

TUGAS AKHIR

METODE MENENTUKAN JENIS TOWER CRANE YANG TEPAT UNTUK PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT UII DI YOGYAKARTA)

METHODS FOR DETERMINING THE RIGHT TYPE OF TOWER CRANE FOR HIGH RISE BUILDINGS CONSTRUCTION (CASE STUDY OF RUMAH SAKIT UII CONSTRUCTION PROJECT IN YOGYAKARTA)

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



**Rahmad Priyo Santoso
09511195**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2016**

TUGAS AKHIR

METODE MENENTUKAN JENIS TOWER CRANE YANG TEPAT UNTUK PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI (METHODS FOR DETERMINING THE RIGHT TYPE OF TOWER CRANE FOR HIGH RISE BUILDINGS CONSTRUCTION)

Disusun oleh

Rahmad Priyo Santoso

09511195

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

diuji pada tanggal

oleh Dewan Penguji

Pembimbing



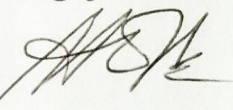
Fitri Nugraheni, Ph.D

Penguji I



Tuti Sumarningsih, MT

Penguji II



Albani Musyafa, Ph.D

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Miftahul Fauziah, Ph.D

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 yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 25 November 2016

Yang membuat pernyataan,

Rahmad Priyo Santoso
(09511195)



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Metode Menentukan Tower Crane Yang Tepat Untuk Proyek Gedung Bertingkat Tinggi*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Fitri Nugraheni, Ph.D selaku dosen pembimbing.
2. Tuti Sumarningsih, MT selaku dosen penguji I.
3. Albani Musyafa, Ph.D selaku dosen penguji II.
4. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.

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

Yogyakarta, November 2016
Penulis,

Rahmad Priyo Santoso
09511195

DAFTAR ISI

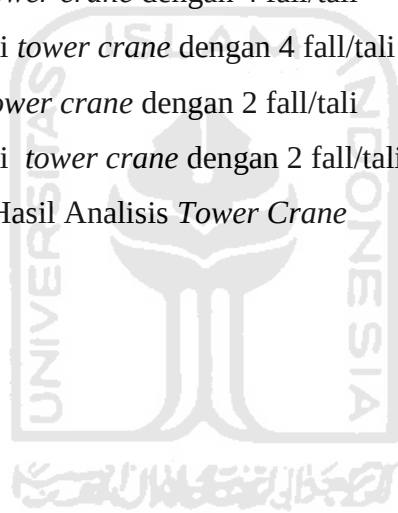
Judul	i
Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 MANFAAT PENELITIAN	3
1.5 BATASAN PENELITIAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA	4
2.2 PERBEDAAN PENELITIAN	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 UMUM	8
3.2 ALAT BERAT	8
3.3 TEORI PRODUKTIFITAS	9
3.4 <i>TOWER CRANE</i>	12
BAB IV METODOLOGI	30
4.1 METODE PENELITIAN	30

4.2 JENIS PENELITIAN	30
4.4 PENGUMPULAN DATA	30
4.5 ANALISIS DATA	31
BAB V ANALISIS, HASIL, DAN PEMBAHASAN	34
5.1 DATA PENELITIAN	34
5.1.1 Gambaran Umum Proyek	34
5.2 PEMILIHAN TOWER CRANE	34
5.2.1 Langkah-Langkah Pemilihan Jenis Tower Crane	36
5.3 PRODUKTIFITAS TOWER CRANE	41
5.3.1 Perhitungan Waktu Pelaksanaan Tower Crane	41
5.4 BIAYA SEWA TOWER CRANE	52
5.5 PEMBAHASAN	53
BAB VI KESIMPULAN	55
6.1 KESIMPULAN	55
6.2 SARAN	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian	6
Tabel 3.1	Faktor kerja dan manajemen /tata laksana	11
Tabel 3.2	Faktor waktu kerja efektif	12
Tabel 3.3	Perhitungan Biaya Total Pemakaian <i>Tower Crane</i>	29
Tabel 5.1	Kelebihan dan kekurangan jenis-jenis <i>tower crane</i>	35
Tabel 5.2	Kapasitas angkat pada lengan jib	40
Tabel 5.3	Waktu pergi <i>tower crane</i> dengan 4 fall/tali	46
Tabel 5.4	Waktu kembali <i>tower crane</i> dengan 4 fall/tali	46
Tabel 5.5	Waktu pergi <i>tower crane</i> dengan 2 fall/tali	51
Tabel 5.6	Waktu kembali <i>tower crane</i> dengan 2 fall/tali	51
Tabel 5.7	Rekapitulasi Hasil Analisis <i>Tower Crane</i>	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Detail Tower Crane</i>	14
Gambar 3.2	<i>Base Section</i>	14
Gambar 3.3	<i>Mast Section</i>	15
Gambar 3.4	<i>Slewing Machine</i>	16
Gambar 3.5	<i>Cat Head</i>	16
Gambar 3.6	<i>Jib</i>	17
Gambar 3.7	<i>Counter Jib</i>	17
Gambar 3.8	<i>Cabin Set</i>	18
Gambar 3.9	Jarak Tempuh Horizontal <i>Tower Crane</i>	23
Gambar 3.10	Jarak Tempuh Vertikal	25
Gambar 3.11	Jarak Tempuh Rotasi	26
Gambar 4.1	Bagan alir Tugas Akhir	33
Gambar 5.1	Simulasi pertama perletakan <i>tower crane</i> RS UII	37
Gambar 5.2	Simulasi kedua perletakan <i>tower crane</i> RS UII	38
Gambar 5.3	Simulasi ketiga perletakan <i>tower crane</i> RS UII	39
Gambar 5.4	Perletakan <i>tower crane</i> RS UII	40
Gambar 5.5	Pekerjaan kolom J12 dengan <i>tower crane</i>	42
Gambar 5.6	Pekerjaan kolom J12 dengan <i>tower crane</i>	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar <i>Free Standing Crane</i>	60
Lampiran 2 Gambar <i>Rail-Mounted Crane</i>	61
Lampiran 3 Gambar <i>Climbing Tower Crane</i>	62
Lampiran 3 Gambar <i>Tied-In Crane</i>	63
Lampiran 4 Foto Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi di Yogyakarta	64
Lampiran 5 Foto Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi di Yogyakarta	65
Lampiran 6 Brosur <i>Tower Crane</i> Merek Jianglu	66



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

TC	: <i>Tower Crane</i>
RS	: Rumah Sakit
UII	: Universitas Islam Indonesia
Q	: Produktifitas per satuan waktu
q	: Kapasitas produksi peralatan
N	: Jumlah <i>trip</i> per satuan waktu
t	: waktu
V	: Kecepatan
w.s	: Waktu siklus
Ek	: Efisiensi kerja
Z	: Jarak <i>tower crane</i>
D	: Jarak horizontal
H	: Elevasi
SB	: Sumber Bahan
TJ	: Lokasi tujuan
α	: Sudut <i>tower crane</i>
G	: Banyaknya minyak pelumas yang digunakan
DK	: Daya kuda standart mesin
C	: Kapasitas karter mesin
F	: Faktor pengoperasian
t	: Lama penggunaan pelumas
FOM	: Faktor Operasi Mesin
FW	: Faktor efisiensi waktu operasi
PBB	: Kondisi standar pemakaian bahan bakar per <i>horse-power</i>
PK	: Standar mesin
kWH	: Kilo <i>Watt</i> /Jam
KVA	: Kilo <i>Volt/Ampere</i>



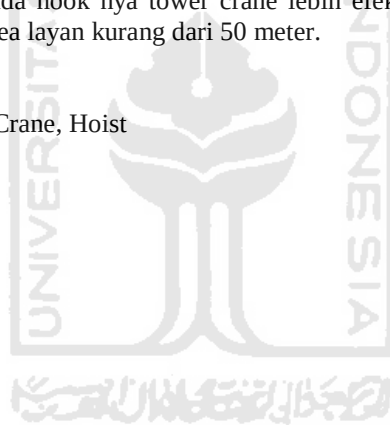
ABSTRAK

Tower crane secara umum digunakan sebagai alat transportasi untuk bangunan tinggi dan sebagai alat penanganan material yang cepat dan lebih ekonomis. Terdapat beberapa jenis tower crane yang dapat dipakai sesuai kebutuhan proyek itu sendiri. Masalah yang sering dialami kontraktor dalam perencanaan sebuah proyek adalah pemilihan peralatan yang paling tepat untuk proyek itu. Perlu langkah-langkah pemilihan peralatan yang tepat ini diharapkan agar proyek dapat berjalan secara efektif dan efisien serta menguntungkan bagi kontraktor.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jenis tower crane yang tepat untuk konstruksi gedung bertingkat tinggi. Data penelitian diperoleh dengan pengambilan data dan melakukan pengamatan pada proyek pembangunan gedung Rumah Sakit UII, Yogyakarta. Luasan proyek dan keadaan disekitar proyek mendukung penggunaan tower crane.

Pada penelitian ini dilakukan analisa lokasi proyek dan simulasi penempatan tower crane, sehingga diketahui jenis dan jumlah tower crane yang dibutuhkan yaitu 2 buah tower crane jenis free standing crane, dengan panjang jib 50 meter. Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu siklus pada tower crane tersebut, masing masing menggunakan 4 tali dan 2 tali, dan hasilnya adalah dengan menggunakan 4 tali pada hook nya tower crane lebih efektif karena memiliki kapasitas angkat yang lebih besar pada area layan kurang dari 50 meter.

Kata Kunci: Alat berat, Tower Crane, Hoist



ABSTRACT

Tower cranes are an equipment that used to transport and handling materials faster and more efficient for high buildings. There are several types of tower crane which can be used according to the needs of the project it self. The Problems that usually occurs for the contractor when planning the the project are selected the most appropriate equipment for the project. There are necessary steps for select the proper equipment in order to run the project effectively and efficiently as well as profitable for the contractor.

The purpose of this study is to determine the right type of tower crane for construction of multi-storey buildings. The research data obtained by collecting data and make an observations on Rumah Sakit UII , Yogyakarta. The area on the surrounding circumstances of project are supports the use of tower cranes.

This research conducted analysis and simulation for the placement of tower crane project , in order to known type and amount of tower crane that needed are 2 pieces free standing tower cranes , with a jib length of 50 meters. Furthermore, the calculation the time of tower crane cycle. One of them is use four ropes and the other is two ropes, the result is the four strap on his hook tower crane is more effective because it has a greater lift capacity for area that less than 50 meters.

Keywords: heavy equipment, Tower Crane, hoist



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Proyek konstruksi telah menjadi semakin kompleks pada beberapa tahun terakhir ini. Hal ini mengakibatkan peningkatan kebutuhan alat mekanis pada bidang konstruksi yang membuat semakin banyaknya mesin-mesin khusus tersedia untuk para kontraktor. *Tower crane* secara umum digunakan sebagai alat transportasi untuk bangunan tinggi dan sebagai alat penanganan material yang cepat dan lebih ekonomis (Martin, 1980).

Masalah yang sering dialami kontraktor dalam perencanaan sebuah proyek adalah mengenai pemilihan peralatan yang paling tepat untuk proyek itu. Perlu langkah-langkah pemilihan peralatan yang tepat ini diharapkan agar proyek dapat berjalan secara efektif dan efisien serta menguntungkan bagi kontraktor (Peurifoy dan Lebetter, 1985).

Ada beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan kontraktor dalam pemilihan peralatan ini. Faktor-faktor ini harus menjadi pertimbangan dalam setiap pemilihan peralatan untuk suatu proyek. Pemilihan peralatan itu tidak tergantung hanya pada salah satu faktor saja tetapi kesemuanya itu saling berhubungan dan berpengaruh (Day, 1973).

Pada kegiatan proyek pembangunan, alat berat mempunyai peranan penting dalam proses pengerjaan konstruksi karena efisiensi waktu. Salah satu alat berat yang sering digunakan pada proyek bangunan gedung bertingkat tinggi adalah *tower crane*. Pengadaan *tower crane* ini mutlak dilakukan karena untuk mendukung proses pekerjaan yang sedang berlangsung. *Tower crane* merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi bangunan bertingkat tinggi dengan skala yang besar. Dengan *tower crane* ini maka diharapkan pelaksanaan proyek konstruksi bangunan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif singkat, dalam menjalankan fungsinya sebagai alat untuk membantu mengangkat material baik arah vertikal maupun horizontal. Dari

segi lain, tingginya harga sewa dari *tower crane* turut menuntut efektifitas penggunaan *tower crane*.

Pada saat dilakukan penelitian ini ada beberapa proyek pembangunan gedung bertingkat tinggi di Yogyakarta, antara lain pembangunan hotel di jalan Adisucipto, pembangunan Transmart Maguwo di jalan Solo, pembangunan hotel di jalan Mataram , termasuk pembangunan Rumah Sakit UII yang direncanakan memiliki jumlah 5 lantai dan 1 *basement*. Rumah Sakit UII dibangun di Jalan Srandakan km 5,5 Bantul, Yogyakarta, dimana jalan Srandakan berada di kawasan Selatan kota Yogyakarta. Rumah Sakit UII memiliki ketinggian 24 meter dengan luas lahan 9863 meter persegi. Lokasi berdirinya Rumah Sakit UII merupakan daerah yang masih tergolong tidak padat penduduk, dimana bagian samping kanan dan kiri lokasi proyek masih berupa tanah kosong, dan pada bagian depan Rumah Sakit UII adalah jalan Srandakan.

Untuk memperlancar distribusi material di proyek, gedung-gedung bertingkat tinggi semuanya menggunakan *tower crane*. Saat ini di Rumah Sakit UII belum terlihat adanya penggunaan *tower crane*, untuk itu perlu direncanakan *jenis tower crane* yang tepat. Luasan proyek dan keadaan disekitar proyek mendukung penggunaan *tower crane*.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari penjelasan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat diambil adalah:

1. Bagaimana metode yang digunakan untuk menentukan jenis *tower crane* pada sebuah proyek?
2. Berdasarkan keadaan proyek Rumah Sakit UII, jenis *tower crane* apakah yang tepat digunakan pada proyek gedung bertingkat tinggi tersebut?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui metode yang digunakan dalam pemilihan jenis *tower crane*.

2. Untuk menentukan jenis *tower crane* yang tepat pada proyek gedung bertingkat tinggi, dalam hal ini adalah Rumah Sakit UII.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini di harapkan agar dapat bermanfaat khususnya bagi kalangan praktisi Teknik Sipil dan pada umumnya bagi masyarakat, supaya dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan suatu alat berat untuk proyek bangunan bertingkat tinggi khususnya *tower crane*. Selain itu pula, penulisan ini diharapkan agar bermanfaat bagi kalangan yaitu untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Agar tidak terjadi pembahasan yang terlalu luas, maka penelitian ini ditentukan aturan pembatasan yang dimaksudkan agar penelitian tetap sesuai dengan tujuan awal penelitian.

Batasan-batasan tersebut adalah :

1. Masalah yang di teliti adalah pemilihan *tower crane* berdasarkan lokasi dan keadaan proyek.
2. Metode yang di gunakan adalah studi literatur dan studi kasus.
3. Lokasi penelitian di proyek pembangunan Rumah Sakit UII.
4. Harga sewa untuk masing-masing *tower crane* dan genset pada penelitian ini diasumsikan sama.
5. Harga sewa *tower crane* sudah termasuk biaya operator, bahan bakar, serta pelumas.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

2.1.1 Identifikasi Faktor Yang Mempengaruhi Produktifitas *Tower Crane*

Lestari (2012), pada suatu pekerjaan proyek konstruksi, alat berat merupakan sumber daya yang harus tersedia. Khususnya pada proyek konstruksi bangunan bertingkat tinggi, pengadaan *tower crane* adalah suatu hal yang mutlak dilakukan. Produktifitas yang mampu dihasilkan perlu diperhitungkan agar tercapai efektifitas kerja yang ideal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktifitas *tower crane*.

Studi kasus dilakukan dengan mengamati pengoperasian *tower crane* dilapangan. Proyek yang menjadi penelitian adalah proyek pembangunan Hotel Pullman, Bandung. Pengamatan dilakukan terhadap satu unit *tower crane* dengan dua orang operator yang bekerja secara bergantian. Dari hasil pengamatan maka dapat diketahui waktu siklus pengangkatan material dengan mengamati faktor-faktor yang memepengaruhi waktu siklus tersebut.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi produktifitas *tower crane*, yaitu faktor alat, faktor sumber daya manusia, faktor material yang diangkat, faktor lingkungan, dan faktor manajemen proyek.

2.1.2 Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat *Tower Crane* dan Mobil Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya.

Ridha (2011), pada penelitian ini penulis melakukan pengujian perbandingan biaya dan waktu dari *tower crane* dan mobil crane dengan menganalisa pemakaian alat berat *tower crane* dengan mobil crane sebagai alat pengangkatan dan pemindahan material. Mobil crane sendiri memiliki sebuah crane sebagai alat pengangkatan atau pemindahan material.

Tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Mengetahui biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan dengan *tower crane*.
2. Mengetahui biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan *mobil crane*.
3. Mengetahui pemakaian alat berat yang paling efisien dari segi waktu dan biaya.

2.1.3 Studi Tentang Pemilihan Jenis Crane Untuk Proyek Bangunan Industri.

Sumartomo (2011), pada penelitian ini diobservasi tentang alasan pemakaian alat berat *tower crane* maupun *mobil crane* sebagai alat pengangkatan dan pemindahan material. Jenis dan merk *tower crane* untuk tiap proyek berbeda satu dengan yang lainnya. Mengacu pada kondisi tersebut masing-masing alat mempunyai kelebihan dan kekurangan serta memiliki pertimbangan-pertimbangan tertentu dalam pemilihan peralatan, sehingga diharapkan dapat mencari hasil terbaik yang ditinjau dari segi waktu dan biaya pelaksanaan.

Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa pihak kontraktor menggunakan *tower crane* diperuntukan untuk sebuah proyek *mall* dan apartemen yang memiliki ruang lingkup area luas ($>100.000 \text{ m}^2$). Pihak kontraktor dalam memilih alat berat jenis *crane* ini memperlihatkan faktor luasan area proyek yang akan dikerjakan, kemudian disesuaikan dengan kapasitas *crane* yang akan dipakai.

2.1.4 Efisiensi Tata Letak Fasilitas dan Penggunaan Alat berat Pada Proyek Bangunan Bertingkat (Studi Kasus *Tower Crane*).

Saputra dan Hadiatama (2009), masalah yang sering dihadapi dalam pemakaian *tower crane* adalah penurunan produktifitas kerja *tower crane*. Didalam penggunaan *tower crane* sulit menemukan kondisi alat 100%. Selalu terdapat penurunan tingkat produktifitas alat *tower crane*. Akibat dari penurunan produktifitas *tower crane* ini mengakibatkan bertambahnya durasi pelaksanaan kerja dalam pelaksanaan pekerjaan kontruksi yang berakibat juga pada efektifitas kerja di dalam pelaksanaan kontruksi bangunan bertingkat.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui alat berat yang digunakan untuk membantu manusia dalam pemindahan material, apa yang mempengaruhi kerja alatnya, bagaimana produktifitas kerja alat tersebut dengan studi penelitian pembangunan Rumah Sakit Terpadu Universitas Diponogoro dan Proyek pembangunan *Paragon City* Semarang.

2.1.5 Pemilihan Jenis *Tower Crane* Berdasarkan Lokasi Proyek

Parinra (2016), dalam pemilihan *tower crane* untuk suatu proyek harus didasari dari kondisi proyek yang akan dibangun tersebut, misalnya kondisi lingkungan di sekitar proyek pembangunan, ketinggian bangunan proyek dan juga bangunan lainya agar tidak mengganggu pada saat *tower crane* berputar.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jenis *tower crane* yang tepat untuk Hotel UNISI, Yogyakarta.

2.2 PERBEDAAN PENELITIAN

Dari tinjauan pustaka diatas, maka diperoleh rincian sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian

No	Peneliti	Tujuan Penelitian
1	Lestari (2012)	terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi produktifitas <i>tower crane</i> , yaitu faktor alat, faktor sumber daya manusia, faktor material yang diangkat, faktor lingkungan, dan faktor manajemen proyek.
2	Ridha (2011)	Pengujian perbandingan biaya dan waktu dari <i>tower crane</i> dan mobil <i>crane</i> dengan menganalisa pemakaian alat berat <i>tower crane</i> dengan mobil <i>crane</i> sebagai alat pengangkatan dan pemindahan material pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya.

3	Sumartomo (2011)	Observasi tentang alasan pemakaian alat berat <i>tower crane</i> maupun mobil <i>crane</i> sebagai alat pengangkatan dan pemindahan material. Jenis dan merk <i>tower crane</i> untuk tiap proyek berbeda satu dengan yang lainnya.
4	Saputra dan Hadiatama (2009)	Mengetahui alat berat yang digunakan untuk membantu manusia dalam pemindahan material, apa yang mempengaruhi kerja alatnya, bagaimana produktifitas kerja alat tersebut dengan studi penelitian pembangunan Rumah Sakit Terpadu Universitas Diponogoro dan Proyek pembangunan Paragon City Semarang.
5	Parinra (2016)	Menentukan jenis <i>tower crane</i> yang tepat untuk Hotel UNISI, Yogyakarta dengan memperhatikan kondisi proyek yang akan dibangun tersebut, misalnya kondisi lingkungan di sekitar proyek pembangunan, ketinggian bangunan proyek dan juga bangunan lainya agar tidak mengganggu pada saat <i>tower crane</i> berputar.

Berdasarkan tinjauan dari beberapa penelitian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai jenis *tower crane* yang tepat untuk proyek pembangunan Rumah Sakit UII di Bantul, Yogyakarta belum pernah diteliti, maka pada tugas akhir ini akan diteliti tentang pemilihan jenis *tower crane* yang sesuai untuk proyek pembangunan Rumah Sakit UII.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. UMUM

Secara umum produktivitas adalah hubungan antara perbandingan hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (*input*). Dari pengertian diatas maka diperlukan adanya keseimbangan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang ada (*input*). Maka untuk meningkatkan hasil akhir yang sesuai dengan tujuan yang telah direncanakan dari produktivitas yaitu memperoleh hasil akhir yang lebih produktif, biasanya dalam hal ini digunakan suatu pendekatan yang efisien dan tetap menjaga adanya kualitas yang tinggi.

3.2 ALAT BERAT

Menurut Benjamin (1991), pemilihan peralatan suatu proyek harus sesuai dengan kondisi lapangan, agar dapat bereproduksi seoptimal dan seefisien mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu :

1. Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemindahan tanah, penggalian, produksi agregat, penempatan beton.
2. Syarat-syarat kerja serta rencana kerja yang tertulis dalam kontrak.
3. Kondisi lapangan, seperti keadaan tanah, keterbatasan lahan.
4. Letak daerah/lokasi, meliputi keadaan cuaca, temperatur, angin, ketinggian dan sumberdaya.
5. Jadwal rencana pelaksanaan yang digunakan.
6. Keberadaan alat untuk dikombinasikan dengan alat yang lain.
7. Pergerakan dari peralatan yang meliputi mobilisasi dan demobilisasi
8. Kemampuan satu alat untuk mengerjakan bermacam-macam pekerjaan.

3.3 TEORI PRODUKTIFITAS

Menurut beberapa ahli teori produktifitas adalah sebagai berikut :

1. Menurut Mali (1978), produktifitas adalah bagaimana menghasilkan atau meningkatkan hasil barang atau jasa setinggi mungkin dengan memanfaatkan sumber daya secara efisien. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa pengertian produktivitas memiliki dua dimensi yaitu efektifitas dan efisiensi yang dapat diukur berdasarkan pengukuran berikut

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang dihasilkan}}$$

2. Menurut Render dan Heizer (2001), produktifitas adalah perbandingan antara unit yang diproduksi dengan masukan yang digunakan atau jam kerja yang digunakan. Variabel produktifitas terdiri dari tenaga kerja, modal dan manajemen.
3. Dalam Sumanth (1984) memberikan beberapa definisi produktifitas antara lain :
 - a. Menurut Davis
Produktifitas adalah perubahan dalam suatu produk yang dihasilkan dari penggunaan sumber daya.
 - b. Menurut Kendrick dan Creamer
Produktifitas merupakan definisi fungsional untuk produktifitas parsial, produktifitas total dan faktor produktifitas.
 - c. Menurut Siegel
Produktifitas berkenaan dengan sekumpulan perbandingan antara output dan input.
4. Ervianto (2004) mengatakan bahwa produktifitas didefinisikan sebagai rasio antara output dengan input, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktifitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, uang, metoda dan alat.

3.3.1 Produktifitas Alat Berat

Dalam melaksanakan proyek-proyek yang dikerjakan dengan alat berat. Pada saat suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan di proyek tersebut.

Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan pekerjaan dalam mengerjakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan mudah pada waktu yang relatif lebih singkat.

3.3.2 Metode Perhitungan Produksi

Ada beberapa faktor yang harus dilihat dalam perhitungan produksi peralatan per satuan waktu, yaitu :

1. Kapasitas produksi

Kapasitas produksi adalah kemampuan peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu siklus lintasan operasi, dinyatakan dalam satuan volume tergantung dari jenis pekerjaan, cara penanganan material dan peralatan yang dipakai, yang dirumuskan sebagai berikut :

Produksi persatuan waktu (Rochmanhadi, 1984)

$$Q = q \times N \times \text{Efisiensi Kerja}$$

Dimana :

Q = produktifitas per satuan waktu

q = kapasitas produksi peralatan per satuan

N = (jumlah trip per satuan waktu)

T = satuan waktu (jam, menit, detik)

$w.s$ = waktu siklus

Ek = efisiensi kerja

2. Volume pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah kapasitas pekerjaan yang harus diselesaikan dalam setiap pekerjaan.

3. Waktu siklus

Jumlah waktu dalam satu waktu yang dipakai pada operasi individual atau kombinasi dengan peralatan lain tiap satu siklus tergantung pada :

- a. Lintasan operasi
- b. Kecepatan pada berbagai gerakan
- c. Tinggi pengangkatan
- d. Kehilangan waktu untuk percepatan dan perlambatan
- e. Waktu menunggu
- f. Waktu yang dihabiskan untuk pindah posisi ke posisi berikutnya, dan sebagainya

4. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja dinyatakan dalam suatu besaran faktor koreksi (f_k) yang merupakan suatu faktor yang diperhitungkan pengaruh unsur yang berkaitan dengan mesin, manusia dan keadaan cuaca dan faktor waktu kerja efektif terhadap pengoperasian peralatan yang dilihat pada tabel - tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Faktor kerja dan management /tata laksana

Kondisi Pekerjaan	Kondisi Tata Laksana			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
Baik Sekali	0.85	0.81	0.76	0.70
Baik	0.75	0.75	0.71	0.65
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.60
Jelek	0.68	0.61	0.57	0.52

Sumber : Rochmanhadi (1984)

Tabel 3.2 Faktor waktu kerja efektif

Kondisi	Waktu Kerja Efektif	Efisiensi Kerja
Baik Sekali	55menit/jam	0.92
Baik	50menit/jam	0.83
Sedang	45menit/jam	0.75
Jelek	40menit/jam	0.67

Sumber : Rochmanhadi (1984)

3.4 TOWER CRANE

Tower crane memegang peranan penting soal kecepatan dan percepatan pekerjaan. Seluruh operasional proyek sangat dipengaruhi oleh berfungsinya *tower crane*, disebabkan peranannya yang dominan untuk kelancaran jalannya pembangunan proyek. Untuk efisiensi biaya proyek, perkiraan jadwal dan waktu penggunaan *tower crane* perlu dilakukan sebelum pelaksanaan konstruksi. Pada proyek bangunan bertingkat *tower crane* pada umumnya digunakan untuk pekerjaan pengangkatan tulangan, pekerjaan pengecoran, pengangkatan bekisting, pengangkatan dinding precast, pasir dan unit-unit elektrik dan mekanikal.

Menurut Rostiyanti (2008), *tower crane* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak terbatas. Disebut *tower* karena memiliki rangka vertikal dengan bentuk standart dan ditancapkan pada perletakan yang tetap. Fungsi utama dari *tower crane* adalah mendistribusikan material dan peralatan yang dibutuhkan oleh proyek baik dalam arah vertikal maupun horizontal. *Tower crane* merupakan peralatan elektromotor, artinya menggunakan listrik sebagai sumber daya penggerak. Tenaga gerak tersebut diperoleh dari PLN maupun generator set.

Pemilihan dan penempatan *tower crane* harus sebaik mungkin agar dapat mengangkut material secara maksimal dan menjangkau seluruh wilayah proyek dengan menggunakan panjang lengan (*jib length*). Semakin jauh radius jib maka kemampuan angkat menurun. Pada *tower crane* terdapat dua buah *limit switch* :

1. *Switch beban maksimum* : untuk memonitor pada kabel dan memastikan tidak terjadinya *overload*.
2. *Switch momen beban* : untuk memastikan operator tidak melebihi rating ton-meter bagi *crane*, ketika beban bergerak pada jib. Sebuah alat yang dinamakan "*cat head assambly*" pada slewing unit, dapat mendeteksi secara dini bila terjadi kondisi *overload*.

3.4.1 Jenis Tower Crane

Jenis-jenis *tower crane* dibagi berdasarkan cara *crane* tersebut berdiri yaitu :

1. *Free Standing Crane*

Crane yang berdiri bebas (*free standing crane*) berdiri diatas pondasi yang khusus dipersiapkan untuk alat tersebut. Jika *crane* harus mencapai ketinggian yang besar maka kadang-kadang digunakan pondasi dalam seperti tiang pancang.

2. *Rail Mounted Crane*

Penggunaan rel pada *rail mounted crane* mempermudah alat untuk bergerak sepanjang rel tersebut. Tetapi supaya tetap seimbang gerakan *crane* tidak dapat terlalu cepat. Kelemahan dari *crane* tipe ini harga rel terlalu mahal, rel harus diletakkan pada permukaan yang datar sehingga tiang tidak menjadi miring.

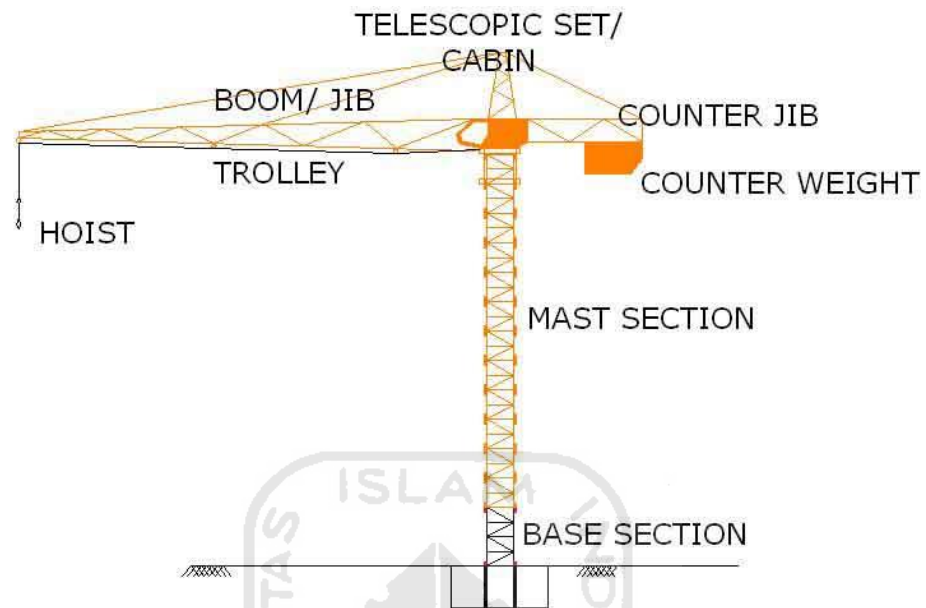
3. *Climbing Tower Crane*

Crane ini diletakan didalam struktur bangunan yaitu pada core atau inti bangunan. *Crane* ini bergerak naik bersamaan dengan struktur naik. Pengangkatan *crane* dimungkinkan dengan adanya dongkrak hidrolis atau *hydraulic jacks*. Dengan lahan terbatas maka alternatif penggunaan *crane climbing*.

4. *Tied In Crane*

Crane tipe ini mampu berdiri bebas pada ketinggian kurang dari 100 meter. Jika diperlukan *crane* dengan ketinggian dari 100 meter, maka *crane* harus ditambatkan atau dijangkar pada struktur bangunan fungsinya untuk menahan gaya horizontal.

3.4.2 Bagian-bagian *Tower Crane*



Gambar 3.1 Detail *Tower Crane*
(sumber: sipildewe.blogspot.co.id)

1. *Base section*

Bagian /segmen paling dasar dari badan *tower crane* yang langsung dipasang ke pondasi.



Gambar 3.2 *Base Section*
(sumber : Bang-Rash.com)

2. *Mast Section*

Bagian dari badan *tower crane* yang berupa segmen kerangka yang dipasang untuk menambahkan ketinggian *tower crane*.



Gambar 3.3 *Mast Section*
(sumber: elevator-spare-parts.com)

3. *Climbing Frame*

Bagian dari *tower crane* yang berfungsi sebagai penyangga saat penambahan mast.

4. *Support Frame*

Merupakan kedudukan /tumpuan yang menyokong *slewing ring* dalam mekanisme putar, terdiri dari bagian atas (*upper*) dan bagian bawah (*lower*).

5. *Slewing Ring*

Mast yang ikut berputar 360 derajat, berperan dalam mekanisme putar.



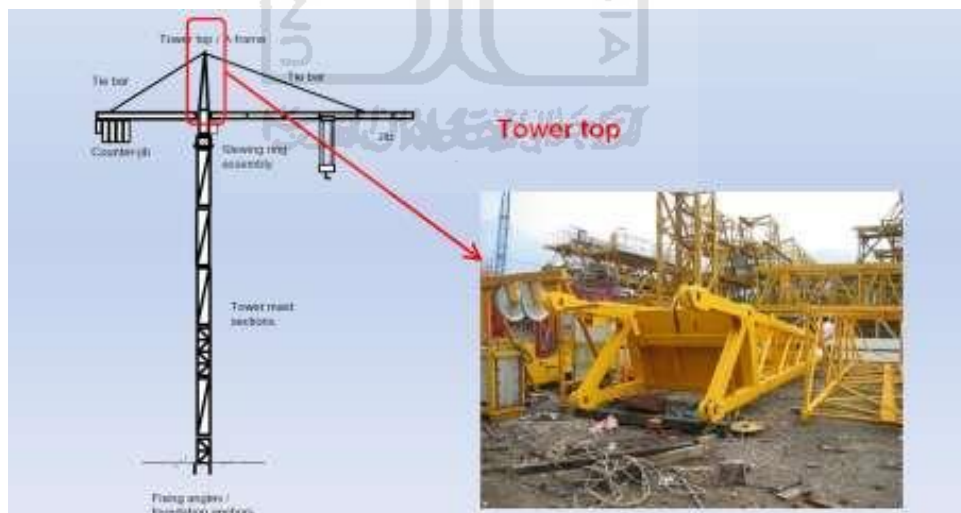
Gambar 3.4 Slewling Machine
(sumber : en.jnhytj.com)

6. *Slewling Mast*

Mast yang ikut berputar bersama jib, terletak dibawah *cat head*.

7. *Cat Head/Tower Top*

Puncak *tower crane* yang berfungsi sebagai tumpuan kabel penahan jib dan counter jib.



Gambar 3.5 Cat Head
(sumber : en.jnhytj.com)

8. *Jib*

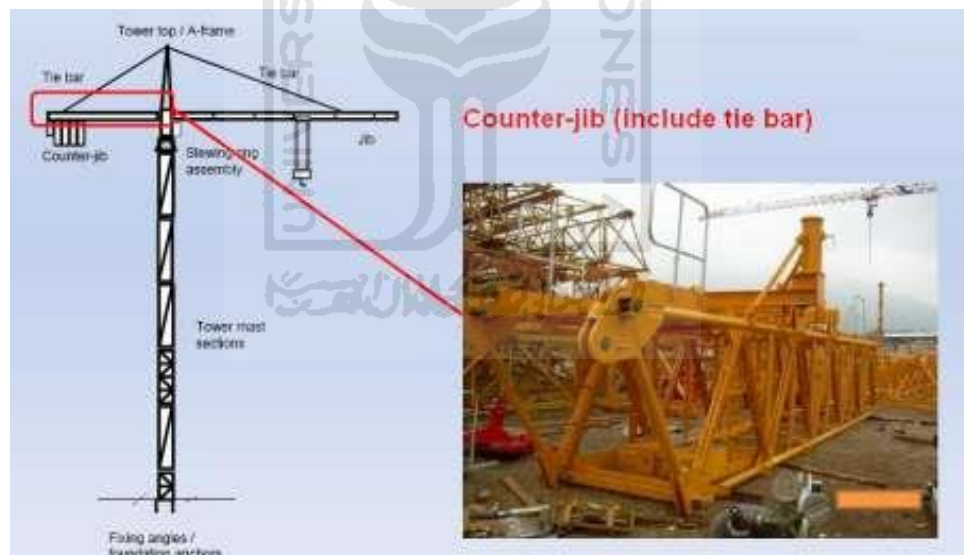
Lengan pengangkut beban dengan panjang bermacam-macam tergantung kebutuhan.



Gambar 3.6 Jib
(sumber : en.jnhytj.com)

9. Counter Jib

Lengan penyeimbang terhadap beban momen jib.



Gambar 3.7 Counter Jib
(sumber : en.jnhytj.com)

10. Counter Weight

Blok beton yang merupakan pemberat, yang dipaksa pada ujung *counter jib*.

11. *Cabin Set*

Ruang operator pengendali *tower crane*.



Gambar 3.8 Cabin Set
(sumber : vertical.net)

12. *Access Ladder*

Tangga *vertical* yang berfungsi sebagai akses bagi operator menuju *cabin set*, terletak dibagian dalam *mast section*.

13. *Trolley*

Alat untuk membawa *hook* sehingga dapat bergerak secara horizontal sepanjang jib.

14. *Hook*

Alat pengait beban yang terpasang pada *trolley*.

15. *Tie rope*

Merupakan kawat yang berfungsi untuk menahan jib supaya dalam tetap dalam kondisi lurus 90° terhadap tiang utama.

3.4.3 Dasar Pemilihan *Tower Crane*

Dasar pemilihan *tower crane* terdiri dari :

1. Ketinggian *tower crane*

ketinggian *tower crane* disesuaikan dengan tinggi bangunan yang akan dilayani. *High under hook* (HUH) ditentukan tinggi maksimum bangunan ditambah 2-4 meter guna *spelling* pada waktu mengangkat material.

2. Lengan kerja atau radius bekerja (jib tengah)

Lengan kerja (*jib length*) ditentukan jarak maksimum bahan yang akan diangkat nantinya dari as *tower crane*.

3. Kapasitas *tower crane*

Beban maksimum yang akan diangkat pada jarak titik tertentu.

4. *Static* atau *Travelling*

Hal ini tergantung dari rencana pemakaian *tower crane*, kalau yang dilayani tidak terlalu tinggi dan *tower crane* masih dalam batas *free standing*, *tower crane* masih berani di jalankan. Hal ini cocok apabila *tower crane* dipakai untuk melayani bangunan yang relatif memanjang.

3.4.4 Metode Pelaksanaan

Penggunaan *tower crane* melibatkan proses :

1. Mobilisasi

Proses pemindahan /pengangkutan komponen-komponen *tower crane* dari *pool* ke lokasi proyek.

2. *Erection*

Proses merakit komponen dasar dari *tower crane*.

3. Operasional

4. *Dismantling*

Proses pembongkaran /pelepasan komponen *tower crane* sehingga dapat dilakukan demobilisasi.

5. Demobilisasi

Proses pemindahan /pengangkutan komponen-komponen *tower crane* dari lokasi proyek ke *pool*.

3.4.5 Penggunaan *Tower Crane*

Besarnya muatan yang dapat diangkat oleh *tower crane* telah diatur dan didapatkan dalam manual operasi *tower crane* yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat *tower crane* tersebut. Prinsip dalam penentuan beban yang bisa diangkat adalah berdasarkan prinsip momen, jadi 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 menunjukkan kemampuan momen yang bisa diterima oleh *tower crane* tersebut.

Tower crane digunakan untuk mengangkut material konstruksi bangunan dari bawah menuju bagian yang ada di atas, juga dipakai untuk mengangkut bahan *concrete bucket* pada proses pengecoran dan mampu mengangkat aneka jenis alat bantu maupun bahan untuk membuat bekisting kolom, besi beton, dan lain sebagainya. Cara kerja *tower crane* dibagi menjadi tiga gerakan, yaitu :

1. Gerakan vertikal angkat dan turun (*Hoist*) : Gerakan mengangkat dan menurunkan beban diatur oleh kerja motor penggerak yang berfungsi menggulung tali baja. Tali baja ini akan menggerakkan beban yang digantungkan kait (*hook*) yang akan bergerak naik-turun. Bila posisinya telah sesuai dengan yang dikehendaki maka gerakan akan dihentikan oleh operator dengan menarik tuas (*handle*) yang terhubung dengan rem.
2. Gerakan Horisontal (*Trolley*) : Gerakan ini adalah gerakan *trolley* yang berjalan / berpindah dalam arah mendatar (horisontal) atau melintang. Gerakan ini diatur oleh motor yang berfungsi *trolley* berjalan di sepanjang rel yang terletak diatas *girder* dan *boom*.
3. Gerakan Memutar (*Swing*) : Gerakan ini terjadi akibat putaran motor yang memutar gigi jib sehingga jib dapat berputar ke arah kanan atau kiri dengan sudut 360°.

3.4.6 Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu tempuh yang diperlukan *tower crane* untuk melakukan satu kali putaran. Waktu siklus terdiri dari :

1. Waktu tetap (*fixed time*) tergantung pada jenis material yang diangkat, untuk setiap pekerjaan memiliki waktu tetap yang berbeda. Waktu tetap terdiri dari waktu muat dan waktu pembongkaran.
2. Waktu variabel bergantung pada waktu tempuh vertikal yang berdasarkan tinggi angkat, waktu tempuh rotasi tergantung sudut putar, dan waktu tempuh horisontal tergantung pada jarak titik tujuan dan sumber material serta kecepatan *tower crane*.

3.4.7 Biaya Operasional Alat (*Operational Cost*)

Biaya operasi adalah biaya-biaya yang berkaitan dengan pengoperasian suatu peralatan, dimana biaya operasi ini terjadi hanya pada waktu peralatan tersebut dipergunakan. (Nunnally, 2007). Biaya Operasional terdiri dari :

1. Biaya Operator Alat
Biaya ini adalah biaya untuk sumber daya manusia yang mengoperasikan alat. (Day, 1973).
2. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi Alat
Biaya ini merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mengangkut alat antara proyek dengan tempat penyimpanan alat.
3. Biaya *Erection-Dismantle*
Biaya ini adalah biaya yang dikeluarkan untuk proses pemasangan dan pembongkaran *tower crane* yang dipakai pada proyek.
4. Biaya Pelumas
Jumlah minyak pelumas yang digunakan oleh suatu mesin akan berubah-ubah terhadap ukuran mesin, kondisi cincin-piston, dan selang waktu penggantian minyak. Umumnya penggantian minyak dilakukan setiap 100 hingga 200 jam..
5. Biaya Bahan Bakar (*Fuel Cost*)

Jumlah bahan bakar untuk alat berat yang menggunakan bensin atau solar berbeda-beda. Rata-rata alat yang menggunakan bahan bakar bensin 0,06 galon per *horse-power* per jam, sedangkan alat yang menggunakan bahan bakar solar mengkonsumsi bahan bakar 0,04 galon per *horse-power* per jam.

6. Biaya Listrik

Biaya ini adalah biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor apabila sumber listrik yang digunakan pada proyek berasal dari PLN .

3.4.8 Faktor yang Mempengaruhi Produktifitas Tower Crane

Di dalam perhitungan program ada 3 faktor yang dipakai, yaitu: faktor kondisi alat, kondisi pekerjaan, dan kondisi management proyek. Di dalam *Job Management Factor* menurut Peurifoy (1985) ada 2 kondisi yaitu *Job conditions* dan *Management conditions*, sehingga faktor dari kondisi alat dan *management* proyek di masukkan didalam *Management conditions*, sedangkan kondisi pekerjaan di dalam *Job conditions*.

Dari kedua faktor diatas didapat perpaduan nilai efesiensi dari keduanya yaitu nilai efisiensi yang mempengaruhi perhitungan dalam mencari waktu tempuh *tower crane*. (Tabel 3.1).

3.4.9 Perhitungan Waktu Tempuh, Waktu Siklus dan Waktu Total

1. Waktu Tempuh

a. Perhitungan Waktu Tempuh Horisontal

Dalam perhitungan waktu tempuh horisontal membutuhkan perhitungan jarak tempuh horisontal dan perhitungan kecepatan horisontal (Trolley).

Perhitungan Jarak tempuh horisontal :

1) Perhitungan Jarak TC (*Tower Crane*) dengan Sumber Bahan (Gambar 3.9)

a) Koordinat TC (X_{TC}, Y_{TC}) pada proses perhitungan adalah titik pusat (0,0)

b) Koordinat TC ke sumber bahan (X_{SB}, Y_{SB})

c) $Z1$ = Jarak TC dengan sumber bahan

Rumus perhitungan Jarak TC ke sumber bahan :

$$Z1 = [(Y_{TC} - Y_{SB})^2 + (X_{SB} - X_{TC})^2]^{1/2}$$

2) Perhitungan Jarak TC dengan Lokasi Tujuan (Gambar 3.9)

a) Koordinat TC (X_{TC}, Y_{TC}) pada proses perhitungan adalah titik pusat

(0,0)

b) Koordinat TC ke lokasi tujuan (X_{TJ}, Y_{TJ})

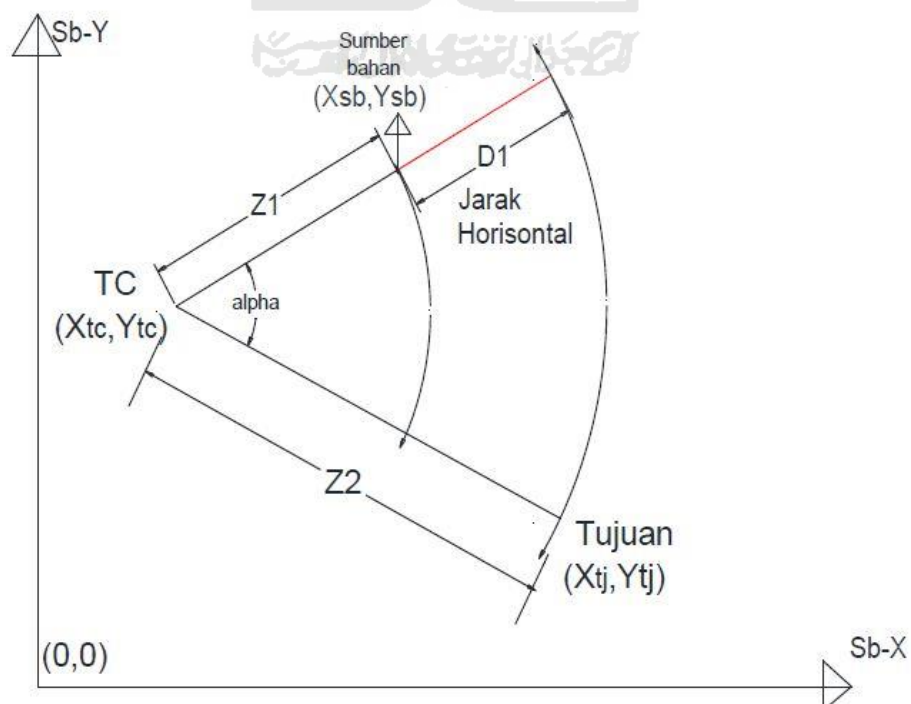
c) $Z2$ = Jarak TC dengan lokasi tujuan

Rumus perhitungan Jarak TC ke lokasi tujuan:

$$Z1 = [(Y_{TC} - Y_{TJ})^2 + (X_{TJ} - X_{TC})^2]^{1/2}$$

3) Perhitungan Jarak Tempuh Horisontal (Gambar 3.9)

$$D1 = |Z2 - Z1|$$



Gambar 3.9 Jarak Tempuh Horisontal TC

a) Perhitungan kecepatan horisontal (Trolley)

Kec.trolley max =

$$\frac{(kec.trolley\ max - kec.trolley\ min)}{(kapasitas\ maximum\ beban\ TC - 0)} \times \text{berat yang diangkat TC}$$

Perhitungan berat material yang diangkat TC = Vol x berat jenis

b) Perhitungan waktu tempuh horisontal

1) Waktu tempuh horisontal angkat

$$= \frac{\text{jarak horisontal}}{\text{kecepatan trolley yang digunakan}}$$

2) Waktu tempuh horisontal kembali

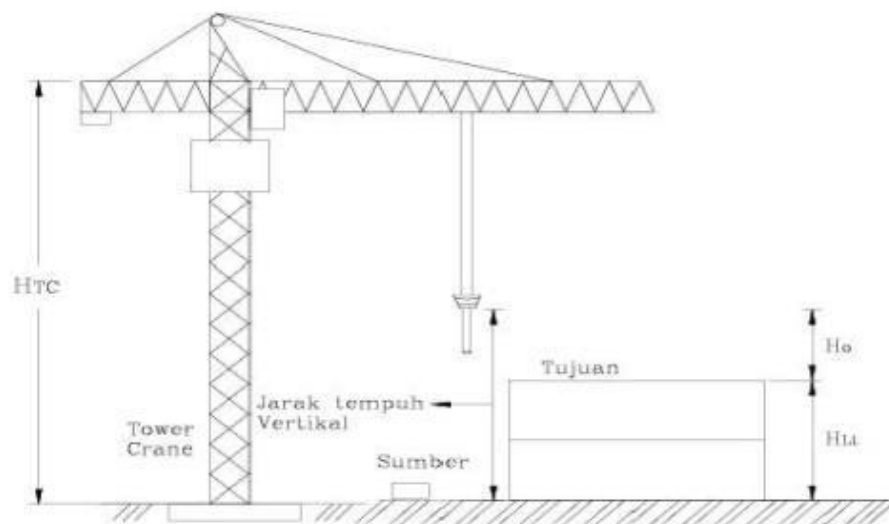
$$= \frac{\text{jarak horisontal}}{\text{kecepatan trolley tercepat}}$$

b. Perhitungan Waktu Tempuh Vertikal

1) Perhitungan jarak tempuh vertikal (Gambar 3.10)

Jarak tempuh vertikal adalah jarak total yang ditempuh hoist secara vertikal. Dalam proses perhitungan jarak tempuh vertikal dibutuhkan :

- a) Elevasi Gedung 0,0
- b) Elevasi Sumber Bahan (H_{SB})
- c) Elevasi Lantai tujuan (H_{LT})
- d) Tinggi Penambahan (H_0)



Gambar 3.10 Jarak Tempuh Vertikal

e) Jarak Tempuh Vertikal = $H_{LT} - H_{SB} + H_0$

2) Perhitungan kecepatan vertikal (Hoist)

Kecepatan vertikal TC:

Kecepatan hoist max

$$= \frac{(\text{kec. hoist max} - \text{kec. hoist min})}{(\text{kapasitas maximum beban TC} - 0)} \times \text{berat yang diangkat TC}$$

Perhitungan berat material yang diangkat TC = Perhitungan berat material yang diangkat TC pada waktu tempuh horizontal.

3) Perhitungan waktu tempuh vertikal (Hoist)

a) Waktu tempuh vertikal angkat = $\frac{\text{jarak tempuh vertikal}}{\text{kecepatan hoist yang digunakan}}$

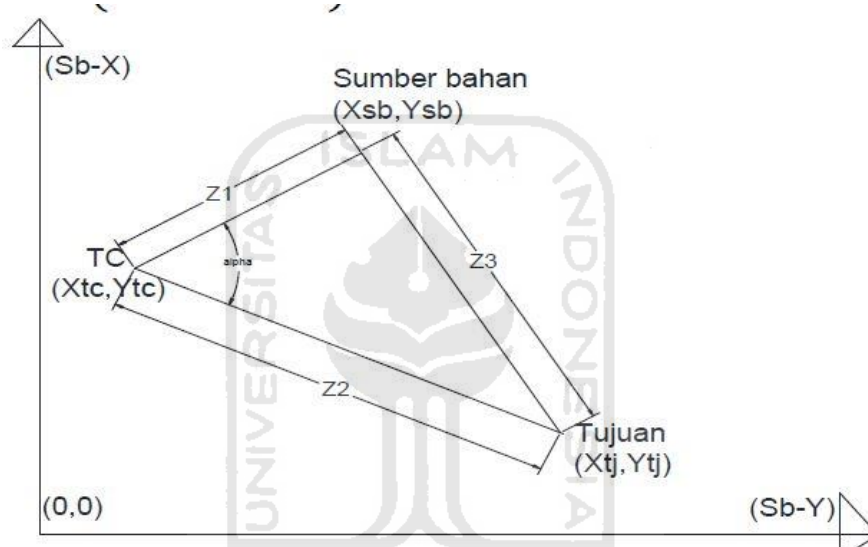
b) Waktu tempuh vertikal kembali = $\frac{\text{jarak tempuh vertikal}}{\text{kecepatan hoist tercepat}}$

c. Perhitungan Waktu Tempuh Rotasi

1) Perhitungan jarak tempuh rotasi (Gambar 3.11)

Jarak tempuh rotasi berupa sudut rotasi yang terbentuk antara sumber bahan –TC- lokasi tujuan (°/menit).

$$\text{Sudut tempuh rotasi} = \cos \alpha = \frac{Z1^2 + Z2^2 - Z3^2}{(2 \times Z1 \times Z2)}$$



Gambar 3.11 Jarak Tempuh Rotasi

2) Perhitungan kecepatan rotasi (swing)

Kecepatan rotasi TC :

Kecepatan swing max:

$$= \frac{(\text{kec.swing max} - \text{kec.swing min})}{(\text{kapasitas maximum beban TC} - 0)} \times \text{berat yang diangkat TC}$$

Perhitungan berat material yang diangkat TC = perhitungan berat material yang diangkat TC pada waktu tempuh horizontal.

3) Perhitungan waktu tempuh rotasi (Swing)

a) Waktu tempuh rotasi angkat :

$$= \frac{\text{jarak rotasi}}{\text{kecepatan swing yang digunakan}}$$

b) Waktu tempuh rotasi kembali :

$$= \frac{\text{jarak rotasi}}{\text{kecepatan swing tercepat}}$$

2. Perhitungan waktu siklus

Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan TC untuk bergerak satu putaran, yang terdiri dari waktu tetap (*Fixed time*) dan waktu variabel.

Waktu siklus TC = waktu tempuh angkat + waktu tempuh kembali + waktu rotasi + waktu ikat + waktu lepas

3. Perhitungan waktu total jenis pekerjaan

Perhitungan waktu total perpekerjaan merupakan kesuruhan total waktu yang dibutuhkan TC perpekerjaan (Rekapitulasi).

Waktu Total jenis pekerjaan = Σ waktu siklus tiap jenis pekerjaan

3.4.10 Perhitungan Biaya Operasional TC

1. Perhitungan biaya sewa

Durasi pemakaian TC 1 hari dalam jam.

Durasi pemakaian TC untuk 1 bulan dalam jam.

a) Harga sewa TC : $\frac{\text{Harga sewa TC}}{\text{durasi pemakaian TC dalam 1 bulan}}$

b) Harga sewa genset : $\frac{\text{Harga sewa genset}}{\text{durasi pemakaian TC dalam 1 bulan}}$

c) Total harga sewa : Harga sewa TC + Harga sewa genset

2. Biaya pelumas

$$G = \frac{DK \times f}{195,5} + \frac{C}{t}$$

Dimana :

G = banyaknya minyak pelumas yang digunakan (liter/jam)

DK = daya kuda standart mesin (KVA)

C = kapasitas karter mesin (liter)

F = faktor pengoperasian

t = lama penggunaan pelumas (jam)

3. Biaya bahan bakar :

Kebutuhan bahan bakar: FOM x FW x PBB x PK

Dimana :

FOM = Faktor operasi mesin

FW = Faktor efisiensi waktu operasi (Tabel 2)

PBB = Kondisi standar pemakaian bahan bakar per horse-power

Bensin = 0.3 liter/horsepower/jam

Solar = 0.2 liter/horsepower/jam

PK = Standar mesin (KVA)

Biaya bahan bakar = Kebutuhan bahan bakar x Harga bahan bakar

4. Biaya Listrik

KWH Pemakaian Listrik = daya alat listrik x lama pemakaian (dalam jam)

Biaya Listrik = Pemakaian (kWH) x Tarif Dasar Listrik

$$\text{Biaya operator} = \frac{\text{biaya operator}}{\text{Jumlah jam kerja TC dalam 1 bulan}}$$

5. Total biaya TC per jam

Total harga sewa + Biaya operasional + Biaya operator

6. Perhitungan Biaya total pemakaian TC : (Tabel 3.)

Tabel 3.3 Perhitungan Biaya Total Pemakaian TC

No	Jenis	Biaya total pemakaian TC
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	Biaya mob-demob x jumlah TC
2	Sewa TC	Biaya TC x waktu total pemakaian TC
3	Sewa genset	Biaya genset x waktu total pemakaian TC
4	Operator	Biaya operator x waktu total pemakaian TC
5	Bahan bakar	Biaya bahan bakar x waktu total pemakaian TC
6	Pelumas	Biaya pelumas x waktu total pemakaian TC
7	Listrik	Biaya listrik x waktu total pemakaian TC
		Σ Biaya total pemakaian TC

Sumber: Hartono (2013)

3.4.11 Perhitungan Efektivitas

1. Durasi pemakaian TC :
$$\frac{\text{Durasi waktu total pemakaian TC(hari)}}{\text{Faktor management-pekerjaan}}$$

2. Durasi pemasangan - pembongkaran TC (hari)

3. Efektivitas :
$$\frac{\text{Durasi pemakaian TC}}{\text{Durasi pemasangan-pembongkaran TC}} \times 100\%$$

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah urutan atau tata cara penelitian suatu masalah, kasus, gejala atau fenomena dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Metode penelitian digunakan sebagai dasar atas langkah-langkah berurutan yang didasarkan pada tujuan penelitian dan menjadi suatu perangkat yang digunakan untuk menarik kesimpulan, sehingga dapat diperoleh penyelesaian yang diharapkan untuk mencapai keberhasilan penelitian.

4.2 JENIS PENELITIAN

Metode penelitian yang di gunakan adalah dengan studi kasus. Studi kasus adalah suatu pendekatan untuk mempelajari, menerangkan atau menginterpretasi suatu kasus (*case*) dalam konteksnya secara natural tanpa adanya intervensi dari pihak luar. Studi ini berusaha untuk menyoroti suatu keputusan atau seperangkat keputusan, seperti mengapa keputusan itu diambil, bagaimana diterapkan dan apakah hasilnya.

4.3 PENGUMPULAN DATA

Dalam melakukan penelitian, dilakukan observasi dimana data yang telah didapat untuk selanjutnya di proses lebih lanjut untuk mengetahui jenis *tower crane* yang digunakan berdasarkan produktifitas alat dan biaya sewa alat, pada proyek gedung bertingkat tinggi. Data yang dikumpulkan akan digunakan untuk memecahkan masalah yang ada sehingga data tersebut harus benar-benar dapat dipercaya dan akurat. Dalam suatu penelitian ilmiah, metode pengumpulan data dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan yang relevan, akurat, dan terpercaya.

Sesuai dengan penjelasan di atas yang menjadi obyek penelitian ini adalah proyek gedung bertingkat Rumah Sakit UII. Dalam penelitian ini peneliti

mencoba mengumpulkan data sekunder berupa data denah proyek dan *site plan* dari proyek gedung tersebut. Peneliti juga melakukan studi literatur yang berkaitan dengan jenis *tower crane*, biaya dan produktifitasnya yaitu dengan menggunakan data primer sebagai pelengkap dan penyempurna agar dapat membantu dalam pengambilan keputusan.

4.4 ANALISIS DATA

Tahapan dalam analisis data merupakan urutan langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan penulis.

Tahapan-tahapan selengkapanya dalam penelitian ini meliputi :

1. Tahap I

Disebut tahap persiapan. Pada tahap ini dilakukan studi literatur. Literatur disini dilakukan dengan tujuan untuk mencari atau menemukan variabel-variabel apa saja yang akan diteliti. Setelah mendapatkan variabel yang akan diteliti kemudian dilanjutkan dengan mencari sumber kepustakaan yang akan digunakan untuk peneliti sebagai landasan dalam meneliti yang antara lain terdiri dari abstrak hasil penelitian, jurnal, dan buku-buku referensi yang berhubungan dengan penelitian.

2. Tahap II

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dan kompilasi data sebagai *database* untuk melakukan analisis.

3. Tahap III

Disebut tahap analisis data, pada tahap ini dilakukan analisis mengenai jenis *tower crane*, biaya dan produktifitasnya yang memenuhi syarat kebutuhan dari proyek Rumah Sakit UII.

Adapun rincian tahapan pada tahap III ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jenis *tower crane* yang memenuhi kebutuhan proyek sesuai dengan lokasi dari proyek.
2. Mengetahui produktifitas *tower crane*.
3. Menghitung durasi penggunaan *tower crane* berdasarkan produktifitas alat.

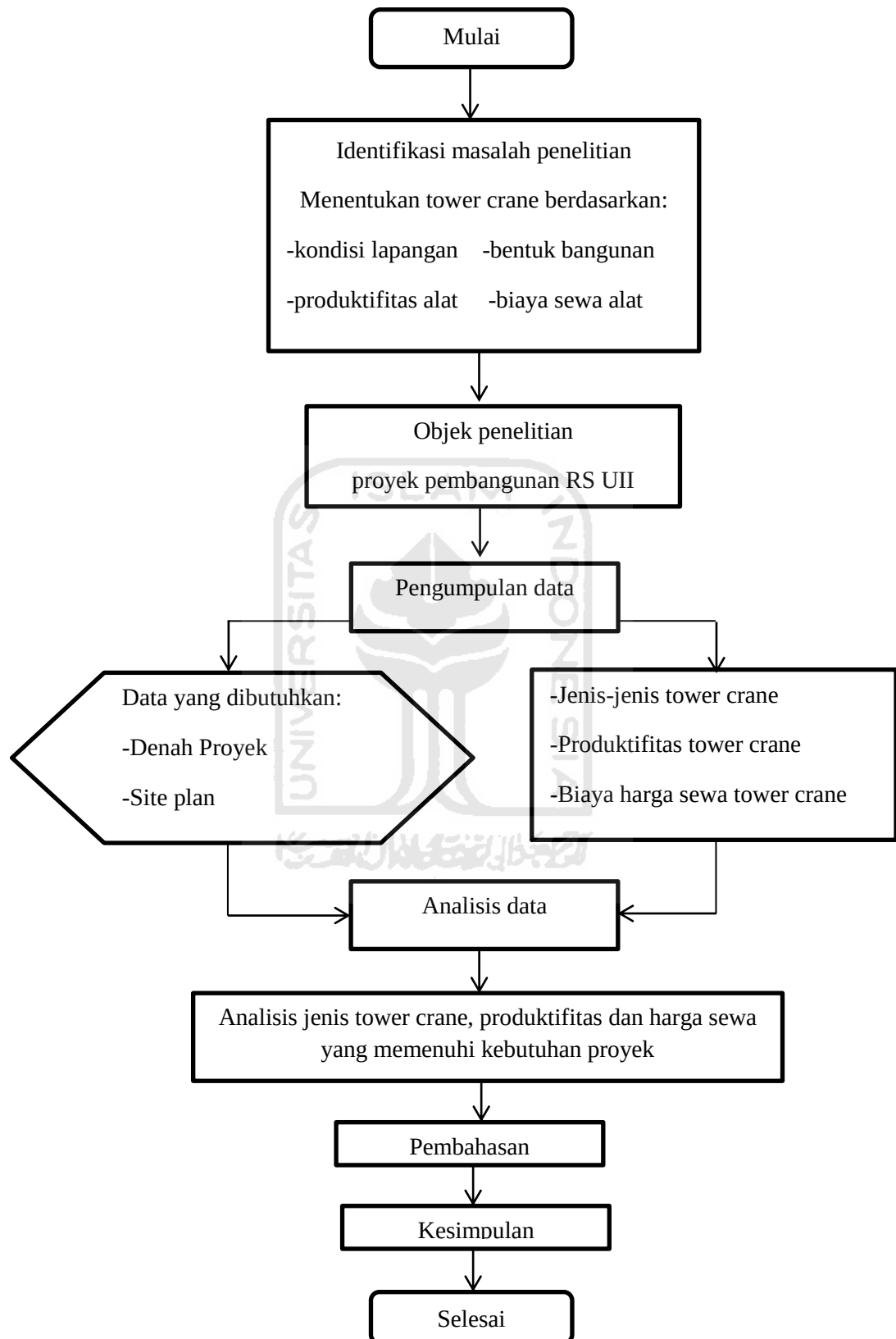
4. Mengetahui biaya sewa *tower crane*.

4. Tahap IV

Disebut tahap pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisa dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

Tahapan penelitian dapat digambarkan dengan *flow chart* sebagai mana terdapat di gambar 4.1 berikut:





Gambar 4.1 Bagan Alir Tugas Akhir

BAB V

ANALISIS, HASIL, DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA PENELITIAN

Data penelitian didapat dengan mengambil data dan melakukan pengamatan pada proyek pembangunan gedung yang ada di Yogyakarta, yaitu proyek pembangunan Rumah Sakit UII yang berada di jalan Srandakan km. 5,5, Bantul, Yogyakarta. Luasan proyek dan keadaan disekitar proyek mendukung penggunaan *tower crane*.

5.1.1 Gambaran umum proyek

Nama Proyek	: Pembangunan Rumah Sakit UII
Lokasi	: Jln. Srandakan km.5.5, Bantul, Yogyakarta
Pemilik Proyek	: Pengurus Yayasan Badan Wakaf UII
Fungsi Bangunan	: Rumah Sakit
Luas Bangunan	: 9863 m ²
Jumlah Lantai	: 5 lantai + 1 Lantai Ground +1 basement
Tinggi Perlantai	: Basement : 3.2 m
	Lantai Ground : 4 m
	Lantai 1-5 : 4 m

5.2 PEMILIHAN TOWER CRANE

Pemilihan *tower crane* sebagai alat untuk memindahkan material didasarkan pada ketinggian yang tidak terjangkau oleh alat lain, dan tidak dibutuhkan pergerakan alat. Pemilihannya harus direncanakan sebelum proyek tersebut dimulai. Hal tersebut dikarenakan dalam pengoperasiannya *tower crane* harus diletakkan disuatu tempat yang tetap selama proyek berlangsung, sehingga *tower crane* mampu memenuhi kebutuhan akan pemindahan material dari suatu tempat ke tempat berikutnya sesuai daya jangkauan yang ditetapkan. Selain itu pada saat proyek telah selesai, pembongkaran *tower crane* harus dapat dilakukan dengan

mudah. Pemilihan jenis *tower crane* yang akan di pakai harus mempertimbangkan (Rostiyanti, 2002) :

1. Situasi dari proyek (ruang yang ada, batasan lokasi, alat-alat lain yang ada).
2. Bentuk dari struktur bangunan.
3. Ketinggian struktur bangunan yang dikerjakan.
4. Radius yang dapat dijangkau oleh *tower crane* yang digunakan.

Ada empat jenis *tower crane* yang dapat dipilih, tetapi untuk menentukan *tower crane* yang dapat digunakan pada suatu proyek tergantung dari kondisi proyek itu sendiri.

Tabel 5.1 Kelebihan dan kekurangan jenis-jenis *tower crane*

Jenis <i>tower crane</i>	Kelebihan	Kekurangan
<i>Free Standing Crane</i>	Memiliki jangkauan jib yang panjang sehingga dapat mengatasi area yang luas	Karena menggunakan pondasi sendiri jadi <i>tower crane</i> ini tidak dapat digunakan pada proyek yang memiliki wilayah terbatas
<i>Rail Mounted Crane</i>	<i>Tower crane</i> ini menggunakan rel sehingga dapat mempermudah alat sepanjang rel tersebut.	1. Harga rel terlalu mahal 2. Rel harus diletakan pada permukaan yang datar sehingga tiang tidak menjadi miring
<i>Climbing Tower crane</i>	<i>Tower crane</i> ini menjadi alternatif untuk pemakaian dengan luas lahan yang terbatas	Karena perletakan <i>tower crane</i> ini pada <i>core</i> atau inti bangunan, jadi tidak semua bangunan dapat di letakan <i>tower crane</i> didalamnya.

<i>Tied In Crane</i>	1.Dapat ditambatkan atau dijangkar pada struktur bangunan 2. <i>Tower crane</i> ini dapat digunakan untuk luas lahan yang kecil	Karena <i>mast section</i> yang digunakan pada <i>tower crane</i> ini kecil jadi bisa membuat tertekuk pada ketinggian lebih dari 100 meter
----------------------	--	---

Rumah Sakit UII memiliki area pembangunan yang luas, dengan bentuk bangunan memanjang, dan aktifitas pengangkutan material konstruksi yang banyak, maka *tower crane* tunggal atau satu *tower crane* tidak bisa menjangkau semua wilayah proyek dan memenuhi semua kebutuhan.

5.2.1 Langkah-Langkah Pemilihan Jenis *Tower Crane*

Adapun langkah-langkah pemilihan jenis *tower crane* adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan *tower crane* pada pembangunan RS UII.

RS UII merupakan bangunan struktur 5 lantai, ketinggian total bangunan pada RS UII adalah 24 meter yang tergolong sebagai *high rise building*. Pemakaian *tower crane* pada pembangunan RS UII diperlukan karena masih tersedianya tempat untuk didirikan *tower crane*, selain itu *tower crane* dapat memudahkan pemindahan dan pengangkutan material baik secara vertikal atau horizontal. Keadaan sekitar proyek sangat mendukung untuk dioperasikannya *tower crane* karena masih berupa lahan kosong.

2. Pertimbangan pemakaian *mobile tower crane*.

Pemakaian *mobile tower crane* pada RS UII tidak dapat dipertimbangkan karena tidak tersedianya tempat yang cukup untuk dijadikan lintasan.

3. Pertimbangan pemakaian *external tower crane*.

Pemakaian *external tower crane* memungkinkan dengan keadaan proyek karena masih terdapat luas lahan tersisa.

4. Pertimbangan pemakaian *internal crane*.

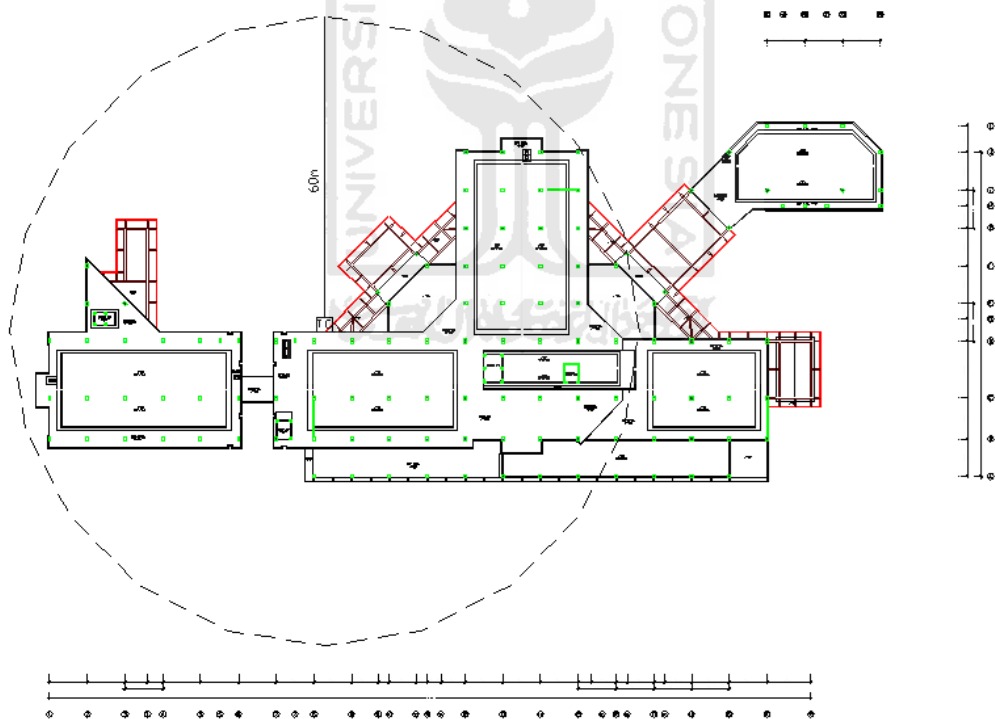
Pemakaian *internal crane* tidak dapat dipertimbangkan, karena:

- Tingkat kesulitan pada saat pembongkaran *tower crane*.

- Resiko yang lebih besar dibandingkan dengan *external tower crane*.
 - Masih tersedia tempat yang cukup di luar denah bangunan.
5. Pertimbangan pemakaian *free standing tower crane*.
- Karena pemakaian *mobile crane* tidak dapat dipakai pada proyek ini, maka dipertimbangkan pemakaian *free standing tower crane*.
6. Jumlah *tower crane* yang dibutuhkan agar dapat menjangkau seluruh daerah operasi.

Untuk mengetahui jumlah *tower crane* yang dibutuhkan pada proyek, maka dilakukan simulasi perletakan *tower crane* dengan perletakan seoptimal mungkin. Simulasinya adalah sebagai berikut:

- a) Simulasi pertama menggunakan satu *tower crane* dengan panjang *jib* 60m.

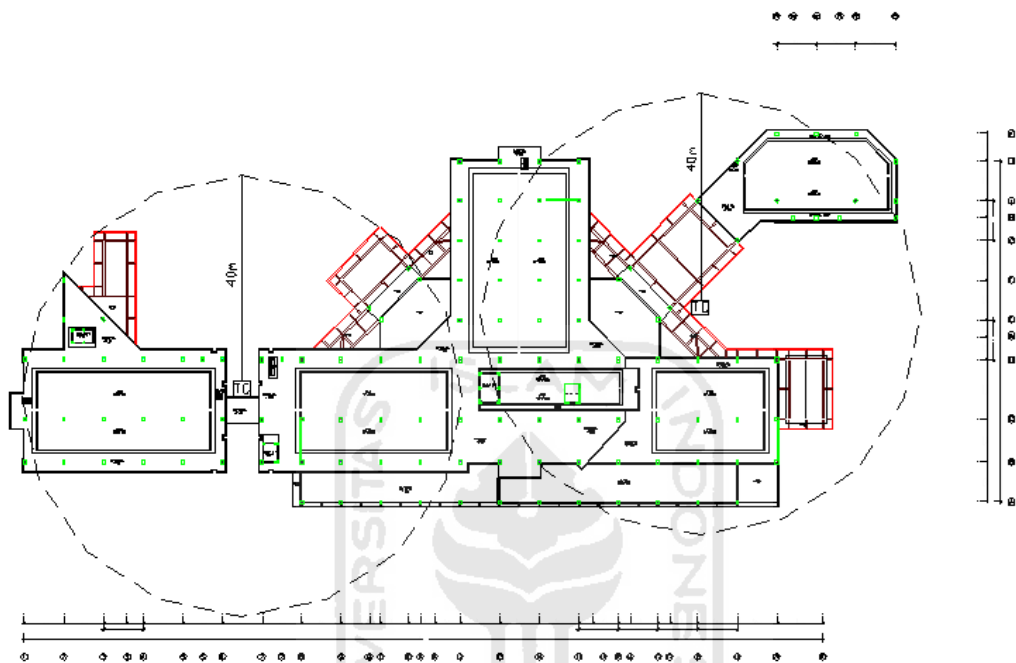


Gambar 5.1 Simulasi pertama perletakan *tower crane* RS UII

Dapat dilihat pada gambar , dengan memakai satu *tower crane* serta panjang jib 60m tidak cukup menjangkau seluruh area proyek, selain

itu *size/ukuran tower crane* yang lebih besar, berarti diperlukan ukuran pondasi *tower crane* yang lebih besar pula.

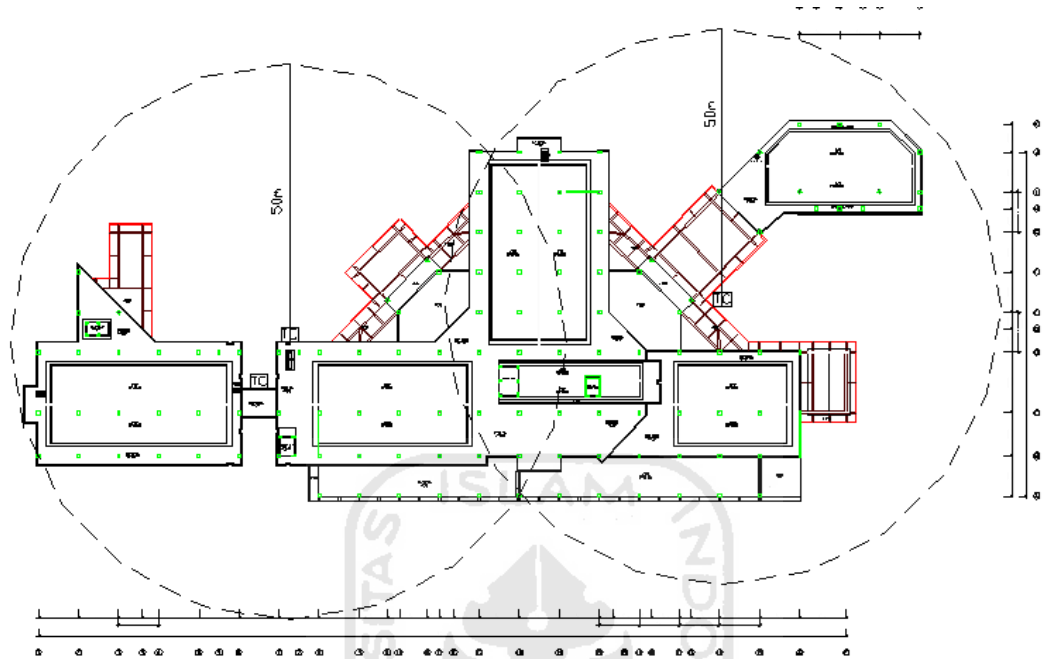
- b) Simulasi kedua dengan menggunakan 2 *tower crane* dengan panjang jib 40m.



Gambar 5.2 Simulasi kedua perletakan *tower crane* RS UII

Pada simulasi kedua dicoba memakai dua *tower crane* dengan ukuran yang lebih kecil, yaitu memakai panjang jib 40m, namun tidak cukup menjangkau seluruh area proyek.

- c) Simulasi ketiga dengan menggunakan dua *tower crane* dengan panjang jib 50m.

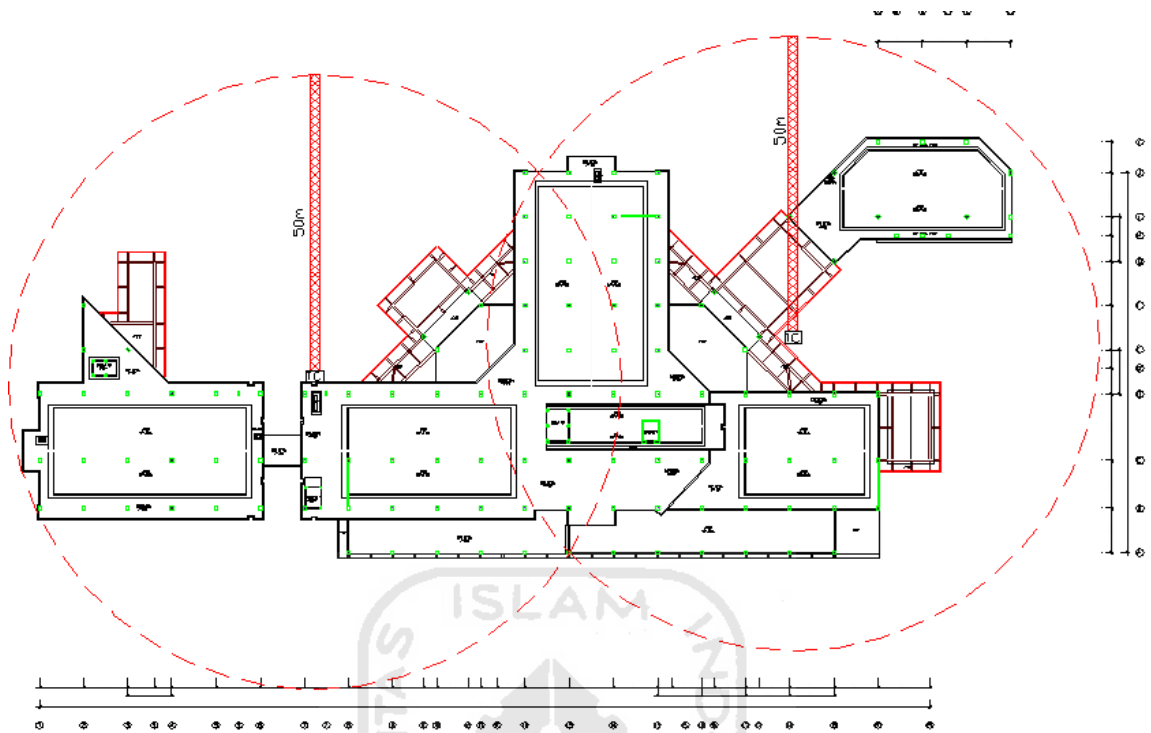


Gambar 5.3 Simulasi ketiga perletakan *tower crane* RS UII

Pada simulasi ketiga panjang jib ditambah menjadi 50m, serta perletakan *tower crane* dirubah sehingga menjangkau seluruh area proyek.

Dari simulasi diatas dapat diketahui bahwa jumlah *tower crane* serta panjang jib yang dibutuhkan pada proyek adalah 2 buah *tower crane* , dengan panjang jib minimal 50m.

Jadi dapat disimpulkan pemilihan jenis *tower crane* pada proyek pembangunan Rumah Sakit UII adalah memakai 2 buah *tower crane* jenis *free standing crane* , dengan panjang jib 50m.



Gambar 5.4 Perletakan tower crane RS UII

Adapun Spesifikasi tower crane yang dibutuhkan adalah :

1. Tinggi tower crane minimal 30 meter agar mencakup seluruh area dan tinggi dari proyek RS UII
2. Panjang jib yang di pakai 50 meter. Panjang jib ini sudah mencakup seluruh lebar area dari proyek RS UII
3. Kapasitas angkat pada jib posisi 50 meter minimal sebesar 3000kg

Tabel 5.2 Kapasitas angkat pada lengan jib

Radius fall	20m	30m	35m	40m	45m	50m
4	10.t	6.59	5.51t	4.71t	4.09t	3.60t
2	5.00t	5.00t	5.00t	4.86t	4.24t	3.75t

Sumber: jiangluieco.com

5.3 PRODUKTIFITAS *TOWER CRANE*

Produktifitas standar dari *tower crane* didasarkan pada volume yang dikerjakan persiklus waktu. Di maksud satu siklus adalah urutan-urutan pekerjaan yang dilakukan *tower crane* dalam kegiatan produksi, yaitu :

1. Mekanisme angkat (*Hoisting mechanism*)
2. Mekanisme putar (*Slewing mechanism*)
3. Mekanisme jalan trolley (*Trolley traveling mechanism*)
4. Mekanisme Turun (*Landing mechanism*)

5.3.1 Perhitungan Waktu Pelaksanaan *Tower Crane*

Pemilihan peralatan *tower crane* didasarkan pada beban maksimum dan radius terjauh dari jarak *tower crane* tersebut. Dari gambar 5.2 letak *tower crane* diketahui dengan jarak atau radius terjauh sebesar 46 meter, sehingga dipilih *tower crane* dengan lengan jib 50 meter dengan ujung beban maksimum adalah 3600 kg. Dengan asumsi beban angkat pada pekerjaan struktur tiap segment adalah 3000 kg maka kecepatan *tower crane* pada waktu pergi adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan 4 fall / 4 tali

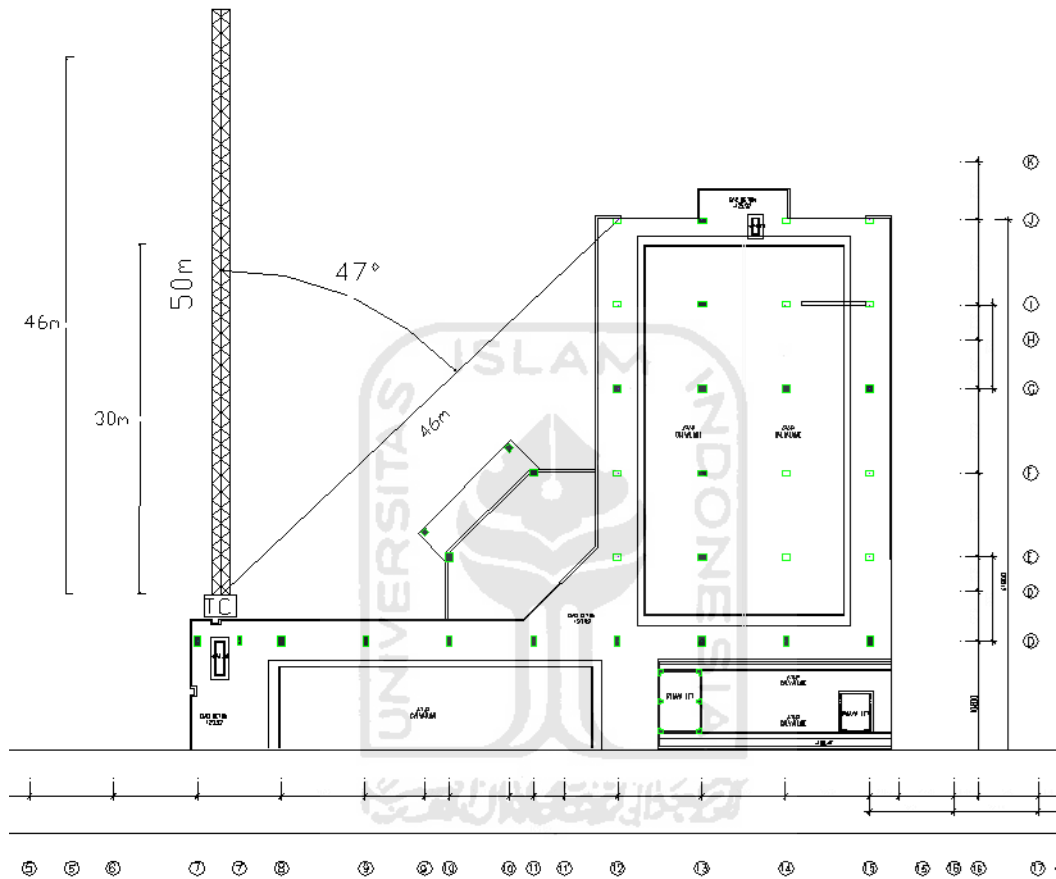
kecepatan *tower crane* pada waktu berangkat adalah sebagai berikut (Parinra,2016):

- a. Kecepatan *hoisting* : 34 m/menit
- b. Kecepatan *slewing* : 216° /menit
- c. Kecepatan *trolley* : 25 m /menit
- d. Kecepatan *landing* : 19 m /menit

Sedangkan kecepatan *tower crane* pada waktu kembali adalah sebagai berikut (Parinra,2016):

- a. Kecepatan *hoisting* : 120 m/menit
- b. Kecepatan *slewing* : 216° /menit
- c. Kecepatan *trolley* : 50 m /menit
- d. Kecepatan *landing* : 120 m /menit

Adapun contoh perhitungan waktu kerja *tower crane* untuk pekerjaan kolom J12 pada lantai 1 sampai 7, dengan asumsi pengambilan material sejauh 30 meter dari panjang lengan jib dan jarak kolom J12 dari *tower crane* sepanjang 46 meter dengan sudut 47° . Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :



Gambar 5.5 Pekerjaan kolom J12 dengan *tower crane*

a. Perhitungan waktu pengangkatan lantai 1

1) *Hoisting* (mekanisme angkat)

kecepatan (V) : 34 meter /menit

Jarak tinggi (h) : 6 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{) : } t = \frac{6 \text{ meter}}{34 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,176 \text{ menit}$$

2) *Slewing* (mekanisme putar)

Kecepatan (V) : 216° /menit

Sudut (α) : 47°

$$\text{waktu (} t = \alpha/v \text{)} : t = \frac{47^\circ}{216^\circ \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,218 \text{ menit}$$

3) *Trolley* (mekanisme jalan trolley)

kecepatan (V) : 25 meter /menit

Jarak (h) : 16 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{)} : t = \frac{16 \text{ meter}}{25 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,64 \text{ menit}$$

4) *Landing* (mekanisme turun)

kecepatan (V) : 19 meter /menit

Jarak tinggi (h) : 2 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{)} : t = \frac{2 \text{ meter}}{19 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,105 \text{ menit}$$

Total waktu pengangkatan

1. *Hoisting* = 0,176 menit

2. *Slewing* = 0,218 menit

3. *Trolley* = 0,64 menit

4. *Landing* = 0,105 menit +

1,139 menit

b. Perhitungan waktu kembali lantai 1

1) *Hoisting* (mekanisme angkat)

kecepatan (V) : 120 meter /menit

Jarak tinggi (h) : 2 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{)} : t = \frac{2 \text{ meter}}{120 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,017 \text{ menit}$$

2) *Slewing* (mekanisme putar)

Kecepatan (V) : 216° /menit

Sudut (α) : 47°

$$\text{waktu (} t = \alpha/v \text{)} : t = \frac{47^\circ}{216^\circ \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,218 \text{ menit}$$

3) *Trolley* (mekanisme jalan trolley)

kecepatan (V) : 50 meter /menit

Jarak (h) : 16 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{)} : t = \frac{16 \text{ meter}}{50 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,32 \text{ menit}$$

4) *Landing* (mekanisme turun)

kecepatan (V) : 120 meter /menit

Jarak tinggi (h) : 6 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{)} : t = \frac{6 \text{ meter}}{120 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,05 \text{ menit}$$

Total waktu kembali

1. *Hoisting* = 0,017 menit

2. *Slewing* = 0,218 menit

3. *Trolley* = 0,32 menit

4. *Landing* = 0,05 menit +

0.605 menit

c. Waktu yang digunakan untuk bongkar dan muat material

1) Waktu bongkar

Waktu dimana dibutuhkan untuk membongkar material kedalam kolom

Waktu bongkar = 5 menit

2) Waktu Muat

Waktu yang digunakan untuk memuat material atau barang, untuk selanjutnya dibawa *tower crane*.

Waktu Muat = 7 menit

d. Jumlah waktu siklus *tower crane*

Waktu muat + waktu pergi + waktu bongkar + waktu kembali

$$7 + 1,139 + 5 + 0.605 = 13.744 \text{ menit}$$



Tabel 5.3 Waktu pergi *tower crane* dengan 4 fall/tali

waktu pergi																
lantai	tinggi (m)	pekerjaan	titik	hoisting			slewing			trolley			landing			Total
				v	h	t	v	α	t	v	h	t	v	h	t	
				m/s	m	menit	m/s	derajad	menit	m/s	m	menit	m/s	m	menit	
1	4	kolom	J12	34	6	0.1765	216	47	0.2176	25	16	0.64	19	2	0.10526	1.1393
2	8	kolom	J12	34	10	0.2941	216	47	0.2176	25	16	0.64	19	2	0.10526	1.257
3	12	kolom	J12	34	14	0.4118	216	47	0.2176	25	16	0.64	19	2	0.10526	1.3746
4	16	kolom	J12	34	18	0.5294	216	47	0.2176	25	16	0.64	19	2	0.10526	1.4923
5	20	kolom	J12	34	22	0.6471	216	47	0.2176	25	16	0.64	19	2	0.10526	1.6099
6	24	kolom	J12	34	26	0.7647	216	47	0.2176	25	16	0.64	19	2	0.10526	1.7276

Tabel 5.4 Waktu kembali *tower crane* dengan 4 fall/tali

waktu kembali																
lantai	tinggi (m)	pekerjaan	titik	hoisting			slewing			trolley			landing			Total
				v	h	t	v	α	t	v	h	t	v	h	t	
				m/s	m	menit	m/s	derajad	menit	m/s	m	menit	m/s	m	menit	
1	4	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	16	0.32	120	6	0.05	0.6043
2	8	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	16	0.32	120	10	0.08333	0.6376
3	12	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	16	0.32	120	14	0.11667	0.6709
4	16	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	16	0.32	120	18	0.15	0.7043
5	20	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	16	0.32	120	22	0.18333	0.7376
6	24	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	16	0.32	120	26	0.21667	0.7709

2. Menggunakan 2 fall / 2 tali (Parinra,2016)

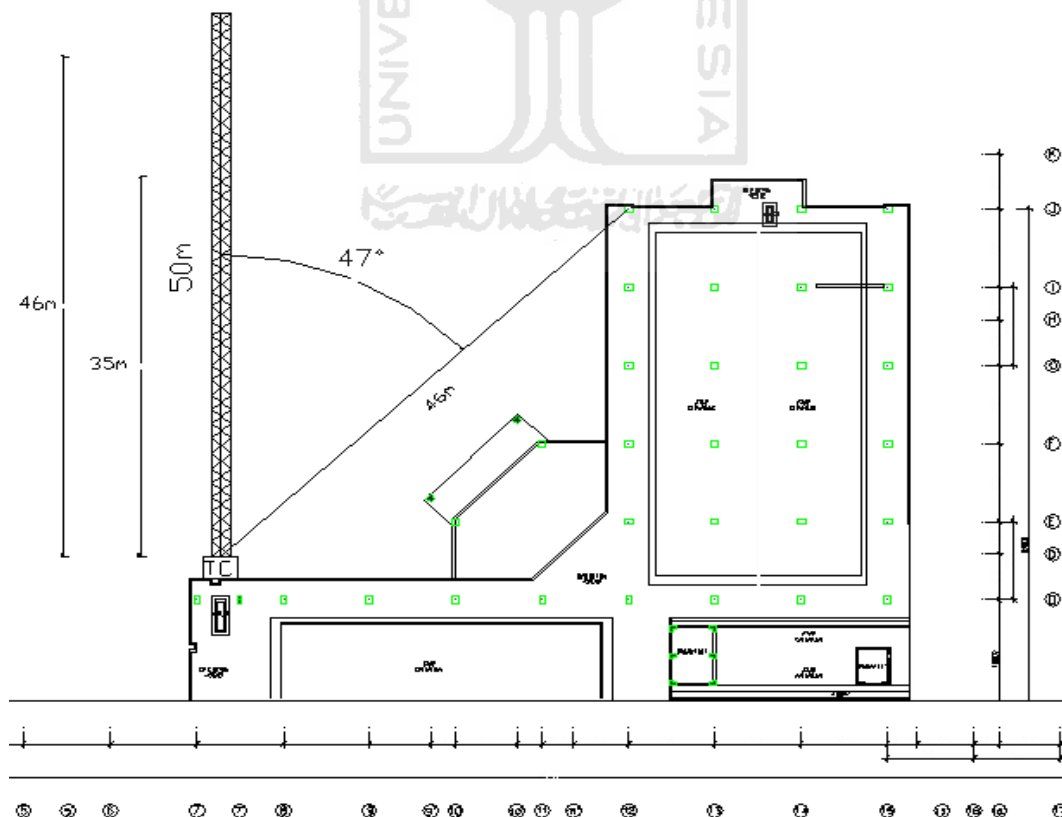
Kecepatan *tower crane* pada waktu berangkat adalah sebagai berikut :

- a. Kecepatan *hoisting* : 68 m/menit
- b. Kecepatan *slewing* : 216° /menit
- c. Kecepatan *trolley* : 25 m /menit
- d. Kecepatan *landing* : 38 m /menit

Sedangkan kecepatan *tower crane* pada waktu kembali adalah sebagai berikut:

- a. Kecepatan *hoisting* : 120 m/menit
- b. Kecepatan *slewing* : 216° /menit
- c. Kecepatan *trolley* : 50 m /menit
- d. Kecepatan *landing* : 120 m /menit

Adapun contoh perhitungan waktu kerja *tower crane* untuk pekerjaan kolom J12 pada lantai 1 sampai 7, dengan asumsi pengambilan material sejauh 35 meter dari panjang lengan jib dan jarak kolom J12 dari *tower crane* sepanjang 46 meter dengan sudut 47° . Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :



Gambar 5.6 Pekerjaan kolom J12 dengan *tower crane*

a. Perhitungan waktu pengangkatan lantai 1

1) *Hoisting* (mekanisme angkat)

kecepatan (V) : 68 meter /menit

Jarak tinggi (h) : 6 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{) : } t = \frac{6 \text{ meter}}{68 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0.088 \text{ menit}$$

2) *Slewing* (mekanisme putar)

Kecepatan (V) : 216° /menit

Sudut (α) : 47°

$$\text{waktu (} t = \alpha/v \text{) : } t = \frac{47^\circ}{216^\circ \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,218 \text{ menit}$$

3) *Trolley* (mekanisme jalan trolley)

kecepatan (V) : 25 meter /menit

Jarak (h) : 11 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{) : } t = \frac{11 \text{ meter}}{25 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,44 \text{ menit}$$

4) *Landing* (mekanisme turun)

kecepatan (V) : 38 meter /menit

Jarak tinggi (h) : 2 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{) : } t = \frac{2 \text{ meter}}{38 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,05 \text{ menit}$$

Total waktu pengangkatan

1. *Hoisting* = 0,088 menit

2. *Slewing* = 0,218 menit

3. *Trolley* = 0,44 menit

4. *Landing* = 0,05 menit +

0,796 menit

b. Perhitungan waktu kembali lantai 1

1) *Hoisting* (mekanisme angkat)

kecepatan (V) : 120 meter /menit

Jarak tinggi (h) : 2 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{) : } t = \frac{2 \text{ meter}}{120 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,017 \text{ menit}$$

2) *Slewing* (mekanisme putar)

Kecepatan (V) : 216° /menit

Sudut (α) : 47°

$$\text{waktu (} t = \alpha/v \text{) : } t = \frac{47^\circ}{216^\circ \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,218 \text{ menit}$$

3) *Trolley* (mekanisme jalan trolley)

kecepatan (V) : 50 meter /menit

Jarak (h) : 11 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{) : } t = \frac{11 \text{ meter}}{25 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,22 \text{ menit}$$

4) *Landing* (mekanisme turun)

kecepatan (V) : 120 meter /menit

Jarak tinggi (h) : 6 meter

$$\text{waktu (} t = h/v \text{) : } t = \frac{6 \text{ meter}}{120 \text{ meter/menit}}$$

$$t = 0,05 \text{ menit}$$

Total waktu pengangkatan

$$1. \text{ Hoisting } = 0,017 \text{ menit}$$

$$2. \text{ Slewing } = 0,218 \text{ menit}$$

$$3. \text{ Trolley } = 0,22 \text{ menit}$$

$$4. \text{ Landing } = \underline{0,05 \text{ menit}} +$$

$$0,504 \text{ menit}$$

c. Waktu yang digunakan untuk bongkar dan muat material

3) Waktu bongkar

Waktu dimana dibutuhkan untuk membongkar material kedalam kolom

Waktu bongkar = 5 menit

4) Waktu Muat

Waktu yang digunakan untuk memuat material atau barang, untuk selanjutnya dibawa *tower crane*.

Waktu Muat = 7 menit

d. Jumlah waktu siklus *tower crane*

Waktu muat + waktu pergi + waktu bongkar + waktu kembali

$$7 + 0,796 + 5 + 0,725 = 13,521 \text{ menit}$$



Tabel 5.5 Waktu pergi *tower crane* dengan 2 fall/tali

waktu pergi																
lantai	tinggi (m)	pekerjaan	titik	hoisting			slewing			trolley			landing			Total
				v	h	t	v	α	t	v	h	t	v	h	t	
				m/s	m	menit	m/s	derajad	menit	m/s	m	menit	m/s	m	menit	
1	4	kolom	J12	68	6	0.0882	216	47	0.2176	25	11	0.44	38	2	0.05263	0.7985
2	8	kolom	J12	68	10	0.1471	216	47	0.2176	25	11	0.44	38	2	0.05263	0.8573
3	12	kolom	J12	68	14	0.2059	216	47	0.2176	25	11	0.44	38	2	0.05263	0.9161
4	16	kolom	J12	68	18	0.2647	216	47	0.2176	25	11	0.44	38	2	0.05263	0.9749
5	20	kolom	J12	68	22	0.3235	216	47	0.2176	25	11	0.44	38	2	0.05263	1.0338
6	24	kolom	J12	68	26	0.3824	216	47	0.2176	25	11	0.44	38	2	0.05263	1.0926

Tabel 5.6 Waktu kembali *tower crane* dengan 2 fall/tali

waktu kembali																
lantai	tinggi (m)	pekerjaan	titik	hoisting			slewing			trolley			landing			Total
				v	h	t	v	α	t	v	h	t	v	h	t	
				m/s	m	menit	m/s	derajad	menit	m/s	m	menit	m/s	m	menit	
1	4	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	11	0.22	120	6	0.05	0.5043
2	8	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	11	0.22	120	10	0.08333	0.5376
3	12	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	11	0.22	120	14	0.11667	0.5709
4	16	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	11	0.22	120	18	0.15	0.6043
5	20	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	11	0.22	120	22	0.18333	0.6376
6	24	kolom	J12	120	2	0.0167	216	47	0.2176	50	11	0.22	120	26	0.21667	0.6709

Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis *Tower Crane*

Waktu Pengangkatan	2 Fall / tali	4 Fall / tali
Hoisting (menit)	0.0882	0.05
Slewing (menit)	0.2176	0.2176
Trolley (menit)	0.05263	0.64
Landing (menit)	0.44	0.10526
Total (menit)	0.7985	1.1393
Waktu Kembali	2 Fall / tali	4 Fall / tali
Hoisting (menit)	0.0167	0.0167
Slewing (menit)	0.2176	0.2176
Trolley (menit)	0.22	0.32
Landing (menit)	0.05	0.1765
Total (menit)	0.5043	0.6043
Waktu Bongkar (menit)	5	5
Waktu Muat (menit)	7	7
Total Siklus (menit)	13,521	13.744

5.4 BIAYA SEWA *TOWER CRANE*

5.4.1 Perhitungan Sewa *Tower crane*

Biaya sewa *tower crane* sudah termasuk:

1. Biaya bahan bakar dan pelumas
2. Biaya operator

Dengan asumsi harga sewa *tower crane* sama untuk semua tipe *tower crane* maka perhitungan biaya sewa adalah sebagai berikut:

a. Harga sewa alat

Harga sewa 1 *tower crane* : Rp 85.000.000,00 /Bulan

Harga sewa 1 genset : Rp 50.000.000,00 /Bulan +

Rp 135.000.000,00 /Bulan

b. Bulan pemakaian

Diasumsikan *tower crane* disewa oleh kontraktor RS UII Yogyakarta mulai pekerjaan lantai 3 hingga proyek selesai. Sehingga lamanya sewa dari pekerjaan lantai 1 hingga proyek selesai adalah 7 bulan.

Sehingga untuk biaya sewa *tower crane* pada pekerjaan di proyek RS UII adalah :

= Jumlah TC x (Harga sewa alat x Bulan pemakaian) + Jumlah TC x (Biaya Mob-Demob + Biaya Dismantling)

$$2 \times (\text{Rp } 135.000.000,00 / \text{Bulan} \times 7 \text{ Bulan}) = \text{Rp } 1.890.000.000,00$$

$$2 \times (\text{Rp } 90.000.000,00 + \text{Rp } 80.000.000,00) = \text{Rp } 170.000.000,00 + \text{Rp } 2.060.000.000,00$$

5.5 PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian pemilihan *tower crane*, produktifitas dan biaya sewa *tower crane* dapat ditarik beberapa hal penting sebagai berikut :

1. Produktifitas dari *tower crane* sendiri didasari seberapa cepat waktu pengangkatan material dan kapasitas beban, Pada penelitian digunakan 2 *wire rope* yaitu 2 *Fall* (2 tali) dan 4 *Fall* (4 tali) dengan radius dan kapasitas yang sudah ditentukan dari spesifikasi *tower crane*. Hasil dari penilitian menunjukkan bahwa antara 2 *fall* dan 4 *fall* tidak adanya perbedaan waktu yang signifikan, yang menentukan adalah pengalaman dari operator yang menggerakkan *tower crane* tersebut. Operator yang berpengalaman dan mahir menggunakan *tower crane* dapat mempercepat pekerjaan pengangkutan dengan *tower crane*, sehingga dapat membuat waktu pengangkutan jadi jauh lebih cepat.
2. Biaya sewa *tower crane* sudah ditentukan oleh pihak yang menyewakan *tower crane* tersebut, dimana biaya tersebut sudah termasuk bahan bakar dan pelumas, serta biaya operator yang akan menggerakkan *tower crane*.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa semakin lama pemakaian *tower crane* maka semakin besar juga biaya yang dikeluarkan, oleh karena itu sudah menjadi tugas kontraktor untuk menggunakan *tower crane* seefisien mungkin.

3. Untuk dapat merekomendasikan *tower crane* yang lebih tepat digunakan, maka pertimbangan yang digunakan adalah hasil dari simulasi ke 3 (gambar 5.4), dapat dilihat bahwa *tower crane* melayani area kurang dari 50 meter, maka diperlukan *tower crane* yang mampu mengangkat beban yang lebih besar pada saat melayani area tersebut. Berdasarkan tabel 5.2 dipilih *tower crane* yang menggunakan 4 *fall*/tali , karena memiliki kapasitas angkat yang lebih besar dari 2 *fall*, dengan produktifitas yang relatif sama dan biaya yang sama maka *free standing tower crane* akan lebih baik menggunakan 4 *fall*.
4. Pada proyek pembangunan Rumah Sakit UII sendiri tidak memakai *tower crane* , melainkan memakai alat distribusi vertikal berupa *lift* barang. Dari hasil wawancara langsung pada pihak proyek didapatkan beberapa alasan kenapa proyek pembangunan Rumah Sakit UII tidak menggunakan *tower crane*, yaitu:
 - a. Pihak proyek telah melakukan perbandingan produktifitas alat antara *tower crane* dan *lift* barang, hasilnya produktifitas pada *tower crane* lebih tinggi dibanding jika memakai *lift* barang.
 - b. Pihak proyek mengatakan bahwa UII sudah memiliki alat distribusi berupa *lift* barang, hal ini menjadi pertimbangan utama untuk menggunakan *lift* barang milik sendiri dibanding harus menyewa *tower crane*, yang tentunya akan berdampak pada penekanan biaya.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil analisis penelitian dan pembahasan *tower crane* pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode pemilihan jenis *tower crane* adalah sebagai berikut:
 - a. Tinjau kebutuhan *tower crane* pada proyek, dengan meninjau tinggi gedung, dan kondisi lingkungan sekitar proyek.
 - b. Pertimbangkan pemakaian alat alternatif, seperti *mobile tower crane*, *lift*.
 - c. Jika tidak memungkinkan pemakaian alat alternatif, maka pertimbangkan pemakaian eksternal *tower crane* atau internal *tower crane*.
 - d. Dari poin-poin sebelumnya, pilih dari ke empat jenis *tower crane* yang paling sesuai dengan kebutuhan proyek.
 - e. Tentukan jumlah *tower crane* yang dibutuhkan agar dapat menjangkau seluruh daerah operasi dengan cara melakukan simulasi. Dari simulasi dapat diketahui jumlah *tower crane* dan panjang lengan jib sesuai kebutuhan.
2. *Tower crane* yang tepat digunakan pada proyek pembangunan Rumah Sakit UII adalah 2 buah *tower crane* tipe *Free Standing Crane*, dengan panjang jib masing-masing adalah 50 meter, serta menggunakan *wire rope* 4 *fall* / 4 tali.

6.2 SARAN

Saran-saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya dibatasi oleh *tower crane* saja. Maka disarankan kepada rekan mahasiswa untuk melakukan penelitian dengan

memperbandingkan *tower crane* dengan alat berat lainya yang menggunakan *crane*.

2. Pada penelitian ini beberapa variabel seperti harga sewa *tower crane* diasumsikan sama, maka disarankan kepada rekan mahasiswa untuk menggunakan harga sewa berdasarkan tipe dan spesifikasi *tower crane* yang sesuai pada pihak penyedia jasa penyewaan *tower crane*.
3. Bagi pihak kontraktor pelaksana dari penelitian ini diharapkan menjadi bahan masukan dan pertimbangan untuk menggunakan *tower crane* dalam pelaksanaan proyek konstruksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Alexander dan Liem, N., 2000, *Langkah - Langkah dan Faktor - Faktor Pemilihan Tower Crane Untuk Proyek Bangunan Bertingkat*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Day, D.A., 1973, *Construction Equipment Guide*, John Wiley and sons Inc., USA.
- Ervianto. W., 2004, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Yogyakarta.
- Fatena, S., 2008, *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*, Rineka Cipta. Jakarta.
- Heizer dan Render, 2001, *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*, Selemba Empat, Jakarta.
- Hartono, P.E., 2013, *Program Perhitungan Efektifitas Waktu Dan Biaya Pemakaian Tower Crane*. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Martin, D., 1980, *Specification 80 seri 2*, The Architectural Press Ltd., London.
- Parinra, D., 2016, *Pemilihan Jenis Tower Crane Berdasarkan Lokasi Proyek*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Peurifoy, R.L., 1985, *Perencanaan, Peralatan, dan Metode Konstruksi (Keempat.)*. Erlangga. Jakarta.
- Ridha, M., 2011, *Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane dan Mobil Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rochmanhadi, 1985, *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Rostiyanti, 2008, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi 2*, Rhineka Cipta, Jakarta.

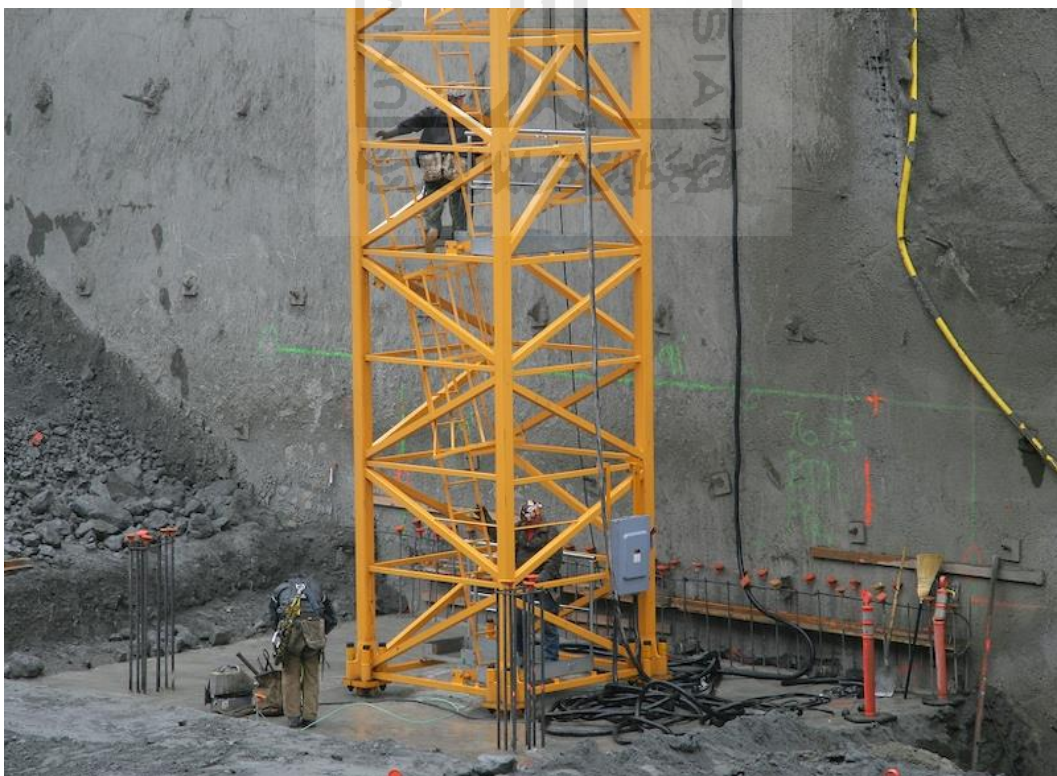
Sumanth, D. J., 1984, *Productivity Engineering and Management*, First Printing
McGraw Hill, New York.





LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar *Free Standing Crane*



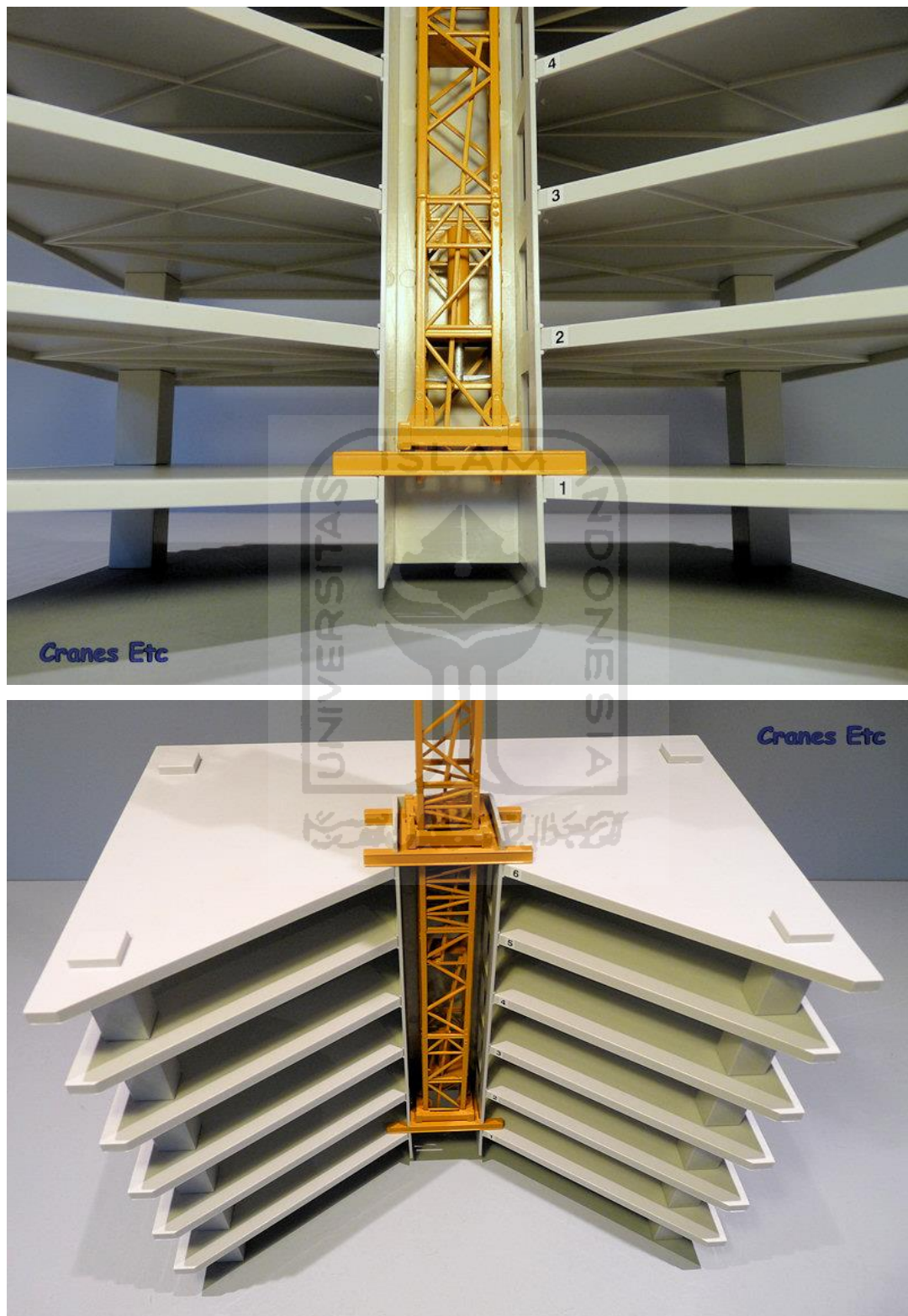
(sumber: vanderspek.nl)

Lampiran 2. Gambar *Rail-Mounted Crane*



(sumber: vertikal.net)

Lampiran 3. Gambar *Climbing Tower Crane*



(sumber: cranesetc.co.uk)

Lampiran 3. Gambar *Tied-In Crane*



(sumber: peri.com)

Lampiran 4. Foto Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi di Yogyakarta

Foto Proyek Rumah Sakit UII, Bantul, Yogyakarta.



Foto Proyek Pembangunan Transmart Maguwo, Jl. Solo, Yogyakarta



Lampiran 5. Foto Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi di Yogyakarta

Foto Proyek Pembangunan Hotel di Jl. Laksda Adisucipto, Yogyakarta.



Foto Proyek Pembangunan Hotel di Jl. Mataram, Yogyakarta.



Lampiran 6. Brosur Tower Crane Merek Jianglu

