TUGAS AKHIR

EVALUASI MANAJEMEN WAKTU MENGGUNAKAN METODE PDM-PERT DALAM PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI
(Studi Kasus Proyek Pembangunan Loading Dock Wall Cover)
(*TIME MANAGEMENT EVALUATION USING PDM-PERT METHOD IN CONSTRUCTION PROJECT IMPLEMENTATION*)
(*Case Study of Loading Dock Wall Cover Construction Project)*

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

M GENTA MAHARDIKA R

19511247

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

PROGRAM SARJANA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2026

TUGAS AKHIR

EVALUASI MANAJEMEN WAKTU MENGGUNAKAN METODE CPM-PERT DALAM PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI
(Studi Kasus Proyek Pembangunan Loading Dock Wall Cover)
(TIME MANAGEMENT EVALUATION USING CPM-PERT METHOD IN CONSTRUCTION PROJECT IMPLEMENTATION)
(Case Study of Loading Dock Wall Cover Construction Project)

Disusun oleh

M GENTA MAHARDIKA R

19511247

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 29 Januari 2026

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Adityawan Sigit, Ph.D	**Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T**	**Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM**
NIK: 155110108	**NIK: 195110502**	**NIK: 005110101**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM

NIK : 095110101

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, 29 Januari 2026

Yang membuat pernyataan,



M Genta Mahardika R

(19511247)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Evaluasi Manajemen Waktu Menggunakan Metode PDM-PERT Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi**". 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.

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 Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng). Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberi banyak ilmu, saran, kritik, dan diskusi yang membangun selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I.
4. Ibu Ir. Fitri Nughraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M. selaku Dosen Penguji II.
5. Mas Trio Gati Putra Pamungkas, Selaku *Project Engineer* Kontraktor yang telah bersedia untuk di wawancara, dan berdiskusi terkait data dalam penelitian ini.
6. Bapak Joko Budiarto, Selaku *Technical Manager* Kontraktor yang telah bersedia untuk di wawancara, dan memberikan validasi terhadap data estimasi durasi dalam perhitungan PERT pada penelitian ini.
7. Bapak Farid Hardiansyah, Selaku *Project Engineer Owner* yang telah bersedia untuk di wawancara, dan memberikan akses data terkait penjadwalan proyek *Loading Dock Wall Cover*.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan penulis berharap semoga Tugas Akhir ini kedepannya dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Yogyakarta, 12 Januari 2026

Penulis,



M Genta Mahardika R

19511247

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xii
ABSTRAK xiii
ABSTRACT xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Penelitian Terdahulu 6
2.2 Penelitian Yang Dilakukan dan Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 12
2.3 Keaslian Penelitian 16
BAB III LANDASAN TEORI 17
3.1 Manajemen 17
3.2 Manajemen Proyek 18
3.3 Penjadwalan Proyek 19
3.4 Metode Penjadwalan Proyek 19
3.4.1 Metode Penjadwalan Konvensional (Grafik) 19

3.4.2 Metode Penjadwalan Jaringan Kerja (*Network Planning*) 21
BAB IV METODE PENELITIAN 36
4.1 Jenis Penelitian 36
4.2 Variabel Penelitian 36
4.3 Metode Pengumpulan Data 36
4.4 Perangkat Lunak (*Software*) Yang Digunakan 36
4.5 Tahapan Penelitian 37
4.6 Bagan Alir Penelitian 39
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 42
5.1 Profil Proyek Pembangunan *Loading Dock Wall Cover* 42
5.2 Data Penelitian Penjadwalan Awal Proyek *Loading Dock Wall Cover* 42
5.3 Analisis Logika dan Struktur Jadwal Rencana 51
5.3.1 Identifikasi dan Normalisasi Logika Jaringan 51
5.4 Pendekatan Metode PDM Deterministik 56
5.4.1 Identifikasi Hubungan Antar Aktivitas 57
5.4.2 Perhitungan Parameter Waktu (*Forward Pass & Backward Pass*) 59
5.4.3 Analisis Aktivitas Pada Jalur Kritis 69
5.5 Analisis Probabilitas dengan Metode PERT 70
5.5.1 Penerapan Estimasi Tiga Angka Waktu 71
5.5.2 Perhitungan Durasi Ekspektasi, Standar Deviasi, dan Varians 76
5.6 Integrasi PERT-PDM 81
5.6.1 Simulasi Jaringan Kerja Dengan Durasi Ekspektasi 81
5.6.2 Evaluasi Pergeseran Jalur Kritis (*Critical Path Shifting*) 87
5.6.3 Analisis Probabilitas dan Peluang Keberhasilan 89
5.7 Evaluasi dan Perbandingan Hasil 93
5.7.1 Perbandingan Durasi Rencana Awal dan Durasi Ekspektasi 93
5.7.2 Perbandingan Jalur Kritis Awal dan Jalur Kritis Baru 95
5.7.3 Peluang Selesai Tepat Waktu 96
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 99
6.1 Kesimpulan 99
6.2 Saran 100

DAFTAR PUSTAKA 101
LAMPIRAN 104

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 13
Tabel 3. 1 Simbol-simbol Dalam Perencanaan Jaringan Kerja 23
Tabel 5. 1 Daftar Kegiatan Proyek *Loading Dock Wall Cover* 43
Tabel 5. 2 Hubungan Antar Aktivitas 57
Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur dan Float 63
Tabel 5. 4 Perhitungan Jalur Kritis Metode PDM Deterministik 69
Tabel 5. 5 Estimasi Tiga Angka Waktu 71
Tabel 5. 6 Rata-Rata Estimasi Tiga Angka Waktu 74
Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Durasi Ekspektasi (Te), Standar Deviasi (S), dan Varians (V) 78
Tabel 5. 8 Perhitungan Parameter Waktu Dengan Durasi (Te) 82
Tabel 5. 9 Jalur Kritis Baru 87
Tabel 5. 10 Distribusi Normal Z 91
Tabel 5. 11 Nilai Distribusi Normal dan Probabilitas 94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Contoh Diagram Bar Chart 20
Gambar 3. 2 Contoh Grafik Metode Kurva S (Hannum *Curve*) 21
Gambar 3. 3 Contoh *Node* CPM 24
Gambar 3. 4 Contoh *Activity on Arrow* (AOA) 24
Gambar 3. 5 Contoh Penggunaan *Dummy* 25
Gambar 3. 6 Contoh Grafik *Critical Path Method* (CPM) 26
Gambar 3. 7 Contoh *Node* PDM 27
Gambar 3. 8 *Node* PDM 27
Gambar 3. 9 Hubungan *Finish to Start* (FS) 28
Gambar 3. 10 hubungan *Start to Start* (SS) 28
Gambar 3. 11 Hubungan *Finish to Finish* (FF) 28
Gambar 3. 12 Hubungan *Start to Finish* (SF) 29
Gambar 3. 13 Contoh Grafik *Precedence Diagram Method* (PDM) 32
Gambar 4. 1 Bagan Alir (*Flowchart*) Penelitian 38
Gambar 5. 1 Diagram Jaringan Perencanaan Awal Pada *Ms Project* 49
Gambar 5. 2 Contoh Dangling Pada Perencanaan Awal 52
Gambar 5. 3 Diagram Jaringan PDM Rencana 54
Gambar 5. 4 Diagram Jaringan PDM Deterministik 66
Gambar 5. 5 Gambar Diagram Jaringan Dengan *Microsoft Project* 68
Gambar 5. 6 Diagram Jaringan PDM Dengan Durasi (Te) 85
Gambar 5. 7 Grafik Probabilitas 95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Time Schedule* Tugas Akhir 105

Lampiran 2 Surat Permohonan Data Penelitian Tugas Akhir 106

Lampiran 3 Surat *Transmittal Letter* Untuk Permohonan Data 107

Lampiran 4 Surat Balasan Permohonan Data Proyek 108

Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber 110

Lampiran 6 Surat Keterangan Hasil Cek Plagiasi 119

Lampiran 7 Dokumentasi Dengan Narasumber 120

Lampiran 8 Dokumentasi Saat Pelaksanaan Proyek 121

Lampiran 9 *Scheduling* Pada Penelitian PDM-PERT Proyek *Loading Dock Wall* Cover 121

Lampiran 10 Rencana Penjadwalan awal/*Existing* Proyek *Loading Dock Wall Cover* 126

Lampiran 11 *Detail Engineering Design* (DED) Proyek *Loading Dock Wall Cover* 130

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PDM	= *Precedence Diagram Method*
PERT	= *Program Evaluation Review Technique*
EET	= *Earliest Event Time*
LET	= *Latest Event Time*
i	= Nomor Kejadian
A	= Nama Kegiatan
EF	= *Earliest Finish*
ES	= *Earliest Start*
dA	= Durasi Aktivitas
TF	= Total *Float*
LS	= *Latest Start*
LF	= *Latest Finish*
Te	= Durasi Ekspektasi *(Time Expected*)
a	= Waktu Paling Optimis
b	= Waktu Paling Pesimis
m	= Waktu Paling Mungkin
S	= Standar Deviasi
V	= Varians
Z	= Probabilitas
Td	= Target Waktu Penyelesaian Proyek

ABSTRAK

Mengingat tingginya angka keterlambatan proyek infrastruktur di Indonesia yang mencapai 38% dan adanya keterbatasan pada metode deterministik, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penjadwalan pada proyek konstruksi melalui integrasi metode PERT dan PDM. Pendekatan ini bertujuan untuk menjembatani kesenjangan antara rencana awal dengan realitas lapangan melalui analisis probabilitas guna meminimalisir risiko keterlambatan serta mengoptimalkan efisiensi waktu pelaksanaan

Penelitian pada proyek *Loading Dock Wall Cover* ini menggunakan permodelan jaringan kerja metode *Precedence Diagram Method* (PDM) yang diintegrasikan dengan teknik *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Data durasi diolah menggunakan estimasi tiga angka waktu yaitu optimis, paling mungkin, dan pesimis yang bersumber dari hasil wawancara ahli serta observasi lapangan pada proyek struktur baja. Analisis kemudian difokuskan pada pengidentifikasian lintasan kritis baru dan perhitungan probabilitas penyelesaian proyek menggunakan distribusi normal untuk mengukur tingkat akurasi jadwal rencana.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan durasi antara jadwal rencana deterministik sebesar 29 hari dengan durasi ekspektasi probabilistik (PERT) sebesar 30,60 hari. Terjadi pergeseran lintasan kritis yang disebabkan oleh tingginya sensitivitas risiko dan varians durasi pada aktivitas tertentu yang sebelumnya tidak terdeteksi dalam perencanaan statis. Selain itu, ditemukan bahwa probabilitas proyek untuk selesai tepat waktu pada durasi 29 hari hanya sebesar 25,14%, yang artinya diperlukan intervensi manajerial berupa realokasi sumber daya guna meminimalisir risiko keterlambatan proyek yang tinggi.

Kata Kunci: Penjadwalan proyek, PERT, PDM, Jalur kritis, Probabilitas.

ABSTRACT

Given the high rate of infrastructure project delays in Indonesia, which reaches 38%, and the inherent limitations of deterministic methods, this study was conducted to evaluate the effectiveness of construction project scheduling through the integration of the Program Evaluation and Review Technique (PERT) and the Precedence Diagram Method (PDM). This approach aims to bridge the gap between initial planning and field reality through probability analysis to minimize the risk of delays and optimize execution time efficiency.

This research, focused on the Loading Dock Wall Cover project, utilizes network modeling via the PDM method integrated with PERT techniques. Duration data were processed using three-point time estimates—optimistic, most likely, and pessimistic—derived from expert interviews and field observations of steel structure projects. The analysis focuses on identifying new critical paths and calculating project completion probabilities using normal distribution to measure the accuracy of the planned schedule.

The results indicate a discrepancy between the deterministic planned duration of 29 days and the probabilistic expected duration (PERT) of 30.60 days. A shift in the critical path occurred due to high risk sensitivity and duration variance in certain activities that were previously undetected in static planning. Furthermore, it was found that the probability of completing the project on time within the 29-day target is only 25.14%, implying that managerial intervention in the form of resource reallocation is required to mitigate the high risk of project delays.

Keyword: *Project scheduling, PERT, PDM, Critical path, Probability.*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur di Indonesia menghadapi tantangan signifikan karena tingkat keterlambatan proyek yang tinggi, bahkan mencapai 38%. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar proyek pembangunan tidak berhasil diselesaikan tepat waktu, Kementerian Pekerjaan Umum. (2024). Proyek-proyek berskala besar, melibatkan kompleksitas tinggi dengan berbagai tahapan yang saling bergantung, sumber daya yang terbatas, dan tenggat waktu yang ketat. Oleh karena itu manajemen proyek dibutuhkan dalam hal ini, Manajemen Proyek adalah ilmu pengetahuan dalam organisasi yang didalamnya berupa perancangan kegiatan mengendalikan pelaksanaan dari sumber daya yang terbatas untuk menghasilkan proyek yang efektif dan efisien, tentunya dengan mempertimbangkan batasan-batasan, Pangestu dkk. (2021).

Pada proyek-proyek swasta, kontraktor umumnya berupaya menyelesaikan pekerjaan secepat mungkin agar proses pembukaan dapat dilakukan sesuai jadwal yang telah ditetapkan. Namun, apabila pekerjaan dimulai sebelum seluruh perencanaan selesai, sering kali muncul ketidaksinkronan yang dapat menunda kegiatan selanjutnya, hal ini berpotensi menyebabkan peningkatan biaya pada proyek konstruksi, Ananda dkk. (2023). Oleh sebab itu, diperlukan penerapan manajemen waktu untuk menetapkan prioritas dan meningkatkan efisiensi serta efektivitas pengelolaan proyek, sehingga hasil optimal dapat dicapai dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia, Afdianto dkk. (2023). Penelitian ini dilakukan pada proyek *Loading Dock Wall Cover*. Pada proyek ini struktur utama pembangunan pabrik menggunakan struktur baja, yang sudah difabrikasi dan siap untuk dilakukan pemasangan atau *erection*. Perbedaan utama antara struktur beton dan struktur baja, yaitu pada struktur beton bertulang unggul dalam kekuatan dan ketahanan, namun membutuhkan waktu dan biaya yang lebih besar. Sebaliknya, struktur baja menawarkan efisiensi waktu karena proses pemasangannya yang lebih

cepat, meskipun memerlukan perawatan rutin yang lebih intensif untuk menjaga mutu dan masa pakainya, Hutasoit dkk. (2023).

Dalam pelaksanaan proyek yang kompleks, berbagai masalah pasti akan muncul seiring berjalannya progres di lapangan, Suryawan dkk. (2023). Metode PDM dan PERT merupakan dua metode yang akan digunakan dalam merencanakan penjadwalan proyek pada penelitian ini. PDM (*Precedence Diagram Method*) adalah metode jaringan kerja yang dapat menunjukkan secara jelas keterkaitan atau hubungan logis antar kegiatan, ketergantungan aktivitas, dan lintasan kritis proyek. Metode PDM pada dasarnya merupakan bentuk diagram jaringan, sehingga hubungan antar aktivitas digambarkan melalui garis atau panah. Informasi mengenai keterkaitan antar pekerjaan serta durasinya diinput dan kemudian dianalisis menggunakan Microsoft Project, yang selanjutnya menghasilkan diagram berisi aktivitas-aktivitas kritis dalam penjadwalan proyek, Juesmin dkk. 2023). Sedangkan, PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah suatu teknik perhitungan yang didasarkan pada pendekatan probabilitas. Dalam hal ini, PERT secara khusus memperhitungkan berbagai variasi kemungkinan dan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan proyek, Marwan dkk. (2024).

Penelitian terdahulu mengenai PDM dan PERT di Indonesia umumnya berfokus pada proyek konstruksi dengan struktur beton bertulang, dan lebih menekankan aspek perhitungan durasi. Namun, menurut Sofiah (2024) Tahapan perencanaan proyek yang efektif seharusnya direncanakan melalui berbagai macam pendekatan agar dapat diimplementasikan dengan sukses di lapangan. Faktanya, evaluasi yang dilakukan cenderung bersifat deterministik dan belum menguji akurasi hasil penjadwalan dibandingkan dengan realisasi proyek. Hal ini menimbulkan kesenjangan, yaitu perlunya penelitian yang tidak hanya menghitung penjadwalan waktu proyek, tetapi juga membandingkan efektivitas metode lain seperti PDM dan PERT dengan metode penjadwalan awal yang digunakan di lapangan, khususnya pada proyek dengan struktur baja.

Urgensi penelitian ini terletak pada kontribusi praktis dan akademisnya. Dari sisi praktis, penelitian ini dapat membantu kontraktor dan tim proyek dalam

mengoptimalkan waktu pelaksanaan, meminimalisasi risiko keterlambatan, serta meningkatkan efisiensi biaya. Dari sisi akademis, penelitian ini menambah referensi mengenai penerapan PDM dan PERT di Indonesia pada proyek dengan struktur baja. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu menjembatani kesenjangan literatur sekaligus memberikan manfaat aplikatif di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas antara penerapan metode PDM dan PERT dengan perencanaan penjadwalan yang sudah ada. Pemilihan proyek *Loading Dock Wall Cover* sebagai objek penelitian didasarkan pada karakteristik pekerjaannya yang memiliki tingkat sekuensial dan interdependensi yang sangat erat. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini diharapkan dapat membantu mengoptimalkan waktu pelaksanaan proyek, mengurangi potensi keterlambatan proyek, serta menjadi referensi bagi penelitian berikutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, terdapat beberapa permasalahan utama yang menjadi fokus dalam penelitian ini.

1. Berapa durasi proyek yang dihasilkan dari penerapan metode kombinasi PDM (*Precedence Diagram Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dalam perencanaan penjadwalan pekerjaan struktur dan arsitektur pada Proyek *Loading Dock Wall Cover*?
2. Bagaimana perbandingan hasil durasi antara penjadwalan dengan metode kombinasi PDM-PERT terhadap jadwal rencana yang telah ditetapkan pada Proyek *Loading Dock Wall Cover*?
3. Berapa tingkat probabilitas pekerjaan struktur dan arsitektur Proyek *Loading Dock Wall Cover* dapat diselesaikan tepat waktu sesuai jadwal rencana?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menghitung durasi proyek yang dihasilkan dari penerapan metode kombinasi PDM (*Precedence Diagram Method*) dan PERT (*Program*

Evaluation and Review Technique) dalam perencanaan penjadwalan pekerjaan struktur dan arsitektur pada Proyek *Loading Dock Wall Cover*.

2. Untuk menganalisis perbandingan durasi antara hasil penjadwalan metode kombinasi PDM-PERT dengan jadwal rencana yang telah ditetapkan pada Proyek *Loading Dock Wall Cover*.
3. Untuk menentukan tingkat probabilitas penyelesaian pekerjaan struktur dan arsitektur Proyek *Loading Dock Wall Cover* dapat diselesaikan sesuai jadwal rencana berdasarkan analisis metode PDM-PERT.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Proyek yang dipilih untuk dievaluasi adalah *Loading Dock Wall Cover Project*.
2. Penentuan durasi optimal pelaksanaan kegiatan proyek menggunakan metode PDM dan PERT.
3. Penentuan durasi optimal berdasarkan jadwal yang sudah ditentukan proyek.
4. Tidak merubah metode pelaksanaan proyek yang sudah ada.
5. Perencanaan probabilitas pelaksanaan proyek hanya menggunakan metode PERT.
6. Analisis data meliputi pembuatan jaringan kerja, menghitung durasi keseluruhan kegiatan proyek, serta melakukan perbandingan durasi yang dihasilkan dengan jadwal proyek sebagai optimalisasi durasi pelaksanaan keseluruhan proyek.
7. Ruang lingkup pengamatan dalam penelitian ini dibatasi selama 28 hari kalender pada fase konstruksi lapangan. Analisis penjadwalan menggunakan metode PDM/PERT hanya meninjau aktivitas yang terjadi selama proses pemasangan (*erection*) rangka baja, dan pekerjaan arsitektur.
8. Tidak melakukan perencanaan terkait biaya maupun *crashing program.*

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat ganda, baik secara praktis maupun akademis. Secara praktis, hasil penelitian dapat dijadikan sebagai instrumen pengendalian waktu yang lebih akurat, sehingga

memungkinkan mitigasi keterlambatan secara dini dan alokasi sumber daya yang lebih terarah. Secara akademis, penelitian ini dapat berkontribusi sebagai referensi pengembangan metode penjadwalan integratif serta menjadi bahan pertimbangan yang berbasis data untuk perencanaan proyek konstruksi sejenis di masa mendatang

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai evaluasi manajemen waktu menggunakan metode PDM dan PERT yang telah dilakukan sebelumnya pada tempat yang berbeda dapat digunakan sebagai acuan ataupun masukan pada penelitian ini. Berikut ini merupakan beberapa referensi dari penelitian terdahulu dan penelitian yang telah dilakukan.

1. Perbandingan Penjadwalan Proyek Dengan Metode PDM (*Precedence Diagram Method*) & CPM (*Critical Path Method*) (Studi Kasus: Lanjutan Pembangunan Proyek Gedung SD Islamic Center Samarinda)

Penelitian yang dilakukan oleh Fahrian dkk. (2021), bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode PDM dan CPM dalam penjadwalan proyek lanjutan pembangunan Gedung SD Islamic Center Samarinda, yang merupakan proyek konstruksi repetitif dengan banyak item pekerjaan berulang antar lantai. Melalui analisis menggunakan Microsoft Project 2019, metode PDM menghasilkan durasi total proyek selama 175 hari dengan 26 item pekerjaan kritis, sedangkan metode CPM menghasilkan durasi yang lebih panjang yaitu 190 hari dengan 18 pekerjaan kritis. Perbedaan tersebut muncul karena PDM dapat memodelkan empat jenis hubungan ketergantungan (FS, SS, FF, SF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa PDM lebih efektif untuk proyek repetitif karena mampu mempercepat durasi dan mengoptimalkan alokasi waktu serta sumber daya jika dibandingkan metode CPM.

Hasil penelitian adalah sebagai berikut.

A. Metode PDM menghasilkan durasi total 175 hari, sedangkan metode CPM memerlukan 190 hari.
B. PDM memiliki 26 pekerjaan kritis, lebih banyak dibandingkan CPM yang hanya memiliki 18 pekerjaan kritis.

C. Perbedaan keduanya terlihat pada tampilan informasi, jenis konstrain, serta hasil lintasan kritis dan durasi proyek; PDM lebih efektif karena memberikan durasi yang lebih singkat sehingga proyek dapat diselesaikan lebih hemat waktu dan biaya.

2. Analisis Hubungan Pekerjaan dan Lintasan Kritis Pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Sam Ratulangi Tondano Menggunakan Metode Precedence Diagram Method.

Penelitian yang dilakukan oleh Tombokan dkk. (2022), bertujuan untuk menganalisis hubungan pekerjaan dan lintasan kritis menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM) dengan bantuan Microsoft Project. Dari hasil penjadwalan diperoleh 20 aktivitas pekerjaan dengan 19 hubungan kerja yang terdiri dari 13 hubungan Start to Start (SS) dan 6 hubungan Finish to Start (FS). Analisis menunjukkan adanya 12 kegiatan kritis yang tersusun dalam 2 lintasan kritis, sedangkan 8 aktivitas lainnya termasuk non-kritis. Metode PDM mampu menampilkan informasi detail seperti durasi, early start, late start, early finish, late finish, dan total float sehingga memudahkan identifikasi aktivitas yang berpotensi menyebabkan keterlambatan proyek. Hasil ini menegaskan bahwa PDM efektif dalam memberikan visualisasi dan kontrol penjadwalan, khususnya untuk menentukan rangkaian kegiatan kritis yang harus diprioritaskan agar proyek tidak mengalami keterlambatan

Hasil penelitian adalah sebagai berikut.

A. Berdasarkan analisis metode PDM menunjukkan 20 aktivitas pekerjaan dengan 19 hubungan pekerjaan (konstrain) , terdiri atas 13 hubungan Start to Start (SS) dan 6 hubungan Finish to Start (FS) . Dari keseluruhan aktivitas tersebut, dihasilkan 12 kegiatan kritis dan 8 kegiatan non-kritis menggunakan *Microsoft Project*. Lintasan kritis yang dihasilkan dari Microsoft Project telah dikontrol secara manual dan menunjukkan hasil yang sama. Hal ini membuktikan bahwa lintasan kritis pada proyek ini telah disusun berdasarkan keterkaitan antar aktivitas kritis dan konstrain yang ada. Dengan Microsoft Project, urutan

pekerjaan, durasi, hubungan antar pekerjaan, lintasan kritis, dan detail proyek dapat terlihat lebih jelas dan terstruktur.

3. Evaluasi Optimalisasi *Time Schedule* Pada Proyek Revitalisasi SMA N 2 Plus Panyabungan Dengan Metode *Precedence Diagram Method* (PDM).

Penelitian yang dilakukan oleh Fandriansyah dan Nusa (2023), bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penjadwalan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan bantuan *Microsoft Project*. Hasil analisis menunjukkan bahwa jadwal rencana awal proyek memiliki durasi 147 hari dengan 26 pekerjaan berada pada lintasan kritis. Setelah dilakukan penjadwalan ulang dan pengoptimalan hubungan ketergantungan antaraktivitas, durasi proyek berhasil dipersingkat menjadi 133 hari dengan total 29 aktivitas kritis. Optimalisasi yang dilakukan melalui penyusunan jadwal yang lebih detail serta penentuan ketergantungan pekerjaan secara lebih akurat terbukti mampu membuat alur kerja lebih terstruktur serta meminimalkan potensi keterlambatan. Penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan metode PDM efektif dalam merumuskan durasi yang lebih efisien sekaligus meningkatkan ketepatan penjadwalan pada proyek konstruksi.

Hasil penelitian adalah sebagai berikut.

A. Penerapan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) yang dibantu dengan perangkat lunak *Microsoft Project* 2016 berhasil mengoptimalisasi durasi pelaksanaan proyek menjadi 133 hari kerja, lebih cepat dibandingkan jadwal rencana awal yang berdurasi 147 hari kerja.
B. Setelah dilakukan proses optimalisasi dan penjadwalan ulang, teridentifikasi sebanyak 29 item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis (meningkat dari rencana awal yang hanya memiliki 26 pekerjaan pada lintasan kritis). Pekerjaan-pekerjaan ini tidak memiliki waktu luang (*float*) sehingga keterlambatan pada item ini akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

4. Analisis Penjadwalan Proyek Rehabilitasi Jalan Preservasi Jalan Kerang – Kuaro Kalimantan Timur Menggunakan Metode PDM dan PERT.

Penelitian yang dilakukan oleh Maslina dkk. (2023), bertujuan untuk untuk menganalisis durasi dan kemungkinan penyelesaian proyek rehabilitasi jalan dengan menggunakan kombinasi metode PDM dan PERT sebagai upaya pengendalian waktu. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode PDM melalui Microsoft Project, diperoleh lintasan kritis yang mengarahkan estimasi durasi proyek selama 161 hari, sesuai dengan target pada jadwal induk. Selanjutnya melalui pendekatan PERT, menghitung varians, standar deviasi, dan probabilitas penyelesaian proyek dengan target asumsi 161 hari. Hasilnya menunjukkan kemungkinan tercapainya penyelesaian proyek tepat waktu sebesar 89%. Oleh karena itu, penelitian menyimpulkan bahwa penggunaan kombinasi metode PDM dan PERT mampu memberikan prediksi durasi yang efektif dan potensi penyelesaian proyek sesuai jadwal meskipun terdapat keterlambatan pelaksanaan awal proyek selama 14 hari kerja.

Hasil penelitian adalah sebagai berikut.

A. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode PDM dan PERT, proyek rehabilitasi jalan yang sempat mengalami penundaan 14 hari tetap dapat diselesaikan dalam waktu 161 hari, sesuai dengan jadwal awal proyek. Yang berarti metode ini mempersingkat waktu pelaksanaan proyek selama 14 hari.
B. Dengan target penyelesaian 161 hari, hasil perhitungan menggunakan metode PERT menunjukkan probabilitas keberhasilan sebesar 89%, sehingga proyek dinilai sangat mungkin selesai tepat waktu sesuai rencana.

5. Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PERT (Studi Kasus Pembangunan Gedung DRPD Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta)

Penelitian yang dilakukan oleh Bere dkk. (2024), bertujuan untuk melakukan penjadwalan percepatan ulang dengan menggunakan penjadwalan probabilistik yang mempertimbangkan kemungkinan suatu proyek mengalami keterlambatan. Metode probabilistik atau metode PERT (*Program Evaluation Review Technique*)

merupakan metode yang bertujuan untuk meminimalkan terjadinya penundaan dan gangguan produksi selama pengerjaan proyek, serta mengoordinasikan dan mensinkronkan berbagai bagian pekerjaan secara keseluruhan agar penyelesaian proyek dapat dipercepat. Metode PERT tidak hanya digunakan untuk menghitung durasi proyek, tetapi juga untuk mengukur kemungkinan (probabilitas) proyek. PERT memiliki sifat probabilistik yaitu kemungkinan yang diharapkan dari menyelesaikan sebuah proyek dengan pendekatan statistik. Pada tahapan ini tiga jenis durasi waktu dijadikan dasar dalam mencari perkiraan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas pekerjaan. Tiga perkiraan waktu tersebut yaitu, waktu optimis (to), waktu pesimis (tp), dan waktu paling mungkin (tm). Waktu paling mungkin yang digunakan merupakan durasi hasil wawancara.

Hasil Penelitian adalah sebagai berikut.

A. Penelitian ini mengidentifikasi 20 item pekerjaan yang termasuk dalam lintasan kritis pada proyek pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Sleman.
B. Waktu optimum untuk menyelesaikan proyek dengan melakukan percepatan durasi dari setiap item pekerjaan proyek mengalami perubahan waktu dari 380 hari kerja menjadi 345 hari kerja, dengan nilai probabilitas sebesar 99,97% atau lebih cepat 35 hari dari durasi rencana proyek.
C. Dengan menggunakan metode PERT, kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam 338 hari adalah 50%, dalam 341 hari adalah 92,92%, dan dalam 345 hari adalah 99,97%.

6. Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PDM dan PERT Pada Pembangunan Sekolah Minggu HKBP AEK Kanopan Kecamatan Kualuh Hulu Kabupaten Labuhan Batu Utara.

Penelitian yang dilakukan oleh Lase dan Nusa (2024), bertujuan untuk menganalisis efektivitas penjadwalan dengan membandingkan metode PDM dan PERT terhadap metode kurva-S yang sebelumnya digunakan. Melalui metode PDM, peneliti berhasil mengidentifikasi keterkaitan antar kegiatan serta lintasan kritis yang harus menjadi prioritas agar durasi proyek dapat terkontrol, dengan total waktu penyelesaian sebesar 180 hari. Selanjutnya, metode PERT diterapkan untuk

memperoleh estimasi durasi yang lebih realistis berdasarkan tiga asumsi waktu, sehingga menghasilkan durasi proyek sebesar 178–179 hari dengan probabilitas keberhasilan mencapai 98–99%. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan PDM-PERT mampu memberikan jadwal yang lebih efisien dan lebih akurat dalam memproyeksikan waktu penyelesaian proyek dibandingkan metode awal.

Hasil penelitian adalah sebagai berikut.

A. Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) lebih menekankan pada ketepatan biaya karena menggunakan satu estimasi waktu pasti tanpa mempertimbangkan potensi hambatan proyek. Sebaliknya, metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) lebih fokus pada waktu yang tepat dengan menggunakan tiga estimasi sehingga mampu menjelaskan kemungkinan terjadinya hambatan. Metode kedua ini dinilai tepat diterapkan pada proyek Pembangunan Gedung Sekolah Minggu HKBP Aek Kanopan.
B. Baik metode PDM maupun PERT menghasilkan lintasan kritis yang sama, yang mencakup rangkaian pekerjaan mulai dari pekerjaan pendahuluan, pekerjaan tanah dan pondasi, pekerjaan beton, pekerjaan dinding, pekerjaan sanitasi, hingga pekerjaan lainnya. Kesamaan ini menunjukkan bahwa kedua metode dapat saling melengkapi dalam analisis durasi dan kendala proyek.
C. Hasil Perhitungan dengan metode PDM menunjukkan bahwa proyek memerlukan total durasi 180 hari, sesuai dengan rencana awal perencana. Sementara itu, metode PERT menghasilkan proyek 178 hari dengan probabilitas 98%, dan 179 hari dengan probabilitas 99%. Perbedaan kecil antara kedua metode ini menunjukkan bahwa PERT memberikan alternatif estimasi yang lebih realistis berdasarkan kemungkinan hambatan proyek.

2.2 Penelitian Yang Dilakukan dan Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Berlandaskan pada penelitian-penelitian sebelumnya, akan dilakukan perbandingan dengan penelitian yang sedang dilaksanakan untuk mencari temuan apa yang ada pada penelitian terdahulu, dan keterbatasan apa yang ada pada penelitian terdahulu. Perbandingan tersebut disajikan dalam Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Temuan	Keterbatasan
1	Fahrian dkk. (2021)	Penelitian ini menunjukkan dengan menggunakan metode PDM total durasi proyek didapat selama 175 hari dengan 26 item pekerjaan yang masuk pada lintasan kritis, sementara CPM durasi proyek didapat 190 hari dengan 18 item pekerjaan pada lintasan kritis. Penelitian ini mengonfirmasi metode PDM memberikan efisiensi waktu yang lebih besar dibandingkan CPM dalam proyek yang memiliki pekerjaan repetitif	Penelitian ini memiliki keterbatasan pada analisis ketidakpastian durasi yang tidak dilakukan karena hanya menggunakan metode network diagram CPM dan PDM, sehingga menyebabkan hasil penjadwalan bersifat deterministik dan belum mewakili kondisi yang tidak pasti pada pelaksanaan proyek.
2	Tombokan dkk. (2022)	Berdasarkan analisis terdapat 20 aktivitas dan 13 di-antaranya didominasi oleh hubungan *Start to Start* (SS), ini menunjukan bahwa banyak aktivitas dilaks-anakan bersamaan sebelum pekerjaan sebelumnya selesai sepenuhnya. Penelitian ini menegaskan bah-wa penerapan metode PDM dengan bantuan Ms *Project* mampu memetakan hubungan ketergantung-an pekerjaan yang kompleks secara efektif.	Analisis pada penelitian ini bersifat deterministik menggunakan PDM dan Ms *Project* tanpa mengkombinasikannya dengan metode lain seperti PERT untuk mengukur tingkat ketidakpastian atau risiko keberhasilan pencapaian target waktu, melainkan hanya berfokus pada identifikasi hubungan logika dan lintasan kritis semata.

Lanjutan Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Temuan	Keterbatasan
3	Fandriansyah dan Nusa (2023)	Penelitian ini memberikan hasil bahwa penerapan metode PDM menggunakan *software Microsoft Project* mampu memberikan hasil yang signifikan melalui perbaikan logika jaringan kerja. Durasi pelaksanaan proyek dapat dipersingkat sebanyak 14 hari. Penelitian juga menunjukkan bahwa penjadwa-an ulang dengan PDM memungkinkan identifikasi hubungan ketergantungan antarpekerjaan lebih banyak seperti (SS,FF,SF).	Penelitian ini hanya menggunakan satu jenis penjadwalan yaitu metode PDM tanpa dibandingkan atau dikombinasikan dengan metode penjadwalan lain seperti penjadwalan PERT (*Program Evaluation Review Technique*) yang menghitung probabilitas proyek dapat selesai sesuai durasi rencana dengan pendekatan statistik, atau metode penjadwalan lain. Hal ini menjadikan hasil penjadwalan bisa terlalu optimis.
4	Maslina dkk. (2023)	Penelitian ini menganalisis proyek yang mengalami keterlambatan 14 hari akibat proses kontrak awal, berdasarkan hasil analisis lintasan kritis dan perhitungan probabilitas, proyek tetap bisa diselesaikan sesuai jadwal awal yaitu selama 161 hari dengan tingkat probabilitas keberhasilan sebesar 89%, dengan catatan harus melakukan pengawasan yang lebih untuk pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.	Penyebab keterlambatan dalam studi kasus ini adalah faktor administratif. Oleh karena itu, hasil analisis yang dilakukan cenderung bersifat prediktif untuk memvalidasi sisa waktu yang tersedia. Selain itu, pada estimasi durasi pesimistik pun tidak dijelaskan hal apa saja yang bisa menghambat pelaksanaan proyek, hal ini membuat sulit untuk memperbesar kemungkinan durasi optimistik atau paling mungkin dapat dicapai.

Lanjutan Tabel 2. 3 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Temuan	Keterbatasan
5	Bere dkk. (2024)	Penelitian ini berhasil mengidentifikasi jalur lintasan kritis dan menunjukan potensi percepatan waktu sebanyak 35 hari dari durasi rencana awal 380 hari, menjadi 345 hari dengan probabilitas keberhasilan mencapai 99,97%. Penerapan metode PERT dalam studi ini membuktikan bahwa proyek memiliki peluang realistis untuk diselesaikan lebih cepat dari jadwal konvensional.	Penelitian metode PERT ini hanya berdasar pada satu narasumber saja, hal ini menjadikan perencana-an penjadwalan bergantung pada subjektivitas peni-laian narasumber tersebut saja. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan satu metode penjadwalan saja yaitu PERT tidak dibandingkan dengan metode lain seperti PDM untuk melihat perbandingan efektivitas antar metode.
6	Lase dan Nusa (2024)	Penelitian ini memiliki relevansi yang kuat antar kedua metode dengan menghasilkan jalur lintasan kritis yang sama. Metode PDM memproyeksikan durasi total 180 hari, sama dengan durasi *existing*, sedangkan metode PERT memberikan waktu durasi 178 hari dengan probabilitas sebesar 98%. Hal ini menunjukan PERT memiliki keunggulan untuk menyelesaikan proyek lebih cepat dengan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi	Penelitian ini memiliki keterbatasan diantaranya yaitu, estimasi 3 jenis waktu diperoleh hanya melalui wawancara dengan satu orang tenaga teknis saja, sehingga nilai durasi sangat mungkin mengalami kesalahan. Selain itu penelitian hanya menghasilkan jadwal rencana tanpa membandingk-annya dengan data progress aktual, sehingga tidak dapat diketahui apakah jadwal yang disusun dapat diterapkan dalam kondisi lapangan sesungguhnya

2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan pada penelitian terdahulu yang di berikan pada Tabel 2.1, penelitian tentang penjadwalan pekerjaan menggunakan metode PDM dan PERT sudah beberapa kali dilakukan, namun untuk penelitian metode PDM dan PERT dengan model bangunan menggunakan struktur baja masih sangat jarang dilakukan.

Berikut ditampilkan detail bukti bahwa penelitian ini merupakan karya asli penulis dan bukan bentuk sebuah karya plagiasi.

1. Data yang digunakan merupakan data aktivitas pekerjaan dari proyek *Loading Dock Wall Cover*.
2. Analisis perencanaan penjadwalan menggunakan metode PDM dan PERT yang dibandingkan dengan metode penjadwalan proyek awal, sesuai dengan data yang diberikan.
3. Perbedaan penelitian yang dilakukan penulis dengan penelitian-penelitian terdahulu adalah proyek penelitian yang di analisis. Lokasi proyek yang di analisis pada penelitian ini yaitu berada di Kabupaten Serang, Provinsi Banten.
4. Perbedaan lainnya yaitu pada referensi penelitian-penelitian terdahulu proyeknya adalah pembuatan jalan dan Gedung, dimana Gedung menggunakan struktur utama beton bertulang, sedangkan penelitian ini menyoroti penggunaan material struktur baja pada bangunan proyek.

Berdasarkan detail bukti yang diberikan maka dapat dikatakan bahwa penelitian yang dilakukan dapat di pertanggungjawabkan keaslian penelitiannya.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen

Manajemen adalah suatu proses yang berfungsi untuk merencanakan, melaksanakan, serta mengendalikan sumber daya yang terbatas dalam sebuah usaha demi mencapai tujuan organisasi secara efektif dan efisien.. Untuk memastikan suatu proyek tepat waktu harus selalu mempertimbangkan perencanaan dan penjadwalan yang cermat, juga harus memberikan panduan yang spesifik agar suatu aktivitas dapat diselesaikan dengan lebih efisien. Menurut Hidayat & Ramadhany (2021), Manajemen bertujuan untuk mendukung produktifitas, walau tampak dan dirasakan seperti membuang-buang waktu, namun dengan merencanakan terlebih dahulu penggunaan waktu ini bukanlah suatu pemborosan melainkan memberikan kerangka serta acuan bahkan pengawasan terhadap waktu. Berikut adalah fungsi dasar dari manajemen yaitu sebagai berikut.

1. Perencanaan (*Planning*)

   Perencanaan adalah fondasi utama dari seluruh proses manajemen. Tahap ini akan menentukan tujuan yang spesifik, terukur, relevan, dapat dicapai, dan berbatas waktu. Perencanaan yang matang akan menjadi sebuah penunjuk jalan untuk mengatasi ketidakpastian, meminimalkan pemborosan sumber daya, dan menjadi penuntun untuk mengukur kinerja di kemudian hari. Tanpa perencanaan yang efektif, upaya manajemen lainnya akan cenderung reaktif dan tidak terarah.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

   Fungsi pengorganisasian adalah langkah untuk menata dan mengatur sumber daya dengan efisien dan efektif, baik itu sumber daya manusia (tim), sumber daya peralatan, maupun finansial. Dalam melakukan pengorganisasian akan dimulai dengan melakukan pendetailan dalam pembagian kerja atau pengelompokan tugas berdasarkan beberapa aspek seperti fungsi, keahlian, atau wilayah. Dalam setiap pembagian tugas akan diberikan wewenang dan tanggung jawab setiap posisi yang ditempatkan. Pengorganisasian yang baik akan

menciptakan kerangka kerja yang solid dan pemahaman peran kerja atau *jobdesc* yang jelas.

3. Pelaksanaan (*Actuating)*

   Dalam proses pelaksanaanlah sebuah rencana diubah menjadi tindakan nyata. Melakukan pelaksanaan akan membuat hasil akhir yang sudah direncanakan dan di lakukan pengorganisasian dapat mencapai target dan tujuan yang diinginkan. Namun dalam proses pelaksanaan seringkali kondisi lapangan berbeda dari perencanaan awal, sehingga penting untuk melakukan komunikasi yang aktif dan pengelolaan konflik yang konstruktif.

4. Pengendalian (*Controlling)*

   Pengendalian berfungsi untuk memastikan bahwa semua kegiatan berjalan sesuai dengan rencana dan target tertentu. Proses pengendalian dilakukan dengan memantau kinerja, membandingkannya dengan standar yang telah ditetapkan, dan mengoreksi jika terjadi penyimpangan dalam pelaksanaan. Pengendalian yang baik adalah pengendalian yang memiliki fungsi mengoreksi kesalahan, menjadikan sebuah kesalahan sebagai pelajaran untuk proyek selanjutnya, dan memastikan tujuan tercapai sesuai kualitas dan efektivitas yang diharapkan.

3.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah sebuah cara untuk meminimalisir kegagalan suatu proyek. Menurut Daud dkk. (2024), manajemen proyek merupakan suatu proses yang berfungsi untuk merencanakan, melaksanakan serta mengendalikan sumber - sumber daya yang terbatas dalam suatu usaha untuk mencapai sebuah tujuan organisasi serta mencapai sasaran yang lebih efektif dan efisien. Manajemen proyek adalah proses merencanakan, mengorganisasi, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai target jangka pendek. Proses ini menggunakan pendekatan sistem dan hierarki, di mana alur kegiatannya terstruktur secara vertikal maupun horizontal, Hidayat (2021).

3.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah proses didalam manajemen proyek yang memiliki fungsi untuk menentukan waktu pengerjaan, dan urutan aktivitas yang sudah direncanakan didalam batasan waktu yang ditentukan. Menurut Sutianingsih dkk. (2023), Penjadwalan merupakan elemen penting dalam perencanaan proyek yang memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal biaya, tenaga kerja, peralatan, material, serta rencana durasi dan progres waktu. Penjadwalan proyek melibatkan langkah-langkah seperti mengidentifikasi semua aktivitas yang dibutuhkan, menentukan urutan yang benar untuk setiap aktivitas, memperkirakan berapa lama setiap aktivitas akan berlangsung, dan kemudian menyusun semua informasi ini ke dalam jadwal proyek. Hasil dari proses ini adalah sebuah rencana kerja yang menunjukkan garis waktu proyek, membantu semua pihak yang terlibat memahami kapan setiap bagian pekerjaan akan dimulai dan selesai.

3.4 Metode Penjadwalan Proyek

Efektivitas pengendalian waktu dan sumber daya sangat ditentukan oleh ketepatan dalam memilih metode penjadwalan, mengingat setiap metode penjadwalan memiliki kelebihan tersendiri. Untuk memutuskan metode mana yang harus digunakan harus selaras dengan data kondisi lapangan dan target proyek. Di sisi lain, monitoring terhadap kendala lapangan seperti cuaca, keselamatan kerja, dan kualitas material tidak boleh diabaikan. Ketika pelaksanaan melenceng dari rencana awal, respon berupa evaluasi dan aksi korektif menjadi langkah wajib untuk mengembalikan kinerja proyek. Berikut adalah penjelasan beberapa metode yang dapat digunakan dalam penjadwalan proyek.

3.4.1 Metode Penjadwalan Konvensional (Grafik)

Metode penjadwalan konvensional adalah pendekatan manajemen waktu yang berfokus pada penyajian informasi jadwal secara grafis dan sederhana. Metode ini menitikberatkan pada kemudahan visualisasi durasi kegiatan melalui Bagan Balok (Bar Chart) serta pemantauan akumulasi progres melalui Kurva S.

Meskipun tidak dapat mengakomodasi hubungan ketergantungan antar aktivitas secara kompleks seperti pada metode Network Planning, metode konvensional tetap menjadi pilihan utama dalam industri konstruksi, khususnya untuk proyek berskala kecil hingga menengah, karena sifatnya yang komunikatif dan mudah dipahami oleh berbagai pemangku kepentingan. Berikut adalah penjelasan metode penjadwalan konvensional.

1. Bagan Balok (*Bar Chart/Gantt Chart*)

   Metode ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1917 oleh Henry L. Gantt, seorang insinyur yang berasal dari Amerika Serikat. Metode ini telah menjadi standar umum dalam penjadwalan proyek konstruksi. Secara visual, *bar chart* menyajikan perencanaan jadwal melalui grafik batang yang mempresentasikan durasi penyelesaian setiap item pekerjaan, Sudarson (2020). Metode penjadwalan *Bar Chart* atau sering juga disebut *Gantt Chart* memiliki beberapa kelebihan dan kekurangannya tersendiri. Kelebihan dari metode ini yaitu mudah dipahami dan mudah dibuat, dengan melihat grafik *Bar Chart* pekerjaan selesai atau pekerjaan mulai ditunjukkan dengan jelas oleh diagram batang grafiknya. Namun kekurangan metode ini yaitu sering kali tidak ada hubungan ketergantungan antar pekerjaan, tidak ada jalur kritis untuk melihat pekerjaan yang tidak boleh terlambat. Berikut adalah contoh diagram penjadwalan metode *Bar Chart/Gantt Chart*

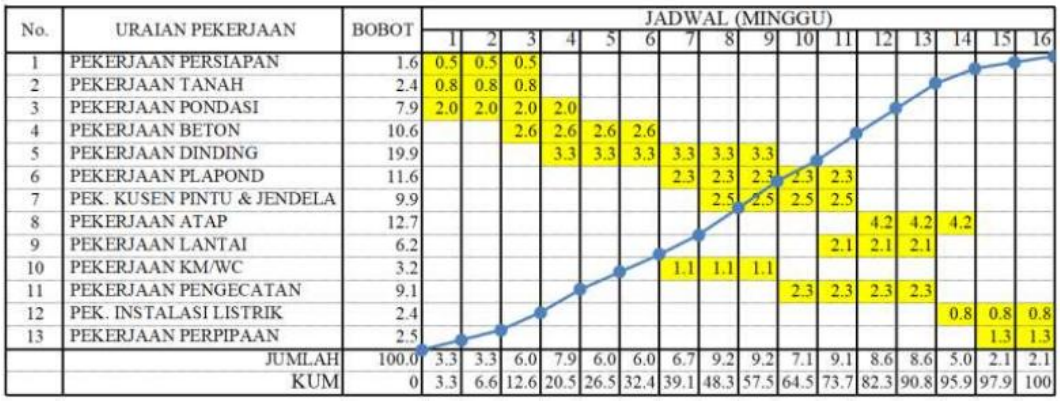
No.	Deskripsi	Nilai (Rp)	Durasi (minggu)	Bobot	Minggu									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pekerjaan persiapan	1,000,000	2	2.22%	1.111	1.111								
2	Pekerjaan galian tanah	500,000	2	1.11%		0.556	0.556							
3	Pekerjaan pondasi	1,500,000	3	3.33%			1.111	1.111	1.111					
4	Pekerjaan beton bertulang	10,000,000	2	22.22%				11.11	11.11					
5	Pekerjaan pasangan/plesteran	2,000,000	3	4.44%					1.481	1.481	1.481			
6	Pekerjaan pintu jendela	6,000,000	2	13.33%						6.667	6.667			
7	Pekerjaan atap	7,000,000	2	15.56%							7.778	7.778		
8	Pekerjaan langit-langit	2,000,000	2	4.44%								2.222	2.222	
9	Pekerjaan lantai	5,000,000	2	11.11%								5.556	5.556	
10	Pekerjaan finishing	10,000,000	2	22.22%									11.11	11.11
NILAI NOMINAL		45,000,000		100%										
PRESTASI PER MINGGU					1.111	1.667	1.667	12.22	13.7	8.148	15.93	15.56	18.89	11.11
PRESTASI KUMULATIF					1.111	2.778	4.444	16.67	30.37	38.52	54.44	70	88.89	100

Gambar 3. 1 Contoh Diagram Bar Chart

(Sumber : Arianto, 2010)

2. Kurva S (*S-Curve*)

Kurva S pertama kali dikembangkan dalam konstruksi oleh Warren T. Hannum dari observasi terhadap siklus berbagai proyek, mulai dari tahap inisiasi hingga penyelesaian. Secara visual, grafik ini berfungsi merepresentasikan kemajuan proyek dengan memadukan variabel waktu dan bobot pekerjaan, yang kemudian disajikan dalam bentuk persentase kumulatif dari total kegiatan. Soplanit dkk. (2021). Menurut Elviyanti dkk. (2023), Kurva S ini berfungsi untuk memantau progres proyek, mengevaluasi kinerja proyek, serta menjadi landasan dalam mengestimasi arus kas. Penggunaannya yang luas didorong oleh kapabilitasnya dalam menyajikan komparasi data kumulatif secara real-time antara realisasi di lapangan dengan perencanaan awal pada berbagai elemen proyek. Penjadwalan metode Kurva S ini seringkali dianggap sama dengan penjadwalan *Bar Chart* padahal kedua metode tersebut merupakan dua metode penjadwalan yang berbeda. Biasanya di dalam dokumen proyek memang penjadwalan Kurva S disatukan dengan penjadwalan *Bar Chart* karena Pembuatan Kurva S didasari oleh data yang ada pada *Bar Chart*. Berikut adalah contoh grafik penjadwalan menggunakan metode Kurva S.



No.	URAIAN PEKERJAAN	BOBOT	JADWAL (MINGGU)															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	1.6	0.5	0.5	0.5													
2	PEKERJAAN TANAH	2.4	0.8	0.8	0.8													
3	PEKERJAAN PONDASI	7.9	2.0	2.0	2.0	2.0												
4	PEKERJAAN BETON	10.6			2.6	2.6	2.6	2.6										
5	PEKERJAAN DINDING	19.9				3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3							
6	PEKERJAAN PLAPOND	11.6							2.3	2.3	2.3	2.3	2.3					
7	PEK. KUSEN PINTU & JENDELA	9.9								2.5	2.5	2.5	2.5					
8	PEKERJAAN ATAP	12.7												4.2	4.2	4.2		
9	PEKERJAAN LANTAI	6.2											2.1	2.1	2.1			
10	PEKERJAAN KM/WC	3.2							1.1	1.1	1.1							
11	PEKERJAAN PENGECATAN	9.1										2.3	2.3	2.3	2.3			
12	PEK. INSTALASI LISTRIK	2.4														0.8	0.8	0.8
13	PEKERJAAN PERPIPAAN	2.5															1.3	1.3
	JUMLAH	100.0	3.3	3.3	6.0	7.9	6.0	6.0	6.7	9.2	9.2	7.1	9.1	8.6	8.6	5.0	2.1	2.1
	KUM	0	3.3	6.6	12.6	20.5	26.5	32.4	39.1	48.3	57.5	64.5	73.7	82.3	90.8	95.9	97.9	100

Gambar 3. 2 Contoh Grafik Metode Kurva S (Hannum *Curve*)

(Sumber : Tamalika dkk. 2025)

3.4.2 Metode Penjadwalan Jaringan Kerja (Network Planning)

Jaringan kerja merupakan jaringan yang terdiri dari serangkaian kegiatan untuk menyelesaikan suatu proyek berdasarkan urutan dan ketergantungan kegiatan satu dengan kegiatan lainnya, Fadila dkk. (2024). *Network Planning* atau

perencanaan jaringan kerja akan memberikan gambaran semua aktivitas proyek menjadi sebuah diagram yang menyerupai jaringan (*Network)*. Diagram ini memberikan urutan logis dari setiap pekerjaan serta hubungan ketergantungan antar pekerjaan, tujuan utama dari diagram jaringan kerja adalah untuk memetakan alur kerja proyek dari awal hingga akhir secara sistematis.

Selain itu, ada beberapa penjelasan tentang metode dalam penerapan network planning diantaranya sebagai berikut.

1. *Critical Path Method* (CPM)

   Critical Path Method atau metode Jalur kritis adalah sebuah teknik permodelan dan analisis proyek yang menggunakan diagram jaringan *Activity On Arrow* (AOA) dalam perencanaannya. Tujuannya yaitu untuk merencanakan, mengendalikan, dan menjadwalkan proyek dengan mengidentifikasi jalur kritisnya. Menurut Sholahuddin & Octavia, (2024), jalur kritis merupakan hal yang krusial karena terdapat tugas-tugas yang jika terlambat akan menyebabkan proyek terhenti atau mengalami keterlambatan secara keseluruhan. Jalur kritis ini dibuat didalam diagram jaringan kerja untuk menentukan jalur terpanjang dalam proses pembangunan dari awal hingga akhir proyek. Pada dasarnya metode ini adalah cara untuk menggambarkan aktivitas proyek dalam bentuk simbol-simbol, Rosalinda dkk. (2023). Dalam penerapannya, metode ini mengandalkan perhitungan matematis yang presisi terhadap durasi setiap aktivitas untuk menentukan *Earliest Start* (ES), *Earliest Finish* (EF), *Latest Start* (LS), dan *Latest Finish* (LF). Dengan menghitung selisih antara waktu tercepat dan waktu terlambat (yang dikenal sebagai *slack* atau *float*), manajer proyek dapat mengidentifikasi aktivitas mana yang memiliki fleksibilitas waktu dan mana yang tidak. Aktivitas yang memiliki nilai float nol inilah yang membentuk jalur kritis. Simbol-simbol yang terdapat didalam diagram jaringan kerja berfungsi untuk memvisualkan alur kerja, aktivitas, dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Berikut adalah tabel penjelasan tentang simbol-simbol yang digunakan dalam metode CPM.

Tabel 3. 1 Simbol-simbol Dalam Perencanaan *Critical Path Method* (CPM)

Simbol	Keterangan	Penjelasan
	Anak panah (*Arrow*)	Menunjukan suatu aktivitas atau kegiatan dari proyek (Dimensi dan kemiringan dari anak panah ini tidak memiliki arti).
	Lingkaran (*Node*)	Menyatakan suatu kejadian/peristiwa.
	Anak panah terputus (*Dummy)*	Menunjukan aktivitas semu (*dummy activity*). *Dummy* tidak menggunakan waktu dan sumber daya jadi aktivitas dan biaya sama dengan nol.
	Anak panah tebal	Menyatakan aktivitas pada jalur lintasan kritis.

Sumber : Hayun (2023) dalam Paririe dkk, (2024)

Analisis penjadwalan menggunakan metode CPM umumnya menggunakan node berbentuk lingkaran, yang berguna untuk menandai waktu kejadian. Waktu kejadian merupakan sebuah momen tertentu atau suatu peristiwa tertentu yang terjadi saat didalam proyek, ini menandai kejadian dimulai atau selesai pada jaringan kerja proyek. Waktu kejadian dibagi menjadi dua jenis utama yaitu.

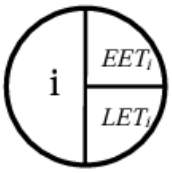
1. *Earliest Event Time* (EET)

   Earliest Event Time adalah waktu kejadian yang paling awal dapat terjadi.

2. *Latest Event Time* (LET)

   Latest Event Time adalah waktu kejadian yang paling lambat/akhir dapat terjadi tanpa menunda proyek secara keseluruhan.

Berikut ditampilkan contoh gambar node yang digunakan dan penerapan dari waktu kejadian pada metode CPM.



Gambar 3. 3 Contoh Node CPM

(Sumber : Aulia, 2021)

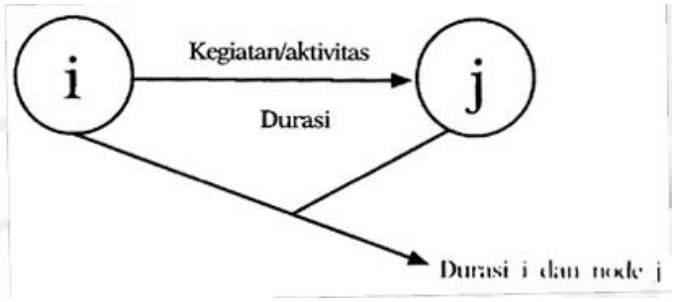
Keterangan:

i : Nomor kejadian

EET (i): *Earliest Event Time* kegiatan i

LET (i): *Latest Event Time* kegiatan i

Metode CPM ini menggunakan anak panah sebagai penunjuk suatu aktivitas dan durasi atau *activity on arrow (*AOA) dalam analisis penjadwalannya. Berikut gambar ilustrasinya.



Gambar 3. 4 Contoh *Activity on Arrow* (AOA)

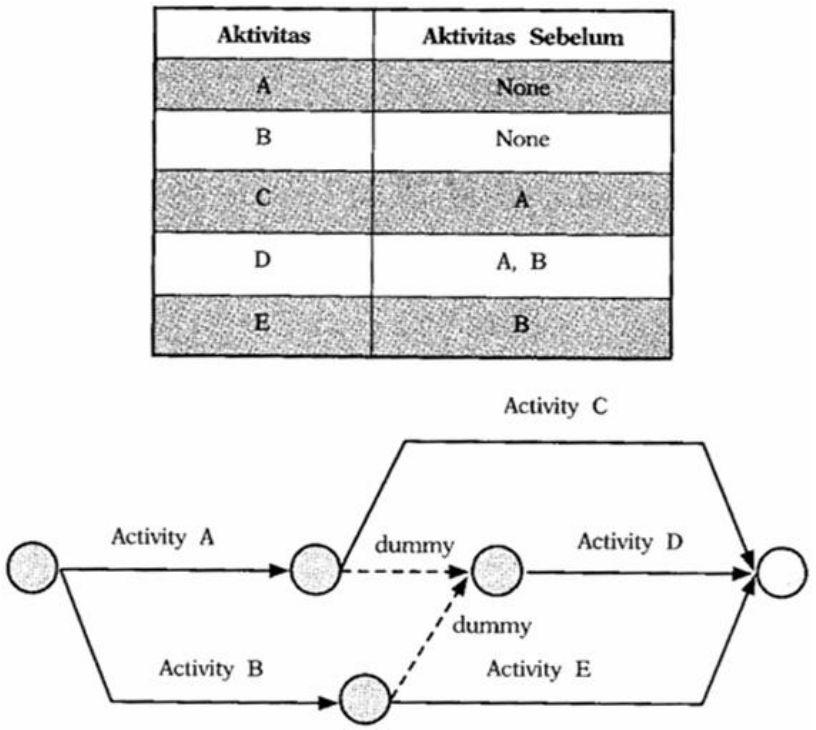
(Sumber: Widiasanti dan Lenggogeni, 2013 dalam Dewi, 2021)

Keterangan:

i : Nomor kejadian i

j : Nomor kejadian j

Dalam penjadwalan dengan *Activity on Arrow* (AOA) digunakan juga *dummy* atau anak panah terputus yang berfungsi untuk menjaga logika ketergantungan antar aktivitas yang tidak dapat digambarkan dengan anak panah biasa. Contoh penggunaan *dummy* ditampilkan pada gambar dibawah ini.

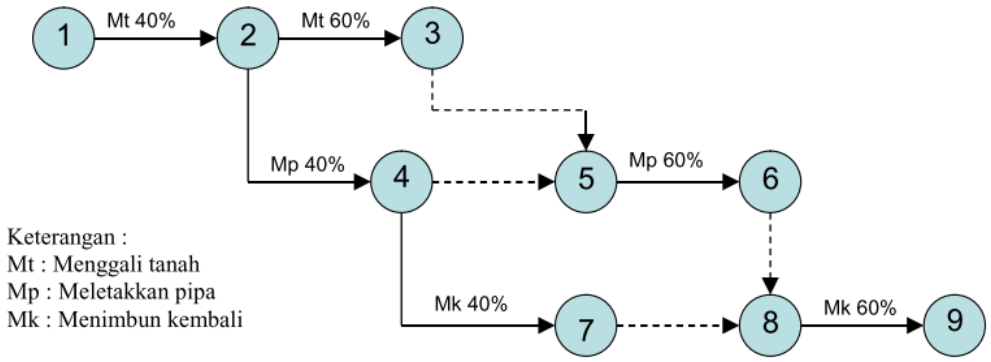


Gambar 3. 5 Contoh Penggunaan *Dummy*

(Sumber: Widiasanti dan Lenggogeni, 2013 dalam Dewi, 2021)

Berbeda dengan aktivitas nyata, aktivitas dummy merupakan kegiatan semu yang memiliki nilai durasi dan biaya nol. Hal ini dikarenakan dummy tidak mengonsumsi sumber daya apa pun (seperti tenaga kerja atau material), melainkan hanya berfungsi sebagai penentu logika prasyarat untuk dimulainya aktivitas berikutnya, Fadila dkk. (2024)

Berikut adalah contoh grafik diagram hasil analisis metode *Critical Path Method* (CPM) yang sudah ditemukan jalur kritisnya.



Gambar 3. 6 Contoh Grafik *Critical Path Method* (CPM)

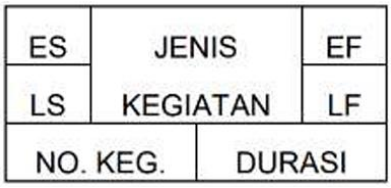
(Sumber: Arianto, 2010)

Berdasarkan contoh diatas dapat dilihat penggunaan *Activity on Arrow* (AOA) atau durasi aktivitas yang ditulis di atas panah, Durasi tersebut akan menjadi dasar perhitungan waktu mulai paling awal (ES), waktu selesai paling awal (EF), waktu mulai paling akhir (LS), waktu selesai paling akhir (LF), untuk mengetahui nilai *Float* (kelonggaran waktu), dan juga untuk menentukan jalur kritis (*Critical Path*). Gambar diatas juga menunjukkan jalur kritis yang sudah ditemukan dalam analisis CPM, dimana aktivitas yang masuk kedalam jalur kritis adalah aktivitas yang memiliki nilai *Float* sama dengan nol (*Float* = 0).

2. *Precedence Diagram Method* (PDM)

   Precedence Diagram Method (PDM) adalah satu satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Network Planning atau rencana jaringan kerja. Dalam PDM pekerjaan digambarkan dengan *Activity On Node* (AON) yang berbentuk segiempat pada umumnya, sedangkan garis panah hanya digunakan sebagai penunjuk urutan dan hubungan antar pekerjaan yang bersangkutan. Penggunaan Metode ini bertujuan untuk mengatur penjadwalan proyek yang ada dengan menggunakan parameter-parameter yang didapatkan,

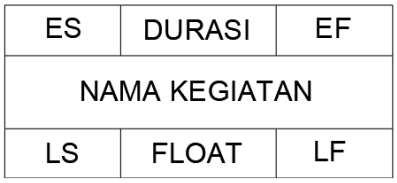
Luntungan dkk. (2023). Berikut adalah contoh gambar node yang digunakan dalam penjadwalan metode PDM.



Gambar 3. 7 Contoh Node PDM

(Sumber: Tamalika dkk. 2022)

Dalam penelitian ini penulis sedikit memodifikasi bentuk node yang digunakan dalam penelitian ini.



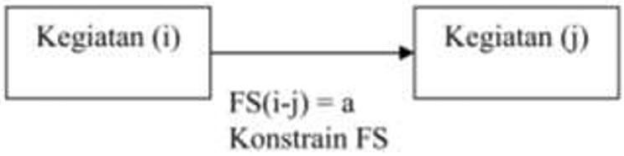
Gambar 3. 8 Node PDM

(Sumber: Penulis, 2025)

Pada Metode CPM memiliki keterbatasan dimana prinsip dasar aktivitas penerus hanya dapat dimulai setelah aktivitas pendahulu selesai sepenuhnya atau *Finish to Start* (FS). Keterbatasan ini membuat CPM kurang efektif jika diterapkan pada proyek dengan karakteristik pekerjaan yang berulang (*repetitive*) dan tumpang tindih (*overlapping*), karena memerlukan penggunaan banyak aktivitas semu (*dummy*) untuk memodelkan logika tersebut. Akibatnya, diagram jaringan kerja menjadi terlalu kompleks dan sulit dipahami. Oleh karena itu, metode PDM lebih direkomendasikan dalam proyek-proyek tersebut.

Terdapat 4 hubungan ketergantungan waktu kegiatan yang digunakan dalam penjadwalan metode PDM, yaitu sebagai berikut.

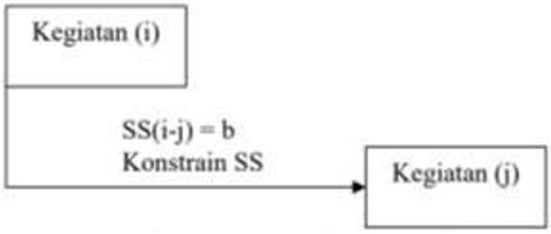
1) Hubungan *Finish to Start* (FS) – Kegiatan (j) mulai setelah kegiatan (i) selesai



Gambar 3. 9 Hubungan *Finish to Start* (FS)

(Sumber: Tamalika dkk. 2022)

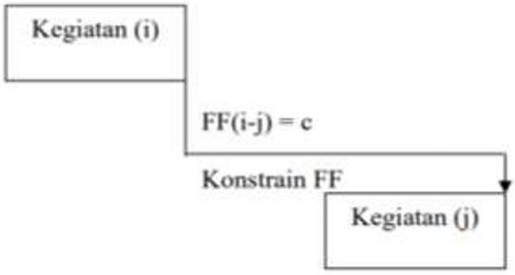
2) Hubungan *Start to Start* (SS) – Kegiatan (i) dimulai bersamaan dengan kegiatan (j).



Gambar 3. 10 hubungan *Start to Start* (SS)

(Sumber: Tamalika dkk. 2022)

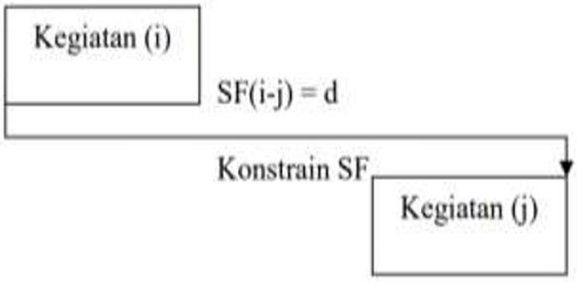
3) Hubungan Finish to Finish (FF) – Kegitan (i) selesai bersamaan dengan kegiatan (j)



Gambar 3. 11 Hubungan *Finish to Finish* (FF)

(Sumber: Tamalika dkk. 2022)

4) Hubungan Start to Finish (SF) – Kegiatan (i) mulai saat kegiatan (j) selesai



Gambar 3. 12 Hubungan *Start to Finish* (SF)

(Sumber: Tamalika dkk. 2022)

Dewi (2021) menyatakan metode PDM juga digunakan untuk menentukan jalur kritis, namun perhitungannya lebih rumit karena melibatkan variabel yang lebih banyak. Meskipun dasar perhitungannya memiliki kemiripan dengan metode CPM, PDM menuntut ketelitian lebih dalam meninjau jenis hubungan ketergantungan antarsetiap kegiatan. Perhitungan untuk menentukan jalur kritis pada metode PDM yaitu sebagai berikut.

a. Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

   Perhitungan maju adalah sebuah proses perhitungan yang dilakukan dengan menentukan waktu mulai paling awal dari sebuah pekerjaan atau sering disebut *Earliest Start* (ES), dan juga waktu selesai paling awal atau *Earliest Finish* (EF). Tujuan utama dari perhitungan maju adalah untuk menentukan waktu penyelesaian proyek tercepat yang memungkinkan. Adapun beberapa persamaan dari hitungan maju berikut ini.

   $ES = 0$ (3.1)

   $EF = ES + dA$ (3.2)

   Keterangan:

   ES = Waktu paling awal suatu kegiatan dimulai. Untuk pekerjaan pertama proyek (ES)-nya adalah 0. Namun untuk aktivitas selanjutnya (ES) ditentukan oleh waktu selesai paling awal dari semua aktivitas pendahulunya

EF = Waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan. Dihitung dengan menjumlahkan (ES) dengan Durasi Aktivitas (dA).

b. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Perhitungan mundur adalah perhitungan yang dilakukan dari akhir hingga awal jaringan proyek untuk menentukan waktu selesai paling lambat *Latest Finish* (LF) dan waktu mulai paling lambat *Late Start* (LS) untuk setiap pekerjaan. Tujuan utama dari perhitungan mundur adalah untuk mengetahui seberapa lama suatu pekerjaan dapat ditunda tanpa menunda keseluruhan durasi pekerjaan proyek. Beberapa persamaan dari hitungan mundur sebagai berikut.

$$LF = EF \quad (3.3)$$

$$LS = LF - dA \quad (3.4)$$

Keterangan :

LF = *Latest Finish*, Waktu paling lambat suatu aktivitas dapat diselesaikan tanpa menunda keseluruhan proyek. Nilai (LF) sama dengan nilai (EF) yang telah dihitung dari hitungan maju.

LS = *Latest Start*, Waktu paling lambat suatu aktivitas dapat dimulai tanpa menunda keseluruhan proyek. Dihitung dengan mengurangkan nilai (LF) dengan Durasi Aktivitas (dA).

Setelah melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur maka akan dapat ditemukan nilai float. Menurut Fahrian dkk. (2021), *float* diartikan sebagai toleransi waktu atau kelonggaran yang dimiliki oleh suatu kegiatan. Kelonggaran ini memungkinkan kegiatan tersebut mengalami penundaan, baik yang bersifat terencana maupun tidak tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian akhir proyek secara keseluruhan. Ada beberapa jenis-jenis tentang *float* yang dipakai didalam penjadwalan proyek. Namun penulis hanya akan menjelaskan dua jenis *float* yang digunakan didalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Total *Float* (TF)

   Total Float merupakan batas waktu maksimal yang mengizinkan kegiatan mengalami keterlambatan tanpa mengubah durasi akhir proyek, Karim dkk. (2025). Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut.

   TF = (LS – ES) atau (LF – EF) (3.5)

   Keterangan :
   TF = Total *Float*
   LS = *Latest Start*
   ES = *Earliest Start*
   LF = *Latest Finish*
   EF = *Earliest Finish*

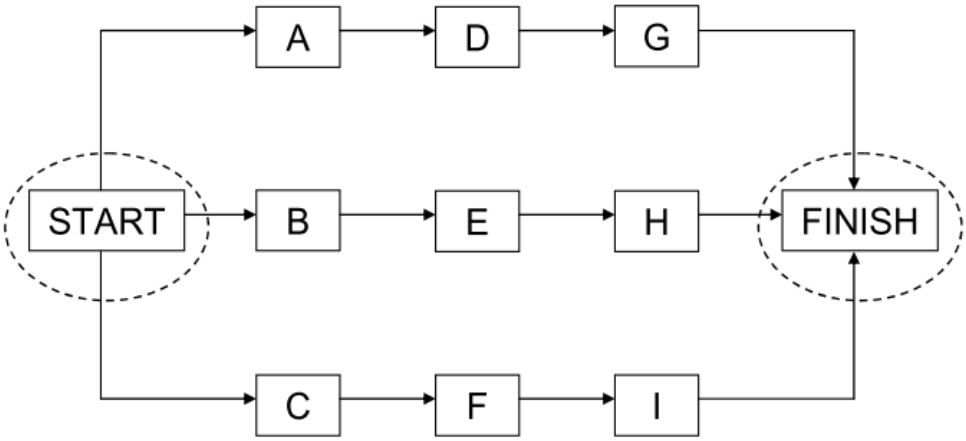
2. *Free Float* (FF)

   Tamalika dkk. (2025) menyatakan Free Float merupakan batas toleransi keterlambatan sebuah pekerjaan yang tidak akan menghambat atau menggeser jadwal dimulainya pekerjaan yang berada tepat setelahnya. Berikut persamaan dari *free float.*

   FF = (Minimum ES – EF)

   Keterangan:
   FF = *Free Float*
   ES = *Early Start*
   EF = *Early Finish*

Berikut adalah contoh hasil grafik diagram PDM yang sudah dilakukan analisis penjadwalannya.



Gambar 3. 13 Contoh Grafik *Precedence Diagram Method* (PDM)

(Sumber : Arianto, 2010)

3. *Program Evaluation Review Technique* (PERT)

   Menurut Tamalika dkk. (2022), metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) diperkenalkan pada tahun 1950 oleh Booz Allen Hamilton dalam kerja samanya dengan Angkatan Laut Amerika Serikat. Karena efektivitasnya, metode matematis ini segera diadopsi secara luas oleh sektor swasta. Tujuan utama PERT adalah meminimalkan risiko keterlambatan dan hambatan, serta memastikan sinkronisasi yang efektif antar seluruh komponen pekerjaan dalam sebuah proyek. PERT merupakan metode penjadwalan berbasis jaringan kerja yang mensyaratkan penggunaan tiga estimasi waktu pada setiap aktivitasnya untuk mendapatkan nilai waktu yang diharapkan atau *expected time* yang disimbolkan dengan (Te). *Expected time* (Te) merupakan perkiraan durasi rata-rata suatu aktivitas dalam proyek, dengan mempertimbangkan berbagai skenario waktu yang mungkin terjadi. Tiga estimasi waktu yang digunakan dalam metode ini yaitu,

   1. Waktu Optimis (a)

      Durasi tercepat yang paling mungkin dalam menyelesaikan suatu aktivitas jika tidak ada kendala saat pelaksanaan. durasi tersingkat sendiri dapat dicapai apabila seluruh proses pengerjaan berjalan tanpa hambatan teknis maupun kendala eksternal sedikit pun. Dalam konteks ini, peneliti berasumsi

bahwa seluruh sumber daya tersedia secara maksimal dan kondisi lapangan berada dalam keadaan ideal.

2. Waktu Pesimis (b)

   Durasi terlama yang mungkin terjadi dalam menyelesaikan suatu aktivitas jika semua hambatan atau kendala terjadi saat pelaksanaan. Waktu pesimis menggambarkan estimasi durasi terlama apabila proyek dihadapkan pada kendala yang signifikan namun tetap dalam batas kewajaran. Penjelasan deskriptif mengenai waktu pesimis mencakup kemungkinan terjadinya kegagalan teknis, keterlambatan logistik, atau faktor alam yang menghambat produktivitas secara maksimal.

3. Waktu Paling Mungkin (m)

   Durasi yang paling realistis dan paling mungkin terjadi pada saat pelaksanaan. Waktu paling mungkin didapatkan dengan pengalaman atau data historis di mana hambatan-hambatan rutin yang bersifat wajar tetap diperhitungkan. Waktu paling mungkin ini menjadi titik puncak dalam kurva distribusi karena dianggap memiliki probabilitas kemunculan tertinggi dibandingkan estimasi lainnya.

Teori probabilitas digunakan dalam metode PERT untuk membedah ketidakpastian melalui kurva distribusi berdasarkan tiga jenis estimasi waktu. Esensi dari teori ini adalah menyediakan pembuktian kuantitatif dalam mengkaji risiko dan ketidakpastian yang muncul dalam sebuah perencanaan.

Ketiga parameter dari estimasi waktu yang telah ditentukan kemudian diintegrasikan menjadi satu nilai tunggal yang disebut sebagai kurun waktu yang diharapkan/Te (*expected duration time*). Secara konseptual, Te merupakan nilai rata-rata statistik yang diasumsikan muncul apabila suatu aktivitas dilaksanakan secara berulang dalam frekuensi yang besar. Melalui penggabungan ini, ketidakpastian dalam setiap aktivitas dapat dikonversi menjadi angka deterministik yang lebih terukur. Dalam menentukan Te digunakan asumsi kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama. Sedangkan jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling memungkinkan (m)

adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa tersebut, Aulia S, (2021). Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk mencari Te.

$$\text{Te} = \frac{a+4m+b}{6} \tag{3.6}$$

Keterangan :

Te = Waktu Yang Diharapkan (*Time Expected*)

a = Waktu Optimis (*Optimistic Time*)

b = Waktu Pesimis (*Pesimistic Time*)

m = Waktu Paling Mungkin (*Most Likely Time*)

Dalam perencanaan penjadwalan metode PERT, dibutuhkan perhitungan standar deviasi atau simpangan baku yang disimbolkan dengan (*s*) hal ini berfungsi untuk mengukur seberapa jauh data dalam suatu kumpulan tersebar atau menyimpang dari nilai rata-ratanya. Didalam penelitian ini, standar deviasi memiliki peran untuk mengukur ketidakpastian atau variabilitas dalam durasi penyelesaian berbagai pekerjaan dalam proyek. Jika nilai standar deviasi kecil, artinya rentang antara waktu tercepat (a) dan waktu terlama (b) tidak terlalu jauh, sehingga tingkat kepastian jadwal tinggi, namun jika nilai standar deviasi besar, artinya terdapat ketidakpastian yang tinggi pada aktivitas tersebut, sehingga risiko keterlambatan menjadi lebih besar. Berikut adalah rumus perhitungan yang digunakan untuk mencari standar deviasi.

$$S = \frac{(b-a)}{6} \tag{3.7}$$

Keterangan :

S = Standar Deviasi

a = Waktu Optimis

b = Waktu Pesimis

Perencanaan penjadwalan dengan metode PERT juga memperhitungkan variansi sebagai ukuran statistik yang menunjukkan seberapa jauh titik-titik data dalam suatu kumpulan menyebar dari nilai rata-ratanya. Secara teknis, nilai variansi pada setiap kegiatan di lintasan kritis dijumlahkan guna memperoleh variansi total proyek. Nilai akumulatif inilah yang nantinya digunakan untuk menghitung deviasi standar gabungan, yang menjadi parameter utama dalam menentukan probabilitas penyelesaian proyek sesuai dengan target jadwal yang telah ditetapkan. Berikut adalah persamaan 3.8 yang digunakan untuk menghitung variansi.

$$V = \left[\frac{b-a}{6}\right]^2 \tag{3.8}$$

Keterangan :

V = Variansi

a = Waktu Optimis

b = Waktu Pesimis

Selanjutnya adalah menghitung Probabilitas atau ukuran seberapa besar kemungkinan suatu peristiwa akan terjadi. Pada penelitian ini probabilitas digunakan untuk mengukur dan mengkuantifikasi ketidakpastian. Dalam banyak situasi di dunia nyata, kita tidak bisa tahu pasti apa yang akan terjadi, jadi probabilitas membantu kita membuat keputusan yang lebih baik berdasarkan seberapa besar kemungkinan sesuatu terjadi. Probabilitas dapat dihitung menggunakan persamaan 3.9 sebagai berikut.

$$Z = \frac{Td - Te}{s} \tag{3.9}$$

Keterangan :

Z = Probabilitas

Td = Target Waktu Penyelesaian Proyek

Te = Kurun Waktu Penyelesaian Proyek Yang Diharapkan

S = Standar Deviasi

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Meskipun dalam pengumpulan datanya melibatkan unsur kualitatif seperti wawancara ahli, namun analisis utamanya dilakukan menggunakan angka dan rumus statistik. Pendekatan ini melibatkan penerapan metode PDM dan PERT, yang datanya diperoleh dari pihak pengelola proyek, wawancara mendalam, dan observasi langsung di lapangan. Fokus utama penelitian adalah pengendalian waktu Proyek *Loading Dock Wall Cover*, dengan metode PDM-PERT sebagai subjek kajian utamanya.

4.2 Variabel Penelitian

Proyek Pembangunan *Loading Dock Wall Cover* mengalami keterlambatan jadwal pada pelaksanaanya. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada analisis variabel waktu pelaksanaan kegiatan proyek.

4.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini akan mengandalkan data primer yang diperoleh langsung dari kontraktor Proyek *Loading Dock Wall Cover*. Pengumpulan data primer ini dilakukan melalui wawancara mendalam dengan para ahli terkait di pihak kontraktor dan owner proyek, serta mendapatkan akses langsung ke jadwal kegiatan aktual proyek dan data penunjang relevan lainnya.

4.4 Perangkat Lunak (*Software*) Yang Digunakan

Dalam penelitian tugas akhir ini, digunakan beberapa program komputer atau perangkat lunak untuk membantu proses analisis data secara efektif.

1. Program *Microsoft Project* 2021

   Microsoft Project adalah perangkat lunak manajemen proyek yang berfungsi untuk menyusun jadwal, menetapkan sumber daya, mengelola anggaran, menganalisis beban kerja, dan mengidentifikasi keterkaitan antar tugas. Karena

beberapa kelebihan yang dimiliki ini *Microsoft Project* sangat membantu dalam menentukan jalur kritis untuk metode PDM-PERT.

2. Program *Microsoft Excel* 2021

   Software ini berfungsi untuk perhitungan, pengolahan data, dan visualisasi data dalam penjadwalan menggunakan metode PDM-PERT

3. Program *Autocad 2024*

   Software ini berfungsi untuk menggambar *network planning* pada metode PDM, untuk menghasilkan gambar yang lebih rapi, terstruktur, dan jelas.

4.5 Tahapan Penelitian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini.

1. Tinjauan Pustaka

   Tinjauan Pustaka yang digunakan berasal dari penelitian tugas akhir lain, dan jurnal yang berhubungan dengan penjadwalan proyek menggunakan metode PDM dan PERT.

2. Pengumpulan Data

   Sumber data yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini diambil dari data penjadwalan aktual pada proyek *Loading Dock Wall Cover*. Data ini didapatkan dari PT. Indonesia Xin Hai *Steel Structure* sebagai kontraktor pada proyek tersebut. Data yang diperlukan yaitu:

   a. Data Primer

      Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan wawancara, dan survey langsung di lokasi proyek.

   b. Data Sekunder

      Pengumpulan data sekunder didapat dari penjadwalan proyek awal yang sudah tersedia dan diterapkan di lapangan, dan jurnal penelitian lain terkait PDM dan PERT sebagai referensi yang digunakan pada penelitian ini.

3. Menentukan Objek Penelitian

   Penentuan dalam objek penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data awal guna mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti. Dalam penelitian ini,

fokus objek penelitiannya adalah durasi optimal pada pelaksanaan kegiatan Proyek *Loading Dock Wall Cover*.

4. Pelaksanaan Penelitian

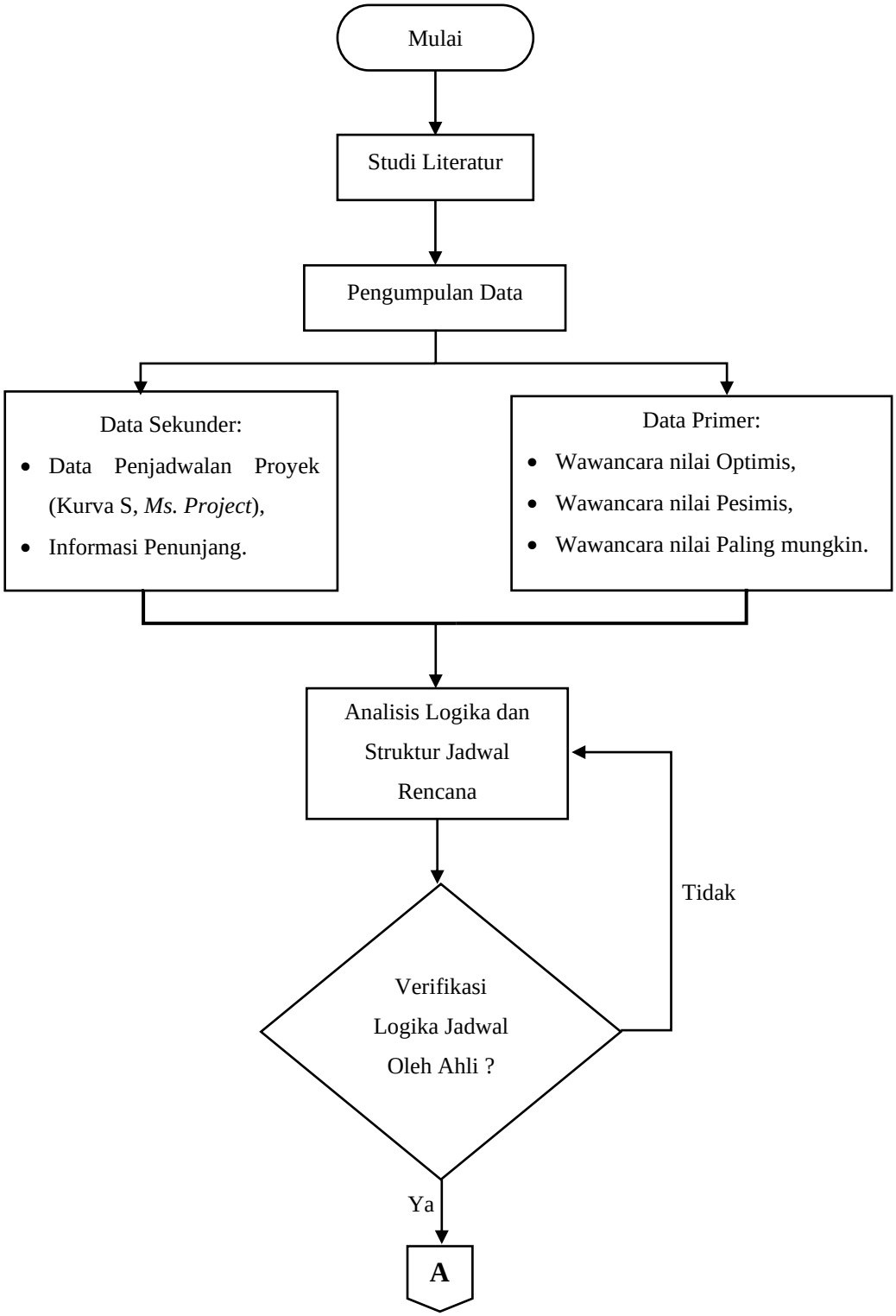
   Dalam melaksanakan penelitian, akan dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder untuk di buatkan alternatif penjadwalan proyek dengan metode PDM dan PERT pada Proyek *Loading Dock Wall Cover*. Berikut adalah tahapan yang dilakukan.

   a. Penelitian akan dimulai dengan menentukan hubungan antar aktivitas berdasarkan data sekunder yang diberikan,
   b. Dari data sekunder tersebut akan dilakukan identifikasi logika jaringan untuk mengoreksi apakah struktur logika jaringan sudah benar ataupun belum,
   c. Selanjutnya, dilakukan analisis PDM deterministik dengan melakukan perhitungan maju dan mundur untuk mencari nilai float, menemukan jalur kritis, dan mendapat nilai (Td) atau durasi rencana penyelesaian proyek,
   d. Setelah jalur kritis dan nilai (Td) ditemukan, maka akan dilakukan perhitungan probabilitas dengan metode PERT berdasarkan data primer yang didapatkan dari wawancara ahli,
   e. Perhitungan tiga angka waktu tersebut akan di rata-rata dan dijadikan sebagai data utama untuk mendapatkan nilai durasi ekspektasi (Te), standar deviasi (S), dan varians (V),
   f. Lalu, dilakukan integrasi antara metode PERT dan PDM dengan membuat ulang diagram jaringan. Pembuatan ulang diagram jaringan ini dilakukan dengan mengubah nilai durasi rencana setiap aktivitas yang didapatkan dari data sekunder, diganti dengan nilai (Te) yang didapatkan dari data primer hasil wawancara ahli dan perhitungan analisis probabilistik PERT,
   g. Diagram jaringan hasil integrasi PERT dan PDM ini dibuat dan dievaluasi apakah ada pergeseran jalur kritis yang terjadi, setelah perubahan durasi awal dengan durasi ekspektasi (Te). Jika ada pergeseran jalur kritis maka ini adalah temuan baru karena ternyata pengawasan yang harusnya dilakukan pada jalur kritis awal, harus dialihkan ke jalur kritis yang baru hasil integrasi PERT-PDM,

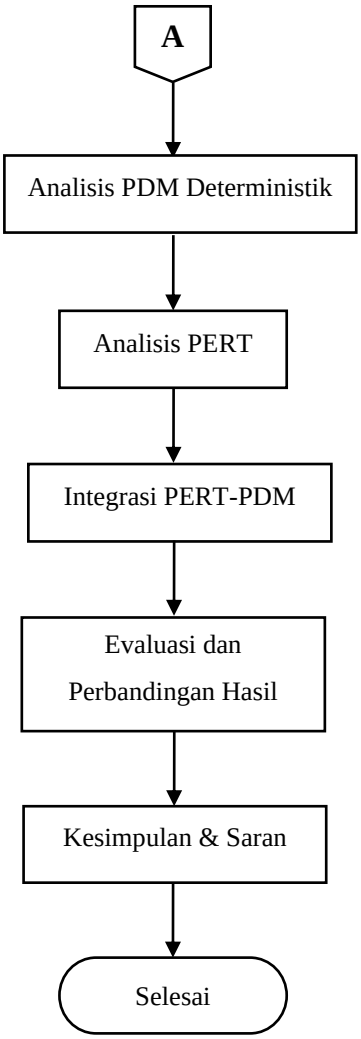
h. Setelah itu, maka dilakukan analisis probabilitas dengan menjumlahkan pencarian pada nilai varians (V) pada aktivitas yang masuk jalur kritis baru. Hasil penjumlahan ini akan menjadi (Vkritis) yang akan digunakan untuk mencari nilai standar deviasi (S) Pada jalur kritis baru,
i. Analisis selanjutnya yaitu mencari nilai probabilitas (Z) dan tingkat kepercayaan, analisis probabilitas ini dapat dihitung menggunakan persamaan (3.9), dimana nilai (V) dan (S) yang digunakan dalam persamaannya didapatkan dari perhitungan jalur kritis baru sebelumnya. Setelah dianalisis maka didapatkanlah nilai probabilitas (Z) dan tingkat kepercayaannya,
j. Dan yang terakhir, durasi optimal dari hasil integrasi metode PDM dan PERT akan dibandingkan dengan durasi *exsisting* proyek. Hasil perbandingan ini akan menjadi dasar untuk mengevaluasi apakah durasi rencana yang digunakan pada penjadwalan *existing* proyek memiliki probabilitas dan tingkat kepercayaan tinggi, dan kalau tidak, apa mitigasi yang harus dilakukan manajer proyek untuk mengatasi keterlambatan pada Proyek *Loading Dock Wall Cover*.

4.6 Bagan Alir Penelitian

Untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang rangkaian proses pada penelitian ini, maka ditampilkan bagan alir (*flowchart*) berikut ini.



Gambar 4. 1 Bagan Alir (*Flowchart*) Penelitian



Lanjutan Gambar 4. 1 Bagan Alir (*Flowchart*) Penelitian

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Profil Proyek Pembangunan *Loading Dock Wall Cover*

Pada penelitian ini digunakan data primer yang didapatkan dari hasil wawancara langsung dengan pihak pelaksana Proyek *Loading Dock Wall Cover* Project. Proyek konstruksi ini memiliki nilai kontrak sebesar Rp. 13.086.737.670. Wawancara ini dilakukan kepada beberapa pihak pelaksana proyek dari PT. Indonesia Xin Hai *Steel Structure*.

Berikut adalah data umum Proyek Pembangunan *Loading Dock Wall Cover*.

1. Nama Proyek : *Loading Dock Wall Cover Project*
2. Alamat Proyek : JL. Raya Jakarta-Serang, KM 68, Desa Julang, Kelurahan Julang, Kec. Cikande, Kab. Serang, Provinsi Banten, Indonesia (42186)
3. Owner : PT. Lami Packaging Indonesia
4. Konsultan MK : PT. Aksara Karya Konsultan
5. Kontraktor : PT. Indonesia Xin Hai *Steel Structure*
6. Nilai Kontrak : Rp. 13.086.737.670
7. No Kontrak : LMIN-CGHT-2025-0016

Total durasi seluruh kegiatan proyek ini adalah 106 hari kerja. Sedangkan untuk pekerjaan struktur dan arsitektur adalah 29 hari kerja, dan material yang dipakai dalam struktur utamanya menggunakan struktur baja.

5.2 Data Penelitian Penjadwalan Awal Proyek *Loading Dock Wall Cover*

Untuk memastikan kegiatan yang direncanakan dapat dilaksanakan secara efektif dan mencapai hasil yang optimal, penerapan metode penjadwalan yang tepat sangatlah penting. Dalam proyek *Loading Dock Wall Cover* ini, wawancara dengan manajemen PT. Indonesia Xin Hai *Steel Structure* selaku pelaksana proyek dan peninjauan dokumen proyek terkait dilakukan untuk mengidentifikasi prosedur penjadwalan yang diterapkan. Berdasarkan hasil wawancara, PT. Indonesia Xin Hai

Steel Structure menggunakan metode penjadwalan *Gantt chart*, dan Kurva-S. Setelah data diperoleh, tim proyek melakukan analisis dan pemrosesan lebih lanjut, yang hasilnya dirangkum dalam Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Daftar Kegiatan Proyek *Loading Dock Wall Cover*

No	Item Pekerjaan		Durasi (Hari)
I	**Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)**		
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	7
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	4
	3	Aksesoris (*Girt*, *Purlin*, *Plate*, dll.)	7
II	**Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)**		
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	4
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	3
	3	Aksesoris (*Girt*, *Purlin*, *Plate*, dll.)	4
III	**Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)**		
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	4
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	3
	3	Aksesoris (*Girt*, *Purlin*, *Plate*, dll.)	4
IV	**Grid Line H-A (Loading Bay 8)**		
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	7
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	4
	3	Aksesoris (*Girt*, *Purlin*, *Plate*, dll.)	7
V	**Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)**		
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	4
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	3
	3	Aksesoris (*Girt*, *Purlin*, *Plate*, dll.)	4
VI	**Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)**		
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	4
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	3
	3	Aksesoris (*Girt*, *Purlin*, *Plate*, dll.)	4

Lanjutan Tabel 5.1 Daftar Kegiatan Proyek *Loading Dock Wall Cover*

No	Item Pekerjaan		Durasi (Hari)
VII	**Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)**		**8**
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	4
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	3
	3	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	4
VIII	**Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)**		**8**
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	4
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	3
	3	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	4
IX	**Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)**		**8**
	1	Rangka Utama (Kolom, Balok)	4
	2	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	3
	3	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	4
X	**Light Brick Wall**		**18**
	1	*Grid Line* AQ-AJ (*Loading Bay* 1)	7
	2	*Grid Line* AJ-AF (*Loading Bay* 1-2)	5
	3	*Grid Line* AF-AC (*Loading Bay* 2-3)	5
	4	*Grid Line* H-A (*Loading Bay* 8)	7
	5	*Grid Line* AC-Y (*Loading Bay* 3-4)	5
	6	*Grid Line* Y-S (*Loading Bay* 4-5)	4
	7	*Grid Line* S-P (*Loading Bay* 5-6)	3
	8	*Grid Line* P-L (*Loading Bay* 6-7)	3
	9	*Grid Line* L-H (*Loading Bay* 7-8)	3
XI	**Sandwich Panel**		**16**
	1	*Grid Line* AQ-AJ (*Loading Bay* 1)	7
	2	*Grid Line* AJ-AF (*Loading Bay* 1-2)	3
XI	**Sandwich Panel**		**16**
	3	Grid Line AF-AC (*Loading Bay* 2-3)	3
	4	Grid Line H-A (*Loading Bay* 8)	3

Lanjutan Tabel 5.1 Daftar Kegiatan Proyek *Loading Dock Wall Cover Project*

No	Item Pekerjaan		Durasi (Hari)
	5	*Grid Line* AC-Y (*Loading Bay* 3-4)	5
	6	*Grid Line* Y-S (*Loading Bay* 4-5)	7
	7	*Grid Line* S-P (*Loading Bay* 5-6)	3
	8	*Grid Line* P-L (*Loading Bay* 6-7)	3
	9	*Grid Line* L-H (*Loading Bay* 7-8)	3

Proyek ini membagi zona-zona kerja menjadi beberapa *grid*, dan menggunakan beberapa jenis logika ketergantungan berupa *finish to Start* (FS), *Start to Start* (SS) ,dan *Finish to Finish* (FF) dalam perencanaan penjadwalannya. Dan pekerjaan utama yang di fokuskan untuk dianalisis pada penelitian ini dirangkum menjadi 5 yaitu Rangka Utama (Kolom, Balok), *Verticality* & *Tightening Main Frame*, *Accessoris* (*Girt, Purlin, Plate, Bracing*), *Light Brick Wall* atau dinding bata ringan, dan *Sandwich Panel*. Akan dijelaskan kelima pekerjaan utama yang dilakukan pada proyek ini.

Pekerjaan pertama, yaitu pekerjaan rangka utama (*main frame*) yang terdiri dari kolom dan balok, merupakan tahap krusial dalam pembangunan struktur baja pada proyek *Loading Dock Wall Cover* ini. Berbeda dengan pekerjaan beton konvensional, pekerjaan ini berfokus pada akurasi perakitan dan kekuatan sambungan antar elemen baja. Dalam proyek ini, penggunaan material baja dipilih karena kemampuannya dalam mencakup bentang yang lebar dengan beban struktur yang relatif ringan, serta durasi pemasangan yang lebih singkat dibandingkan struktur beton.

Pekerjaan kedua, adalah pekerjaan *Verticality and Tightening main frame* (Pelurusan/ketegaklurusan dan pengencangan rangka utama) merupakan tahap (*quality control*) kontrol kualitas yang dilakukan setelah proses *erection* untuk memastikan struktur berdiri tegak lurus dan tersambung dengan kuat. Dalam proyek *Loading Dock Wall Cover* ini, akurasi *verticality* sangat penting karena ketidakrataan pada struktur utama akan menyebabkan kesulitan saat pemasangan penutup dinding (*wall cover*) serta distribusi beban yang tidak merata. Pekerjaan

ini meliputi pengecekan kemiringan kolom menggunakan alat ukur presisi dan pengencangan baut sambungan menggunakan metode torsi yang terkalibrasi.

Pekerjaan ketiga, merupakan pekerjaan *Accessoris* (aksesoris) seperti *Girt* (gording dinding), *Purlin* (gording atap), *Plate* (plat sambung), dan *Bracing* (ikatan angin) adalah tahap *quality control* yang krusial untuk menyatukan seluruh sistem struktur baja agar menjadi satu kesatuan yang kaku (*rigid*). Dalam proyek ini, akurasi penyelarasan (*alignment*) pada *Purlin* dan *Girt* sangat menentukan keberhasilan pemasangan penutup dinding dan atap agar tidak bergelombang, sementara pengencangan baut (*tightening*) menggunakan metode torsi yang terkalibrasi pada bagian *bracing* dan *plate* dilakukan untuk menjamin kekakuan struktur dalam menahan beban lateral. Proses ini memastikan bahwa seluruh elemen aksesoris mampu mendistribusikan beban secara merata ke struktur utama sekaligus menyediakan dudukan yang presisi bagi material pelapis bangunan.

Pekerjaan keempat, pemasangan dinding bata ringan (*light brick wall*) pada proyek *Loading Dock Wall Cover* merupakan tahap arsitektur utama yang mengutamakan akurasi elevasi dan kelurusan bidang dinding untuk menciptakan tampilan bangunan yang rapi dan simetris. Dalam proses ini, pemasangan dilakukan dengan pengawasan ketat terhadap ketegaklurusan (lot/siku) dan kerataan permukaan agar hasil akhir dinding tidak bergelombang, yang sangat penting untuk mempermudah proses plesteran dan pengecatan nantinya. Selain itu, integrasi antara bata ringan dengan struktur baja diperkuat melalui pemasangan angkur dan kolom praktis yang tepat, guna memastikan dinding memiliki stabilitas maksimal dalam menahan getaran operasional di area *loading dock* serta kedap terhadap cuaca.

Pekerjaan terakhir atau kelima, adalah pemasangan *sandwich panel* (panel komposit insulasi). pada proyek *Loading Dock Wall Cover*, ini merupakan tahap arsitektur yang mengutamakan kecepatan konstruksi, efisiensi termal, dan kerapian visual pada fasad bangunan. Dalam proses ini, ketelitian pada sambungan antar panel (*jointing system*) sangat krusial untuk memastikan dinding tidak hanya berdiri tegak dan rata, tetapi juga memiliki kedap udara dan air yang sempurna guna melindungi area operasional dari cuaca eksternal. Karena *sandwich* panel berfungsi

sebagai penutup dinding sekaligus elemen estetika, setiap lembaran harus terpasang presisi pada rangka girt dengan sistem penguncian yang kuat dan aplikasi sealant yang rapi, sehingga menghasilkan permukaan dinding yang lurus, modern, dan memiliki daya tahan tinggi terhadap beban angin serta getaran di area *loading dock*.

Metode awal yang digunakan pada proyek *Loading Dock Wall Cover* ini adalah *Barchart/Gantt chart* modern yang di lakukan pada *Microsoft Project* dengan hubungan logika ketergantungan didalamnya, selain itu juga menggunakan metode Kurva S. Penggunaan Bar Chart pada proyek ini dinilai kurang optimal dalam menonjolkan lintasan kritis (*critical path*) dan fleksibilitas jadwal (*float/slack*), sehingga diperlukan analisis metode CPM (*Critical Path Method*) atau metode PDM (*Precedence Diagram Method*). Pemilihan antara kedua metode tersebut bergantung pada hubungan logika yang diterapkan dalam penjadwalannya. Metode CPM hanya dapat digunakan jika hubungan logika antar-kegiatan bersifat *Finish to Start* (FS). Sebaliknya, PDM dapat mengakomodasi seluruh jenis hubungan logika ketergantungan. Dalam penelitian ini, metode PDM dipilih karena hubungan logika pada jadwal rencana awal proyek melibatkan variasi hubungan *Finish to Start* (FS), *Finish to Finish* (FF), dan *Start to Start* (SS).

Berdasarkan data yang disajikan, proyek *Loading Dock Wall Cover Project* dijadwalkan selesai dalam jangka waktu 106 hari. Pelaksanaan proyek menggunakan metode konstruksi bertahap dengan membagi area kerja menjadi beberapa *grid line*, sebagaimana diilustrasikan pada Lampiran. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari narasumber , beberapa pertimbangan yang mendasari penerapan metode *grid line* ini adalah sebagai berikut.

1. Keterlambatan Material (Rantai Pasok Impor)

   Pengiriman material dari luar negeri (impor dari China) memiliki risiko tinggi terkait durasi pengiriman (*lead time*), proses bea cukai, hingga ketersediaan kapal. Dalam PERT, kondisi ini akan memperlebar rentang antara durasi optimis (a) dan pesimis (b), karena adanya faktor eksternal logistik global yang tidak dapat dikendalikan sepenuhnya oleh tim proyek.

2. Faktor cuaca

   Kegiatan *erection* struktur baja sangat bergantung pada kondisi cuaca demi keamanan kerja (*safety*). Hujan menyebabkan area kerja menjadi licin dan meningkatkan risiko bagi pekerja di ketinggian serta operasional alat berat. Hal ini menyebabkan durasi pekerjaan menjadi fluktuatif.

3. Operasional *Loading Dock* (Konflik Logistik).

   Adanya tumpang tindih (*overlap*) antara kegiatan bongkar muat kontainer proyek dengan kegiatan produksi pabrik (ekspor-impor) menciptakan antrean atau hambatan akses pada beberapa hari tertentu. Hal ini memicu terjadinya *bottleneck* pada alur distribusi material di lokasi proyek, sehingga produktivitas harian tidak bisa dipastikan secara stabil.

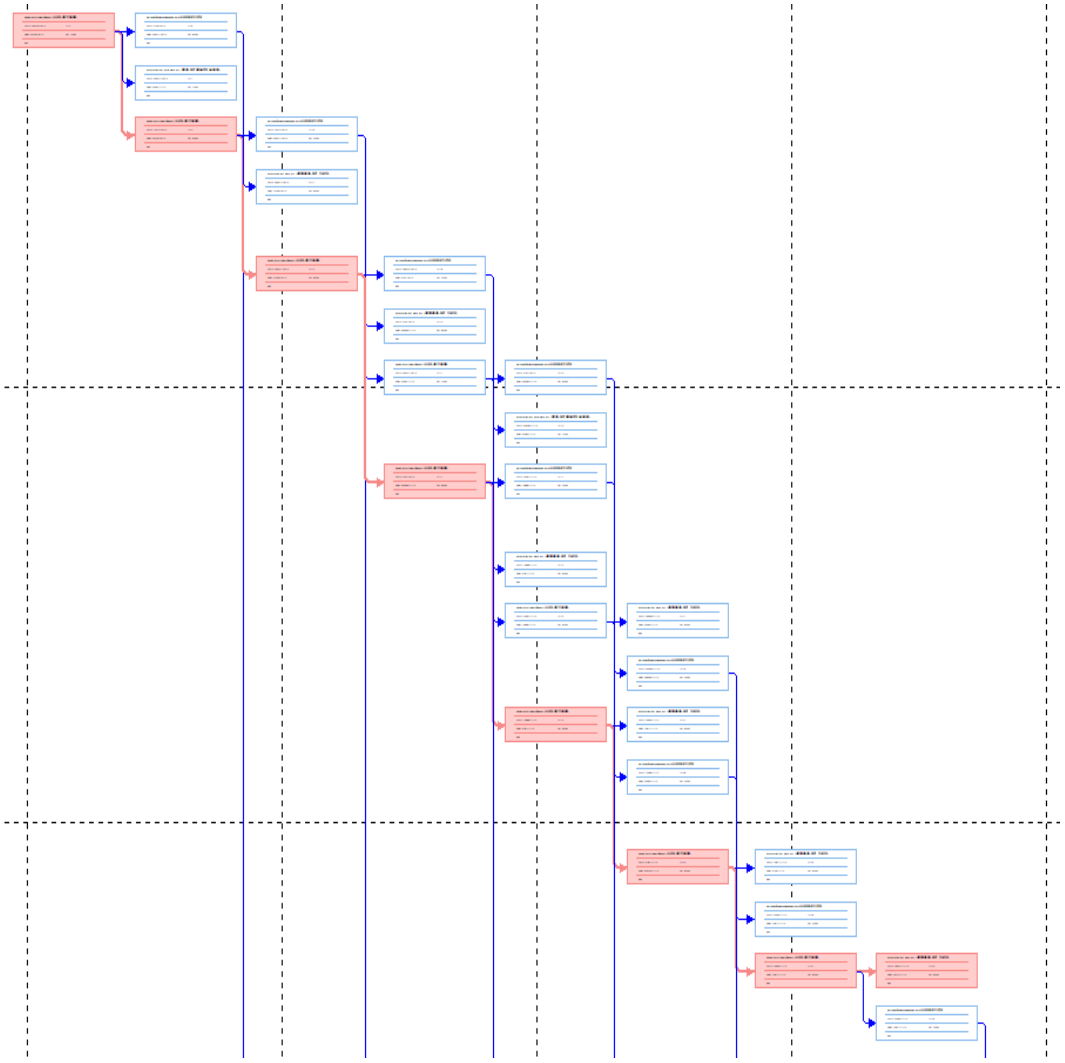
4. Ketersediaan dan performa alat (*Mobile Crane*)

   Kecepatan pekerjaan *erection* sangat bergantung pada kesiapan *mobile crane*. Jika terjadi kerusakan alat atau keterlambatan mobilisasi alat ke titik angkat, maka seluruh aktivitas di jalur kritis akan terhenti. Keandalan alat berat merupakan faktor risiko teknis yang menambah varians durasi proyek.

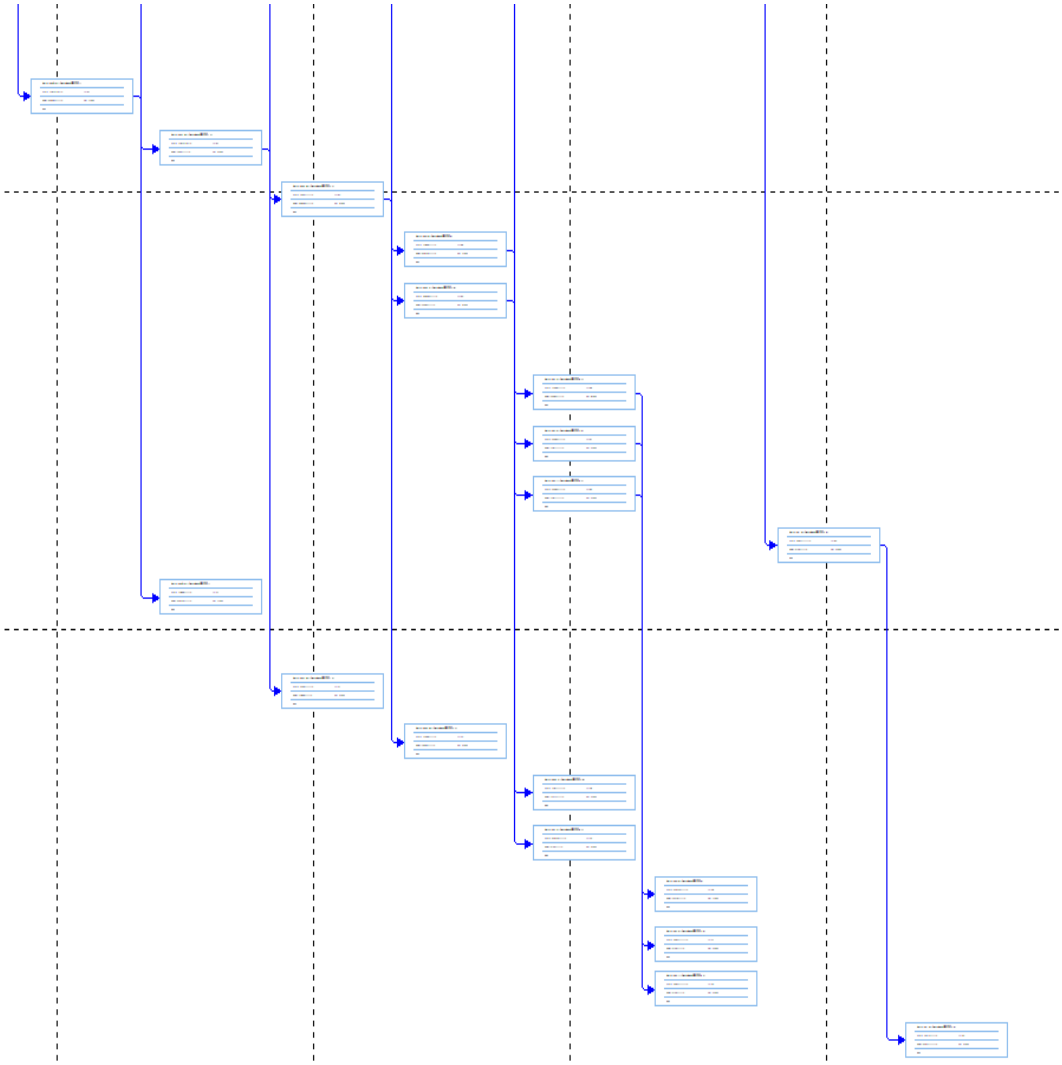
5. Ketersediaan Tenaga Kerja (Faktor Sosial)

   Gangguan eksternal seperti aksi demonstrasi di wilayah sekitar (Serang) berdampak langsung pada mobilisasi tenaga kerja. Hal ini memicu *manpower shortage* (kekurangan pekerja) secara tiba-tiba yang dapat menghentikan progres pekerjaan di lapangan meskipun material dan alat sudah tersedia.

Berikut adalah diagram jaringan pada perencanaan awal proyek yang dibuat dengan menggunakan *Microsoft Project*.



Gambar 5. 1 Diagram Jaringan Perencanaan Awal Pada Ms Project



Lanjutan Gambar 5. 1 Diagram Jaringan Perencanaan Awal Pada Ms Project

Gambar diatas menunjukkan visualisasi jadwal rencana awal dari proyek *Loading Dock Wall Cover* dalam bentuk diagram jaringan yang dibuat menggunakan *Microsoft project.* Dokumen ini memuat daftar seluruh rangkaian aktivitas pekerjaan, durasi rencana, serta alokasi waktu pelaksanaan yang telah ditetapkan oleh pihak perencana sebelum proyek dimulai. Namun karena peneliti hanya fokus pada pekerjaan struktur dan arsitektur dalam penelitian ini, maka yang ditampilkan pada tabel adalah pekerjaan tersebut saja. Berdasarkan lampiran jadwal tersebut, pekerjaan struktur dan arsitektur direncanakan berlangsung selama 28 hari

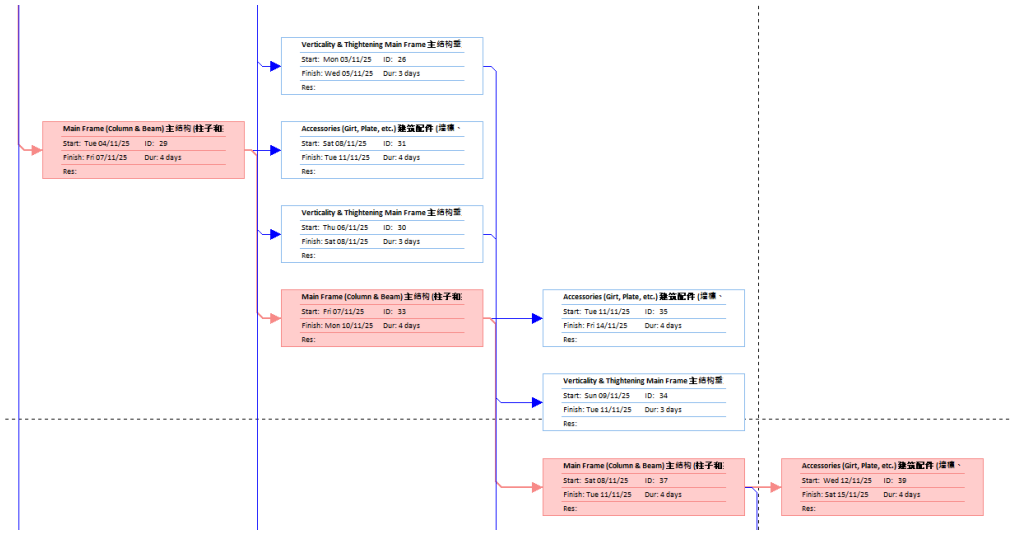
kalender, dimulai pada tanggal 20 Oktober 2025 dan dijadwalkan selesai pada tanggal 17 November 2025. Jadwal ini menjadi data primer dalam penelitian ini yang akan digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi jaringan kerja menggunakan metode PDM dan analisis probabilitas PERT pada tahap selanjutnya.

5.3 Analisis Logika dan Struktur Jadwal Rencana

Analisis terhadap logika dan struktur jadwal rencana awal merupakan tahapan krusial untuk menjamin validitas hasil evaluasi penjadwalan. Sebuah jaringan kerja (*network planning*) yang akan dianalisis menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) mensyaratkan adanya hubungan integrasi logika yang utuh, di mana selain aktivitas awal (*start*) dan akhir (*finish*), harus memiliki hubungan pendahulu (*predecessor*) dan penerus (*successor*) yang jelas. Ketidakteraturan logika, seperti adanya aktivitas yang menggantung (*dangling*) atau terputusnya jalur hubungan antar kegiatan, tidak hanya akan menghasilkan perhitungan durasi yang bias, tetapi juga menyebabkan gagalnya pembentukan jalur kritis (*critical path*). Oleh karena itu, sebelum dilakukan analisis probabilitas dan evaluasi lebih lanjut, perlu dilakukan audit terhadap jadwal rencana awal guna mengidentifikasi kesalahan struktur dan melakukan verifikasi tenaga teknis sehingga mencerminkan urutan pelaksanaan pekerjaan yang realistis di lapangan.

5.3.1 Identifikasi dan Normalisasi Logika Jaringan

Dalam data perencanaan awal proyek ditemukan beberapa aktivitas *dangling* yang tidak memiliki hubungan ketergantungan ke aktivitas penerus (*successor*), sehingga menyebabkan aliran logika dalam jaringan kerja (*network diagram*) terputus sebelum mencapai titik penyelesaian proyek. Kondisi ini mengakibatkan nilai *float* atau kelonggaran waktu pada aktivitas-aktivitas tersebut tidak dapat terdefinisi secara akurat, yang pada akhirnya membuat jalur kritis gagal terbentuk. Jalur kritis yang tidak terbentuk akan membuat analisis penjadwalan menggunakan metode PDM dan perhitungan probabilitas PERT tidak dapat dilakukan secara valid karena parameter utama durasi proyek menjadi tidak terukur. Berikut adalah contoh aktivitas dangling yang terdapat pada perencanaan awal proyek.

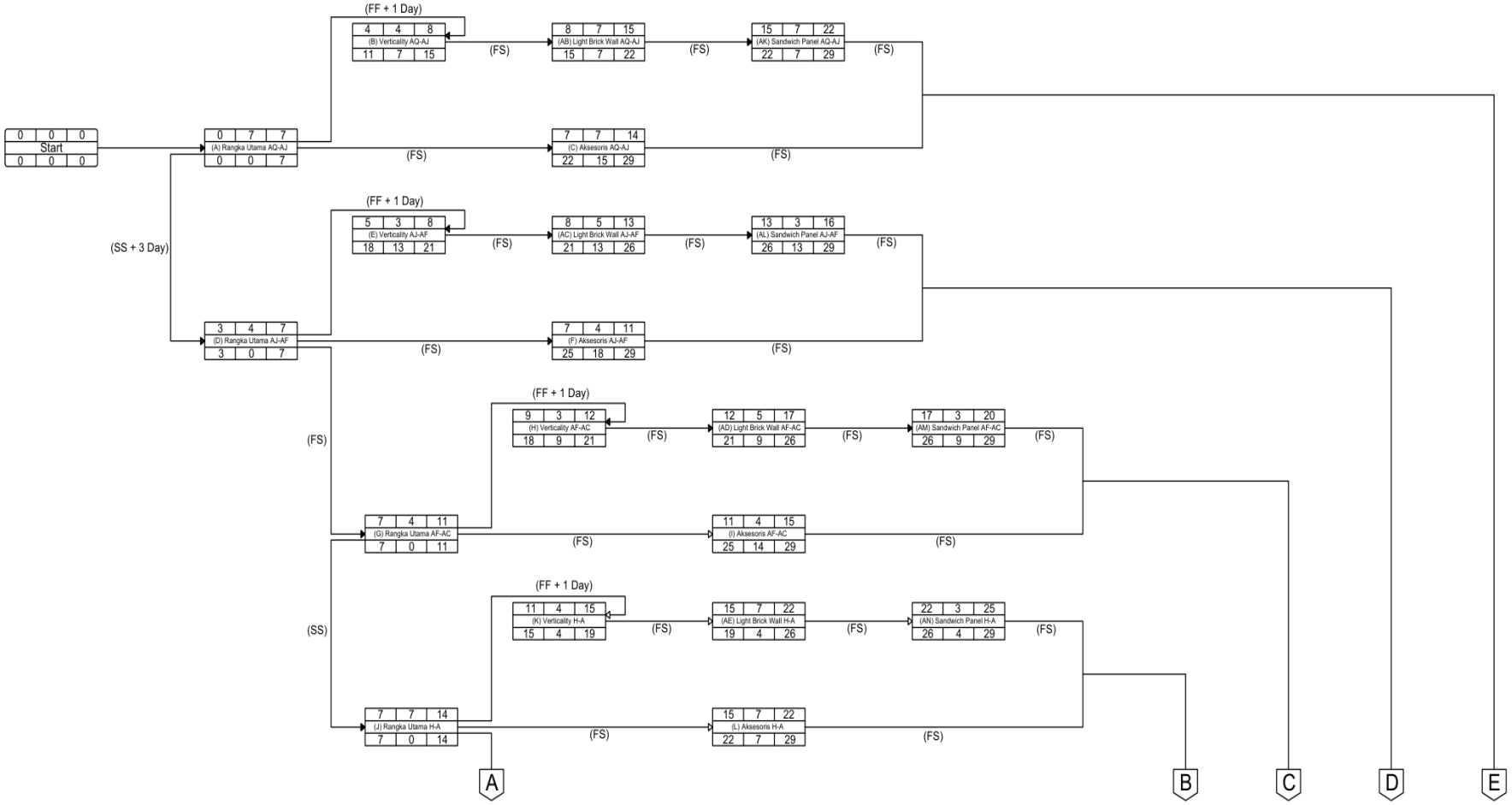


Gambar 5. 2 Contoh *Dangling* Pada Perencanaan Awal

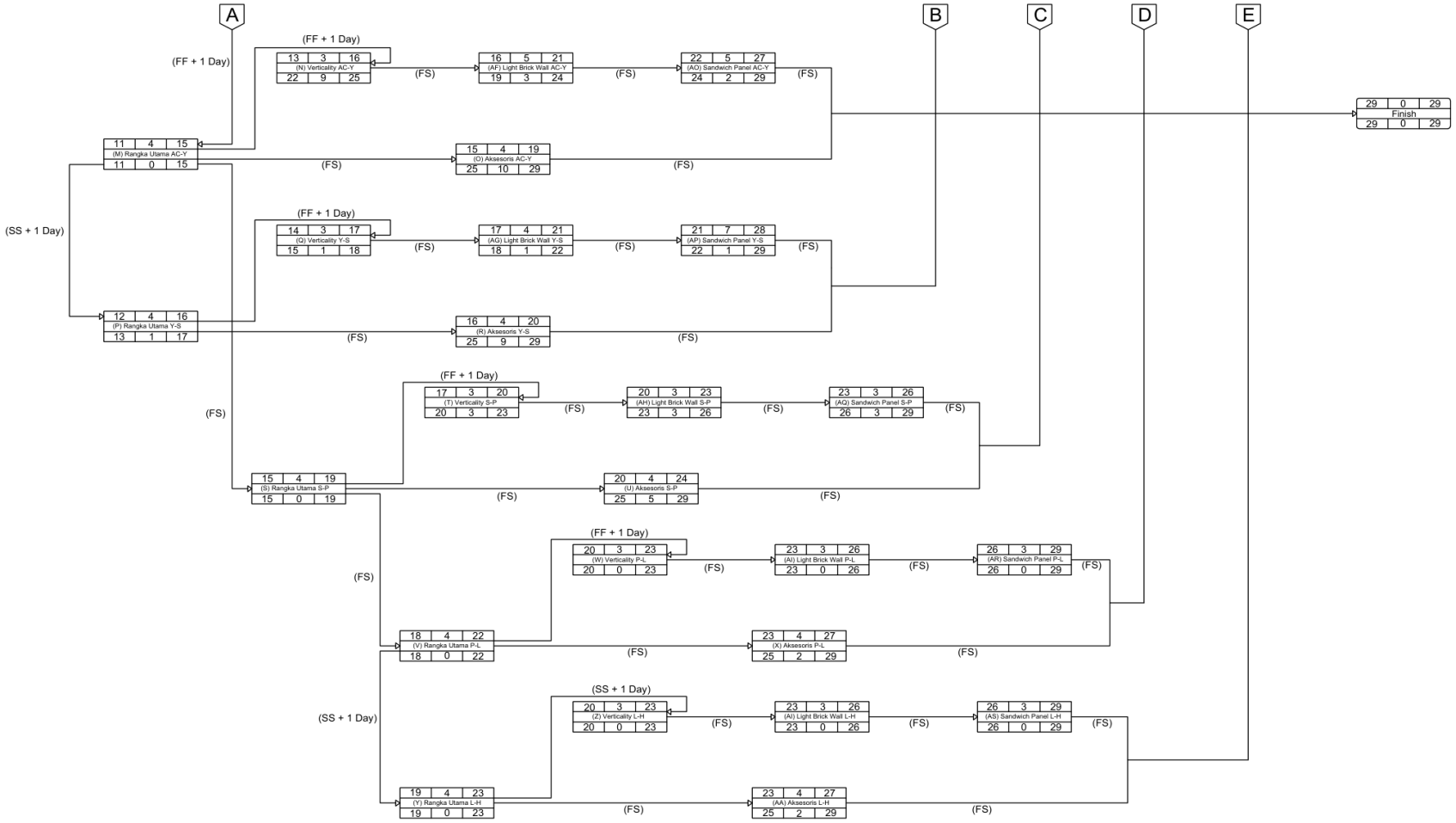
Pada gambar diatas terlihat item aksesoris (*Girt, Plate, etc.*) dan *Verticality & Tightening main frame,* tidak memiliki penerus (*successor*). Ketiadaan hubungan penerus ini menyebabkan aktivitas-aktivitas tersebut menjadi titik akhir yang prematur dalam jaringan kerja, sehingga memutus kontinuitas alur penjadwalan. Secara teknis, hal ini mengakibatkan perhitungan *Total Float* pada pekerjaan tersebut menjadi tidak terhingga, yang berdampak pada ketidakmampuan sistem dalam mengidentifikasi jalur kritis secara keseluruhan. Data yang tidak memiliki logika tertutup seperti ini akan menghasilkan estimasi durasi proyek yang menyesatkan dan analisis probabilitas yang tidak akurat, sehingga diperlukan perbaikan hubungan logika (*logic repair*) agar setiap aktivitas tersebut terhubung ke tahapan pekerjaan berikutnya yang relevan.

Setelah melakukan perbaikan pada aktivitas *dangling,* dan dilakukan verifikasi oleh tenaga teknis maka langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur untuk menentukan parameter waktu pada setiap aktivitas di dalam jaringan kerja PDM. Perhitungan maju dilakukan guna mendapatkan nilai *Early Start* (ES) dan *Early Finish* (EF) yang menunjukkan waktu tercepat dimulainya dan selesainya suatu pekerjaan. Sementara itu, perhitungan mundur dilakukan untuk menentukan nilai *Late Start* (LS) dan *Late*

Finish (LF) guna mengetahui batas waktu paling lambat suatu pekerjaan dapat dimulai atau diselesaikan tanpa menunda durasi total proyek. Melalui sinkronisasi kedua perhitungan ini, nilai total *float* (TF) setiap aktivitas dapat diketahui, sehingga rangkaian aktivitas yang berada pada jalur kritis (*critical path*) dapat teridentifikasi secara akurat sebagai dasar untuk analisis PERT selanjutnya. Berikut adalah hasil analisis perhitungan maju (*forward pass),* perhitungan mundur (*backward pass*), dan perhitungan total *float* pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 Diagram Jaringan PDM Rencana



Lanjutan Gambar 5. 3 Diagram Jaringan PDM Rencana

Meninjau hasil analisis yang telah dilakukan, ditemukan 2 jalur kritis yang berada pada *network diagram* diatas, yaitu pada rangkaian kegiatan (*Start* – A – D – G – J – M – S – V – W – AI – AR – *Finish*) dan yang kedua (*Start* – A – D – G – J – M – S – Y – Z – AJ – AS – *Finish*) kedua Jalur ini memiliki total durasi terpanjang sebesar 29 hari, yang sekaligus merepresentasikan durasi minimum yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur dan arsitektur pada proyek *Loading Dock Wall Cover*. Adapun perbaikan logika jaringan yang dilakukan sebelumnya telah berhasil menghilangkan logika ketergantungan yang menggantung (*dangling*), sehingga perhitungan Early Start (ES) dan Late Finish (LF) pada setiap simpul menghasilkan nilai total float nol pada kegiatan-kegiatan di jalur tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap keterlambatan pada kegiatan yang berada di jalur kritis ini akan berdampak langsung pada keterlambatan tanggal penyelesaian proyek secara total.

5.4 Pendekatan Metode PDM Deterministik

PDM (*Precedence Diagram Method*) Deterministik adalah suatu metode jaringan kerja yang digunakan dalam manajemen proyek untuk merencanakan dan mengendalikan jadwal dengan menggunakan parameter waktu yang bersifat tetap (tunggal). Pendekatan deterministik mengasumsikan bahwa seluruh informasi mengenai durasi kegiatan dan kebutuhan sumber daya telah diketahui secara pasti berdasarkan data historis atau dokumen kontrak, sehingga tidak mempertimbangkan adanya fluktuasi waktu yang mungkin terjadi akibat ketidakpastian lapangan. Dalam analisis ini, data yang digunakan sebagai input adalah jaringan kerja yang telah melalui proses analisis logika dan normalisasi pada sub-bab sebelumnya. Analisis ini bertujuan untuk memetakan distribusi waktu setiap aktivitas melalui perhitungan *forward pass* (analisis ke depan) dan *backward pass* (analisis ke belakang) guna memperoleh nilai ambang batas waktu seperti *Early Start, Early Finish, Late Start*, dan *Late Finish*. Untuk dapat melakukan analisis ini, Langkah pertama yaitu harus dilakukan identifikasi hubungan antar aktivitas terlebih dahulu.

5.4.1 Identifikasi Hubungan Antar Aktivitas

Tahap awal dalam analisis penjadwalan ini adalah melakukan identifikasi terhadap seluruh item pekerjaan beserta durasi pelaksanaannya. Mengingat kompleksitas proyek ini, setiap aktivitas saling terikat dalam hubungan logika ketergantungan yang mencerminkan urutan teknis di lapangan. Hubungan antar-aktivitas ini ditentukan berdasarkan metode *Precedence Diagram Method* (PDM), di mana setiap pekerjaan memiliki pendahulu (*predecessor*) dan penerus (*successor*) tertentu agar aliran kerja tetap sinkron. Penentuan urutan ini sangat krusial karena durasi total proyek akan sangat bergantung pada seberapa efisien hubungan logika tersebut disusun. Secara rinci, item pekerjaan, durasi, serta keterkaitan antar-pekerjaan disajikan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Hubungan Antar Aktivitas

Kode	Item Pekerjaan	Predecessor	Tipe Hubungan
	Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)		
A	Rangka Utama (Kolom, Balok, *Bracing*)	-	FS
B	Verticality dan Pengencangan Rangka Utama	A	FF + 1 day
C	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	A	FS
	Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)		
D	Rangka Utama (Kolom, Balok)	A	SS + 3 day
E	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	D	FF + 1 day
F	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	D	FS
	Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)		
G	Rangka Utama (Kolom, Balok)	D	FS
H	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	G	FF + 1 day
I	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	G	FS
	Grid Line H-A (Loading Bay 8)		
J	Rangka Utama (Kolom, Balok)	G	SS
K	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	J	FF + 1 day

Lanjutan Tabel 5.2 Hubungan Antar Aktivitas

Kode	Item Pekerjaan	Predecessor	Tipe Hubungan
L	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	J	FS
	Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)		
M	Rangka Utama (Kolom, Balok)	G	FF + 1 day
N	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	M	FF + 1 day
O	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	M	FS
	Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)		
P	Rangka Utama (Kolom, Balok)	M	FF
Q	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	P	FF + 1 day
R	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	P	FS
	Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)		
S	Rangka Utama (Kolom, Balok)	M	FS
T	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	S	FF + 1 day
U	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	S	FS
	Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)		
V	Rangka Utama (Kolom, Balok)	S	FS – 1 day
W	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	V	FF + 1 day
X	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	V	FS
	Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)		
Y	Rangka Utama (Kolom, Balok)	V	SS + 1 day
Z	Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama	Y	SS + 1 day
AA	Aksesoris (*Girt, Purlin, Plate*, dll.)	Y	FS
	Light Brick Wall		
AB	*Grid Line* AQ-AJ (*Loading Bay* 1)	B	FS
AC	*Grid Line* AJ-AF (*Loading Bay* 1-2)	E	FS
AD	*Grid Line* AF-AC (*Loading Bay* 2-3)	H	FS
AE	*Grid Line* H-A (*Loading Bay* 8)	K	FS
AF	*Grid Line* AC-Y (*Loading Bay* 3-4)	N	FS

Lanjutan Tabel 5.2 Hubungan Antar Aktivitas

Kode	Item Pekerjaan	Predecessor	Tipe Hubungan
AG	*Grid Line* Y-S (*Loading Bay* 4-5)	Q	FS
AH	*Grid Line* S-P (*Loading Bay* 5-6)	T	FS
AI	*Grid Line* P-L (*Loading Bay* 6-7)	W	FS
AJ	*Grid Line* L-H (*Loading Bay* 7-8)	Z	FS
	Sandwich Panel		
AK	*Grid Line* AQ-AJ (*Loading Bay* 1)	AB	FS
AL	*Grid Line* AJ-AF (*Loading Bay* 1-2)	AC	FS
AM	*Grid Line* AF-AC (*Loading Bay* 2-3)	AD	FS
AN	*Grid Line* H-A (*Loading Bay* 8)	AE	FS
AO	*Grid Line* AC-Y (*Loading Bay* 3-4)	AF	FS
AP	*Grid Line* Y-S (*Loading Bay* 4-5)	AG	FS
AQ	*Grid Line* S-P (*Loading Bay* 5-6)	AH	FS
AR	*Grid Line* P-L (*Loading Bay* 6-7)	AI	FS
AS	*Grid Line* L-H (*Loading Bay* 7-8)	AJ	FS

Berdasarkan Tabel 5.2 di atas, terlihat bahwa beberapa aktivitas memiliki hubungan *Finish to Start* (FS), *Start to Start* (SS), dan *Finish to Finish* (FF) dengan nilai *lag* tertentu. Hal ini diterapkan untuk merepresentasikan kondisi kerja yang dilakukan secara paralel guna mengoptimalkan durasi total proyek. Sebagai contoh, hubungan antara (A) Rangka Utama AQ-AJ dan (B) *Verticality* AQ-AJ adalah FF dan diberikan *lag* selama 1 hari untuk memastikan bahwa pekerjaan lanjutan dapat dimulai tanpa harus menunggu seluruh tahap sebelumnya selesai 100%, namun tetap memperhatikan batasan teknis yang ada. Setelah hubungan logika dan durasi ditentukan, maka dilakukan perhitungan parameter waktu menggunakan metode PDM.

5.4.2 Perhitungan Parameter Waktu (*Forward Pass & Backward Pass*)

Setelah menetapkan hubungan logika antar-aktivitas, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan parameter waktu menggunakan metode *Forward*

Pass (hitungan maju) dan *Backward Pass* (hitungan mundur). Perhitungan *Forward Pass* dilakukan untuk menentukan waktu paling awal dimulainya suatu aktivitas (*Earliest Start*) dan waktu paling awal selesainya aktivitas (*Earliest Finish*). Sebaliknya, *Backward Pass* dilakukan untuk menentukan waktu paling lambat aktivitas dapat dimulai (*Latest Start*) dan selesai (*Latest Finish*) tanpa menunda durasi proyek secara keseluruhan. Hasil dari kedua perhitungan ini akan menjadi dasar dalam menentukan total *float* atau fleksibilitas waktu pada setiap item pekerjaan. Berikut adalah contoh perhitungannya.

1. Perhitungan Maju

   Penentuan saat paling awal dimulainya pekerjaan (ES) dan saat paling awal selesainya pekerjaan (EF) dihasilkan melalui tahapan perhitungan maju. Seluruh mekanisme perhitungan ini didasarkan pada landasan teori yang terdapat di bab sebelumnya serta mengacu pada Persamaan 3.1 & 3.2. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas, contoh perhitungan maju menggunakan metode PDM disajikan di bawah ini.

   a. Pekerjaan (A) Rangka Utama AQ-AJ (Hubungan *Finish to Start*)

      Durasi = 7 hari

      ES = 0 hari

      EF = ES + Durasi

      = 0 + 7

      = 7 hari

   b. Pekerjaan (B) Verticality AQ-AJ (Hubungan *Finish to Finish* + 1 hari)

      Durasi = 4 hari

      EF = Durasi (A) + *lag*

      = 7 + 1

      = 8 hari

      ES = EF – Durasi

      = 8 – 4

      = 4 hari

   c. Pekerjaan (D) Rangka Utama AJ-AF (Hubungan *Start to Start* + 3 hari)

      Durasi = 4 hari

ES = ES (A) + *lag*
= 0 + 3
= 3 hari

EF = ES + Durasi
= 3 + 4
= 7 hari

Rekapitulasi hasil perhitungan maju pada setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.3

2. Perhitungan Mundur

Sementara itu, prosedur perhitungan mundur (*backward pass*) dilakukan guna menetapkan waktu mulai paling lambat *Latest Start* (LS) serta waktu selesai paling lambat *Latest Finish* (LF) untuk setiap item pekerjaan. Mekanisme penghitungan ini mengacu pada landasan teori yang telah dibahas pada bab sebelumnya atau dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3 & 3.4. Berikut adalah ilustrasi penerapan perhitungan mundur dengan metode PDM

a. Pekerjaan (A) Rangka Utama AQ-AJ (Hubungan *Start to Start* + 3 hari)

Durasi = 7 hari

LS = LS (D) – *lag* (Karena perhitungan mundur lag '+' jadi '-')
= 3 – 3
= 0

LF = LS + Durasi
= 0 + 7
= 7 hari

b. Pekerjaan (B) *Verticality* AQ-AJ (Hubungan *Finish to Start*)

Durasi = 4 hari

LF = LS (AB)
= 15 hari

LS = LF – Durasi
= 15 – 4
= 11 hari

c. Pekerjaan (J) Rangka Utama H-A (Hubungan *Finish to Finish* + 1 hari)

Durasi = 7 hari

LF = LF (M) – *lag* (Karena perhitungan mundur lag '+' jadi '-')

= 15 - 1

= 14 hari

LS = LF - Durasi

= 14 - 7

= 7 hari

Rekapitulasi hasil perhitungan mundur pada setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.3

3. Perhitungan Total *Float*

Berdasarkan hasil integrasi antara hitungan maju dan mundur, dapat diperoleh nilai kelonggaran waktu yang dikenal dengan istilah *float*. Nilai ini menunjukkan fleksibilitas jadwal yang dimiliki oleh suatu aktivitas tanpa menyebabkan keterlambatan pada penyelesaian proyek secara keseluruhan. Berikut adalah contoh perhitungan *float*.

a. Pekerjaan (A) Rangka Utama AQ-AJ

EF = 7 hari

LF = 7 hari

Float = LF - EF

= 7 - 7

= 0

b. Pekerjaan (B) *Verticality* AQ-AJ

EF = 8 hari

LF = 15 hari

Float = LF - EF

= 15 - 8

= 7 hari

c. Pekerjaan (C) Aksesoris AQ-AJ

EF = 14 hari

LF = 29 hari

Float = LF - EF

= 29 - 14

= 15 hari

Rekapitulasi hasil perhitungan *float* pada setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur dan Float

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Float	Keterangan
			ES	EF	LS	LF		
	***Grid* AQ-AJ**							
A	Rangka Utama	7	0	7	0	7	0	Kritis
B	*Verticality*	4	4	8	11	15	7	-
C	Aksesoris	7	8	15	22	29	14	-
	***Grid* AJ-AF**							
D	Rangka Utama	4	3	7	3	7	0	Kritis
E	*Verticality*	3	5	8	12	21	13	-
F	Aksesoris	4	7	11	25	29	18	-
	***Grid* AF-AC**							
G	Rangka Utama	4	7	11	7	11	0	Kritis
H	*Verticality*	3	9	12	18	21	9	-
I	Aksesoris	4	11	15	25	29	14	-
	***Grid* H-A**							
J	Rangka Utama	7	7	14	7	14	0	Kritis
K	*Verticality*	4	11	15	15	19	4	-
L	Aksesoris	7	14	21	22	29	8	-
	***Grid* AC-Y**							
M	Rangka Utama	4	11	15	11	15	0	Kritis
N	*Verticality*	3	13	16	16	19	3	-

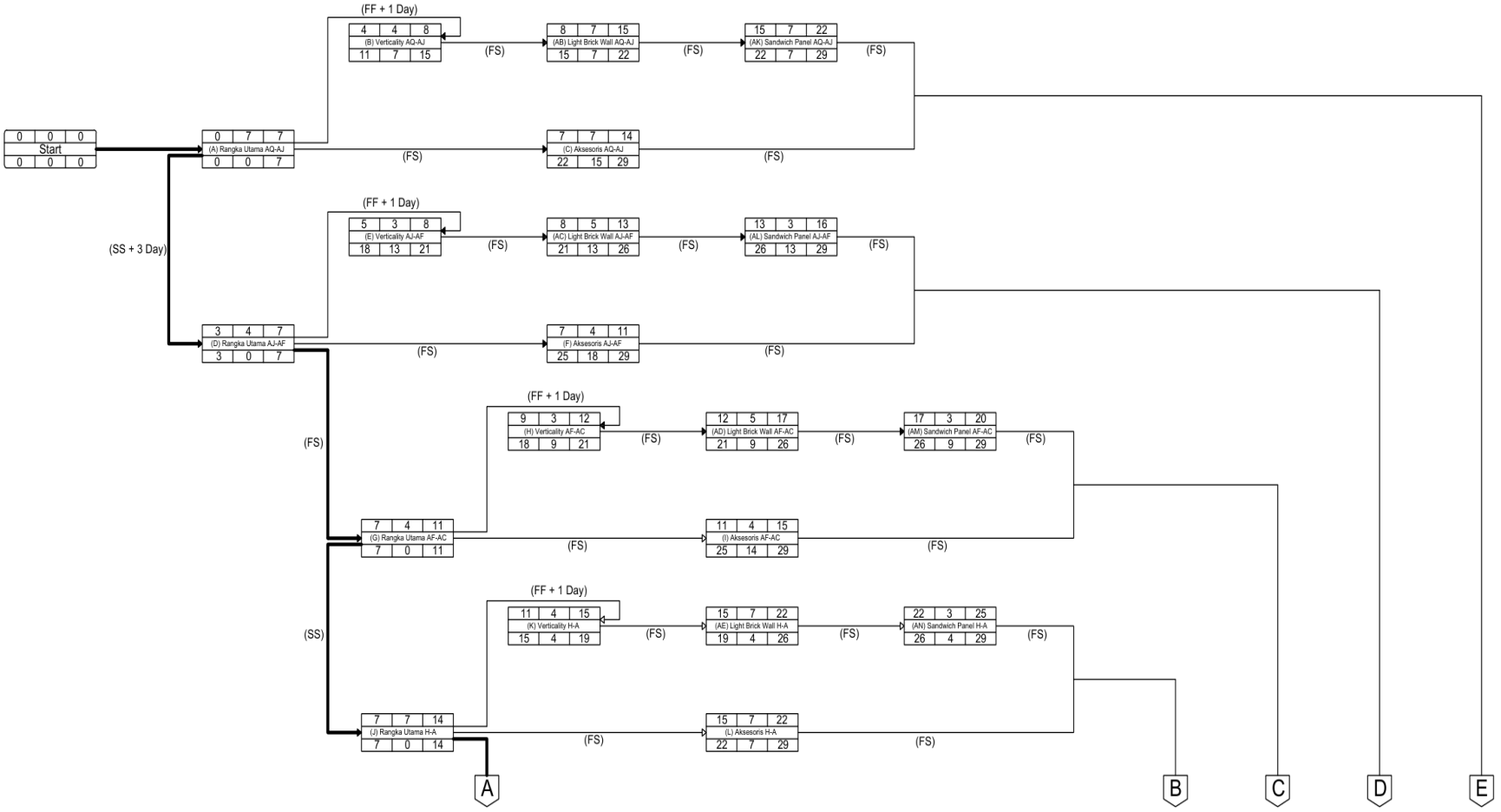
Tabel 5. 4 Hasil Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur dan Float

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Float	Keterangan
			ES	EF	LS	LF		
O	Aksesoris	4	15	19	25	29	10	-
	***Grid* Y-S**							
P	Rangka Utama	4	11	15	13	17	2	-
Q	*Verticality*	3	13	16	15	18	2	-
R	Aksesoris	4	15	19	25	29	10	-
	***Grid* S-P**							
S	Rangka Utama	4	15	19	15	19	0	Kritis
T	*Verticality*	3	17	20	20	23	3	-
U	Aksesoris	4	19	23	25	29	6	-
	***Grid Line* P-L**							
V	Rangka Utama	4	18	22	18	22	0	Kritis
W	*Verticality*	3	20	23	20	23	0	Kritis
X	Aksesoris	4	22	26	25	29	3	-
	***Grid Line* L-H**							
Y	Rangka Utama	4	19	23	19	23	0	Kritis
Z	*Verticality*	3	20	23	20	23	0	Kritis
AA	Aksesoris	4	23	27	25	29	2	-
	Light Brick Wall							
AB	*Grid* AQ-AJ	7	8	15	15	22	7	-
AC	*Grid* AJ-AF	5	8	13	21	26	13	-
AD	*Grid* AF-AC	5	12	17	21	26	9	-
AE	*Grid* H-A	7	15	22	19	26	4	-
AF	*Grid* AC-Y	5	16	21	19	24	3	-
AG	*Grid* Y-S	4	16	20	18	22	2	-

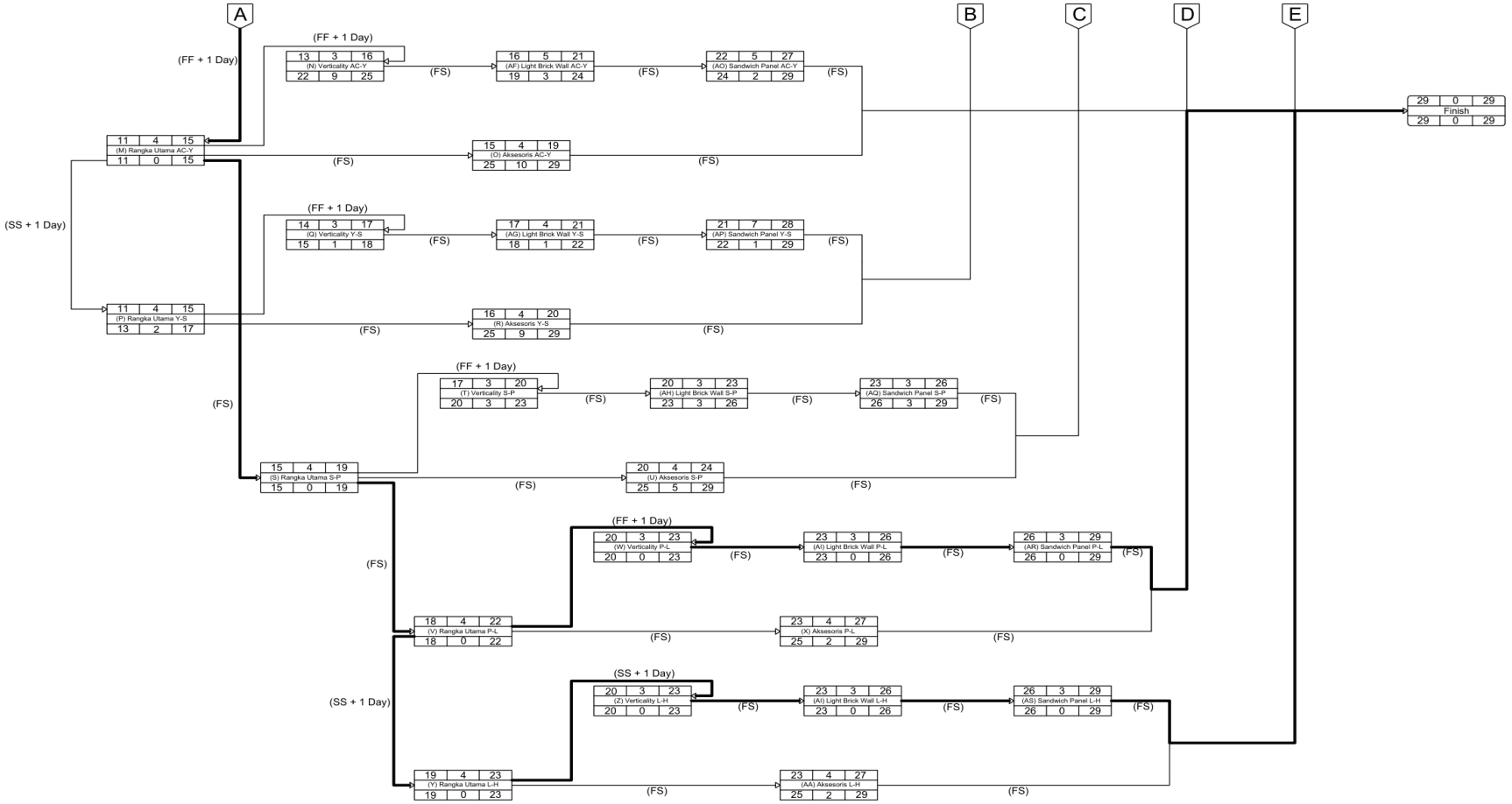
Lanjutan Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur dan Float

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Float	Keterangan
			ES	EF	LS	LF		
AH	*Grid* S-P	3	20	23	23	26	3	-
AI	*Grid* P-L	3	23	26	23	26	0	Kritis
AJ	*Grid* L-H	3	23	26	23	26	0	Kritis
	Sandwich Panel							
AK	*Grid* AQ-AJ	7	15	22	22	29	7	-
AL	*Grid* AJ-AF	3	13	16	26	29	13	-
AM	*Grid* AF-AC	3	17	20	26	29	9	-
AN	*Grid* H-A	3	22	25	26	29	4	-
AO	*Grid* AC-Y	5	22	27	24	29	2	-
AP	*Grid* Y-S	7	20	27	22	29	2	-
AQ	*Grid* S-P	3	23	26	26	29	3	-
AR	*Grid* P-L	3	26	29	26	29	0	Kritis
AS	*Grid Line* L-H	3	26	29	26	29	0	Kritis

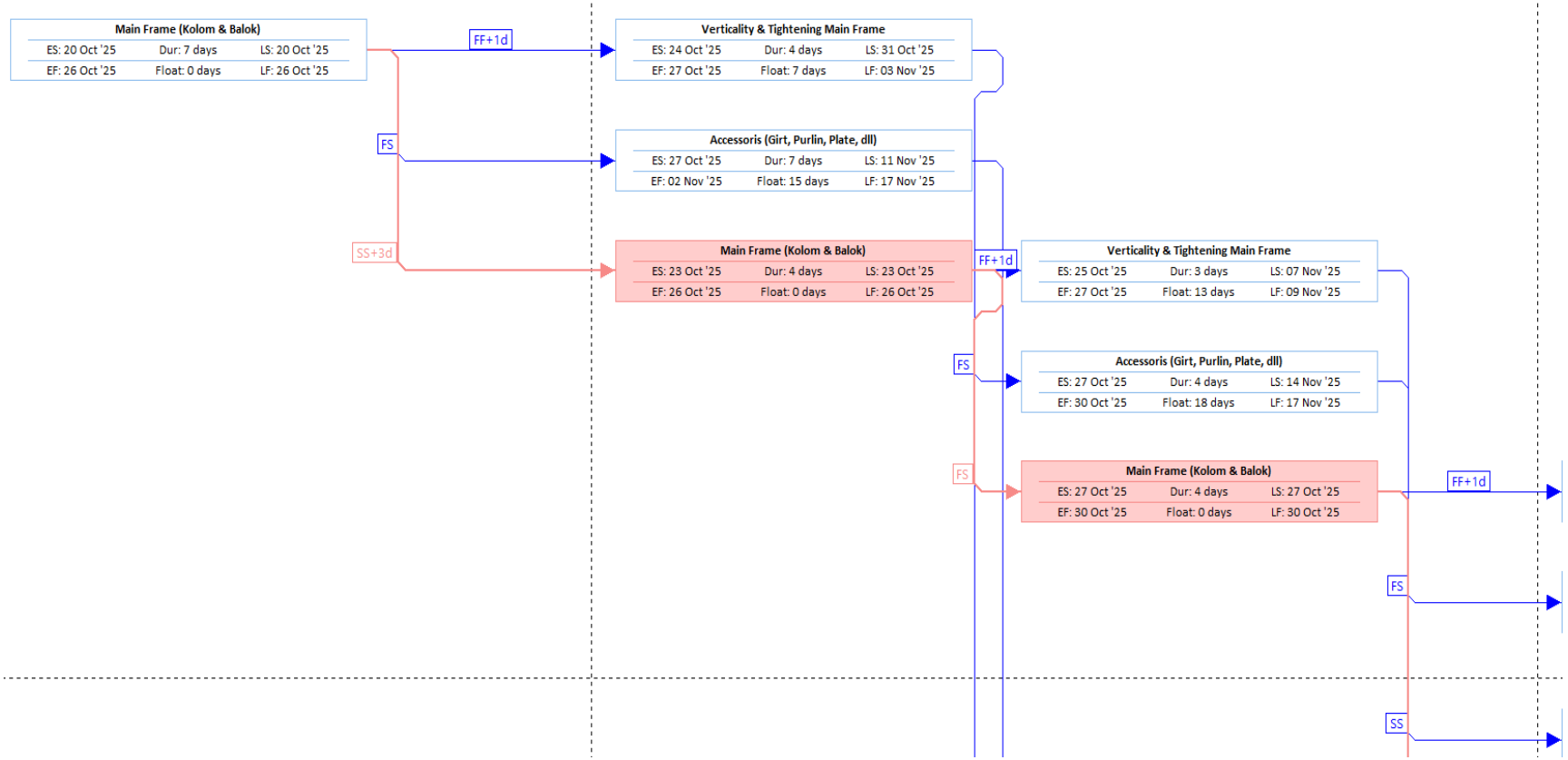
Visualisasi dari metode PDM ini diwujudkan dalam bentuk diagram jaringan (*network diagram*). Diagram jaringan merupakan representasi grafis dari alur kerja proyek yang memperlihatkan urutan kronologis serta keterkaitan logis antar-kegiatan secara mendetail. Berbeda dengan *Bar Chart*, setiap kegiatan dalam diagram jaringan direpresentasikan sebagai sebuah simpul atau node yang saling terhubung oleh garis panah. Melalui diagram ini, tim proyek dapat mengidentifikasi titik-titik krusial yang menentukan durasi total proyek serta memahami bagaimana keterlambatan pada satu kegiatan dapat berdampak secara berantai terhadap kegiatan lainnya. Detail mengenai susunan node dan aliran logika pada diagram jaringan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5. 4 Diagram Jaringan PDM Deterministik



Lanjutan 5. 4 Diagram Jaringan PDM Deterministik



Gambar 5. 5 Gambar Diagram Jaringan Dengan Microsoft Project

Merujuk pada hasil analisis diatas, ditemukan 2 jalur kritis yang berada pada *network diagram* diatas, yaitu pada rangkaian kegiatan (*Start* – A – D – G – J – M – S – V – W – AI – AR – *Finish*) dan yang kedua (*Start* – A – D – G – J – M – S – V – Y – Z – AJ – AS – *Finish*) kedua Jalur ini memiliki total durasi terpanjang sebesar 29 hari, yang sekaligus merepresentasikan durasi minimum yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur dan arsitektur pada proyek *Loading Dock Wall Cover*. Untuk kelanjutan dari diagram jaringan dengan *Microsft Project* dapat dilihat pada lampiran.

5.4.3 Analisis Aktivitas Pada Jalur Kritis

Sebagaimana telah ditunjukkan pada jaringan kerja (*network diagram*) di sub bab sebelumnya, jalur kritis dalam proyek ini terbentuk dari rangkaian aktivitas yang memiliki nilai fleksibilitas nol. Bagian ini akan membahas lebih mendalam mengenai rincian aktivitas tersebut serta dampaknya terhadap durasi total penyelesaian proyek yang terkoreksi menjadi 29 hari.

Berdasarkan diagram jaringan yang telah dihitung, didapatkan dua jalur kritis yang memiliki durasi sama yaitu sebesar 29 hari. Berikut rangkaian jalur kritisnya.

1. A – D – G – J – M – S – V – W – AI – AR = 29 hari
2. A – D – G – J – M – S – V – Y – Z – AJ – AS = 29 hari

Meskipun jalur kritis kedua memiliki aktivitas yang lebih banyak, namun durasi akhirnya sama yaitu 29 hari. Oleh karena itu fokus pengawasan tidak boleh hanya terpaku pada jalur dengan aktivitas tersingkat, melainkan harus terbagi secara merata pada kedua lintasan tersebut. Berikut adalah tabel rangkuman jalur kritis dengan aktivitas terpanjang, dari perhitungan PDM Deterministik atau rencana penjadwalan awal.

Tabel 5. 5 Perhitungan Jalur Kritis Metode PDM Deterministik

Kode	**Item Pekerjaan**	**Durasi**	**Perhitungan Maju**		**Perhitungan Mundur**		***Float***
			ES	**EF**	**LS**	**LF**	

Tabel 5. 6 Perhitungan Jalur Kritis Metode PDM Deterministik

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		*Float*
			ES	EF	LS	LF	
A	Rangka Utama AQ-AJ	7	0	7	0	7	0
D	Rangka Utama AJ-AF	4	3	7	3	7	0
G	Rangka Utama AF-AC	4	7	11	7	11	0
J	Rangka Utama AQ-AJ	7	7	14	7	14	0
M	Rangka Utama AC-AY	4	11	15	11	15	0
S	Rangka Utama S-P	4	15	19	15	19	0
V	Rangka Utama P-L	4	18	22	18	22	0
Y	Rangka Utama L-H	4	19	23	19	23	0
Z	*Verticality* L-H	3	20	23	20	23	0
AJ	Light Brick Wall L-H	3	23	26	23	26	0
AS	*Sandwich Panel* L-H	3	26	29	26	29	0

Seluruh item pekerjaan yang berada pada jalur ini ditetapkan sebagai aktivitas prioritas utama. Tidak adanya kelonggaran waktu (*float*) pada jalur tersebut menuntut manajemen proyek untuk memastikan ketersediaan material dan tenaga kerja tepat waktu guna menjamin proyek tetap selesai sesuai target 29 hari. Selain itu, banyaknya aktivitas pada jalur kritis kedua meningkatkan probabilitas terjadinya keterlambatan, sehingga pengendalian sumber daya pada setiap item pekerjaan di jalur tersebut menjadi sangat krusial.

5.5 Analisis Probabilitas dengan Metode PERT

analisis lebih lanjut dilakukan sebagaimana diuraikan di bawah ini Setelah rangkaian jalur kritis dan durasi deterministik sebesar 29 hari ditetapkan melalui metode PDM, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Berbeda dengan pendekatan deterministik yang hanya menggunakan satu angka durasi pasti, metode PERT mengakomodasi unsur ketidakpastian yang sering terjadi dalam pelaksanaan

proyek di lapangan. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana fluktuasi waktu pada aktivitas-aktivitas kritis dapat memengaruhi tanggal penyelesaian akhir proyek. Melalui penggunaan tiga estimasi waktu yakni durasi optimis, paling mungkin, dan pesimis. Perhitungan ini akan menghasilkan parameter statistik berupa durasi ekspektasi dan varians. Hasil dari tahap ini nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan tingkat kepercayaan terhadap keberhasilan proyek dalam mencapai target waktu yang telah ditentukan

5.5.1 Penerapan Estimasi Tiga Angka Waktu

Berdasarkan data yang diperoleh melalui wawancara dan tinjauan dokumen dengan manajemen PT.Indonesia Xin Hai *Steel Structure*, data estimasi waktu pada aktivitas kritis dikumpulkan dan dibuat tabel untuk dihitung dan dianalisis. Berikut adalah tabel estimasi tiga angka waktu dari 3 narasumber proyek yang diambil langsung di lapangan.

Tabel 5. 7 Estimasi Tiga Angka Waktu

No	Uraian Pekerjaan	Pendahulu	Durasi (hari)								
			a	b	m	a	b	m	a	b	m
			Pak Trio			Pak Farid			Pak Budi		
	***Grid* (AQ-AJ) *Loading Bay* 1**										
A	Rangka Utama	-	3	7	5	5	10	7	3	5	4
B	*Verticality & Tightening*	A	2	4	3	2	4	3	2	4	3
C	Aksesoris	A	5	10	7	5	10	7	7	12	10
	***Grid* (AJ-AF) *Loading Bay* 1-2**										
D	Rangka Utama (Kolom, Balok)	A	1	3	2	3	6	5	1	3	2
E	*Verticality & Tightening*	D	1	3	2	2	3	3	1	2	3
F	Aksesoris	D	3	5	4	3	8	6	2	4	3
	***Grid* (AF-AC) *Loading Bay* 2-3**										
G	Rangka Utama (Kolom, Balok)	D	1	3	2	3	6	5	1	3	2
H	*Verticality & Tightening*	G	1	3	2	2	3	3	1	2	3
I	Aksesoris	G	3	5	4	3	8	6	2	4	3

Tabel 5. 8 Estimasi Tiga Angka Waktu

No	Uraian Pekerjaan	Pendahulu	Durasi (hari)								
			a	b	m	a	b	m	a	b	m
			Pak Trio			Pak Farid			Pak Budi		
	***Grid* (H-A) *Loading Bay* 8**										
J	Rangka Utama (Kolom, Balok)	G	3	7	5	5	10	7	3	5	4
K	*Verticality & Tightening*	J	2	4	3	2	4	3	2	4	3
L	Aksesoris	J	5	10	7	5	10	7	7	12	10
	***Grid* (AC-AY) *Loading Bay* 3-4**										
M	Rangka Utama (Kolom, Balok)	G	1	3	2	3	6	5	1	3	2
N	*Verticality & Tightening*	M	1	3	2	2	3	3	1	2	3
O	Aksesoris	M	3	5	4	3	8	6	2	4	3
	***Grid* (Y-S) *Loading Bay* 4-5**										
P	Rangka Utama (Kolom, Balok)	M	2	6	3	4	8	6	2	4	3
Q	*Verticality & Tightening*	P	2	4	3	2	4	3	2	4	3
R	Aksesoris	P	2	5	4	4	8	6	3	5	4
	***Grid* (S-P) *Loading Bay* 5-6**										
S	Rangka Utama	M	1	3	2	3	6	5	1	3	2
T	*Verticality & Tightening*	S	1	3	2	2	3	3	1	3	2
U	Aksesoris	S	3	5	4	3	8	6	2	4	3
	***Grid* (P-L) *Loading Bay* 6-7**										
V	Rangka Utama (Kolom, Balok)	S	1	3	2	3	6	5	1	3	2
W	*Verticality & Tightening*	V	1	3	2	2	3	3	1	3	2
Q	Aksesoris	V	3	5	4	3	8	6	2	4	3
	***Grid* (L-H) *Loading Bay* 7-8**										
Y	Rangka Utama (Kolom, Balok)	V	1	3	2	3	6	5	1	3	2
Z	*Verticality & Tightening*	Y	1	3	2	2	3	3	1	3	2
AA	Aksesoris	Y	3	5	4	3	8	6	2	4	3
	Light Brick Wall										

Tabel 5. 9 Estimasi Tiga Angka Waktu

No	Uraian Pekerjaan	Pendahulu	Durasi (hari)								
			a	b	m	a	b	m	a	b	m
			Pak Trio			Pak Farid			Pak Budi		
AB	*Grid* (AQ-AJ) *Loading Bay* 1	B	6	12	7	5	8	6	5	10	7
AC	*Grid* (AJ-AF) *Loading Bay* 1-2	E	3	7	5	4	7	5	3	5	4
AD	*Grid* (AF-AC) *Loading Bay* 2-3	H	3	7	5	4	7	5	3	5	4
AE	*Grid* (H-A) *Loading Bay* 8	K	6	12	7	5	8	6	5	10	7
AF	*Grid* (AC-Y) *Loading Bay* 3-4	N	3	7	5	4	7	5	3	5	4
AG	*Grid* (Y-S) *Loading Bay* 4-5	Q	5	10	7	5	8	6	4	7	6
AH	*Grid* (S-P) *Loading Bay* 5-6	T	3	7	5	4	7	5	3	5	4
AI	*Grid* (P-L) *Loading Bay* 6-7	W	3	7	5	4	7	5	3	5	4
AJ	*Grid* (L-H) *Loading Bay* 7-8	Z	3	7	5	4	7	5	3	5	4
	Sandwich Panel										
AK	*Grid* (AQ-AJ) *Loading Bay* 1	AB	7	14	10	8	12	10	10	14	12
AL	*Grid* (AJ-AF) *Loading Bay* 1-2	AC	3	5	4	2	5	4	2	4	3
AM	*Grid* (AF-AC) *Loading Bay* 2-3	AD	3	5	4	2	5	4	2	4	3
AN	*Grid* (H-A) *Loading Bay* 8	AE	7	14	10	8	12	10	10	14	12
AO	*Grid* (AC-Y) *Loading Bay* 3-4	AF	3	5	4	2	5	4	2	4	3
AP	*Grid* (Y-S) *Loading Bay* 4-5	AG	4	7	5	5	9	7	4	8	6
AQ	*Grid* (S-P) *Loading Bay* 5-6	AH	3	5	4	2	5	4	2	4	3
AR	*Grid* (P-L) *Loading Bay* 6-7	AI	3	5	4	2	5	4	2	4	3
AS	*Grid* (L-H) *Loading Bay* 7-8	AJ	3	5	4	2	5	4	2	4	3

Tabel di atas menyajikan variasi pendapat dari tiga responden mengenai estimasi durasi proyek. Untuk keperluan analisis selanjutnya, nilai-nilai dari ketiga narasumber tersebut dirata-ratakan guna membentuk satu set data durasi optimis, paling mungkin, dan pesimis yang seragam. Proses perataan ini bertujuan untuk meminimalisir subjektivitas antarpakar sehingga diperoleh angka estimasi yang lebih objektif. Hasil rata-rata dari ketiga narasumber tersebut selanjutnya akan

digunakan sebagai input dalam perhitungan durasi ekspektasi (Te) dan varians (v) menggunakan metode PERT. Rangkuman hasil rata-rata estimasi tiga angka waktu untuk setiap aktivitas kritis dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 5. 10 Rata-Rata Estimasi Tiga Angka Waktu

No	Uraian Pekerjaan	Pendahulu	Durasi (hari)		
			a	b	m
	***Grid* (AQ-AJ) *Loading Bay* 1**				
A	Rangka Utama	-	3,67	7,33	5,33
B	*Verticality & Tightening*	A	2,00	4,00	3,00
C	Aksesoris	A	5,67	10,67	8,00
	***Grid* (AJ-AF) *Loading Bay* 1-2**				
D	Rangka Utama (Kolom, Balok)	A	1,67	4,00	3,00
E	*Verticality & Tightening*	D	1,33	2,67	2,67
F	Aksesoris	D	2,67	5,67	4,33
	***Grid* (AF-AC) *Loading Bay* 2-3**				
G	Rangka Utama (Kolom, Balok)	D	1,67	4,00	3,00
H	*Verticality & Tightening*	G	1,33	2,67	2,67
I	Aksesoris	G	2,67	5,67	4,33
	***Grid* (H-A) *Loading Bay* 8**				
J	Rangka Utama (Kolom, Balok)	G	3,67	7,33	5,33
K	*Verticality & Tightening*	J	2,00	4,00	3,00
L	Aksesoris	J	5,67	10,67	8,00
	***Grid* (AC-AY) *Loading Bay* 3-4**				
M	Rangka Utama (Kolom, Balok)	G	1,67	4,00	3,00
N	*Verticality & Tightening*	M	1,33	2,67	2,67
O	Aksesoris	M	2,67	5,67	4,33
	***Grid* (Y-S) *Loading Bay* 4-5**				
P	Rangka Utama (Kolom, Balok)	M	2,67	6,00	4,00
Q	*Verticality & Tightening*	P	2,00	4,00	3,00
R	Aksesoris	P	3,00	6,00	4,67

Lanjutan Tabel 5. 6 Rata-Rata Estimasi Tiga Angka Waktu

No	Uraian Pekerjaan	Pendahulu	Durasi (hari)		
			a	b	m
	***Grid* (S-P) *Loading Bay* 5-6**				
S	Rangka Utama (Kolom, Balok)	M	1,67	4,00	3,00
T	*Verticality & Tightening*	S	1,33	3,00	2,33
U	Aksesoris	S	2,67	5,67	4,33
	***Grid* (P-L) *Loading Bay* 6-7**				
V	Rangka Utama (Kolom, Balok)	S	1,67	4,00	3,00
W	*Verticality & Tightening*	V	1,33	3,00	2,33
Q	Aksesoris	V	2,67	5,67	4,33
	***Grid* (L-H) *Loading Bay* 7-8**				
Y	Rangka Utama (Kolom, Balok)	V	1,67	4,00	3,00
Z	*Verticality & Tightening*	Y	1,33	3,00	2,33
AA	Aksesoris	Y	2,67	5,67	4,33
	Light Brick Wall				
AB	*Grid* (AQ-AJ) *Loading Bay* 1	B	5,33	10,00	6,67
AC	*Grid* (AJ-AF) *Loading Bay* 1-2	E	3,33	6,33	4,67
AD	*Grid* (AF-AC) *Loading Bay* 2-3	H	3,33	6,33	4,67
AE	*Grid* (H-A) *Loading Bay* 8	K	5,33	10,00	6,67
AF	*Grid* (AC-Y) *Loading Bay* 3-4	N	3,33	6,33	4,67
AG	*Grid* (Y-S) *Loading Bay* 4-5	Q	4,67	8,33	6,33
AH	*Grid* (S-P) *Loading Bay* 5-6	T	3,33	6,33	4,67
AI	*Grid* (P-L) *Loading Bay* 6-7	W	3,33	6,33	4,67
AJ	*Grid* (L-H) *Loading Bay* 7-8	Z	3,33	6,33	4,67
	Sandwich Panel				
AK	Grid (AQ-AJ) *Loading Bay* 1	AB	8,33	13,33	10,67
AL	Grid (AJ-AF) *Loading Bay* 1-2	AC	2,33	4,67	3,67
AM	*Grid* (AF-AC) *Loading Bay* 2-3	AD	2,33	4,67	3,67
AN	*Grid* (H-A) *Loading Bay* 8	AE	8,33	13,33	10,67

Lanjutan Tabel 5. 6 Rata-Rata Estimasi Tiga Angka Waktu

No	Uraian Pekerjaan	Pendahulu	Durasi (hari)		
			a	b	m
AO	*Grid* (AC-Y) *Loading Bay* 3-4	AF	2,33	4,67	3,67
AP	*Grid* (Y-S) *Loading Bay* 4-5	AG	4,33	8,00	6,00
AQ	*Grid* (S-P) *Loading Bay* 5-6	AH	2,33	4,67	3,67
AR	*Grid* (P-L) *Loading Bay* 6-7	AI	2,33	4,67	3,67
AS	*Grid* (L-H) *Loading Bay* 7-8	AJ	2,33	4,67	3,67

Tabel rata-rata estimasi tiga angka waktu diatas menjadi dasar utama dalam melakukan transformasi dari penjadwalan deterministik menjadi penjadwalan yang merepresentasikan ketidakpastian yang terjadi di lapangan atau penjadwalan probabilistik

5.5.2 Perhitungan Durasi Ekspektasi, Standar Deviasi, dan Varians

Setelah menetapkan estimasi tiga angka waktu (*optimistic*, *most likely*, *pesimistic*) pada sub-bab sebelumnya, tahap selanjutnya adalah mengonversi ketidakpastian tersebut menjadi satu nilai durasi tunggal yang representatif. Dalam metode PERT, durasi ini disebut sebagai Durasi Ekspektasi (Te). Nilai Te diperoleh melalui pendekatan rata-rata tertimbang, di mana waktu yang paling mungkin terjadi (m) diberikan bobot empat kali lebih besar dibandingkan waktu optimis (a) dan pesimis (b), dengan asumsi bahwa distribusi data mengikuti Distribusi Beta. Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk durasi ekspetasi (Te):

a. Perhitungan Durasi Ekspektasi

(D) Rangka Utama (*Grid* AJ-AF *loading bay* 1-2)

$$Te = \frac{a+4m+b}{6}$$

$$= \frac{1{,}67+4\times3+4}{6}$$

= 2,94 Hari

Selain menentukan durasi rata-rata, analisis ini juga menghitung tingkat ketidakpastian yang melekat pada setiap aktivitas kritis. Ketidakpastian ini diukur menggunakan Standar Deviasi (S) untuk mengetahui seberapa jauh durasi aktual

dapat menyimpang dari durasi ekspektasi. Selanjutnya, nilai standar deviasi dikuadratkan untuk mendapatkan Varians (V). Nilai varians ini sangat krusial karena bersifat aditif (dapat dijumlahkan) sepanjang jalur kritis, yang nantinya digunakan untuk mengukur risiko proyek secara keseluruhan. Adapun contoh perhitungan untuk Standar Deviasi dan Varians sebagai berikut.

a. Perhitungan Standar Deviasi (S)

Pekerjaan (D) Rangka Utama (*Grid* AJ-AF *loading bay* 1-2)

S $= \frac{b-a}{6}$

$= \frac{4-1,67}{6}$

$= 0,39$

b. Perhitungan Varians (V)

Pekerjaan (D) Rangka Utama (*Grid* AJ-AF *loading bay* 1-2)

V $= s^2$

$= 0,39^2$

$= 0,15$

Berdasarkan proses perhitungan di atas lebih lengkapnya hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5. 7 sebagai berikut.

Tabel 5. 11 Hasil Perhitungan Durasi Ekspektasi (Te), Standar Deviasi (S), dan Varians (V)

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)			Te	s	v
		a	b	m			
	***Grid* (AQ-AJ) *Loading Bay* 1**						
A	Rangka Utama	3,67	7,33	5,33	5,39	0,61	0,37
B	*Verticality & Tightening*	2	4	3	3	0,33	0,11
C	Aksesoris	5,67	10,67	8	8,06	0,83	0,69
	***Grid* (AJ-AF) *Loading Bay* 1-2**						
D	Rangka Utama	1,67	4	3	2,94	0,39	0,15
E	*Verticality & Tightening*	1,33	2,67	2,67	2,44	0,22	0,05
F	Aksesoris	2,67	5,67	4,33	4,28	0,50	0,25
	***Grid* (AF-AC) *Loading Bay* 2-3**						
G	Rangka Utama	1,67	4	3	2,94	0,39	0,15
H	*Verticality & Tightening*	1,33	2,67	2,67	2,44	0,22	0,05
I	Aksesoris	2,67	5,67	4,33	4,28	0,50	0,25
	***Grid* (H-A) *Loading Bay* 8**						
J	Rangka Utama	3,67	7,33	5,33	5,39	0,61	0,37
K	*Verticality & Tightening*	2	4	3	3	0,33	0,11
L	Aksesoris	5,67	10,67	8	8,06	0,83	0,69
	***Grid* (AC-AY) *Loading Bay* 3-4**						
M	Rangka Utama	1,67	4	3	2,94	0,39	0,15
N	*Verticality & Tightening*	1,33	2,67	2,67	2,44	0,22	0,05

Lanjutan Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Durasi Ekspektasi (Te), Standar Deviasi (S), dan Varians (V)

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)			Te	S	V
		a	b	m			
O	Aksesoris	2,67	5,67	4,33	4,28	0,50	0,25
	***Grid* (Y-S) *Loading Bay* 4-5**						
P	Rangka Utama	2,67	6	4	4,11	0,56	0,31
Q	*Verticality & Tightening*	2	4	3	3	0,33	0,11
R	Aksesoris	3	6	4,67	4,61	0,50	0,25
	***Grid* (S-P) *Loading Bay* 5-6**						
S	Rangka Utama	1,67	4	3	2,94	0,39	0,15
T	*Verticality & Tightening*	1,33	3	2,33	2,28	0,28	0,08
U	Aksesoris	2,67	5,67	4,33	4,28	0,50	0,25
	***Grid* (P-L) *Loading Bay* 6-7**						
V	Rangka Utama	1,67	4	3	2,94	0,39	0,15
W	*Verticality & Tightening*	1,33	3	2,33	2,28	0,28	0,08
Q	Aksesoris	2,67	5,67	4,33	4,28	0,50	0,25
	***Grid* (L-H) *Loading Bay* 7-8**						
Y	Rangka Utama	1,67	4	3	2,94	0,39	0,15
Z	*Verticality & Tightening*	1,33	3	2,33	2,28	0,28	0,08
AA	Aksesoris	2,67	5,67	4,33	4,28	0,50	0,25
	Light Brick Wall						
AB	Grid (AQ-AJ) Loading Bay 1	5,33	10	6,67	7	0,78	0,60

Lanjutan Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Durasi Ekspektasi (Te), Standar Deviasi (S), dan Varians (V)

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)			Te	S	V
		a	b	m			
AC	Grid (AJ-AF) Loading Bay 1-2	3,33	6,33	4,67	4,72	0,50	0,25
AD	Grid (AF-AC) Loading Bay 2-3	3,33	6,33	4,67	4,72	0,50	0,25
AE	Grid (H-A) Loading Bay 8	5,33	10	6,67	7	0,78	0,60
AF	Grid (AC-Y) Loading Bay 3-4	3,33	6,33	4,67	4,72	0,50	0,25
AG	Grid (Y-S) Loading Bay 4-5	4,67	8,33	6,33	6,39	0,61	0,37
AH	Grid (S-P) Loading Bay 5-6	3,33	6,33	4,67	4,72	0,50	0,25
AI	Grid (P-L) Loading Bay 6-7	3,33	6,33	4,67	4,72	0,50	0,25
AJ	Grid (L-H) Loading Bay 7-8	3,33	6,33	4,67	4,72	0,50	0,25
	Sandwich Panel						
AK	Grid (AQ-AJ) Loading Bay 1	8,33	13,33	10,67	10,72	0,83	0,69
AL	Grid (AJ-AF) Loading Bay 1-2	2,33	4,67	3,67	3,61	0,39	0,15
AM	Grid (AF-AC) Loading Bay 2-3	2,33	4,67	3,67	3,61	0,39	0,15
AN	Grid (H-A) Loading Bay 8	8,33	13,33	10,67	10,72	0,83	0,69
AO	Grid (AC-Y) Loading Bay 3-4	2,33	4,67	3,67	3,61	0,39	0,15
AP	Grid (Y-S) Loading Bay 4-5	4,33	8	6	6,06	0,61	0,37
AQ	Grid (S-P) Loading Bay 5-6	2,33	4,67	3,67	3,61	0,39	0,15
AR	Grid (P-L) Loading Bay 6-7	2,33	4,67	3,67	3,61	0,39	0,15
AS	Grid (L-H) Loading Bay 7-8	2,33	4,67	3,67	3,61	0,39	0,15

Seluruh nilai durasi ekspektasi (Te), standar deviasi (S), dan varians (V) yang telah dikalkulasi dalam tabel di atas merupakan parameter input utama dalam tahap pemodelan selanjutnya. Angka-angka ini tidak lagi diperlakukan sebagai durasi statis, melainkan sebagai variabel dinamis yang akan diintegrasikan ke dalam struktur jaringan kerja PDM. Proses integrasi ini bertujuan untuk menguji sejauh mana akumulasi ketidakpastian pada tiap aktivitas dapat memengaruhi fleksibilitas *float* dan total durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

5.6 Integrasi PERT-PDM

Integrasi PERT-PDM ini bertujuan untuk menyusun kembali kerangka waktu proyek dengan memasukkan nilai-nilai probabilitas tersebut ke dalam hubungan logika ketergantungan antar aktivitas. Dengan mengintegrasikan hasil perhitungan PERT ke dalam sistem *Precedence Diagram Method* (PDM), peneliti dapat mensimulasikan bagaimana ketidakpastian pada tiap kegiatan memengaruhi durasi total dan stabilitas jalur kritis secara keseluruhan.

5.6.1 Simulasi Jaringan Kerja Dengan Durasi Ekspektasi

Durasi ekspektasi (Te) yang sudah ditemukan akan disimulasikan ulang terhadap seluruh jaringan kerja proyek menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Proses ini dilakukan dengan memasukkan nilai (Te) sebagai durasi baru ke dalam struktur logika yang telah divalidasi, guna menghitung parameter waktu *forward Pass* dan *backward Pass.* Simulasi ini menjadi sangat krusial untuk melihat bagaimana durasi probabilistik yang mengandung angka desimal memengaruhi akumulasi waktu dan ketersediaan tenggang waktu (*float*) pada setiap lintasan kegiatan. Hasil perhitungan menyeluruh dari simulasi ini disajikan pada tabel 5.8 berikut.

Tabel 5. 12 Perhitungan Parameter Waktu Dengan Durasi (Te)

Kode	Item Pekerjaan	Durasi/ Te	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Float	Keterangan
			ES	EF	LS	LF		
	***Grid* AQ-AJ**							
A	Rangka Utama	5,39	0	5,39	0	5,39	0	Kritis
B	*Verticality*	3	3,39	6,39	9,33	12,33	5,94	-
C	Aksesoris	8,06	5,39	13,44	22	30,06	16,61	-
	***Grid* AJ-AF**							
D	Rangka Utama	2,94	3	5,94	3	5,94	0	Kritis
E	*Verticality*	2,44	4,50	6,94	19,28	21,72	14,78	-
F	Aksesoris	4,28	5,94	10,22	25,78	30,06	19,83	-
	***Grid* AF-AC**							
G	Rangka Utama	2,94	5,94	8,89	5,94	8,89	0	Kritis
H	*Verticality*	2,44	7,44	9,89	19,28	21,72	11,83	-
I	Aksesoris	4,28	8,89	13,17	25,78	30,06	16,89	-
	***Grid* H-A**							
J	Rangka Utama	5,39	5,94	11,33	5,94	11,33	0	Kritis
K	*Verticality*	3	9,33	12,33	9,33	12,33	0	Kritis
L	Aksesoris	8,06	11,33	19,39	22	30,06	10,67	-
	***Grid* AC-Y**							
M	Rangka Utama	2,94	9,39	12,33	12,56	15,50	3,17	-
N	*Verticality*	2,44	10,89	13,33	19,28	21,72	8,39	-
O	Aksesoris	4,28	12,33	16,61	25,78	30,06	13,44	-
	***Grid* Y-S**							
P	Rangka Utama	4,11	10,39	14,50	11,39	15,50	1	-
Q	*Verticality*	3	12,50	15,50	14,61	17,61	2,11	-
R	Aksesoris	4,61	14,50	19,11	25,44	30,06	10,94	-
	***Grid* S-P**							

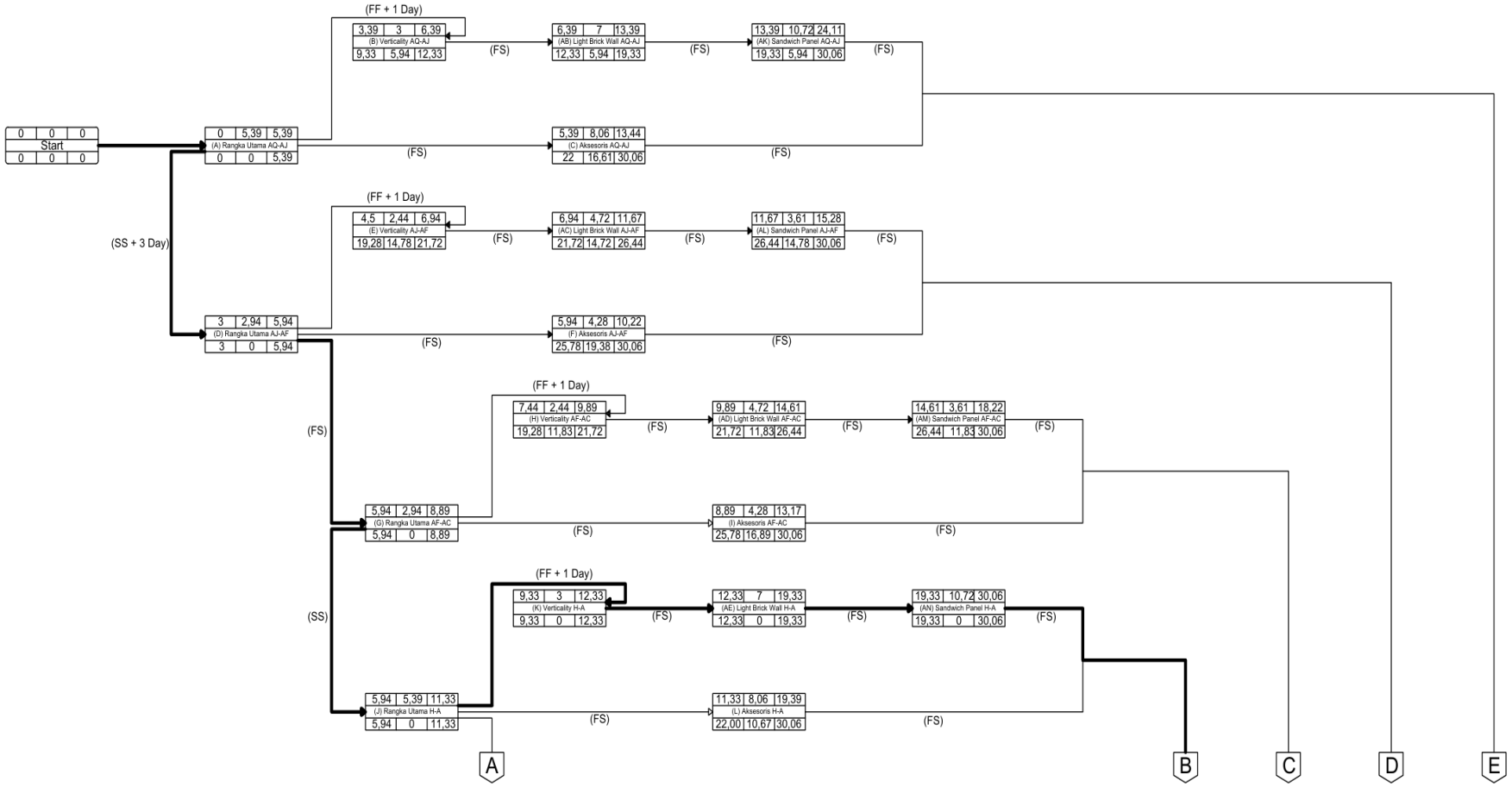
Lanjutan Tabel 5.8 Perhitungan Parameter Waktu Dengan Durasi (Te)

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Float	Keterangan
			ES	EF	LS	LF		
S	Rangka Utama	2,94	12,33	15,28	15,50	18,44	3,17	-
T	*Verticality*	2,28	14	16,28	19,44	21,72	5,44	-
U	Aksesoris	4,28	15,28	19,56	25,78	30,06	10,50	-
	***Grid Line* P-L**							
V	Rangka Utama	2,94	14,28	17,22	17,78	20,72	3,50	-
W	*Verticality*	2,28	15,94	18,22	19,44	21,72	3,50	-
X	Aksesoris	4,28	17,22	21,50	25,78	30,06	8,56	-
	***Grid Line* L-H**							
Y	Rangka Utama	2,94	15,28	18,22	18,44	21,39	3,17	-
Z	*Verticality*	2,28	16,28	18,56	19,44	21,72	3,17	-
AA	Aksesoris	4,28	18,22	22,50	25,78	30,06	7,56	-
	Light Brick Wall							
AB	*Grid* AQ-AJ	7	6,39	13,39	12,33	19,33	5,94	-
AC	*Grid* AJ-AF	4,72	6,94	11,67	21,72	26,44	14,78	-
AD	*Grid* AF-AC	4,72	9,89	14,61	21,72	26,44	11,83	-
AE	*Grid* H-A	7	12,33	19,33	12,33	19,33	0	Kritis
AF	*Grid* AC-Y	4,72	13,33	18,06	21,72	26,44	8,39	-
AG	*Grid* Y-S	6,39	15,50	21,89	17,61	24	2,11	-
AH	*Grid* S-P	4,72	16,28	21	21,72	26,44	5,44	-
AI	*Grid* P-L	4,72	18,22	22,94	21,72	26,44	3,50	-
AJ	*Grid* L-H	4,72	18,56	23,28	21,72	26,44	3,17	-
	Sandwich Panel							
AK	*Grid* AQ-AJ	10,72	15	22	22	29	5,94	-
AL	*Grid* AJ-AF	3,61	13	16	26	29	14,78	-

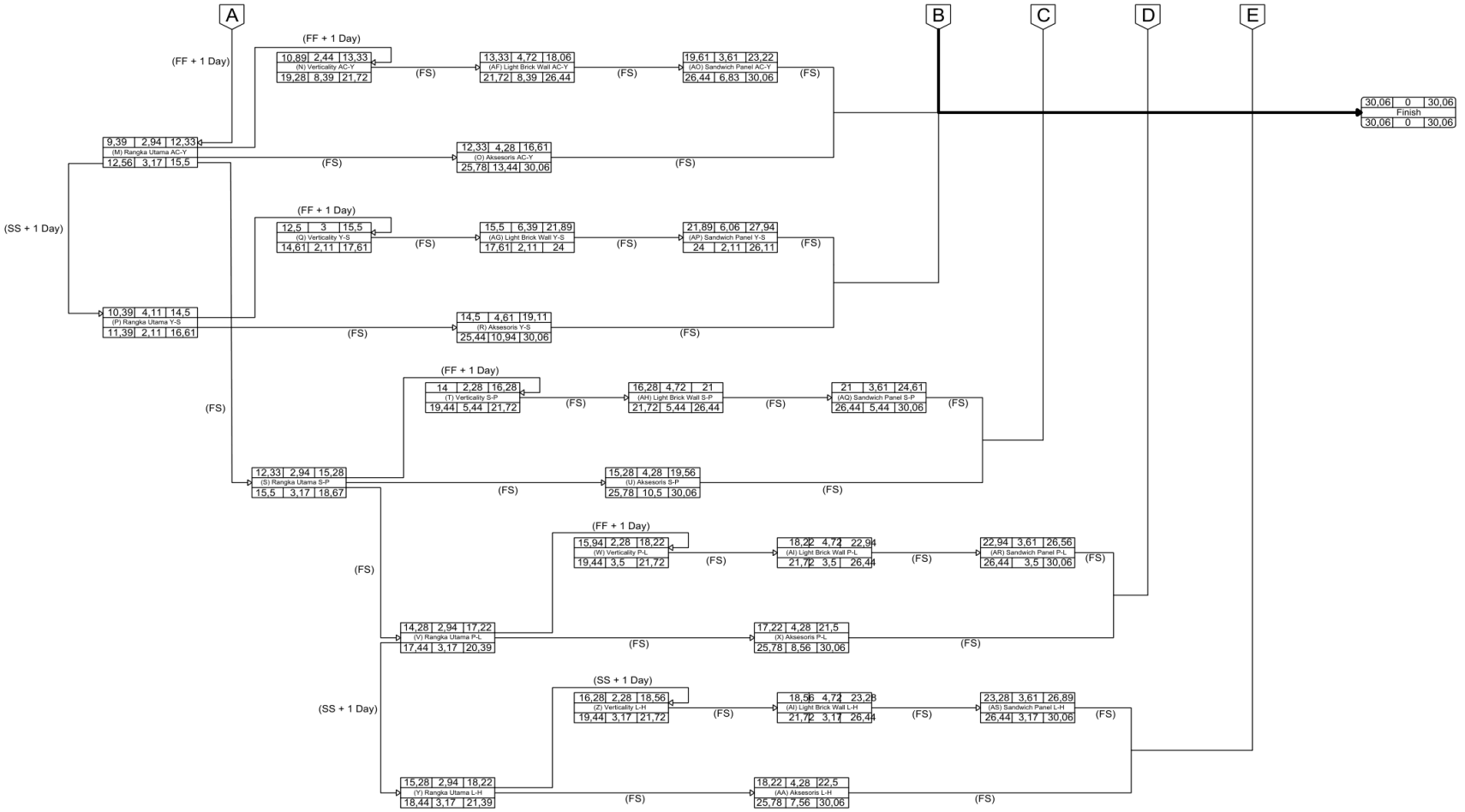
Lanjutan Tabel 5.8 Perhitungan Parameter Waktu Dengan Durasi (Te)

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Float	Keterangan
			ES	EF	LS	LF		
AM	*Grid* AF-AC	3,61	14,61	18,22	26,44	30,06	11,83	-
AN	*Grid* H-A	10,72	19,33	30,06	19,33	30,06	0	Kritis
AO	*Grid* AC-Y	3,61	19,61	23,22	26,44	30,06	6,83	-
AP	*Grid* Y-S	6,06	21,89	27,94	24	30,06	2,11	-
AQ	*Grid* S-P	3,61	21	24,61	26,44	30,06	5,44	-
AR	*Grid* P-L	3,61	22,94	26,56	26,44	30,06	3,50	-
AS	*Grid Line* L-H	3,61	23,28	26,89	26,44	30,06	3,17	-

Data parameter waktu yang tersaji pada Tabel 5.8 di atas memberikan gambaran numerik mengenai jadwal proyek dalam kondisi probabilistik. Namun, untuk memahami interaksi dinamis dan aliran kerja antar aktivitas secara lebih komprehensif, data tersebut perlu divisualisasikan ke dalam sebuah diagram jaringan kerja (*Precedence Diagram Method*). Diagram jaringan kerja hasil integrasi PERT-PDM ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 5. 6 Diagram Jaringan PDM Dengan Durasi (Te)



Lanjutan Gambar 5. 6 Diagram Jaringan PDM Dengan Durasi (Te)

Diagram jaringan kerja PDM (*Precedence Diagram Method*) di atas memvisualisasikan seluruh alur logika aktivitas proyek setelah mengintegrasikan durasi ekspektasi (Te). Berdasarkan tampilan grafis tersebut, terlihat dengan jelas bagaimana distribusi waktu mengalir melalui hubungan *finish to start*, *start to start* (SS), *finish to finish* dan (FF), di mana setiap kotak aktivitas telah memuat parameter waktu terbaru hasil perhitungan *forward* dan *backward pass*. Lintasan yang ditandai dengan garis tebal merupakan jalur kritis yang tidak memiliki fleksibilitas waktu (total *float* = 0). Pemetaan visual ini menjadi sangat penting karena menunjukkan bahwa ketidakpastian pada durasi tiap kegiatan telah mengakibatkan perubahan pada titik-titik krusial jadwal, yang selanjutnya akan dianalisis lebih mendalam pada bagian pergeseran jalur kritis.

5.6.2 Evaluasi Pergeseran Jalur Kritis (*Critical Path Shifting*)

Setelah melakukan pemetaan visual melalui diagram jaringan kerja, langkah krusial selanjutnya adalah menganalisis ada atau tidaknya fenomena pergeseran jalur kritis (*critical path shifting*). Pergeseran ini terjadi apabila durasi ekspektasi (Te) yang telah mempertimbangkan faktor risiko mengakibatkan aktivitas yang sebelumnya memiliki kelonggaran waktu (*float*) menjadi kehilangan kelonggaran tersebut, sehingga berubah status menjadi aktivitas kritis. Dengan membandingkan lintasan kritis pada jadwal deterministik awal dengan lintasan kritis pada jadwal probabilistik PERT-PDM, maka dapat ditemukan jalur kritis yang baru. Analisis ini memberikan pemahaman mendalam bahwa risiko tidak hanya memperpanjang durasi, tetapi juga dapat mengubah prioritas pengawasan manajerial di lapangan. Dalam penelitian ini, ditemukan pergeseran jalur kritis setelah integrasi PERT-PDM yang ditampilkan pada tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5. 13 Jalur Kritis Baru

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		*Float*
			ES	EF	LS	LF	
A	Rangka Utama AQ-AJ	5,39	0	5,39	0	5,39	0

Lanjutan Tabel 5. 9 Jalur Kritis Baru

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		*Float*
			ES	EF	LS	LF	
D	Rangka Utama AJ-AF	2,94	3	5,94	3	5,94	0
G	Rangka Utama AF-AC	2,94	5,94	8,89	5,94	8,89	0
J	Rangka Utama AQ-AJ	5,39	5,94	11,33	5,94	11,33	0
K	*Verticality* H-A	3	9,33	12,33	9,33	12,33	0
AE	*Light Brick Wall* H-A	7	12,33	19,33	12,33	19,33	0
AN	*Sandwich Panel* H-A	10,72	19,33	30,06	19,33	30,06	0

Berdasarkan Tabel 5.9 yang telah ditampilkan, lintasan kritis berubah menjadi (K) *Verticality & Tightening Main Frame* yang semula memiliki float selama 4 hari, kini berubah menjadi kritis. Hal ini disebabkan oleh tingginya varians pada aktivitas tersebut akibat risiko cuaca, dan juga risiko penundaan pekerjaan yang terpaksa karena aktivitas pabrik yang masih berjalan saat proyek sedang dikerjakan, sehingga durasi ekspektasinya membengkak dan menghabiskan seluruh kelonggaran waktu yang ada. Pergeseran ini menunjukkan bahwa fokus manajemen proyek harus dialihkan dari Aktivitas (M) Rangka Utama AC-Y, ke Aktivitas (K) *Verticality & Tightening Main Frame*, guna mencegah keterlambatan total proyek

Fenomena pergeseran jalur kritis yang teridentifikasi di atas menegaskan bahwa durasi penyelesaian proyek kini sangat bergantung pada lintasan aktivitas yang memiliki sensitivitas risiko paling tinggi. Dengan ditetapkannya rangkaian aktivitas pada jalur kritis baru ini, maka seluruh parameter ketidakpastian (varians) yang melekat pada lintasan tersebut akan dikompilasi untuk menentukan karakteristik statistik proyek secara utuh. Hasil evaluasi pergeseran ini menjadi dasar utama dalam menetapkan angka durasi ekspektasi total dan standar deviasi proyek, yang akan dipaparkan secara rinci pada sub-bab berikutnya.

5.6.3 Analisis Probabilitas dan Peluang Keberhasilan

Tahap akhir dari integrasi PERT-PDM adalah analisis probabilitas dan Peluang keberhasilan yang akan menjadi indikator performa jadwal secara menyeluruh. Setelah jalur kritis baru berhasil diidentifikasi pada sub-bab sebelumnya, maka dilakukan akumulasi terhadap nilai durasi ekspektasi (Te) dan varians (V) dari aktivitas-aktivitas yang berada di lintasan kritis tersebut. Penetapan durasi ekspektasi proyek (Te) dan standar deviasi proyek (S) ini sangat krusial, karena kedua angka tersebut merepresentasikan karakteristik distribusi probabilitas penyelesaian proyek di bawah pengaruh berbagai variabel risiko eksternal. Parameter inilah yang nantinya akan digunakan untuk mengukur tingkat kepercayaan dan peluang keberhasilan proyek dalam mencapai target waktu rencana

Berdasarkan perhitungan pada tabel 5.9, total durasi proyek dapat diperoleh dengan menjumlahkan nilai Te pada jalur kritis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian proyek adalah 30,06 hari. Selanjutnya, probabilitas tercapainya target waktu perencanaan tersebut dapat ditentukan melalui perhitungan di bawah ini.

a. Varians Pada Jalur Kritis

Vkritis = ∑V jalur kritis baru

= V aktivitas (A) + V aktivitas (D) + V aktivitas (G) + V aktivitas (J) + V aktivitas (K) + V aktivitas (AE) + V aktivitas (AS)

= 0,37 + 0,15 + 0,15 + 0,37 + 0,11 + 0,60 + 0,15

= 2,46

b. Standar Deviasi (S) Pada Jalur Kritis

$S = \sqrt{v}$

$= \sqrt{2,46}$

= 1,57

c. Nilai Probabilitas (Z)

$Z = \frac{Td - Te}{s}$

$= \frac{29 - 30,6}{1,57}$

= - 0,67

Setelah nilai (z) diperoleh, probabilitas bahwa durasi proyek sesuai dengan durasi ekspektasi dapat dilihat pada Tabel 5.10 di bawah ini.

Tabel 5. 14 Distribusi Normal Z

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,8	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
-3,7	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
-3,6	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
-3,5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359

(Sumber: Dewi, 2021)

Lanjutan Tabel 5. 10 Distribusi Normal Z

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,6	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999

(Sumber: Dewi, 2021)

Berdasarkan tabel 5.10 diatas, probabilitas penyelesaian proyek sesuai dengan jadwal perencanaan adalah 0,2514 atau 25,14%. Artinya kemungkinan proyek dapat selesai tepat waktu hanya sebesar 25,14%.

5.7 Evaluasi dan Perbandingan Hasil

Setelah seluruh tahapan perhitungan integrasi PERT-PDM diselesaikan, dilakukan evaluasi menyeluruh untuk membandingkan performa jadwal antara model deterministik awal dengan model probabilistik yang telah mempertimbangkan variabel risiko. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana ketidakpastian memengaruhi stabilitas durasi dan struktur lintasan kritis proyek. Berdasarkan hasil perbandingan, terlihat adanya ketidaksesuaian yang signifikan baik dari segi dimensi waktu penyelesaian maupun dari sisi fleksibilitas jadwal (*float*). Penemuan adanya selisih durasi dan rendahnya nilai probabilitas keberhasilan menjadi indikator kuat bahwa jadwal rencana awal bersifat terlalu optimis dan memerlukan penyesuaian strategi guna mengantisipasi potensi keterlambatan di lapangan. Parameter perbandingan utama dari penjadwalan rencana awal dan penjadwalan dengan metode PDM-PERT, dijelaskan pada beberapa poin dibawah ini.

5.7.1 Perbandingan Durasi Rencana Awal dan Durasi Ekspektasi

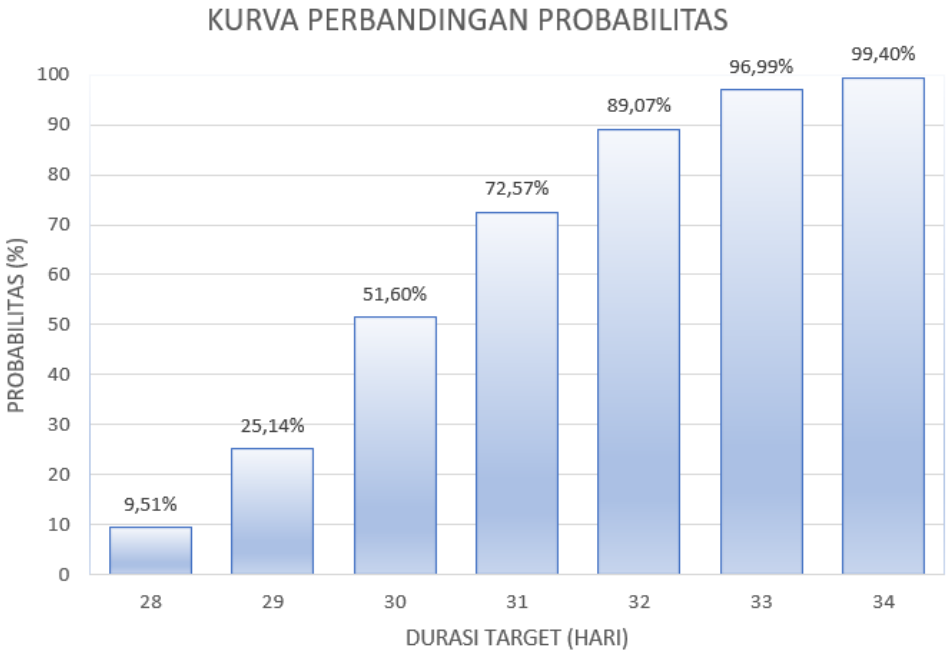
Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, ditemukan beberapa perbedaan, yaitu perbedaan antara durasi rencana existing proyek selama 28 hari, yang mana setelah diverifikasi tenaga teknis, durasi existing tersebut harus di normalisasi karena kesalahan logika ketergantungan yang menyebabkan tidak ditemukannya jalur kritis. Normalisasi logika jaringan tersebut membuat jadwal rencana awal proyek berubah menjadi 29 hari, dan telah dilakukan analisis penjadwalan menggunakan metode PDM Deterministik atau penjadwalan konvensional yang bersifat statis. Namun, hasil analisis menunjukkan bahwa durasi 29 hari tersebut hanyalah representasi dari kondisi ideal yang belum memperhitungkan variabel ketidakpastian di lapangan. Ketika durasi tersebut diuji kembali menggunakan pendekatan probabilistik dalam metode PERT dan di integrasikan lagi ke metode PDM, durasi aktual yang didapatkan adalah 30,60 hari.

Munculnya selisih sebesar 1,60 hari, mengonfirmasi adanya akumulasi risiko yang sebelumnya tidak terdeteksi dalam model deterministik. Secara metodologis, perbedaan ini terjadi karena metode PERT mengakomodasi rentang waktu antara durasi optimis dan pesimis, sehingga angka 30,60 hari muncul sebagai refleksi yang lebih realistis terhadap dinamika ketidakpastian pada pekerjaan konstruksi. Penambahan durasi sebesar 5,52% dari rencana awal ini memberikan sinyal bahwa jadwal 29 hari memiliki tingkat kerentanan yang tinggi, di mana hambatan kecil pada aktivitas tertentu dapat dengan mudah memicu keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Konsekuensi dari adanya selisih durasi tersebut secara langsung memengaruhi tingkat keyakinan terhadap keberhasilan proyek. Untuk memvalidasi sejauh mana durasi rencana awal (29 hari) dapat dipertahankan di tengah ketidakpastian tersebut, dilakukan analisis distribusi normal menggunakan nilai durasi ekspektasi (Te) sebesar 30,60 hari dan standar deviasi (S) sebesar 1,57. Melalui perhitungan nilai (Z) dan luas area di bawah kurva normal, dapat dipetakan probabilitas penyelesaian proyek untuk berbagai target durasi (Td). Pemetaan ini bertujuan untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai risiko keterlambatan dan membantu dalam menentukan target waktu yang lebih aman bagi pemangku kepentingan, sebagaimana dirinci dalam tabel dan grafik probabilitas berikut ini.

Tabel 5. 15 Nilai Distribusi Normal dan Probabilitas

Durasi Target (Td)	**Distribusi Normal Kumulatif**	**Nilai Probabilitas (%)**
28 Hari	0,0951	9,51%
29 Hari	0,2514	25,14%
30 Hari	0,5160	51,60%
31 Hari	0,7257	72,57%
32 Hari	0,8907	89,07%
33 Hari	0,9699	96,99%
34 Hari	0,9940	99,40%



Gambar 5. 7 Grafik Probabilitas

Berdasarkan analisis diatas, probabilitas proyek dapat terselesaikan sesuai durasi PDM deterministik selama 29 hari hanya memiliki tingkat kepercayaan sebesar 25,41%. Rendahnya tingkat kepercayaan ini menunjukkan bahwa estimasi deterministik cenderung terlalu optimis dan tidak cukup mengakomodasi variabilitas yang mungkin terjadi di lapangan. Namun, apabila durasi target digeser menjadi 30 hari probabilitasnya meningkat menjadi 51,60%, dan tingkat probabilitas sebesar 99,40% didapatkan pada durasi target selama 34 hari.

5.7.2 Perbandingan Jalur Kritis Awal dan Jalur Kritis Baru

Integrasi faktor risiko ke dalam penjadwalan tidak hanya berdampak pada perpanjangan durasi total, tetapi juga menyebabkan perubahan mendasar pada jalur lintasan kritis proyek. Berdasarkan hasil perbandingan antara jadwal rencana dan hasil analisis PERT-PDM, ditemukan bahwa aktivitas-aktivitas yang semula memiliki kelonggaran waktu (*float*) kini bertransformasi menjadi aktivitas kritis karena sensitivitasnya yang tinggi terhadap variabel risiko eksternal.

Perubahan pada aktivitas kritis dari jalur kritis awal yaitu (A – D – G – J – M – S – V – Y – Z – AJ – AS) dengan durasi 29 hari, berubah menjadi (A – D – G –

J – K – AE – AN) dengan durasi 30,06 hari. Pergeseran lintasan kritis ini merupakan temuan krusial yang menunjukkan bahwa ketidakpastian durasi tidak hanya memengaruhi waktu penyelesaian total, tetapi juga mengubah struktur prioritas pengawasan proyek. Jalur kritis baru yang terbentuk (A – D – G – J – K – AE – AS) mengindikasikan bahwa aktivitas-aktivitas tersebut kini memiliki sensitivitas risiko yang lebih tinggi dibandingkan jalur awal, sehingga keterlambatan sekecil apa pun pada rangkaian ini akan langsung berdampak pada penundaan keseluruhan proyek.

Munculnya aktivitas seperti, (AE) *Light Brick Wall Grid* H-A sebagai bagian dari jalur kritis baru menegaskan bahwa variabel risiko eksternal, seperti faktor cuaca dan produksi ekspor/impor pabrik, memiliki pengaruh dominan dalam pemodelan probabilistik ini. Pada jadwal rencana awal, aktivitas AE mungkin memiliki nilai *float* atau kelonggaran waktu tertentu, namun setelah dilakukan simulasi PERT, ketidakpastian pada durasi pesimisnya mengakibatkan aktivitas ini kehilangan fleksibilitasnya dan menjadi kritis. Fenomena ini membuktikan bahwa jalur kritis pada proyek konstruksi bersifat dinamis dan sangat bergantung pada distribusi probabilitas masing-masing kegiatan.

Analisis terhadap pergeseran ini memberikan pandangan baru bagi manajemen untuk mengalihkan fokus pengendalian ke jalur kritis baru yang secara statistik terbukti lebih rentan terhadap gangguan. Dengan demikian, pemodelan PERT-PDM berhasil memetakan ulang titik-titik rawan dalam jaringan kerja, yang memungkinkan tim manajemen proyek untuk mengalokasikan sumber daya secara lebih presisi pada aktivitas-aktivitas yang benar-benar menentukan kecepatan penyelesaian proyek di lapangan.

5.7.3 Peluang Selesai Tepat Waktu

Berdasarkan perhitungan nilai Z-*score* yang dikonversikan ke dalam tabel distribusi normal, ditemukan bahwa peluang proyek untuk dapat selesai tepat waktu dalam durasi 30,06 hari hanya sebesar 25,14%. Angka ini menunjukkan tingkat kepercayaan yang sangat rendah bagi sebuah proyek konstruksi, di mana terdapat defisit probabilitas sebesar 74,86% yang mengarah pada potensi keterlambatan.

Secara praktis, nilai 25,14% mengindikasikan bahwa jika proyek dijalankan dengan kondisi dan sumber daya saat ini, maka kemungkinan besar target penyelesaian 30,06 hari tidak akan tercapai karena besarnya pengaruh varians risiko pada aktivitas-aktivitas di jalur kritis.

Beberapa faktor penyebab keterlambatan dari proyek ini, yang dipaparkan oleh narasumber yaitu.

1. Faktor Cuaca

   Kegiatan *erection* struktur baja sangat bergantung pada kondisi cuaca demi keamanan kerja (*safety*). Hujan menyebabkan area kerja menjadi licin dan meningkatkan risiko bagi pekerja di ketinggian serta operasional alat berat. Hal ini menyebabkan durasi pekerjaan menjadi fluktuatif,

2. Operasional *Loading Dock* (Konflik Logistik)

   Adanya tumpang tindih (*overlap*) antara kegiatan bongkar muat kontainer proyek dengan kegiatan produksi pabrik (ekspor-impor) menciptakan antrean atau hambatan akses pada beberapa hari tertentu. Hal ini memicu terjadinya bottleneck pada alur distribusi material di lokasi proyek, sehingga produktivitas harian tidak bisa dipastikan secara stabil.

Beberapa risiko diatas adalah penyebab rendahnya angka probabilitas. Hal ini menjadi bukti empiris bahwa jadwal rencana awal terlalu berisiko untuk dijadikan satu-satunya acuan performa. Dalam manajemen proyek yang sehat, tingkat kepastian biasanya diharapkan berada pada rentang di atas 80% untuk dianggap aman. Dengan probabilitas yang hanya menyentuh angka seperempat dari total kepastian, manajemen proyek harus segera melakukan tindakan korektif. Interpretasi atas angka 25,14% ini bukan bertujuan untuk menunjukkan kegagalan perencanaan, melainkan sebagai alat ukur tingkat risiko (*risk measurement*) untuk melakukan mitigasi. Tanpa adanya intervensi strategis untuk meningkatkan nilai probabilitas ini, proyek secara statistik hampir dipastikan akan terlambat. Solusi dari rendahnya probabilitas penyelesaian proyek

tersebut dapat diselesaikan melalui beberapa pendekatan strategis seperti,

1. Melakukan penyesuaian target durasi (Td) secara realistis,
2. Memperketat pengawasan pada lintasan kritis baru,

3. Menambah sumber daya pada aktivitas yang masuk dalam lintasan kritis,
4. Melakukan percepatan durasi (*Crashing Program*)
5. Pengendalian risiko eksternal proyek.

Dengan penerapan pendekatan strategis ini memungkinkan manajemen tidak hanya mengurangi risiko keterlambatan secara kuantitatif, tetapi juga membangun perencanaan yang lebih tangguh menghadapi dinamika faktor eksternal. Penyelerasan antara penetapan target waktu yang realistis dan pengawasan ketat pada jalur kritis akan menjaga stabilitas pelaksanaan di lapangan. Hasilnya, target penyelesaian proyek dapat dicapai dengan tingkat keyakinan yang lebih terjamin serta penggunaan sumber daya yang lebih optimal.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh temuan dan analisis yang telah diuraikan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penerapan metode kombinasi PDM dan PERT dengan mempertimbangkan variabel risiko menghasilkan Durasi Ekspektasi (Te) sebesar 30,6 hari. Durasi ini diperoleh dari akumulasi durasi aktivitas pada lintasan kritis baru yang terdiri dari aktivitas (A) Rangka Utama AQ-AJ Loading Bay 1, (D) Rangka Utama AJ-AF Loading Bay 1-2, (G) Rangka Utama AQ-AJ Loading Bay 2-3, (J) Rangka Utama H-A Loading Bay 8, (K) Vertikalisasi dan Pengencangan Rangka Utama, (AE) Light Brick Wall Grid Line H-A, (AS) Sandwich Panel Grid Line L-H. (A – D – G – J – K – AE – AS).
2. Hasil penjadwalan menggunakan metode kombinasi PDM-PERT menunjukkan durasi yang lebih lama dibandingkan dengan jadwal rencana. Terdapat selisih sebesar 1,6 hari (pembengkakan durasi sekitar 5,5%), di mana jadwal rencana awal menetapkan durasi 29 hari, sedangkan analisis risiko menunjukkan durasi realistis sebesar 30,6 hari
3. Tingkat probabilitas penyelesaian proyek tepat waktu sesuai jadwal rencana, 29 hari adalah sebesar 25,14% (dengan nilai Z = -0,67). Angka ini menunjukkan bahwa proyek memiliki risiko keterlambatan yang tinggi (74,86%) apabila tidak dilakukan intervensi manajerial terhadap faktor-faktor risiko yang ada. Selain itu penelitian juga menunjukkan bahwa untuk mencapai tingkat keyakinan yang lebih tinggi, diperlukan durasi 34 hari dengan probabilitas sebesar 99,40%. Selisih durasi ini merupakan refleksi dari akumulasi ketidakpastian pada aktivitas-aktivitas di jalur kritis yang sebelumnya tidak terdeteksi pada metode deterministik

6.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang di rekomendasikan penulis untuk menjadi bahan pertimbangan, pada proyek atau penelitian selanjutnya.

1. Penerapan metode PDM-PERT akan memberikan hasil yang jauh lebih akurat jika tim proyek memiliki basis data historis dari proyek-proyek sejenis sebelumnya. Dengan data tersebut, penentuan waktu pesimis (b) tidak lagi bersifat subjektif, melainkan berbasis pada kendala nyata yang pernah terjadi. Hal ini memungkinkan tim manajemen untuk melakukan mitigasi risiko lebih dini pada aktivitas yang berada di lintasan kritis.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk tidak hanya berfokus pada durasi (waktu), tetapi juga mengintegrasikan metode PERT dengan alokasi sumber daya (*man power* dan alat). Mengingat durasi ekspektasi (Te) sering kali menghasilkan angka desimal seperti 30,6 hari, diperlukan analisis lebih lanjut mengenai bagaimana pembulatan durasi tersebut berdampak pada fluktuasi kebutuhan tenaga kerja di lapangan agar tidak terjadi pembengkakan biaya (*cost overrun*).
3. Untuk mengantisipasi situasi di mana target waktu proyek telah terikat kontrak yang sudah disepakati dan tidak memungkinkan adanya penambahan durasi, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan pembahasan ke arah analisis biaya melalui penerapan *crash program*. Mengingat hasil penelitian ini menunjukkan probabilitas yang rendah pada target awal (25,14%), maka analisis percepatan pada aktivitas di lintasan kritis melalui penambahan jam kerja lembur atau penambahan sumber daya menjadi sangat krusial untuk meningkatkan peluang keberhasilan proyek dengan tetap mempertimbangkan titik biaya yang paling optimal.
4. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar objek penelitian dapat dikembangkan pada proyek dengan skala yang lebih besar dan kompleksitas yang lebih tinggi. Penggunaan metode penjadwalan pada proyek berskala besar akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas jalur kritis, mengingat semakin banyaknya jumlah kegiatan yang saling bergantung (interdependensi) serta alokasi sumber daya yang lebih massif.

DAFTAR PUSTAKA

Afdianto, W., Arsjad, T.T., Pratasis, P.A.K., 2023. Analisis Konsep Cadangan Waktu Dengan Menggunakan Precedence Diagram Method (PDM) Pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Baru 21.

Ananda, D.T., Irawan, D., Halim, A., 2023. Analisis Akselerasi Penjadwalan Proyek dengan Precedence Diagram Method dan Fast Track Terhadap Efisiensi Biaya dan 2, 177–186.

Arianto, A., 2010. LINE OF BALANCE DAN TIME CHAINAGE DIAGRAM Ar if Ar ia n to.

Aulia, S.S., 2021. Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Menggunakan Metode Cpm-Pert (Critical Path Method-Program Evaluation And Review Technique) (Analysis Of Building Project Scheduling Using The Cpm-Pert Method). Univ. Islam Indones. 117.

Bere, G., Maulana, R., Ardian, O.H., Sari, S.N., 2024. ANALISIS PENJADWALAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE PERT (Proyek Pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta). STORAGE J. Ilm. Tek. dan Ilmu Komput. 3, 63–71. https://doi.org/10.55123/storage.v3i1.3140

Daud, Suliawati, Mahrani Arfah, M., 2024. Penerapan Manajemen Proyek dengan Metode CPM dan PERT pada Pembangunan Gedung Operasi RSUD Dr . H . Kumpulan Pane Kota Tebing Tinggi 19, 88–97.

Dewi, S.T., 2021. PERENCANAAN PENJADWALAN PEKERJAAN STRUKTUR MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE PERT DAN PDM.

Elviyanti, Zulikasio, I.A., Lalan, H., 2023. Analisa Schedule Dengan Precedence Diagram Method (PDM) Proyek Gedung Oleh PT. X 5, 449–458.

Fadila, N., Suliawati, Arfah, M., 2024. Analisis Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Pada Pembangunan Rumah Subsidi Di Perumahan Sultan Area City Kota Pinang.

Fahrian, Haryanto, B., Jamal, M., 2021. PERBANDINGAN PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PDM (PRECEDENCE DIAGRAM METHOD) & CPM (CRITICAL PATH METHOD) (Studi Kasus : Lanjutan Pembangunan Proyek Gedung SD Islamic Center Samarinda) 5, 17–25.

Fandriansyah, W., Nusa, A.B., 2023. EVALUASI OPTIMALISASI TIME SCHEDULE PADA PROYEK REVITALISASI SMA NEGERI 2 PLUS PANYABUNGAN DENGAN METODE PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) 2.

Hidayat, E., 2021. Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Proyek Pembangunan Jembatan Gantung Lubuk Ulak Dengan Metode CPM. Anal. Penerapan Manaj. Waktu Pada Proy. Pembang. Jemb. Gantung Lubuk Ulak Dengan Metod. CPM 07, 71–79.

Hutasoit, D.M., Natawidjana, R., Widyaningsih, E., 2023. Studi Perbandingan

Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Baja dan Struktur Beton Bertulang Pada Proyek Pembangunan Gedung. Pros. FTSP Ser. 6 2, 353–358.

Juesmin, E., Supriani, F., Edriani, A.F., 2023. ANALISIS PENJADWALAN PROYEK PADA PEKERJAAN REPETITIF PERUMAHAN T36 / 135 DENGAN METODE LINE OF BALANCE (LOB) DAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) 16, 9–19.

Karim, A., Widiastuti, E., Yuliana, C., 2025. Penjadwalan Proyek Konstruksi Bertingkat Menggunakan Metode Precedence Diagram Method 97–107. https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.1-1.xxxx

Kementerian Pekerjaan Umum, 2024. Agility Dan Adaptability Sektor Konstruksi Yang Berdaya Saing. Bina Konstr. Indones. 1, 1–23.

Lase, D.W., Nusa, A.B., 2024. PERT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SEKOLAH MINGGU HKBP LABUHAN BATU UTARA 3.

Luntungan, C., Arsjad, T.T., Mangare, J.B., 2023. Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode Precedence Diagram Method (PDM) Menggunakan Konsep Cadangan Waktu 21.

Marwan, A., Anderson, G., Tamalika, T., Maryadi, D., Ardaisi, M., Ahli, T., Palembang, K., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Taman, U., Palembang, S., 2024. Optimasi Waktu Pelaksanaan Pada Manajemen Proyek Pembangunan Gedung Poltekkes Jurusan Farmasi Tahap 1 Dengan Metode Cpm Dan Pert Optimization of Implementation Time in Project Management Construction of the Health Polytechnic Building Department of Pharma 02.

Maslina, Pratiwi, R., Ridho, A.M., 2023. ANALISIS PENJADWALAN PROYEK REHABILITASI JALAN PRESERVASI JALAN KERANG – KUARO KALIMANTAN TIMUR MENGGUNAKAN METODE PDM DAN PERT SCHEDULING ANALYSIS OF THE REHABILITATION PROJECT PRESERVATION ROAD KERANG ROAD – KUARO EAST KALIMANTAN USING PDM AND PERT METH.

Pangestu, N.F., Zahra, A.F.A., Sutrisno, S., 2021. Penerapan Metode Critical Parth Method (CPM) dalam Proyek Pembangunan Jembatan Alun-Alun Kota Kuningan. J. Ind. Manuf. Eng. 5, 100–106. https://doi.org/10.31289/jime.v5i2.4925

Paririe V, Ajeng Dewi Rani, Dewi Anggraeni, S.A.R., 2024. ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PENGGANTIAN BALL MILL 10 DIPT FREE PORT INDONESIA 6, 4–6.

Sholahuddin, M., Octavia, Y.N., 2024. PENERAPAN CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PROYEK REKONSTRUKSI JALAN UNTUK MENGIDENTIFIKASI KEGIATAN 04.

Sofiah, R., 2024. Optimalisasi Waktu Pada Pelaksanaan Proyek Gedung Dengan Menggunakan Metode Cpm Dan Pert. J. Rekayasa dan Manaj. Konstr. 12, 23–28.

Soplanit, N., Maelissa, N., Titaley, H.D., 2021. Analisis Penerapa Metode Line Of Balance Pada Pembangunan Rumah Susun PemKab Kepualauan Tanimbar 11, 474–479.

Sudarson, W., 2020. EVALUASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN

METODE LINE OF BALANCE (LOB) (Studi Kasus : Hotel Santika Batam) 1, 92–98.

Suryawan, W., Shofwan, M., Cahyono, D., Rahayu, Y.E., Ray, N., Kunci, K., Beton, :, 2023. Analisis Manajemen Konstruksi Proyek Pada Pembangunan Gudang Baja Di Kenjeran, Surabaya Status Artikel. Surabaya J. Anggapa 2.

Sutianingsih, I., Ahmad, S.N., Nasrul, N., 2023. Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode Pert (Studi Kasus Pada Pekerjaan Rehabilitasi Jalan Ra. Kartini Kota Kendari). J. Manaj. Rekayasa (Journal Eng. Manag. 5, 26. https://doi.org/10.33772/jmr.v5i1.43303

Tamalika, T., Azhari, Fuad, I.S., Azrin, A., Ardaisy, M., 2025. APLIKASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN PDM (PRECEDENCE DIAGRAM METHOD) PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI DI CV. WAHYU JAYA PERSADA KONSULTAN PALEMBANG 3, 66–76.

Tamalika, T., Maryadi, D., Mz, H., Fuad, I.S., Alamsyah, M.N., 2022. Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Power House pada Rumah Sakit dengan Metoda PERT, CPM dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Kontraktor Di Kota Palembang). Pros. Semin. Nas. Mercu Buana Conf. Ind. Eng. 4, 164–172.

Tombokan, B.F., Malingkas, G.Y., Pratasis, P.A.., 2022. Analisis Hubungan Pekerjaan Dan Lintasan Kritis Pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Dr . Sam Ratulangi Tondano 20.

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Time Schedule* Tugas Akhir

No	Uraian Kegiatan	Jam Kerja	Bulan Ke-1				Bulan Ke-2				Bulan Ke-3				Bulan Ke-4				Bulan Ke-5				Bulan Ke-6			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Tahapan Persiapan																									
	Studi Literatur & Perumusan Masalah	11	2	2	2	2,5	2,5																			
	Penyusunan Rencana Penelitian & WBS	12		1	2	3	2	2	1	1																
	Pengajuan Permohonan Data Proyek	7					2	2	2	1																
2	Tahapan Pelaksanaan																									
	Pengumpulan Data Sekunder	18					1	3	5	3	3	3														
	Wawancara Untuk Data Primer	15								2	3	3	2	2	3											
	Penyusunan Network PDM	18								3	1	1	3	4	3	2	1									
	Estimasi Durasi PERT (a,m,b)	15													1	3	2	3	3	3						
	Perhitungan ES,EF,LS,LF dan Float	13								1	3	3	2	2	2											
	Penentuan Jalur Kritis	15									3	4	4	1		2	1									
3	Tahapan Akhir																									
	Penyusunan Tugas Akhir	58										1	3	6	6	5	6	5	5	4	5	4	3	2	2	1
Jumlah Total		182																								
Rencana Mingguan (Jam)			2	3	4	5,5	7,5	7	8	10	11	15	15	15	15	14	10	8	8	7	5	4	3	2	2	1
Jam Kerja Kumulatif (Jam)			2	5	9	14,5	22	29	37	47	58	73	88	103	118	132	142	150	158	165	170	174	177	179	181	182

Lampiran 2 Surat Permohonan Data Penelitian Tugas Akhir

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Nomor : 667/Sek. Prodi PSTS/20/TA/X/2025
Hal : **Izin Penelitian dan Permohonan Data Tugas Akhir**

Yth.
Trio Gati Putra Pamungkas, S.T.
PT. INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE LAMIPAK
Jl. Raya Jakarta-Serang KM.68 Desa Julang & Bagkong, Kec. Cikande, Kab. Serang, Banten.

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,
Untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi pada Prodi Teknik Sipil Program Sarjana, setiap mahasiswa wajib melaksanakan penelitian Tugas Akhir yang berkaitan dengan ketekniksipilan. Dalam proses tersebut diperlukan data-data pendukung baik dari instansi Pemerintah BUMN maupun perusahaan swasta/Proyek.

Berdasarkan hal tersebut, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin penelitian dan permohonan data yang akan digunakan untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Prodi Teknik Sipil Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah:

Nama	:	**M. Genta Mahardika R**
NIM	:	**19511247**
CP Mahasiswa	:	**085647797433**
Judul Tugas Akhir	:	**Evaluasi Manajemen Waktu Menggunakan Metode CPM-PERT Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi**

Adapun data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Data Daftar Pekerjaan,
2. Data Hubungan Antar Pekerjaan,
3. Data Penjadwalan (WBS, Gantt-Chart, Kurva S, Ms. Project),
4. Gambar Teknis,
5. Progress Mingguan,
6. RAB, dan
7. Metode Kerja.
8.

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.
Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Sek. Prodi Teknik Sipil – Program Sarjana,

Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng

Yogyakarta, 7 Oktober 2025
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D

Lampiran 3 Surat *Transmittal Letter* Untuk Permohonan Data

印尼鑫海钢结构有限公司
INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE

TRANSMITTAL FORM 传送表

Transmittal Number 转送号 : **IXH-LMIND-19-DC-TRM-060**
Date 日期 : October 12, 2025
Submit To 提交至 : Universitas Islam Indonesia
Copy Carbon To 抄送 : -
Attention 收件人 : M Genta Mahardika R
Position 职位 : Student
Address 地址 : Universitas Islam Indonesia
Email 邮箱 : 19511247@students.uii.ac.id

No	Document Number 文件编号	Description or Title 描述或标题	Type 类型	Rev 版本	Remarks 备注
1	IXH-LMIND-19-PM-LET-12	LETTER APPROVAL - Research Permit & Data Access	DC	0	APV

Note :
Please sign the transmittal form and send it back to PT. Indonesia Xin Hai Steel Structure Document Control.
请签署此文件传输表，并将其返还至印尼鑫海钢构公司文档控制部门

Type 类型 : (DC) *Document* 文件 (CD) *Disc* 光盘 (DR) *Drawing* 图纸 (OT) *Others* 其他
Remarks 备注 : (O) *Original* 正本 (C) *Copy* 副本 (APV) *Approved* 批准 (APV/C) *Approved with Comment* 批准并附评论
(I) *Information Only* 仅供参考 (R) *Rejected* 退回 (S) *Submit* 提交
Sent by 发送方式 : [ ] Courier 快递 [✓] Email 邮件 [ ] Hand 亲自提交 [ ] Others 其他

Thank you for your kind coorporation 感谢您的合作	Received By 签收
PT. INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE	
Name 姓名 : DESTY SAFITRY	Name 姓名 :
Title 职位 : DOCUMENT CONTROL	Title 职位 :
Date 日期 : October 12, 2025	Date 日期 :

LAMIPAK INDONESIA PROJECT • PT INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE •

Lampiran 4 Surat Balasan Permohonan Data Proyek

PT INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE
LAMIPAK INDONESIA PROJECT

Ref. No. : IXH-LMIND-19-PM-LET-012
Subject : Approval Research Permit & Data Access

Serang, October 12th, 2025

To:
Sekretaris Prodi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Gedung Kh. Moh. Natsir, Jl. Kaliurang Km 14,5
Yogyakarta – 55584

Attn.: M. Genta Mahardika R

Dear Sir/Madam,

Referring to your letter Number **667/Sek. Prodi PSTS/20/TA/X/2025** dated October 11, 2025 regarding *Research Permit and Final Project Data Request*, we hereby **APPROVE** the research permit application for the following student:

Name : M. Genta Mahardika R
NIM : 19511247
Project Title : *Evaluasi Manajemen Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menggunakan Metode CPM-PERT*

Regarding the requested data (Points 1 to 8), the company grants access with the following conditions:

1. **Data Confidentiality & Publication**
   All data provided shall be used solely for academic Final Project purposes. Data may be published in the academic report but shall not be used for commercial purposes without the company's written approval.
2. **Sensitive Data Limitation (BoQ/RAB)**
   For request item 6 (BoQ/RAB), the company can only provide weight percentage data, not unit prices, as unit prices are classified as confidential information.
3. **HSE Compliance**
   The student must comply with all Health, Safety, and Environment (HSE) regulations applicable in the project area.
4. **Project Access Requirements**

PT INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE
LAMIPAK INDONESIA PROJECT – PT LAMI PACKAGING INDONESIA
Jl. Raya Jakarta-Serang KM.68 Desa Julang & Bangkong, Kec. Cikande, KabSerang – Banten.
Email: docon2@xinhaisteelstructure.com

Lanjutan Lampiran 4 Surat Balasan Permohonan Data Proyek

PT INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE
LAMIPAK INDONESIA PROJECT

- *The student must prepare a **pass-photo** and **ID card** for project access registration according to the Project Owner's procedures.*
- The student is required to wear complete Personal Protective Equipment (**APD**) including safety helmet, safety vest, safety shoes, and all other mandatory safety gear during all onsite activities.

5. **Technical Coordination**
   For technical data collection, the student may coordinate with:
   Project Engineer – Trio Gati (0858-7084-4619)
6. **Site Visit & Access Arrangement**
   For scheduling visits or requesting site access, please contact:
   HR Department – Ms. Dian (0812-6705-7832)

This approval letter is hereby issued. We appreciate your cooperation and wish the student success in completing the research.

Sincerely,
Pt. Indonesia Xin Hai Steel Structure
Lamipak Indonesia Project

Project Manager / Tech. Manager

Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

FORM DATA PENELITIAN

EVALUASI MANAJEMEN WAKTU METODE PDM-PERT

Narasumber : TRIO GATI

No	Uraian Pekerjaan	Predecessor	Durasi (Hari)		
			a	b	m
	Grid Line (AQ-AJ) (Loading Bay 1)				
A	Rangka Utama (Kolom,Balok)	-	3	7	5
B	Verticality & Thightening main frame	A	2	4	3
C	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	A	5	10	7
	Grid Line (AJ-AF) (Loading Bay 1-2)				
D	Rangka Utama (Kolom,Balok)	A	1	3	2
E	Verticality & Thightening main frame	D	1	3	2
F	Aksesoris (Girt, Plate)	D	3	5	4
	Grid Line (AF-AC) (Loading Bay 2-3)				
G	Rangka Utama (Kolom,Balok)	D	1	3	2
H	Verticality & Thightening main frame	G	1	3	2
I	Aksesoris (Girt, Plate)	G	3	5	4
	Grid Line (H-A) (Loading Bay 8)				
J	Rangka Utama (Kolom,Balok)	G	3	7	5
K	Verticality & Thightening main frame	J	2	4	3
L	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	J	5	10	7
	Grid Line (AC-Y) (Loading Bay 3-4)				
M	Rangka Utama (Kolom,Balok)	G	1	3	2
N	Verticality & Thightening main frame	M	1	3	2
O	Aksesoris (Girt, Plate)	M	3	5	4
	Grid Line (Y-S) (Loading Bay 4-5)				
P	Rangka Utama (Kolom,Balok)	M	2	6	3
Q	Verticality & Thightening main frame	P	2	4	3
R	Aksesoris (Girt, Plate)	P	2	5	4

Lanjutan Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

No	Uraian Pekerjaan	Predecessor	Durasi (Hari)		
			a	b	m
	Grid Line (S-P) (Loading Bay 5-6)				
S	Rangka Utama (Kolom,Balok)	M	1	3	2
T	Verticality & Thightening main frame	S	1	3	2
U	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	S	3	5	4
	Grid Line (P-L) (Loading Bay 6-7)				
V	Rangka Utama (Kolom,Balok)	S	1	3	2
W	Verticality & Thightening main frame	V	1	3	2
Q	Aksesoris (Girt, Plate)	V	3	5	4
	Grid Line (L-H) (Loading Bay 7-8)				
Y	Rangka Utama (Kolom,Balok)	V	1	3	2
Z	Verticality & Thightening main frame	Y	1	3	2
AA	Aksesoris (Girt, Plate)	Y	3	5	4
	Light Brick Wall				
AB	Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)	B	6	12	7
AC	Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)	E	3	7	5
AD	Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)	H	3	7	5
AE	Grid Line H-A (Loading Bay 8)	K	6	12	7
AF	Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)	N	3	7	5
AG	Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)	Q	5	10	7
AH	Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)	T	3	7	5
AI	Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)	W	3	7	5
AJ	Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)	Z	3	7	5
	Sandwich Panel				
AK	Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)	AB	7	14	10
AL	Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)	AC	3	5	4
AM	Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)	AD	3	5	4
AN	Grid Line H-A (Loading Bay 8)	AE	7	14	10
AO	Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)	AF	3	5	4
AP	Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)	AG	4	7	5
AQ	Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)	AH	3	5	4
AR	Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)	AI	3	5	4
AS	Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)	AJ	3	5	4

Lanjutan Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

Keterangan :

a : Waktu Optimis (*Optimistic Time*)

b : Waktu Pesimis (*Pesimistic Time*)

m : Waktu Paling Mungkin (*Most Likely Time*)

Serang, 05 Oktober 2025

narasumber

TRIO OFFI

Lanjutan Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

FORM DATA PENELITIAN

EVALUASI MANAJEMEN WAKTU METODE PDM-PERT

Narasumber : Farid,

No	Uraian Pekerjaan	Predecessor	Durasi (Hari)		
			a	b	m
	Grid Line (AQ-AJ) (Loading Bay 1)				
A	Rangka Utama (Kolom,Balok)	-	5	10	7
B	Verticality & Thightening main frame	A	2	4	3
C	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	A	5	10	7
	Grid Line (AJ-AF) (Loading Bay 1-2)				
D	Rangka Utama (Kolom,Balok)	A	3	6	5
E	Verticality & Thightening main frame	D	2	3	3
F	Aksesoris (Girt, Plate)	D	3	8	6
	Grid Line (AF-AC) (Loading Bay 2-3)				
G	Rangka Utama (Kolom,Balok)	D	3	6	5
H	Verticality & Thightening main frame	G	2	3	3
I	Aksesoris (Girt, Plate)	G	3	8	6
	Grid Line (H-A) (Loading Bay 8)				
J	Rangka Utama (Kolom,Balok)	G	5	10	7
K	Verticality & Thightening main frame	J	2	4	3
L	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	J	5	10	7
	Grid Line (AC-Y) (Loading Bay 3-4)				
M	Rangka Utama (Kolom,Balok)	G	3	6	5
N	Verticality & Thightening main frame	M	2	3	3
O	Aksesoris (Girt, Plate)	M	3	8	6
	Grid Line (Y-S) (Loading Bay 4-5)				
P	Rangka Utama (Kolom,Balok)	M	4	8	6
Q	Verticality & Thightening main frame	P	2	4	3
R	Aksesoris (Girt, Plate)	P	4	8	6

Lanjutan Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

No	Uraian Pekerjaan	Predecessor	Durasi (Hari)		
			a	b	m
	Grid Line (S-P) (Loading Bay 5-6)				
S	Rangka Utama (Kolom,Balok)	M	3	6	5
T	Verticality & Thightening main frame	S	2	3	3
U	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	S	3	8	6
	Grid Line (P-L) (Loading Bay 6-7)				
V	Rangka Utama (Kolom,Balok)	S	3	6	5
W	Verticality & Thightening main frame	V	2	3	3
Q	Aksesoris (Girt, Plate)	V	3	8	6
	Grid Line (L-H) (Loading Bay 7-8)				
Y	Rangka Utama (Kolom,Balok)	V	3	6	5
Z	Verticality & Thightening main frame	Y	2	3	3
AA	Aksesoris (Girt, Plate)	Y	3	8	6
	Light Brick Wall				
AB	Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)	B	5	9	6
AC	Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)	E	4	7	5
AD	Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)	H	4	7	5
AE	Grid Line H-A (Loading Bay 8)	K	5	8	6
AF	Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)	N	4	7	5
AG	Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)	Q	5	8	6
AH	Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)	T	4	7	5
AI	Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)	W	4	7	5
AJ	Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)	Z	4	7	5
	Sandwich Panel				
AK	Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)	AB	8	12	10
AL	Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)	AC	2	5	4
AM	Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)	AD	2	5	4
AN	Grid Line H-A (Loading Bay 8)	AE	8	12	10
AO	Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)	AF	2	5	4
AP	Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)	AG	5	9	7
AQ	Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)	AH	2	5	4
AR	Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)	AI	2	5	4
AS	Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)	AJ	2	5	4

Lanjutan Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

Keterangan :

a : Waktu Optimis (*Optimistic Time*)

b : Waktu Pesimis (*Pesimistic Time*)

m : Waktu Paling Mungkin (*Most Likely Time*)

Serang, 5 Dec 2025

narasumber

Fatul

Fatul

Lanjutan Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

FORM DATA PENELITIAN

EVALUASI MANAJEMEN WAKTU METODE PDM-PERT

Narasumber : BUDI SOKO.

No	Uraian Pekerjaan	Predecessor	Durasi (Hari)		
			a	b	m
	Grid Line (AQ-AJ) (Loading Bay 1)				
A	Rangka Utama (Kolom,Balok)	-	3	5	4
B	Verticality & Thightening main frame	A	2	3	3
C	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	A	7	12	10
	Grid Line (AJ-AF) (Loading Bay 1-2)				
D	Rangka Utama (Kolom,Balok)	A	1	3	2
E	Verticality & Thightening main frame	D	1	3	2
F	Aksesoris (Girt, Plate)	D	2	4	3
	Grid Line (AF-AC) (Loading Bay 2-3)				
G	Rangka Utama (Kolom,Balok)	D	1	3	2
H	Verticality & Thightening main frame	G	1	3	2
I	Aksesoris (Girt, Plate)	G	2	4	3
	Grid Line (H-A) (Loading Bay 8)				
J	Rangka Utama (Kolom,Balok)	G	3	5	4
K	Verticality & Thightening main frame	J	2	4	3
L	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	J	7	12	10
	Grid Line (AC-Y) (Loading Bay 3-4)				
M	Rangka Utama (Kolom,Balok)	G	3	5	4
N	Verticality & Thightening main frame	M	2	3	2
O	Aksesoris (Girt, Plate)	M	2	4	3
	Grid Line (Y-S) (Loading Bay 4-5)				
P	Rangka Utama (Kolom,Balok)	M	2	4	3
Q	Verticality & Thightening main frame	P	2	4	3
R	Aksesoris (Girt, Plate)	P	3	5	4

Lanjutan Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

No	Uraian Pekerjaan	Predecessor	Durasi (Hari)		
			a	b	m
	Grid Line (S-P) (Loading Bay 5-6)				
S	Rangka Utama (Kolom,Balok)	M	1	3	2
T	Verticality & Thightening main frame	S	1	3	2
U	Aksesoris (Girt, Purlin, Plate)	S	2	4	3
	Grid Line (P-L) (Loading Bay 6-7)				
V	Rangka Utama (Kolom,Balok)	S	1	3	2
W	Verticality & Thightening main frame	V	1	3	2
Q	Aksesoris (Girt, Plate)	V	2	4	3
	Grid Line (L-H) (Loading Bay 7-8)				
Y	Rangka Utama (Kolom,Balok)	V	1	3	2
Z	Verticality & Thightening main frame	Y	1	3	2
AA	Aksesoris (Girt, Plate)	Y	2	4	3
	Light Brick Wall				
AB	Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)	B	5	10	7
AC	Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)	E	3	5	4
AD	Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)	H	3	5	4
AE	Grid Line H-A (Loading Bay 8)	K	5	10	7
AF	Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)	N	3	5	4
AG	Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)	Q	4	7	6
AH	Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)	T	3	5	4
AI	Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)	W	3	5	4
AJ	Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)	Z	3	5	4
	Sandwich Panel				
AK	Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)	AB	10	14	12
AL	Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)	AC	2	4	3
AM	Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)	AD	2	4	3
AN	Grid Line H-A (Loading Bay 8)	AE	10	14	12
AO	Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)	AF	2	4	3
AP	Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)	AG	4	8	6
AQ	Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)	AH	2	4	3
AR	Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)	AI	2	4	3
AS	Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)	AJ	2	4	3

Lanjutan Lampiran 5 Form Data Penelitian Narasumber

Keterangan :

a : Waktu Optimis (*Optimistic Time*)

b : Waktu Pesimis (*Pesimistic Time*)

m : Waktu Paling Mungkin (*Most Likely Time*)

Serang, 5 / 12 / 2025

narasumber

Budi Doko.

Lampiran 6 Surat Keterangan Hasil Cek Plagiasi

Direktorat Perpustakaan Universitas Islam Indonesia
Gedung Moh. Hatta
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext.2301
F. (0274) 898444 psw.2091
E. perpustakaan@uii.ac.id
W. library.uii.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI

Nomor: 125758096/Perpus./10/Dir.Perpus/VII/2025

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan ini, menerangkan Bahwa:

Nama	: M Genta Mahardika R
Nomor Mahasiswa	: 19511247
Pembimbing	: Adityawan Sigit S.T.,M.T.,Ph.D.
Fakultas / Prodi	: Teknik Sipil dan Perencanaan/ Teknik Sipil
Judul Karya Ilmiah	: EVALUASI MANAJEMEN WAKTU MENGGUNAKAN METODE PDM-PERT DALAM PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI

Karya ilmiah yang bersangkutan di atas telah melalui proses cek plagiasi menggunakan **Turnitin** dengan hasil kemiripan (*similarity*) sebesar **11 (Sebelas) %.**

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 1/7/2026
Direktur

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
DIREKTORAT PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA

Muhammad Jamil, SIP.

Lampiran 7 Dokumentasi Dengan Narasumber



Lampiran L-7. 1 Narasumber Pak Farid



Lampiran L-7. 2 Narasumber Pak Budi

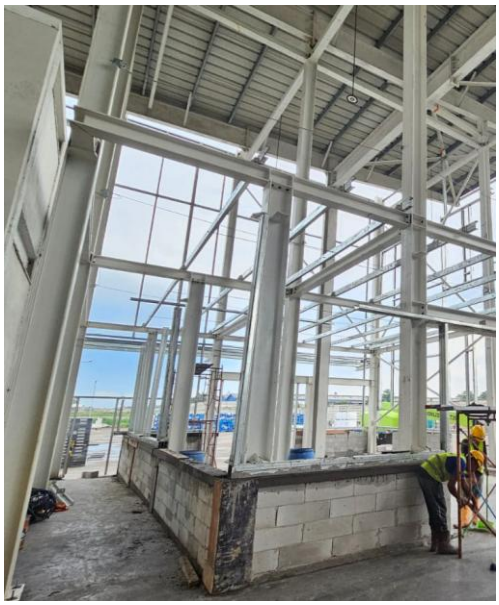


Lampiran L-7. 3 Narasumber Mas Trio



Lampiran L-7. 4 Proses Pengisian Form

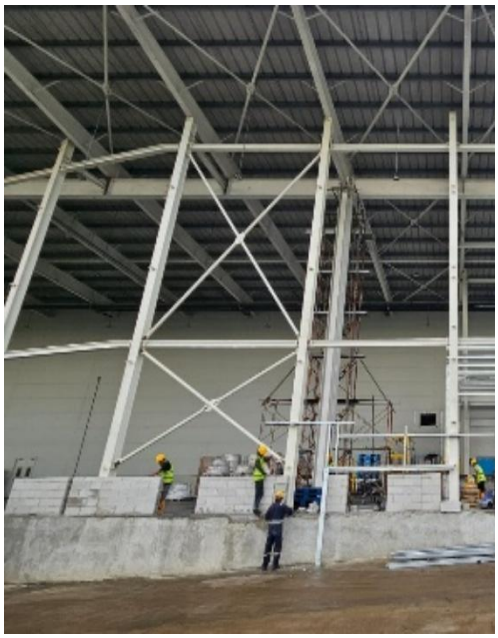
Lampiran 8 Dokumentasi Saat Pelaksanaan Proyek



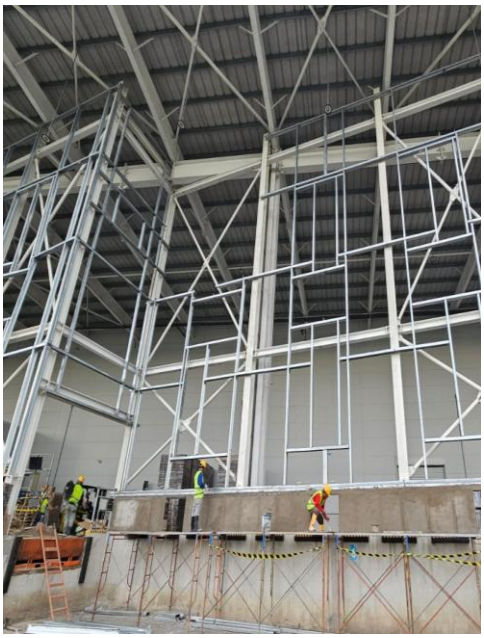
Lampiran L-8. 1 Pekerjaan Rangka Utama dan Light Brick Wall



Lampiran L-8. 2 Pekerjaan Rangka Utama Airlock Selatan

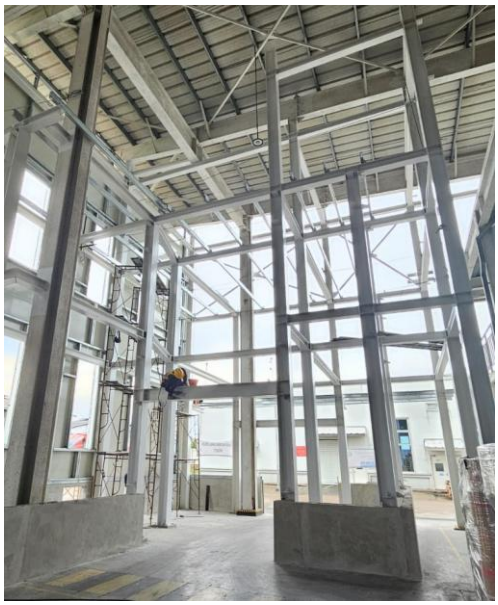


Lampiran L-8. 3 Pekerjaan Rangka Utama Kolom dan Balok



Lampiran L-8. 4 Pekerjaan Accesoriss

Lanjutan Lampiran 8 Dokumentasi Saat Pelaksanaan Proyek



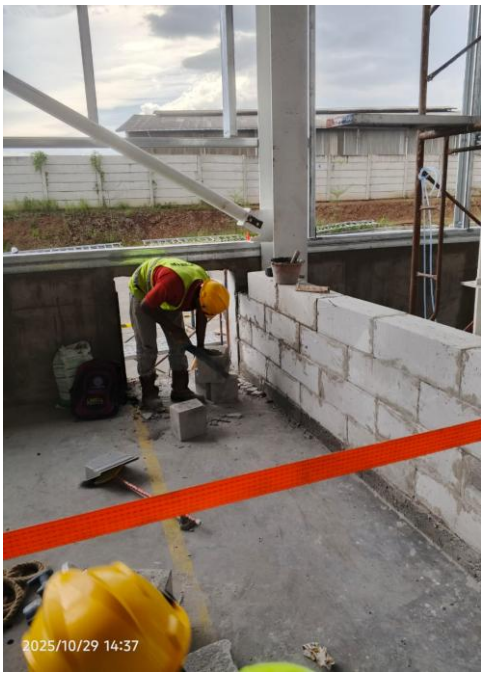
Lampiran L-8. 5 Pekerjaan Rangka Utama



Lampiran L-8. 6 Pekerjaan Rangka Utama Airlock Utara



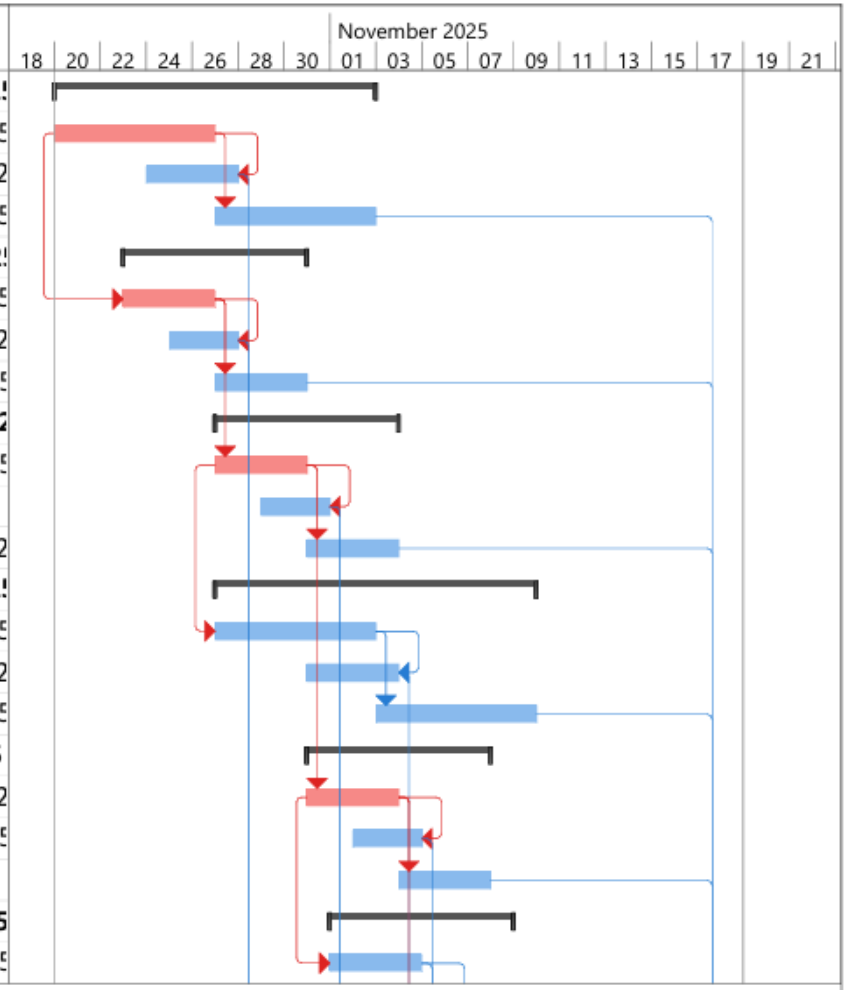
Lampiran L-8. 7 Pekerjaan Sandwich Panel



Lampiran L-8. 8 Pekerjaan Light Brick Wall

Lampiran 9 *Scheduling* Pada Penelitian PDM-PERT Proyek *Loading Dock Wall* Cover

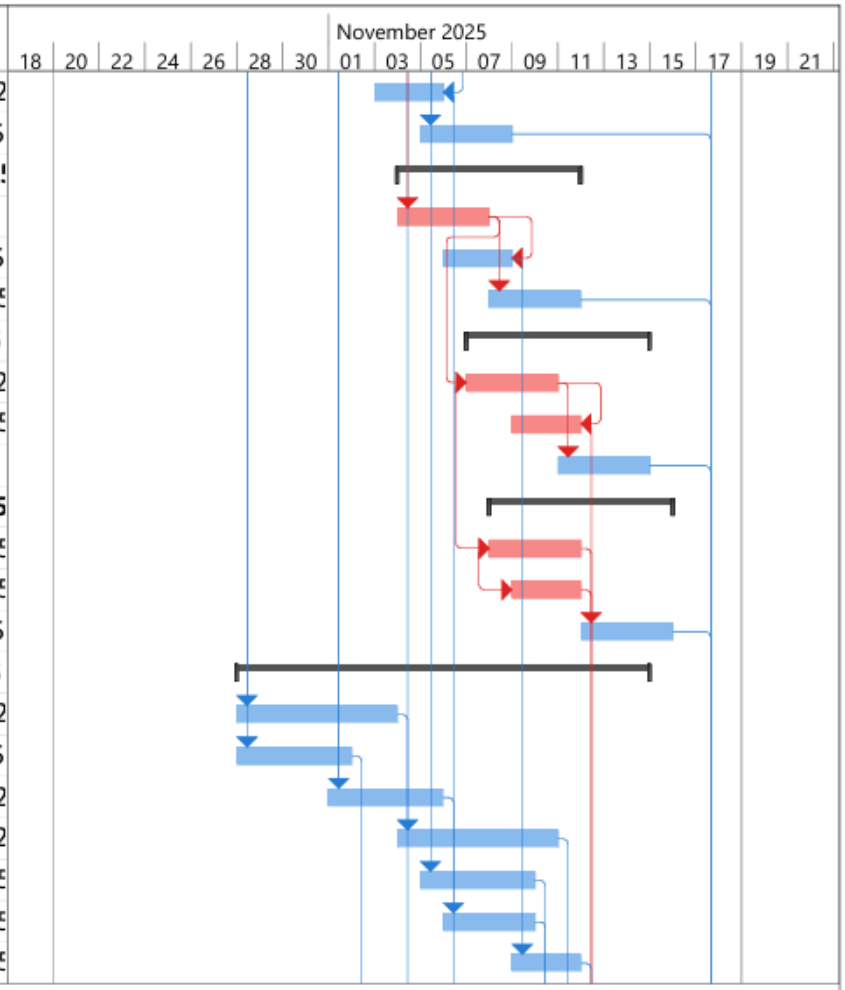
ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
1		**Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)**	**14 days**	**Mon 20/10/2**	**Sun 02/11/2**
2		Main Frame (Kolom & Balok)	7 days	Mon 20/10/2	Sun 26/10/2
3		Verticality & Tightening Main Fram	4 days	Fri 24/10/25	Mon 27/10/2
4		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	7 days	Mon 27/10/2	Sun 02/11/2
5		**Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)**	**8 days**	**Thu 23/10/2**	**Thu 30/10/2**
6		Main Frame (Kolom & Balok)	4 days	Thu 23/10/2	Sun 26/10/2
7		Verticality & Tightening Main Fram	3 days	Sat 25/10/25	Mon 27/10/2
8		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	4 days	Mon 27/10/2	Thu 30/10/2
9		**Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)**	**8 days**	**Mon 27/10/2**	**Mon 03/11/2**
10		Main Frame (Kolom & Balok)	4 days	Mon 27/10/2	Thu 30/10/2
11		Verticality & Tightening Main Fram	3 days	Wed 29/10/2	Fri 31/10/25
12		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	4 days	Fri 31/10/25	Mon 03/11/2
13		**Grid Line H-A (Loading Bay 8)**	**14 days**	**Mon 27/10/2**	**Sun 09/11/2**
14		Main Frame (Kolom & Balok)	7 days	Mon 27/10/2	Sun 02/11/2
15		Verticality & Tightening Main Fram	4 days	Fri 31/10/25	Mon 03/11/2
16		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	7 days	Mon 03/11/2	Sun 09/11/2
17		**Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)**	**8 days**	**Fri 31/10/25**	**Fri 07/11/25**
18		Main Frame (Kolom & Balok)	4 days	Fri 31/10/25	Mon 03/11/2
19		Verticality & Tightening Main Fram	3 days	Sun 02/11/2	Tue 04/11/2
20		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	4 days	Tue 04/11/2	Fri 07/11/25
21		**Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)**	**8 days**	**Sat 01/11/25**	**Sat 08/11/25**
22		Main Frame (Kolom & Balok)	4 days	Sat 01/11/25	Tue 04/11/2



Project: PENJADWALAN PDM P
Date: Sun 11/01/26

Task	Inactive Summary	External Tasks
Split	Manual Task	External Milestone
Milestone	Duration-only	Deadline
Summary	Manual Summary Rollup	Critical
Project Summary	Manual Summary	Critical Split
Inactive Task	Start-only	Progress
Inactive Milestone	Finish-only	Manual Progress

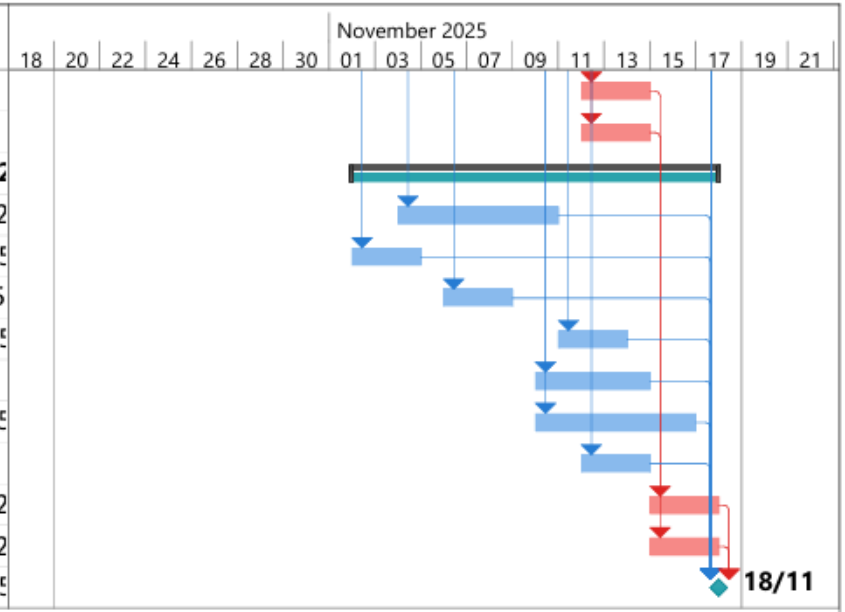
ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
23		Verticality & Tightening Main Fram	3 days	Mon 03/11/2	Wed 05/11/2
24		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	4 days	Wed 05/11/2	Sat 08/11/25
25		**Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)**	**8 days**	**Tue 04/11/2**	**Tue 11/11/2**
26		Main Frame (Kolom & Balok)	4 days	Tue 04/11/2	Fri 07/11/25
27		Verticality & Tightening Main Fram	3 days	Thu 06/11/2	Sat 08/11/25
28		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	4 days	Sat 08/11/25	Tue 11/11/2
29		**Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)**	**8 days**	**Fri 07/11/25**	**Fri 14/11/25**
30		Main Frame (Kolom & Balok)	4 days	Fri 07/11/25	Mon 10/11/2
31		Verticality & Tightening Main Fram	3 days	Sun 09/11/2	Tue 11/11/2
32		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	4 days	Tue 11/11/2	Fri 14/11/25
33		**Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)**	**8 days**	**Sat 08/11/25**	**Sat 15/11/25**
34		Main Frame (Kolom & Balok)	4 days	Sat 08/11/25	Tue 11/11/2
35		Verticality & Tightening Main Fram	3 days	Sun 09/11/2	Tue 11/11/2
36		Accessoris (Girt, Purlin, Plate, dll)	4 days	Wed 12/11/2	Sat 15/11/25
37		**LIGHT BRICK WALL**	**18 days**	**Tue 28/10/2**	**Fri 14/11/25**
38		Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)	7 days	Tue 28/10/2	Mon 03/11/2
39		Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)	5 days	Tue 28/10/2	Sat 01/11/25
40		Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)	5 days	Sat 01/11/25	Wed 05/11/2
41		Grid Line H-A (Loading Bay 8)	7 days	Tue 04/11/2	Mon 10/11/2
42		Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)	5 days	Wed 05/11/2	Sun 09/11/2
43		Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)	4 days	Thu 06/11/2	Sun 09/11/2
44		Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)	3 days	Sun 09/11/2	Tue 11/11/2



Project: PENJADWALAN PDM P
Date: Sun 11/01/26

Task	Inactive Summary	External Tasks
Split	Manual Task	External Milestone
Milestone	Duration-only	Deadline
Summary	Manual Summary Rollup	Critical
Project Summary	Manual Summary	Critical Split
Inactive Task	Start-only	Progress
Inactive Milestone	Finish-only	Manual Progress

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
45		Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)	3 days	Wed 12/11/2	Fri 14/11/25
46		Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)	3 days	Wed 12/11/2	Fri 14/11/25
47		**SANDWICH PANEL**	**16 days**	**Sun 02/11/2**	**Mon 17/11/2**
48		Grid Line AQ-AJ (Loading Bay 1)	7 days	Tue 04/11/2	Mon 10/11/2
49		Grid Line AJ-AF (Loading Bay 1-2)	3 days	Sun 02/11/2	Tue 04/11/2
50		Grid Line AF-AC (Loading Bay 2-3)	3 days	Thu 06/11/2	Sat 08/11/25
51		Grid Line H-A (Loading Bay 8)	3 days	Tue 11/11/2	Thu 13/11/2
52		Grid Line AC-Y (Loading Bay 3-4)	5 days	Mon 10/11/2	Fri 14/11/25
53		Grid Line Y-S (Loading Bay 4-5)	7 days	Mon 10/11/2	Sun 16/11/2
54		Grid Line S-P (Loading Bay 5-6)	3 days	Wed 12/11/2	Fri 14/11/25
55		Grid Line P-L (Loading Bay 6-7)	3 days	Sat 15/11/25	Mon 17/11/2
56		Grid Line L-H (Loading Bay 7-8)	3 days	Sat 15/11/25	Mon 17/11/2
57		**FINISH**	0 days	Tue 18/11/2	Tue 18/11/2



Project: PENJADWALAN PDM P
Date: Sun 11/01/26

Task		Inactive Summary		External Tasks	
Split		Manual Task		External Milestone	
Milestone		Duration-only		Deadline	
Summary		Manual Summary Rollup		Critical	
Project Summary		Manual Summary		Critical Split	
Inactive Task		Start-only		Progress	
Inactive Milestone		Finish-only		Manual Progress	

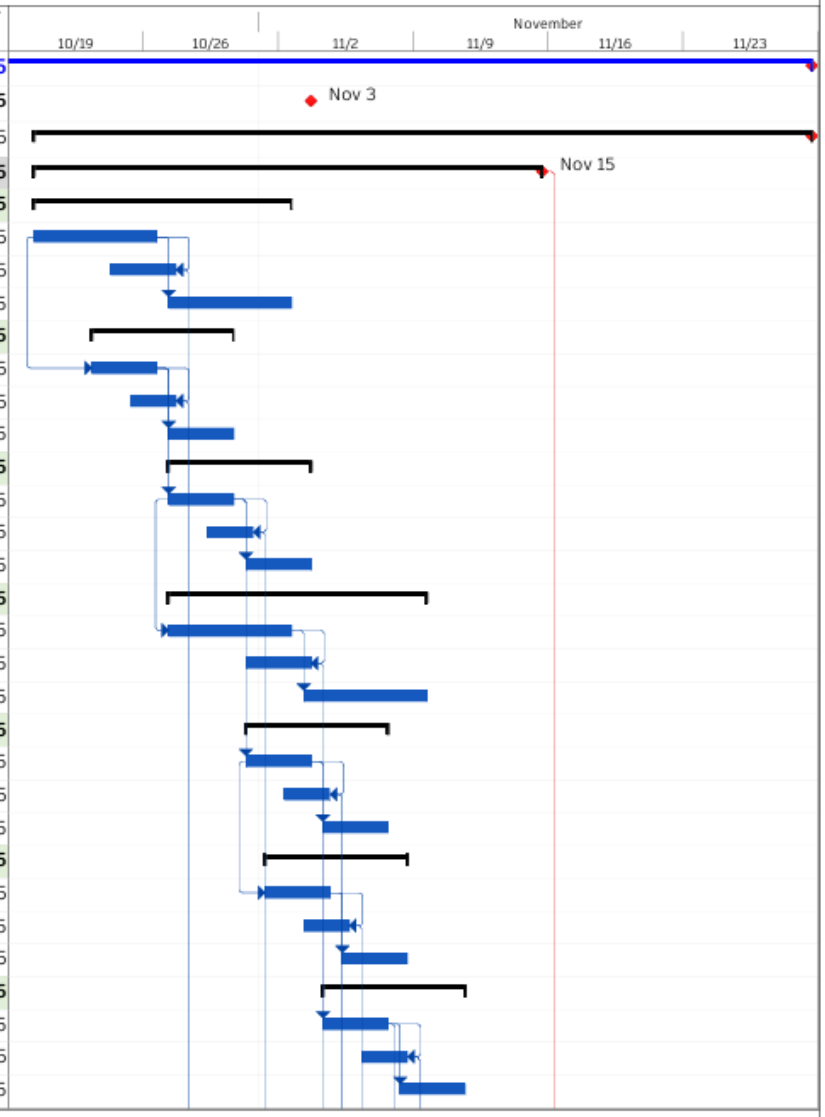
Lampiran 10 Rencana Penjadwalan *Existing* Proyek Loading Dock Wall Cover

RECOVERY SCHEDULE 进度恢复计划

LOADING DOCK WALL COVER PROJECT

PT LAMI PACKAGING INDONESIA

ID	分部分项工程名称 Work Description	持续 时间 Duration	Start 开始时间	Finish 结束时间
0	**LOADING DOCK WALL COVER PROJECT**	**106 days**	**8/16/2025**	**11/29/2025**
1	**1 APPROVED SCHEDULE 已批准的进度表**	**80 days**	**8/16/2025**	**11/3/2025**
2	**2 RECOVERY SCHEDULE (PROPOSED) 恢复日期 (建议)**	41 days	10/20/2025	11/29/2025
3	**2.1 STEEL STRUCTURE 钢结构**	**27 days**	**10/20/2025**	**11/15/2025**
4	**2.1.1 GRID LINE AQ ~ AJ (LOADING BAY 装货区 1)**	**14 days**	**10/20/2025**	**11/2/2025**
5	2.1.1.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	7 days	10/20/2025	10/26/2025
6	2.1.1.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	4 days	10/24/2025	10/27/2025
7	2.1.1.3 Accessories (Girt, Purlin, Plate, etc.) 附件 (墙檩, 屋面檩条, 板材 等	7 days	10/27/2025	11/2/2025
8	**2.1.2 GRID LINE AJ ~ AF (LOADING BAY 装货区 1 ~ 2)**	**8 days**	**10/23/2025**	**10/30/2025**
9	2.1.2.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	4 days	10/23/2025	10/26/2025
10	2.1.2.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	3 days	10/25/2025	10/27/2025
11	2.1.2.3 Accessories (Girt, Plate, etc.) 建筑配件 (墙檩、连接板等)	4 days	10/27/2025	10/30/2025
12	**2.1.3 GRID LINE AF ~ AC (LOADING BAY 装货区 2 ~ 3)**	**8 days**	**10/27/2025**	**11/3/2025**
13	2.1.3.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	4 days	10/27/2025	10/30/2025
14	2.1.3.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	3 days	10/29/2025	10/31/2025
15	2.1.3.3 Accessories (Girt, Plate, etc.) 建筑配件 (墙檩、连接板等)	4 days	10/31/2025	11/3/2025
16	**2.1.4 GRID LINE H ~ A (LOADING BAY 装货区 8)**	**14 days**	**10/27/2025**	**11/9/2025**
17	2.1.4.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	7 days	10/27/2025	11/2/2025
18	2.1.4.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	4 days	10/31/2025	11/3/2025
19	2.1.4.3 Accessories (Girt, Purlin, Plate, etc.) 附件 (墙檩, 屋面檩条, 板材 等	7 days	11/3/2025	11/9/2025
20	**2.1.5 GRID LINE AC ~ Y (LOADING BAY 装货区 3 ~ 4)**	**8 days**	**10/31/2025**	**11/7/2025**
21	2.1.5.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	4 days	10/31/2025	11/3/2025
22	2.1.5.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	3 days	11/2/2025	11/4/2025
23	2.1.5.3 Accessories (Girt, Plate, etc.) 建筑配件 (墙檩、连接板等)	4 days	11/4/2025	11/7/2025
24	**2.1.6 GRID LINE Y ~ S (LOADING BAY 装货区 4 ~ 5)**	**8 days**	**11/1/2025**	**11/8/2025**
25	2.1.6.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	4 days	11/1/2025	11/4/2025
26	2.1.6.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	3 days	11/3/2025	11/5/2025
27	2.1.6.3 Accessories (Girt, Plate, etc.) 建筑配件 (墙檩、连接板等)	4 days	11/5/2025	11/8/2025
28	**2.1.7 GRID LINE S ~ P (LOADING BAY 装货区 5 ~ 6)**	**8 days**	**11/4/2025**	**11/11/2025**
29	2.1.7.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	4 days	11/4/2025	11/7/2025
30	2.1.7.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	3 days	11/6/2025	11/8/2025
31	2.1.7.3 Accessories (Girt, Plate, etc.) 建筑配件 (墙檩、连接板等)	4 days	11/8/2025	11/11/2025



PT. INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE

SHAOHEJUN 邵和军
PROJECT MANAGER 项目经理

PT. LAMI PACKAGING INDONESIA

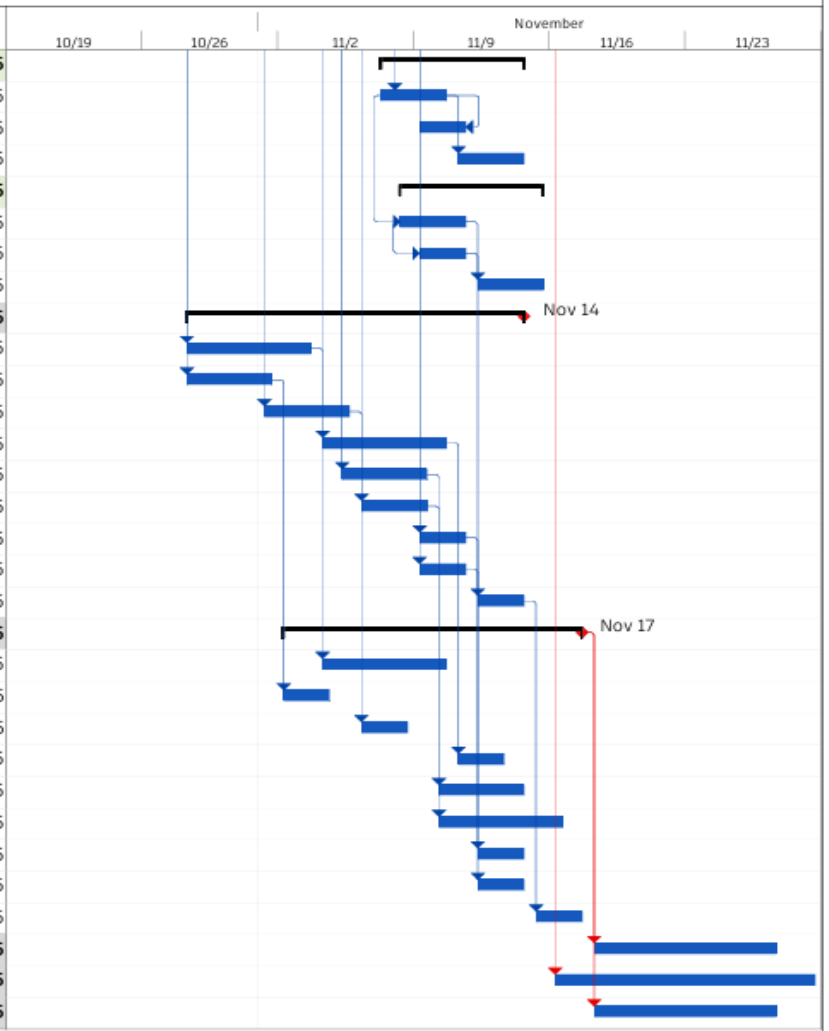
PROJECT OWNER 项目业主

RECOVERY SCHEDULE 进度恢复计划

LOADING DOCK WALL COVER PROJECT

PT LAMI PACKAGING INDONESIA

ID	分部分项工程名称 Work Description	持续 时间 Duration	Start 开始时间	Finish 结束时间
32	**2.1.8 GRID LINE P ~ L (LOADING BAY 装货区 6 ~ 7)**	**8 days**	**11/7/2025**	**11/14/2025**
33	2.1.8.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	4 days	11/7/2025	11/10/2025
34	2.1.8.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	3 days	11/9/2025	11/11/2025
35	2.1.8.3 Accessories (Girt, Plate, etc.) 建筑配件 (墙檩、连接板等)	4 days	11/11/2025	11/14/2025
36	**2.1.9 GRID LINE L ~ H (LOADING BAY 装货区 7 ~ 8)**	**8 days**	**11/8/2025**	**11/15/2025**
37	2.1.9.1 Main Frame (Column & Beam) 主结构 (柱子和梁)	4 days	11/8/2025	11/11/2025
38	2.1.9.2 Verticality & Thightening Main Frame 主结构垂直度与紧固	3 days	11/9/2025	11/11/2025
39	2.1.9.3 Accessories (Girt, Plate, etc.) 建筑配件 (墙檩、连接板等)	4 days	11/12/2025	11/15/2025
40	**2.2 LIGHT BRICK WALL 轻质砖墙**	**18 days**	**10/28/2025**	**11/14/2025**
41	2.2.1 GRID LINE AQ ~ AJ (LOADING BAY 装货区 1)	7 days	10/28/2025	11/3/2025
42	2.2.2 GRID LINE AJ ~ AF (LOADING BAY 装货区 1 ~ 2)	5 days	10/28/2025	11/1/2025
43	2.2.3 GRID LINE AF ~ AC (LOADING BAY 装货区 2 ~ 3)	5 days	11/1/2025	11/5/2025
44	2.2.4 GRID LINE H ~ A (LOADING BAY 装货区 8)	7 days	11/4/2025	11/10/2025
45	2.2.5 GRID LINE AC ~ Y (LOADING BAY 装货区 3 ~ 4)	5 days	11/5/2025	11/9/2025
46	2.2.6 GRID LINE Y ~ S (LOADING BAY 装货区 4 ~ 5)	4 days	11/6/2025	11/9/2025
47	2.2.7 GRID LINE S ~ P (LOADING BAY 装货区 5 ~ 6)	3 days	11/9/2025	11/11/2025
48	2.2.8 GRID LINE P ~ L (LOADING BAY 装货区 6 ~ 7)	3 days	11/9/2025	11/11/2025
49	2.2.9 GRID LINE L ~ H (LOADING BAY 装货区 7 ~ 8)	3 days	11/12/2025	11/14/2025
50	**2.3 SANDWICH PANEL 夹芯板**	**16 days**	**11/2/2025**	**11/17/2025**
51	2.3.1 GRID LINE AQ ~ AJ (LOADING BAY 装货区 1)	7 days	11/4/2025	11/10/2025
52	2.3.2 GRID LINE AJ ~ AF (LOADING BAY 装货区 1 ~ 2)	3 days	11/2/2025	11/4/2025
53	2.3.3 GRID LINE AF ~ AC (LOADING BAY 装货区 2 ~ 3)	3 days	11/6/2025	11/8/2025
54	2.3.4 GRID LINE AC ~ Y (LOADING BAY 装货区 3 ~ 4)	3 days	11/11/2025	11/13/2025
55	2.3.5 GRID LINE Y ~ S (LOADING BAY 装货区 4 ~ 5)	5 days	11/10/2025	11/14/2025
56	2.3.6 GRID LINE H ~ A (LOADING BAY 装货区 8)	7 days	11/10/2025	11/16/2025
57	2.3.7 GRID LINE S ~ P (LOADING BAY 装货区 5 ~ 6)	3 days	11/12/2025	11/14/2025
58	2.3.8 GRID LINE P ~ L (LOADING BAY 装货区 6 ~ 7)	3 days	11/12/2025	11/14/2025
59	2.3.9 GRID LINE L ~ H (LOADING BAY 装货区 7 ~ 8)	3 days	11/15/2025	11/17/2025
60	**2.4 DOOR & WINDOW 门窗**	**10 days**	**11/18/2025**	**11/27/2025**
61	**2.5 MEP 机电**	**14 days**	**11/16/2025**	**11/29/2025**
62	**2.6 AUTOMATIC DOOR 自动门**	**10 days**	**11/18/2025**	**11/27/2025**



PT. INDONESIA XIN HAI STEEL STRUCTURE

SHAOHEJUN 邵和军
PROJECT MANAGER 项目经理

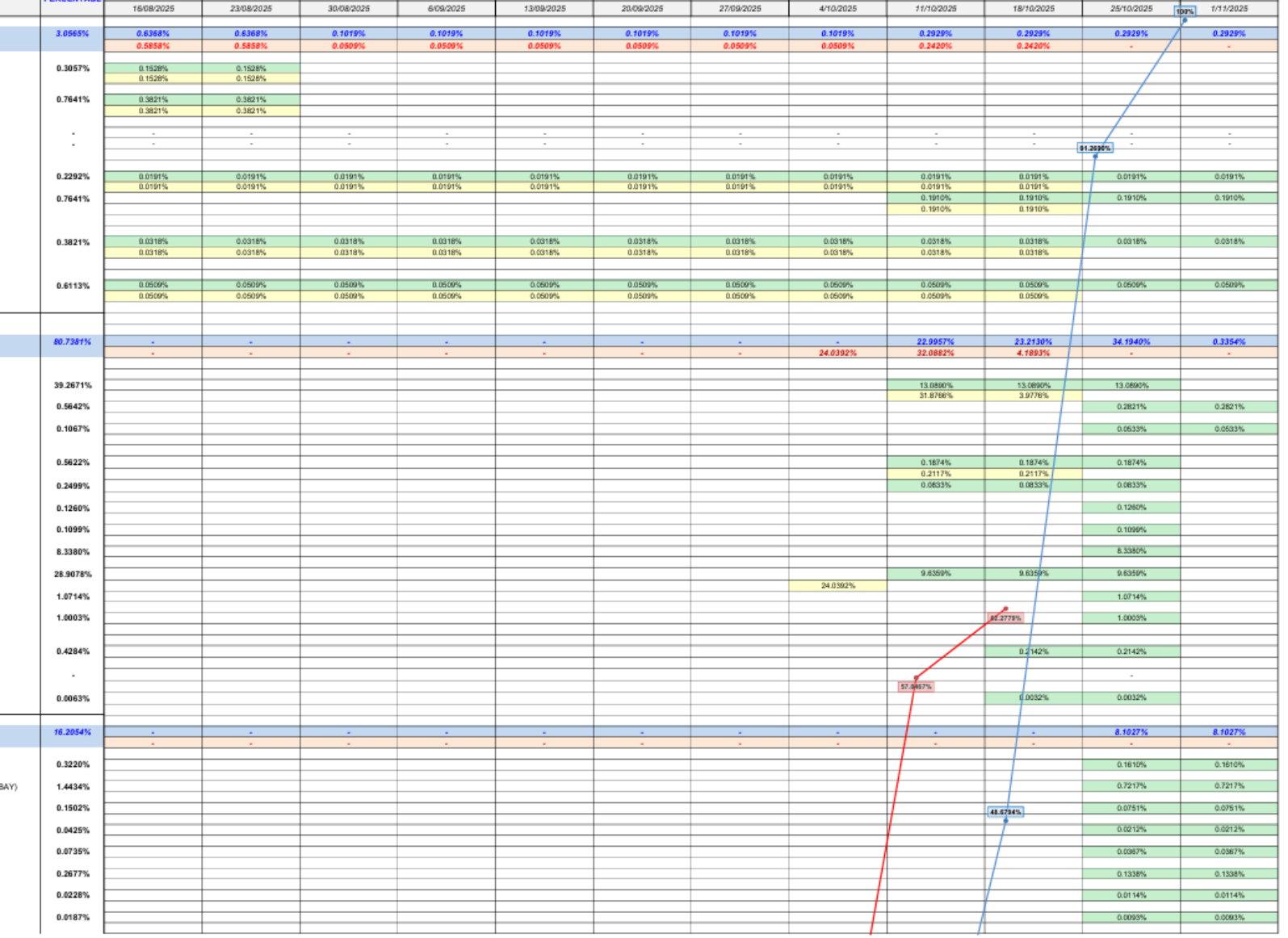
PT. LAMI PACKAGING INDONESIA

PROJECT OWNER 项目业主

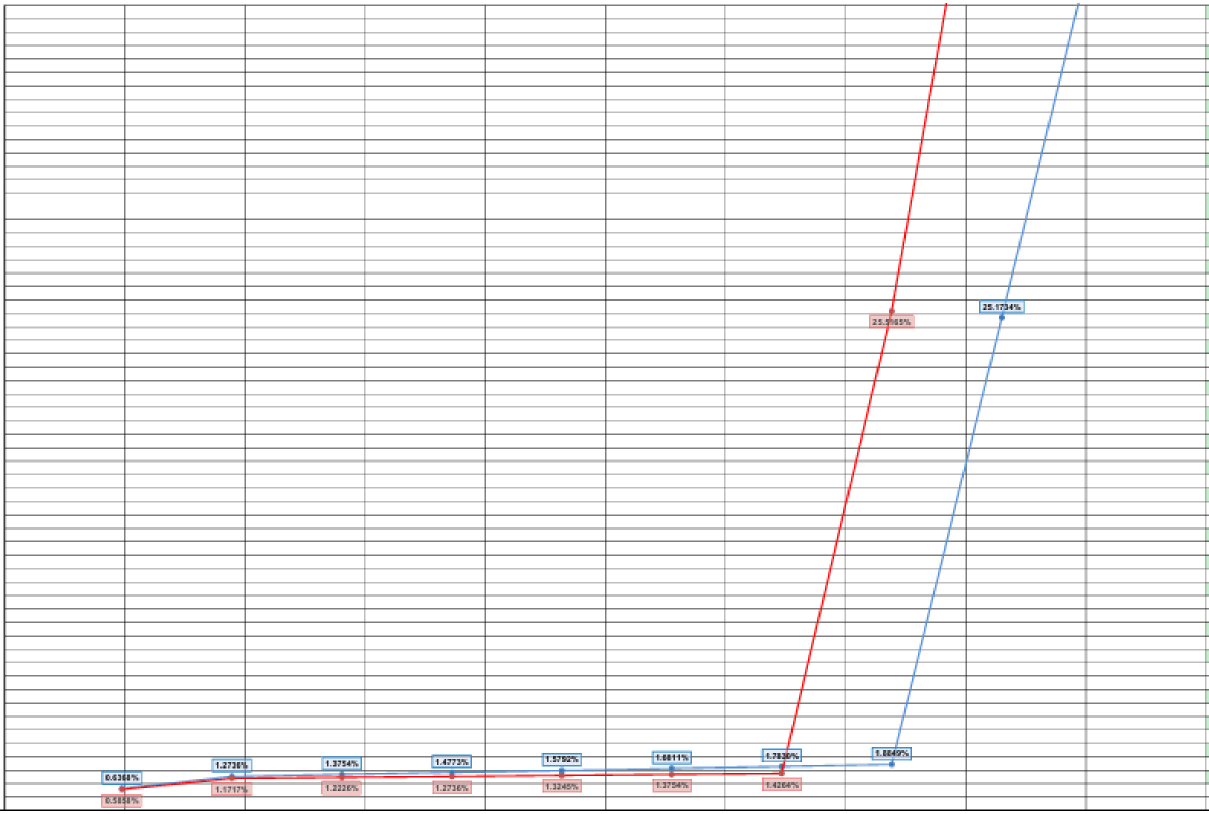
Project	: Loading Dock Wall Cover Project
Doc No.	: '-
Contractor	: PT Indonsia Xin Hai Steel Structure
Doc Tittle	: "S"-Curve Project Plan

"S"- CURVE PROJECT PLAN

NO	DESCRIPTION	WEIGHT PERCENTAGE	AUGUST 2025			SEPTEMBER 2025				OCTOBER 2025				NOVEMBER 2025
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
			16/08/2025	23/08/2025	30/08/2025	6/09/2025	13/09/2025	20/09/2025	27/09/2025	4/10/2025	11/10/2025	18/10/2025	25/10/2025	1/11/2025
I.	**PREPARATION**	*3.0565%*	*0.6368%*	*0.6368%*	*0.1019%*	*0.1019%*	*0.1019%*	*0.1019%*	*0.1019%*	*0.1019%*	*0.2929%*	*0.2929%*	*0.2929%*	*0.2929%*
			0.5858%	*0.5858%*	*0.0509%*	*0.0509%*	*0.0509%*	*0.0509%*	*0.0509%*	*0.0509%*	*0.2420%*	*0.2420%*	-	-
1	**MOBILIZATION / DEMOBILIZATION**													
1.1	Mobilization / demobilization	0.3057%	0.1528%	0.1528%										
			0.1528%	0.1528%										
2	**TEMPORARY OFFICE AND STORAGE**													
2.1	Temporary office and storage	0.7641%	0.3821%	0.3821%										
			0.3821%	0.3821%										
3	**ELECTRIC POWER AND WATER SUPPLY**													
3.1	Electric power supply for working & lighting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Clean water supply for working	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	**SETTING OUT**													
4.1	Setting out during construction period	0.2292%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%
			0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%	0.0191%		
4.2	Scaffolding	0.7641%									0.1910%	0.1910%	0.1910%	0.1910%
											0.1910%	0.1910%		
5	**SITE CLEANING**													
5.1	Site cleaning during construction period	0.3821%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%
			0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%	0.0318%		
6	**HSE**													
6.1	Safety Tools (Medical Kit, Personal Protective Equipment)	0.6113%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%
			0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%		
II.	**INFRASTRUCTURE WORKS**													
A	**STRUCTURE LOADING DOCK**	*80.7381%*	-	-	-	-	-	-	-	-	*22.9957%*	*23.2130%*	*34.1940%*	*0.3354%*
			-	-	-	-	-	-	-	*24.0392%*	*32.0882%*	*4.1893%*	-	-
1.00	**STEEL STRUCTURE**													
	1) STEEL STRUCTURE	39.2671%									13.0890%	13.0890%	13.0890%	
											31.8766%	3.9776%		
	2) BOLLARD TYPE-1	0.5642%											0.2821%	0.2821%
	3) BOLLARD TYPE-2	0.1067%											0.0533%	0.0533%
2.00	**DOOR, WINDOW AND WALL**													
2.01	LIGHT BRICK WALL INSTALLATION	0.5622%									0.1874%	0.1874%	0.1874%	
											0.2117%	0.2117%		
2.02	PLASTERING & SKIMCOATING LIGHT BRICK WALLS	0.2499%									0.0833%	0.0833%	0.0833%	
2.03	MANDOOR	0.1260%											0.1260%	
2.04	EMERGENCY DOOR :	0.1099%											0.1099%	
2.05	WINDOW :	8.3380%											8.3380%	
2.06	SANDWICH PANEL EPS. & ACCESSORIES	28.9078%									9.6359%	9.6359%	9.6359%	
2.07	ALLUMUNIUM LOUVRE WITH STAINLESS STEEL INSECT MESH	1.0714%								24.0392%			1.0714%	
2.08	WINDOW FROM EXISTING BUILDING TO LOADING DOCK :	1.0003%											1.0003%	
3.00	**FINISHING**													
3.01	PAINTING ON LIGHT BRICK WALL	0.4284%										0.2142%	0.2142%	
3.02	EPOXY CHEMICAL RESISTANT FLOOR COATING	-											-	
3.03	GROUTING	0.0063%										0.0032%	0.0032%	
B	**MECHANICAL, ELECTRICAL & PLUMBING**	*16.2054%*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*8.1027%*	*8.1027%*
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00	**ELECTRICAL INSTALLATION**													
	1) RELOCATION EXISTING LIGHTING (HIGHBAY)y)	0.3220%											0.1610%	0.1610%
	2) INSTALLATION LIGHTING INCLUDE RELOCATION EXISTING LIGHTING (HIGHBAY)	1.4434%											0.7217%	0.7217%
	3) INSTALLATION POWER AUTOMATIC SPEED DOOR	0.1502%											0.0751%	0.0751%
	4) INSTALLATION POWER LOW RPM FAN	0.0425%											0.0212%	0.0212%
	5) INSTALLATION POWER EXHAUST	0.0735%											0.0367%	0.0367%
	6) INSTALLATION POWER SOCKET	0.2677%											0.1338%	0.1338%
	7) INSTALLATION POWER FOR AIR CURTAIN	0.0228%											0.0114%	0.0114%
	8) INSTALLATION PANEL 3PHASE	0.0187%											0.0093%	0.0093%



	9) ACCESSORIES, FITTING, ETC	0.0432%	0.0216%	0.0216%
2.00	**ARMATURE**			
	1) LOW RPM FAN	2.6655%	1.3328%	1.3328%
	2) EXHAUST	0.2901%	0.1451%	0.1451%
	3) POWER SOCKET 3PHASE	0.0358%	0.0179%	0.0179%
	4) PANEL 3PHASE (POWER, CONTROL PANEL, ETC.)	0.1580%	0.0790%	0.0790%
	5) AIR CURTAIN INCLUDE ACCESSORIES	0.1692%	0.0846%	0.0846%
3.00	**INSTALLATION FIRE ALARM**			
	1) INSTALLATION BEAM DETECTOR ADDRESSABLE REFLECTIVE BEAM SMOKE DETECTION (TO EXISTING EQUIPMENT)	0.1133%	0.0566%	0.0566%
	2) INSTALLATION MANUAL CALL POINT	0.1133%	0.0566%	0.0566%
	3) INSTALLATION ALARM	0.0566%	0.0283%	0.0283%
	4) INSTALLATION SOUNDER AND FLASHING LIGHT	0.0566%	0.0283%	0.0283%
	5) INSTALLATION PANEL MAIN CONTROL FIRE ALARM	0.1753%	0.0876%	0.0876%
	6) ACCESSORIES, FITTING, ETC	0.0458%	0.0229%	0.0229%
4.00	**ARMATURE**			
	1) BEAM DETECTOR ADDRESSABLE REFLECTIVE BEAM SMOKE DETECTOR	0.2998%	0.1499%	0.1499%
	2) NOTIFIER SYSTEM SENSOR MANUAL CALL POINT (CHANGE TO ADDRESSABLE)	0.1824%	0.0912%	0.0912%
	3) NOTIFIER WALL SPEAKER	0.2086%	0.1043%	0.1043%
	5) NOTIFIER HORN STROBE LAMP SYSTEM SENSOR	0.2597%	0.1299%	0.1299%
	6) MODUL BEAM DETECTOR	0.2086%	0.1043%	0.1043%
5.00	**ARMATURE**			
	1) CABLE TRAY	1.1944%	0.5972%	0.5972%
	2) ACCESSORIES, FITTING, ETC	0.0967%	0.0484%	0.0484%
	3) CCTV DOME TYPE ***(Material only)***	0.4093%	0.2046%	0.2046%
6.00	**CABLE INCOMING**			
	1) CABLE 5 CORE	1.6229%	0.8114%	0.8114%
	2) EXISTING PANEL MODIFICATION	0.0383%	0.0192%	0.0192%
7.00	**Automatic Door**			
	1) RETRACTABLE DOCK SHELTER 3400WX3400H MM	2.1200%	1.0600%	1.0600%
	2) SECTIONAL DOOR VERTICAL 3000WX3000H MM	2.2007%	1.1004%	1.1004%
	3) HIGH SPEED DOOR 3000WX3000H MM ZIPPER TYPE	0.5502%	0.2751%	0.2751%
	4) TURBO FAST DOOR 3000WX3000H MM	0.5502%	0.2751%	0.2751%
	TOTAL	100%		

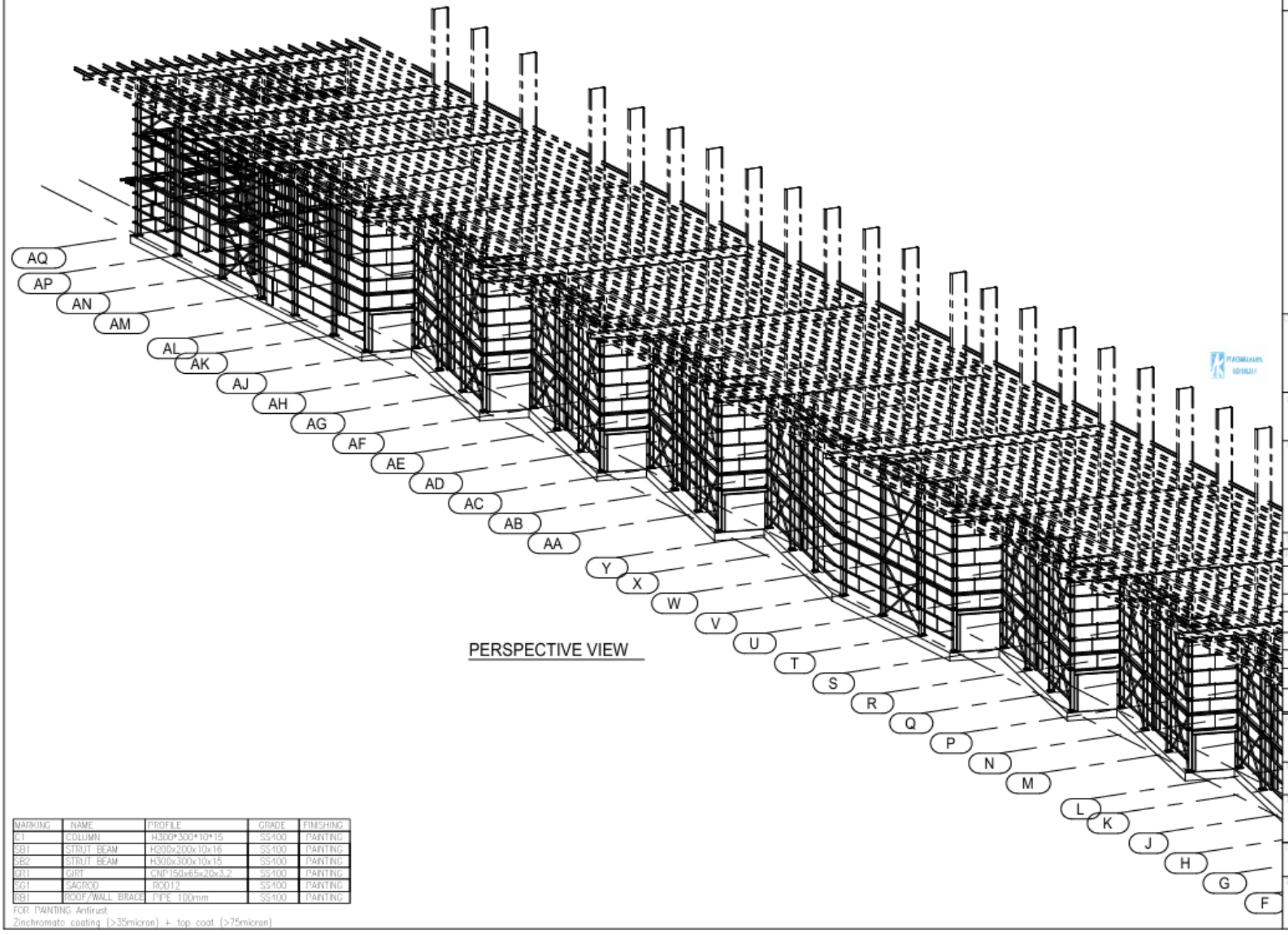


PLANNED PROGRESS	0.6368%	0.6368%	0.1019%	0.1019%	0.1019%	0.1019%	0.1019%	0.1019%	23.2886%	23.5059%	42.5896%	8.7310%
CUMULATIVE PLANNED PROGRESS	**0.6368%**	**1.2736%**	**1.3754%**	**1.4773%**	**1.5792%**	**1.6811%**	**1.7830%**	**1.8849%**	**25.1734%**	**48.6794%**	**91.2690%**	**100%**
ACTUAL PROGRESS	0.5858%	0.5858%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	0.0509%	24.0901%	32.3302%	4.4313%	-	-
CUMULATIVE ACTUAL PROGRESS	**0.5858%**	**1.1717%**	**1.2226%**	**1.2736%**	**1.3245%**	**1.3754%**	**1.4264%**	**25.5165%**	**57.8467%**	**62.2779%**		
DEVIATION	**-0.0509%**	**-0.1019%**	**-0.1528%**	**-0.2038%**	**-0.2547%**	**-0.3057%**	**-0.3566%**	**23.6316%**	**32.6732%**	**13.5986%**		

LEGENDS

%	: *TOTAL SUB-ITEM PLANNED PROGRESS*
%	: *TOTAL SUB-ITEM ACTUAL PROGRESS*
%	: *SUB-ITEM PLANNED PROGRESS*
%	: *SUB-ITEM ACTUAL PROGRESS*

Lampiran 11 *Detail Engineering Design* (DED) Proyek Loading Dock Wall Cover



PERSPECTIVE VIEW

MARKING	NAME	PROFILE	GRADE	FINISHING
C1	COLUMN	H300*300*10*15	SS400	PAINTING
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	SS400	PAINTING
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	SS400	PAINTING
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	SS400	PAINTING
SG1	SAGROD	RD012	SS400	PAINTING
RB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	SS400	PAINTING

FOR PAINTING Antirust
Zinchromate coating (>35micron) + top coat (>75micron)

DED DRAWING

NOTES :

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL :

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKH	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

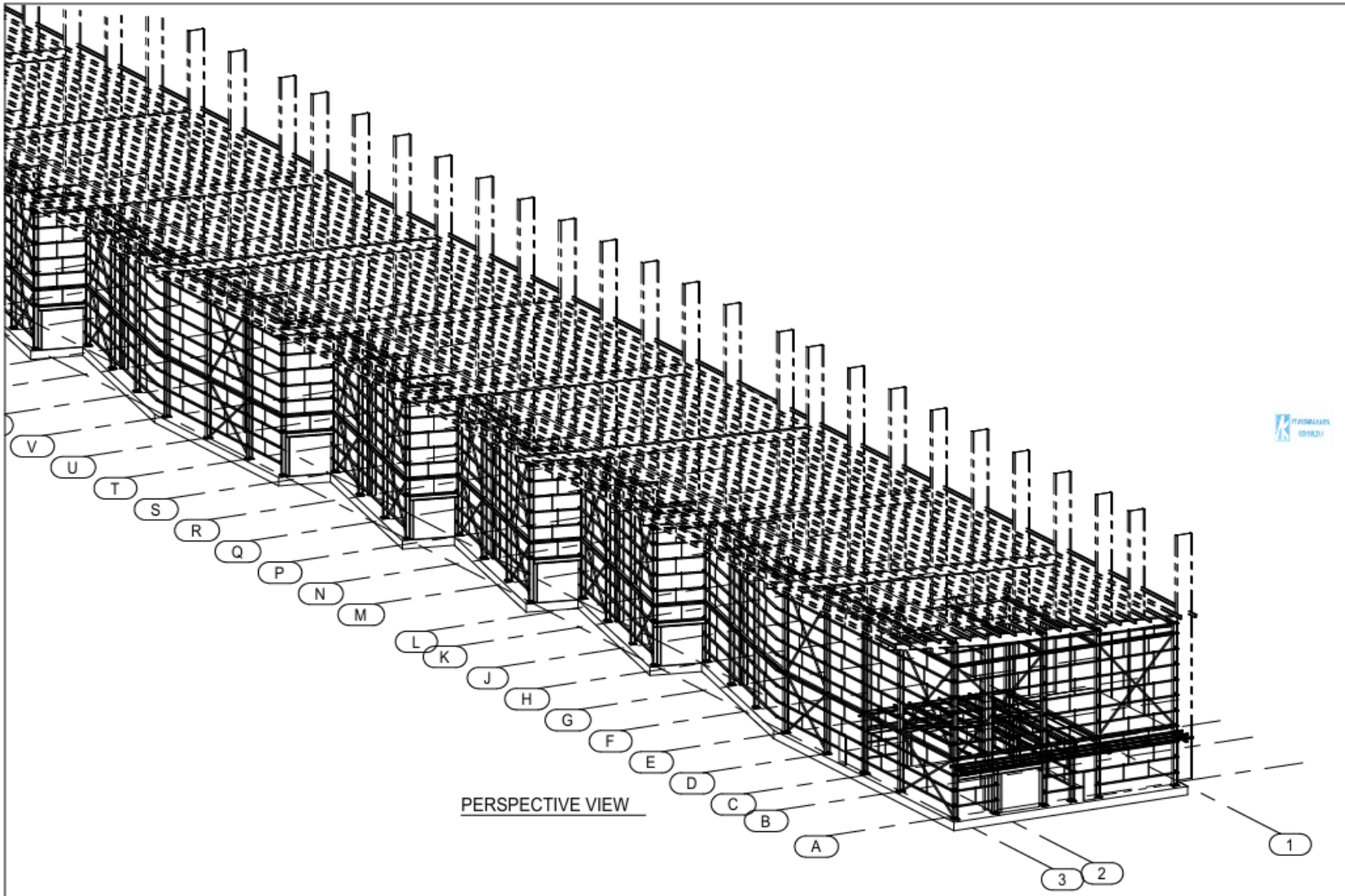
PERSPECTIVE VIEW

CONTRACT/PROJ.NO	SCALE	REV.
00-000	1:80	R3

DRAWING NO. :

LD-S-001-001

SHEET :



PERSPECTIVE VIEW

MARKING	NAME	PROFILE	GRADE	FINISHING
C1	COLUMN	H300*300*10*15	SS400	PAINTING
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	SS400	PAINTING
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	SS400	PAINTING
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	SS400	PAINTING
SG1	SAGROD	ROD12	SS400	PAINTING
RB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	SS400	PAINTING

FOR PAINTING: Antirust
Zinchromate coating (>35micron) + top coat (>75micron)

DED DRAWING

NOTES :

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL :

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY :	DATE :	SIGN :
PM	RKM	
CHIEF TECH.		
STR.	NIKO	
ARC.	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY :	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

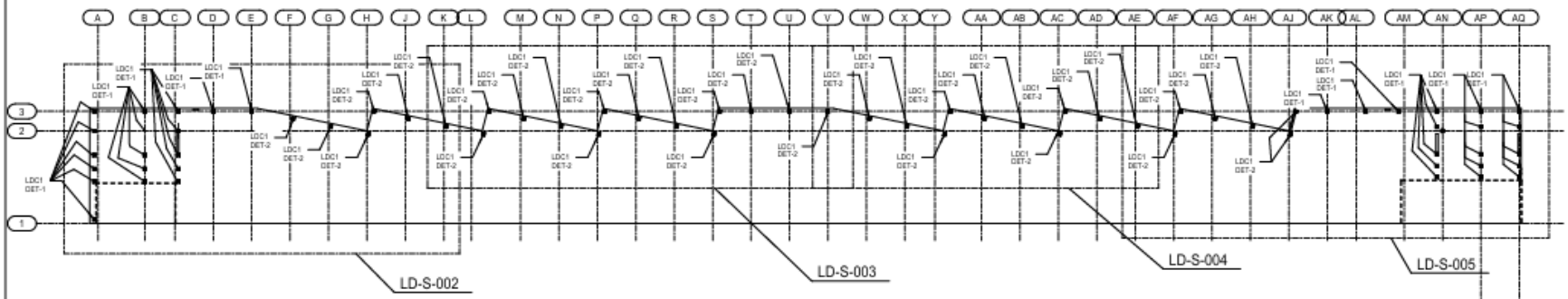
PERSPECTIVE VIEW

CONTRACT/PROJECT NO.	SCALE :	REV. :
00-000	1:80	R3

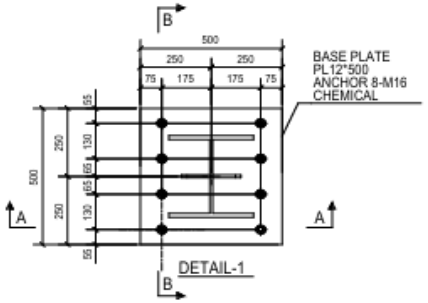
DRAWING NO. :

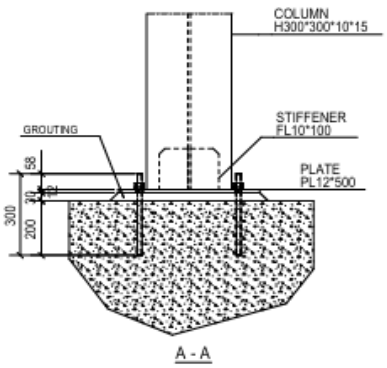
LD-S-001-002

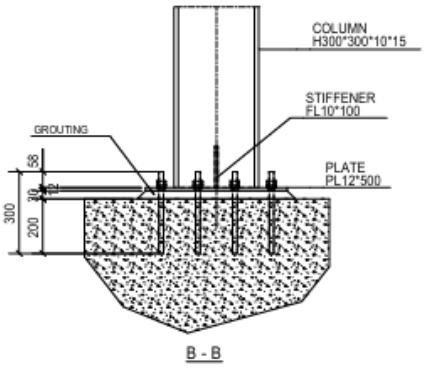
SHEET :

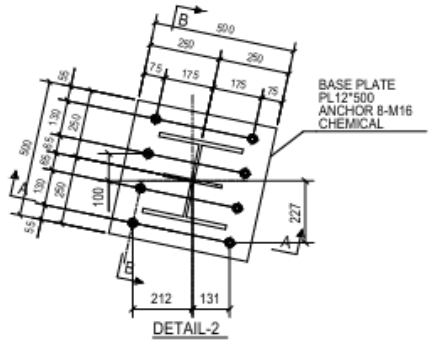


GENERAL COLUMN









MARKING	NAME	PROFILE	GRADE	FINISHING
C1	COLUMN	H300*300*10*15	SS400	PAINTING
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	SS400	PAINTING
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	SS400	PAINTING
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	SS400	PAINTING
SG1	SAGROD	ROD12	SS400	PAINTING
RB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	SS400	PAINTING

FOR PAINTING: Antirust
Zinchromate coating (>35micron) + top coat (>75micron)

PAGE WORK WITH LD-S-01A

DED DRAWING

NOTES:

OWNER :
PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :
PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKM	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :
LOADING DOCK

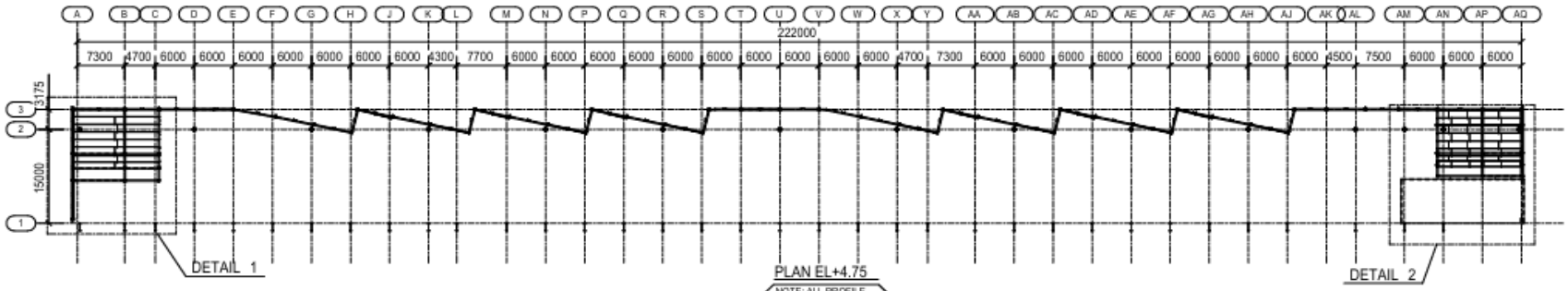
BUILDING NAME :
LOADING DOCK

DRAWING TITLE :
GENERAL COLUMN

CONTRACT/MDC NO :	SCALE :	REV :
00-000	1:730	R3

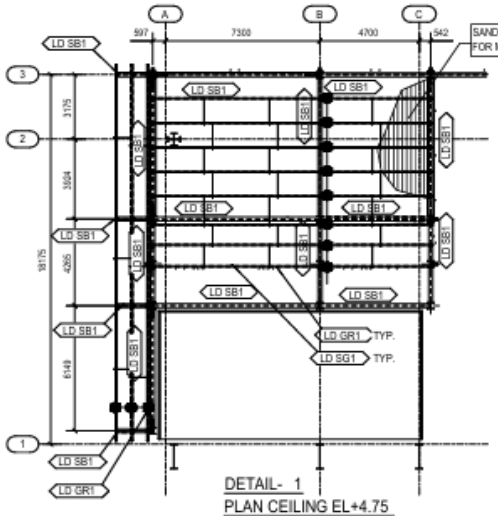
DRAWING NO : LD-S-001

SHEET :

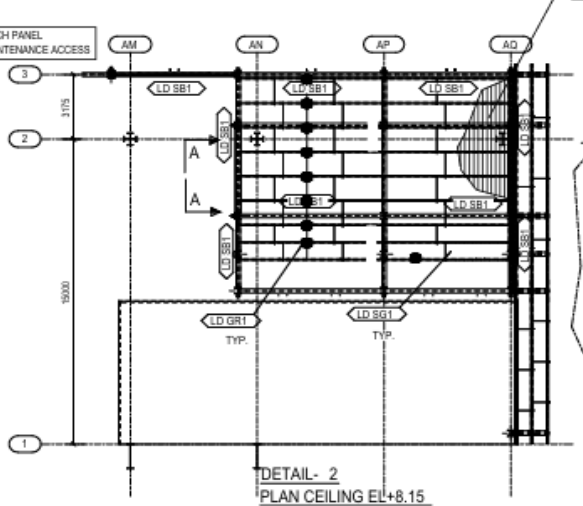


PLAN EL+4.75

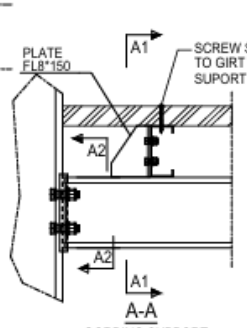
NOTE: ALL PROFILE LD SB1 UNO.

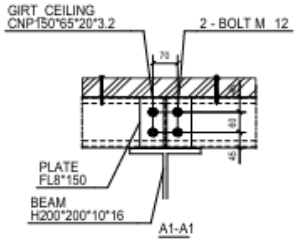


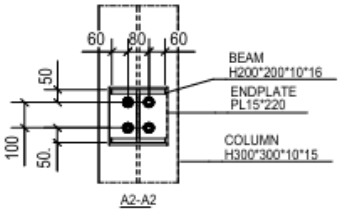
DETAIL- 1
PLAN CEILING EL+4.75



DETAIL- 2
PLAN CEILING EL+8.15







MARKING	NAME	PROFILE	GRADE	FINISHING
C1	COLUMN	H300*300*10*15	SS400	PAINTING
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	SS400	PAINTING
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	SS400	PAINTING
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	SS400	PAINTING
SG1	SAGROD	RØ12	SS400	PAINTING
BB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	SS400	PAINTING

FOR PAINTING Antirust
Zinchromate coating (>35micron) + top coat (>75micron)

DED DRAWING

NOTES:

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL :

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKM	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

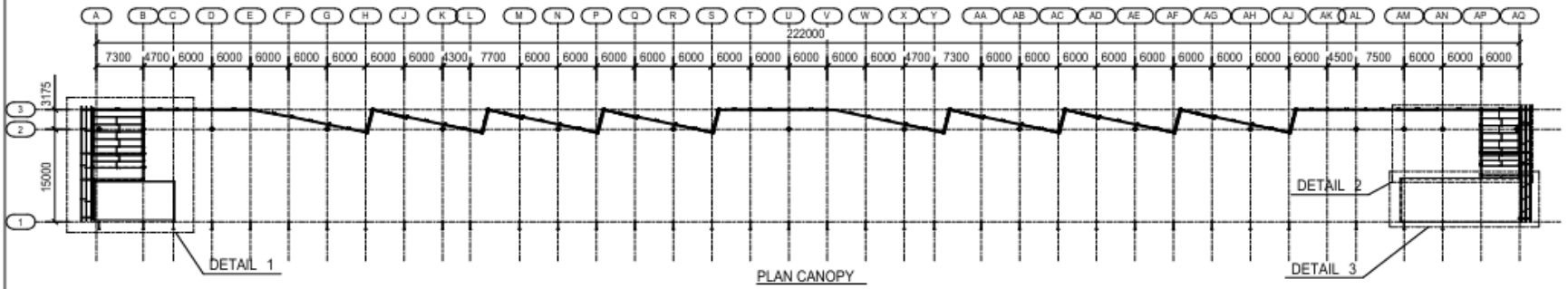
GENERAL BEAM SUPPORT CEILING

CONTRACT/REC.NO :	SCALE :	REV :
00-000	1:730	R4

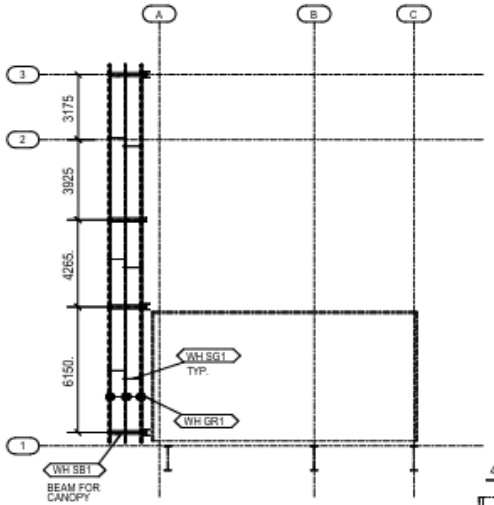
DRAWING NO :

LD-S-01A

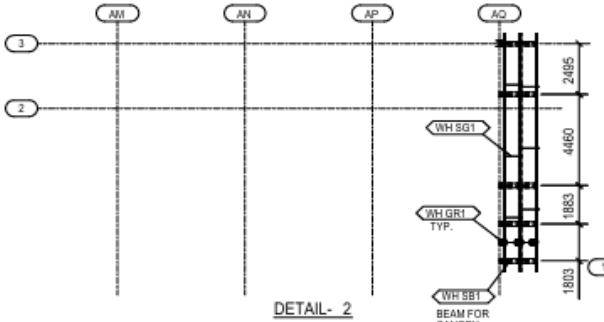
SHEET :



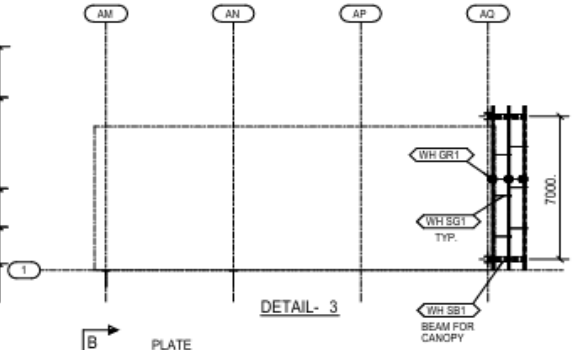
PLAN CANOPY



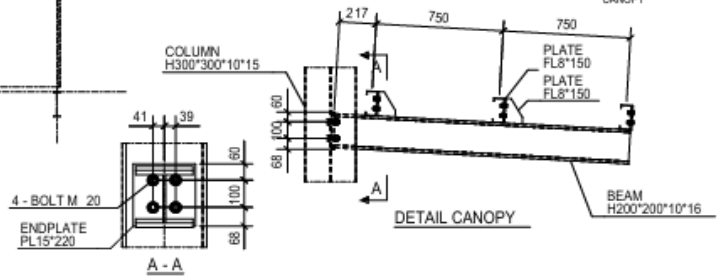
DETAIL- 1



DETAIL- 2

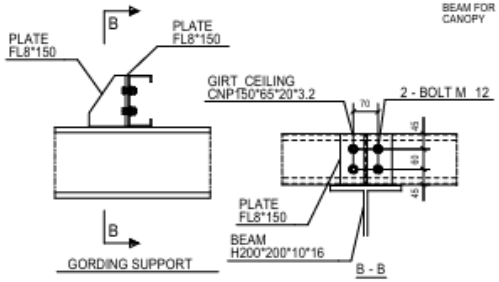


DETAIL- 3



DETAIL CANOPY

A - A



NOTE: FOR ELEVATION CANOPY SEE GENERAL ELEVATION VIEW

MARK			GRADE	FINISHING
C1	COLUMN	H300*300*10*15	SS400	PAINTING
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	SS400	PAINTING
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	SS400	PAINTING
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	SS400	PAINTING
SG1	SAGROD	ROD12	SS400	PAINTING
RB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	SS400	PAINTING

FOR PAINTING Antirust
Zinchromate coating (>35micron) + top coat (>75micron)

DED DRAWING

NOTES

OWNER :
PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL :

CONSULTANT :
PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKH	
CHIEF TECH		
STR	NKD	
ARC	FKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :
LOADING DOCK

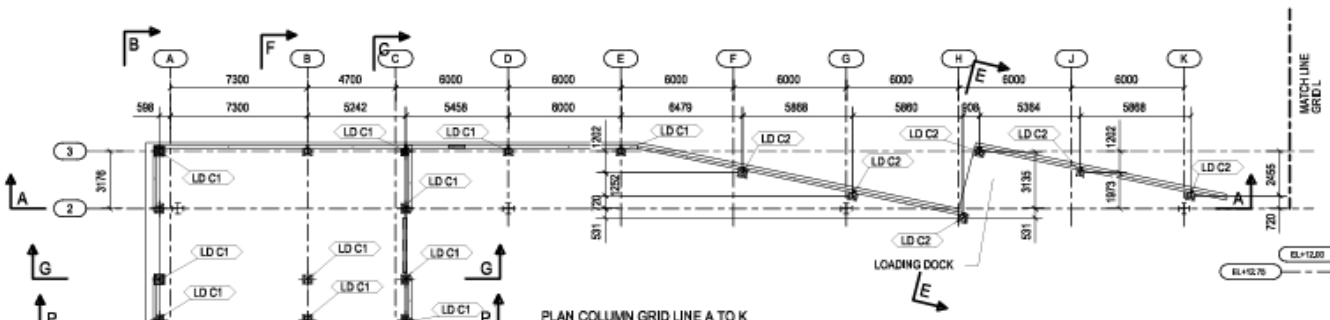
BUILDING NAME :
LOADING DOCK

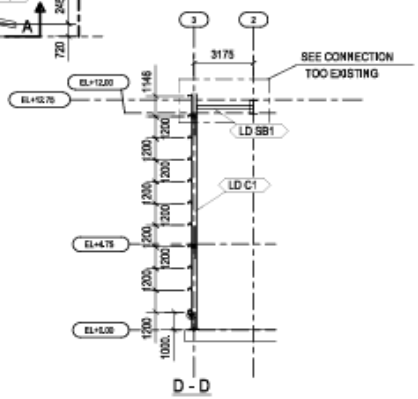
DRAWING TITLE :
GENERAL CANOPY

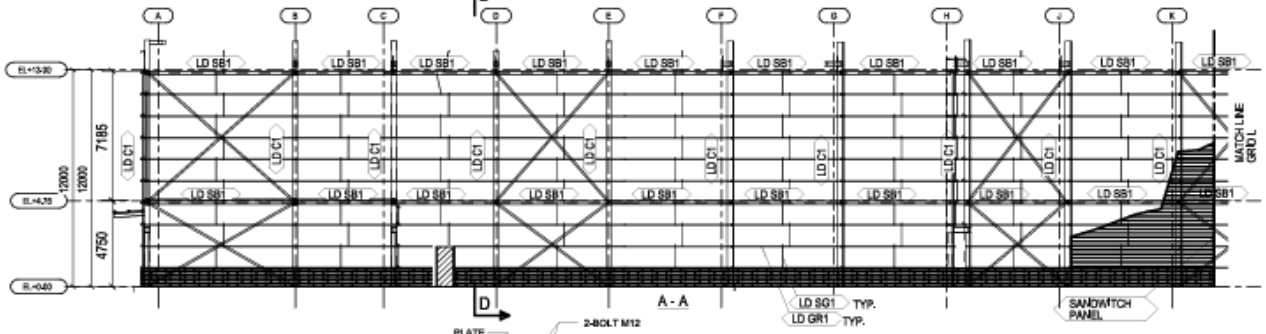
CONTRACT/MOC NO :	SCALE :	REV :
00-000	1:730	R3

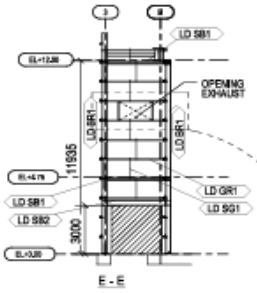
DRAWING NO : LD-S-02A

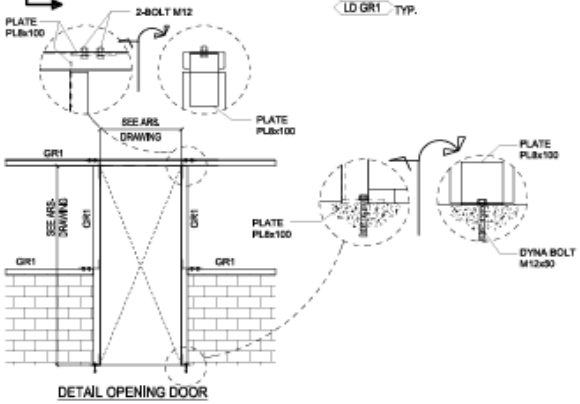
SHEET :



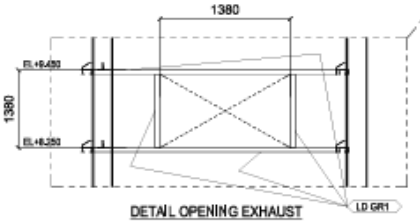








DETAIL OPENING DOOR



DETAIL OPENING EXHAUST

PAGE WORK WITH LD-S-02A

MARKING	NAME	PROFILE	GRADE	FINISHING
C1	COLUMN	H300*300*10*15	SS400	PAINTING
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	SS400	PAINTING
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	SS400	PAINTING
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	SS400	PAINTING
SG1	SAGROD	R0012	SS400	PAINTING
RB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	SS400	PAINTING

FOR PAINTING Antirust
Zinchromate coating (>35micron) + top coat (>75micron)

DED DRAWING

NOTES

OWNER :
PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :
PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKM	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :
LOADING DOCK

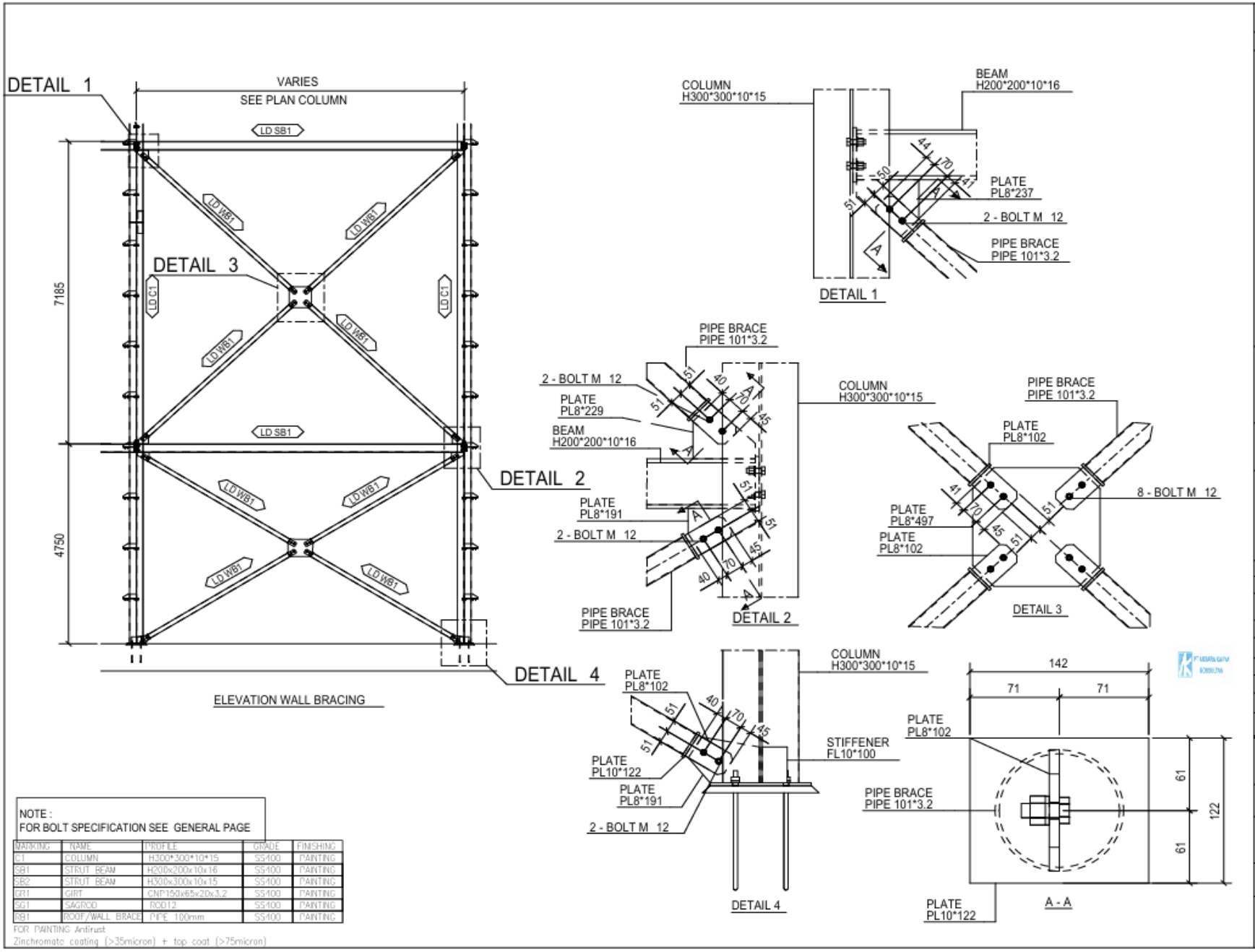
BUILDING NAME :
LOADING DOCK

DRAWING TITLE :
GENERAL ARRANGEMENT

CONTRACT/MOC NO :	SCALE :	REV :
00-000	1:6982	R4

DRAWING NO : LD-S-002

SHEET :



NOTE :
FOR BOLT SPECIFICATION SEE GENERAL PAGE

MARKING	NAME	PROFILE	GRADE	FINISHING
C1	COLUMN	H300*300*10*15	SS400	PAINTING
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	SS400	PAINTING
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	SS400	PAINTING
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	SS400	PAINTING
SG1	SAGROD	ROD12	SS400	PAINTING
RB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	SS400	PAINTING

FOR PAINTING Antirust
Zinchromate coating (>35micron) + top coat (>75micron)

DED DRAWING

NOTES

OWNER :
PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL :

CONSULTANT :
PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKM	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :
LOADING DOCK

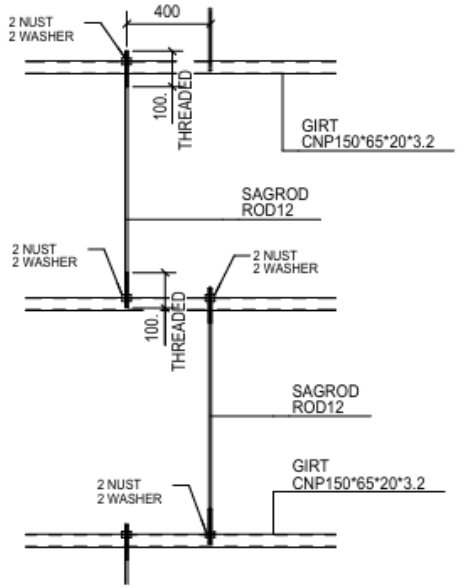
BUILDING NAME :
LOADING DOCK

DRAWING NAME :
DETAIL CONNECTION
WALL BRACE

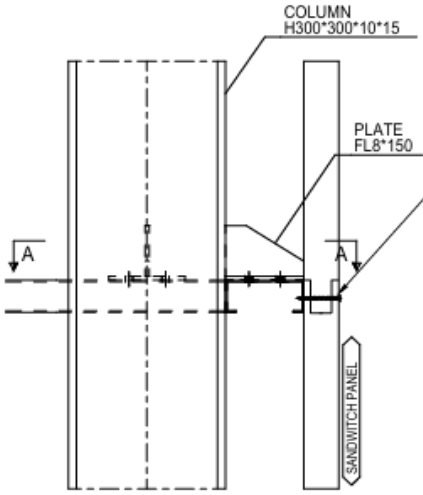
CONTRACT/PROJECT NO :	SCALE :	REV :
00-000	1:40	R3

DRAWING NO : LD-S-007

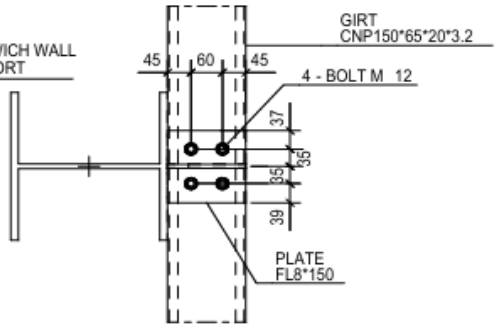
SHEET :



DETAIL GIRT TO SAGROD

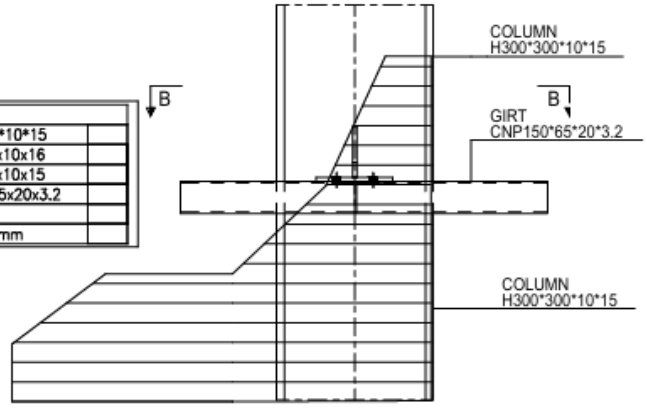


DETAIL CONNECTION GIRT ON FLANGE

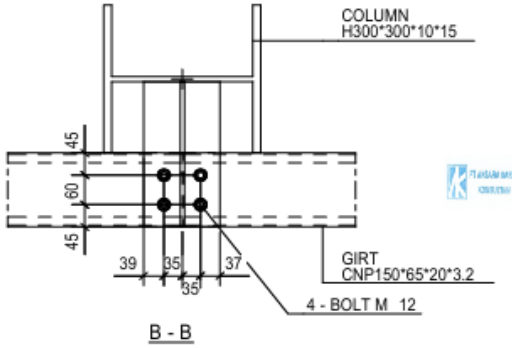


A - A

MARKING	NAME	PROFILE	
C1	COLUMN	H300*300*10*15	
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	
SG1	SAGROD	ROD12	
RB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	



DETAIL CONNECTION GIRT ON WEB



B - B

NOTE :
FOR BOLT SPECIFICATION SEE GENERAL PAGE

MARKING	NAME	PROFILE	GRADE	FINISHING
C1	COLUMN	H300*300*10*15	SS400	PAINTING
SB1	STRUT BEAM	H200x200x10x16	SS400	PAINTING
SB2	STRUT BEAM	H300x300x10x15	SS400	PAINTING
GR1	GIRT	CNP150x65x20x3.2	SS400	PAINTING
SG1	SAGROD	ROD12	SS400	PAINTING
RB1	ROOF/WALL BRACE	PIPE 100mm	SS400	PAINTING

FOR PAINTING Antirust
Zinchromate coating (>35micron) + top coat (>75micron)

DED DRAWING

NOTES :

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL :

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKM	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

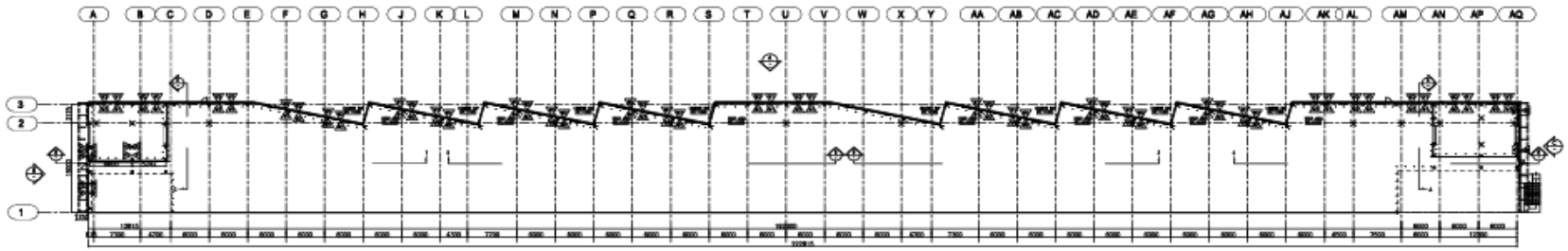
DETAIL CONNECTION
INSTALLATION GIRT AND SAGROD

CONTRACT/PROJECT NO :	SCALE :	REV :
00-000	1:20	R3

DRAWING NO :

LD-S-008

SHEET :



GENERAL PLAN

SCALE 1 : 715

WALL/FACADE FINISH

W1 WALL BRICK
PAINT FINISH WEATHERSHIELD EXTERIOR
± 0.000 – +1.000

W2 SANDWICH PANEL
+1.000 – +13.941

DED DRAWING

NOTES

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKN	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

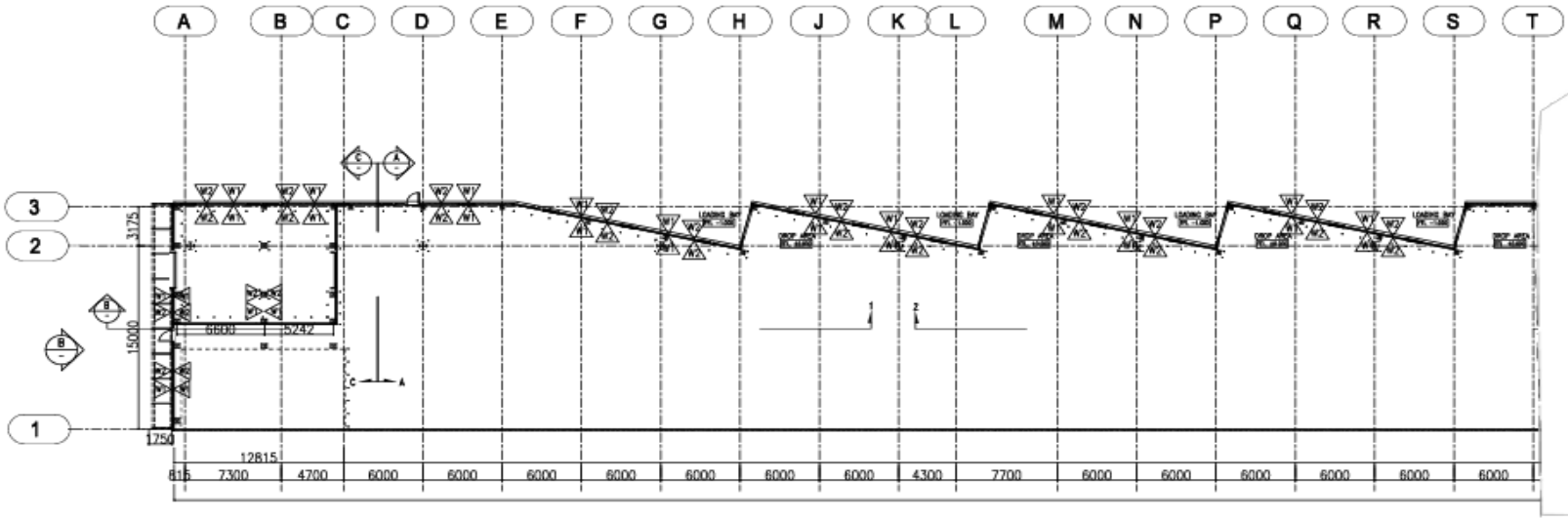
PROJECT TITLE :
LOADING DOCK

BUILDING NAME :
LOADING DOCK

DRAWING TITLE :
GENERAL PLAN

CONTRACT/WO/JO	SCALE	REV
00-000	1:762	R0

DRAWING NO	SHEET
AR-001	



GENERAL PLAN A-T

SCALE 1 : 715

WALL/FACADE FINISH

W1 WALL BRICK
PAINT FINISH WEATHERSHIELD EXTERIOR
± 0.000 – +1.000

W2 SANDWICH PANEL
+1.000 – +13.941

DED DRAWING

NOTES

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKN	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :
LOADING DOCK

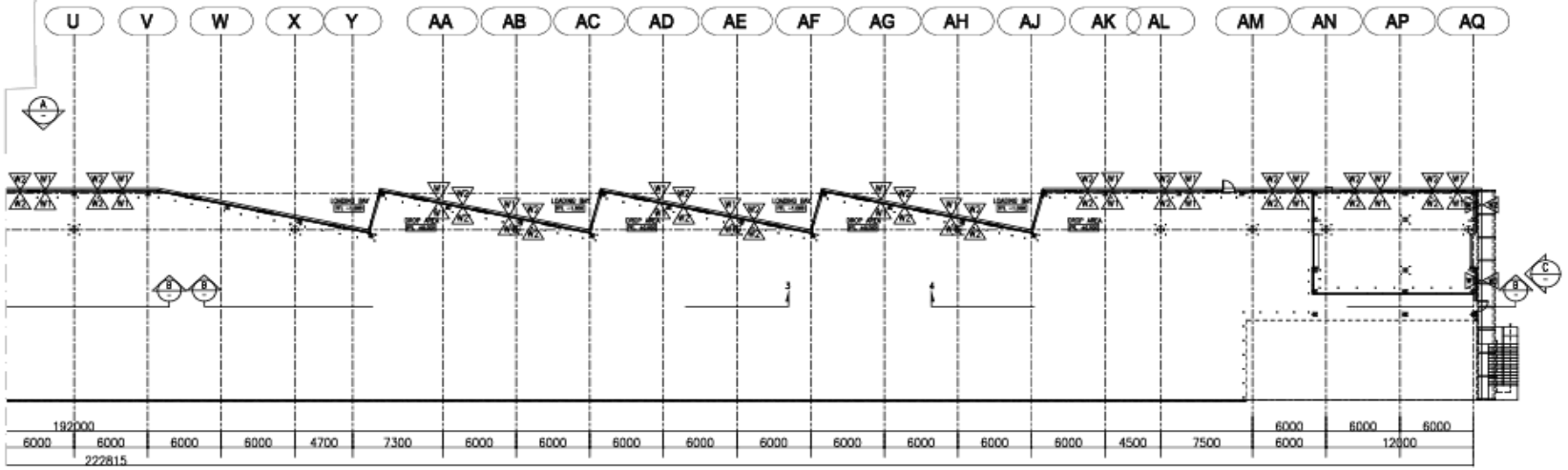
BUILDING NAME :
LOADING DOCK

DRAWING TITLE :
GENERAL PLAN

CONTRACT/WBCKID	SCALE	REV
00-000	1:762	R0

DRAWING NO : AR-002

SHEET :



GENERAL PLAN U-AQ

SCALE 1 : 715

WALL/FACADE FINISH

W1 WALL BRICK
PAINT FINISH WEATHERSHIELD EXTERIOR
± 0.000 – +1.000

W2 SANDWICH PANEL
+1.000 – +13.941

DED DRAWING

NOTES

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKN	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FIKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :
LOADING DOCK

BUILDING NAME :
LOADING DOCK

DRAWING TITLE :
GENERAL PLAN

CONTRACT/WO/MD	SCALE	REV
00-000	1:762	R0

DRAWING NO : AR-003

SHEET :



3D VISUALIZATION

NTS

DED DRAWING

NOTES

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKN	
CHIEF TECH		
STR	NKO	
ARC	FKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

3D VISUALIZATION

CONTRACT/WO.NO :	SCALE :	REV :
00-000	NTS	R0

DRAWING NO :

AR-033

SHEET :



3D VISUALIZATION

NTS

DED DRAWING

NOTES

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKN	
CHIEF TECH		
STR	NKO	
ARC	FKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

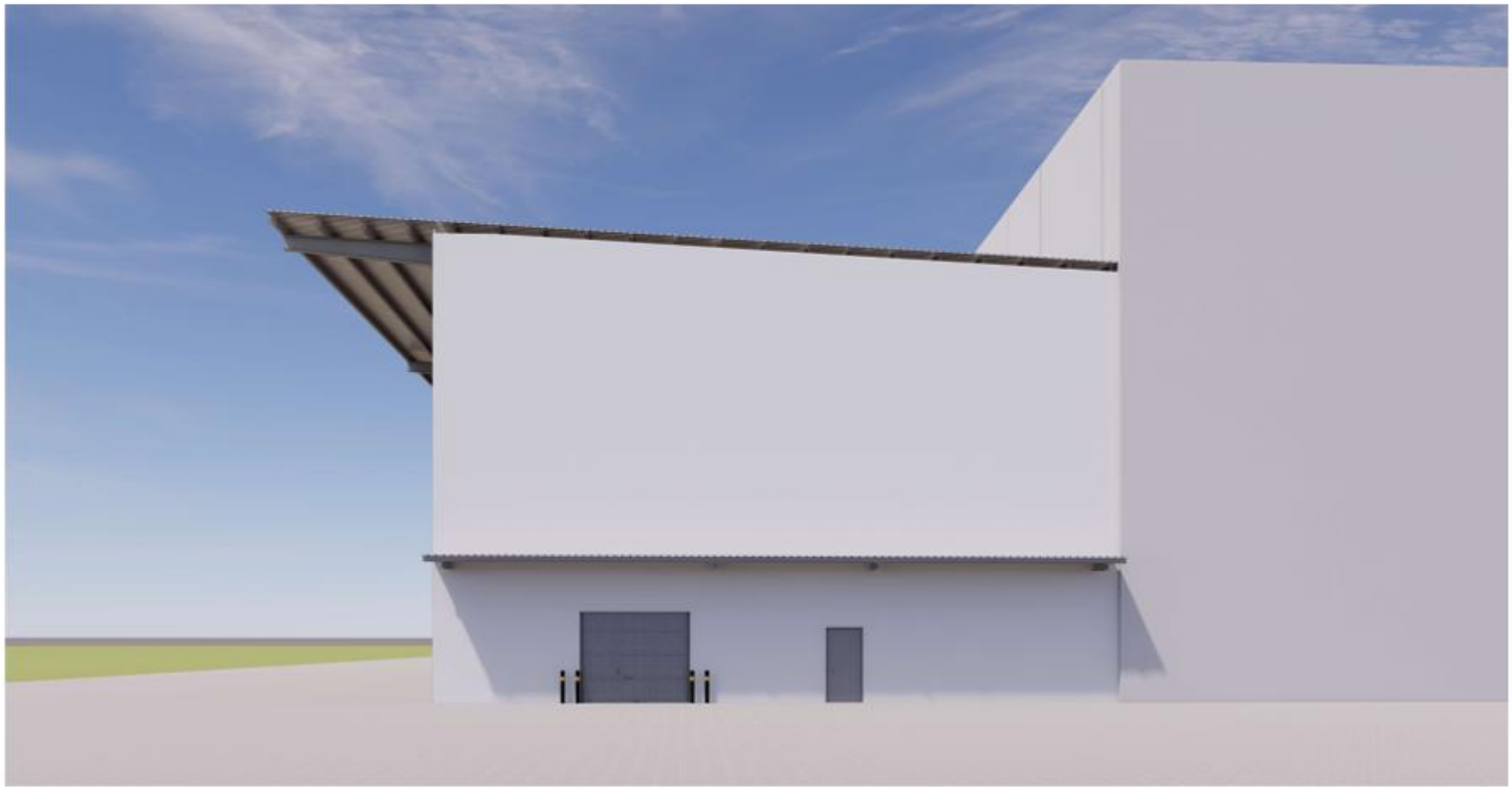
3D VISUALIZATION

CONTRACT/WO.NO :	SCALE :	REV :
00-000	NTS	R0

DRAWING NO :

AR-034

SHEET :



3D VISUALIZATION

NTS

DED DRAWING

NOTES

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKN	
CHIEF TECH		
STR	MKD	
ARC	FKRY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

3D VISUALIZATION

CONTRACT/DOC.NO :	SCALE :	REV :
00-000	NTS	R0

DRAWING NO :

AR-035

SHEET :



3D VISUALIZATION

NTS

DED DRAWING

NOTES

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKN	
CHIEF TECH		
STR	NIKO	
ARC	FADLY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

3D VISUALIZATION

CONTRACT/MOCAID :	SCALE :	REV :
00-000	NTS	R0

DRAWING NO :

AR-036

SHEET :



3D VISUALIZATION

NTS

DED DRAWING

NOTES

OWNER :

PT.LAMIPACKAGING INDONESIA

OWNER APPROVAL:

CONSULTANT :

PT.AKSARA KARYA KONSULTAN

DISCIPLINE :

REFERENCES :

CHECK'D BY	DATE	SIGN
PM	RKN	
CHIEF TECH		
STR	MKD	
ARC	FADLY	
MEP		
DRAWN BY	EDDY	

PROJECT TITLE :

LOADING DOCK

BUILDING NAME :

LOADING DOCK

DRAWING TITLE :

3D VISUALIZATION

CONTRACT/DOC.NO :	SCALE :	REV :
00-000	NTS	R0

DRAWING NO :	SHEET :
AR-037	