

TUGAS AKHIR

**PENJADWALAN ULANG WAKTU MENGGUNAKAN METODE
PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) MENGGUNAKAN
SOFTWARE MICROSOFT PROJECT PADA PROYEK KONSTRUKSI
PEMBANGUNAN RUMAH KHUSUS MASYARAKAT TERDAMPAK
BENCANA LONGSOR KAB. LEBAK BANTEN
(STUDI KASUS)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Program Studi Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RISKI CANDRA EPENDI MARPAUNG

1907210008



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Riski Candra Ependi Marpaung
NPM : 1907210008
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Tugas Akhir : Penjadwalan Ulang Menggunakan Metode Precedence Diagram Method (PDM) Menggunakan Software Microsoft Project Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kab. Lebak Banten.

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Disetujui Untuk Disampaikan
Kepada Panitia Ujian Tugas Akhir:

Medan, 20 September 2023

Dosen Pembimbing



M. Husin Gultom, S.T., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Riski Candra Ependi Marpaung
NPM : 1907210008
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Tugas Akhir : Penjadwalan Ulang Menggunakan Metode Precedence Diagram Method (PDM) Menggunakan Software Microsoft Project Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kab. Lebak Banten.

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 September 2023

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



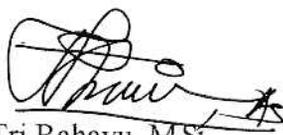
M. Husin Gultom, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I



Tondi Amirsyah Putera S.T., M.T

Dosen Pembimbing II



Ir. Tri Rahayu, M.Si

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riski Candra Ependi Marpaung
Tempat/Tanggal Lahir : Medan / 24 Juni 1999
NPM : 1907210008
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Penjadwalan Ulang Menggunakan Metode Precedence Diagram Method (PDM) Menggunakan Software Microsoft Project Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kab. Lebak Banten”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non- material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kerjasama saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 September 2023

Saya yang menyatakan,



Riski Candra Ependi Marpaung

NPM : 1907210008

ABSTRAK

PENJADWALAN ULANG WAKTU MENGGUNAKAN METODE PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) MENGGUNAKAN SOFTWARE MICROSOFT PROJECT PADA PROYEK KONSTRUKSI PEMBANGUNAN RUMAH KHUSUS MASYARAKAT TERDAMPAK BENCANA LONGSOR KAB. LEBAK BANTEN (STUDI KASUS)

Riski Candra Ependi Marpaung
1907210008
M. Husin Gultom, S.T., M.T

Dalam proses pembangunan sebuah proyek konstruksi kerap terjadi sesuatu yang tidak diinginkan seperti terjadinya keterlambatan pekerjaan pada proyek. Keterlambatan pekerjaan proyek dapat terjadi karena faktor yang berbeda-beda seperti kondisi cuaca yang tidak mendukung, perubahan desain dan kesalahan dalam perencanaan. Penelitian ini akan melakukan percepatan durasi penyelesaian proyek pada Proyek Pembangunan Rumah Khusus Bencana Provinsi Banten dengan penjadwalan ulang menggunakan *Microsoft Project 2019*, dengan penambahan tenaga kerja. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya proyek (*direct and indirect cost*) dan durasi waktu yang lebih efisien dengan menggunakan metode setelah tersebut. Hasil analisis pada Proyek Pembangunan Rumah Khusus Bencana Provinsi, naiknya jumlah biaya langsung (*Direct cost*) yang semula berjumlah Rp.9,140,892,122.93 dalam 233 hari menjadi Rp.9,175,270,824.57 dalam 196 hari atau naik sebesar 0.4%. Sementara itu durasi proyek setelah dilakukan crashing menjadi singkat dan menyebabkan turunnya biaya tidak langsung (*Indirect cost*) juga yang semula Rp.380,870,505.12 menjadi Rp.320,388,922.56 ada selisih Rp.60,481,582.56 atau turun sebesar 16%. Naiknya biaya langsung dan turunnya biaya tidak langsung ini menyebabkan biaya total proyek juga mengalami perubahan. Yang semula Rp.9,521,762,628.05 menjadi Rp.9,495,659,747.13 atau turun sebesar 0.3% setelah dilakukan crashing (percepatan).

Kata Kunci: Microsoft Project, Penambahan Tenaga Kerja, Percepatan

ABSTRACT

RESCHEDULING TIME USING METHOD PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) USING MICROSOFT PROJECT SOFTWARE IN BUILDING CONSTRUCTION PROJECTS RUMAH KHUSUS MASYARAKAT TERDAMPAK BENCANA LONGSOR KAB. LEBAK BANTEN (STUDI KASUS)

Riski Candra Ependi Marpaung
1907210008
M. Husin Gultom, S.T., M.T

In the process of building a construction project, unwanted things often occur, such as delays in work on the project. Project work delays can occur due to different factors such as unfavorable weather conditions, design changes and planning errors. This research will accelerate the duration of project completion in the Banten Province Special Disaster Housing Development Project by rescheduling using Microsoft Project 2019, with additional workers. The purpose of this research is to find out project costs (direct and indirect costs) and more efficient time duration by using the following method. The results of the analysis on the Provincial Disaster Special House Construction Project, the increase in the amount of direct costs (Direct costs) which originally amounted to Rp.9,140,892,122.93 in 233 days became Rp.9,175,270,824.57 in 196 days or an increase of 0.4%. Meanwhile, the duration of the project after crashing was shortened and caused a decrease in indirect costs, which were originally Rp.380,870,505.12 to Rp.320,388,922.56, there was a difference of Rp.60,481,582.56 or a decrease of 16%. This increase in direct costs and decrease in indirect costs causes the total project cost to also change. Which was originally Rp.9,521,762,628.05 to Rp.9,495,659,747.13 or decreased by 0.3% after crashing (accelerating).

Keywords: Microsoft Project, Additional Workforce, Acceleration

KATA PENGANTAR

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ سَمِ

Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Penjadwalan Ulang Menggunakan Metode Precedence Diagram Method (PDM) Menggunakan Software Microsoft Project Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kab. Lebak Banten” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M. Husin Gultom, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera Pulungan S.T, M.T selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Tri Rahayu, M.Si. selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Terima kasih Tim Satuan Kerja Penyediaan Perumahan Kota Serang, Provinsi Banten Kementerian-PUPR yang telah memberikan izin menggunakan dokumen-dokumen proyek sebagai bahan Tugas Akhir.
11. Terimakasih yang teristimewa sekali kepada Ibu, Bapak dan Adik-adik tercinta Bapak Alm. Jamaluddin Marpaung, Ibu Suyaningsih, Irpan Syaputra, dan Dea Ananda Zahira menjadi penyemangat saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
12. Terima kasih kepada teman-teman di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Wassalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 20 September 2023



Riski Candra Ependi Marpaung
NPM. 1907210008

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1_PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2_TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Proyek	5
2.1.1 Pengertian Proyek	5
2.1.2 Jenis-jenis Proyek	6
2.1.3 Tahapan Siklus Proyek	6
2.2 Manajemen Proyek	8
2.3 Pengendalian Proyek	9
2.4 Biaya Proyek	10
2.4.1 Perkiraan Biaya Proyek	10
2.4.2 Modal Tetap	10
2.5 Penjadwalan Proyek	11
2.6 Metode Penjadwalan Proyek	12
2.6.1 Bagan Balok (<i>barchart</i>) dan Kurva S	12

2.6.2 <i>Program Evaluation and Review Technique (PERT)</i>	13
2.6.3 <i>Critical Path Method (CPM)</i>	13
2.6.4 <i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	13
2.7 <i>Metode Precedence Diagram Method (PDM)</i>	15
2.7.1 <i>Komponen PDM</i>	15
2.7.2 <i>Tanda Konstarain Dalam Jaringan Kerja</i>	16
2.7.3 <i>Hubungan Antar Kegiatan (Konstrain)</i>	17
2.8 <i>Jalur Kritis</i>	19
2.8 <i>Penggunaan Microsoft Project</i>	20
2.9 <i>Produktivitas Tenaga Kerja Dan Kebutuhan Tenaga Kerja</i>	20
2.10 <i>Percepatan Durasi Proyek</i>	21
2.11 <i>Cost Slope</i>	22
2.12 <i>Penelitian Terdahulu</i>	23
2.12.1 <i>Penelitian Sebelumnya</i>	23
2.12.2 <i>Kesimpulan Penelitian Sebelumnya</i>	24
2.12.3 <i>Persamaan Dan Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya</i>	25
BAB 3 METODE PENELITIAN	27
3.1 <i>Bagan Alir Penelitian</i>	27
3.2 <i>Lokasi Penelitian</i>	28
3.2.1 <i>Waktu Penelitian</i>	29
3.3 <i>Teknik Pengumpulan Data</i>	29
3.4 <i>Analisis Data</i>	29
3.5 <i>Tahapan Penelitian</i>	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 <i>Data Peneltian</i>	31
4.1.1 <i>Data Proyek</i>	31
4.1.2 <i>Daftar Harga Upah</i>	32
4.2 <i>Waktu Kerja</i>	32
4.3 <i>Penjadwalan dan Penentuan Kegiatan Kritis</i>	32
4.4 <i>Analisis Produktivitas Tenaga Kerja</i>	35
4.4.1 <i>Menentukan Kapasitas Kerja per Hari</i>	35
4.4.2 <i>Menentukan Jumlah Indeks Tenaga Kerja per Hari</i>	37

4.4.3 Menghitung Cost Normal	40
4.5 Perhitungan Biaya Dan Durasi Percepatan	41
4.6 Analisis <i>Direct Cost</i> dan <i>Indirect Cost</i>	45
4.6.1 Perhitungan Biaya Normal (<i>Normal Cost</i>)	45
4.6.2 Biaya proyek pada kondisi percepatan	47
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Siklus hidup proyek	7
Gambar 2.2: Pengendalian proyek	9
Gambar 2.3: Diagram PDM	14
Gambar 2.4: Denah pada node PDM	16
Gambar 2.5: Satu kegiatan terhubung pada banyak kegiatan	16
Gambar 2.6: Multikonstrain antar kegiatan	17
Gambar 2.7: Denah FS pada node PDM	17
Gambar 2.8: Denah SS pada node PDM	18
Gambar 2.9: Denah FF pada node PDM	18
Gambar 2.10: Denah SF pada node PDM	19
Gambar 2.11: Hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu	22
Gambar 3.2: Bagan alir penelitian	27
Gambar 3.3: Lokasi proyek pembangunan rumah khusus	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Perbedaan penelitian terdahulu dan yang akan dilakukan	26
Tabel 4.1: Daftar harga satuan upah pekerja	32
Tabel 4.2: Pekerjaan yang berada di lintasan kritis	34
Tabel 4.3: Rekapitulasi kapasitas tenaga kerja	35
Tabel 4.4: Rekapitulasi indeks tenaga kerja	38
Tabel 4.5: Rekapitulasi cost normal	40
Tabel 4.6: Perhitungan biaya dan durasi percepatan	43
Tabel 4.7: Harga satuan pekerjaan pengukuran dan pemasangan 1m bowplank	45
Tabel 4.8: Rekapitulasi perbandingan antara biaya proyek normal dan biaya antara proyek normal dan proyek yang dilakukan percepatan	48

DAFTAR NOTASI

AOA	: <i>Activity On Arrow</i>
AON	: <i>Activity On Node</i>
ES	: <i>Early Start</i> (mulai paling awal)
EF	: <i>Early Finish</i> (selesai paling awal)
FF	: <i>Free Float</i>
FF	: <i>Finish to Finish</i> (Pekerjaan A dan B selesai bersamaan)
FS	: <i>Finish to Start</i> (Pekerjaan B bisa dimulai setelah Pekerjaan A selesai)
i	: Notasi bagi kegiatan yang ditinjau nilai terdahulu
j	: Notasi bagi kegiatan yang sedang ditinjau
LF	: <i>Lastest Finish</i> (selesai paling lambat)
LS	: <i>Lastest Start</i> (mulai paling lambat)
SF	: <i>Start to Finish</i> (Pekerjaan A baru bisa diakhiri jika Pekerjaan B sudah dimulai)
SS	: <i>Start to Start</i> (Pekerjaan A dan B dimulai bersamaan)
TF	: <i>Total Float</i>
Dc	: <i>Direct Cost</i> (Biaya Langsung)
Ic	: <i>Indirect Cost</i> (Biaya Tidak Langsung)
Nc	: <i>Normal Cost</i> (Biaya Normal)
Cc	: <i>Crashing Cost</i> (Biaya Percepatan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peristiwa bencana sering terjadi di Indonesia tentu menciptakan keprihatinan mendalam. Selain kehancuran, juga menyebabkan penderitaan dan kerugian, baik bagi masyarakat maupun Negara. Mencermati peristiwa bencana yang terjadi serta upaya bantuan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana juga dilakukan dengan menyiapkan program relokasi warga terdampak yang rumahnya berada pada kawasan rawan bencana merupakan wujud nyata untuk membantu masyarakat terkena bencana, terkhususnya penanganan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana banjir bandang dan longsor di Kabupaten Lebak Banten, pada 1 Januari 2020 lalu. Bencana tersebut melanda 6 Kecamatan yakni Sajira, Cipanas, Lebak Gedong, Curugbitung, Maja, dan Cimarga (Kementerian PUPR, 2020). Sehingga perlunya pembangunan Rumah Khusus kepada Masyarakat terkena bencana.

Rumah Khusus dapat didefinisikan sebagai rumah yang diselenggarakan untuk memenuhi kebutuhan khusus. Penyediaan rumah khusus yang dilaksanakan Kementerian PUPR dapat berupa pembangunan rumah berbentuk rumah tunggal, kopel serta rumah deret dengan tipologi berupa rumah tapak atau rumah panggung serta prasarana, sarana dan utilitas umum. (Alimudin, Putra, and Anwar, 2021).

Pelaksanaan Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten yang berada di Kp. Kiama, Sajira Mekar, Sajira, Lebak Regency, Banten. Proyek ini dijadwalkan selesai selama 233 Hari Kalender dengan anggaran Rp. 9,521,762,628.0522 proyek ini dibangun oleh CV. YDP USAHA PERDANA selaku pihak kontraktor pelaksana. Dalam pembangunan rumah khusus perlunya manajemen konstruksi sehingga dapat mempercepat pembangunan rumah khusus bagi masyarakat agar dapat mempunyai tempat tinggal yang lebih layak.

Proyek Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten pada pelaksanaannya terjadi keterlambatan. Keterlambatan pekerjaan proyek sering terjadi akibat adanya perbedaan kondisi lokasi, perubahan desain, pengaruh cuaca, dan kesalahan dalam perencanaan. Keterlambatan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan (*crashing*) dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Percepatan (*crashing*) pelaksanaan dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya, dan metode konstruksi yang lebih cepat.

Pada penelitian ini akan dilakukan penjadwalan ulang melalui percepatan (*crashing*) durasi dengan menambahkan tenaga pekerja pelaksanaan proyek Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten dengan analisis jaringan kerja berupa *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan aplikasi Microsoft Project 2019 sehingga didapat pekerjaan-pekerjaan pada lintasan kritis. Pekerjaan yang masuk pada lintasan kritis akan dilakukan crashing dengan cara menambah tenaga kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana total waktu setelah melakukan penjadwalan ulang dengan percepatan penambahan tenaga kerja?
2. Bagaimana dampak perubahan waktu terhadap biaya proyek setelah dilakukan penjadwalan ulang?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk membatasi pembahasan supaya tidak keluar dari konteks topik yang dibahas, maka diperlukan beberapa pembatasan dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan merupakan penjadwalan ulang pengerjaan proyek pada 54 unit rumah type 36 dalam Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak.

2. Penjadwalan ulang dalam perhitungan percepatan durasi proyek menggunakan Microsoft Excel dan Microsoft Project 2019.
3. Penelitian ini hanya fokus pada percepatan proyek dengan penambahan tenaga kerja.
4. Pekerjaan yang dilakukan penjadwalan ulang dengan percepatan adalah pekerjaan bowplank dan struktur yang memiliki lintasan kritis.
5. Tenaga kerja, material, dan peralatan yang dibutuhkan diasumsikan tersedia dalam jumlah tak terbatas.
6. Tidak melakukan perhitungan volume di setiap pekerjaan dikarenakan sudah tersedia di Rancangan Anggaran Biaya (RAB).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan menurut penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui total waktu setelah melakukan penjadwalan ulang dengan percepatan penambahan tenaga kerja?
2. Untuk mengetahui dampak perubahan waktu terhadap biaya proyek setelah dilakukan penjadwalan ulang?

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diperoleh adalah:

1. Memberikan salah satu alternatif metode penjadwalan, dan untuk mengetahui jadwal waktu dan biaya proyek yang optimal dengan *Precedence Diagram Method* (PDM).
2. Bagi mahasiswa dapat memperdalam ilmu mengenai manajemen proyek khususnya tentang penjadwalan waktu dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM).
3. Untuk menambah ilmu pengetahuan, wawasan, dan pembeding kelak jika akan melakukan suatu pekerjaan yang sama atau sejenis.

1.6 Sistematika Pembahasan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini akan mengawali penulisan dengan menjelaskan latar belakang masalah yang akan dibahas, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika Pembahasan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan tentang teori yang mendukung judul penelitian, dan mendasari pembahasan secara detail.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil pembahasan dari analisis bab ini berisi tentang hasil dari pengumpulan data , jadwal rencana awal dan hasil analisis penjadwalan ulang dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan pengaplikasian hasil analisis ke dalam software penjadwalan *Microsoft Project 2019*.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyajikan penjelasan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan penulisan Tugas Akhir ini dan saran-saran yang dapat diterima penulis agar lebih baik lagi kedepannya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek

2.1.1 Pengertian Proyek

Menurut (Ervianto, W, 2005), proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antara pihak-pihak yang terlibat dalam suatu proyek dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja, dengan banyaknya pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi maka potensi terjadinya konflik sangat besar sehingga dapat dikatakan bahwa proyek konstruksi mengandung konflik yang cukup tinggi.

Sedangkan menurut (Rani, 2016), proyek adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang ditentukan. Sehingga dalam mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala (*triple constraint*).

Parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering di alokasikan sasaran proyek. Ketiga batas tersebut saling tarik menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang berakibat pada kenaikan biaya yang melebihi anggaran. Sebaliknya jika ingin menekan biaya maka biasanya harus berkompromi dengan mutu dan jadwal. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek (Lutfi, 2020).

2.1.2 Jenis-jenis Proyek

Menurut (Malik, 2009), proyek dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis diantara yaitu :

- a. Proyek rekayasa konstruksi, meliputi perencanaan, pengawasan, pelaksanaan, pemeliharaan, *renovasi*, *rehabilitasi* dan *restorasi* bangunan konstruksi dan wujud fisik lainnya, beserta kelengkapan dan asesorisnya.
- b. Proyek pengadaan barang, meliputi pengadaan benda dan peranti, baik bergerak maupun tidak bergerak, dalam berbagai bentuk dan uraian, yang meliputi bahan baku, barang setengah jadi, barang jadi, lahan, dan peralatan beserta kelengkapan dan asesorisnya.
- c. Proyek teknologi informasi dan komunikasi, meliputi pengadaan jaringan dan instalasi sarana dan prasarana informasi dan telekomunikasi baik cetak, audio, video dan *cyber*.
- d. Proyek sumber daya alam dan energi, meliputi *eksplorasi*, *eksploitasi*, penyediaan, pengelolaan, pemanfaatan dan distribusi sumber daya alam dan energi.
- e. Proyek pendidikan dan pelatihan, meliputi pelaksanaan kegiatan pendidikan, pelatihan, dan kegiatan-kegiatan peningkatan kemampuan keahlian, kecakapan dan keterampilan lainnya dalam berbagai bidang.
- f. Proyek penelitian dan pengembangan, meliputi kegiatan studi dalam berbagai aspek ilmu pengetahuan, sosial, ekonomi, budaya, politik, manajemen, lingkungan hidup, dan aspek kemasyarakatan lainnya.

2.1.3 Tahapan Siklus Proyek

Menurut (Kepala Pusat Pendidikan dan, Jalan, Perumahan, Permukiman, and Wilayah, 2017), siklus hidup proyek merupakan suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan sebuah proyek direncanakan, dikontrol, dan diawasi sejak proyek disepakati untuk dikerjakan hingga tujuan akhir proyek tercapai. Terdapat 5 (lima) tahapan siklus hidup proyek, yaitu inisiasi, perencanaan, pra-pelaksanaan, pelaksanaan, dan pengakhiraan.



Gambar 2.1: Siklus hidup proyek
(Kepala Pusat Pendidikan dan, Jalan, Perumahan,
Permukiman, and Wilayah, 2017)

1. Tahap Inisiasi

Tahap inisiasi proyek merupakan tahap awal kegiatan proyek sejak sebuah proyek disepakati untuk dikerjakan. Pada tahap ini, permasalahan yang ingin diselesaikan akan diidentifikasi. Beberapa pilihan solusi untuk menyelesaikan permasalahan juga didefinisikan. Sebuah studi kelayakan dapat dilakukan untuk memilih sebuah solusi yang memiliki kemungkinan terbesar untuk direkomendasikan sebagai solusi terbaik dalam menyelesaikan permasalahan. Ketika sebuah solusi telah ditetapkan, maka seorang manajer proyek akan ditunjuk sehingga tim proyek dapat dibentuk.

2. Tahap Perencanaan

Ketika ruang lingkup proyek telah ditetapkan dan tim proyek terbentuk, maka aktivitas proyek mulai memasuki tahap perencanaan. Pada tahap ini, dokumen perencanaan akan disusun secara terperinci sebagai panduan bagi tim proyek selama kegiatan proyek berlangsung. Adapun aktivitas yang akan dilakukan pada tahap ini adalah membuat dokumentasi *project plan*, *resource plan*, *financial plan*, *risk plan*, *acceptance plan*, *communication plan*, *procurement plan*, *contract supplier* dan *perform phare review*.

3. Tahap Pra-Pelaksanaan

Dengan desain yang sudah disusun berdasarkan spesifikasi dan kriteria, penyusunan daftar kuantitas, pembuatan taksiran biaya, penyusunan waktu pelaksanaan, dan pengadaan penyedia jasa konstruksi.

4. Tahap Eksekusi (Pelaksanaan proyek)

Dengan definisi proyek yang jelas dan terperinci, maka aktivitas proyek siap untuk memasuki tahap eksekusi atau pelaksanaan proyek. Pada tahap ini, sebelum pelaksanaan proyek dilakukan, dilakukan persiapan yang harus dilaksanakan oleh pemimpin proyek/pejabat pembuat komitmen untuk mempersiapkan pelaksanaan proyek di lapangan, *Deliverables* atau tujuan proyek secara fisik akan dibangun. Seluruh aktivitas yang terdapat dalam dokumentasi *project plan* akan dieksekusi. Sementara kegiatan pengembangan berlangsung, beberapa proses manajemen perlu dilakukan guna memantau dan mengontrol penyelesaian *deliverables* sebagai hasil akhir proyek.

5. Tahap Pengakhiran atau Penutupan

Tahap ini merupakan akhir dari aktivitas proyek. Pada tahap ini, hasil akhir proyek (*deliverables project*) beserta dokumentasinya diserahkan kepada pelanggan, kontak dengan *supplier* diakhiri, tim proyek dibubarkan dan memberikan laporan kepada semua stakeholder yang menyatakan bahwa kegiatan proyek telah selesai dilaksanakan. Langkah akhir yang perlu dilakukan pada tahap ini yaitu melakukan *post implementation review* untuk mengetahui tingkat keberhasilan proyek dan mencatat setiap dengan mengikuti pembelajaran ini, peserta diklat diharapkan dapat memahami pengertian manajemen pelaksanaan pekerjaan.

2.2 Manajemen Proyek

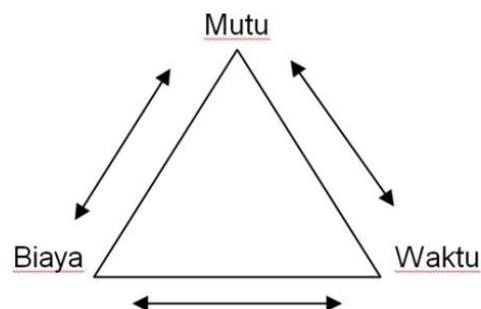
Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian, keterampilan, cara dan teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja, biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja (Husen, 2010).

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu (Erviyanto, W 2005).

2.3 Pengendalian Proyek

Menurut (Immanuel et al. 2018) Pengendalian proyek ada 3 macam yaitu:

1. Pengendalian biaya proyek pekiraan anggaran proyek yang telah dibuat pada tahap perencanaan digunakan sebagai acuan untuk pengendalian biaya proyek. Pengendalian biaya proyek diperlukan agar proyek dapat terlaksana sesuai dengan biaya awal yang direncanakan. Terdapat 2 macam biaya, yaitu:
 - a. Biaya langsung, terdiri dari biaya material, biaya tenaga kerja, biaya sub kontraktor, biaya peralatan kerja.
 - b. Biaya tak langsung, terdiri dari biaya *overhead* kantor dan *overhead* lapangan.
2. Pengendalian waktu atau jadwal proyek penjadwalan dibuat untuk menggambarkan perencanaan dalam skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang akan ditentukan.
3. Pengendalian kinerja proyek memantau dan mengendalikan biaya dan waktu secara terpisah tidak dapat menjelaskan proyek pada saat pelaporan. Sebagai contoh dapat terjadi dalam suatu laporan, kegiatan dalam proyek berlangsung lebih cepat dari jadwal/waktu sebagaimana mestinya yang diharapkan, akan tetapi biaya yang dikeluarkan melebihi anggaran. Bila tidak segera dilakukan tindakan pengendalian maka dapat berakibat proyek tidak dapat diselesaikan secara keseluruhan karena pemanfaatan dana alokasi yang kurang optimal. Oleh karena itu, perlu dikembangkan dengan suatu metode yang dapat memberikan suatu kinerja. Salah satu metode yang bisa memenuhi tujuan ini adalah metode *Earned Value Analysis* (EVA).



Gambar 2.2: Pengendalian proyek (Immanuel et al, 2018)

2.4 Biaya Proyek

2.4.1 Perkiraan Biaya Proyek

Perkiraan biaya proyek memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada taraf pertama dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan untuk membangun proyek atau investasi, selanjutnya memiliki fungsi untuk merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan maupun waktu (Soeharto, 1995).

1. Perkiraan biaya dan anggaran

Definisi perkiraan biaya menurut National Estimating Society-USA adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Sementara anggaran merupakan perencanaan terinci perkiraan biaya dari bagian atau keseluruhan kegiatan proyek yang dikaitkan dengan waktu (*time-phased*). (Soeharto, 1995).

2. Perkiraan biaya dan Cost Engineering

Menurut AACE (*The American Association of Cost Engineer*) *cost engineering* adalah area dari kegiatan engineering dimana pengalaman dan pertimbangan engineering dipakai pada aplikasi prinsip-prinsip teknik dan ilmu pengetahuan didalam masalah perkiraan biaya, dan pengendalian biaya (Soeharto, 1995).

2.4.2 Modal Tetap

Menurut Soeharto (1995), modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan, mulai dari pengeluaran studi kelayakan, *design engineering*, pengadaan, pabrikasi, konstruksi sampai instalasi atau produk tersebut berfungsi penuh. Selanjutnya modal tetap dibagi menjadi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

1. Biaya langsung (*Direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung terdiri dari.

- a. Penyiapan lahan (*Site Preparation*) pekerjaan ini terdiri dari clearing, grubbing, menimbun dan memotong tanah, memadatkan tanah, membuat pagar, jalan, dan jembatan,
 - b. Alat-alat listrik dan instrument terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi dan instrument,
 - c. Pembangunan gedung, pusat pengendalian operasi (*control room*), gudang, dan bangunan sipil lainnya, dan
 - d. Fasilitas pendukung seperti *utility* dan *off site*.
 - e. Pembebasan tanah.
2. Biaya tidak langsung (*Indirect cost*)

Biaya tidak langsung adalah pengeluarann untuk manajemen, supervise, dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek. Biaya tidak langsung meliputi.

- a. Gaji dan pengeluaran lain bagi bagi tenaga administrasi, tim penyelia, dan manajemen proyek,
- b. Biaya pengadaan fasilitas sementara untuk pekerja, seperti perumahan,
- c. Sewa atau membeli alat alat berat untuk konstruksi,
- d. Ongkos menyewa kantor, termasuk keperluan utility seperti listrik dan air,
- e. Bunga dari dana yang diperlukan proyek,
- f. Kontigensi laba atau *fee*. Dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti, dan
- g. Pajak, pungutan/sumbangan, biaya izin, dan asuransi.

2.5 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek menurut (Husen, 2010).

Penjadwalan atau scheduling adalah suatu tahapan untuk melaksanakan pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal

dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses monitoring selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek.

2.6 Metode Penjadwalan Proyek

Ada beberapa jenis penjadwalan diantaranya : Diagram batang & kurva S (*Barchart & S Curve*). Analisis jaringan (*Network Diagram Analysis*) terdiri atas; CPM (Critical Part Method), PDM (*Precedence Diagram Method*), PERT (Program Evaluation and Review Technique), LSM (*Linear Scheduling Method*). Pada penelitian tugas akhir ini, ada 3 jenis metode yang penting untuk diperhatikan dan dipakai pada saat menganalisis data (Husen, 2010).

2.6.1 Bagan Balok (*barchart*) dan Kurva S

Bentuk bagan balok dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap pekerjaan. Format dari *barchart* ini mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana. Penyajian informasi dari bagan balok agak terbatas seperti pada hubungan antar kegiatan tidak jelas dan lintas kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui.

Kurva S adalah grafik yang menunjukkan kemajuan pekerjaan berdasarkan kegiatan atau aktivitas, waktu dan bobot pekerjaan di lapangan yang dibandingkan terhadap jadwal rencana sehingga memberi informasi kemajuan proyek. Disebut dengan kurva S dikarenakan bentuknya yang menyerupai huruf S. Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) *kumulatif* pada sumbu vertikal, terhadap waktu pada sumbu *horizontal*. Kemajuan kegiatan ini biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek. Dengan membandingkan kurva S, rencana dengan kurva pelaksanaan dapat diketahui kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat ataupun lebih dari yang direncanakan (Lutfi, 2020).

2.6.2 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Program Evaluation and Review Technique (PERT) dikembangkan sejak tahun 1958 oleh US Navy dalam proyek pengembangan *Polaris Missile System*. PERT merupakan singkatan dari *Program Evaluation and Review Technique* atau teknik menilai dan meninjau kembali program. (Ervianto, W, 2005).

Metode ini bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan maupun gangguan dan konflik suatu jadwal. PERT pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian kegiatan yang digambarkan dalam bentuk diagram *network*. Dengan demikian, diketahui bagian-bagian kegiatan mana yang harus didahulukan dan kegiatan mana yang menunggu selesainya pekerjaan.

2.6.3 Critical Path Method (CPM)

Pada tahun 1958, perusahaan bahan-bahan kimia *Du Pon Company* (USA) memecahkan kesulitan-kesulitan dalam proses pabrikasi menemukan metode *Critical Path Method* (CPM). Pada dasarnya metode ini berbentuk diagram *Network* yang hampir sama dengan PERT. Perbedaan mendasarnya adalah menentukan perkiraan waktu, CPM dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat menentukan prioritas kegiatan yang harus mendapat perhatian pengawasan yang cermat, agar kegiatan dapat selesai sesuai rencana (A Luthan, 2006).

Metode ini lebih dikenal dengan istilah lintasan kritis. Hal ini disebabkan dengan metode ini nantinya akan membentuk suatu jalur atau lintasan yang memerlukan perhatian khusus (kritis).

2.6.4 Precedence Diagram Method (PDM)

Menurut (Widiasanti, 2013) *Precedence Diagramming Method* (PDM) merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan *network planning* atau rencana jaringan kerja. Berbeda dengan *Activity On Arrow* (AOA) yang menitikberatkan kegiatan pada anak panah, PDM menitikberatkan kegiatan pada node sehingga kadang disebut juga *Activity On Node* (AON). Istilah precedence diagramming pertama kali muncul di tahun 1964

pada perusahaan IBM. PDM merupakan versi yang lebih kompleks dari *Activity On Node* (AON).

Ada beberapa perbedaan antara *Activity On Arrow* (AOA), *Activity On Node* (AON) dengan PDM, yaitu sebagai berikut:

1. Pada AOA, kegiatan yang ditampilkan dengan anak panah, sedangkan AON dan PDM menggunakan node. Anak panah menunjukkan hubungan logis antara kegiatan.
2. Pada AOA bentuk node adalah lingkaran, sementara pada AON dan PDM bentuk node adalah persegi panjang.
3. Ukuran node pada AON dan PDM lebih besar dari node AOA karena berisi lebih banyak keterangan.
4. Metode perhitungan AOA dan PDM sedikit berbeda.

Berikut pada Gambar 2.3 ini merupakan contoh dari diagram PDM:

ES	JENIS	EF
LS	KEGIATAN	LF
NO		DURASI

Gambar 2.3: Diagram PDM
(Widiasanti, 2013)

Keterangan:

ES = *Early Start* (mulai paling awal)

EF = *Early Finish* (selesai paling awal)

LS = *Last Start* (mulai paling lambat)

LF = *Last Finish* (selesai paling lambat)

Setelah dijelaskan beberapa perbedaan yang terdapat pada AOA, AON dan PDM, metode ini sering digunakan pada software komputer dan mempunyai karakteristik yang agak berbeda dengan metode *Activity On Arrow* (AOA) *Diagram*, yaitu (Husen, 2010):

- a. Pembuatan diagram *network* dengan menggunakan simpul/node untuk menggambarkan kegiatan.

b. Lag, jumlah waktu tunggu dari suatu periode kegiatan j terhadap kegiatan i telah dimulai, pada hubungan SS dan SF.

c. Dangling, keadaan dimana terdapat beberapa kegiatan yang tidak mempunyai kegiatan pendahulu (*predecessor*) atau kegiatan yang mengikuti (*successor*).

Agar hubungan kegiatan tersebut tetap terikat oleh satu kegiatan, dibuatkan *dummy finish* dan *dummy start*. Berikut ini merupakan hubungan keterkaitan antar kegiatan PDM:

1) FS (*Finish to Start*): Mulainya suatu kegiatan bergantung pada selesainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu mendahului *lead*.

2) SS (*Start to Start*): Mulainya suatu kegiatan bergantung pada mulainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu tunggu *lag*.

3) FF (*Finish to Finish*): Selesainya suatu kegiatan bergantung pada selesai kegiatan pendahulunya, dengan waktu mendahului *lead*.

4) SF (*Start to Finish*): Selesainya suatu kegiatan bergantung pada mulainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu tunggu *lag*.

2.7 Metode Precedence Diagram Method (PDM)

Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) adalah metode jaringan kerja yang termasuk klasifikasi *activity on node*, pada PDM kegiatan umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan kegiatan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian, dummy yang dalam CPM dan PERT merupakan tanda yang penting untuk menunjukkan hubungan ketergantungan, di dalam PDM tidak diperlukan (Soeharto, 1999). Kelebihan *Precedence Diagram Method* (PDM) dibandingkan dengan CPM adalah PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/dummy sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan hubungan overlapping yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan (Ervianto, W 2005).

2.7.1 Komponen PDM

Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dengan node yang berbentuk kotak segi empat. Definisi dan peristiwa sama seperti CPM, hanya perlu ditekankan pada PDM kotak tersebut menandai sebagai kegiatan, dengan demikian harus

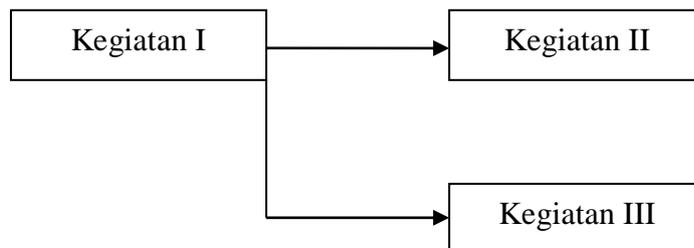
dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi kompartemen-kompartemen kecil yang berisi keterangan spesifik dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut. Beberapa atribut yang dicantumkan diantaranya adalah kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan yakni *Early Start (ES)*, *Latest Start (LS)*, *Early Finish (EF)*, *Latest Finish (LF)*.

Nomor Urut			
ES	Nama Kegiatan	Kurun Waktu (D)	EF
LS	(tanggal)	(tanggal)	LF

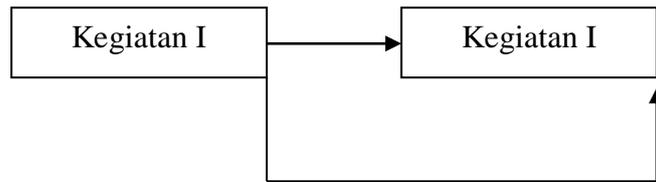
Gambar 2.4: Denah pada node PDM (Soeharto, 1999)

2.7.2 Tanda Konstarain Dalam Jaringan Kerja

Pada PDM dicantumkan anak panah yang menghubungkan dua kegiatan. Terkadang dijumpai satu kegiatan yang memiliki hubungan konstrain dengan lebih dari satu kegiatan atau multikonstrain yaitu dua kegiatan dihubungkan oleh lebih dari satu konstrain.



Gambar 2.5: Satu kegiatan terhubung pada banyak kegiatan (Soeharto, 1999)



Gambar 2.6: Multikonstrain antar kegiatan
(Soeharto, 1999)

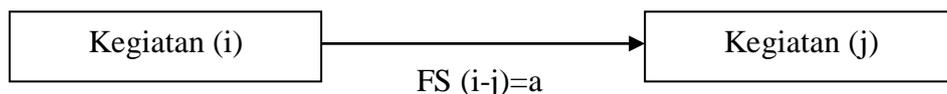
2.7.3 Hubungan Antar Kegiatan (Konstrain)

PDM tidak terbatas aturan dasar jaringan kerja CPM (kegiatan boleh mulai setelah kegiatan yang mendahuluinya selesai), maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Setiap node memiliki dua ujung, yaitu awal atau mulai (S) dan ujung akhir atau selesai (F), maka ada empat macam hubungan *overlapping* atau konstrain yaitu selesai ke mulai (FS), mulai ke mulai (SS), selesai ke selesai (FF), dan mulai ke selesai (SF). Pada garis konstrain dicantumkan mengenai lead dan lag. Lead adalah jumlah waktu yang mendahului dari suatu periode kegiatan j sesudah kegiatan i sebelum selesai, pada hubungan FS dan FF. Lag adalah jumlah waktu tunggu dari suatu periode kegiatan j terhadap kegiatan i telah dimulai, Pada hubungan SS dan SF (Husen, 2010).

Empat macam hubungan overlapping (Soeharto, 1999) yaitu:

1. Hubungan *finish to start* (FS)

Hubungan ini memberikan penjelasan mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai $FS (i-j) = a$, yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai. A disebut juga *lead time*.



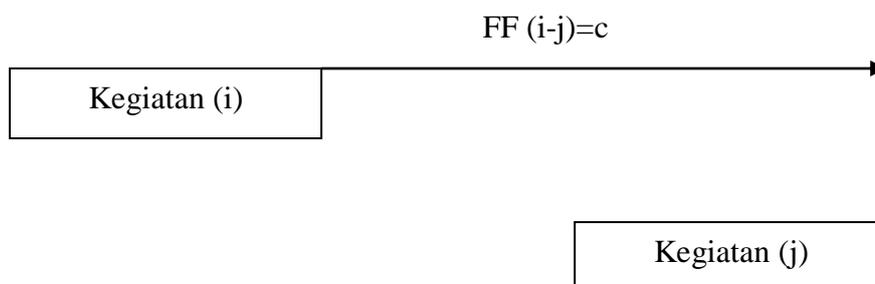
Gambar 2.7: Denah FS pada node PDM
(Soeharto, 1999)

- Hubungan *start to start* (SS) Hubungan ini memberikan penjelasan mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terlebih dahulu. Dirumuskan $SS (i-j) = b$ yang berarti kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan yang terdahulu (i) mulai. B disebut juga *lag time*.



Gambar 2.8: Denah SS pada node PDM
(Soeharto, 1999)

- Hubungan *finish to finish* (FF) Hubungan ini memberikan penjelasan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu atau $FF (i-j) = c$ yang berarti kegiatan (j) selesai setelah c yang terdahulu (i) selesai. c disebut juga sebagai *lead time*.



Gambar 2.9: Denah FF pada node PDM
(Soeharto, 1999)

- Hubungan *start to finish* (SF) Hubungan ini memeberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dengan $SF (i-j) = d$ yang berarti kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai. D disebut juga *lag time*.



Gambar 2.10: Denah SF pada node PDM
(Soeharto, 1999)

Parameter yang digunakan dalam perhitungan metode diagram akan dijelaskan, sebagai berikut ini (Soeharto, 1999):

1. $EF = \text{Early Finish}$
adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan.
2. $ES = \text{Earliest Start}$
adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan.
3. $LS = \text{Latest Start}$
adalah waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai.
4. $LF = \text{Latest Finish}$
adalah waktu paling akhir kegiatan boleh selesai.
5. $D = \text{Durasi}$
adalah kurun waktu suatu kegiatan, umumnya dengan satuan waktu hari,

2.8 Jalur Kritis

Kegiatan kritis adalah kegiatan yang sangat sensitif terhadap keterlambatan, sehingga bila sebuah kegiatan terlambat satu hari saja, sedang kegiatan-kegiatan lainnya tidak terlambat, maka proyek akan mengalami keterlambatan selama satu hari. Jalur dan kegiatan kritis pada PDM mempunyai sifat seperti CPM, sehingga proses identifikasi dan perhitungannya sama dengan CPM.

Ciri-ciri kegiatan kritis yaitu:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES=LS$).
2. Waktu selessai paling awal dan akhir harus sama ($EF=LF$).
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF-ES=D$).

4. Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

Mengidentifikasi jalur kritis layaknya CPM, PDM juga mengenal dua macam perhitungan yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Masing-masing perhitungan memiliki aturan dasar yang mengatur perhitungan waktu mulai dan selesai untuk masing-masing kegiatan (Soeharto, 1999).

2.8 Penggunaan *Microsoft Project*

Microsoft Project adalah software untuk mengelola suatu proyek. *Microsoft Project* merupakan sistem yang dapat membantu dalam menyusun penjadwalan (*schedulling*) suatu proyek atau rangkaian pekerjaan. *Microsoft Project* juga dapat membantu pencatatan dan pemantauan terhadap penggunaan sumber daya alat dan manusia. Yang dapat dikerjakan oleh software ini antara lain: mencatat jam kerja tenaga kerja, jam lembur dan menghitung biaya upah pekerja, memasukkan biaya, mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor menghitung total kebutuhan biaya proyek, serta membantu mengontrol penggunaan tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja (Fardila & Robbyatul, 2021).

Adapun (Imanuel et al, 2018), *Microsoft Project* merupakan program komputer terbaru dan populer digunakan masa kini, karena kemudahannya dalam berintegrasi dengan program *Microsoft Office* lainnya. Program ini juga dapat mengola data perencanaan dan pelaksanaan proyek, melakukan perataan jam kerja pada pekerja proyek, termasuk mengelola dan mengontrol pembagian jam kerja agar sesuai dengan kapasitas tenaga kerja.

2.9 Produktivitas Tenaga Kerja Dan Kebutuhan Tenaga Kerja

Menurut Husen (2010), produktivitas kelompok pekerja adalah kemampuan tenaga kerja dalam menyelesaikan pekerjaan (satuan volume pekerjaan) yang dibagi dalam satuan waktu, jam atau hari. Produktivitas dapat digunakan untuk menentukan jumlah tenaga kerja serta upah yang harus dibayarkan. Untuk menentukan jumlah tenaga kerja (*resource*) yang akan ditambahkan dibutuhkan nilai produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan yang akan dilakukan percepatan

(*crashing*). Produktivitas tenaga kerja bisa dicari dengan menggunakan rumus.

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{1}{\text{Koef. tenaga kerja}} \quad (2.1)$$

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Kerja} \times \text{Durasi Pekerjaan}} \quad (2.2)$$

2.10 Percepatan Durasi Proyek

Menurut Syah (2004), *crash program* atau percepatan pelaksanaan pekerjaan berarti memperpendek umur (pelaksanaan) proyek. Besarnya/jumlah umur proyek sama dengan besarnya/jumlah waktu yang ada pada suatu lintasan kritis. Percepatan pelaksanaan pekerjaan berarti upaya memperpendek lintasan kritis pada jaringan rencana kerja yang bersangkutan.

Sementara menurut (Husen, 2010), *project crashing* dilakukan agar pekerjaan selesai dengan pertukaran silang waktu dan biaya dan dengan menambah jumlah shift kerja, jumlah jam kerja, jumlah tenaga kerja, jumlah ketersediaan bahan, serta memakai peralatan yang lebih produktif dan metode instalasi yang lebih cepat sebagai komponen biaya direct cost. *Project crashing* atau crash program dilakukan dengan cara perbaikan jadwal menggunakan *network planning* yang berada pada lintasan kritis. Konsekuensi *project crashing* adalah meningkatnya biaya langsung (*direct cost*).

Tujuan utama dari program mempersingkat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal. (Soeharto, 1995).

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara waktu dan biaya suatu kegiatan, maka dipakai definisi sebagai berikut (Soeharto, 1995).

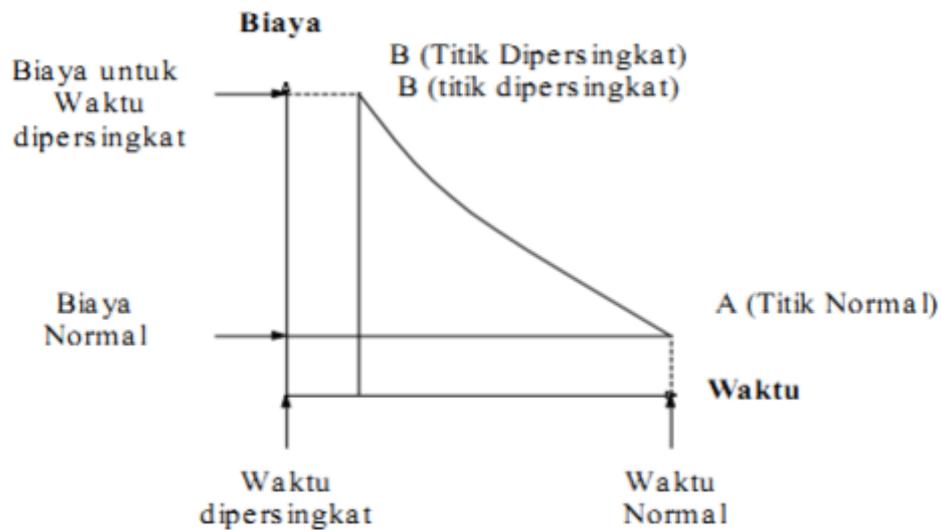
1. Kurun waktu normal

Adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tetapi diluar pertimbangan adanya kerja lembur dan usaha khusus lainnya, seperti menyewa peralatan yang lebih canggih,

2. Biaya normal

Adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal,

3. Kurun waktu dipersingkat (*crash time*)
Adalah waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin. Disini dianggap sumber daya bukan merupakan hambatan
4. Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*)
Adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.



Gambar 2.11: Hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu (Soeharto, 1995)

2.11 Cost Slope

Dengan menggunakan variable waktu dan biaya pada saat normal maupun dipercepat, maka didapatkan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu yang disebut *cost slope*. Menggambarkan titik-titik dari suatu kegiatan yang dihubungkan oleh segmen-segmen garis yang dapat berfungsi untuk menganalisis kegiatan apa masih layak untuk diadakan *crashing*. Cara yang digunakan adalah meninjau slope (kemiringan) dari masing-masing segment garis yang dapat memberikan identifikasi mengenai pengaruh biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek (Ervianto, 2005).

$$Cost\ Slope = \frac{Crash\ Cost - Normal\ Cost}{Normal\ Duration - Crash\ Duration} \quad (2.3)$$

2.12 Penelitian Terdahulu

2.12.1 Penelitian Sebelumnya

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian tugas akhir ini, maka akan dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilaksanakan sekaligus menghindari adanya duplikasi. Hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Analisis efektivitas jadwal dan biaya melalui penambahan tenaga kerja pada percepatan proyek pembangunan Gedung Grand Sungkono Lagoon Surabaya dengan menggunakan *program linier POM-QM for Windows*.

Penelitian ini dilakukan oleh (Hidayatuloh, 2018) dengan kesimpulan sebagai berikut:

Dalam penelitian ini percepatan dilakukan guna mempercepat pelaksanaan proyek Grand Sungkono Lagoon Surabaya, dan percepatan yang dilakukan adalah penambahan tenaga kerja. Dari analisis penambahan tenaga kerja yang dilakukan didapat biaya total proyek paling efektif adalah sebesar sebesar Rp. 134.246.568.640,- dari biaya total proyek normal sebesar Rp. 134.777.446.958,- atau berkurang Rp. 530.878.318,- yang terjadi pada waktu kerja 1074 hari atau berkurang 83 hari dari durasi normal sebesar 1157 hari dengan melakukan penambahan 3 tenaga kerja pembesian dan tidak ada penambahan pada pekerjaan bekisting.

2. Analisis percepatan proyek dengan metode penambahan tenaga kerja.

Penelitian ini dilakukan oleh (Raharjo, 2018) dengan kesimpulan sebagai berikut:

Penelitian ini akan menganalisis percepatan durasi penyelesaian proyek pada Proyek Rumah Susun Pegawai Jasa Marga, dengan metode penambahan tenaga kerja. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya proyek (*direct and indirect cost*) dan durasi waktu yang lebih efisien dengan menggunakan metode tersebut. Hasil analisis pada proyek Rumah Susun Pegawai Jasa Marga, naiknya jumlah biaya langsung (*direct cost*) yang semula berjumlah Rp. 1.246.452.397,63 dalam 353 hari menjadi Rp. 1.254.975.175,12 dalam 282 hari atau naik sebesar 1%. Sementara itu durasi proyek setelah dilakukan *crashing* menjadi singkat dan menyebabkan

turunnya biaya tidak langsung (*Indirect cost*) juga yang semula Rp219.962.187,82 menjadi Rp161,388,687.38 ada selisih Rp58.573.500,44 atau turun sebesar 27%. Naiknya biaya langsung dan turunnya biaya tidak langsung ini menyebabkan biaya total proyek juga mengalami perubahan. Yang semula Rp1.466.414.585,45 menjadi Rp1.416.363.862,50 atau turun sebesar 3% setelah dilakukan crashing (percepatan).

3. Analisis percepatan proyek pada pekerjaan struktur menggunakan metode crashing dengan penambahan tenaga kerja.

Penelitian ini dilakukan oleh (Candra, 2018) dengan kesimpulan sebagai berikut:

Dalam Penelitian ini akan menganalisis percepatan durasi penyelesaian proyek pada Proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari, dengan alternatif penambahan tenaga kerja. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui total biaya dan waktu proyek setelah dilakukan percepatan (*crashing*) dan mengetahui dampak perubahan waktu terhadap biaya proyek. Hasil analisis pada proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari, diketahui Setelah dilakukan percepatan (*Crashing*) didapat total durasi 56 hari 20% lebih cepat dari durasi normal dan biaya total proyek sebesar Rp. 278.538.526,27 atau naik sebesar 2% dari biaya proyek awal atau kondisi normal yaitu sebesar Rp. 273.723.728,50. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem percepatan dengan tambah tenaga kerja dapat dijadikan pilihan alternatif untuk proyek yang mengalami keterlambatan, karena dengan menerapkan sistem percepatan dengan tambah tenaga durasi lebih cepat.

2.12.2 Kesimpulan Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan dari hasil penelitian-penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa

1. Pada penelitian pertama, percepatan durasi proyek dilakukan dengan cara penambahan tenaga kerja. Percepatan proyek dapat dilakukan lebih cepat 83 hari dari waktu normal dengan menambah tenaga kerja, namun mengalami penurunan pada biaya proyek berkurang sebesar Rp. 530.878.318.
2. Pada penelitian kedua, percepatan durasi proyek dilakukan dengan cara penambahan tenaga kerja. Hasil analisis pada proyek Rumah Susun Pegawai

Jasa Marga, naiknya jumlah biaya langsung (*direct cost*) yang semula berjumlah Rp. 1.246.452.397,63 dalam 353 hari menjadi Rp. 1.254.975.175,12 dalam 282 hari atau naik sebesar 1%. dengan menambah tenaga kerja, namun mengalami penurunan yang semula Rp. 1.466.414.585,45 menjadi Rp. 1.416.363.862,50 atau turun sebesar 3% setelah dilakukan crashing (percepatan).

3. Pada penelitian kedua, percepatan durasi proyek dilakukan dengan cara penambahan tenaga kerja. Hasil analisis pada proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari, diketahui setelah dilakukan percepatan (*Crashing*) didapat total durasi 56 hari 20% lebih cepat dari durasi normal dan biaya total proyek sebesar Rp. 278.538.526,27 atau naik sebesar 2% dari biaya proyek awal atau kondisi normal yaitu sebesar Rp. 273.723.728,50.

2.12.3 Persamaan dan Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan uraian ketiga penelitian diatas dapat disimpulkan persamaan penelitian yang akan diteliti dengan penelitian sebelumnya terletak pada fokus penelitian yaitu percepatan durasi proyek. Sedangkan perbedaannya adalah terletak pada objek penelitian, penelitian yang akan diteliti ini akan menganalisis percepatan durasi proyek dengan cara penambahan tenaga kerja. Dengan objek penelitian proyek Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten. Rangkuman penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

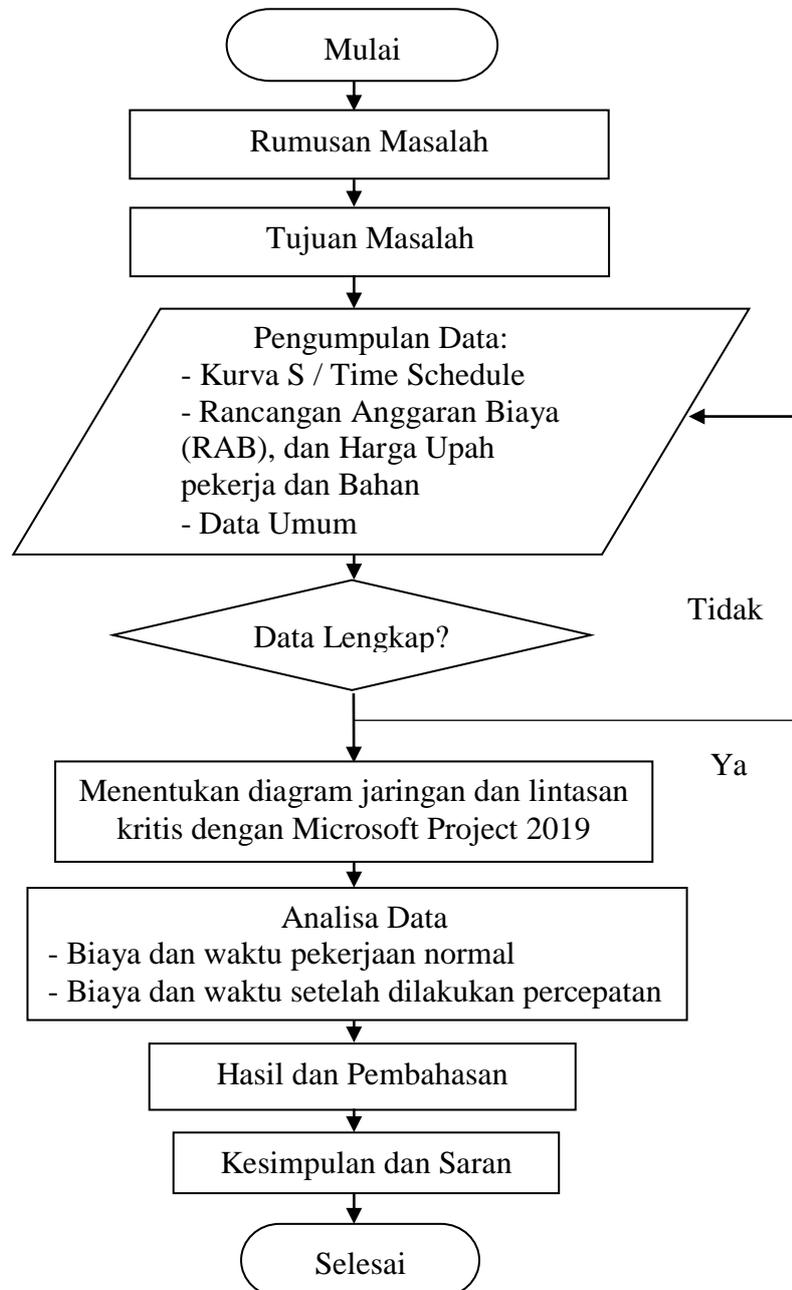
Tabel 2.1: Perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan

Judul Penelitian	Kesimpulan
<p>1. Analisis efektivitas jadwal dan biaya melalui penambahan tenaga kerja pada percepatan proyek pembangunan Gedung Grand Sungkono Lagoon Surabaya dengan menggunakan <i>program linier POM-QM for Windows</i></p>	<p>Pada penelitian pertama, percepatan durasi proyek dilakukan dengan cara penambahan tenaga kerja. Percepatan proyek dapat dilakukan lebih cepat 83 hari dari waktu normal dengan menambah tenaga kerja, namun mengalami penurunan pada biaya proyek berkurang sebesar Rp. 530.878.318</p>
<p>2. Analisis percepatan proyek dengan metode penambahan tenaga kerja.</p>	<p>Pada penelitian kedua, percepatan durasi proyek dilakukan dengan cara penambahan tenaga kerja. Hasil analisis pada proyek Rumah Susun Pegawai Jasa Marga, naiknya jumlah biaya langsung (<i>direct cost</i>) yang semula berjumlah Rp. 1.246.452.397,63 dalam 353 hari menjadi Rp. 1.254.975.175,12 dalam 282 hari atau naik sebesar 1%. dengan menambah tenaga kerja, namun mengalami penurunan yang semula Rp. 1.466.414.585,45 menjadi Rp. 1.416.363.862,50 atau turun sebesar 3% setelah dilakukan crashing (percepatan).</p>
<p>3. Analisis percepatan proyek pada pekerjaan struktur menggunakan metode crashing dengan penambahan tenaga kerja.</p>	<p>Pada penelitian ketiga, Percepatan hasil analisis pada proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari, diketahui Setelah dilakukan percepatan (<i>Crashing</i>) didapat total durasi 56 hari 20% lebih cepat dari durasi normal dan biaya total proyek sebesar Rp. 278.538.526,27 atau naik sebesar 2% dari biaya proyek awal atau kondisi normal yaitu sebesar Rp. 273.723.728,50.</p>

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

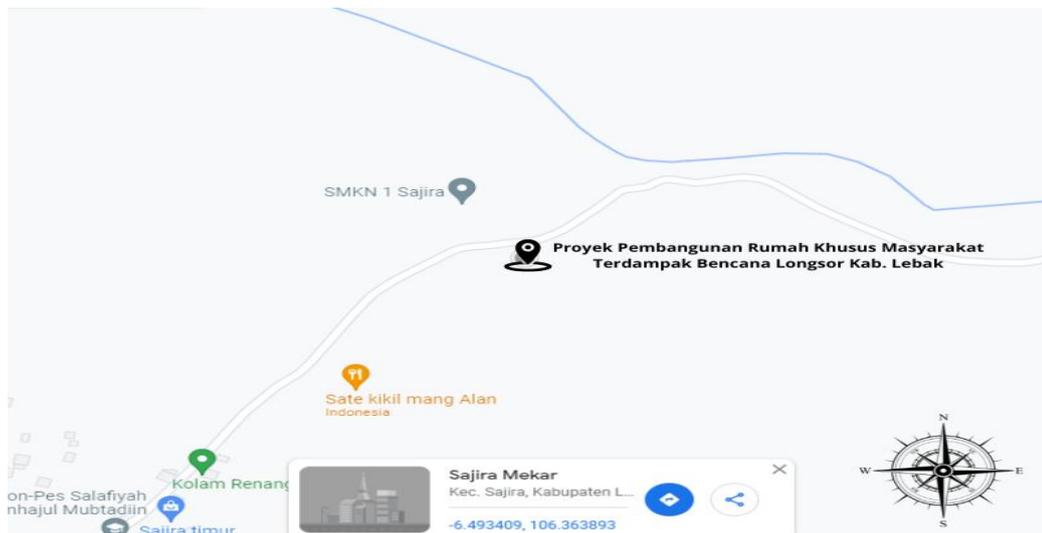
Pelaksanaan penelitian Tugas akhir, sebagai berikut:



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Adapun Penelitian ini dilakukan pada Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten. Selanjutnya untuk melihat lokasi proyek dari google map dapat dilihat di Gambar 3.2, Adapun untuk lebih jelasnya dilapangan dapat dilihat pada Gambar 3.3, sebagai berikut ini:



Gambar 3.2: Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Khusus
(google map)



Gambar 3.3: Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Khusus
(Sumber Lapangan)

3.2.1 Waktu Penelitian

Adapun waktu penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2023 – April 2023 yang dilakukan pada proyek Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini, digunakan metode observasi yaitu mengadakan wawancara langsung dengan pihak yang terkait dengan sumber data, dalam hal ini adalah wawancara dengan pelaksana Proyek Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten. Untuk mendukung keperluan analisis data, maka diperlukan sejumlah data pendukung, yaitu sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer dapat berupa data-data teknis dari proyek Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten. data ini berupa hasil interview dan observasi secara langsung serta foto pelaksanaannya. Data primer ini disebut juga data asli atau data baru yang diperoleh dari hasil survey dan pengamatan dalam proses pengerjaan/ proyek.

2. Metode Sekunder

Data yang bisa digunakan sebagai data-data pendukung yang diperoleh dari data – data sebelumnya dan di satukan kemudian diterbitkan dalam suatu instansi. Data sekunder dapat berupa Rancangan Anggaran Biaya (RAB) proyek, time schedule proyek, data biaya pekerja di daerah tersebut.

3.4 Analisis Data

Dalam melakukan percepatan terhadap durasi proyek dilakukan dengan cara menambah tenaga kerja, sehingga diharapkan dalam sehari volume pekerjaan yang dihasilkan lebih besar. Pada penelitian ini digunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan bantuan *Microsoft Project* untuk mengetahui lintasan kritis pada proyek, yang selanjutnya akan dilakukan penjadwalan ualng perhitungan percepatan proyek pada kegiatan-kegiatan yang kritis.

3.5 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan – tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data primer dan data sekunder
 - a. Data Primer, dilakukan dengan wawancara dan observasi, data primer pada penelitian ini diantaranya adalah Durasi pekerjaan, volume pekerjaan, urutan pekerjaan proyek.
 - b. Data Sekunder, dikumpulkan berdasarkan data yang telah ada atau dari orang lain yang telah dikumpulkan, data sekunder pada penelitian ini berupa: *Time schedule proyek/Kurva S*, Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek.

2. Penyusunan *Network Diagram*

Penyusunan ini berdasarkan durasi tiap pekerjaan, analisis durasi dapat dihitung dari produktivitas tenaga kerja. Langkah – langkah penyusunan network diagram ialah:

- a. Menentukan / menguraikan setiap item pekerjaan.
 - b. Menentukan kegiatan yang saling berkaitan, kegiatan yang mendahului kegiatan yang lainnya.
 - c. Menyusun durasi tiap tiap item pekerjaan berdasarkan data penjadwalan masing-masing kegiatan.
 - d. Menentukan lintasan kritis.
3. Menghitung biaya normal masing-masing kegiatan
 4. Menerapkan skenario percepatan

Perhitungan crash cost dan crash duration menggunakan *alternative* percepatan yang telah dipilih yaitu penambahan tenaga kerja. Dari *alternative* tersebut maka akan didapat waktu dan biaya setelah adanya percepatan selanjutnya dibandingkan dengan biaya dan waktu normal.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

4.1.1 Data Proyek

Data penelitian ini diambil dari proyek Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kab.Lebak. Berikut adalah data proyek pembangunan yang menjadi objek dalam pengerjaan Tugas Akhir saya:

Nama Proyek	: Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kab.Lebak
Lokasi	: Desa Sajira Mekar, Kecamatan Sajira, Kabupaten Lebak- Provinsi Banten.
Penyedia Jasa Konstruksi	: CV. YDP USAHA PERDANA
Penyedia Jasa Konsultansi	: PT. ALOCITA MANDIRI
Nilai Kontrak	: Rp. 9.521.762.628.0522
Waktu Mulai	: 13 Mei 2022
Waktu Selesai	: 29 Desember 2022

Untuk menganalisis biaya proyek pada program microsoft excel 2019 dan mengetahui perubahan biaya proyek sebelum dan setelah percepatan, diperlukan data-data yang dimasukkan kedalam microsoft excel 2019, data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Daftar upah tenaga kerja untuk setiap pekerjaan
2. Daftar harga bahan dan material untuk setiap pekerjaan

4.1.2 Daftar Harga Upah

Upah tenaga kerja yang digunakan disesuaikan dengan upah yang digunakan pada proyek sesuai Keputusan Gubernur Banten Nomor: 561/Kep.282-Huk/2021. Adapun tabel upah pekerja adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1: Daftar harga satuan upah pekerja (Data Proyek)

Uraian	Harga
Pekerja	Rp 110,000.00
Tukang Kayu	Rp 120,000.00
Tukang Batu	Rp 120,000.00
Tukang Besi	Rp 120,000.00
Tukang Cat	Rp 120,000.00
Tukang Alumunium	Rp 120,000.00
Tukang Listrik	Rp 120,000.00
Kepala Tukang	Rp 130,000.00
Mandor	Rp 145,000.00

4.2 Waktu Kerja

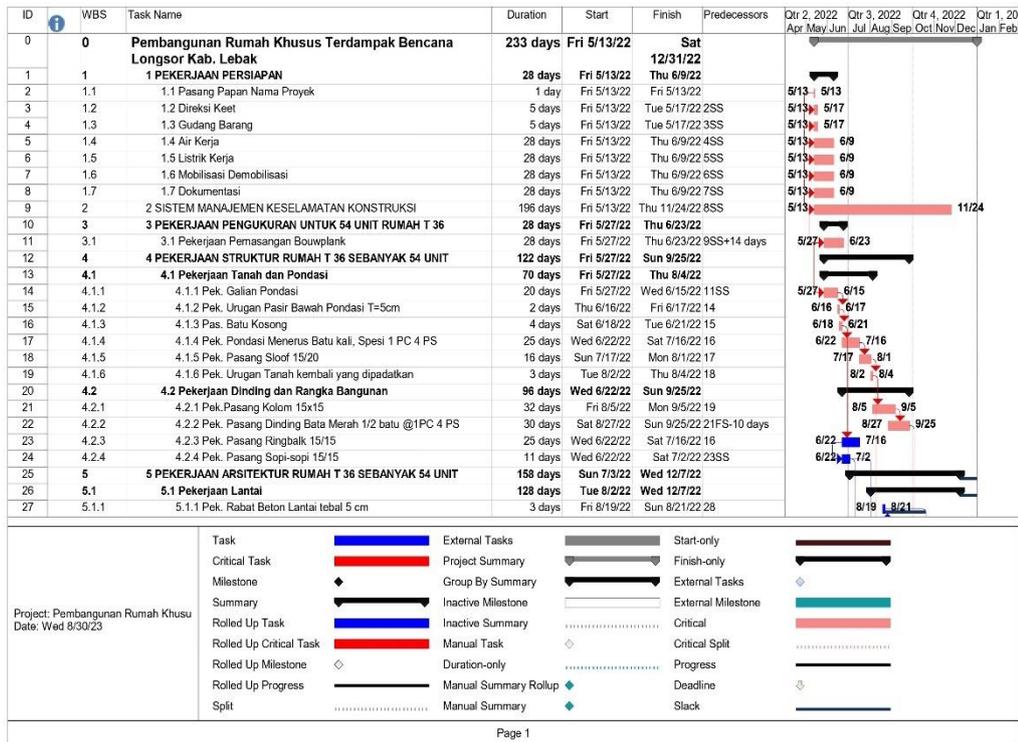
Langkah awal dalam menyelesaikan masalah adalah membuat jaringan kerja berupa PDM dengan durasi normal berdasarkan time schedule. PDM dibuat untuk menunjukkan keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan lainnya, secara lebih jelas waktu jam kerja beserta upah tenaga kerja merupakan suatu aturan yang dibuat berdasarkan kontrak kerja yang sudah disepakati. Dalam waktu 1 hari durasi normal dalam bekerja adalah 8 jam selama senin – minggu dan sehari dalam seminggu libur, kemudian untuk jam kerja dari pukul 08.00-17.00, sedangkan untuk istirahat pada pukul 12.00-13.00.

4.3 Penjadwalan dan Penentuan Kegiatan Kritis

Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana di Kabupaten Lebak data time schedule yang digunakan adalah uraian pekerjaan yang dijadwalkan menggunakan software Ms. Project dengan menggunakan metode Kurva S dalam pengolahan datanya. Data penjadwalan proyek Rumah Khusus ini diperoleh dari Kontraktor dan SATKER PP Provinsi Banten.

Pada tahapan penjadwalan terlebih dahulu mencari durasi tiap pekerjaan. Dalam Tugas Akhir ini untuk mengetahui durasi proyek dapat dilihat di Gambar

L2. Setelah durasi pekerjaan diketahui selanjutnya menentukan hubungan tiap pekerjaan yang ditinjau dalam kondisi normal dalam jaringan kerja tiap pekerjaan yang sudah selesai dimodelkan dalam Microsoft project 2019. Berikut contoh hubungan tiap pekerjaan yang dimodelkan dengan Microsoft project 2019.



Gambar 4.1: Urain hubungan antar kegiatan (Microsoft Project 2019)

Hasil permodelan dari Microsoft project 2019 akan didapat beberapa pekerjaan yang berada pada jalur lintasan kritis. Pekerjaan yang berada pada jalur lintasan kritis inilah yang akan dilakukan crashing (percepatan) dengan penambahan tenaga kerja untuk dilakukan penjadwalan ulang nantinya. Pekerjaan yang ada di jalur lintasan kritis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4.2: Pekerjaan yang berada di lintasan kritis

No	Urain Pekerjaan	Durasi (Hari)
	PEKERJAAN PENGUKURAN UNTUK 54 UNIT RUMAH T 36	
1	Pekerjaan Pemasangan Bouwplank	28
	PEKERJAAN STRUKTUR RUMAH T 36 SEBANYAK 54 UNIT	
	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	
2	Pek. Galian Pondasi	20
3	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi T=5cm	2
4	Pas. Batu Kosong	4
5	Pek. Pondasi Menerus Batu kali, Spesi 1 PC 4 PS	25
6	Pek. Pasang Sloof 15/20	16
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	11
	b. Pembesian	2
	c. Beton Mutu K 200	4
7	Pek. Urugan Tanah kembali yang dipadatkan	3
	Pekerjaan Dinding dan Rangka Bangunan	
8	Pek.Pasang Kolom 15x15	32
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	20
	b. Pembesian	2
	c. Beton Mutu K 200	10
9	Pek. Pasang Dinding Bata Merah 1/2 batu @1PC 4 PS	30

Dalam Tabel 4.3 merupakan hubungan pekerjaannya dimasukkan ke dalam program Microsoft project 2019, maka akan didapatkan hasil berupa pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis untuk selanjutnya dilakukan percepatan yang berfokus pada pekerjaan sturktur dan Pekerjaan Pemasangan Bouwplank.

4.4 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja

4.4.1 Menentukan Kapasitas Kerja per Hari

Kapasitas kerja per hari digunakan untuk mencari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis, sebelum mendapatkan angka produktivitas dibutuhkan nilai kapasitas kerja dari tenaga kerja tersebut. Kapasitas kerja dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kapasitas Kerja} = \frac{1}{\text{Koefisien Tenaga Kerja}}$$

1. Contoh kapasitas kerja perhari pada Pekerjaan Pemasangan Bouwplank

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0.100$$

$$\text{Tukang Kayu} = 0.100$$

$$\text{Kepala Tukang} = 0.010$$

$$\text{Mandor} = 0.005$$

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0.100} = 10 \text{ m/hari}$$

$$\text{Tukang Kayu} = \frac{1}{0.100} = 10 \text{ m/hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{1}{0.010} = 100 \text{ m/hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0.005} = 200 \text{ m/hari}$$

Untuk melihat hasil rekapitulasi perhitungan jumlah indeks tenaga kerja per hari semua pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3: Rekapitulasi kapasitas tenaga kerja (Analisa data)

NO	Uraian Pekerjaan	Kapasitas Tenaga Kerja			
		Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
	PEKERJAAN PENGUKURAN UNTUK 54 UNIT RUMAH T 36				
1	Pekerjaan Pemasangan Bouwplank	10	10	100	200
	PEKERJAAN STRUKTUR RUMAH T 36 SEBANYAK 54 UNIT				

Tabel 4.3: Rekapitulasi kapasitas tenaga kerja (Analisa data) *Lanjutan*

NO	Uraian Pekerjaan	Kapasitas Tenaga Kerja			
		Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
	Pekerjaan Tanah dan Pondasi				
2	Pek. Galian Pondasi	1.481	-	-	15
3	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi T=5cm	3.333	-	-	100
4	Pas. Batu Kosong	1.282	2.564	25.641	25.641
5	Pek. Pondasi Menerus Batu kali, Spesi 1 PC 4 PS	0.667	1.333	13.333	13.333
6	Pek. Pasang Sloof 15/20				
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	3.333	6.667	66.667	33.333
	b. Pembesian	142.857	142.857	1428.571	2500
	c. Beton Mutu K 200	0.606	3.636	35.714	12.048
7	Pek. Urugan Tanah kembali yang dipadatkan	22	-	-	222
	Pekerjaan Dinding dan Rangka Bangunan				
8	Pek.Pasang Kolom 15x15				
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	2.941	5.882	58.824	29.412
	b. Pembesian	142.857	142.857	1428.571	2500
	c. Beton Mutu K 200	0.606	3.636	35.714	12.048
9	Pek. Pasang Dinding Bata Merah 1/2 batu @1PC 4 PS	3.333	10	100	66.667

Pada Tabel 4.4 diperlihatkan Rekapitulasi Kapasitas Tenaga Kerja untuk menentukan kapasitas kerja per hari digunakan untuk mencari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dan juga untuk mencari jumlah indeks tenaga kerja harian.

4.4.2 Menentukan Jumlah Indeks Tenaga Kerja per Hari

Langkah selanjutnya setelah menentukan nilai kapasitas kerja ialah mencari jumlah indeks tenaga kerja per hari. Jumlah indeks tenaga kerja per hari dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah Indeks Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja} \times \text{Durasi pekerjaan}}$$

1. Contoh Perhitungan jumlah indeks tenaga kerja per hari pada Pekerjaan Pemasangan Bouwplank.

$$\text{Volume} = 1026 \text{ m}$$

$$\text{Durasi} = 28 \text{ Hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{1026}{10 \times 28} = 3.664 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang} = \frac{1026}{10 \times 28} = 3.664 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{1026}{100 \times 28} = 0.366 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1026}{200 \times 28} = 0.183 \text{ OH}$$

Kemudian untuk pekerjaan berikutnya dapat dilanjutkan seperti salah satu contoh seperti contoh perhitungan jumlah indeks tenaga kerja per hari pada pekerjaan pemasangan bouwplank dengan cara yang sama, sehingga untuk hasil keseluruhan pekerjaan dalam mencari indeks tenaga kerja dapat dilihat dibawah berikut ini Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Rekapitulasi indeks tenaga kerja (Analisa data)

NO	Uraian Pekerjaan	Durasi	Volume	Indeks Tenaga Kerja			
				Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
	PEKERJAAN PENGUKURAN UNTUK 54 UNIT RUMAH T 36						
1	Pekerjaan Pemasangan Bouwplank	28	1026	3.664	3.664	0.366	0.183
	PEKERJAAN STRUKTUR RUMAH T 36 SEBANYAK 54 UNIT						
	Pekerjaan Tanah dan Pondasi						
2	Pek. Galian Pondasi	20	1279.8	30.852	-	-	3.085
3	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi T=5cm	2	64.15	9.623	-	-	0.321
4	Pas. Batu Kosong	4	32	6.240	3.120	0.312	0.312
5	Pek. Pondasi Menerus Batu kali, Spesi 1 PC 4 PS	25	543.92	32.635	16.318	1.632	1.632
6	Pek. Pasang Sloof 15/20	16					
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	11	801.36	21.855	10.928	1.093	2.186
	b. Pembesian	2	14549.54	20.369	20.369	2.037	1.164
	c. Beton Mutu K 200	4	60.1	24.791	4.132	0.421	1.247
7	Pek. Urugan Tanah kembali yang dipadatkan	3	579.64	8.617	-	-	0.869
	Pekerjaan Dinding dan Rangka Bangunan						

Tabel 4.4: Rekapitulasi indeks tenaga kerja (Analisa data) *Lanjutan*

NO	Uraian Pekerjaan	Durasi	Volume	Indeks Tenaga Kerja			
				Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
8	Pek.Pasang Kolom 15x15	32					
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	20	1554.31	26.423	13.212	1.321	2.642
	b. Pembesian	2	14549.54	20.369	20.369	2.037	1.164
	c. Beton Mutu K 200	10	58.29	9.618	1.603	0.163	0.484
9	Pek. Pasang Dinding Bata Merah 1/2 batu @1PC 4 PS	30	6387.44	63.874	21.291	2.129	3.194

4.4.3 Menghitung Cost Normal

Untuk menghitung Cost normal (Cn) tenaga kerja pada pekerjaan normal, maka digunakan jumlah pekerja pada pekerjaan normal. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Harga upah} = \text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{Harga satuan tenaga kerja}$$

$$\text{Cost normal} = \text{jumlah harga upah} \times \text{durasi normal}$$

1. Contoh perhitungan cost normal per hari pada Pekerjaan Pemasangan

Bouwplank.

Pekerja	= 3.664 x Rp 110,000.00	= Rp. 403,071.43
Tukang Kayu	= 3.664 x Rp 120,000.00	= Rp. 439,714.29
Kepala Tukang	= 0.366 x Rp 130,000.00	= Rp. 47,635.71
Mandor	= 0.183 x Rp 145,000.00	= <u>Rp. 26,566.07</u> +
Jumlah		= Rp. 916,987.50
Durasi	= 28 Hari	
Cost Normal	= Rp. 916,987.50 x 28 Hari	
		= Rp. 25,675,650.00

Untuk melihat hasil rekapitulasi perhitungan upah normal per hari tenaga kerja semua pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5: Rekapitulasi cost normal (Analisa Data)

NO	Uraian Pekerjaan	Cn
	PEKERJAAN PENGUKURAN UNTUK 54 UNIT RUMAH T 36	
1	Pekerjaan Pemasangan Bouwplank	Rp 25,675,650.00
	PEKERJAAN STRUKTUR RUMAH T 36 SEBANYAK 54 UNIT	
	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	
2	Pek. Galian Pondasi	Rp 107,551,192.50
3	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi T=5cm	Rp 2,209,967.50
4	Pas. Batu Kosong	Rp 4,586,400.00
5	Pek. Pondasi Menerus Batu kali, Spesi 1 PC 4 PS	Rp 149,917,950.00
6	Pek. Pasang Sloof 15/20	
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	Rp 45,917,928.00

Tabel 4.5: Rekapitulasi cost normal (Analisa Data) *Lanjutan*

NO	Uraian Pekerjaan	Cn
	b. Pembesian	Rp 25,592,640.86
	c. Beton Mutu K 200	Rp 13,833,517.50
7	Pek. Urugan Tanah kembali yang dipadatkan	Rp 3,221,928.94
	Pekerjaan Dinding dan Rangka Bangunan	
8	Pek.Pasang Kolom 15x15	
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	Rp 100,936,891.40
	b. Pembesian	Rp 25,592,640.86
	c. Beton Mutu K 200	Rp 13,416,900.75
9	Pek. Pasang Dinding Bata Merah 1/2 batu @ 1PC 4 PS	Rp 309,631,154.00
	Total	Rp 828,084,762.31

Pada Tabel 4.5 diperlihatkan rekapitulasi cost normal yang keseluruhan pekerjaan yang pada lintasan krisis terkhususnya pada pekerjaan pemasangan bouwplank dan struktur, adapun hasil yang didapatkan untuk keseluruhan cost normal yaitu Rp. 828,048,762.31 berasal perhitungan upah normal per hari tenaga kerja.

4.5 Perhitungan Biaya Dan Durasi Percepatan

Percepatan durasi proyek yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis untuk menghitung biaya dan durasi percepatan pada masing-masing pekerjaan. Perhitungan tersebut hanya dilakukan pada pekerjaan yang bersifat kritis yang memungkinkan untuk dilakukan percepatan dengan penambahan jumlah tenaga kerja.

1. Contoh perhitungan menentukan percepatan dengan penambahan tenaga kerja pada Pekerjaan Pemasangan Bouwplank.

a. Menentukan durasi crashing

$$\text{Durasi pekerjaan crashing} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja} \times \text{Jumlah tenaga kerja}}$$

Dengan tenaga kerja ditambahkan yaitu:

Pekerja = 2 Orang

Tukang = 2 Orang

Kepala Tukang = 1 Orang

Mandor = 1 Orang

Maka didapatkan sebagai berikut.

$$\text{Pekerja} = \frac{1026}{10 \times (3.664+2)} = 17.1 \approx 18 \text{ Hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{1026}{10 \times (3.664+2)} = 17.1 \approx 18 \text{ Hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{1026}{100 \times (0.336+1)} = 5.13 \approx 6 \text{ Hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1026}{10 \times (3.664+1)} = 2.57 \approx 3 \text{ Hari}$$

Dipakai durasi yang terpanjang yaitu 18 Hari

b. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

a) Upah pekerja

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 110,000.00 \times 5.664 = \text{Rp. } 623,071.43$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp. } 120,000.00 \times 5.664 = \text{Rp. } 679,714.29$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp. } 130,000.00 \times 1.366 = \text{Rp. } 177,635.71$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 145,000.00 \times 1.183 = \underline{\text{Rp. } 171,566.07 +}$$

$$\text{Jumlah} = \text{Rp } 1,651,987.50$$

$$\text{Cost crash} = \text{Jumlah upah} \times \text{durasi crash}$$

$$= \text{Rp } 1,651,987.50 \times 18 \text{ Hari}$$

$$= \text{Rp. } 29,735,775.00$$

a) Cost Slope

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{29,735,775 - 25,675,650}{28 - 18}$$

$$= \text{Rp. } 406,012.50$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crash})$$

$$= \text{Rp. } 406,012.50 \times 10 \text{ Hari}$$

$$= \text{Rp. } 4,060,125.00$$

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil keseluruhan setiap uraian pekerjaan perhitungan biaya dan durasi percepatan didapatkan total cost slope Rp. 34,378,701.64, Hasil dari total slope tersebut akan digunakan dalam percepatan biaya proyek.

Tabel 4.6: Perhitungan biaya dan durasi percepatan (Analisa data)

NO	Uraian Pekerjaan	Cc (Rp.)	Cn (Rp.)	Dn (Hari)	Dc (Hari)	Ri (Rp.)	di=Dn- Dc	Cost slope total (Rp./Hari)
	PEKERJAAN PENGUKURAN UNTUK 54 UNIT RUMAH T 36							
1	Pekerjaan Pemasangan Bouwplank	29,735,775.00	25,675,650.00	28	18	406,012.50	10	4,060,125.00
	PEKERJAAN STRUKTUR RUMAH T 36 SEBANYAK 54 UNIT							
	Pekerjaan Tanah dan Pondasi							
2	Pek. Galian Pondasi	110,522,280.36	107,551,192.50	28	20	371,385.98	8	2,971,087.86
3	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi T=5cm	2,349,983.75	2,209,967.50	2	1	140,016.25	1	140,016.25
4	Pas. Batu Kosong	5,103,200.00	4,586,400.00	4	2	258,400.00	2	516,800.00
5	Pek. Pondasi Menerus Batu kali, Spesi 1 PC 4 PS	153,552,642.00	149,917,950.00	25	19	605,782.00	6	3,634,692.00
6	Pek. Pasang Sloof 15/20							
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	52,284,213.82	45,917,928.00	11	9	3,183,142.91	2	6,366,285.82
	b. Pembesian	29,854,112.69	25,592,640.86	5	4	4,261,471.83	1	4,261,471.83
	c. Beton Mutu K 200	14,095,138.13	13,833,517.50	4	3	261,620.63	1	261,620.63

Tabel 4.6: Perhitungan biaya dan durasi percepatan (Analisa data) *Lanjutan*

NO	Uraian Pekerjaan	Cc (Rp.)	Cn (Rp.)	Dn (Hari)	Dc (Hari)	Ri (Rp.)	di=Dn- Dc	Cost slope total (Rp./Hari)
7	Pek. Urugan Tanah kembali yang dipadatkan	3,757,952.63	3,221,928.94	3	2	536,023.69	1	536,023.69
	Pekerjaan Dinding dan Rangka Bangunan							
8	Pek.Pasang Kolom 15x15							
	a. Pek. Bekisting untuk 3 kali pakai	102,485,290.27	100,936,891.40	20	11	172,044.32	9	1,548,398.87
	b. Pembesian	29,854,112.69	25,592,640.86	5	4	4,261,471.83	1	4,261,471.83
	c. Beton Mutu K 200	14,210,070.23	13,416,900.75	10	3	113,309.93	7	793,169.47
9	Pek. Pasang Dinding Bata Merah 1/2 batu @1PC 4 PS	314,658,692.40	309,631,154.00	30	18	418,961.53	12	5,027,538.40
Total								34,378,701.64

4.6 Analisis Direct Cost dan Indirect Cost

4.6.1 Perhitungan Biaya Normal (*Normal Cost*)

Normal cost adalah jumlah biaya total dari setiap aktivitas pekerjaan, yang terdiri dari *normal cost* bahan dan *normal cost* upah. Normal cost didapat dari RAB yang dipakai atau yang digunakan. *Normal cost* dalam penelitian dibedakan menjadi 2, yaitu: *normal cost* untuk bahan dan *normal cost* untuk upah.

1. Contoh pada pekerjaan pengukuran dan pemasangan bowplank

a. Perhitungan Normal Cost Bahan

Pada tabel 5.1 ditampilkan Harga Satuan Pekerjaan pengukuran dan pemasangan 1m bowplank

Tabel 4.7: Harga satuan pekerjaan pengukuran dan pemasangan 1m bowplank (Analisa data)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
1	Pekerja	L.01	OH	0.1000	110,943.62	11,094.36
2	Tukang kayu	L.02	OH	0.1000	120,943.62	12,094.36
3	Kepala tukang	L.03	OH	0.0100	130,943.62	1,309.44
4	Mandor	L.04	OH	0.0050	145,943.62	729.72
	JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					25,227.88
B	BAHAN					
1	Kayu balok 5/7		m3	0.0120	400,000.00	4,800.00
2	Paku 2"-3"		kg	0.0200	10,000.00	200.00
3	Kayu papan 3/20		m3	0.0070	300,000.00	2,100.00
	JUMLAH HARGA BAHAN					7,100.00
C	PERALATAN					-
	JUMLAH HARGA ALAT					-
D	Jumlah (A+B+C)					32,327.88
E	Biaya Umum dan Keuntungan	2.0% + 2.0% = 4% x D				1,293.12
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					33,620.99

Berdasarkan Tabel 4.8 Harga satuan pekerjaan pengukuran dan pemasangan 1m bowplank didapatkan hasil perhitungan berikut ini.

1. Volume Pekerjaan = 1026 m
2. Biaya Bahan = Rp. 7,100.00
3. Biaya Upah = Rp. 25,025.00
4. Biaya Upah dan Bahan = Rp. 32,125.00
5. Overhead and profit 4% = Rp. 1,285.00
6. Harga Satuan Pekerjaan = Rp. 33,410.00

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui biaya langsung yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 32,125.00 dan harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 33,410.00 sehingga bobot biaya langsung bahan bisa dihitung dengan.

1. Bobot Bahan = $\frac{\text{Biaya Bahan}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = 0.22$
2. Bobot Upah = $\frac{\text{Biaya Upah}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = 0.78$

Berdasarkan contoh dari contoh perhitungan tersebut, pada penelitian ini untuk bobot bahan diambil $0.22 \approx 22\%$, sedangkan bobot upah $0.78 \approx 78\%$.

Dengan demikian biaya normal untuk pekerjaan pengukuran dan pemasangan bowplank menjadi:

$$\begin{aligned} &\text{Total normal cost bahan pekerjaan pemasangan dan pengukuran bowplank:} \\ &= \text{Koefisien Bahan} \times \text{Normal Cost} \times \text{Volume Pekerjaan} \\ &= 0.22 \times \text{Rp. } 32,125.00 \times 1026 \\ &= \text{Rp. } 7,251,255.00. \end{aligned}$$

Kemudian, setelah didapat bobot bahan dan upah nilai total direct cost bahan dan upah tenaga kerja dapat dihitung dengan perhitungan berikut.

- a. Nilai RAB = Rp 9,521,762,628.05
- b. Durasi = 233 Hari
- c. Overhead = Biaya x 4%
= Rp. 380,870,505.12
- d. Overhead/Hari = Overhead / Durasi
= Rp. 380,870,505.12 / 233 Hari
= Rp. 1,634,637.36
- e. Biaya Langsung = Biaya Total – Overhead

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 9,521,762,628.05 - \text{Rp. } 380,870,505.12 \\
&= \text{Rp. } 9,140,892,122.93 \\
\text{f. Biaya Bahan} &= \text{Biaya Langsung} \times \text{Bobot bahan} \\
&= \text{Rp. } 9,140,892,122.93 \times 0.22 \\
&= \text{Rp. } 2,010,996,267.04 \\
\text{g. Biaya Upah} &= \text{Biaya Langsung} \times \text{Bobot upah} \\
&= \text{Rp. } 9,140,892,122.93 \times 0.78 \\
&= \text{Rp. } 7,129,895,855.89 \\
\text{h. Biaya tidak langsung} &= \text{Overhead} \\
&= \text{Rp. } 380,870,505.12 \\
\text{i. Total biaya normal} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Biaya Tidak Langsung} \\
&= \text{Rp. } 9,140,892,122.93 + \text{Rp. } 380,870,505.12 \\
&= \text{Rp. } 9,521,762,628.05
\end{aligned}$$

4.6.2 Biaya Proyek Pada Kondisi Percepatan

Pada perhitungan crashing dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan biaya upah tambahan sebesar Rp 34,378,701.64 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Durasi proyek setelah percepatan = $233 - 196 = 37$ Hari

1. Direct cost = Direct cost normal + Direct cost penambahan tenaga kerja
$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 9,140,892,122.93 + \text{Rp. } 34,378,701.64 \\
&= \text{Rp. } 9,175,270,824.57
\end{aligned}$$
2. Indirect cost = Durasi percepatan x Overhead per hari
$$\begin{aligned}
&= 196 \times \text{Rp. } 1,634,637.36 \\
&= \text{Rp. } 320,388,922.56
\end{aligned}$$
3. Total biaya = Direct cost + Indirect cost
$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 9,175,270,824.57 + \text{Rp. } 320,388,922.56 \\
&= \text{Rp. } 9,495,659,747.13
\end{aligned}$$

Berikut di bawah ini tabel rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara proyek normal dan proyek yang dilakukan percepatan

Tabel 4.8: Perbandingan antara biaya proyek normal dan biaya antara proyek normal dan proyek yang dilakukan percepatan (Analisa Data)

Uraian	Durasi	<i>Direct Cost</i> (Rp)	<i>Indirect Cost</i> (Rp)	Total Biaya (Rp)
Pekerjaan Normal	233 Hari	9,140,892,122.93	380,870,505.12	9,521,762,628.05
Percepatan penambahan tenaga kerja	196 Hari	9,175,270,824.57	320,388,922.56	9,495,659,747.13
Selisih	37 Hari	34,378,701.64	- 60,481,582.56	-26,102,880.92

Dari Tabel 4.8 hasil analisis crash program yang dilakukan dengan metode penambahan tenaga kerja, ternyata proyek dapat dipercepat selama 37 hari kerja. Sehingga durasi proyek yang semula 233 hari kerja menjadi 196 hari kerja, atau turun sebesar 16 % dari durasi awal. Akibat percepatan ini, biaya langsung proyek mengalami kenaikan yang semula Rp. 9,140,892,122.93 dalam 233 hari menjadi Rp. 9,175,270,824.57 dalam 196 hari atau naik sebesar 0.4%. Hal ini dikarenakan durasi proyek setelah crashing lebih singkat dan mempengaruhi biaya tidak langsung yang mengalami penurunan dari Rp. 380,870,505.12 menjadi Rp. 320,388,922.56 atau turun sebesar 16%. Sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek, yang semula sebesar Rp. 9,521,762,628.05 menjadi Rp. 9,495,659,747.13 terdapat selisih Rp. 26,102,880.92 dari proyek normal atau turun sebesar 0.3%. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa dengan dilakukannya penambahan tenaga kerja menyebabkan biaya total proyek menjadi turun.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengolahan data, dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) maka untuk penjadwalan ulang waktu dan biaya proyek Pembangunan Rumah Khusus Masyarakat Terdampak Bencana Longsor Kabupaten Lebak Banten dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Total waktu proyek yang dibutuhkan setelah dilakukan crashing adalah selama 196 hari kerja dengan selisih 37 hari atau 16% dari durasi normal 233 hari
2. Berdasarkan hasil penelitian ini dampak yang ditimbulkan akibat perubahan waktu terhadap biaya ini ialah naiknya jumlah biaya langsung (*Direct cost*) yang semula berjumlah Rp. 9,140,892,122.93 dalam 233 hari menjadi Rp. 9,175,270,824.57 dalam 196 hari atau naik sebesar 0.4%. Sementara itu durasi proyek setelah dilakukan crashing menjadi singkat dan menyebabkan turunnya biaya tidak langsung (*Indirect cost*) juga yang semula Rp. 380,870,505.12 menjadi Rp. 320,388,922.56 ada selisih Rp. 60,481,582.56 atau turun sebesar 16%. Naiknya biaya langsung dan turunnya biaya tidak langsung ini menyebabkan biaya total proyek juga mengalami perubahan. Yang semula Rp. 9,521,762, 628.05 menjadi Rp. 9,495,659,747.13 atau turun sebesar 0.3% setelah dilakukan crashing (percepatan).

5.2 Saran

Berdasarkan dari pengkajian hasil penelitian di lapangan maka penulis bermaksud memberikan saran, yaitu sebagai berikut:

1. Agar suatu proyek dapat berjalan sesuai rencana dan tepat waktu sebaiknya dilakukan *tracking* terhadap setiap pekerjaan terutama pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis.
2. Jika terjadi keterlambatan sebaiknya dilakukan percepatan dengan mempercepat pekerjaan yang berada di lintasan kritis agar lebih efisien. Dan percepatan dengan tambah tenaga kerja dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi masalah keterlambatan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- A Luthan, L. P. (2006). *Aplikasi Microsoft Project untuk Penjadwalan Kerja Proyek Teknik Sipil*. Yogyakarta: Andi.
- Alimudin, Erwin, Aditya Putra, and Sukmawati Anwar. 2021. "Mengenal Rumah Khusus." In *MAISONA*, , 1–60.
- Candra, W. A. (2018). "Analisis Percepatan Proyek Pada Pekerjaan Struktur Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja".
- Ervianto, W. I. 2005. "Manajemen Proyek Konstruksi." *Manajemen Proyek Konstruksi-Edisi Revisi*.
- Fardila, D., & Robbyatul, N. (2021). Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi dengan Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja. 17(1).
- Hidayatuloh Nur, 2018, "Analisis efektivitas jadwal dan biaya melalui penambahan tenaga kerja pada percepatan proyek pembangunan Gedung Grand Sungkono Lagoon Surabaya dengan menggunakan program linier POM-QM for Windows"
- Husein, Abrar. 2010. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: CV Andi Offset
- Imanuel, Christofel, Gabriel Nangka, Mochtar Sibi, and Jantje Mangare. 2018. "Perataan Tenaga Kerja Pada Proyek Bangunan Dengan Menggunakan Microsoft Project (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Terminal Akap Tangkoko Bitung)." *Jurnal Sipil Statik* 6(11): 867–74.
- Kementerian PUPR, Biro Komunikasi Publik. 2020. "Kementerian PUPR Siapkan Langkah Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Pasca Bencana Banjir Dan Longsor Di Lebak Banten Kementerian PUPR Siapkan Langkah." : 1–3.
- Kepala Pusat Pendidikan dan, Dan Jalan, Perumahan, Permukiman, and Pengembangan Infrastruktur Wilayah. 2017. "Modul Pengendalian Pelaksanaan Proyek." *Jurnal Ilmiah Teknosains* 2. https://simantu.pu.go.id/epel/edok/e99f9_Manajemen_Pengendalian_Pelaksanaan_Proyek.pdf.
- Lutfi, Ahmad. 2020. "Analisis Manajemen Konstruksi Proyek Pembangunan Jembatan UB Kali Sumantri STA 441 - 500 s/d STA 441 -800 Tol Batang - Semarang." *Cirebon Jurnal Konstruksi* 7(2): 2085–8744. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>.
- Malik, Alfian. 2009. *Pengantar Bisnis Jasa Pelaksanaan Konstruksi*. Pekan Baru.
- Raharjo, R. W. (2018). "Analisis percepatan proyek dengan metode penambahan tenaga kerja (Studi Kasus: Proyek Rumah Susun Pegawai Jasa Marga yang

Terletak di Jalan Raya Tajem–Maguwoharjo Kabupaten Sleman)". *Prosiding Kolokium Program Studi Teknik Sipil (KPSTS) FTSP UII 2018*, 1-10

Rani, Hafnidar A., 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*. https://www.researchgate.net/publication/316081639_Manajemen_Proyek_Konstruksi.

Soeharto, I., 1999. 60 Erlangga *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*.

Soeharto, Iman., 1995, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta

Syah. M. S., 2004, *Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek*, Jakarta.

Widiasanti, Irika dan Lenggogeni., 2013. *Manajemen Konstruksi*. ed. Pipih Latifah. Jakarta.

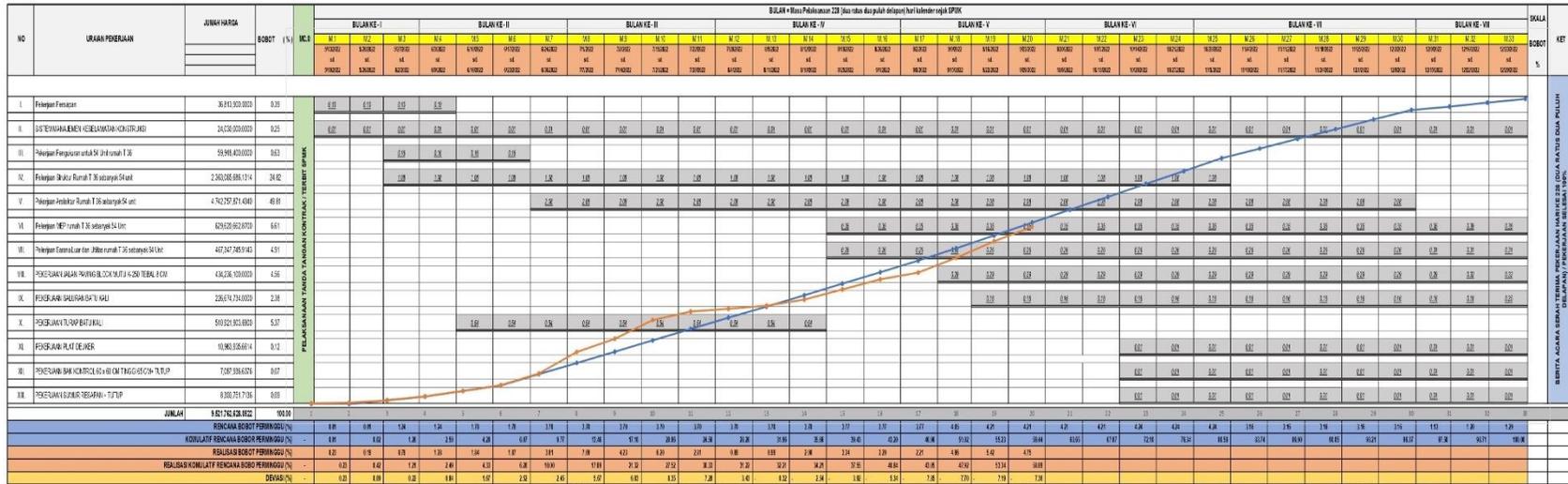
LAMPIRAN



JADWAL PELAKSANAAN PEKERJAAN (KURVA S)

Pelaksanaan Pekerjaan: Pembangunan Rumah Khusus Mahasiswa Terpadu di Kawasan RAB. 2020
 Perencana: BMT PENERJAWAH PERENCANA PEKERJAAN KAWASAN RAB-2020 (P) PERENCANA (M) YDP USAHA PERDANA
 Perencana: CV. YDP USAHA PERDANA
 Tahun: 2020

5/1/2022
 13:25:22



Ditandatangani
 PPK
 SATEK PEMBINA PERBUJARAN
 PROVINSI SULAWESI

18

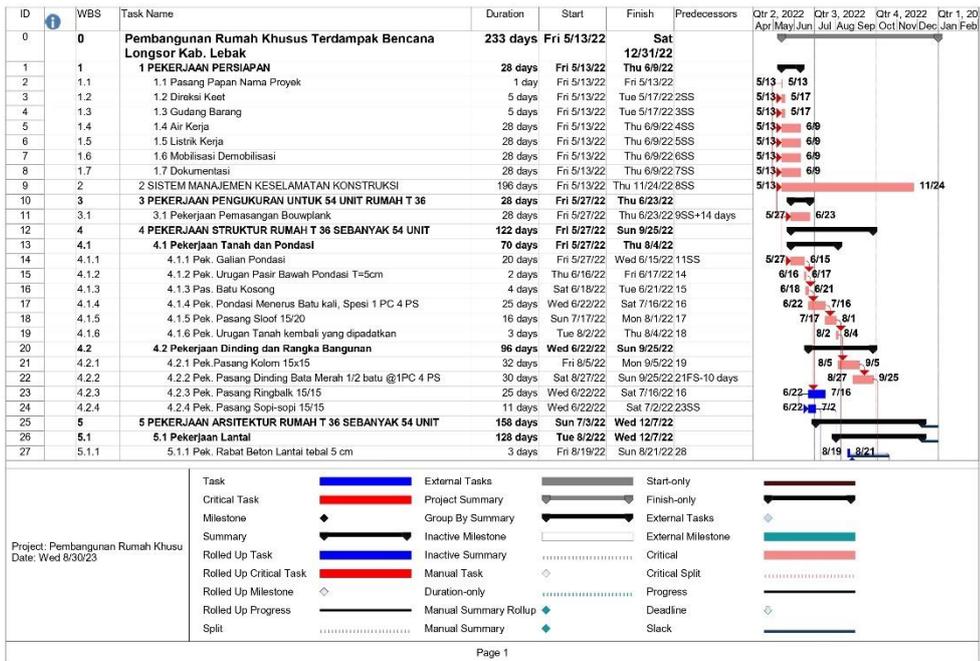
Ditandatangani
 KONTROLUR
 PT. ALICITA MANDIRI

Muhammad Fikri, ST
 Supervisor Engineer

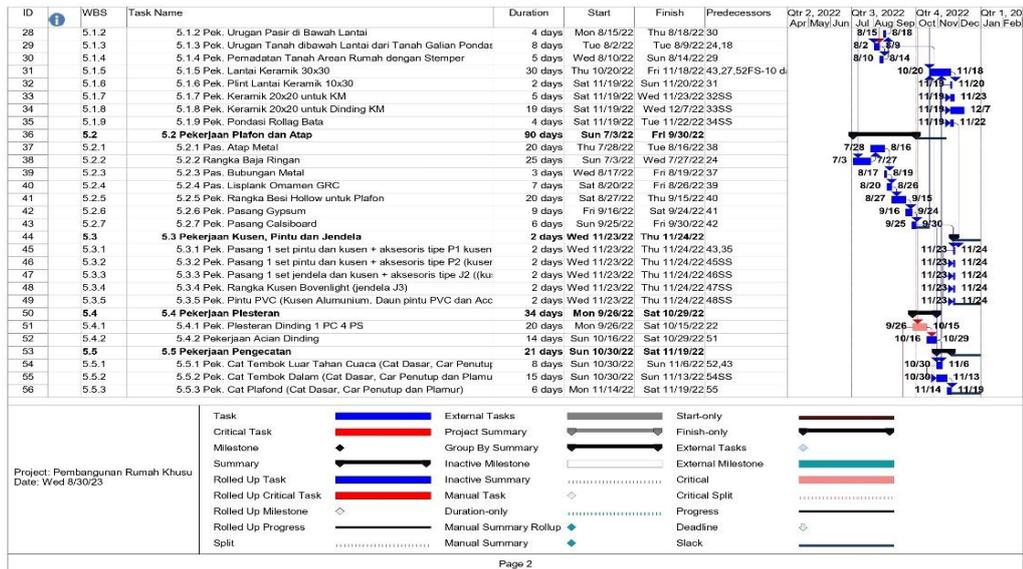
Ditandatangani
 KONTROLUR PELAKSANA
 CV YDP USAHA PERDANA

Tiya Hidayat
 Pelaksana Teknis

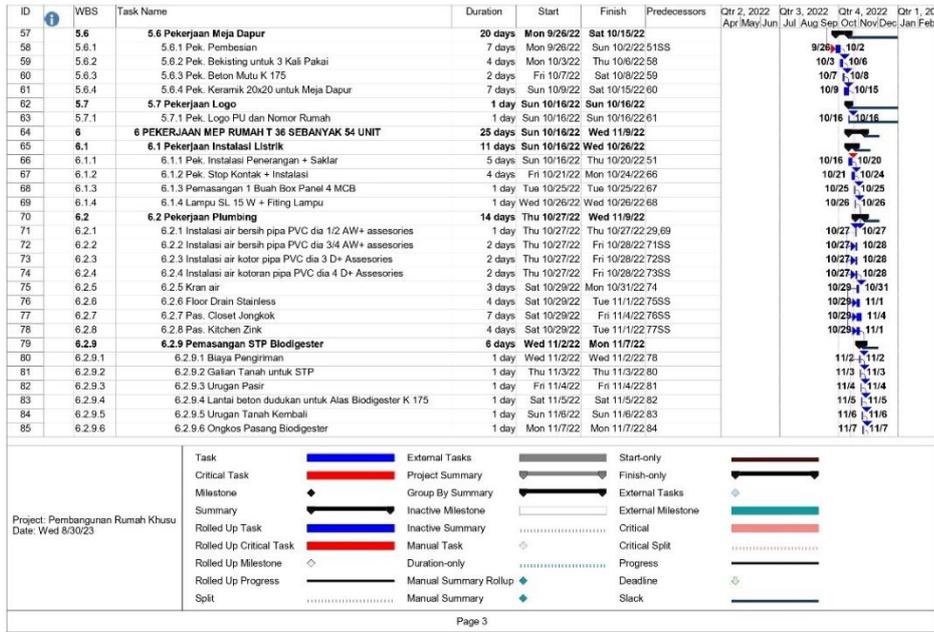
Gambar L1: Kurva S



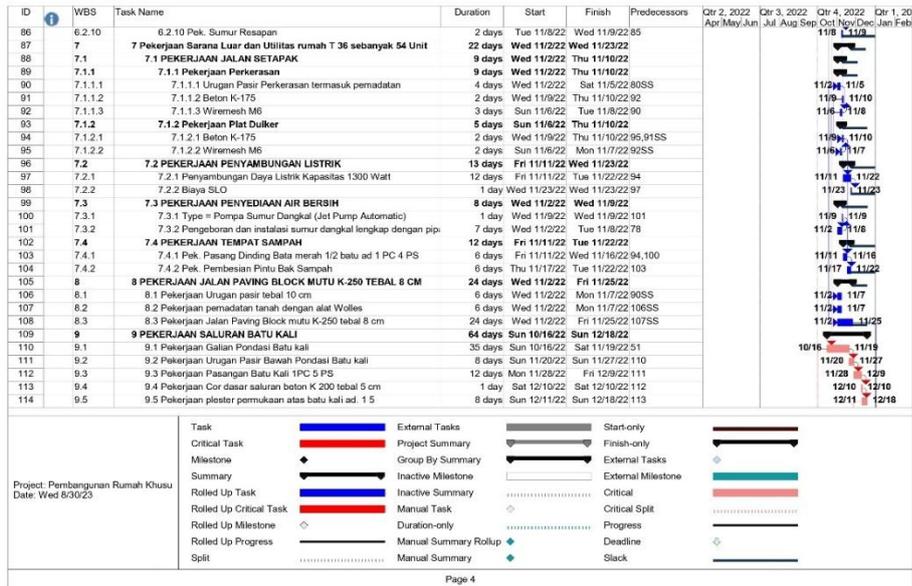
Gambar L2: Uraian Pekerjaan Pada Microsoft Project 2019



Gambar L2: Uraian Pekerjaan Pada Microsoft Project 2019 (Lanjutan)



Gambar L2: Uraian Pekerjaan Pada Microsoft Project 2019 (Lanjutan)



Gambar L2: Uraian Pekerjaan Pada Microsoft Project 2019 (Lanjutan)

ID	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Qtr 2, 2022 Apr/May/June	Qtr 3, 2022 July/Aug/Sept	Qtr 4, 2022 Oct/Nov/Dec	Qtr 1, 2023 Jan/Feb
115	9.6	9.6 Pekerjaan plester acian permukaan atas batu kali	8 days	Sun 12/11/22	Sun 12/18/22 114SS,108FF					
116	10	10 PEKERJAAN TURAP BATU KALI	64 days	Sun 10/16/22	Sun 12/18/22					
117	10.1	10.1 Pekerjaan Galian Pondasi Batu kali	20 days	Sun 10/16/22	Fri 11/4/22 110SS					
118	10.2	10.2 Pekerjaan Urugan Pasir Bawah Pondasi Batu kali	3 days	Sat 11/5/22	Mon 11/7/22 117					
119	10.3	10.3 Pekerjaan Pasangan Batu Kali 1PC 5 PS	25 days	Tue 11/8/22	Fri 12/2/22 118					
120	10.4	10.4 Pekerjaan Pipa Suling-Suling	4 days	Thu 12/15/22	Sun 12/18/22 119,115FF					
121	11	11 PEKERJAAN PLAT DEUKER	13 days	Mon 12/19/22	Sat 12/31/22					
122	11.1	11.1 Pekerjaan Plaat Deuker diatas saluran melintang jalan tebal 15 cr	8 days	Sat 12/24/22	Sat 12/31/22 123					
123	11.2	11.2 Pekerjaan bekisting plat lantai 3 x pakai	5 days	Mon 12/19/22	Fri 12/23/22 124SS					
124	11.3	11.3 Besi beton Wiremesh	3 days	Mon 12/19/22	Wed 12/21/22 120					
125	12	12 PEKERJAAN BAK KONTROL 60 x 60 CM TINGGI 85 CM+ TUTUP	5 days	Sun 10/16/22	Thu 10/20/22					
126	12.1	12.1 Pekerjaan Galian Bak Kontrol	1 day	Sun 10/16/22	Sun 10/16/22 117SS					
127	12.2	12.2 Memasang 1 Buah Bak Kontrol Pasangan Batu Bata/Batako (60	4 days	Mon 10/17/22	Thu 10/20/22 126					
128	13	13 PEKERJAAN SUMUR RESAPAN + TUTUP	62 days	Fri 10/21/22	Wed 12/21/22					
129	13.1	13.1 Pekerjaan Galian Sumur Resapan	2 days	Fri 10/21/22	Sat 10/22/22 127					
130	13.2	13.2 Buis Beton 80 x 100	3 days	Sun 10/23/22	Tue 10/25/22 129					
131	13.3	13.3 Lapisan Ijuk 20 cm	4 days	Wed 10/26/22	Sat 10/29/22 130					
132	13.4	13.4 Lapisan Gravel 30 cm	1 day	Sun 10/30/22	Sun 10/30/22 131					
133	13.5	13.5 Lapisan Batu Pecah 30 cm	1 day	Mon 10/31/22	Mon 10/31/22 132					
134	13.6	13.6 Tutup Beton K 200-bekisting+besi M6	8 days	Wed 12/14/22	Wed 12/21/22 133,124FF					

Project: Pembangunan Rumah Khusus Date: Wed 8/30/23	Task		External Tasks		Start-only	
	Critical Task		Project Summary		Finish-only	
	Milestone		Group By Summary		External Tasks	
	Summary		Inactive Milestone		External Milestone	
	Rolled Up Task		Inactive Summary		Critical	
	Rolled Up Critical Task		Manual Task		Critical Split	
	Rolled Up Milestone		Duration-only		Progress	
	Rolled Up Progress		Manual Summary Rollup		Deadline	
	Split		Manual Summary		Slack	

Page 5

Gambar L2: Uraian Pekerjaan Pada Microsoft Project 2019 (Lanjutan)

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis

NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
1	PEKERJAAN PERSIAPAN						
2	Pasang Papan Nama Proyek	5/13/2022	5/13/2022	5/13/2022	5/13/2022	0 days	Ya
3	Direksi Keet	5/13/2022	5/17/2022	5/13/2022	5/17/2022	0 days	Ya
4	Gudang Barang	5/13/2022	5/17/2022	5/13/2022	5/17/2022	0 days	Ya
5	Air Kerja	5/13/2022	6/9/2022	5/13/2022	6/9/2022	0 days	Ya
6	Listrik Kerja	5/13/2022	6/9/2022	5/13/2022	6/9/2022	0 days	Ya
7	Mobilisasi Demobilisasi	5/13/2022	6/9/2022	5/13/2022	6/9/2022	0 days	Ya
8	Dokumentasi	5/13/2022	6/9/2022	5/13/2022	6/9/2022	0 days	Ya
9	SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI	5/13/2022	11/24/2022	5/13/2022	11/24/2022	0 days	Ya
10	PEKERJAAN PENGUKURAN UNTUK 54 UNIT RUMAH T 36						
11	Pekerjaan Pemasangan Bouwplank	5/27/2022	6/23/2022	5/27/2022	6/23/2022	0 days	Ya
12	PEKERJAAN STRUKTUR RUMAH T 36 SEBANYAK 54 UNIT						
13	Pekerjaan Tanah dan Pondasi						
14	Pek. Galian Pondasi	5/27/2022	6/15/2022	5/27/2022	6/15/2022	0 days	Ya
15	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi T=5cm	6/16/2022	6/17/2022	6/16/2022	6/17/2022	0 days	Ya
16	Pas. Batu Kosong	6/18/2022	6/21/2022	6/18/2022	6/21/2022	0 days	Ya
17	Pek. Pondasi Menerus Batu kali, Spesi 1 PC 4 PS	6/22/2022	7/16/2022	6/22/2022	7/16/2022	0 days	Ya

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis *Lanjutan*

NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
18	Pek. Pasang Sloof 15/20	7/17/2022	8/1/2022	7/17/2022	8/1/2022	0 days	Ya
19	Pek. Urugan Tanah kembali yang dipadatkan	8/2/2022	8/4/2022	8/2/2022	8/4/2022	0 days	Ya
20	Pekerjaan Dinding dan Rangka Bangunan						
21	Pek.Pasang Kolom 15x15	8/5/2022	9/5/2022	8/5/2022	9/5/2022	0 days	Ya
22	Pek. Pasang Dinding Bata Merah 1/2 batu @1PC 4 PS	8/27/2022	9/25/2022	8/27/2022	9/25/2022	0 days	Ya
23	Pek. Pasang Ringbalk 15/15	6/22/2022	7/16/2022	8/4/2022	8/28/2022	43 days	Tidak
24	Pek. Pasang Sopi-sopi 15/15	6/22/2022	7/2/2022	8/4/2022	8/14/2022	43 days	Tidak
25	PEKERJAAN ARSITEKTUR RUMAH T 36 SEBANYAK 54 UNIT						
26	Pekerjaan Lantai						
27	Pek. Rabat Beton Lantai tebal 5 cm	8/19/2022	8/21/2022	11/10/2022	11/12/2022	83 days	Tidak
28	Pek. Urugan Pasir di Bawah Lantai	8/15/2022	8/18/2022	11/6/2022	11/9/2022	83 days	Tidak
29	Pek. Urugan Tanah dibawah Lantai dari Tanah Galian Pondasi	8/2/2022	8/9/2022	10/24/2022	10/31/2022	83 days	Tidak
30	Pek. Pemadatan Tanah Arean Rumah dengan Stemper	8/10/2022	8/14/2022	11/1/2022	11/5/2022	83 days	Tidak
31	Pek. Lantai Keramik 30x30	10/20/2022	11/18/2022	11/13/2022	12/12/2022	24 days	Tidak
32	Pek. Plint Lantai Keramik 10x30	11/19/2022	11/20/2022	12/13/2022	12/14/2022	24 days	Tidak
33	Pek. Keramik 20x20 untuk KM	11/19/2022	11/23/2022	12/13/2022	12/17/2022	24 days	Tidak

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis *Lanjutan*

NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
34	Pek. Keramik 20x20 untuk Dinding KM	11/19/2022	12/7/2022	12/13/2022	12/31/2022	24 days	Tidak
35	Pek. Pondasi Rollag Bata	11/19/2022	11/22/2022	12/26/2022	12/29/2022	37 days	Tidak
36	Pekerjaan Plafon dan Atap						
37	Pas. Atap Metal	7/28/2022	8/16/2022	9/9/2022	9/28/2022	43 days	Tidak
38	Rangka Baja Ringan	7/3/2022	7/27/2022	8/15/2022	9/8/2022	43 days	Tidak
39	Pas. Bubungan Metal	8/17/2022	8/19/2022	9/29/2022	10/1/2022	43 days	Tidak
40	Pas. Lisplank Omamen GRC	8/20/2022	8/26/2022	10/2/2022	10/8/2022	43 days	Tidak
41	Pek. Rangka Besi Hollow untuk Plafon	8/27/2022	9/15/2022	10/9/2022	10/28/2022	43 days	Tidak
42	Pek. Pasang Gypsum	9/16/2022	9/24/2022	10/29/2022	11/6/2022	43 days	Tidak
43	Pek. Pasang Calsiboard	9/25/2022	9/30/2022	11/7/2022	11/12/2022	43 days	Tidak
44	Pekerjaan Kusen, Pintu dan Jendela						
45	Pek. Pasang 1 set pintu dan kusen + aksesoris tipe P1 kusen aluminium dan daun pintu honeycomb engineering Door/Setara (Incl. accessories)	11/23/2022	11/24/2022	12/30/2022	12/31/2022	37 days	Tidak
46	Pek. Pasang 1 set pintu dan kusen + aksesoris tipe P2 (kusen aluminium dan daun pintu honeycomb engineering Door/Setara (Incl. accessories))	11/23/2022	11/24/2022	12/30/2022	12/31/2022	37 days	Tidak
47	Pek. Pasang 1 set jendela dan kusen + aksesoris tipe J2 ((kusen dan daun jendela aluminium (Incl. accessories))	11/23/2022	11/24/2022	12/30/2022	12/31/2022	37 days	Tidak

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis *Lanjutan*

NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
48	Pek. Rangka Kusen Bovenlight (jendela J3)	11/23/2022	11/24/2022	12/30/2022	12/31/2022	37 days	Tidak
49	Pek. Pintu PVC (Kusen Alumunium, Daun pintu PVC dan Acecoris)	11/23/2022	11/24/2022	12/30/2022	12/31/2022	37 days	Tidak
50	Pekerjaan Plesteran						
51	Pek. Plesteran Dinding 1 PC 4 PS	9/26/2022	10/15/2022	9/26/2022	10/15/2022	0 days	Ya
52	Pekerjaan Acian Dinding	10/16/2022	10/29/2022	11/9/2022	11/22/2022	24 days	Tidak
53	Pekerjaan Pengecatan						
54	Pek. Cat Tembok Luar Tahan Cuaca (Cat Dasar, Car Penutup dan Plamur)	10/30/2022	11/6/2022	12/11/2022	12/18/2022	42 days	Tidak
55	Pek. Cat Tembok Dalam (Cat Dasar, Car Penutup dan Plamur)	10/30/2022	11/13/2022	12/11/2022	12/25/2022	42 days	Tidak
56	Pek. Cat Plafond (Cat Dasar, Car Penutup dan Plamur)	11/14/2022	11/19/2022	12/26/2022	12/31/2022	42 days	Tidak
57	Pekerjaan Meja Dapur						
58	Pek. Pembesian	9/26/2022	10/2/2022	12/11/2022	12/17/2022	76 days	Tidak
59	Pek. Bekisting untuk 3 Kali Pakai	10/3/2022	10/6/2022	12/18/2022	12/21/2022	76 days	Tidak
60	Pek. Beton Mutu K 175	10/7/2022	10/8/2022	12/22/2022	12/23/2022	76 days	Tidak
61	Pek. Keramik 20x20 untuk Meja Dapur	10/9/2022	10/15/2022	12/24/2022	12/30/2022	76 days	Tidak
62	Pekerjaan Logo						
63	Pek. Logo PU dan Nomor Rumah	10/16/2022	10/16/2022	12/31/2022	12/31/2022	76 days	Tidak

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis *Lanjutan*

NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
64	PEKERJAAN MEP RUMAH T 36 SEBANYAK 54 UNIT						
65	Pekerjaan Instalasi Listrik						
66	Pek. Instalasi Penerangan + Saklar	10/16/2022	10/20/2022	11/8/2022	11/12/2022	23 days	Tidak
67	Pek. Stop Kontak + Instalasi	10/21/2022	10/24/2022	11/13/2022	11/16/2022	23 days	Tidak
68	Pemasangan 1 Buah Box Panel 4 MCB	10/25/2022	10/25/2022	11/17/2022	11/17/2022	23 days	Tidak
69	Lampu SL 15 W + Fiting Lampu	10/26/2022	10/26/2022	11/18/2022	11/18/2022	23 days	Tidak
70	Pekerjaan Plumbing						
71	Instalasi air bersih pipa PVC dia 1/2 AW+ assesories	10/27/2022	10/27/2022	11/19/2022	11/19/2022	23 days	Tidak
72	Instalasi air bersih pipa PVC dia 3/4 AW+ assesories	10/27/2022	10/28/2022	11/19/2022	11/20/2022	23 days	Tidak
73	Instalasi air kotor pipa PVC dia 3 D+ Assesories	10/27/2022	10/28/2022	11/19/2022	11/20/2022	23 days	Tidak
74	Instalasi air kotoran pipa PVC dia 4 D+ Assesories	10/27/2022	10/28/2022	11/19/2022	11/20/2022	23 days	Tidak
75	Kran air	10/29/2022	10/31/2022	11/21/2022	11/23/2022	23 days	Tidak
76	Floor Drain Stainless	10/29/2022	11/1/2022	11/21/2022	11/24/2022	23 days	Tidak
77	Pas. Closet Jongkok	10/29/2022	11/4/2022	11/21/2022	11/27/2022	23 days	Tidak
78	Pas. Kitchen Zink	10/29/2022	11/1/2022	11/21/2022	11/24/2022	23 days	Tidak
79	Pemasangan STP Biodigester						
80	Biaya Pengiriman	11/2/2022	11/2/2022	11/25/2022	11/25/2022	23 days	Tidak

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis *Lanjutan*

NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
81	Galian Tanah untuk STP	11/3/2022	11/3/2022	12/25/2022	12/25/2022	52 days	Tidak
82	Urugan Pasir	11/4/2022	11/4/2022	12/26/2022	12/26/2022	52 days	Tidak
83	Lantai beton dudukan untuk Alas Biodigester K 175	11/5/2022	11/5/2022	12/27/2022	12/27/2022	52 days	Tidak
84	Urugan Tanah Kembali	11/6/2022	11/6/2022	12/28/2022	12/28/2022	52 days	Tidak
85	Ongkos Pasang Biodigester	11/7/2022	11/7/2022	12/29/2022	12/29/2022	52 days	Tidak
86	Pek. Sumur Resapan	11/8/2022	11/9/2022	12/30/2022	12/31/2022	52 days	Tidak
87	Pekerjaan Sarana Luar dan Utilitas rumah T 36 sebanyak 54 Unit						
88	PEKERJAAN JALAN SETAPAK						
89	Pekerjaan Perkerasan						
90	Urugan Pasir Perkerasan termasuk pemadatan	11/2/2022	11/5/2022	11/25/2022	11/28/2022	23 days	Tidak
91	Beton K-175	11/9/2022	11/10/2022	12/17/2022	12/18/2022	38 days	Tidak
92	Wiremesh M6	11/6/2022	11/8/2022	12/14/2022	12/16/2022	38 days	Tidak
93	Pekerjaan Plat Duiker						
94	Beton K-175	11/9/2022	11/10/2022	12/17/2022	12/18/2022	38 days	Tidak
95	Wiremesh M6	11/6/2022	11/7/2022	12/15/2022	12/16/2022	39 days	Tidak
96	PEKERJAAN PENYAMBUNGAN LISTRIK						
97	Penyambungan Daya Listrik Kapasitas 1300 Watt	11/11/2022	11/22/2022	12/19/2022	12/30/2022	38 days	Tidak
98	Biaya SLO	11/23/2022	11/23/2022	12/31/2022	12/31/2022	38 days	Tidak

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis *Lanjutan*

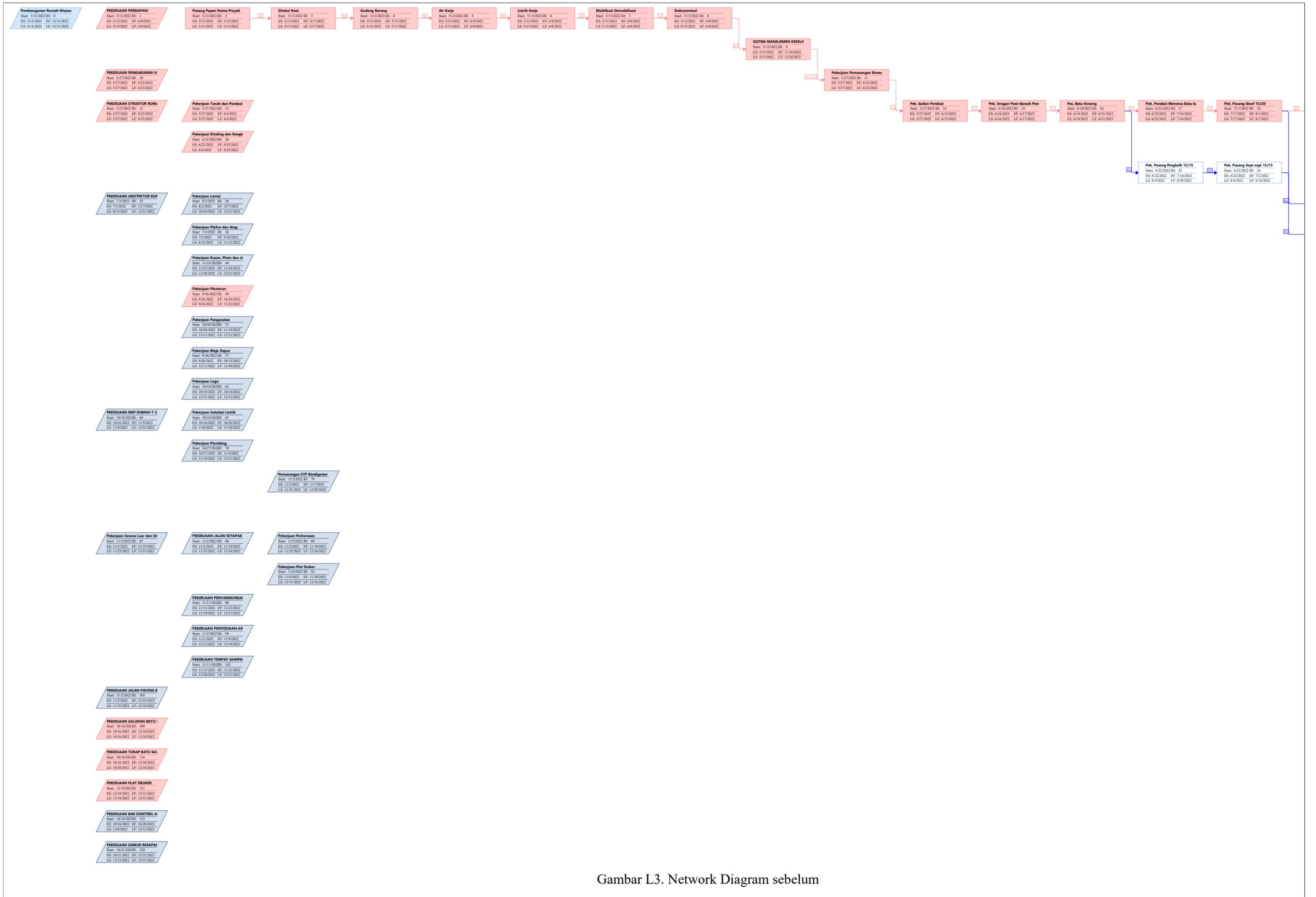
NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
99	PEKERJAAN PENYEDIAAN AIR BERSIH						
100	Type = Pompa Sumur Dangkal (Jet Pump Automatic)	11/9/2022	11/9/2022	12/19/2022	12/19/2022	40 days	Tidak
101	Pengeboran dan instalasi sumur dangkal lengkap dengan pipa PVC	11/2/2022	11/8/2022	12/12/2022	12/18/2022	40 days	Tidak
102	PEKERJAAN TEMPAT SAMPAH						
103	Pek. Pasang Dinding Bata merah 1/2 batu ad 1 PC 4 PS	11/11/2022	11/16/2022	12/20/2022	12/25/2022	39 days	Tidak
104	Pek. Pembesian Pintu Bak Sampah	11/17/2022	11/22/2022	12/26/2022	12/31/2022	39 days	Tidak
105	PEKERJAAN JALAN PAVING BLOCK MUTU K-250 TEBAL 8 CM						
106	Pekerjaan Urugan pasir tebal 10 cm	11/2/2022	11/7/2022	11/25/2022	11/30/2022	23 days	Tidak
107	Pekerjaan pemadatan tanah dengan alat Wolles	11/2/2022	11/7/2022	11/25/2022	11/30/2022	23 days	Tidak
108	Pekerjaan Jalan Paving Block mutu K-250 tebal 8 cm	11/2/2022	11/25/2022	11/25/2022	12/18/2022	23 days	Tidak
109	PEKERJAAN SALURAN BATU KALI						
110	Pekerjaan Galian Pondasi Batu kali	10/16/2022	11/19/2022	10/16/2022	11/19/2022	0 days	Ya
111	Pekerjaan Urugan Pasir Bawah Pondasi Batu kali	11/20/2022	11/27/2022	11/20/2022	11/27/2022	0 days	Ya
112	Pekerjaan Pasangan Batu Kali 1PC 5 PS	11/28/2022	12/9/2022	11/28/2022	12/9/2022	0 days	Ya
113	Pekerjaan Cor dasar saluran beton K 200 tebal 5 cm	12/10/2022	12/10/2022	12/10/2022	12/10/2022	0 days	Ya

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis *Lanjutan*

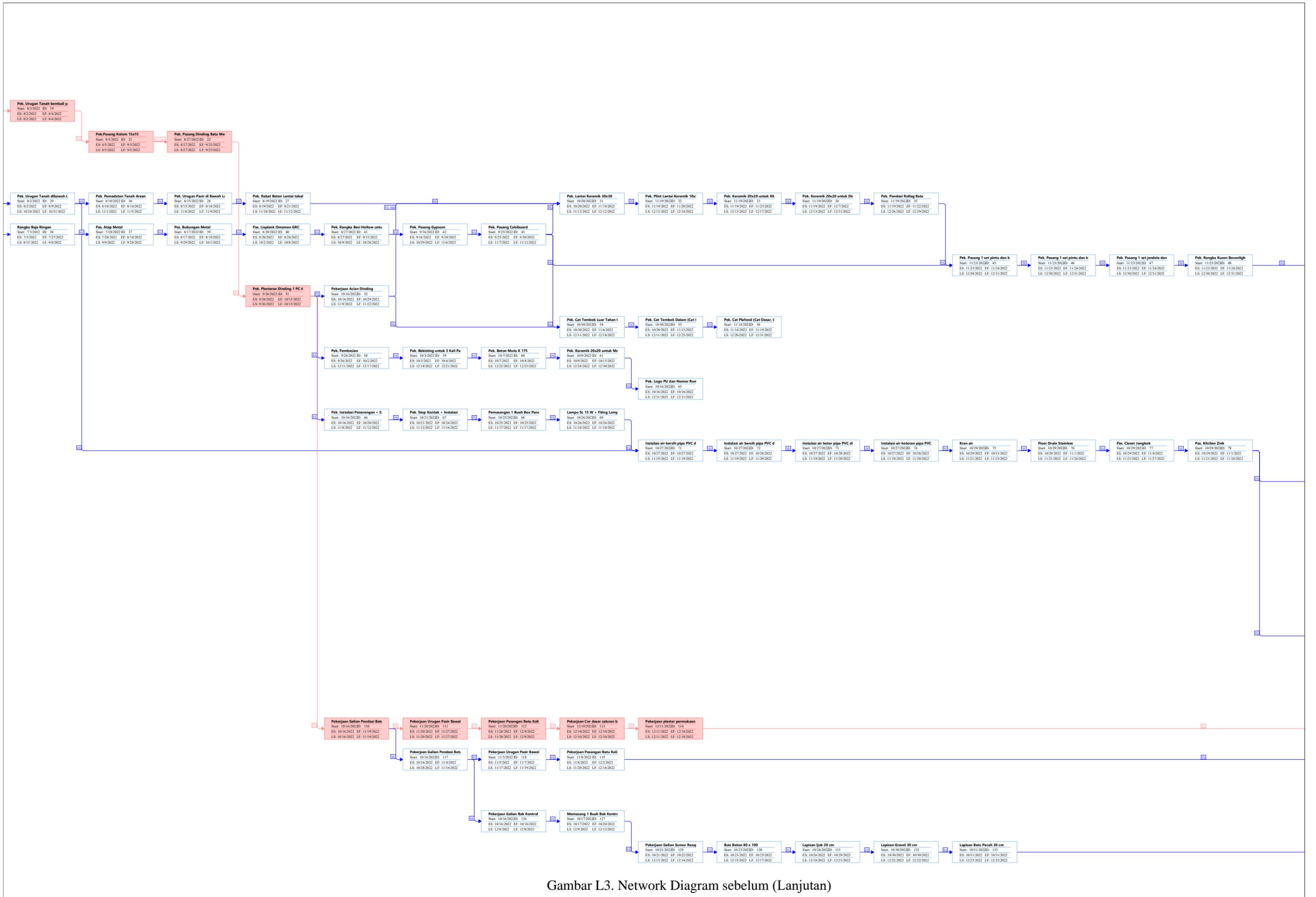
NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
114	Pekerjaan plester permukaan atas batu kali ad. 1 5	12/11/2022	12/18/2022	12/11/2022	12/18/2022	0 days	Ya
115	Pekerjaan plester acian permukaan atas batu kali	12/11/2022	12/18/2022	12/11/2022	12/18/2022	0 days	Ya
116	PEKERJAAN TURAP BATU KALI						
117	Pekerjaan Galian Pondasi Batu kali	10/16/2022	11/4/2022	10/28/2022	11/16/2022	12 days	Tidak
118	Pekerjaan Urugan Pasir Bawah Pondasi Batu kali	11/5/2022	11/7/2022	11/17/2022	11/19/2022	12 days	Tidak
119	Pekerjaan Pasangan Batu Kali 1PC 5 PS	11/8/2022	12/2/2022	11/20/2022	12/14/2022	12 days	Tidak
120	Pekerjaan Pipa Suling-Suling	12/15/2022	12/18/2022	12/15/2022	12/18/2022	0 days	Ya
121	PEKERJAAN PLAT DEUKER						
122	Pekerjaan Plaat Deuker diatas saluran melintang jalan tebal 15 cm K 250	12/24/2022	12/31/2022	12/24/2022	12/31/2022	0 days	Ya
123	Pekerjaan bekisting plat lantai 3 x pakai	12/19/2022	12/23/2022	12/19/2022	12/23/2022	0 days	Ya
124	Besi beton Wiremesh	12/19/2022	12/21/2022	12/19/2022	12/21/2022	0 days	Ya
125	PEKERJAAN BAK KONTROL 60 x 60 CM TINGGI 65 CM+ TUTUP						
126	Pekerjaan Galian Bak Kontrol	10/16/2022	10/16/2022	12/8/2022	12/8/2022	53 days	Tidak
127	Memasang 1 Buah Bak Kontrol Pasangan Batu Bata/Batako (60 x 60) cm Tinggi 65 cm	10/17/2022	10/20/2022	12/9/2022	12/12/2022	53 days	Tidak
128	PEKERJAAN SUMUR RESAPAN + TUTUP						

Tabel L1: Perhitungan Maju, Mundur dan Lintasan Kritis *Lanjutan*

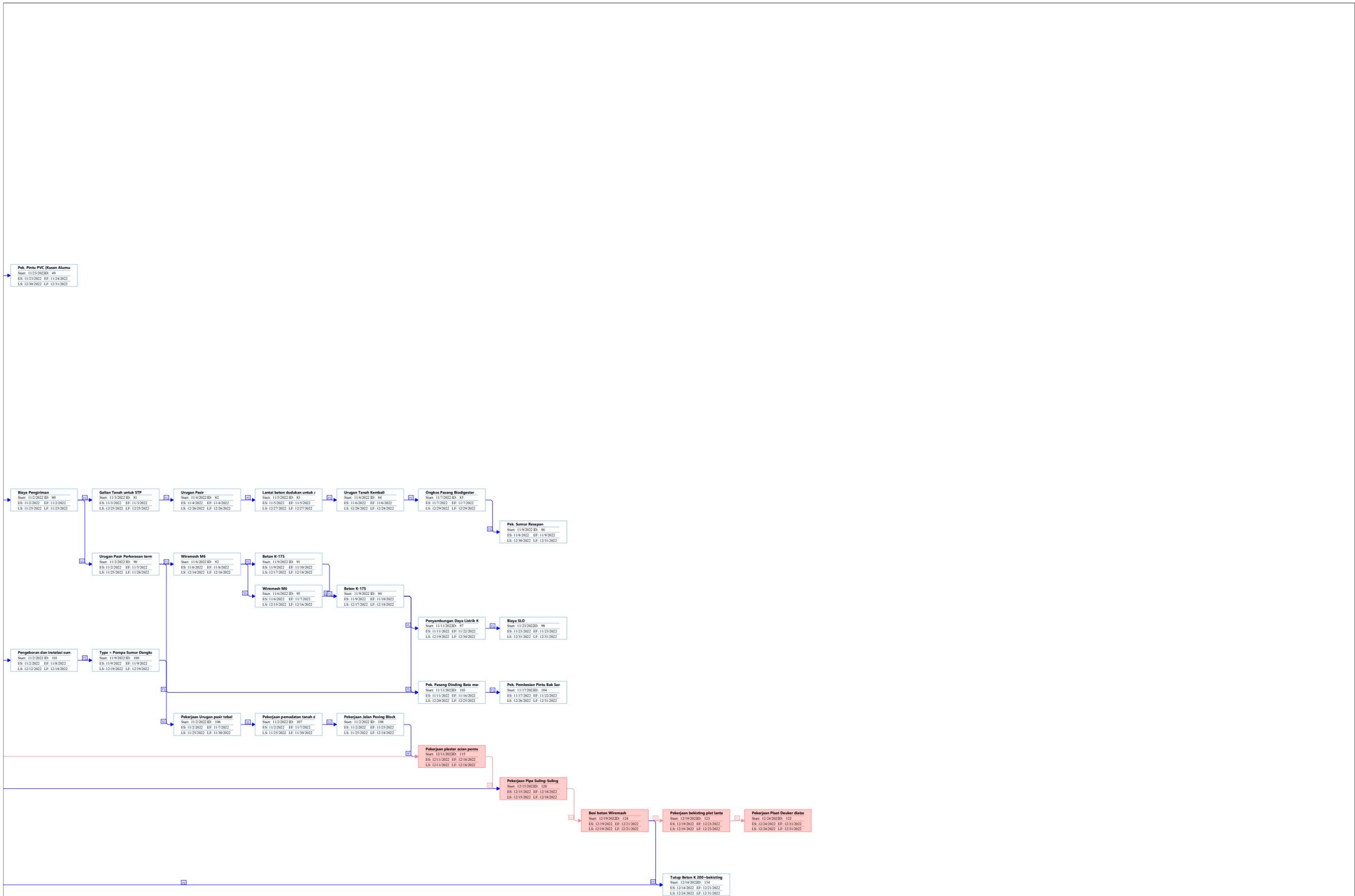
NO	URAIAN PEKERJAAN	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Jalur Kritis
129	Pekerjaan Galian Sumur Resapan	10/21/2022	10/22/2022	12/13/2022	12/14/2022	53 days	Tidak
130	Buis Beton 80 x 100	10/23/2022	10/25/2022	12/15/2022	12/17/2022	53 days	Tidak
131	Lapisan Ijuk 20 cm	10/26/2022	10/29/2022	12/18/2022	12/21/2022	53 days	Tidak
132	Lapisan Gravel 30 cm	10/30/2022	10/30/2022	12/22/2022	12/22/2022	53 days	Tidak
133	Lapisan Batu Pecah 30 cm	10/31/2022	10/31/2022	12/23/2022	12/23/2022	53 days	Tidak
134	Tutup Beton K 200+bekisting+besi M6	12/14/2022	12/21/2022	12/24/2022	12/31/2022	10 days	Tidak



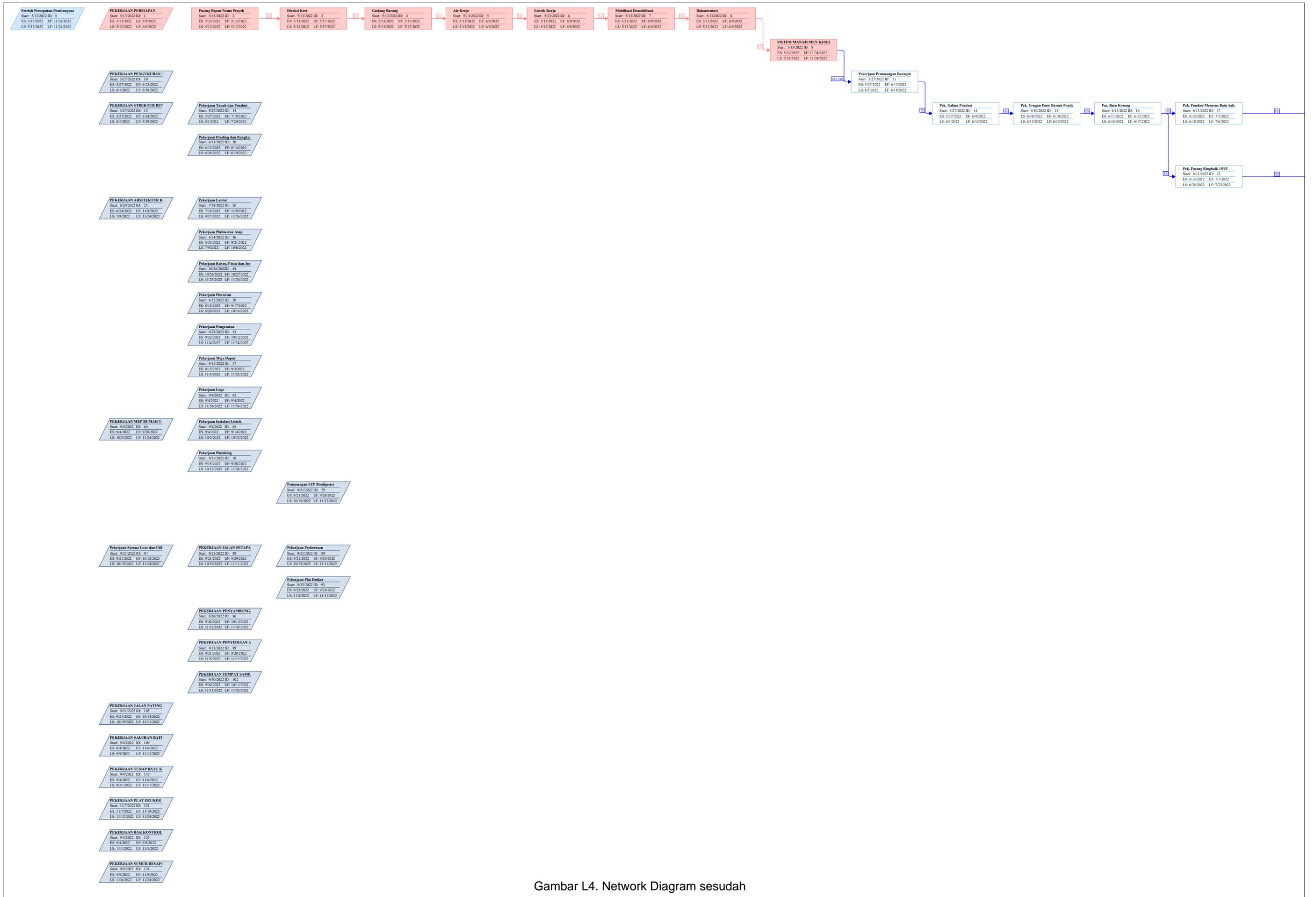
Gambar L3. Network Diagram sebelum



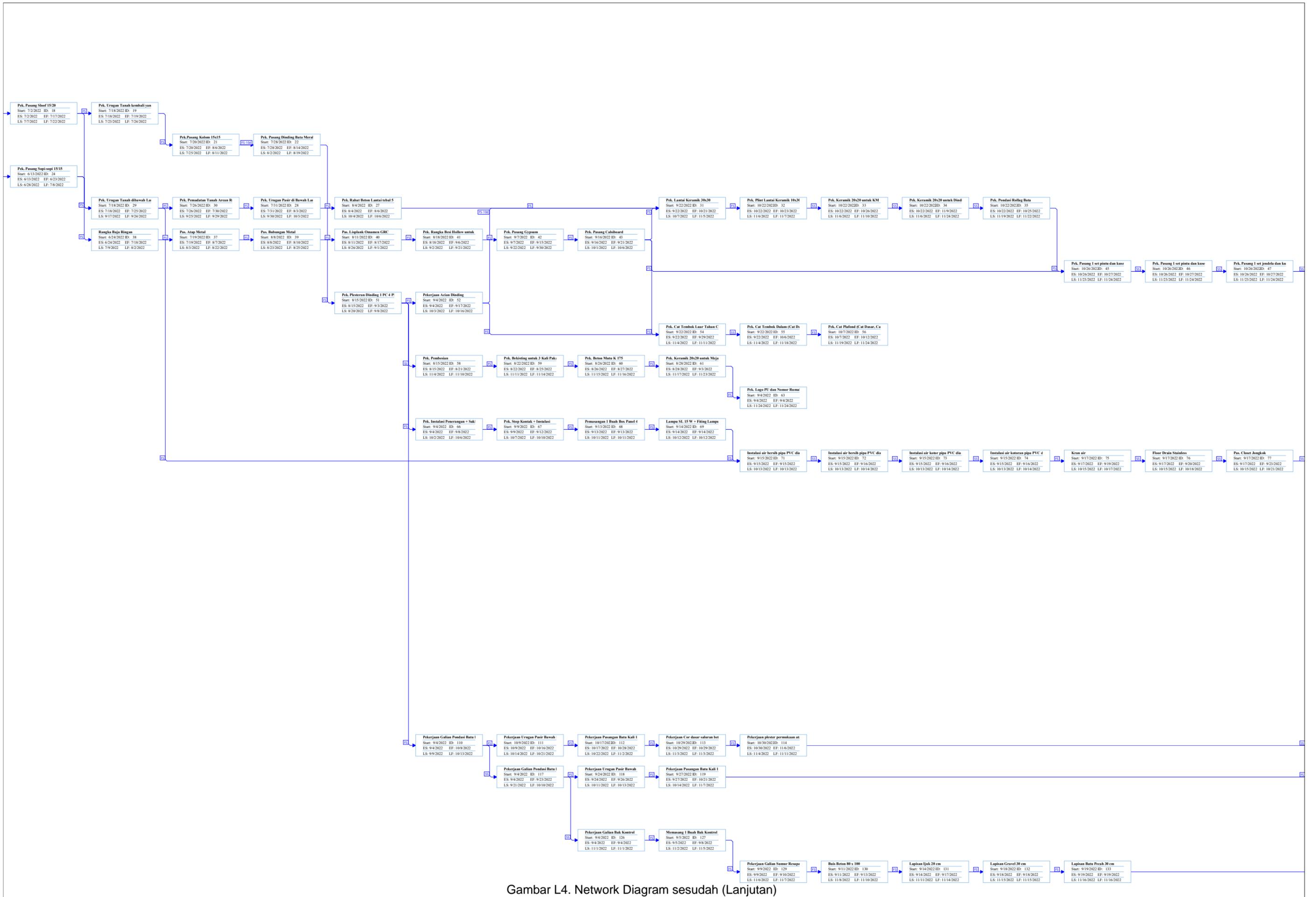
Gambar L3. Network Diagram sebelum (Lanjutan)



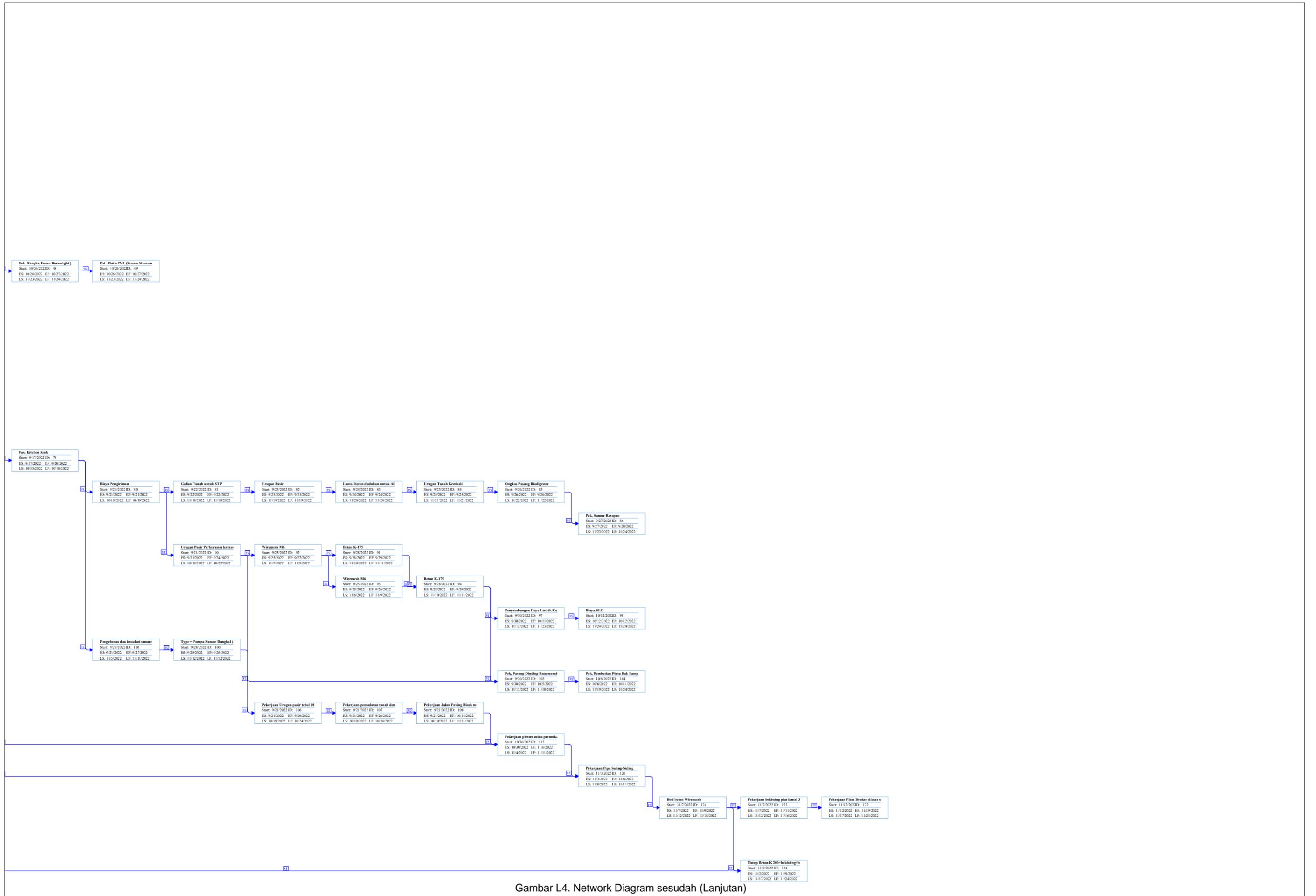
Gambar L3. Network Diagram sebelum (Lanjutan)



Gambar L4. Network Diagram sesudah



Gambar L4. Network Diagram sesudah (Lanjutan)



Gambar L4. Network Diagram sesudah (Lanjutan)



Gambar L5. Dokumentasi Lapangan



Gambar L5. Dokumentasi Lapangan (Lanjutan)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Riski Candra Ependi Marpaung
Panggilan : Candra
Agama : Islam
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 24 Juni 1999
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Karang Saring, Medan Polonia, Sumatera Utara.
No. HP : 0895605169584
Email : efendirizky27@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210008
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SDN 060882	2011
2	SMP	SMP Raksana Medan	2014
3	SMA	SMA Dharma Pancasila	2017
4	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2019 sampai selesai		