls	Include		Harga Koperasi WIKA
	Jacking per Section	16.00	unit	Rp. 300,000.00	Rp. 4,800,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Dismantling TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Bongkar Collar	1.00	ls	Include		Harga Koperasi WIKA
	Sewa Kos saat Erection	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Sawa Kos saat Dismantling	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Gaji Operator (2 orang)	2.00	org	Rp.78,000,000.00	Rp. 156,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Uang makan, Insentif dan Transport					
	Tempat Tinggal operator 1 kamar 2 orang	10.00	bln	Rp. 750,000.00	Rp. 7,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Setting Angkur	1.00	ls	Rp. 4,500,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Biaya Pengecatan (Kuning + Putih)	1.00	ls	Rp.15,000,000.00	Rp. 15,000,000.00	Kondisonal
	Jasa Overhaul	1.00	ls	Rp. 3,500,000.00	Rp. 3,500,000.00	Kondisonal
	Material Overhaul	1.00	ls	Rp. 6,535,000.00	Rp. 6,535,000.00	Kondisonal
	Maintenance	2.00	kali	Rp. 2,500,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.2.2	**Instalasi dan Operational Tower Crane Ibis**				**Rp. 223,800,000.00**	
	Erection TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA

Lanjutan Lampiran 27 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 3

No.	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
	Include Pasang Collar					
	Jacking per Section	15.00	unit	Rp. 300,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Dismantling TC Free Standing	1.00	ls	Rp.32,500,000.00	Rp. 32,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Bongkar Collar					
	Sewa Kos saat Erection	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Sewa Kos saat Dismantling	1.00	kamar	Rp. 750,000.00	Rp. 750,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Gaji Operator (2 orang)	2.00	org	Rp. 62,400,000.00	Rp. 124,800,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Include Uang makan, Insentif dan Transport					
	Tempat Tinggal operator 1 kamar 2 orang	8.00	bln	Rp. 750,000.00	Rp. 6,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Setting Angkur	1.00	ls	Rp. 4,500,000.00	Rp. 4,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Biaya Pengecatan (Kuning + Putih)	1.00	ls	Rp. 15,000,000.00	Rp. 15,000,000.00	Kondisonal
	Maintenance	1.00	kali	Rp. 2,500,000.00	Rp. 2,500,000.00	Harga Koperasi WIKA
1.3	**Alat Bantu Erection dan Dismantling**				**Rp. 297,142,856.90**	
1.3.1	**Sewa Mobile Crane untuk Erection Novotel**				**Rp. 81,714,285.65**	
	Mobile Crane ex Tadano Kap. 60 Ton	3.00	shift	Rp. 12,000,000.00	Rp. 36,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,714,285.71	Rp. 8,571,428.55	Harga Tugu Beton
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo unp mulyo
1.3.2	**Sewa Mobile Crane untuk Erection Ibis**				**Rp. 66,857,142.80**	
	Mobile Crane 45 ton	3.00	shift	Rp. 8,000,000.00	Rp. 24,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,142,857.14	Rp. 5,714,285.70	Harga Tibo urip mulyo
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo

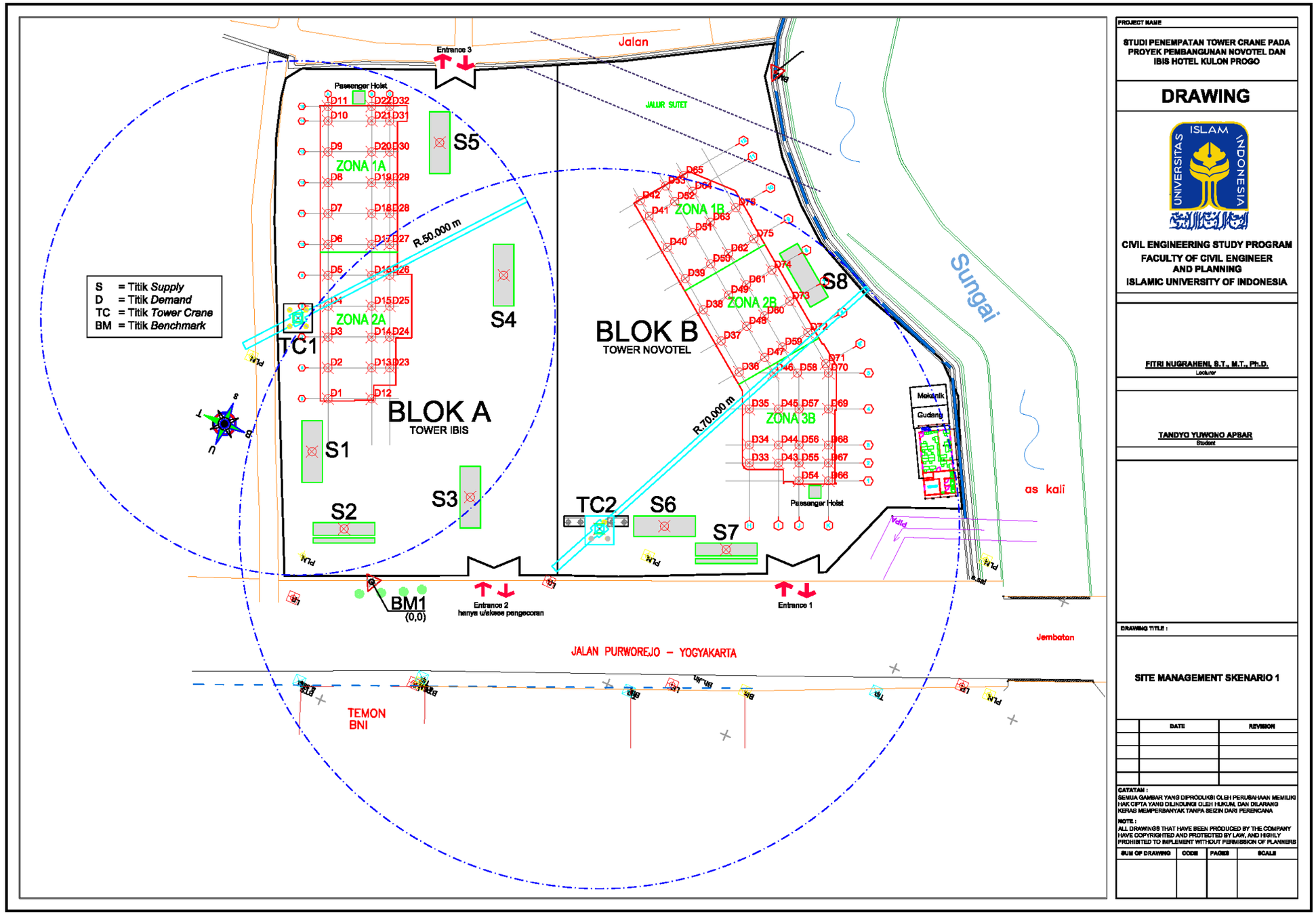
Lanjutan Lampiran 27 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 3

No	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.3.3	**Sawa Mobile Crane untuk Dismantling Novotel**				**Rp. 81,714,285.65**	
	Mobile Crane ex Tadano Kap. 60 Ton	3.00	shift	Rp. 12,000,000.00	Rp. 36,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tugu Beton
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,714,285.71	Rp. 8,571,428.55	Harga Tugu Beton
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.3.4	**Sewa Mobile Crane untuk Dismantling Ibis**				**Rp. 66,857,142.80**	
	Mobile Crane 45 ton	3.00	shift	Rp. 8,000,000.00	Rp. 24,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	ls	Rp. 5,000,000.00	Rp. 5,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime Alat	5.00	jam	Rp. 1,142,857.14	Rp. 5,714,285.70	Harga Tibo urip mulyo
	Mobile Crane 20 ton	5.00	shift	Rp. 5,000,000.00	Rp. 25,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Overtime	10.00	jam	Rp. 714,285.71	Rp. 7,142,857.10	Harga Tibo urip mulyo
1.4	**Mobilisasi dan Demobilisaai**				**Rp. 391,000,000.00**	
	Mobilisasi				**Rp. 195,500,000.00**	
	TC Novotel dari Purwakarta - Yogyakarta	12.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 102,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	TC Ibis dari Purwakarta - Yogyakarta	11.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 93,500,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	Demoblisasi				**Rp. 195,500,000.00**	
	TC Novotel dari Yogyakarta - Purwakarta	12.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 102,000,000.00	Harga Tibo urip mulyo
	TC Ibis dari Yogyakarta - Purwakarta	11.00	truck	Rp. 8,500,000.00	Rp. 93,500,000.00	Harga Tibo urip mulyo
1.5	**Biaya Listrik**				**Rp. 148,407,311.26**	
	Listrik Golongan B-2/TR Tower Crane Novotel	977.23	jam	Rp. 104,018.40	Rp. 101,649,537.30	Harga PLN
	Listrik Golongan B-2/TR Tower Crane Ibis	449.51	jam	Rp. 104,018.40	Rp. 46,757,773.97	Harga PLN

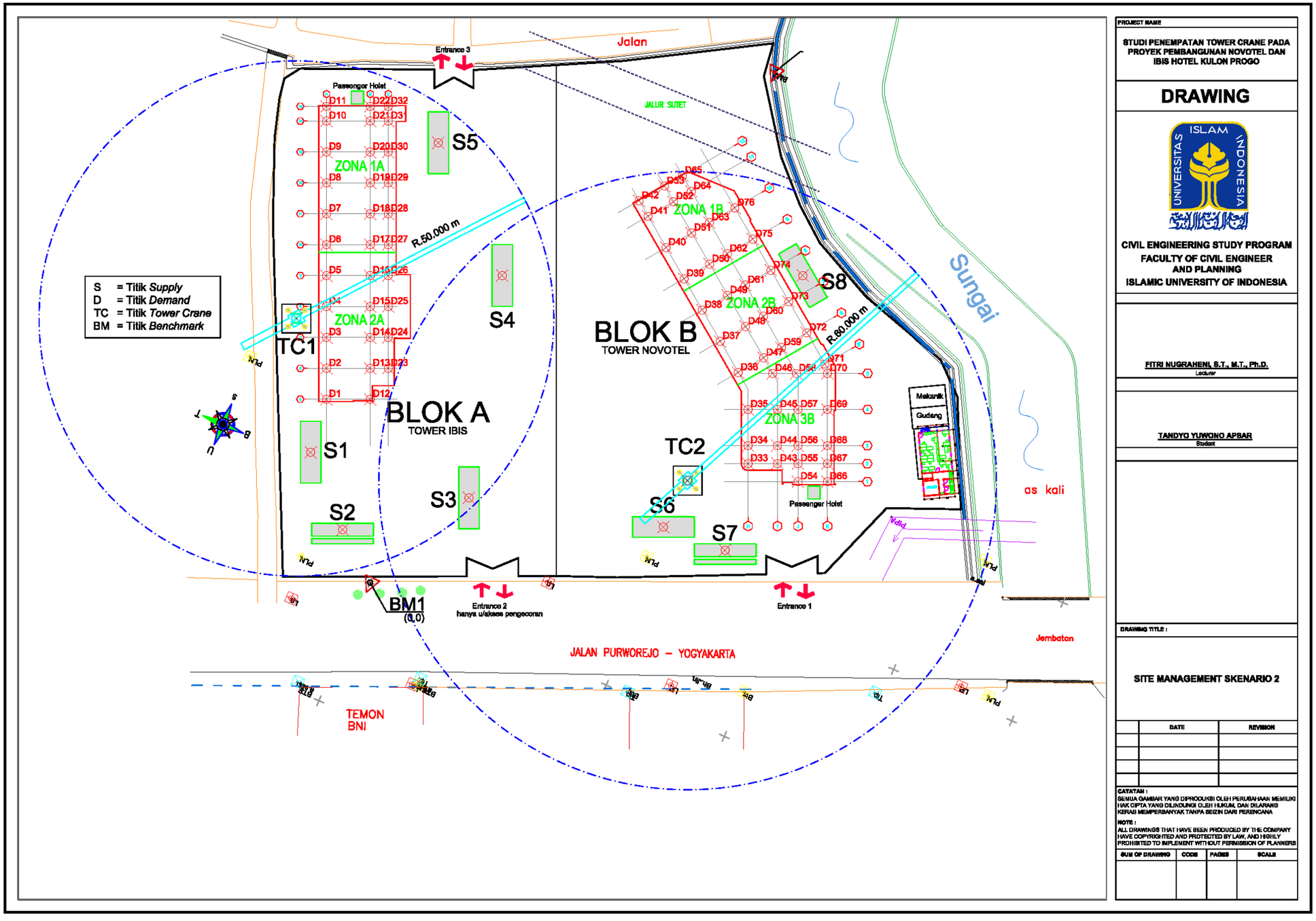
Lanjutan Lampiran 27 Biaya Operasional *Tower Crane* Skenario 3

No	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Keterangan
1.6	**Lain-Lain**				**Rp. 314,026,938.78**	
	Pondasi TC	2.00	ls	Rp.146,013,469.39	Rp.292,026,938.78	Harga Koperasi WIKA
	Bobok Angkur Tc	2.00	unit	Rp. 7,500,000.00	Rp. 15,000,000.00	Harga Koperasi WIKA
	Perijinan Disnaker	2.00	unit	Rp. 3,500,000.00	Rp. 7,000,000.00	Harga Disnaker

Lampiran 28 *Site Management* Skenario 1



Lampiran 29 *Site Management* Skenario 2



PROJECT NAME

STUDI PENEMPATAN TOWER CRANE PADA PROYEK PEMBANGUNAN NOVOTEL DAN IBIS HOTEL KULON PROGO

DRAWING

CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
FACULTY OF CIVIL ENGINEER AND PLANNING
ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., Ph.D.
Lecturer

TANDYO YUWONO APBAR
Student

DRAWING TITLE :

SITE MANAGEMENT SKENARIO 2

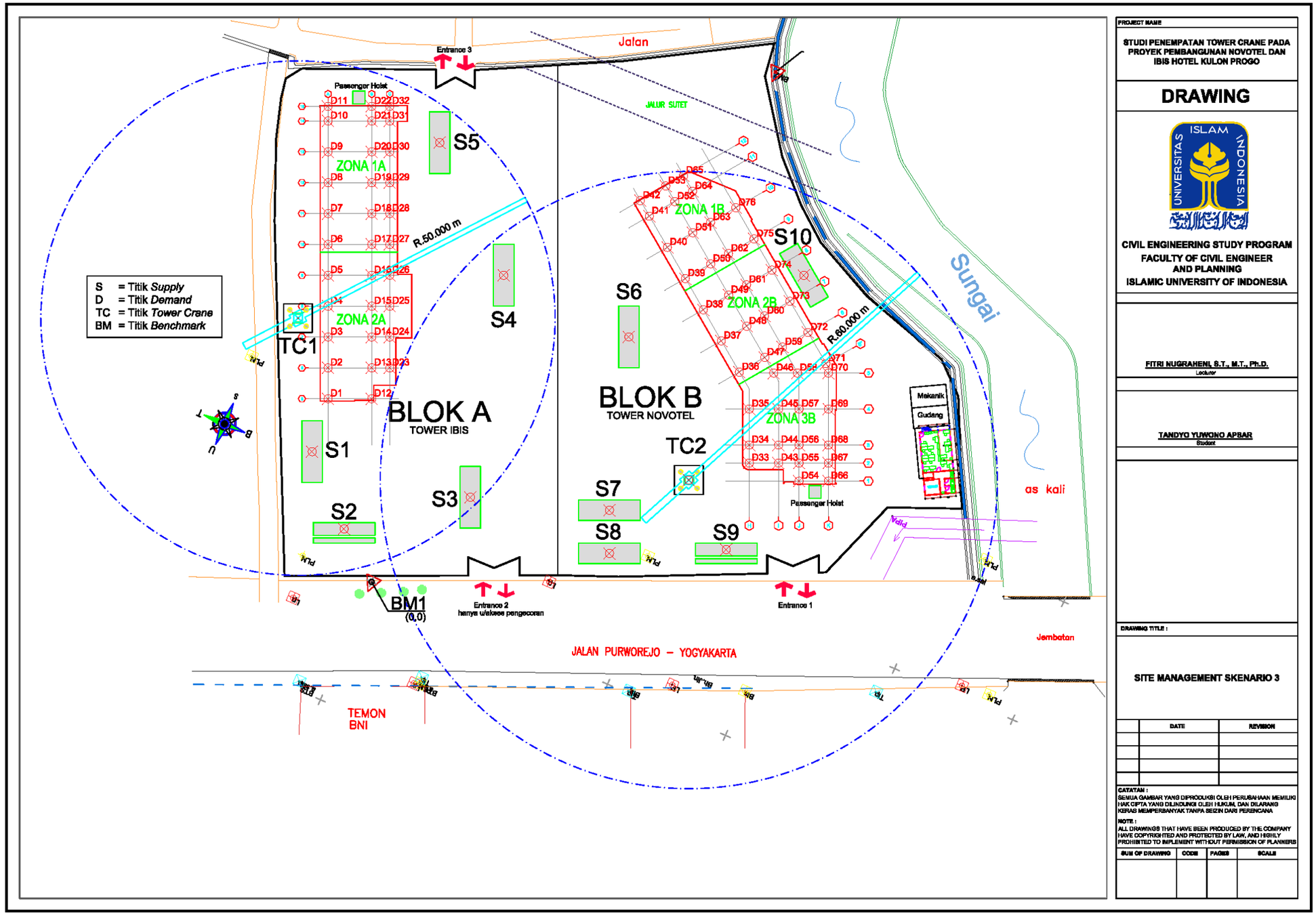
	DATE	REVISION

CATATAN :
SEMUA GAMBAR YANG DIPRODUKSI OLEH PERUSAHAAN MEMILIKI HAK CIPTA YANG DILINDUNGI OLEH HUKUM, DAN DILARANG KERAS MEMPERBANYAK TANPA SEIZIN DARI PERENCANA

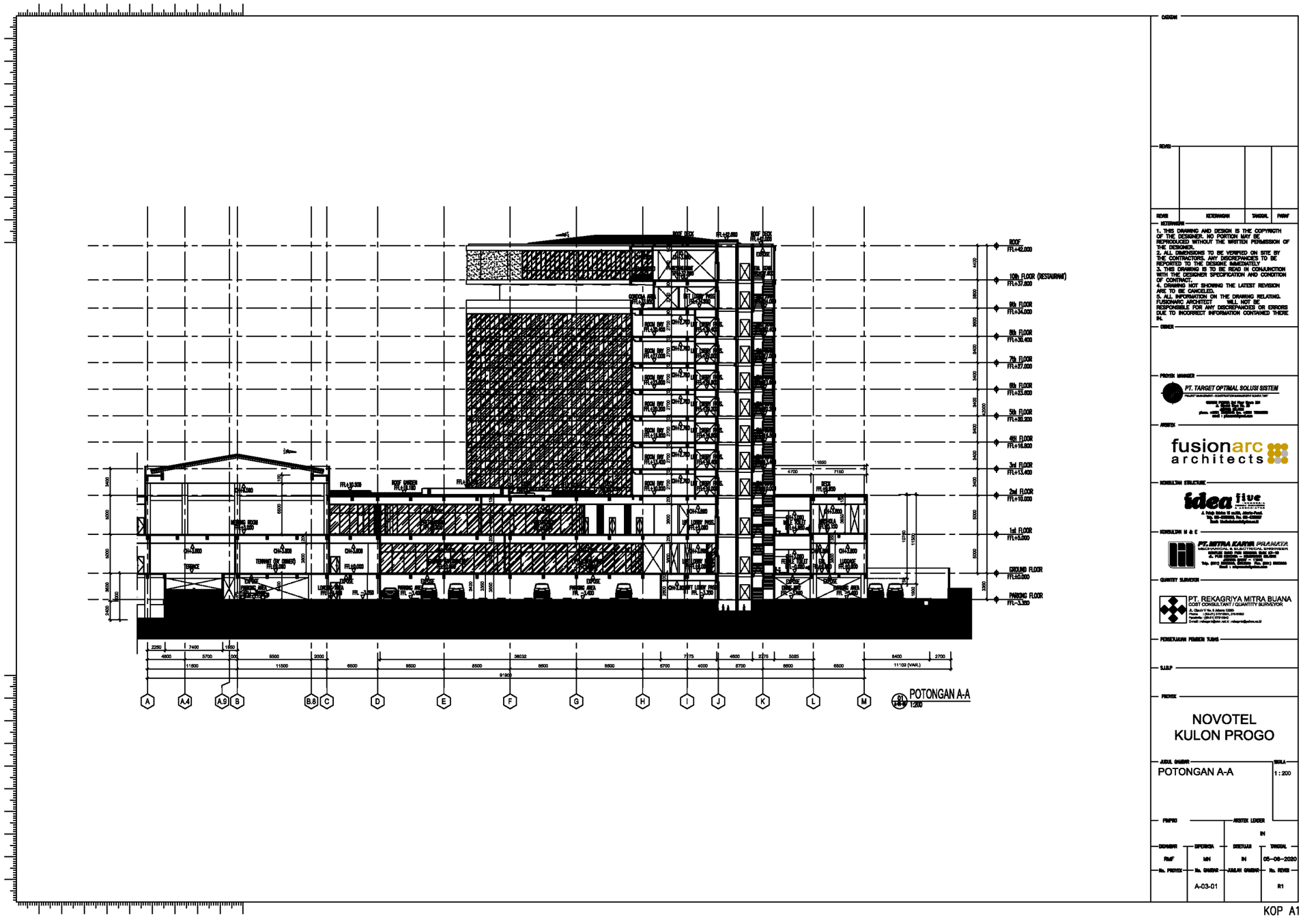
NOTE :
ALL DRAWINGS THAT HAVE BEEN PRODUCED BY THE COMPANY HAVE COPYRIGHTED AND PROTECTED BY LAW, AND I HIGHLY PROHIBITED TO IMPLEMENT WITHOUT PERMISSION OF PLANNERS

SUM OF DRAWING	CODE	PAGES	SCALE

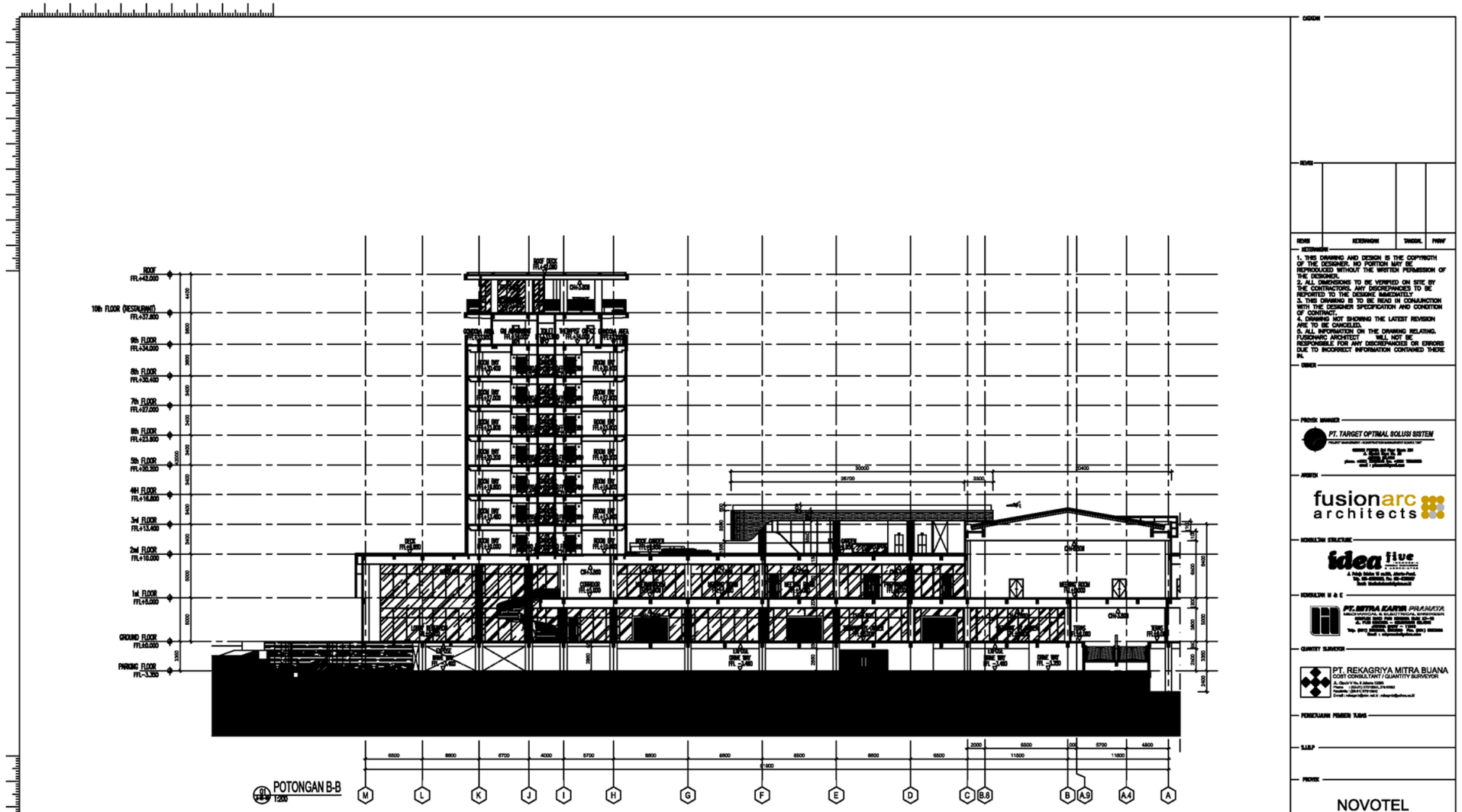
Lampiran 30 *Site Management* Skenario 3



Lampiran 31 Gambar Potongan Gedung Novotel



Lanjutan Lampiran 31 Gambar Potongan Gedung Novotel



DESIGN

REVISI

REVISI	KETERANGAN	TANGGAL	PARAF

KETERANGAN

1. THIS DRAWING AND DESIGN IS THE COPYRIGTH OF THE DESIGNER. NO PORTION MAY BE REPRODUCED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE DESIGNER.
2. ALL DIMENSIONS TO BE VERIFIED ON SITE BY THE CONTRACTORS. ANY DISCREPANCIES TO BE REPORTED TO THE DESIGNE IMMEDIATELY
3. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH THE DESIGNER SPECIFICATION AND CONDITION OF CONTRACT.
4. DRAWING NOT SHOWING THE LATEST REVISION ARE TO BE CANCELED.
5. ALL INFORMATION ON THE DRAWING RELATING. FUSIONARC ARCHITECT WILL NOT BE RESPONSIBLE FOR ANY DISCREPANCIES OR ERRORS DUE TO INCORRECT INFORMATION CONTAINED THERE IN.

OWNER

PROYEK MANAGER

PT. TARGET OPTIMAL SOLUSI SISTEM

ARSITEK

fusionarc architects

KONSULTAN STRUCTURE

idea five

KONSULTAN M & E

PT. MITRA KARYA PRANATA

QUANTITY SURVEYOR

PT. REKAGRIYA MITRA BUANA
COST CONSULTANT / QUANTITY SURVEYOR

PENGESAHAN PEMBERI TUGAS

S.I.M.P

PROYEK

NOVOTEL
KULON PROGO

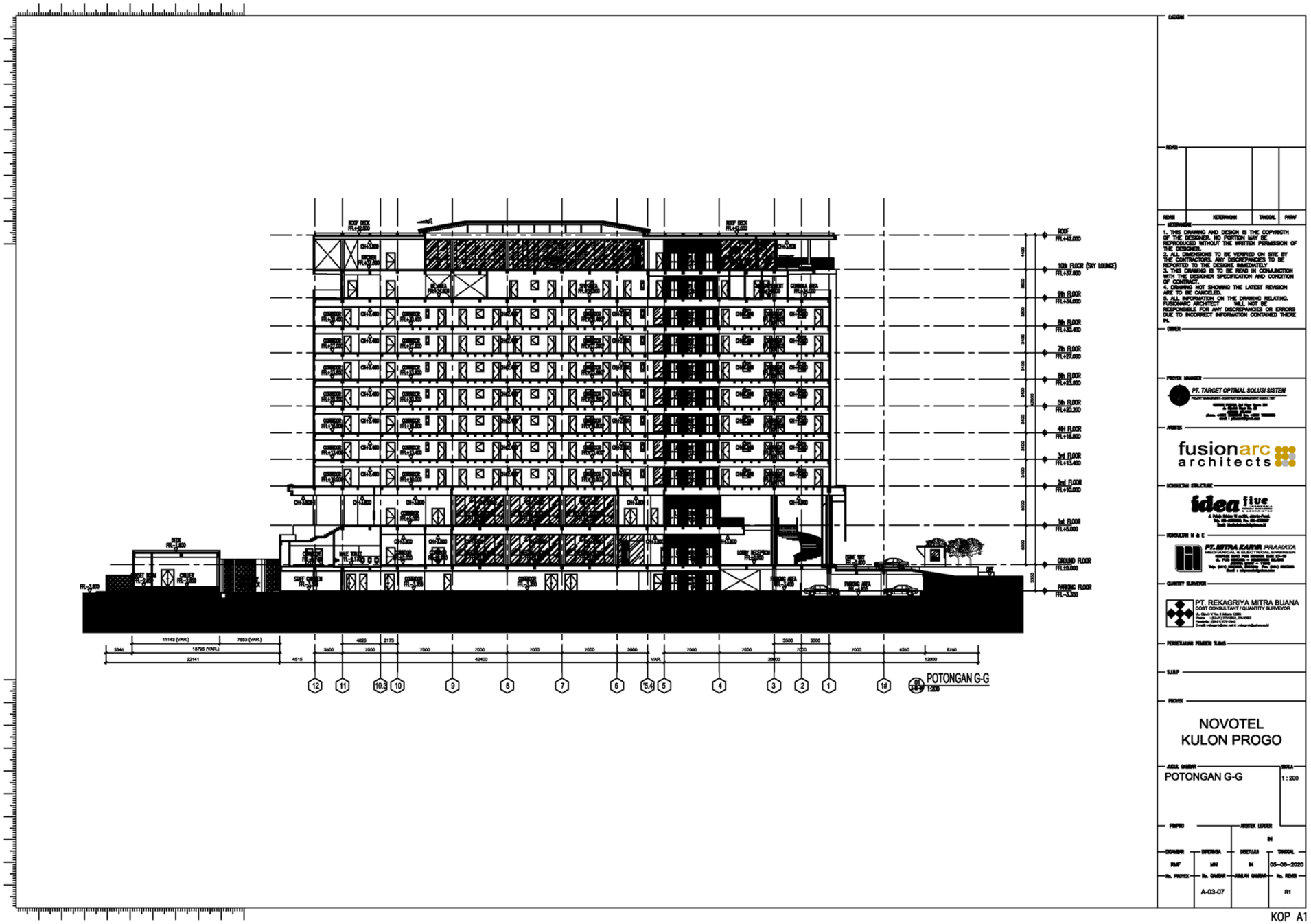
JENIS GAMBAR: POTONGAN B-B

SKALA: 1 : 200

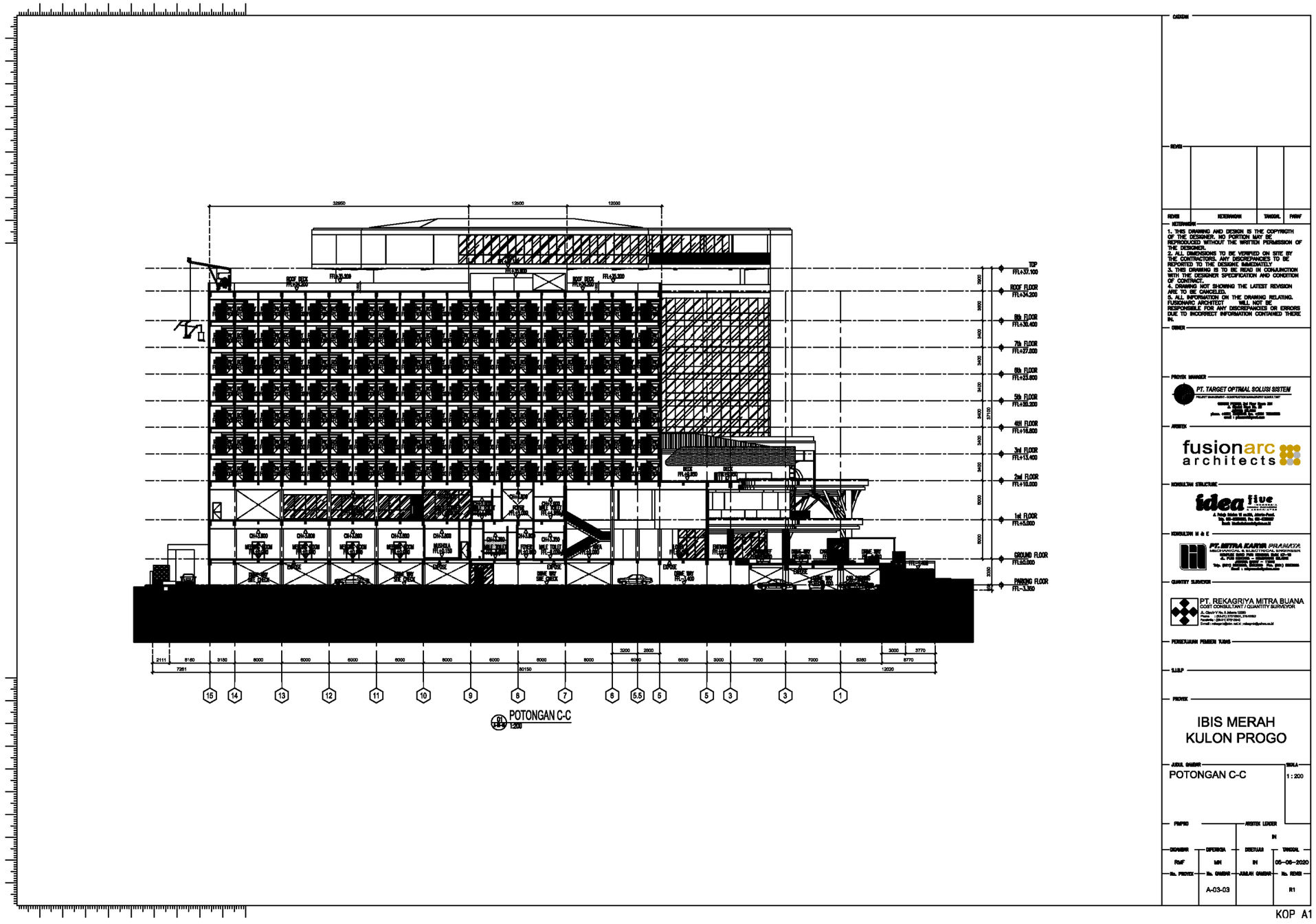
PIMPRO	ARSITEK LEADER	
IN		
DIGAMBAR: RMF	DIPERIKSA: MN	DISETUJUI: IN	TANGGAL: 05-08-2020
No. PROYEK	No. GAMBAR: A-03-02	JUMLAH GAMBAR	No. REVISI: R1

KOP A1

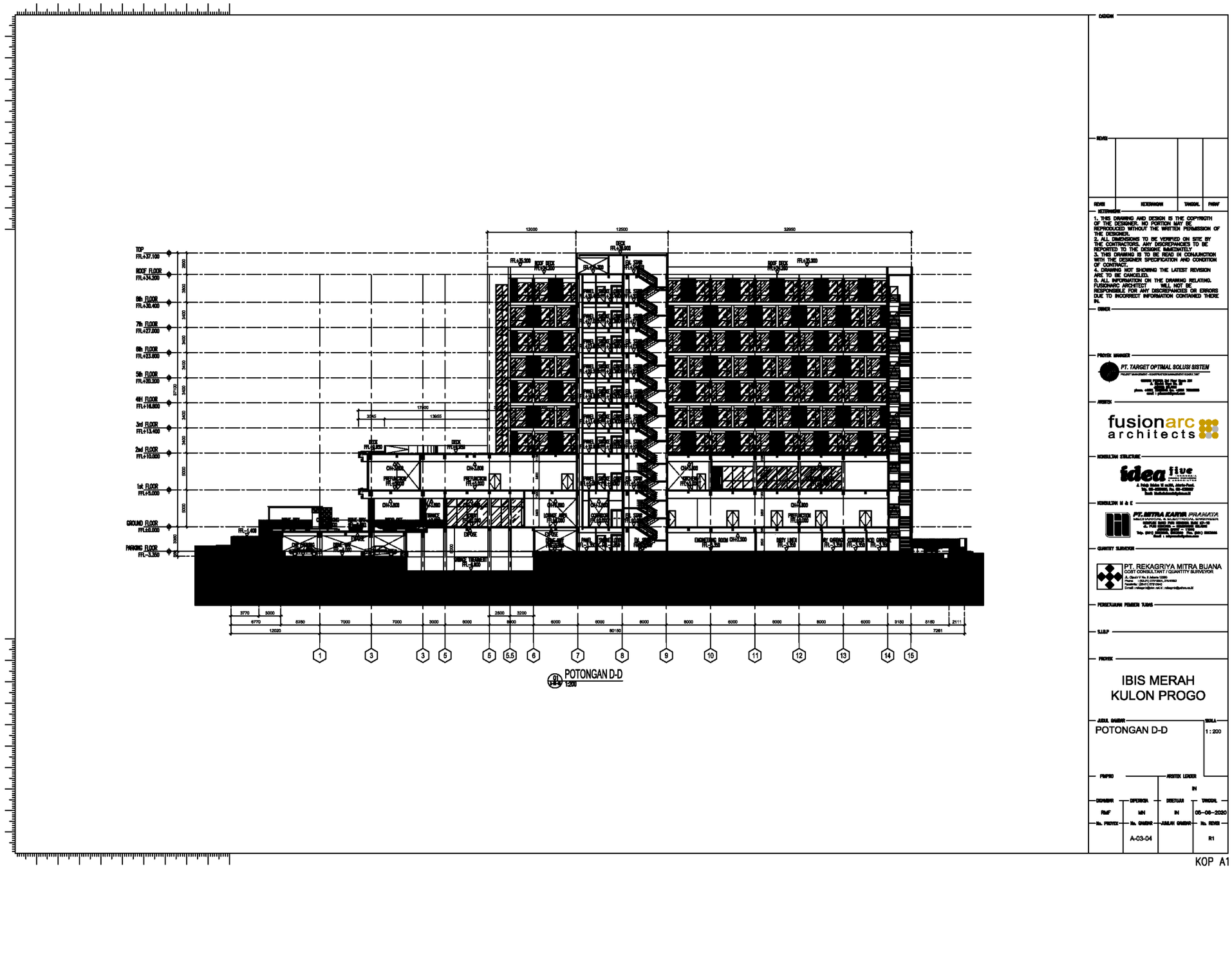
Lanjutan Lampiran 31 Gambar Potongan Gedung Novotel



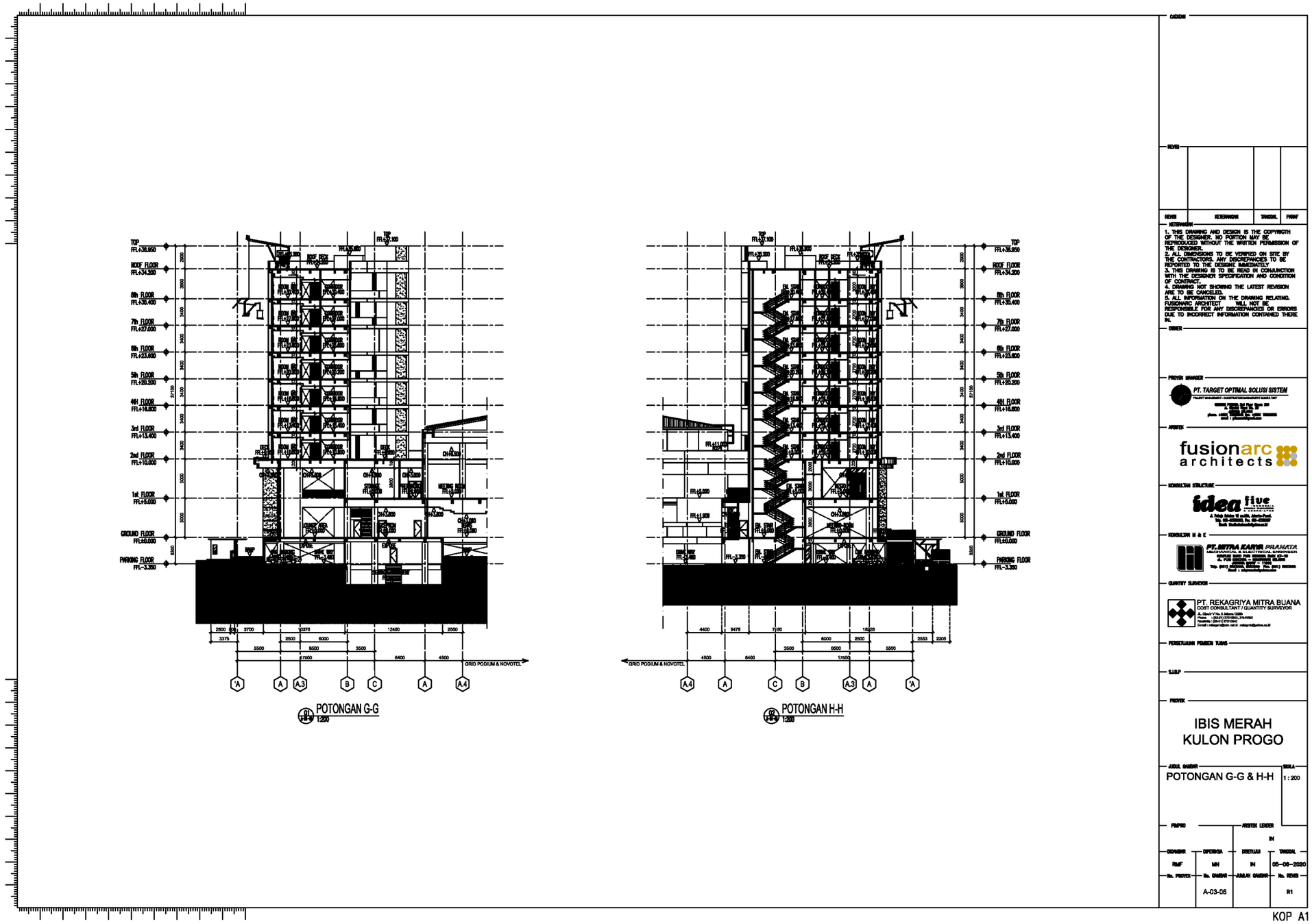
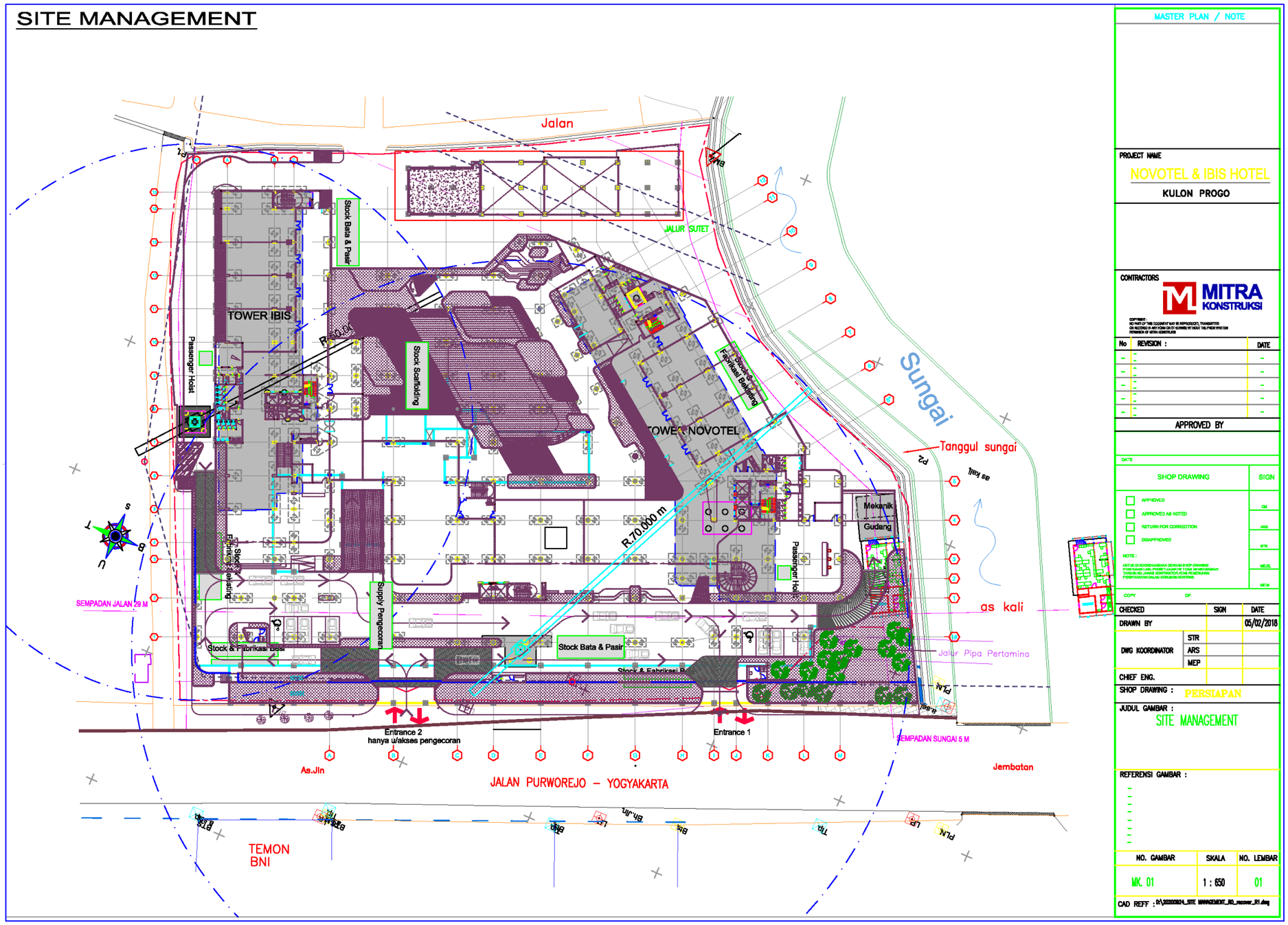
Lampiran 32 Gambar Potongan Gedung Ibis



Lanjutan Lampiran 32 Gambar Potongan Gedung Ibis



Lanjutan Lampiran 32 Gambar Potongan Gedung Ibis



Lampiran 33 *Site Management* Eksisting