

**EVALUASI PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PROYEK
PENINGKIAN DAN RENOVASI GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI
INDUSTRI MENGGUNAKAN METODE CPM
(*CRITICAL PATH METHOD*)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S1) pada Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun Oleh:
HARIS KURNIAWAN
NIM 31602000036

**PROGAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025

FINAL PROJECT
EVALUATION OF PLANING AND SCHEDULING OF FACULTY OF
INDUSTRIAL TECHNOLOGY BUILDING ELEVATION AND
RENOVATION PROJECT USING CPM METHOD
(CRITICAL PATH METHOD)

Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Universitas Islam sultan Agung



Arranged by :

HARIS KURNIAWAN

NIM 31602000036

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul **"EVALUASI PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PROYEK PENINGGIAN DAN RENOVASI GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI MENGGUNAKAN METODE CPM (CRITICAL PATH METHOD)"** ini disusun oleh :

Nama : Haris Kurniawan

NIM : 31602000036

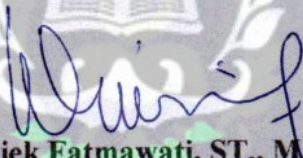
Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 28-08-2025

Pembimbing I


Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng.

NIK. 210-600-021

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri


Wiwiek Fatmawati, S.T., M.Eng.

NIK. 210-600-021

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “EVALUASI PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PROYEK PENINGGIAN DAN RENOVASI GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI MENGGUNAKAN METODE CPM (*CRITICAL PATH METHOD*)” ini telah dipertahankan di depan dosen penguji

Tugas Akhir pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 28-08-2025

TIM PENGUJI

Anggota

Ir. Eli Masjidah, MT.
NIK. 21-695-008

Ketua Penguji,

UNISSULA
جامعة سلطان أحماد الإسلامية

Nuzulia Khoirizah, ST., MT.
NIK. 210-603-029

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Haris Kurniawan

NIM : 316020000336

Judul Tugas Akhir : Evaluasi Perencanaan Dan Penjadwalan Proyek
Peninggian Dan Renovasi Gedung Fakultas
Teknologi Industri Menggunakan Metode CPM
(*Critical Path Method*)

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan pendidikan Stara Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademik. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 30 Agustus 2025

Yang menyatakan



Haris Kurniawan

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Haris Kurniawan
NIM : 316020000336
Program Studi : S1 Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul :
**“EVALUASI PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PROYEK
PENINGKIAN DAN RENOVASI GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI
INDUSTRI MENGGUNAKAN METODE CPM (CRITICAL PATH
METHOD)”**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukuman saya timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 30 Agustus 2025

Yang menyatakan



Haris Kurniawan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas seluruh rahmat, karunia dan kemudahan yang diberikannya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Sholawat serta salam selalu saya curahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu kita nantikan syafa'atnya di yaumul akhir nanti.

Tugas akhir saya yang berjudul “EVALUASI PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PROYEK PENINGKIAN DAN RENOVASI GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI MENGGUNAKAN METODE CPM (*CRITICAL PATH METHOD*)” saya persembahkan kepada kedua orang tua dan kakak tercinta, yang selalu menjadi sumber inspirasi dan kekuatan saya. Doa, cinta, dan dukungan kalian tanpa batas adalah alasan utama saya bisa sampai di titik ini..

Tak lupa terima kasih kepada dosen Teknik Industri, yang telah membimbing, memberikan ilmu, dan arahan selama perjalanan akademik saya. Tanpa bimbingan kalian, tugas akhir ini tidak akan mungkin tercapai. Teman-teman saya, yang selalu ada di setiap suka dan duka, menemani dan mendukung dalam setiap proses yang saya lalui. Terima kasih atas keceriaan dan dorongan yang tiada henti.

HALAMAN MOTTO

“kesuksesan bukanlah kunci kebahagiaan. Kebahagiaanlah kunci kesuksesan. Jika kamu mencintai apa yang kamu kerjakan, kamu akan sukses.”

_albert Schweitzer

“tidak ada usaha yang mengkhianati hasil.”

“bersyukur dalam segala keadaan adalah kunci ketenangan hati.”

“Dan Bersabarlah sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(Q,S Ar-Rum: 60)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q,S Al-Insyirah:5-6)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamiin

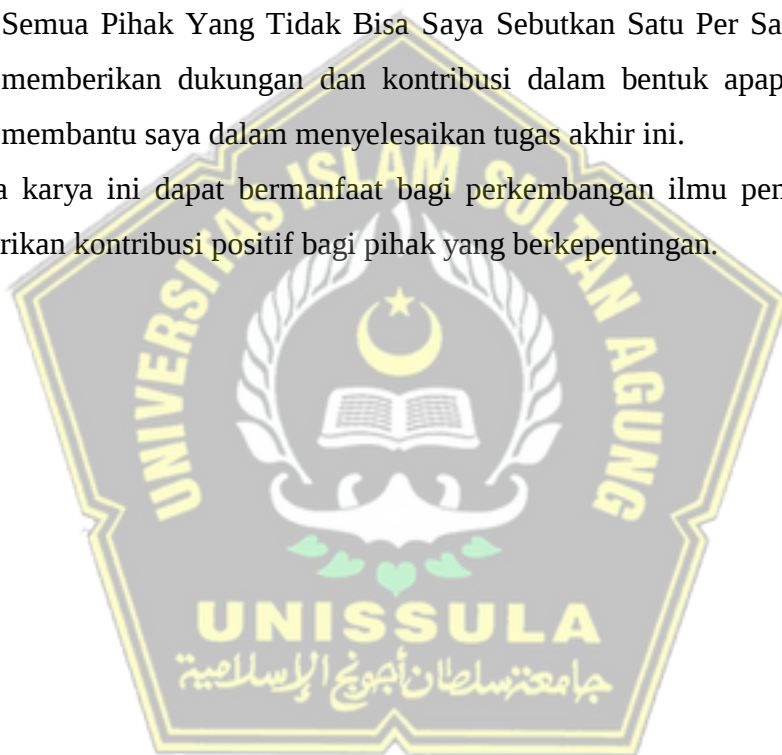
Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa Sholawat dan salam saya aturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafa'at beliau kelak diYaumul Qiyamah aamiin. Tugas Akhir ini saya persembahkan dengan sepenuh hati kepada:

1. Allah SWT atas segala karunia-nya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat saya selesaikan.
2. Orang Tua Tercinta, Ayah dan ibu, serta kakak, yang telah memberikan cinta, doa, dan dukungan tanpa henti, serta telah mengajarkan arti kesabaran dan perjuangan. Terimakasih atas segala pengorbanan dan kasih sayang yang tak terhingga.
3. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
4. Ibu Wiwiek Fatmawati, S.T., M.Eng, selaku Ketua Progam Studi Teknik Industri dan Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini. Terimakasih atas kesabaran dan pengetahuan yang telah diberikan.
5. Tim Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan penilaian serta masukan berharga terhadap tugas akhir ini. Penulis sangat menghargai setiap kritik dan saran yang diberikan, karena hal tersebut sangat membantu dalam menyempurnakan karya ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Industri, yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama masa studi.
7. Bapak Muhammad Ibnu Khaldun, S.T., M.T., selaku pelaksana proyek pembangunan Peninggian dan Renovasi Gedung Fakultas Teknologi Industri, yang telah dengan tulus membantu dan memberikan dukungan selama proses penelitian ini berlangsung. Bantuan dan informasi yang Bapak berikan sangat berarti dalam pengumpulan data serta pemahaman

yang lebih mendalam tentang pelaksanaan proyek di lapangan

8. Teman-teman Terbaik, yang selalu memberikan dukungan moral dan motivasi selama menjalani proses ini. Terima kasih atas persahabatan yang telah terjalin dan momen-momen kebersamaan yang tidak terlupakan.
9. Semua Pihak Teman-teman Terbaik, yang selalu memberikan dukungan moral dan motivasi selama menjalani proses ini. Terima kasih atas persahabatan yang telah terjalin dan momen-momen kebersamaan yang tidak terlupakan.
10. Semua Pihak Yang Tidak Bisa Saya Sebutkan Satu Per Satu, yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam bentuk apapun, yang turut membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan memberikan kontribusi positif bagi pihak yang berkepentingan.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	19
2.2.1 Pengertian Proyek	19
2.2.2 Ciri-ciri Proyek.....	19
2.2.3 Jenis-jenis Proyek.....	20
2.2.4 Tahap Siklus Proyek	21
2.2.5 Manajemen Waktu	22
2.2.6 Pengertian Manajemen Waktu	23

2.2.7 Penjadwalan dengan Kurva S.....	27
2.2.8 Pengertian CPM (Critical Path Method).....	37
2.2.9 Analisa Jaringan Kerja	37
2.2.10 Jalur Keritis	41
2.2.11 Durasi Proyek.....	43
2.2.12 Crashing Program	44
2.2.13 Microsoft Project.....	45
2.3 Hipotesis Penelitian.....	45
2.4 Kerangka Teoritis.....	47
BAB III METODE PENELITIAN.....	49
3.1 Tahap penelitian	49
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	49
3.3 Identifikasi Masalah	49
3.4 Pengumpulan Data	50
3.5 Pengolahan Data.....	50
3.6 Diagram Alir	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Pengumpulan Data	54
4.1.1 Informasi Umum.....	55
4.1.2 Daftar Pekerjaan Dan durasi	56
4.1.3 Biaya Pekerja	61
4.2 Olahan Data.....	62
4.2.1 Analisis dengan Metode <i>Critical Path Method</i>	62
4.2.2 Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan.....	63
4.2.3 Analisa Hitungan Maju (<i>Forward Pass</i>).....	70
4.2.4 Analisa Hitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>)	76
4.2.5 Total <i>Float</i> pada Setiap Pekerjaan	82
4.2.6 Pekerjaan yang Berada di Jalur Kritis.....	91
4.2.7 Analisis Kebutuhan Percepatan Proyek.....	93
4.2.8 Analisis Penambahan Tenaga Kerja	93
4.2.9 Total Perhitungan	95

4.3 Jaringan kerja (<i>Network Diagram</i>) Setelah Hubungan Ketergantungan...	97
4.4 Evaluasi Perbandingan Jadwal Rencana dan Realisasi	101
4.5 Rekomendasi Tindakan Korektif.....	102
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	104
5.1 Kesimpulan.....	104
5.2 Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN.....	103



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka	13
Tabel 2.1. Lanjutan Tinjauan Pustaka	14
Tabel 2.2. Perbedaan Manajemen Proyek Dengan Manajemen Klasik	23
Tabel 2.2. Lanjutan Perbedaan Manajemen Proyek Dengan Manajemen Klasik	24
Tabel 4.1. Jenis Pekerjaan Dan Durasi.....	56
Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan Dan Durasi.....	50
Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan Dan Durasi.....	51
Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan Dan Durasi.....	52
Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan Dan Durasi.....	53
Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan Dan Durasi.....	54
Tabel 4.2. Biaya Pekerja.....	61
Tabel 4.2. Lanjutan Biaya Pekerja	61
Tabel 4.3. Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan	64
Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan.....	64
Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan.....	64
Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan.....	64
Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan.....	64
Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan.....	64
Tabel 4.4. Hasil Analisis Hitungan Maju (<i>Forward Pass</i>) Cpm	70
Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (<i>Forward Pass</i>) Cpm.....	70
Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (<i>Forward Pass</i>) Cpm.....	70
Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (<i>Forward Pass</i>) Cpm.....	70
Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (<i>Forward Pass</i>) Cpm.....	70
Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (<i>Forward Pass</i>) Cpm.....	70
Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (<i>Forward Pass</i>) Cpm.....	70
Tabel 4.5. Hasil Analisis Hitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>) Cpm.....	76
Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>) Cpm.....	76
Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>) Cpm.....	76
Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>) Cpm.....	76

Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>) Cpm.....	80
Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>) Cpm.....	81
Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (<i>Backward Pass</i>) Cpm.....	82
Tabel 4.6. <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	82
Tabel 4.6. Lanjutan <i>Hasil Analisis Total Float</i> Cpm.....	91
Tabel 4.7. Penambahan Tenaga Kerja	94



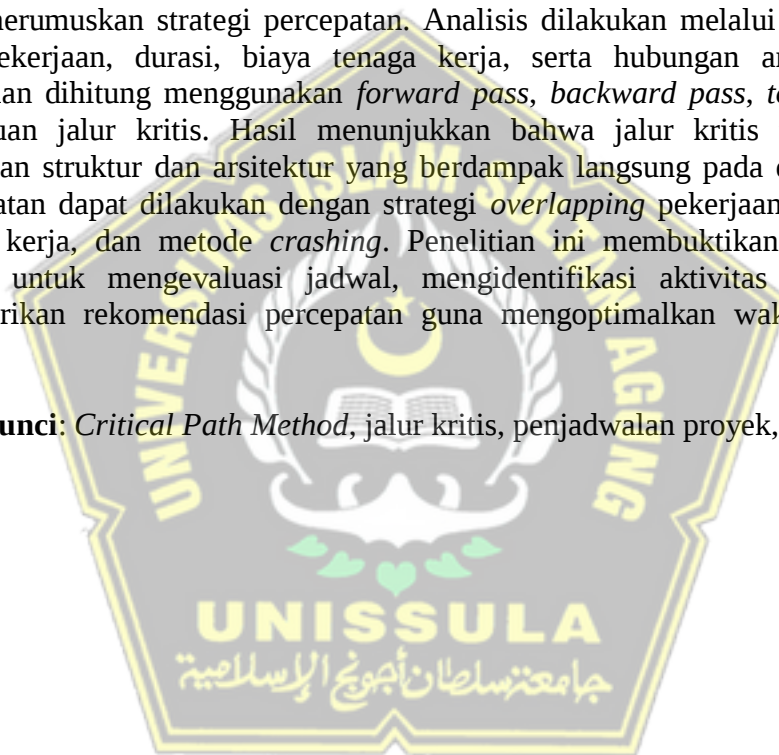
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tahapan Siklus Proyek.....	21
Gambar 2.2. Kurva S.....	36
Gambar 2.3. Hubungan antar kegiatan.....	39
Gambar 2.4. Hubungan antar kegiatan.....	39
Gambar 2.5. Hubungan antar kegiatan.....	39
Gambar 2.6. Hubungan antar kegiatan.....	40
Gambar 2.7. Hubungan antar kegiatan.....	40
Gambar 2.8. Hubungan antar kegiatan.....	40
Gambar 2.9. Hubungan antar kegiatan.....	41
Gambar 2.10. Notasi pada Kode Kegiatan.....	42
Gambar 2.11. Kerangka Teoritis.....	47
Gambar 2.12. Lanjutan.....	48
Gambar 3.1. Diagram Alir.....	53
Gambar 4.1. Gambar Lokasi Unissula.....	55
Gambar 4.2. Jaringan Kerja (<i>Network Diagram</i>) Cpm.....	92
Gambar 4.3. <i>Ms-Project</i>	97
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project.....	97
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project.....	998
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project.....	98
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project.....	99
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project.....	99
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project.....	100
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project.....	100
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project.....	101

ABSTRAK

Proyek peninggian dan renovasi Gedung Fakultas Teknologi Industri UNISSULA dilaksanakan untuk meningkatkan fasilitas, kenyamanan sivitas akademika, serta mengantisipasi risiko banjir akibat letak bangunan di area rendah. Proyek yang dijadwalkan berlangsung 24 Agustus 2024 hingga 22 Maret 2025 ini mengalami keterlambatan lima bulan karena perubahan rencana, tambahan pekerjaan, prosedur administrasi yang panjang, pengelolaan material bekas yang kurang efektif, dan cuaca yang tidak menentu. Penelitian ini menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk mengevaluasi perencanaan dan penjadwalan, mengidentifikasi jalur kritis, membandingkan jadwal rencana dengan realisasi, serta merumuskan strategi percepatan. Analisis dilakukan melalui pengumpulan data pekerjaan, durasi, biaya tenaga kerja, serta hubungan antar aktivitas, kemudian dihitung menggunakan *forward pass*, *backward pass*, *total float*, dan penentuan jalur kritis. Hasil menunjukkan bahwa jalur kritis terdapat pada pekerjaan struktur dan arsitektur yang berdampak langsung pada durasi proyek. Percepatan dapat dilakukan dengan strategi *overlapping* pekerjaan, penambahan tenaga kerja, dan metode *crashing*. Penelitian ini membuktikan bahwa CPM efektif untuk mengevaluasi jadwal, mengidentifikasi aktivitas penting, dan memberikan rekomendasi percepatan guna mengoptimalkan waktu dan biaya proyek.

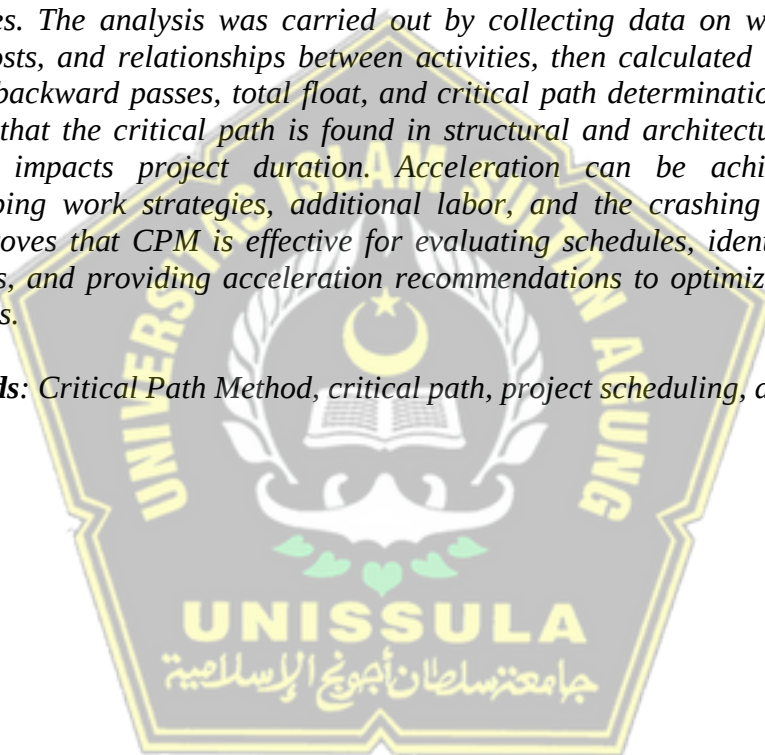
Kata kunci: *Critical Path Method*, jalur kritis, penjadwalan proyek, percepatan.



ABSTRACT

The elevation and renovation project of the Faculty of Industrial Technology Building at UNISSULA was carried out to improve facilities, improve the comfort of the academic community, and anticipate the risk of flooding due to the building's location in a low-lying area. The project, scheduled to take place from August 24, 2024, to March 22, 2025, experienced a five-month delay due to changes in plans, additional work, lengthy administrative procedures, ineffective waste material management, and unpredictable weather. This study used the Critical Path Method (CPM) to evaluate planning and scheduling, identify critical paths, compare planned schedules with actual ones, and formulate acceleration strategies. The analysis was carried out by collecting data on work, duration, labor costs, and relationships between activities, then calculated using forward passes, backward passes, total float, and critical path determination. The results showed that the critical path is found in structural and architectural work that directly impacts project duration. Acceleration can be achieved through overlapping work strategies, additional labor, and the crashing method. This study proves that CPM is effective for evaluating schedules, identifying critical activities, and providing acceleration recommendations to optimize project time and costs.

Keywords: Critical Path Method, critical path, project scheduling, acceleration.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Yayasan Badan Wakaf Sultan Agung (YBWSA) adalah yayasan yang mendirikan dan mengelola Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) di Semarang. YBWSA juga mengelola berbagai lembaga pendidikan lainnya, rumah sakit, dan berbagai kegiatan dakwah, pendidikan, sosial, kesehatan, serta usaha lainnya. YBWSA berdiri pada tahun 1950 dengan tujuan mendirikan sekolah-sekolah Islam di Semarang. YBWSA mendirikan UNISSULA pada 20 Mei 1962. Nama Sultan Agung dipilih sebagai nama universitas karena menjadi simbol semangat perjuangan membangun pendidikan dengan nilai-nilai keislaman. (*Profil YBWSA (Yayasan Badan Wakaf Sultan Agung)*, n.d.)

Saat ini, Yayasan Badan Wakaf Sultan Agung (YBWSA) sedang mengelola proyek *Peninggian dan Renovasi Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)*. Proyek ini merupakan langkah strategis dalam menjawab tantangan infrastruktur kampus yang terletak di daerah dataran rendah dekat kawasan pesisir, tepatnya di Jalan Raya Kaligawe Km. 04, Terboyo Kulon, Kecamatan Genuk, Kota Semarang. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah banjir yang kerap terjadi akibat kondisi geografis tersebut. Banjir ini tidak hanya mengganggu kelancaran kegiatan akademik, tetapi juga berpotensi merusak fasilitas kampus. Oleh karena itu, peninggian gedung menjadi solusi yang tepat untuk mengantisipasi risiko banjir sekaligus sebagai upaya meningkatkan kualitas sarana dan prasarana pendidikan di lingkungan UNISSULA. Langkah ini tidak hanya bertujuan untuk melindungi gedung dari potensi kerusakan akibat banjir, tetapi juga untuk menciptakan ruang yang lebih moderen, nyaman, dan aman bagi mahasiswa, dosen, dan seluruh civitas akademika. Dengan peninggian gedung, UNISSULA berharap dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih kondusif, serta meningkatkan kualitas pendidikan dengan fasilitas yang lebih memadai dan efisien.

Selain itu, proyek ini juga diharapkan dapat mendukung pengembangan Fakultas Teknologi Industri dengan memberikan ruang yang lebih luas untuk kegiatan akademik, laboratorium, dan ruang pertemuan yang dapat menampung lebih banyak mahasiswa. Ini menjadi bagian dari visi UNISSULA untuk terus berinovasi dan beradaptasi dengan perkembangan zaman, guna menghasilkan lulusan yang berkualitas dan siap menghadapi tantangan global.

Pembangunan peninggian gedung ini dikelola oleh Badan Wakaf Universitas Islam Sultan Agung, dengan pelaksanaan proyek yang dimulai pada tanggal 24 Agustus 2024 dan dijadwalkan selesai pada tanggal 22 Maret 2025. Proyek ini melibatkan sebanyak 38 pekerja dengan total anggaran sebesar Rp. 4.357.890.000,00 (Empat Miliar Tiga Ratus Lima Puluh Tujuh Juta Delapan Ratus Sembilan Puluh Ribu Rupiah). Pekerjaan ini mencakup empat tahap utama, yaitu:

1. Pekerjaan Persiapan lantai Satu - mencakup pembersihan area kerja, Adminitrasi, sampai pembongkaran dinding dan merapikan jaringan instalasi listrik.
2. Pekerjaan Struktur Lantai Satu – meliputi pengurugan tanah sampai pemadatan tanah hingga pembuatan kolom struktur.
3. Pekerjaan Arsitektur lantai satu – meliputi pengerjaan dinding, pekerjaan lantai sampai pekerjaan instalasi kelistrikan dan finishing
4. Pekerjaan Halaman – meliputi pengurugan serta pemasangan paving, peninggian bibir pot taman, pembuatan anak tangga dan pekerjaan dinding beton saluran air.

Permasalahan yang dihadapi dalam pelaksanaannya, proyek ini mengalami kendala yang menyebabkan keterlambatan sampai Lima Bulan. Hambatan tersebut diakibatkan oleh :

1. Perubahan pada rencana awal yang telah disepakati.
2. Penambahan item pekerjaan yang tidak sesuai dengan rencana awal.
3. Setiap perubahan harus melalui proses administrasi yang meliputi penyusunan dan persetujuan dokumen resmi, sehingga membutuhkan waktu tambahan

4. Kurangnya memenejemen fasilitas barang bekas yang masih dapat digunakan tanpa harus membeli barang baru.
5. Cuaca yang tidak menentu mengakibatkan keterbatasan dalam pekerjaan.

Meski demikian, manajemen proyek dan penjadwalan sangat diperlukan dalam proses pengorganisasian dan pengolahan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dari awal hingga selesai. Manajemen ini dapat diterapkan pada berbagai jenis proyek dan sering digunakan untuk menangani proyek-proyek besar serta kompleks. Tujuan utama manajemen proyek adalah memastikan tercapainya semua sarana akhir proyek, dengan memperhatikan berbagai keterbatasan seperti waktu, biaya, dan mutu yang telah ditentukan. (Wahyudin, 2020)

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi jadwal merupakan salah satu parameter penting yang digunakan sebagai indikator keberhasilan proyek, selain anggaran dan kualitas. Hal ini terutama berlaku untuk proyek yang melibatkan biaya besar. Penjadwalan menjadi aspek yang perlu diperhatikan dalam manajemen proyek untuk menentukan durasi dan urutan kegiatan, sehingga jadwal yang dibuat dapat bersifat logis dan realitis. Umumnya penjadwalan proyek didasarkan pada estimasi durasi yang pasti. Namun adanya berbagai faktor ketidakpastian, seperti produktivitas tenaga kerja, kondisi cuaca, dan sebagainya, menyebabkan durasi setiap aktivitas sulit dipastikan secara akurat. Perusahaan konstruksi biasanya menerapkan konsep manajemen proyek dalam setiap pelaksanaannya yang mencakup perencanaan dan penjadwalan detail mengenai aktivitas, waktu, serta biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. (Wahyudin, 2020)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengevaluasi tahap perencanaan dan penjadwalan proyek peninggian dan renovasi gedung fakultas teknologi industri menggunakan metode Critical Path Method (CPM)?

2. Kegiatan mana saja yang termasuk dalam jalur kritis dan memiliki pengaruh langsung terhadap durasi total proyek?
3. Apakah jadwal pelaksanaan actual sesuai dengan estimasi waktu berdasarkan Analisa metode CPM?
4. Bagaimana metode CPM dapat membantu mengidentifikasi peluang percepatan atau efisiensi dalam pelaksanaan Proyek?

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Pengukuran kinerja dan pengambilan data hanya berdasarkan proyek Peninggian Gedung Fakultas Teknologi Industri.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data historikal Yayasan Universitas Islam Sultan Agung Semarang Tahun 2024.
3. Pembahasan terbatas pada manajemen waktu dan biaya pada proyek Peninggian Gedung Fakultas Teknologi Industri.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka ditetapkan tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis dan menyusun perencanaan dan penjadwalan proyek peninggian dan renovasi gedung fakultas teknologi industri menggunakan metode Critical Path Method (CPM)
2. Untuk mengidentifikasi jalur kritis dan kegiatan yang menentukan durasi penyelesaian proyek.
3. Untuk membandingkan antara jadwal rencana berdasarkan metode CPM dengan realisasi pelaksanaan dilapangan.
4. Untuk mengevaluasi potensi efisiensi waktu serta memberikan rekomendasi terhadap pengolahan proyek yang lebih optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut ini merupakan beberapa manfaat dari penelitian kali ini :

1. Bagi Objek Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan gambaran pada pelaksanaan proses pembangunan proyek Peninggian Gedung Fakultas Teknologi Industri.

2. Bagi Pihak Lain

Penelitian ini dapat dijadikan panduan untuk menganalisa proses dan tindakan korektif lainnya yang dapat dijadikan masukan bagi Yayasan Universitas Islam Sultan Agung Semarang, sehingga dapat mengoptimalkan dalam pengendalian waktu dan biaya.

3. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini mampu mengaplikasikan teori-teori tentang manajemen proyek untuk menentukan waktu penyelesaian proyek yang tepat dan efisien.

1.6 Sistematika Penulisan

Supaya mendapat sistematika yang benar dan sistematis, berikut ini merupakan sistematika penulisan dalam tugas akhir sesuai dengan buku panduan :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berupa uraian yang berisikan tentang pendahuluan, tujuan tugas akhir dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada Bab ini Berisi mengenai konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam Tugas Akhir, serta untuk merumuskan hipotesis jika diperlukan, berdasarkan berbagai referensi yang menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab ini akan menjelaskan metode penelitian yang mencakup lokasi penelitian, operasional variabel, populasi dan sampel, jenis serta sumber data, teknik pengumpulan data, dan diakhiri dengan pembahasan mengenai teknik analisis data.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan menyajikan hasil penelitian beserta pembahasannya. Analisis dalam penelitian ini didasarkan pada penerapan metode CPM.

BAB V PENUTUP

Pada Bab ini berisi uraian tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian tugas akhir.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam tinjauan pustaka ini, disertakan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik untuk membantu menyelesaikan kesulitan permasalahan dalam penelitian serta membantu mengevaluasi hasil penelitian yang sejenis.

Dengan jurnal berjudul Evaluasi manajemen waktu pelaksanaan proyek menggunakan metode CPM pada pembuatan Sludge Tank CV Kreasi Mulia Sejahtera. Bayu Wahyudi (2020) menyatakan pada proses pelaksanaan suatu Proyek pembangunan sludge tank CV. Kreasi Mulia Sejahtera yang direncanakan selesai dalam 30 hari kerja, dapat dipercepat menjadi 26 hari dengan metode CPM. Pelaksanaan proyek sebenarnya memakan waktu 36 hari, tetapi metode CPM berhasil memangkas waktu pengerjaan menjadi 30 hari. Keterlambatan disebabkan oleh manajemen pekerja yang kurang optimal dan pengiriman material (besi dan baja) yang lambat. Penggunaan CPM juga mengurangi biaya, yaitu Rp 5.360.000 pada anggaran perencanaan dan Rp 7.484.000 pada anggaran realisasi.

Dengan jurnal berjudul Evaluasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM dan PERT Studi Kasus Pembangunan Gedung Otoritas Jasa Keuangan, Daffa Dhiyaa Irfaansha dan Dimas Gallang Wijisakti, (2020) Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap proyek pembangunan gedung sentraland paket pekerjaan Elektronik bagian *Fire alarm* maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pelaksanaan proyek yang optimal dapat diperoleh dengan perencanaan yang baik.
2. Pada proses mempercepat durasi proyek tidak dapat dilakukan untuk kegiatan yang tidak berada pada jalur kritis.
3. Menggunakan metode CPM jalur kritis terletak pada hotel haris dilantai 13, 14 s/d 16, 17 dan Apartement terletak pada lantai 14 s/d 16 dan 17.
4. Jika dibandingkan dengan pengendalian kurva S sebelumnya, metode CPM

lebih valid digunakan untuk mempercepat penyelesaiannya dan lebih menguntungkan dalam segi waktu proyek.

Dengan jurnal berjudul Pengendalian waktu proyek antara jadwal pelaksanaan aktual dan jadwal dengan menggunakan *Network Planning*. Muhammad (2019) menyatakan pada proses pelaksanaan suatu proyek diperlukan adanya pengawasan atau pengendalian pada suatu sektor, agar tetap sesuai dengan standar. Salah satu hal yang sangat berpengaruh pada pelaksanaan proyek adalah waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterlambatan proyek serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Serta membandingkan jadwal pelaksanaan kontraktor dengan jadwal menggunakan *Network Planning*. Hasilnya didapatkan bahwa dalam menggunakan *Network Planning* dengan metode CPM hasilnya umur proyek selama 153 hari. Hasil ini lebih cepat dari kontrak kerja (*Bar Chart*) yaitu 180 hari. Hasil ini lebih cepat dari umur proyek 27 hari.

Dengan jurnal berjudul Perencanaan waktu proyek dengan menggunakan metode CPM dan PERT Lokajaya (2019) menyatakan tujuan dari penelitiannya tersebut adalah (1) mendapatkan waktu rencana pelaksanaan proyek, (2) mendapatkan durasi optimal pelaksanaan proyek, serta (3) mendapatkan total biaya pelaksanaan proyek. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan metode CPM dan PERT didapatkan waktu penyelesaian proyek selama 252 hari. Dengan selisih 23 hari lebih cepat dari rencana sebesar 275 hari. Biaya total untuk waktu pelaksanaan 275 hari sebesar Rp 24.972.450.794,11 menjadi 252 hari sebesar Rp 24.972.998.294,11. Dikarenakan ada penambahan biaya upah percepatan serta pengurangan gaji karyawan dan upah operasional.

Dengan Jurnal berjudul Perbandingan durasi proyek dengan metode CPM dan PERT Angeline dan Ariyanti (2018) menyatakan Perencanaan dan pengendalian suatu proyek memiliki peran penting untuk kelancaran dan keberhasilan pelaksanaan proyek. Kegagalan dalam suatu proyek dapat disebabkan oleh perencanaan yang kurang matang serta pengendalian yang kurang efektif sehingga dapat menyebabkan keterlambatan. Adapun untuk pelaksanaan proyek tersebut memerlukan perencanaan proyek yang optimal dengan memanfaatkan metode CPM dan PERT. Dengan membandingkan kedua metode

tersebut, didapatkan hasil durasi penyelesaian proyek dengan metode CPM lebih cepat dibandingkan dengan metode PERT. Durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dengan metode CPM adalah 101 hari dan dengan PERT 102 hari serta dengan metode CPM dapat dilakukan percepatan waktu penyelesaian proyek 34% dari jadwal proyek eksisting.

Dengan Jurnal berjudul Optimalisasi pelaksanaan proyek dengan pengendalian waktu dan biaya proyek menggunakan metode CPM-PERT D annyanti (2010) mengatakan bahwa untuk mengurangi dampak keterlambatan proyek dan pembengkakan biaya, dapat diambil metode-metode alternatif berikut; (1) tenaga kerja / tenaga kerja tambahan, (2) kerja lembur, dan (3) subkontrak. Percepatan durasi proyek dapat dilakukan pada aktivitas yang terdapat pada jalur kritis dan total durasi pada setiap alternatif disamakan.

Dengan Jurnal berjudul Optimalisasi penjadwalan waktu proyek dengan menggunakan metode CPM/PERT dan Monte Carlo Jannah dkk. (2018) mengatakan salah satu kendala yang dialami dalam pelaksanaan proyek yaitu adanya ketidaksesuaian antara jadwal rencana dengan keadaan yang sebenarnya, sehingga terjadi keterlambatan karena waktu yang sebenarnya tidak sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang tepat untuk mengoptimalkan penjadwalan proyek. Dapat digunakan metode CPM/PERT dan simulasi Monte Carlo. Hasil dari perhitungan menggunakan metode CPM/PERT probabilitas keberhasilan pengerjaan proyek dengan waktu 169 hari adalah 99,74% sedangkan menggunakan simulasi Monte Carlo probabilitas keberhasilannya 97,5%. Meskipun angka probabilitas dengan menggunakan simulasi Monte Carlo lebih kecil, dengan menggunakan simulasi tersebut seorang kontraktor dapat melihat kemungkinan waktu yang dibutuhkan serta keberhasilan dari waktu-waktu tersebut. Optimasi penjadwalan proyek dari target 180 hari menjadi 169 hari sehingga dapat menghemat waktu 11 hari dan biaya Rp 2.581.942.

Dengan Jurnal berjudul Penjadwalan proyek dengan menggunakan metode PERT Masinambow (2019) mengatakan penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas dengan aktivitas lainnya, mengidentifikasi

hubungan yang harus didahulukan diantara aktivitas, serta menunjukkan perkiraan waktu yang realistis untuk setiap aktivitas. PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan yaitu waktu tercepat, waktu terlama, dan waktu paling mungkin. Metode ini bertujuan untuk mengurangi kegiatan penundaan. Dari perhitungan waktu kegiatan yang diharapkan (*expected time*) dengan metode PERT diperoleh durasi proyek selama 245 hari untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan dengan tingkat keberhasilan sebesar 99,9%. Penjadwalan rencana awal proyek membutuhkan durasi selama 270 hari, Oleh karena itu, perhitungan dengan metode PERT lebih cepat 25 hari daripada penjadwalan rencana proyek.

Untuk mempermudah pemahaman dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Penelitian mengenai “Penjadwalan Proyek Gedung Menggunakan Metode CPM-PERT (*Critical Path Method-Program Evaluation And Review Technique*)” perlu dilakukan peninjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya sebagai referensi. Pengendalian waktu atau penjadwalan merupakan suatu alat yang dapat digunakan dalam penyelesaian suatu proyek. Untuk proyek dalam skala kecil yang hanya terdapat beberapa kegiatan, tahapan serta waktu pelaksanaannya dapat dibayangkan, sehingga penjadwalan proyek tidak wajib dilakukan. Tetapi untuk proyek dalam skala besar, penting adanya penjadwalan atau pengendalian waktu proyek agar setiap tahapan kegiatan dapat diketahui estimasi durasinya secara lebih rinci. Sehingga dalam proyek skala besar dengan adanya pengendalian waktu proyek, pelaksanaan kegiatan proyek dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien serta dapat meminimalisir adanya keterlambatan proyek. Dalam pengendalian waktu proyek, dapat digunakan Network Planning atau jaringan kerja. Ini merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk membantu dalam pengendalian waktu proyek, karena dengan jaringan kerja dapat diketahui tahapan kegiatan yang berurutan, kegiatan yang dilakukan bersamaan atau saling berhubungan. Serta dapat diketahui juga durasi total proyek berdasarkan tahapan kegiatan yang telah ditentukan.

Dengan jurnal berjudul Analisis Percepatan waktu dan biaya pelaksanaan proyek konstruksi bangunan menggunakan metode *critical path method* (CPM) (2023) Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bentuk jaringan kerja proyek pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Kota Probolinggo, untuk mengetahui pengaruh percepatan durasi pekerjaan Pembangunan Rumah Sakit Kota Probolinggo terhadap perencanaan jaringan dan untuk mengetahui besarnya biaya yang dimulai sebelum dan sesudah percepatan. Metode yang digunakan adalah metode percepatan dengan modifikasi penjadwalan model CPM. Perencanaan metode CPM merupakan rekomendasi dalam memilih dari banyak metode yang ada, karena terdapat perhitungan waktu paling awal proyek dimulai, terakhir kali proyek dimulai serta waktu paling awal selesai dan waktu terakhir selesai sehingga dapat diketahui jeda waktu seluruh kegiatan. Data yang digunakan merupakan data primer dan sekunder yang berkaitan dengan urutan dan hubungan kegiatan, pelaksanaan rencana anggaran waktu dan biaya (RAB). Dalam tugas akhir ini, penulis mengambil data penjadwalan dari Proyek Pembangunan Rumah Sakit Kota Probolinggo yang akan digunakan sebagai dasar penulisan tugas akhir ini dalam melakukan analisa CPM dan percepatan durasi kerja dengan penambahan jam kerja lembur, jam dan menghitung total biaya percepatan untuk dijadikan bahan perbandingan dalam penulisan hasil. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Project* 2016, durasi normal pekerjaan struktur adalah 81 hari kerja dan mempunyai masa kritis 18 hari. unit sebanyak 31 item pekerjaan. Setelah dilakukan percepatan, terjadi penurunan durasi pekerjaan struktur menjadi 74 hari kerja. Selisih penurunan durasi sebesar 7 hari atau 9,45%. durasi pekerjaan struktur sebesar Rp 28.563.131.560,

Dengan jurnal yang berjudul Penggunaan Metode PERT dan CPM dalam Proyek Pembangunan Jalan Prasarana jalan merupakan salah satu infrastruktur penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi sebuah wilayah. Ketepatan pembangunan melalui investasi yang besar merupakan sebuah keharusan. Investasi jalan atau jembatan memiliki pengaruh yang luas tidak hanya bagi pengguna jalan dan jembatan, tetapi juga wilayah secara keseluruhan. Tujuan dari

penelitian ini adalah untuk Tujuan sistem ini adalah (1) untuk menentukan probabilitas tercapainya batas waktu proyek, (2) untuk menentukan jenis kegiatan dalam sebuah proyek yang masuk dalam kategori bottlenecks (menentukan waktu penyelesaian seluruh proyek), sehingga dapat diketahui jenis pekerjaan prioritas yang perlu segera diselesaikan sesuai dengan rencana, dan (3) untuk mengevaluasi dampak perubahan-perubahan program. PERT-type sistem mampu mengevaluasi dampak yang terjadi akibat penyimpangan terhadap jadwal proyek.. CPM digunakan tidak hanya untuk mengetahui durasi waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek, tetapi juga untuk mengidentifikasi jenis pekerjaan kritis dalam pelaksanaan proyek. Berdasarkan perhitungan, metode CPM memerlukan waktu selama 128 hari untuk menyelesaikan proyek pembangunan jalan. Durasi tersebut lebih cepat sebanyak dua hari dibanding dengan perencanaan sebelumnya yang memerlukan waktu selama 130 hari. Dengan menggunakan metode PERT, estimasi biaya pelaksanaan proyek yang dapat dihemat adalah 13 hari, dari yang semula 143 hari menjadi 130 hari. Dengan menggunakan metode PERT dengan jalur kritis A, D, E dan F pembangunan Jalan Tinjomoyo Sekaran dapat diselesaikan dalam waktu 129,6 hari (dibulatkan menjadi 130 hari), yaitu sebesar 99,99%. Dengan menggunakan metode CPM, waktu yang dapat dihemat selama pelaksanaan proyek adalah 15 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 22.560.000,00. Dengan menggunakan metode PERT, waktu yang dapat dihemat adalah 13 hari, dari yang semula 143 hari, menjadi 130 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 16.920.000,00.

Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka

No	Judul	Penulis	Sumber	Masalah	Metode	Hasil Penelitian
1	Evaluasi Manajemen Waktu Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode CPM pada Pembuatan Sludge Tank, CV Kreasi Mulia Sejahtera.	Bayu Wahyudi	Skripsi, Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Riau, 2020	Keterlambatan proyek perumahan karena jadwal rencana tidak sesuai realisasi	CPM	Proyek Pembangunan sludge tank CV. Kreasi Mulia Sejahtera direncanakan selesai dalam 30 hari, namun metode CPM mempercepat target menjadi 26 hari. Namun, pelaksanaan memakan waktu 36 hari akibat manajemen pekerja yang kurang optimal dan keterlambatan pengiriman material. Metode CPM berhasil menghemat biaya perencanaan Rp 5.360.000 dan realisasi Rp 7.484.000.
2	Evaluasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM dan PERT Studi Kasus Pembangunan Gedung Otoritas Jasa Keuangan	Daffa Dhiyaa Irfaansha dan Dimas Gallang Wijisakti,	(Skripsi, Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang) (2020)	Terjadinya keterlambatan pembangunan Gedung Keuangan dan kurangnya Manajemen	CPM Dan PERT	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perencanaan yang baik menghasilkan pelaksanaan proyek yang optimal. Percepatan durasi proyek hanya dapat dilakukan pada aktivitas jalur kritis, yang pada proyek ini terletak di Hotel Harris (lantai 13–17) dan Apartemen (lantai 14–17). Dibandingkan kurva S, metode CPM lebih valid dan menguntungkan dalam mempercepat penyelesaian proyek serta menghemat waktu.

Tabel 2.1. Lanjutan Tinjauan Pustaka

N o	Judul	Penulis	Sumber	Masalah	Metode	Hasil Penelitian
3	Pengendalian Waktu pada Proyek Pembangunan Los Pasar Ikan Segar Goto Kota Tidore Kepulauan (Studi Kasus Pasar Ikan Segar Goto Kota Tidore Kepulauan)	Amiruddin Hi. Muhammad,	Muhammad, A. (2019). Pengendalian Waktu Pada Proyek Pembangunan Los Pasar Ikan Segar Goto Kota Tidore Kepulauan. Jurnal AKRAB JUARA, vol. 4, no. 4, (2019): 40-55	mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek pembangunan Los Pasar Ikan Segar Goto di Kota Tidore Kepulauan, dan membandingkan penjadwalan proyek menggunakan metode <i>Critical Path Method</i> (CPM) dengan metode <i>Bar chat</i> .	CPM dan kurva S	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan <i>network planning</i> dengan metode CPM menghasilkan umur proyek selama 153 hari, lebih cepat 27 hari dibandingkan dengan jadwal dalam kontrak kerja (<i>bar chat</i>) yang selama 180 hari. Faktor-faktor teknis dan non-teknis, seperti cuaca dan ketersediaan material, juga mempengaruhi kemajuan proyek..
4	Analisis Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode CPM dan PERT	INyoman Lokajaya,	Analisa Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode CPM Dan PERT Artikel vol. 8 No 2 (2018)	Keterlambatan proyek jalan Bukit Batu–Lungkuh Layang–Kalahien	CPM Dan PERT	Didapat percepatan waktu proyek sebanyak 23 hari yang dianalisis menggunakan metode CPM dan PERT. Dan penghematan biaya sebesar Rp 547.500,-

Table. 2.1. Lanjutan Tinjauan Pustaka

N o	Judul	Penulis	Sumber	Masalah	Metode	Hasil Penelitian
5	Analisis Penjadwalan Proyek <i>New Product Development</i> Menggunakan Metode Pert Dan Cpm	Atica Angelin dan Silvi Ariyanti,	Analisis Penjadwalan Proyek <i>New Product Development</i> Menggunakan Metode Pert Dan Cpm, Jurnal Ilmiah Teknik Industri (2018), voL. 6 No. 1, 63-708	keterlambatan proyek akibat pembengkakan biaya. Penambahan biaya	CPM Dan PERT	Metode CPM menghasilkan durasi penyelesaian keseluruhan proyek lebih singkat dibandingkan dengan metode PERT. Percepatan waktu proyek sebanyak 53 har.
6	Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM	Eka Danyanti,	(Skripsi Fakultas Ekonomi Jurnal Universitas Diponegoro) tahun 2010	Keterlambatan proyek perumahan karena jadwal rencana tidak sesuai realisasi.	CPM Dan PERT	Dari kedua metode tersebut didapatkan percepatan waktu sebanyak 25 hari dan kenaikan biaya total akibat penambahan tenaga kerja dan kenaikan biaya lembur pekerja
7.	Optimasi Waktu Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Menggunakan <i>Critical Path Method</i> (Cpm)/ <i>Program Evaluation And Review Technique</i> (Pert) Dan Simulasi Monte Carlo	Siti Rodlotul Jannah,	Siti Rodlotul Jannah, 2018 Optimasi Waktu Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Menggunakan <i>Critical Path Method</i> (Cpm)/ <i>Program Evaluation And Review Technique</i> (Pert) Dan Simulasi Monte Carlo voL. 3 (2018); Hal 461-465	terjadi ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan realisasi di lapangan, menyebabkan keterlambatan dan peningkatan biaya.	<i>Critical Path Method</i> (CPM)/ <i>Program Evaluation And Review Technique</i> (Pert) Dan Simulasi Monte Carlo	Percepatan waktu proyek dengan metode PERT dihasilkan percepatan sebesar 11 hari dan dengan simulasi Monte Carlo didapat tingkat keberhasilan yang tinggi yaitu sebesar 99,74% dan 97,5%

Table. 2.1. Lanjutan Tinjauan Pustaka

No	Judul	Penulis	Sumber	Masalah	Metode	Hasil Penelitian
8.	Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega Di Kota Tomohon Dengan Menggunakan Metode Pert (<i>Program Evaluation And ReviewTechnique</i>)	Jendry Masinambow,	(Program Evaluation And ReviewTechnique) Jurnal REALTECH voL. 15, No. 2, Oktober 2019: 121-128 ISSN: 1907-0837	Penjadwalan proyek awal 270 hari dianggap kurang efisien.	PERT (<i>Program Evaluation And Review Technique</i>)	Dengan menggunakan metode PERT proyek dapat diselesaikan dalam waktu 245 hari dan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 99,9%
9.	Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek Kontruksi bangunan Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM)	Heru Nur Yaqin	Heru Nur Yaqin (2023) Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek Kontruksi bangunan Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) voL.1 No. 01 April 2023	Pengaruh percepatan antara metode CPM dan PERT.	Critical Path Method (CPM)	Durasi normal pekerjaan struktur adalah 81 hari kerja dan mempunyai masa kritis 18 hari. Unit sebanyak 31 item pekerjaan. Setelah dilakukan percepatan, terjadi penurunan durasi pekerjaan struktur menjadi 74 hari kerja. Selisih penurunan durasi sebesar 7 hari atau 9,45%. Durasi pekerjaan struktur sebesar Rp28.563.131.560,

Table. 2.1. Lanjutan Tinjauan Pustaka

No	Judul	Penulis	Sumber	Masalah	Metode	Hasil Penelitian
10	PenggunaanMetode PERT dan CPM dalam Proyek Pembangunan Jalan	Danang Hadicara	Danang Hadicara (2023) PenggunaanMetode PERT dan CPM dalam Proyek Pembangunan Jalan Hadicara voL. 28, No. 1	Menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan pelaksanaan aktual proyek. Masalah ini mengindikasikan perlunya pengendalian waktu yang lebih efektif.	Metode PERT dan CPM	Proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo Sekaran memerlukan waktu 128 hari dengan metode CPM, lebih cepat 2 hari dibandingkan perencanaan awal yang 130 hari. Metode PERT menghemat waktu 13 hari, dari 143 hari menjadi 130 hari. Dengan PERT, proyek dapat diselesaikan dalam 130 hari (99,99% akurat) pada jalur kritis A, D, E, dan F. Penggunaan CPM menghemat waktu 15 hari dengan biaya tambahan Rp 22.560.000, sementara PERT memerlukan tambahan biaya Rp 16.920.000.

Dari beberapa studi literatur, metode *Critical Path Method* (CPM) memiliki keunggulan dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Dengan metode ini, jalur aktivitas yang paling menentukan durasi proyek dapat diidentifikasi, sehingga fokus pengelolaan dapat diarahkan pada aktivitas-aktivitas kritis tersebut. Selain CPM, metode lain yang sering digunakan dalam evaluasi perencanaan dan penjadwalan proyek antara lain *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), *Gantt Chart*, *Line of Balance* (LOB), *Earned Value Management* (EVM), *Last Planner System* (LPS), serta teknik percepatan seperti *Fast Tracking* dan *Crashing*. Meskipun masing-masing metode memiliki keunggulannya sendiri, CPM memiliki keunikan dalam memberikan analisis jalur kritis yang tidak ditawarkan secara langsung oleh metode lain.

Sebagai contoh, PERT lebih unggul dalam menangani ketidakpastian durasi aktivitas dengan pendekatan probabilistik, namun tidak seakurat CPM dalam penentuan jalur kritis secara deterministik. *Gantt Chart* sangat baik dalam menyajikan visualisasi jadwal, namun kurang mendalam dalam menunjukkan hubungan ketergantungan antar aktivitas. LOB cocok untuk proyek berulang, tetapi tidak efektif untuk proyek kompleks yang tidak bersifat repetitif. EVM kuat dalam analisis biaya dan kinerja waktu, tetapi tidak secara spesifik menunjukkan jalur mana yang paling berdampak terhadap keterlambatan proyek. LPS unggul dalam kolaborasi tim dan fleksibilitas, namun lebih bersifat operasional dibandingkan analitis. Sementara itu, *Fast Tracking* dan *Crashing* lebih merupakan teknik akselerasi yang digunakan setelah jalur kritis diketahui, dan biasanya dilakukan berdasarkan analisis dari CPM itu sendiri.

Dengan demikian, keunggulan utama CPM terletak pada kemampuannya dalam memberikan kerangka kerja sistematis untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas krusial dan mengelola jadwal proyek secara efisien. CPM menjadi landasan penting dalam pengambilan keputusan strategis untuk pengendalian waktu dan sumber daya, menjadikannya metode yang sangat relevan dalam manajemen proyek berskala besar dan kompleks.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Proyek

Dalam analisis jaringan kerja, proyek diartikan sebagai sekumpulan aktivitas yang disusun secara sistematis untuk mencapai tujuan tertentu memulai penciptaan produk, layanan, atau hasil yang bersifat khas dan dilaksanakan dalam jangka waktu terbatas (sementara).

Proyek juga merupakan bagian dari program organisasi yang bersifat sementara dan dirancang untuk membantu pencapaian tujuan organisasi dengan pemanfaatan sumber daya manusia maupun non-manusia secara efektif.

Proyek memiliki beberapa karakteristik yang membedakan dari kegiatan operasional rutin, yaitu :

1. Memiliki jadwal waktu mulai dan selesai yang telah ditetapkan sebelumnya.
2. Merupakan satuan rangkaian aktivitas yang berdiri sendiri dan terpisah dari pekerjaan lainnya
3. Umumnya memiliki skala pekerjaan yang besar dengan keterkaitan antar aktivitas yang cukup rumit.

Setiap aktivitas yang dimulai dan diakhiri pada waktu tertentu serta dirancang untuk diselesaikan dalam periode yang sudah direncanakan dapat dikategorikan sebagai proyek. (Rahartama, 2016).

2.2.2 Ciri-ciri Proyek

Berdasarkan pada pengertian proyek diatas, ciri-ciri proyek yaitu:

1. Proyek memiliki tujuan yang jelas, yaitu menghasilkan output atau hasil akhir tertentu.
2. Proyek bersifat sementara karena memiliki siklus waktu yang relative singkat
3. Dalam pelaksanaannya, proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran, dan standar kualitas dari hasil yang ingin dicapai.
4. Proyek merupakan kegiatan yang bersifat tidak rutin atau tidak berulang, dengan kebutuhan sumber daya yang bervariasi, baik dari segi jenis

maupun jumlahnya. (Rahartama, 2016)

2.2.3 Jenis-jenis Proyek

Dalam kenyataannya, proyek-proyek jarang diklasifikasikan ke dalam satu jenis tertentu, karena biasanya melibatkan kombinasi dari berbagai jenis kegiatan. Namun, berdasarkan aktivitas yang paling dominan dalam sebuah proyek. (Santoso & Proyek, 2009)

jenis-jenis proyek dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1 Proyek *Engineering*-Konstruksi.

Jenis proyek ini memiliki aktivitas utama yang meliputi analisis kelayakan, perancangan teknis (*engineering design*), pengadaan, dan kegiatan konstruksi.

- 2 Proyek *Engineering*-Manufaktur.

Jenis proyek ini bertujuan untuk menghasilkan produk baru. Dengan kata lain, proyek manufaktur adalah proses untuk menciptakan suatu produk yang belum ada sebelumnya.

- 3 Proyek Pelayanan Manajemen

Kegiatan utama dalam jenis proyek ini mencakup: perancangan sistem informasi manajemen, pengembangan program efisiensi dan penghematan, diversifikasi, merger dan akuisisi, penyediaan bantuan darurat untuk mengurangi tingkat kriminalitas dan penyalahgunaan narkoba, serta aktivitas sejenis lainnya.

- 4 Proyek Penelitian dan Pengembangan

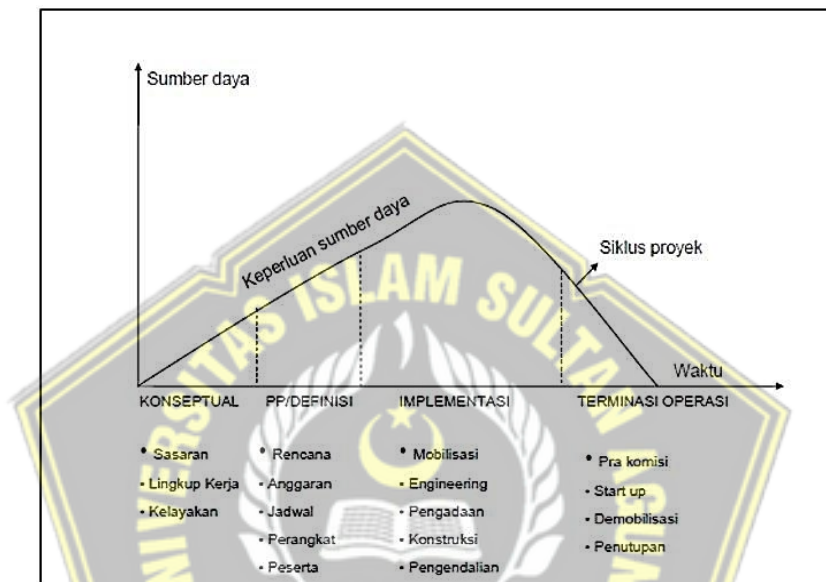
Proyek ini berfokus pada kegiatan penelitian dan pengembangan produk tertentu. Contohnya meliputi penelitian terkait penerapan metode baru dalam proses produksi, atau analisis pengaruh tingkat pendidikan terhadap kesadaran berpolitik.

- 5 Proyek Kapital

Proyek ini biasanya dilakukan oleh entitas bisnis atau pemerintah, dengan fokus pada investasi dana besar untuk mencapai tujuan strategis tertentu.

2.2.4 Tahap Siklus Proyek

Aktivitas-aktivitas dalam sebuah proyek dimulai dari titik awal, kemudian jenis dan intensitasnya meningkat hingga mencapai puncak, lalu menurun, dan akhirnya selesai, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1. Aktivitas-aktivitas ini membutuhkan berbagai sumber daya, seperti jam kerja (*man-hour*), dana, material, atau peralatan. (Rahartama, 2016)



Sumber : Manajemen Proyek : Konseptual Sampai Operasional, 1999

Gambar 2.1. Tahapan Siklus Proyek

Dalam Buku Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional, salah satu metode penahapan proyek yang disusun oleh PMI (Project Management Institute) meliputi tahap konseptual, perencanaan dan pengembangan (PP/Definisi), implementasi, serta terminasi. (Soeharto & Proyek, 1999)

1. Tahap Konseptual

Tahap ini melibatkan proses penyusunan dan perumusan ide, analisis awal, serta kajian kelayakan. Hasil akhir (deliverable) dari tahap ini adalah dokumen yang berisi hasil studi kelayakan.

2. Tahap Perencanaan dan Pengembangan (PP/Definisi)

Pada tahap ini, kegiatan utama mencakup evaluasi lanjutan terhadap hasil tahap konseptual, persiapan perangkat berupa data, spesifikasi teknis, aspek rekayasa, dan komersial, penyusunan rencana, pengambilan

keputusan strategis, serta pemilihan peserta proyek. Hasil akhirnya berupa dokumen analisis kelayakan lanjutan, rencana strategis dan operasional proyek, anggaran biaya, jadwal utama, dan panduan kriteria mutu proyek.

3. Tahap Implementasi

Tahap implementasi melibatkan desain teknis secara rinci untuk fasilitas yang akan dibangun, pengadaan material dan peralatan, proses manufaktur atau pabrikasi, serta kegiatan instalasi atau konstruksi. Hasil akhir dari tahap ini adalah produk atau instalasi proyek yang selesai dibangun.

4. Tahap Terminasi

Pada tahap terminasi, dilakukan persiapan instalasi atau produk untuk operasional, termasuk pengujian, penyelesaian administrasi, serta aspek keuangan lainnya. Hasil akhirnya adalah instalasi atau produk yang siap digunakan, disertai dokumen penyelesaian terkait asuransi, klaim, dan jaminan.

5. Tahap Operasi atau Utilitas

Tahap ini menandai berakhirnya kegiatan proyek, dengan tanggung jawab pengoperasian dan pemeliharaan instalasi atau produk hasil proyek dialihkan kepada organisasi operasi.

2.2.5 Manajemen Waktu

Manajemen waktu melibatkan proses perencanaan, pengorganisasian, penggerakan, dan pengawasan terhadap penggunaan waktu secara produktif. Tujuannya adalah meningkatkan produktivitas, yang diukur sebagai perbandingan antara output dan input. Meski sekilas tampak seperti membuang waktu, penerapan fungsi-fungsi manajemen dalam pengelolaan waktu sebenarnya memberikan arahan, pedoman, serta pengendalian yang efektif terhadap penggunaan waktu. Merencanakan penggunaan waktu bukanlah pemborosan, tetapi langkah strategis untuk mencapai efisiensi. (Syahrudin, 2016)

2.2.6 Pengertian Manajemen Waktu

Menurut Jhon D. millet, manajemen adalah proses membimbing dan memfasilitasi sekelompok orang yang tergabung dalam sebuah organisasi formal agar dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan. (Siswanto, 2005)

Menurut H. Kerzner yang dikutip oleh Rahartama (2016), PMI (Project Management Institute) menjelaskan bahwa manajemen proyek adalah gabungan antara ilmu dan seni untuk memimpin serta mengatur sumber daya, baik manusia, maupun material, dengan memanfaatkan Teknik-teknik pengelolaan moderen. Tujuan akhir adalah untuk mencapai hasil yang telah disepakati atau direncanakan sesuai dengan ruang lingkup, kualitas, waktu, dan biaya yang dintentukan, serta memnuhi harapan dari semua pihak yang terlibat (*stakeholder*).

Menurut D.I Cleland dan W.R. King, terdapat perbedaan antara manajemen proyek dan manajemen klasik, yang akan dijelaskan lebih lanjut pada bagian berikut.

Tabel 2.2. Perbedaan Manajemen Proyek dengan Manajemen Klasik

Fenomena	Manajemen Proyek	Manajemen Klasik
Lini – staf dikotomi.	Hirearki lini-staf serta wewenang dan tanggung jawab tetap ada sebagai fungsi penunjang.	Fungsi lini mempunyai tanggung jawab Tunggal untuk mencapai sasaran.
Hubungan atasan dan bawahan.	Manajer ke spesialis, kelompok dengan kelompok.	Merupakan dasar hubungan pokok dalam struktur organisasi.
Kerja sama unutupuk mencapai tujuan.	Unsur-unsur rantai hubungan vertical tetap ada ditambah adanya arus kegiatan horizontal.	Kegiatan utama organisasi dilakukan menurut hirearki vertical.

Tabel 2.2. Lanjutan Perbedaan Manajemen Proyek dengan Manajemen Klasik

Fenomena	Manajemen Proyek	Manajemen Klasik
Kerja sama untuk mencapai tujuan.	Joint venture para peserta, ada tujuan yang sama dan ada juga yang berbeda.	Kelompok dalam organisasi dengan tujuan tunggal.
Kesatuan komando.	Manajer proyek mengelola, menyilang lini fungsional untuk mencapai sasaran.	Manajer lini merupakan pimpinan Tunggal dari kelompok yang bertujuan sama.
Wewenang dan tanggung jawab.	Terdapat kemungkinan tanggung jawab lebih besar dari otoritas resmi.	Tanggung jawab sepadan dengan wewenang, integritas, tanggung jawab, dan wewenang terpelihara
Jangka waktu.	Kegiatan manajemen proyek berlangsung dalam jangka pendek.	Terus-menerus dalam jangka Panjang sesuai umur instansi dan produk. Optimasi dapat diusahakan maksimal.

Manajemen proyek merupakan salah satu Langkah awal yang sangat penting dalam proses perencanaan. Penentuan waktu dalam manajemen proyek akan menjadi dasar bagi perencanaan lainnya, seperti :

- a. Penyusunan jadwal kerja (*scheduling*), perencanaan anggaran (*budgeting*), kebutuhan tenaga kerja (*manpower planning*), dan penggunaan sumber daya organisasi lainnya.
- b. Proses pengendalian (*controlling*) agar pelaksanaan proyek tetap sesuai rencana.

Dalam pelaksanaan studi kelayakan proyek, biasanya dibagi menjadi lima tahapan atau. Salah satu tahap awalnya adalah :

1. Tahap Persiapan

Tahap ini bertujuan untuk menentukan apakah perlu dilakukan studi kelayakan terhadap satu atau beberapa usulan proyek. Dalam proses ini, pengambil

Keputusan seperti pimpinan atau pihak terkait biasanya mengadakan rapat atau diskusi dengan orang-orang yang memiliki pengaruh, tergantung pada jenis dan skala proyeknya.

Penyusun pernyataan proyek termasuk dalam bagian dari desain penelitian (*research design*). Dalam arti sempit, desain penelitian hanya berkaitan dengan cara mengumpulkan dan menganalisis data. Namun dalam arti luas, desain penelitian mencakup beberapa kegiatan utama berikut ini:

- Mengidentifikasi dan memilih masalah yang akan diteliti.
- Memilih teori atau model konseptual yang sesuai untuk masalah tersebut.
- Merumuskan masalah penelitian secara jelas, termasuk tujuan, ruang lingkup, dan hipotesis
- Merancang metode pengkajian atau percobaan.
- Menentukan dan mengukur variabel-variabel yang dibutuhkan.
- Menyusun prosedur pengambilan sampel.
- Menentukan Teknik dan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.
- Melakukan analisis terhadap data yang terkumpul
- Menusun laporan hasil penelitian.

2. Tahap Penelitian

Tahap ini adalah proses pengumpulan data di lapangan, baik berupa data kuantitatif (angka) maupun data kualitatif (narasi atau deskripsi). Data kuantitatif biasanya dikumpulkan oleh petugas lapangan, sementara data kualitatif dikumpulkan oleh staf. Staf juga melakukan pengamatan langsung di lapangan agar bisa memahami kondisi secara nyata. Hal ini sangat berguna saat Menyusun laporan penelitian.

Jenis penelitian yang dilakukan biasanya bermacam-macam, seperti :

- a. Penelitian *eksploratif*, yaitu untuk mencari jawaban dari pertanyaan-pertanyaan yang telah ditentukan sebelumnya.
- b. Penelitian uji (*testing research*), yaitu untuk menguji hipotesis atau dugaan yang sudah dirumuskan.

- c. Penelitian *descriptive*, yaitu untuk menggambarkan situasi atau kondisi sebagaimana adanya.

3. Tahap Tabulasi atau Penyusunan Data

Tahap ini dilakukan segera setelah data diperoleh, terutama setelah mendapatkan data sekunder (data yang sudah ada dan dikumpulkan oleh perusahaan). Sementara itu data primer adalah data yang didapatkan langsung dari responden, biasanya melalui wawancara atau kuesioner. Penyusunan data tidak hanya berupa table, tetapi bisa juga dilengkapi dengan diagram agar informasi lebih mudah dipahami, seperti diagram garis atau grafik lainnya.

Tahap ini bersifat teknis dan menurut ketelitian dan kejujuran. Kualitas hasil tabulasi sangat tergantung pada kemampuan manajerial pemimpin tim.

4. Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan

Setelah semua data terkumpul dan tersusun, masuk ke tahap berikutnya yaitu pengolahan atau analisis data. Tahap ini adalah bagian paling menantang dalam penelitian karena hasil analisis akan digunakan sebagai dasar penyusunan laporan akhir.

5. Tahap Studi Kelayakan

Tidak semua penelitian adalah studi kelayakan. Studi kelayakan dilakukan untuk mengetahui apakah suatu rencana proyek bisa dilaksanakan atau tidak (*feasible*).

Data dikumpulkan, baik yang bersifat angka maupun deskriptif, digunakan untuk melihat apakah proyek bisa berjalan dengan baik, mendukung proses produksi, dan berpotensi untuk berkembang dimasa depan.

6. Tahap Evaluasi Proyek

Evaluasi berarti membandingkan hasil proyek dengan standar atau kriteria tertentu seperti efisiensi, etika, manfaat ekonomi, dan sebagainya. Dalam evaluasi proyek, data yang telah dikumpulkan dibandingkan

dengan persyaratan yang diperlukan agar proyek bisa dijalankan dan berkembang.

Evaluasi ini berkaitan erat dengan penilaian investasi, yaitu membandingkan antara manfaat yang diperoleh (*benefit*) dan biaya yang dikeluarkan (*cost*).

Inti dari evaluasi proyek-melihat apakah manfaat yang dihasilkan cukup besar dibandingkan dengan ongkos yang dikeluarkan.

Tujuan manajemen proyek sebagai berikut:

- a. Tepat Waktu (*on time*): Proyek harus diselesaikan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Jika terjadinya keterlambatan, bisa menimbulkan kerugian seperti tambahan biaya atau kehilangan peluang untuk masuk ke pasar tepat waktu.
- b. Tepat Anggaran (*on budget*): Biaya yang dikeluarkan selama proyek harus sesuai dengan anggaran yang sudah direncanakan dari awal. Pengeluaran berlebihan bisa membebani keuangan proyek.
- c. Tepat Spesifikasi (*on Specification*): Hasil proyek harus sesuai dengan standar atau spesifikasi teknis yang telah disepakati. Jika tidak sesuai, bisa menyebabkan ketidaksesuaian fungsi atau kualitas. (WIJISAKTI & Irfaansha, 2021).

2.2.7 Penjadwalan dengan Kurva S

Pada proyek peninggian Gedung Fakultas Teknologi Industri di Jalan Raya Kaligawe Km. 04, Terboyo Kulon, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, digunakan metode penjadwalan proyek dengan control menggunakan Kurva S. kurva S adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu pelaksanaan dan proses akumulasi proyek, dari awal hingga selesai.

Kurva S banyak digunakan dalam proyek-proyek besar, baik oleh pemerintah maupun swasta, untuk membantu perencanaan dan pemantauan jadwal pelaksanaan proyek dan satu lagi untuk realisasi di lapangan. Jika terjadi perbedaan antara grafik rencana dan grafik realisasi, maka akan terlihat apakah proyek berjalan lebih cepat (*ahead*) atau lebih lambat (*delay*) dari jadwal.

Bentuk Kurva S bisa bervariasi tergantung kondisi proyek, seperti pembagian bobot pekerjaan, urutan pekerjaan, durasi pelaksanaan, dan lingkup pekerjaan. Oleh karena itu, Kurva tidak selalu membentuk huruf “S” secara sempurna, meskipun umumnya memang menyerupai huruf S. (FAJRIYAH, 2017).



KURVAS
KEGIATAN : PENINGGIAN GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
LOKASI : JL. KALIGAWA KM. 4 SEMARANG
TAHUN : 2023
PEKERJAAN : STR-ARS

[illegible]

I

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

2.2.8 Pengertian CPM (Critical Path Method)

CPM atau Metode Jalu Kritis merupakan cara yang sering digunakan untuk merencanakan serta mengontrol jalanya sebuah proyek. Metode ini termasuk yang paling umum digunakan diantara berbagai sitem perencanaan proyek lainnya yang menggunakan diagram jaringan kerja.

Dalam CPM, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap tahap proyek dianggap sudah diketahui secara pasti. Begitu juga dengan hubungan antara penggunaan sumber daya dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.

Menurut buku “Pengantar Manajemen”(Estede et al., 2007), CPM merupakan metode manajemen proyek yang fokus utamanya pada analisis biaya. Dengan kata lain, metode ini digunakan untuk membantu manajer proyek mengatur serta mengontrol biaya selama pelaksanaan proyek.

Salah satu, berdasarkan sumber Optimasi waktu dan biaya proyek dengan Analisa crash progam, CPM juga digunakan untuk menganalisi jaringan kerja agar proyek bisa diselesaikan dengan total biaya yang seefisien mungkin. Ini dilakukan dengancara mempercepat penyelesaian proyek tanpa melebihi anggaran yang telah ditentukan.

2.2.9 Analisa Jaringan Kerja

Network Planning (Jaringan Kerja) merupakan jaringan kerja yang menggambarkan hubungan saling ketergantungan antara bagian pekerjaan dalam suatu proyek. Hubungan ini dapat divisualisasikan dalam bentuk diagram *network*, sehingga dapat dilihat urutan pekerjaan yang harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Dengan begitu, kita bisa tahu bahwa suatu pekerjaan tidak bisa dimulai jika pekerjaan sebelumnya belum selesai. (WIJISAKTI & Irfaansha, 2021)

Dalam analisis jaringan kerja, pada tahap kegiatan yang perlu dicatat bisa berbeda-beda tergantung pada waktu, tempat, orang yang terlibat, dan kondisi suatu proyek. Namun secara umum urutannya bisa meliputi:

1. Inventarisasi kegiatan, merupakan penentuan rencana awal, pengurusan

dana, dan pencarian kontraktor.

2. Identifikasi jenis dan sifat kegiatan serta peristiwa yang ada dalam proyek.
3. Menentukan durasi setiap kegiatan, merupakan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tiap aktivitas.
4. Menyusun jaringan kerja, merupakan menggambar hubungan antar aktivitas dalam bentuk diagram.
5. Menentukan jalur kritis (*critical path*), merupakan jalur dengan urutan aktivitas yang menentukan lama total proyek.
6. Mengidentifikasi *slack time* atau waktu rengang, merupakan selisih antar waktu yang tersedia dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas.

Simbol-simbol dalam *network planning*:

1. Anak panah ($\longrightarrow$): Melambangkan kegiatan atau aktivitas dalam proyek. Setiap kegiatan membutuhkan waktu (durasi) dan sumber daya (tenaga, alat, material, biaya). Ujung panah menunjukkan arah pelaksanaan, yaitu dari awal sampai akhir, umumnya digambarkan dari sisi kiri ke kanan. Panjang atau arah miring panah tidak memiliki arti khusus dan tidak perlu berskala.
2. Lingkaran atau simpul ($\bigcirc$): Menunjukkan suatu kegiatan atau peristiwa. Ini adalah titik waktu yang menandakan selesainya satu atau beberapa kegiatan dan menjadi awal dari kegiatan baru. Setiap aktivitas dimulai dari simpul dan berakhir di simpul lain. Kegiatan yang dimulai dari suatu simpul tidak bisa berjalan jika semua kegiatan yang berakhir di simpul itu belum selesai.
3. Anak panah putus putus (-----►): disebut *dummy activity* atau kegiatan semu. Kegiatan ini tidak memerlukan waktu dan sumber daya (durasi = 0, biaya = 0), tetapi tetap digunakan untuk menunjukkan hubungan logis antar kegiatan di dalam diagram. Fungsinya untuk memperjelas urutan aktivitas meskipun tidak melibatkan pekerjaan nyata.
4. Anak panah tebal ($\longrightarrow$): Menunjukkan kegiatan yang termasuk dalam jalur kritis, yaitu rangkaian aktivitas yang menentukan lama keseluruhan

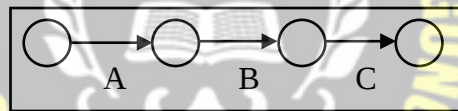
proyek.

Dalam menggunakan symbol-simbol di atas digunakan untuk mengambar jaringan kerja dengan mengikuti aturan-aturan berikut (Hayun, 2005):

1. Hanya boleh ada satu anak panah antara dua symbol yang sama.
2. Nama aktivitas harus dari huruf atau berdasarkan nomor kejadian
3. Aliran aktivitas harus mengarah dari simpul bernomor kecil ke simpul bernomor besar.
4. Diagram hanya memiliki satu titik awal (*intimal event*) dan satu titik akhir (*terminal event*).

Jadi, hubungan logika antar aktivitas di dalam proyek ditunjukkan melalui diagram ini untuk menggambarkan ketergantungan antar pekerjaan secara jelas dan terstruktur. Dapat dinyatakan sebagai berikut:

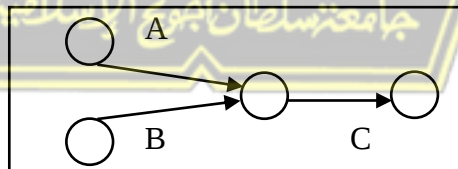
- a. Jika kegiatan A harus selesai dulu sebelum kegiatan B bisa dimulai, dan kegiatan C hanya bisa dimulai setelah B selesai, maka hubungan kegiatan:



Sumber: *Operation Management*, 2006

Gambar 2.3. Hubungan antar kegiatan

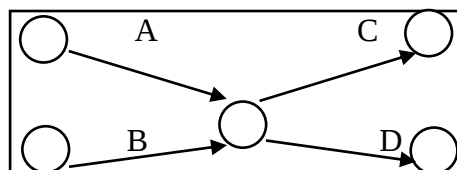
- b. Jika kegiatan A dan B harus dimulai lebih dulu sebelum kegiatan C dimulai, maka C tidak bisa dimulai sampai A dan B selesai.



Sumber: *Manajemen Proyek; dari Konseptual Sampai Oprasional*, 1999

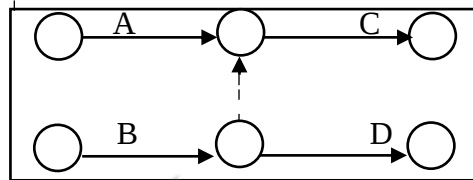
Gambar 2.4. Hubungan antar kegiatan

- c. Jika kegiatan A dan B harus dimulai lebih dulu sebelum kegiatan C dan D, maka A dan B adalah pendahulu dari C dan D



Gambar 2.5. Hubungan antar kegiatan

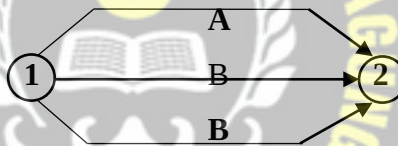
- d. Jika A dan B harus selesai sebelum C dimulai, tapi D bisa dimulai setelah B selesai saja, maka digunakan *dummy activity* (aktivitas semu untuk menunjukkan hubungan ini logis dalam diagram. Dummy ini hanya sebagai penunjuk hubungan, bukan pekerjaan yang membutuhkan waktu atau sumber daya.



Sumber: Manajemen Proyek; dari Konseptual Sampai Oprasional, 1999

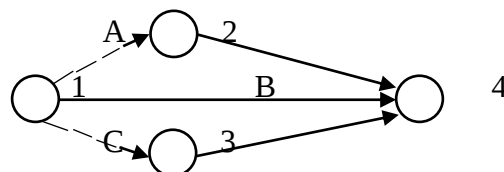
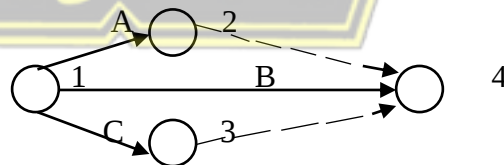
Gambar 2.6. Hubungan antar kegiatan
Fungsi *dummy* (----) diatas yaitu memindahkan langsung (sesuai dengan arah panah) keterangan tentang selesainya B.

- e. Jika A, B, dan C dimulai dan selesai di titik yang sama, maka mereka tidak boleh digambarkan langsung ke dalam satu simpul.



Sumber: Manajemen Proyek; dari Konseptual Sampai Oprasional, 1999

Gambar 2.7. Hubungan antar kegiatan
Untuk membedakan ketiganya, perlu digunakan *dummy activity* agar diagram tetap jelas dan rancau.

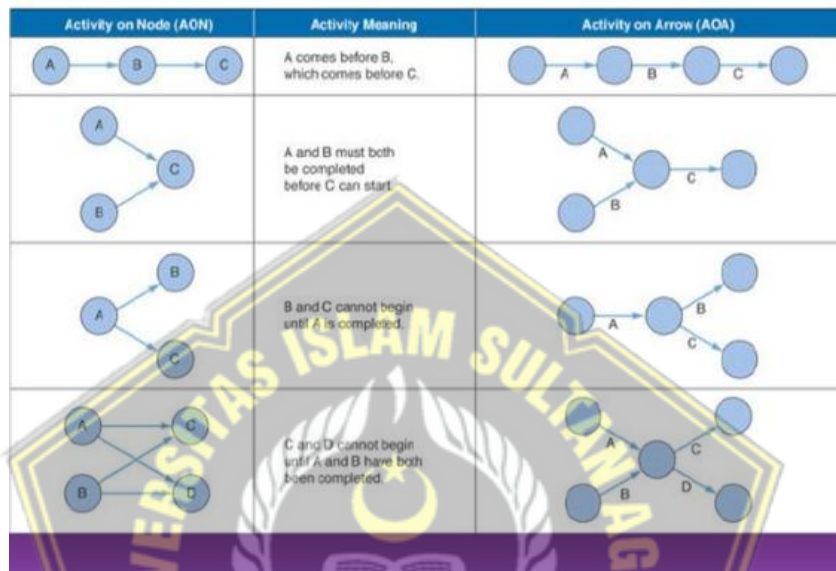


Sumber: Manajemen Proyek; dari Konseptual Sampai Oprasional, 1999

Gambar 2.8. Hubungan antar kegiatan
Menurut (Heizer & Render, 2005) terdapat dua metode utama dalam menggambarkan jaringan proyek, yaitu pendekatan aktivitas pada simpul

(activity-on-node – AON) dan aktivitas pada panah (activity-on-arrow – AOA). Dalam pendekatan AON, setiap simpul mewakili suatu kegiatan, sementara dalam pendekatan AOA, kegiatan direpresentasikan oleh panah. Ilustrasi dari kedua metode ini ditampilkan dalam Gambar

Perbandingan Dua Pendekatan Menggambarkan Jaringan Kerja



Sumber: *Principles of Operation Management*, Aria Arsana 2015

Gambar 2.9. Hubungan antar kegiatan

2.2.10 Jalur Keritis

Dalam penjadwalan proyek, identifikasi aktivitas kritis dan penentuan jalur kritis umumnya dilakukan melalui dua jenis perhitungan, yaitu perhitungan maju (Forward Analysis) dan perhitungan mundur (Backward Analysis). Perhitungan maju digunakan untuk menentukan waktu mulai paling awal (Earliest Start/ES) dan waktu selesai paling awal (Earliest Finish/EF). Sementara itu, perhitungan mundur dilakukan untuk mengetahui waktu mulai paling lambat (Latest Start/LS) dan waktu selesai paling lambat (Latest Finish/LF) (Ervianto, 2005)

- **T (Activity Duration Time):** Durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas (dapat dinyatakan dalam hari, minggu, atau bulan).
- **ES (Earliest Activity Start Time):** Waktu mulai paling awal suatu aktivitas

dapat dilakukan. Jika waktu dihitung dalam jam, ini adalah jam paling awal aktivitas dimulai.

- **EF** (*Earliest Activity Finish Time*): Waktu selesai paling awal suatu aktivitas. Nilai EF untuk aktivitas sebelumnya sama dengan nilai ES aktivitas berikutnya.
- **LS** (*Latest Activity Start Time*): Waktu paling lambat suatu aktivitas dapat dimulai tanpa mengakibatkan keterlambatan pada proyek secara keseluruhan.
- **LF** (*Latest Activity Finish Time*): Waktu paling lambat suatu aktivitas harus selesai tanpa menunda penyelesaian proyek.
- **TS** (*Total Slack*): Jumlah waktu keterlambatan yang masih diperoleh pada suatu aktivitas tanpa memengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek.



Dalam metode Jalur Kritis atau Critical Path Method (CPM), dikenal istilah jalur kritis, yaitu rangkaian kegiatan dengan durasi total terpanjang dalam suatu proyek. Jalur ini terdiri dari aktivitas-aktivitas penting yang dimulai dari awal proyek hingga selesai, dan memiliki pengaruh langsung terhadap waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan (Soeharto, 1997). Lintasan kritis ini mencakup aktivitas-aktivitas dengan durasi pelaksanaan paling panjang dan biasanya digambarkan menggunakan panah tebal (Badri, 1997). Menurut (Badri 1997), terdapat beberapa manfaat dalam mengetahui lintasan kritis, antara lain:

- a. Jika terjadi penundaan pada salah satu aktivitas di lintasan kritis, maka

penyelesaian proyek secara keseluruhan akan tertunda.

- b. Waktu penyelesaian proyek bisa dipercepat jika aktivitas-aktivitas di lintasan kritis dapat diselesaikan lebih cepat.
- c. Pengawasan proyek dapat difokuskan pada penyelesaian lintasan kritis secara tepat waktu. Selain itu, dimungkinkan dilakukan trade-off (pertukaran antara waktu dan biaya secara efisien) atau crash program, yaitu percepatan penyelesaian dengan penambahan biaya seperti lembur.
- d. Kelonggaran waktu atau time slack hanya terdapat pada aktivitas di luar lintasan kritis, sehingga sumber daya seperti tenaga kerja, alat, dan biaya dapat dialihkan ke aktivitas-aktivitas di jalur kritis untuk meningkatkan efisiensi.

Sementara itu, menurut (Sugiyarto et al., 2013), tujuan utama dari identifikasi jalur kritis adalah untuk mengetahui aktivitas mana yang sangat sensitif terhadap keterlambatan. Aktivitas-aktivitas ini disebut sebagai kegiatan kritis, karena keterlambatan pada aktivitas tersebut akan langsung berdampak pada keterlambatan seluruh proyek, meskipun aktivitas lain berjalan sesuai jadwal.

2.2.11 Durasi Proyek

Durasi proyek merupakan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh aktivitas dalam suatu proyek (Maharany, 2006) Menurut Maharany dan Fajarwati, beberapa faktor yang memengaruhi penentuan durasi pekerjaan meliputi besarnya volume pekerjaan, metode pelaksanaan (metode konstruksi), kondisi lapangan, serta tingkat keterampilan tenaga kerja yang terlibat dalam pelaksanaan proyek.

Dalam menentukan durasi proyek secara keseluruhan dapat di hitung dengan cara berikut:

- Hitungan maju

$$EF = ES + D$$

Penjelasan :

EF : Waktu selesai paling awal aktivitas

ES : Waktu mulai paling awal aktivitas

D : Durasi aktivitas

- Hitungan Mundur

$$LS = LF - D$$

Penjelasan :

LS : Waktu paling awal aktivitas

LF : Waktu paling akhir aktivitas

D : Durasi aktivitas

2.2.12 Crashing Program

Crash Program merupakan salah satu teknik penjadwalan yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek. Dengan menggunakan metode Critical Path Method (CPM), jalur kritis proyek dapat diidentifikasi sehingga aktivitas-aktivitas yang berada di jalur tersebut bisa dipercepat pelaksanaannya.

Secara umum, proyek konstruksi memiliki tingkat risiko yang cukup tinggi. Risiko ini menjadi salah satu alasan mengapa perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan proyek harus dilakukan secara cermat dan terstruktur. Selain itu, setiap proyek juga dibatasi oleh waktu dan anggaran, sehingga dibutuhkan sistem manajemen yang efektif dan efisien. Sistem tersebut diharapkan mampu menyusun urutan kegiatan proyek secara optimal melalui pendekatan percepatan waktu menggunakan analisis crash program. (Laksana et al., 2014)

Dalam penerapan metode CPM untuk mempercepat durasi proyek, percepatan dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada di jalur kritis. Namun, percepatan ini harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak menimbulkan jalur kritis baru. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah dengan menambah jam kerja (lembur) menggunakan tenaga kerja yang tersedia. Penambahan jam kerja bisa dilakukan secara bertahap, misalnya 1 hingga 4 jam per hari, sesuai kebutuhan percepatan. Namun perlu diperhatikan, penambahan jam kerja dapat berdampak pada penurunan produktivitas tenaga kerja, karena meningkatnya tingkat kelelahan.

Oleh karena itu, dalam analisis percepatan proyek, perlu diperhitungkan beberapa parameter utama untuk mengetahui seberapa besar percepatan yang dapat dicapai secara optimal.

2.2.13 Microsoft Project

Microsoft Project merupakan alat yang sangat membantu dalam merancang jaringan proyek, mengatur jadwal, serta mengelola anggaran dan sumber daya lainnya. Adapun tahapan dalam menyusun jadwal proyek menggunakan Microsoft Project, menurut (Ervianto, 2005), adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan Data Aktivitas

Seluruh aktivitas dalam proyek dimasukkan ke dalam sistem, disertai dengan durasi yang telah ditentukan sebelumnya oleh manajer proyek.

2. Menentukan Hubungan antar Aktivitas (Predecessor)

Langkah ini bertujuan untuk menetapkan urutan dan ketergantungan antar aktivitas, serta mengatur waktu mulai dan selesai dari masing-masing pekerjaan berdasarkan urutan logis.

3. Meninjau Jadwal Proyek

Setelah semua aktivitas dan hubungan pendahulu dimasukkan, jadwal keseluruhan proyek dapat ditampilkan dalam bentuk diagram Gantt. Microsoft Project mempermudah proses penjadwalan dengan fitur visualisasi ini.

4. Memantau Perkembangan Waktu Proyek

Persentase penyelesaian dari setiap aktivitas dimasukkan untuk melacak kemajuan proyek secara real-time.

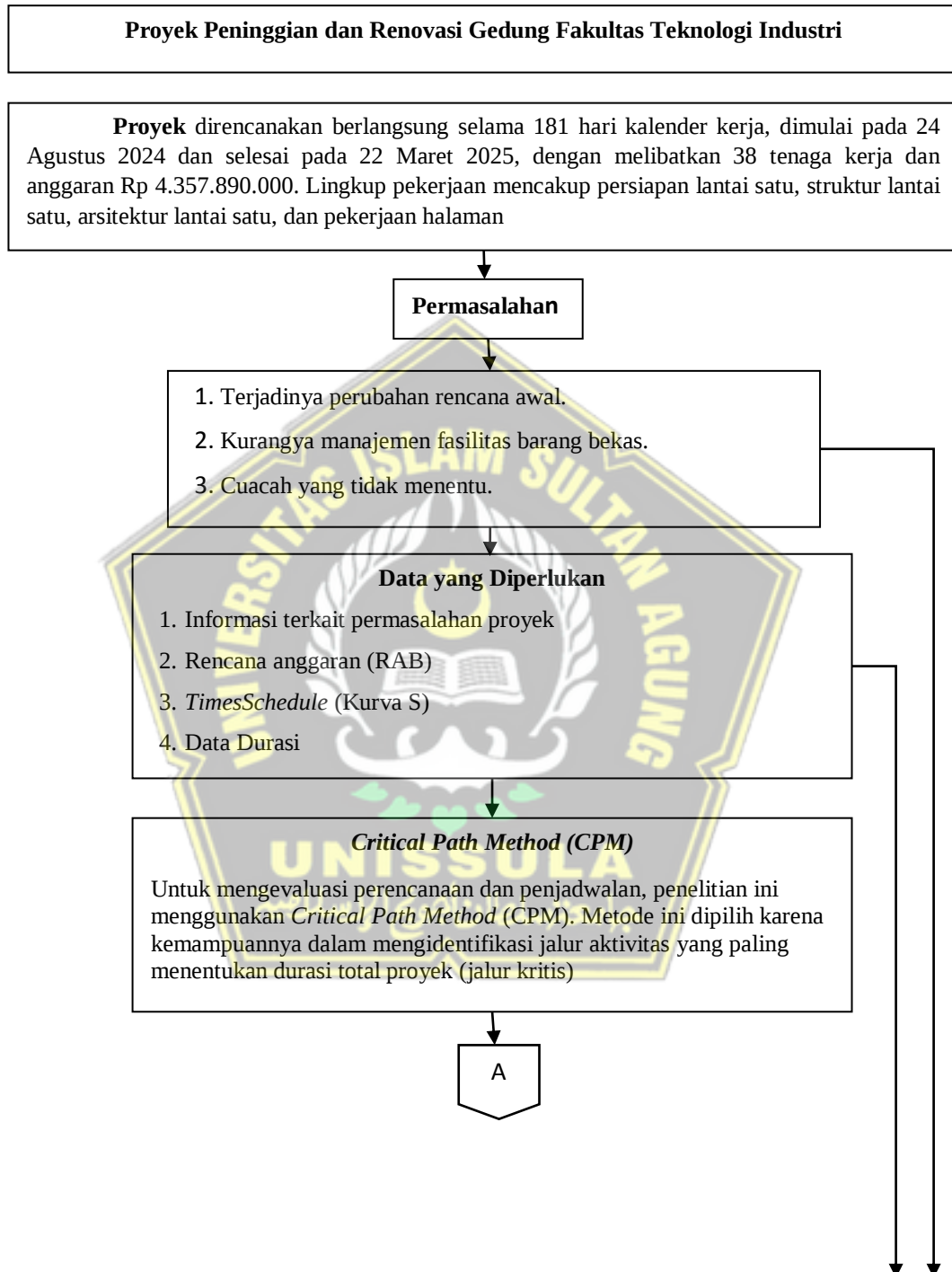
2.3 Hipotesis Penelitian

Dalam pelaksanaan proyek, setiap aktivitas sangat mungkin mengalami keterlambatan. Keterlambatan ini bisa berasal dari faktor internal seperti kekurangan dana, bahan material, tenaga kerja, dan lain-lain. Selain itu, terdapat pula ketidakpastian dalam penyusunan anggaran biaya, di mana estimasi anggaran

bisa melebihi perencanaan awal, sehingga menghambat kelancaran proyek dan menyebabkan keterlambatan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah banyak membahas pengelolaan proyek menggunakan metode Critical Path Method (CPM), antara lain oleh Evaluasi Manajemen Waktu Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode CPM pada Pembuatan Sludge Tank CV Kreasi Mulia Sejahtera (Wahyudin, 2020) Evaluasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM dan PERTAMA Studi Kasus Pembangunan Gedung Otoritas Jasa Keuangan (IRFAANSHA & WIJISAKTI, 2020) Pengendalian Waktu Pada Proyek Pembangunan Los Pasar Ikan Segar Goto Kota Tidore Kepulauan (Muhammad, 2019), Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode CPM dan PERT (Lokajaya, 2019), Analisis Penjadwalan Proyek *New Product Development* Menggunakan Metode Pert Dan Cpm (Angelin & Ariyanti, 2019), Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM (Danniyanti, 2010), Optimasi Waktu Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Menggunakan *Critical Path Method (Cpm)/Program Evaluation And Review Technique* (Pert) Dan Simulasi Monte Carlo (Jannah et al., 2018), Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega Di Kota Tomohon Dengan Menggunakan Metode Pert (*Program Evaluation And Review Technique*) (Masinambow, 2019), Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek Kontruksi bangunan Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) (Heru Nur Yaqin 2023), serta Penggunaan Metode PERT dan CPM dalam Proyek Pembangunan Jalan (Hadicara et al., 2023). Penelitian-penelitian tersebut menggunakan metode CPM untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas proyek yang berada pada jalur kritis, sehingga memerlukan perhatian khusus. Tujuannya adalah untuk mencapai titik optimal antara waktu dan biaya pelaksanaan proyek, termasuk dalam upaya percepatan pekerjaan melalui penambahan jam kerja jika terjadi keterlambatan.

2.4 Kerangka Teoritis

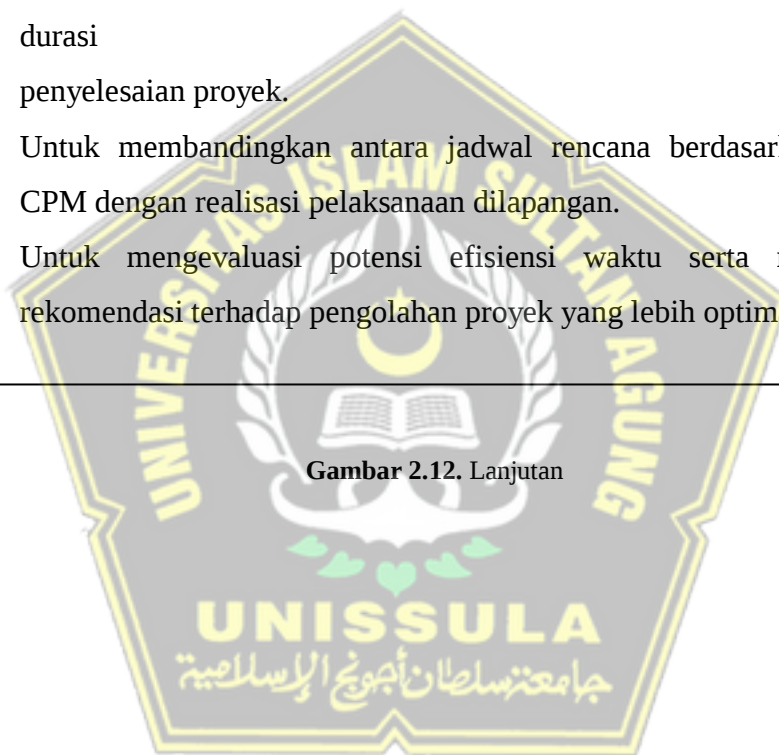


Gambar 2.11. Kerangka Teoritis

A

Evaluasi Waktu

1. Untuk menganalisis dan menyusun perencanaan dan penjadwalan proyek peninggian dan renovasi gedung fakultas teknologi industri menggunakan metode Critical Path Method (CPM)
2. Untuk mengidentifikasi jalur kritis dan kegiatan yang menentukan durasi penyelesaian proyek.
3. Untuk membandingkan antara jadwal rencana berdasarkan metode CPM dengan realisasi pelaksanaan di lapangan.
4. Untuk mengevaluasi potensi efisiensi waktu serta memberikan rekomendasi terhadap pengolahan proyek yang lebih optimal.

Gambar 2.12. Lanjutan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahap penelitian

Pada penelitian kali ini meliputi dari beberapa tahap, mulai dari tahap studi Literatur dan studi lapangan dilanjutkan dengan identifikasi masalah dan akhirnya sampai tahap analisis, untuk lebih lengkapnya digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut ini:

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian ini dilakukan di Universitas Islam Sultan Agung yang terletak di Jalan Raya Kaligawe Km. 04, Terboyo Kulon, Kecamatan Genuk, Kota Semarang. Penelitian ini dilaksanakan bulan November-Desember 2024

3.3 Identifikasi Masalah

Pada tahap identifikasi masalah ini merupakan cara dari peneliti agar bisa menduga masalah apa yang terjadi dalam studi kasus penelitian ini. Untuk identifikasi masalah pada penelitian ini terdiri dari:

1. Studi Literatur

Pada tahap studi literature dilakukan dengan cara membaca referensi penelitian terdahulu baik jurnal, buku teori ataupun skripsi terdahulu yang berkaitan dengan evaluasi perencanaan dan penjadwalan proyek menggunakan metode CPM (*critical path method*).

2. Studi Lapangan

Studi lapangan sendiri dilakukan di Fakultas Teknologi Industri Sultan Agung dengan mencari informasi mengenai proyek peninggian gedung Fakultas Teknologi Industri baik secara pengamatan langsung ataupun dengan cara wawancara dengan pihak terkait.

3. Perumusan Masalah

Setelah melalui kedua tahap sebelumnya selanjutnya yaitu perumusan masalah apa yang terjadi. Setelah dilakukan Studi Literatur dan Studi

Lapangan didapatkan rumusan masalah pada penelitian ini bagaimana tingkat ketepatan perencanaan dan penjadwalan proyek peninggian gedung fakultas teknologi industri, bagaimana efektivitas metode CPM (*Critical Path Method*) dalam mengidentifikasi jalur kritis dan menentukan durasi optimal proyek, dan apa rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi perencanaan dan penjadwalan proyek serupa di masa yang akan datang.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini berlandaskan perumusan masalah yang ada nantinya, penelitian ini mengetahui tingkat ketepatan perencanaan dan penjadwalan, bagaimana efektivitas dari jalur kritis dan menentukan durasi optimal serta dapat memberikan usulan perbaikan untuk proyek serupa di masa yang akan datang.

3.4 Pengumpulan Data

Tahap selanjutnya setelah identifikasi masalah yaitu pengumpulan data. Berikut merupakan jenis data yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Data Primer

Data primer pada penelitian ini didapatkan dari dokumentasi proyek, jadwal rencana proyek (Kurva S), data Rencana Anggaran Biaya proyek, wawancara dengan pihak terkait dan observasi langsung di lapangan.

2. Data Sekunder

Pada Data Sekunder biasanya didapatkan secara tidak langsung atau didapatkan dari referensi lain serta studi terdahulu seperti: Literatur terkit metode CPM (*Critical Path Method*), studi proyek sejenis, data historis proyek serupa untuk pembandingan.

3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan serangkaian kegiatan yang sangat penting dalam penelitian, karena hasil dari pengolahan data merupakan salah satu sumber analisa yang kuat. Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan

pengolahan data:

1. Menyusun semua kegiatan dalam proyek

Langkah pertama adalah mengidentifikasi seluruh aktivitas dalam proyek dan memahami perbedaannya dengan kegiatan operasional sehari-hari. Kegiatan proyek bersifat tidak rutin, memiliki beragam aktivitas yang saling berhubungan, dan mengikuti siklus tertentu mulai dari awal hingga selesai. Pada setiap tahap siklus proyek terdapat aktivitas dengan jenis dan intensitas yang berbeda. Di bagian ini juga dijelaskan jenis-jenis proyek serta cara mengelompokkannya berdasarkan ukuran—apakah proyek kecil, sedang, atau besar—dan juga dianalisis karakteristik unik dari kegiatan proyek. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran lengkap tentang aktivitas apa yang akan dikelola, seperti apa sifat dan cara kerjanya.

2. Membuat jaringan kerja proyek

Setelah semua aktivitas diurutkan sesuai alur pengerjaannya, langkah selanjutnya adalah membuat diagram jaringan kerja. Diagram ini menunjukkan hubungan antar aktivitas dalam urutan yang logis, sehingga memudahkan perencanaan dan pengendalian proyek.

3. Menentukan jalur kritis dalam proyek

Jalur kritis dapat ditemukan dengan menjumlahkan durasi waktu untuk setiap aktivitas dalam proyek dan melihat jalur mana yang memiliki total waktu paling lama. Jalur ini disebut "kritis" karena setiap keterlambatan pada aktivitas di jalur ini akan langsung berdampak pada keterlambatan seluruh proyek. Oleh karena itu, aktivitas di jalur kritis tidak boleh ditunda.

4. Menghitung kemungkinan percepatan proyek beserta biayanya

Proses untuk mempercepat penyelesaian proyek dikenal sebagai crashing. Tujuannya adalah mempersingkat durasi proyek dengan biaya serendah mungkin. Langkah awalnya adalah menghitung biaya tambahan per satuan waktu (misalnya per hari) untuk mempercepat setiap aktivitas. Rumus yang digunakan biasanya:

- a. Menghitung biaya tambahan :

$$\text{Biaya Tambahan} = (\text{Durasi Tambahan}) \times (\text{Biaya Overhead Harian}) +$$

Biaya Operasional Tambahan

Dengan rumus ini, kita bisa menentukan aktivitas mana yang paling efisien untuk dipercepat, baik dari sisi waktu maupun biaya.

b. Menentukan Jalur Kritis dan Aktivitas Kritis

Dengan menggunakan data durasi waktu aktivitas yang ada saat ini, langkah awal yang dilakukan adalah mencari jalur kritis dan mengidentifikasi aktivitas-aktivitas mana saja yang termasuk ke dalam jalur tersebut.

c. Jika Hanya Ada Satu Jalur Kritis, Maka Langkah-Langkahnya Adalah:

- Pilih aktivitas dalam jalur kritis yang masih memungkinkan untuk dipercepat (crash).
- Dari aktivitas-aktivitas tersebut, tentukan mana yang memiliki biaya percepatan paling rendah.
- Pastikan setiap aktivitas yang dipilih memang masih dapat dilakukan crash.
- Total biaya crash dari semua aktivitas yang dipilih harus merupakan yang paling kecil di antara pilihan yang ada.

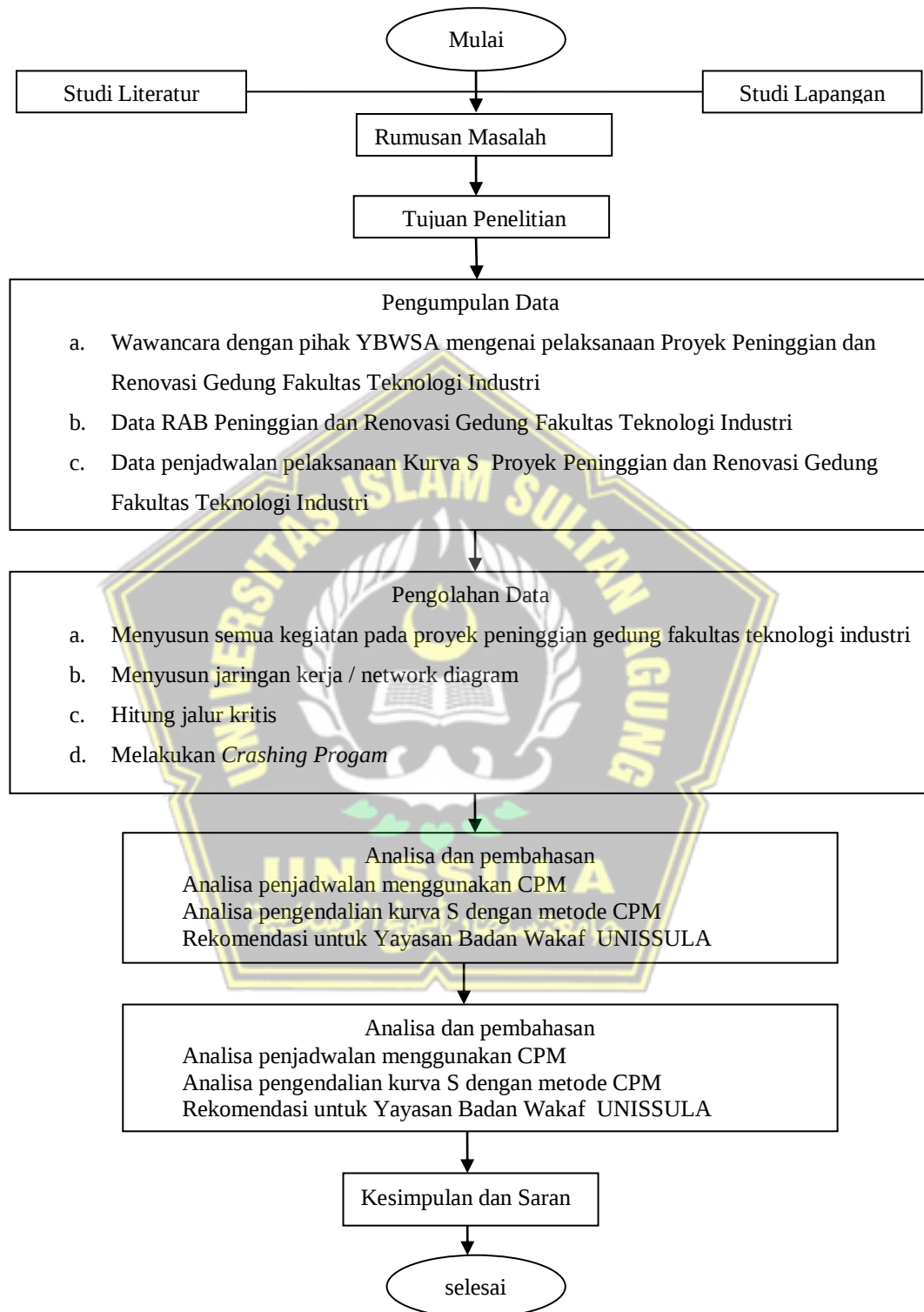
5. Analisis dan Pembahasan

Pada bagian ini dilakukan analisis berdasarkan data yang telah diolah sebelumnya. Hasil analisis kemudian dibandingkan antara metode CPM dengan metode pengendalian menggunakan kurva S pada proyek Sentraland di Kota Semarang.

6. Kesimpulan dan Saran

Bagian ini merupakan penutup dari penelitian yang merangkum kembali poin-poin penting dari tahapan sebelumnya. Di dalamnya disampaikan kesimpulan dari hasil analisis serta saran-saran yang dapat diterapkan dalam pelaksanaan proyek agar lebih efektif dan efisien.

3.6 Diagram Alir



Gambar 3.1. Diagram Alir

BAB IV

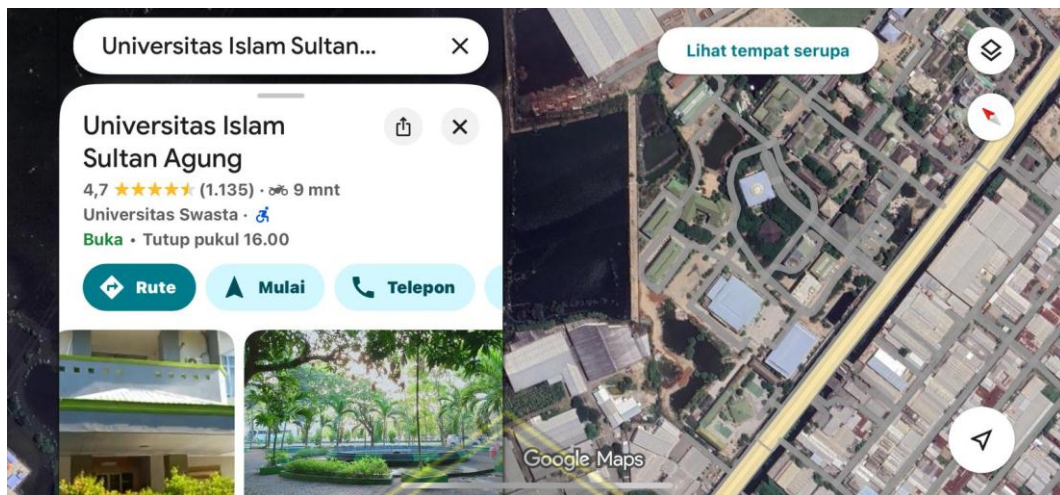
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pihak Kontraktor dari Yayasan Badan Wakaf Sultan Agung Semarang pelaksanaan Proyek Peninggian dan Renovasi Gedung Fakultas Teknologi Industri (FTI) Universitas Islam Sultan Agung Semarang (UNISSULA). Data yang dikumpulkan meliputi :

1. Informasi Terkait Permasalahan Proyek : Informasi ini diperoleh melalui wawancara dengan pihak kontraktor pelaksanaan proyek, yaitu pegawai lapangan. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai penyebab keterlambatan proyek, kendala-kendala, serta upaya yang telah dilakukan untuk mengatasi keterlambatan tersebut.
2. Rencana Anggaran (RAB) : Dokumentasi RAB diperoleh dari pihak Kontraktor pelaksanaan proyek. Dokumentasi ini berisi tentang rincian biaya untuk setiap item pekerjaan dalam proyek, termasuk biaya material, tenaga kerja dan biaya lainnya. Informasi ini digunakan untuk menghitung biaya percepatan proyek dengan metode crashing.
3. *Times Schedule* : Dokumentasi ini diperoleh dari pihak kontraktor pelaksanaan proyek. Dokumentasi ini berisi tentang jadwal pelaksanaan proyek. Karena adanya keterlambatan jadwal ini menunjukkan urutan, durasi dan ketergantungan antar Pekerjaan proyek. Informasi ini digunakan sebagai dasar untuk menganalisis jalur kritis dan mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang dapat dipercepat.
4. Data Durasi, *Predencessor* dan Biaya di tiap Pekerjaan : Data ini diperoleh dari dokumen *times schedule*, RAB, serta wawancara pelaksanaan proyek. Data durasi menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan, data *predencessor* menunjukkan hubungan pekerjaan dan data biaya menunjukkan biaya yang dikeluarkan untuk setiap pekerjaan.

4.1.1 Informasi Umum



Gambar 4.1. Gambar lokasi UNISSULA

Berdasarkan data yang diperoleh dari Yayasan Badan Wakaf Sultan Agung (YBWSA), proyek ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Nama Proyek : Peninggian dan renovasi Gedung Fakultas Teknologi Industri.
- Lokasi : Jalan Raya Kaligawe Km. 04, Terboyo Kulon, Kecamatan Genuk, Kota Semarang.
- Waktu pelaksanaan : 24 Agustus 2024 – 22 Maret 2025, (181 hari kerja)
- Anggaran : 4.357.890.000,00 (Empat Miliar Tiga Ratus Lima Puluh Tujuh Juta Delapan Ratus Sembilan Puluh Ribu Rupiah).
- Jumlah pekerja : 38 Orang.
- Lingkup Pekerjaan : Pekerjaan Persiapan Lt.1, Pekerjaan Struktur Lt.1, pekerjaan Arsitektur Lt.1, dan Pekerjaan Halaman.
- Kendala yang dihadapi : Perubahan pada rencana awal yang telah disepakati, Penambahan item pekerjaan yang tidak sesuai dengan rencana awal, Setiap perubahan harus melalui proses administrasi yang meliputi penyusunan dan persetujuan dokumen resmi, sehingga membutuhkan waktu tambahan, Kurangnya memenejemen fasilitas barang bekas yang masih dapat digunakan tanpa harus membeli barang baru, Cuaca yang tidak menentu mengakibatkan keterbatasan dalam pekerjaan.

4.1.2 Daftar Pekerjaan Dan durasi

Lingkup pekerjaan dalam Proyek Peninggian Lantai 1 FTI Unisulla yang tergambar pada Kurva S yang disusun oleh kontraktor dengan penjelasan **ID** : Kode Pekerjaan, **Nama Aktivitas** : Nama Pekerjaan, **Durasi** : Waktu Pekerjaan, **Predecessor** : Hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Pelaksana dapat dilihat secara rinci pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1. Jenis Pekerjaan dan Durasi

ID	Nama Aktivitas (Pekerjaan)	Durasi	Predecessor
	PEKERJAAN Lt.1		
	PEKERJAAN PERSIAPAN Lt.1		
3	Pengukuran Dan Pasang Bouwplank	7 hari	-
4	Administrasi	7 hari	3
5	Bongkar Diding Pasangan Bata Eksisting	7 hari	3
6	Bongkar Diding Partisi Eksisting (Kaca)	7 hari	5
7	Bongkar Plafon Eksisting	7 hari	5;6
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Fakultas		
9	Pintu	7 hari	5;6
10	Jendela	7 hari	9
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Utara		
12	Pintu	7 hari	5;6
13	Jendela	7 hari	12
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Selatan		
15	Pintu	7 hari	5;6
16	Jendela	7 hari	15
17	Merapikan Jaringan Instalasi Listrik	7 hari	7
18	Bongkar Armateur Kamar Mandi	7 hari	17
	PEKERJAAN STRUKTUR Lt.1		
	A. GEDUNG FAKULTAS		

Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan dan Durasi

ID	Nama Aktivitas (Pekerjaan)	Durasi	Predecessor
21	Urugan Tanah Padas	30 hari	18
22	Pemadatan tanah urugan padas	30 hari	21
23	Langsiran Material Tanah Jarak 30 m	30 hari	21
	Balok Slof Kamar Mandi		
25	Bekisting	7 hari	18
26	Besi Ø 8 mm	7 hari	25
27	Beton Site Mix K.275	7 hari	26
	Kolom Struktur Lab		
29	Bekisting	7 hari	27
30	Besi Ø 12 mm	7 hari	29
31	Beton Site Mix K.275	7 hari	30
	Plat Lantai Mezzanine Floor Hardener		
33	Bondek	7 hari	31
34	Wiremesh Ø 8 mm	14 hari	33
35	Beton Site Mix K.275	21 hari	34
	PEKERJAAN ARS Lt.1		
	PEKERJAAN DINDING		
38	Pasangan dinding bata merah	30 hari	27;31
39	Plesteran dinding bata merah	56 hari	38
40	Acian dinding bata merah	63 hari	39
41	Sponengan dinding & kolom	63 hari	40
42	Plesteran beton tanggulan	7 hari	27;31
43	Acian beton tanggulan	7 hari	42
	Kolom Praktis 10 x 10		
45	Bekisting	7 hari	39
46	Besi Ø 8 mm	7 hari	45
47	Beton Site Mix K.275	7 hari	45;46
	Balok Latiu 10 x 15		
49	Bekisting	7 hari	47
50	Besi Ø 8 mm	7 hari	49

Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan dan Durasi

ID	Nama Aktivitas (Pekerjaan)	Durasi	Predecessor
51	Beton Site Mix K.275	7 hari	49;50
	Meja Wastafel		
53	Bekisting	7 hari	40
54	Besi Ø 8 mm	7 hari	53
55	Beton Site Mix K.275	7 hari	53;54
56	Angkur dinding pada beton struktur D10 mm	7 hari	47;51
57	Dinding Partisi Lab	28 hari	56
58	Pengecatan Partisi Lab	14 hari	57
	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI		
	A. GEDUNG FAKULTAS		
61	Granit lantai Beauty Cream 60x60 (Polished)	28 hari	40
62	Keramik lantai Lavatory/Janitor Oscar Grey 40x40	28 hari	40
63	Keramik Dinding 30x60	28 hari	40
64	Plint dinding Beauty Cream 10x60	21 hari	61
	B. GEDUNG LAB		
66	Lantai Kerja	28 hari	35
67	Floor Hardener	14 hari	66
	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA		
	PEMASANGAN KEMBALI PINTU DAN JENDELA		
	A. GEDUNG FAKULTAS		
71	Pintu	14 hari	40
72	Jendela	14 hari	71
	B. GEDUNG LAB UTARA		
74	Pintu	14 hari	40
75	Jendela	14 hari	74
	PEKERJAAN TANGGA LAB		
77	Pekerjaan Tangga Lab	21 hari	47;50
	PEKERJAAN PINTU UTAMA DAN PAPAN NAMA		
79	Pondasi bt. Kali 1:5	7 hari	21

Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan dan Durasi

ID	Nama Aktivitas (Pekerjaan)	Durasi	Predecessor
	Corbeton Gawang		
81	Begisting	7 hari	79
82	Besi D.10	7 hari	81
83	Beton Site Mix K.275	7 hari	82;81
	Sof		
85	Begisting	7 hari	83
86	Besi D.8 mm	7 hari	85
87	Beton Site Mix K.275	7 hari	86;85
88	Granit 60x60 (Gawangan Pintu Utama)	21 hari	87
89	Pintu kaca utama Tempat engsel flooring 10 mm	7 hari	88
90	Kaca mati 8 mm	7 hari	89
	PEKERJAAN PLAFON DAN FINISHING		
	A. GEDUNG FAKULTAS		
93	Pemasangan 1 m2 rangka Baja Ringan	21 hari	7;17;31
94	Pemasangan 1 m2 langit-langit gypsum board	21 hari	93
95	Drop 100-300 mm Gypsumboard 9 mm	14 hari	94
96	Pengecatan Plafon	14 hari	95
97	Mengikis dan Pengerokan permukaan Cat Dinding Lama	42 hari	4041
98	Cat dinding interior Fakultas +Lab	42 hari	97
99	Cat dinding ekterior Fakultas +Lab	7 hari	97
	B. GEDUNG LAB		
101	Casting beton expose	14 hari	31
102	Cat beton expose	14 hari	101
103	Sponengan beton expose	7 hari	101
	PEKERJAAN ELEKTRIKAL		
105	Pekerjaan Instalasi Lampu NYM 2x1,5	7 hari	93
106	Pekerjaan Instalasi Stop Kontak NYM 3x2,5	7 hari	105
107	Pekerjaan Lampu Bohlam	7 hari	106
108	Pekerjaan Lampu Balk 16 watt	7 hari	107
109	Pekerjaan Lampu Balk 8 watt	7 hari	108

Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan dan Durasi

ID	Nama Aktivitas (Pekerjaan)	Durasi	Predecessor
110	Pekerjaan Pemasangan Stop Kontak	21 hari	106
111	Pekerjaan Pemasangan Saklar Ganda	45 hari	110
112	Pekerjaan Pemasangan Saklar Tunggal	45 hari	111
113	Pekerjaan Pemasangan Power AC	49 hari	106
114	Pekerjaan Pemasangan Power Proyektor	28 hari	106
115	Pekerjaan Pemasangan Tray Kabel	21 hari	93
116	Wring Ulang Panel SDP	45 hari	113
	PEKERJAAN PLUMBING & SANITASI		
118	Instalasi pipa air bersih Pipa PVC Ø1"	7 hari	39
119	Instalasi pipa air kotor Ø3"	7 hari	27
120	Instalasi pipa air kotor Ø4"	7 hari	119
121	Kran 1/2"	14 hari	118
122	Closet Duduk	14 hari	120
123	Jet Washer	14 hari	118
124	Floor Drain	14 hari	120
125	Wastafel Meja	7 hari	121;122
	PEKERJAAN HALAMAN		
127	Pekerjaan pasang paving block area drop-off	7 hari	21;22
	pekerjaan Saluran U-ditch		
129	sponengan dinding saluran	14 hari	21;22
	Dinding Beton Tangulan Saluran H= 50 cm x 10 cm		
131	Bekisting	14 hari	129
132	Besi Ø 8 mm	14 hari	131
133	Beton Site Mix K.275	14 hari	132
	Pekerjaan Peninggian Bibir Pot Taman Area Drop-off		
135	Pasangan dinding bata merah 1 : 6	35 hari	133
136	Plesteran dinding pot taman	7 hari	135
137	Sponengan dinding pot taman	7 hari	136

Tabel 4.1. Lanjutan Jenis Pekerjaan dan Durasi

ID	Nama Aktivitas (Pekerjaan)	Durasi	Predecessor
138	Pekerjaan cat eksterior pot taman	7 hari	137
139	Urug tanah merah/ subur	7 hari	138
	Pekerjaan Anak Tangga Bagian Barat		
141	Pasang batu kali 1 : 5	7 hari	22;21
142	Plasteran samping anak tangga	7 hari	141
143	Acian samping anak tangga	7 hari	142
144	Pasang granit lantai Beauty Cream 60 x 60 anak tangga	7 hari	143
145	Pasang stepnosing anak tangga	7 hari	144
146	Pekerjaan cat eksterior samping anak tangga	7 hari	145

Keterangan : Nama Aktivitas yang tidak ada nomor ID, dan Predecessor adalah lingkup pekerjaan, Predecessor dengan angka 5;6 dan sebagainya menunjukkan bahwa pekerjaan tersebut berketergantungan dengan pekerjaan yang memiliki ID 5 dan 6

4.1.3 Biaya Pekerja

Berikut uraian biaya setiap pekerjaan yang diperoleh dari dokumentasi RAB. Pada tabel 4.2

Tabel 4.2. Biaya Pekerja

DAFTAR HARGA SATUAN UPAH			
No.	Uraian	Harga Satuan (Rp)	Satuan (Perhari)
1	Ahli Ukur	200.000,00	hari
2	Analisis Test Sondir	250.000,00	hari
3	Asisten Ahli Teknik Sondir	200.000,00	hari
4	Kepala Tukang Batu	180.000,00	hari
5	Kepala Tukang Besi	165.000,00	hari
6	Kepala Tukang Cat	165.000,00	hari
7	Kepala Tukang Grouting	165.000,00	hari
8	Kepala Tukang Kayu	165.000,00	hari
9	Kepala Tukang Plitur	165.000,00	hari

Tabel 4.2. Lanjutan Biaya Pekerja

No.	Uraian	Harga Satuan (Rp)	Satuan (Perhari)
10	Mandor	165.000,00	hari
11	Pengawas / Ahli Teknik	155.000,00	hari
12	Tenaga Angkut	220.000,00	hari
13	Tenaga Pangkas Pohon	94.355,00	hari
14	Tukang Batu	94.355,00	hari
15	Tukang Besi	150.000,00	hari
16	Tukang Grouting	150.000,00	hari
17	Tukang Kayu	150.000,00	hari
18	Tukang Ledeng	150.000,00	hari
19	Tukang Las	150.000,00	hari
20	Tukang Listrik	150.000,00	hari
21	Tukang Plitur	150.000,00	hari

4.2 Olahan Data

4.2.1 Analisis dengan Metode *Critical Path Method*

Metode *Critical Path Method* (CPM) digunakan untuk menentukan jalur kritis yang mempengaruhi durasi keseluruhan proyek. Pada proyek peninggian dan renovasi FTI, CPM membantu mengidentifikasi aktivitas yang harus diselesaikan tepat waktu agar proyek tidak terlambat. Dengan menganalisis durasi dan ketergantungan antaraktivitas, CPM menunjukkan jalur kritis dan waktu luang pada aktivitas lain, sehingga pengelolaan sumber daya dan pengendalian jadwal dapat dilakukan lebih efektif.

Dalam analisis CPM, langkah pertama adalah mengidentifikasi seluruh pekerjaan dan hubungan ketergantungan antar aktivitas, seperti :

- *Finish to Star* (FS) : Aktivitas berikutnya dapat dimulai setelah aktivitas sebelumnya selesai.
- *Star to Star* (SS) : Aktivitas berikutnya dapat dimulai bersamaan dengan dimulainya aktivitas sebelumnya.
- *Finish to Star* dengan Lag/Lead time (FS-X%) : Aktivitas berikutnya dapat dimulai setelah aktivitas sebelumnya selesai sebagian.

Selanjutnya, durasi setiap pekerjaan ditentukan untuk kemudian dilakukan perhitungan maju (*forward pass*) untuk mengetahui waktu mulai (ES- Early Start) dan waktu selesai paling awal (EF- Early Finish), serta perhitungan mundur (*backward pass*) untuk menentukan waktu mulai paling akhir (LS- Late Start) dan selesai waktu selesai paling akhir (LF- Late Finish). Dari perhitungan ini, diperoleh total float pada setiap pekerjaan yang menunjukkan fleksibilitas waktu penyelesaiannya. Aktivitas yang memiliki total float nol merupakan jalur kritis, yang harus diselesaikan tepat waktu agar proyek tidak terlambat.

4.2.2 Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

Hubungan keterkaitan antar pekerjaan menunjukkan urutan dan ketergantungan aktivitas dalam proyek. Pemahaman hubungan ini penting untuk memastikan alur kerja yang teratur dan jadwal yang tepat. Hasil dari identifikasi hubungan keterkaitan antar pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.3.



Tabel 4.3. Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor
	PEKERJAAN Lt.1		
	PEKERJAAN PERSIAPAN Lt.1		
3	Pengukuran Dan Pasang Bouwplank	7 hari	-
4	Administrasi	7 hari	3SS
5	Bongkar Diding Pasangan Bata Eksisting	7 hari	3FS-50%
6	Bongkar Diding Partisi Eksisting (Kaca)	7 hari	5SS
7	Bongkar Plafon Eksisting	7 hari	5SS;6SS
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Fakultas		
9	Pintu	7 hari	5SS;6SS
10	Jendela	7 hari	9SS
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Utara		
12	Pintu	7 hari	5SS;6SS
13	Jendela	7 hari	12SS
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Selatan		
15	Pintu	7 hari	5SS;6SS
16	Jendela	7 hari	15SS
17	Merapikan Jaringan Instalasi Listrik	7 hari	7SS
18	Bongkar Armateur Kamar Mandi	7 hari	17SS
	PEKERJAAN STRUKTUR Lt.1		
	A. GEDUNG FAKULTAS		
21	Urugan Tanah Padas	30 hari	18
22	Pemadatan tanah urugan padas	30 hari	21SS
23	Langsiran Material Tanah Jarak 30 m	30 hari	21SS
	Balok Slof Kamar Mandi		
25	Bekisting	7 hari	18
26	Besi Ø 8 mm	7 hari	25FS-50%
27	Beton Site Mix K.275	7 hari	26
	Kolom Struktur Lab		

Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor
29	Bekisting	7 hari	27
30	Besi Ø 12 mm	7 hari	29FS-50%
31	Beton Site Mix K.275	7 hari	30
	Plat Lantai Mezzanine Floor Hardener		
33	Bondek	7 hari	31
34	Wiremesh Ø 8 mm	14 hari	33
35	Beton Site Mix K.275	21 hari	34
	PEKERJAAN ARS Lt.1		
	PEKERJAAN DINDING		
38	Pasangan dinding bata merah	30 hari	27FS-70%;31FS-70%
39	Plesteran dinding bata merah	56 hari	38FS-70%
40	Acian dinding bata merah	63 hari	39FS-70%
41	Sponengan dinding & kolom	63 hari	40FS-70%
42	Plesteran beton tanggulan	7 hari	27;31
43	Acian beton tanggulan	7 hari	42
	Kolom Praktis 10 x 10		
45	Bekisting	7 hari	39SS
46	Besi Ø 8 mm	7 hari	45SS
47	Beton Site Mix K.275	7 hari	45;46
	Balok Latiu 10 x 15		
49	Bekisting	7 hari	47
50	Besi Ø 8 mm	7 hari	49SS
51	Beton Site Mix K.275	7 hari	49;50
	Meja Wastafel		
53	Bekisting	7 hari	40SS
54	Besi Ø 8 mm	7 hari	53
55	Beton Site Mix K.275	7 hari	53;54
56	Angkur dinding pada beton struktur D10 mm	7 hari	47;51
57	Dinding Partisi Lab	28 hari	56

Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor
58	Pengecatan Partisi Lab	14 hari	57
	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI		
	A. GEDUNG FAKULTAS		
61	Granit lantai Beauty Cream 60x60 (Polished)	28 hari	40
62	Keramik lantai Lavatory/Janitor Oscar Grey 40x40	28 hari	40
63	Keramik Dinding 30x60	28 hari	40
64	Plint dinding Beauty Cream 10x60	21 hari	61FS-50%
	B. GEDUNG LAB		
66	Lantai Kerja	28 hari	35
67	Floor Hardener	14 hari	66
	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA		
	PEMASANGAN KEMBALI PINTU DAN JENDELA		
	A. GEDUNG FAKULTAS		
71	Pintu	14 hari	40
72	Jendela	14 hari	71SS
	B. GEDUNG LAB UTARA		
74	Pintu	14 hari	40
75	Jendela	14 hari	74SS
	PEKERJAAN TANGGA LAB		
77	Pekerjaan Tangga Lab	21 hari	47;50
	PEKERJAAN PINTU UTAMA DAN PAPAN NAMA		
79	Pondasi bt. Kali 1:5	7 hari	21
	Corbeton Gawang		
81	Begisting	7 hari	79
82	Besi D.10	7 hari	81SS
83	Beton Site Mix K.275	7 hari	82;81
	Sof		
85	Begisting	7 hari	83

Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor
86	Besi D.8 mm	7 hari	85SS
87	Beton Site Mix K.275	7 hari	86;85
88	Granit 60x60 (Gawangan Pintu Utama)	21 hari	87
89	Pintu kaca utama Tempat engsel floorhing 10 mm	7 hari	88
90	Kaca mati 8 mm	7 hari	89
	PEKERJAAN PLAFON DAN FINISHING		
	A. GEDUNG FAKULTAS		
93	Pemasangan 1 m2 rangka Baja Ringan	21 hari	7;17;31
94	Pemasangan 1 m2 langit-langit gypsum board	21 hari	93
95	Drop 100-300 mm Gyipsumboard 9 mm	14 hari	94FS-50%
96	Pengecatan Plafon	14 hari	95
97	Mengikis dan Pengerokan permukaan Cat Dinding Lama	42 hari	40FS-50%;41FS-50%
98	Cat dinding interior Fakultas +Lab	42 hari	97FS-55%
99	Cat dinding ekterior Fakultas +Lab	7 hari	97
	B. GEDUNG LAB		
101	Casting beton expose	14 hari	31
102	Cat beton expose	14 hari	101FS+2 days
103	Sponengan beton expose	7 hari	101FS+1 day
	PEKERJAAN ELEKTRIKAL		
105	Pekerjaan Instalasi Lampu NYM 2x1,5	7 hari	93
106	Pekerjaan Instalasi Stop Kontak NYM 3x2,5	7 hari	105SS
107	Pekerjaan Lampu Bohlam	7 hari	106SS
108	Pekerjaan Lampu Balk 16 watt	7 hari	107SS
109	Pekerjaan Lampu Balk 8 watt	7 hari	108SS
110	Pekerjaan Pemasangan Stop Kontak	21 hari	106SS
111	Pekerjaan Pemasangan Saklar Ganda	45 hari	110SS
112	Pekerjaan Pemasangan Saklar Tunggal	45 hari	111SS
113	Pekerjaan Pemasangan Power AC	49 hari	106FS-50%
114	Pekerjaan Pemasangan Power Proyektor	28 hari	106FS-50%

Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor
115	Pekerjaan Pemasangan Tray Kabel	21 hari	93
116	Wring Ulang Panel SDP	45 hari	113FS-50%
	PEKERJAAN PLUMBING & SANTASI		
118	Instalasi pipa air bersih Pipa PVC Ø1"	7 hari	39
119	Instalasi pipa air kotor 'Ø3"	7 hari	27
120	Instalasi pipa air kotor 'Ø4"	7 hari	119SS
121	Kran 1/2"	14 hari	118SS
122	Closet Duduk	14 hari	120SS
123	Jet Washer	14 hari	118SS
124	Floor Drain	14 hari	120SS
125	Wastafel Meja	7 hari	121FS-50%;122FS-50%
	PEKERJAAN HALAMAN		
127	Pekerjaan pasang paving block area drop-off	7 hari	21;22
	pekerjaan Saluran U-ditch		
129	sponengan dinding saluran	14 hari	21;22
	Dinding Beton Tangulan Saluran H= 50 cm x 10 cm		
131	Bekisting	14 hari	129
132	Besi Ø 8 mm	14 hari	131FS-50%
133	Beton Site Mix K.275	14 hari	132FS-50%
	Pekerjaan Peninggian Bibir Pot Taman Area Drop-off		
135	Pasangan dinding bata merah 1 : 6	35 hari	133
136	Plesteran dinding pot taman	7 hari	135FS-50%
137	Sponengan dinding pot taman	7 hari	136FS-50%
138	Pekerjaan cat eksterior pot taman	7 hari	137FS-50%
139	Urug tanah merah/ subur	7 hari	138SS
131	Bekisting	14 hari	129
132	Besi Ø 8 mm	14 hari	131FS-50%

Tabel 4.3. Lanjutan Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor
133	Beton Site Mix K.275	14 hari	132FS-50%
133	Beton Site Mix K.275	14 hari	132FS-50%
	Pekerjaan Peninggian Bibir Pot Taman Area Drop-off		
135	Pasangan dinding bata merah 1 : 6	35 hari	133
136	Plesteran dinding pot taman	7 hari	135FS-50%
137	Sponengan dinding pot taman	7 hari	136FS-50%
138	Pekerjaan cat eksterior pot taman	7 hari	137FS-50%
139	Urug tanah merah/ subur	7 hari	138SS
	Pekerjaan Anak Tangga Bagian Barat		
141	Pasang batu kali 1 : 5	7 hari	22;21
142	Plasteran samping anak tangga	7 hari	141FS-50%
143	Acian samping anak tangga	7 hari	142FS-50%
144	Pasang granit lantai Beauty Cream 60 x 60 anak tangga	7 hari	143FS-50%
145	Pasang stepnosing anak tangga	7 hari	144
146	Pekerjaan cat eksterior samping anak tangga	7 hari	145

Keterangan : Predencessor dengan angka 3FS-50% dan sebagainya menunjukkan bahwa pekerjaan tersebut di mulai setelah pekerjaan sebelumnya selesai sebagian, dan Predencessor dengan angka 101FS+2 day dan sebagainya menunjukkan bahwa pekerjaan tersebut dimulai 2 hari setelah pekerjaan sebelumnya telah selesai,

4.2.3 Analisa Hitungan Maju (*Forward Pass*)

Perhitungan maju (*forward pass*) bertujuan menentukan waktu mulai (ES- *Early Start*) dan waktu selesai paling awal (EF- *Early Finish*), dimulai dari aktivitas pertama dengan waktu mulai nol. Proses ini dilakukan sesuai urutan ketergantungan dan durasi tiap aktivitas. Hasil dari analisis hitungan maju (*forward pass*) dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Analisis Hitungan Maju (*Forward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF
	PEKERJAAN Lt.1				
	PEKERJAAN PERSIAPAN Lt.1				
3	Pengukuran Dan Pasang Bouwplank	7 hari	-	1	7
4	Administrasi	7 hari	3SS	1	7
5	Bongkar Diding Pasangan Bata Eksisting	7 hari	3FS-50%	4	10
6	Bongkar Diding Partisi Eksisting (Kaca)	7 hari	5SS	4	10
7	Bongkar Plafon Eksisting	7 hari	5SS;6SS	4	10
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Fakultas				
9	Pintu	7 hari	5SS;6SS	4	10
10	Jendela	7 hari	9SS	4	10
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Utara				
12	Pintu	7 hari	5SS;6SS	4	10
13	Jendela	7 hari	12SS	4	10
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Selatan				
15	Pintu	7 hari	5SS;6SS	4	10
16	Jendela	7 hari	15SS	4	10
17	Merapikan Jaringan Instalasi Listrik	7 hari	7SS	4	10
18	Bongkar Armateur Kamar Mandi	7 hari	17SS	4	10

Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (*Forward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF
	PEKERJAAN STRUKTUR Lt.1				
	A. GEDUNG FAKULTAS				
21	Urugan Tanah Padas	30 hari	18	11	40
22	Pemadatan tanah urugan padas	30 hari	21SS	11	40
23	Langsiran Material Tanah Jarak 30 m	30 hari	21SS	11	40
	Balok Slof Kamar Mandi				
25	Bekisting	7 hari	18	11	17
26	Besi Ø 8 mm	7 hari	25FS-50%	14	20
27	Beton Site Mix K.275	7 hari	26	21	27
	Kolom Struktur Lab				
29	Bekisting	7 hari	27	28	34
30	Besi Ø 12 mm	7 hari	29FS-50%	31	37
31	Beton Site Mix K.275	7 hari	30	38	44
	Plat Lantai Mezzanine Floor Hardener				
33	Bondek	7 hari	31	45	51
34	Wiremesh Ø 8 mm	14 hari	33	52	65
35	Beton Site Mix K.275	21 hari	34	66	86
	PEKERJAAN ARS Lt.1				
	PEKERJAAN DINDING				
38	Pasangan dinding bata merah	30 hari	27FS-70%;31FS-70%	36	65
39	Plesteran dinding bata merah	56 hari	38FS-70%	57	112
40	Acian dinding bata merah	63 hari	39FS-70%	96	158
41	Sponengan dinding & kolom	63 hari	40FS-70%	140	173
42	Plesteran beton tanggulan	7 hari	27;31	45	51
43	Acian beton tanggulan	7 hari	42	52	58
	Kolom Praktis 10 x 10				
45	Bekisting	7 hari	39SS	57	63
46	Besi Ø 8 mm	7 hari	45SS	57	63
47	Beton Site Mix K.275	7 hari	45;46	64	70

Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (*Forward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF
	Balok Latiu 10 x 15				
49	Bekisting	7 hari	47	71	77
50	Besi Ø 8 mm	7 hari	49SS	71	77
51	Beton Site Mix K.275	7 hari	49;50	78	84
	Meja Wastafel				
53	Bekisting	7 hari	40SS	96	102
54	Besi Ø 8 mm	7 hari	53	103	109
55	Beton Site Mix K.275	7 hari	53;54	110	116
56	Angkur dinding pada beton struktur D10 mm	7 hari	47;51	85	91
57	Dinding Partisi Lab	28 hari	56	92	119
58	Pengecatan Partisi Lab	14 hari	57	120	133
	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI				
	A. GEDUNG FAKULTAS				
61	Granit lantai Beauty Cream 60x60 (Polished)	28 hari	40	159	186
62	Keramik lantai Lavatory/Janitor Oscar Grey 40x40	28 hari	40	159	186
63	Keramik Dinding 30x60	28 hari	40	159	186
64	Plint dinding Beauty Cream 10x60	21 hari	61FS-50%	173	193
	B. GEDUNG LAB				
66	Lantai Kerja	28 hari	35	87	114
67	Floor Hardener	14 hari	66	115	128
	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA				
	PEMASANGAN KEMBALI PINTU DAN JENDELA				
	A. GEDUNG FAKULTAS				
71	Pintu	14 hari	40	159	172
72	Jendela	14 hari	71SS	159	172
	B. GEDUNG LAB UTARA				
74	Pintu	14 hari	40	159	172

Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (*Forward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF
75	Jendela	14 hari	74SS	159	172
	PEKERJAAN TANGGA LAB				
77	Pekerjaan Tangga Lab	21 hari	47;50	78	98
	PEKERJAAN PINTU UTAMA DAN PAPAN NAMA				
79	Pondasi bt. Kali 1:5	7 hari	21	41	47
	Corbeton Gawang				
81	Begisting	7 hari	79	48	54
82	Besi D.10	7 hari	81SS	48	54
83	Beton Site Mix K.275	7 hari	82;81	55	61
	Sof				
85	Begisting	7 hari	83	62	68
86	Besi D.8 mm	7 hari	85SS	62	68
87	Beton Site Mix K.275	7 hari	86;85	69	75
88	Granit 60x60 (Gawangan Pintu Utama)	21 hari	87	76	96
89	Pintu kaca utama Tempat engsel flooring 10 mm	7 hari	88	97	103
90	Kaca mati 8 mm	7 hari	89	104	110
	PEKERJAAN PLAFON DAN FINISHING				
	A. GEDUNG FAKULTAS				
93	Pemasangan 1 m2 rangka Baja Ringan	21 hari	7;17;31	45	65
94	Pemasangan 1 m2 langit-langit gypsum board	21 hari	93	66	86
95	Drop 100-300 mm Gyipsumboard 9 mm	14 hari	94FS-50%	76	89
96	Pengecatan Plafon	14 hari	95	90	103
97	Mengikis dan Pengerokan permukaan Cat Dinding Lama	42 hari	40FS-50%;41FS-50%	127	168
98	Cat dinding interior Fakultas +Lab	42 hari	97FS-55%	150	191
99	Cat dinding ekterior Fakultas +Lab	7 hari	97	169	175

Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (*Forward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF
	B. GEDUNG LAB				
101	Casting beton expose	14 hari	31	45	58
102	Cat beton expose	14 hari	101FS+2 days	61	74
103	Sponengan beton expose	7 hari	101FS+1 day	60	66
	PEKERJAAN ELEKTRIKAL				
105	Pekerjaan Instalasi Lampu NYM 2x1,5	7 hari	93	66	72
106	Pekerjaan Instalasi Stop Kontak NYM 3x2,5	7 hari	105SS	66	72
107	Pekerjaan Lampu Bohlam	7 hari	106SS	66	72
108	Pekerjaan Lampu Balk 16 watt	7 hari	107SS	66	72
109	Pekerjaan Lampu Balk 8 watt	7 hari	108SS	66	72
110	Pekerjaan Pemasangan Stop Kontak	21 hari	106SS	66	86
111	Pekerjaan Pemasangan Saklar Ganda	45 hari	110SS	66	110
112	Pekerjaan Pemasangan Saklar Tunggal	45 hari	111SS	66	110
113	Pekerjaan Pemasangan Power AC	49 hari	106FS-50%	66	114
114	Pekerjaan Pemasangan Power Proyektor	28 hari	106FS-50%	66	93
115	Pekerjaan Pemasangan Tray Kabel	21 hari	93	66	86
116	Wring Ulang Panel SDP	45 hari	113FS-50%	90	134
	PEKERJAAN PLUMBING & SANITASI				
118	Instalasi pipa air bersih Pipa PVC Ø1"	7 hari	39	113	119

Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (Forward Pass) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF
119	Instalasi pipa air kotor 'Ø3"	7 hari	27	28	34
120	Instalasi pipa air kotor 'Ø4"	7 hari	119SS	28	34
121	Kran 1/2"	14 hari	118SS	113	126
122	Closet Duduk	14 hari	120SS	28	41
123	Jet Washer	14 hari	118SS	113	126
124	Floor Drain	14 hari	120SS	28	41
125	Wastafel Meja	7 hari	121FS-50%;122FS-50%	120	126
	PEKERJAAN HALAMAN				
127	Pekerjaan pasang paving block area drop-off	7 hari	21;22	41	47
	pekerjaan Saluran U-ditch				
129	sponengan dinding saluran	14 hari	21;22	41	54
	Dinding Beton Tangulan Saluran H= 50 cm x 10 cm				
131	Bekisting	14 hari	129	55	68
132	Besi Ø 8 mm	14 hari	131FS-50%	62	75
133	Beton Site Mix K.275	14 hari	132FS-50%	69	82
	Pekerjaan Peninggian Bibir Pot Taman Area Drop-off				
135	Pasangan dinding bata merah 1 : 6	35 hari	133	83	117
136	Plesteran dinding pot taman	7 hari	135FS-50%	100	106
137	Sponengan dinding pot taman	7 hari	136FS-50%	103	109
138	Pekerjaan cat eksterior pot taman	7 hari	137FS-50%	106	112
139	Urug tanah merah/ subur	7 hari	138SS	106	112
	Pekerjaan Anak Tangga Bagian Barat				
141	Pasang batu kali 1 : 5	7 hari	22;21	41	47
142	Plasteran samping anak tangga	7 hari	141FS-50%	44	50
143	Acian samping anak tangga	7 hari	142FS-50%	47	53

Tabel 4.4. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Maju (*Forward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF
144	Pasang granit lantai Beauty Cream 60 x 60 anak tangga	7 hari	143FS-50%	50	56

Hasil analisis perhitungan maju (*forward pass*) pada Tabel 4.3 diperoleh waktu untuk menyelesaikan Proyek Peninggian dan Renovasi FTI Unisulla adalah 31 minggu.

4.2.4 Analisa Hitungan Mundur (*Backward Pass*)

Perhitungan mundur (*backward pass*) digunakan untuk menentukan waktu mulai paling akhir (LF- Late Finish) dan waktu selesai paling akhir setiap aktivitas. Dimulai dari aktivitas terakhir, perhitungan dilakukan mundur berdasarkan durasi, dengan acuan hasil *forward pass*. Hasil analisis perhitungan mundur (*backward pass*) ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Analisis Hitungan Mundur (*Backward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	LS	LF
	PEKERJAAN Lt.1				
	PEKERJAAN PERSIAPAN Lt.1				
3	Pengukuran Dan Pasang Bouwplank	7 hari	-	1	7
4	Administrasi	7 hari	3SS	1	7
5	Bongkar Diding Pasangan Bata Eksisting	7 hari	3FS-50%	4	10
6	Bongkar Diding Partisi Eksisting (Kaca)	7 hari	5SS	4	10
7	Bongkar Plafon Eksisting	7 hari	5SS;6SS	4	10
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Fakultas				
9	Pintu	7 hari	5SS;6SS	12	18
10	Jendela	7 hari	9SS	12	18
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Utara				

Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (*Backward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	LS	LF
12	Pintu	7 hari	5SS;6SS	12	18
13	Jendela	7 hari	12SS	12	18
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Selatan				
15	Pintu	7 hari	5SS;6SS	12	18
16	Jendela	7 hari	15SS	12	18
17	Merapikan Jaringan Instalasi Listrik	7 hari	7SS	4	10
18	Bongkar Armateur Kamar Mandi	7 hari	17SS	4	10
	PEKERJAAN STRUKTUR Lt.1				
	A. GEDUNG FAKULTAS				
21	Urugan Tanah Padas	30 hari	18	11	40
22	Pemadatan tanah urugan padas	30 hari	21SS	11	40
23	Langsiran Material Tanah Jarak 30 m	30 hari	21SS	23	52
	Balok Slof Kamar Mandi				
25	Bekisting	7 hari	18	33	39
26	Besi Ø 8 mm	7 hari	25FS-50%	36	42
27	Beton Site Mix K.275	7 hari	26	43	49
	Kolom Struktur Lab				
29	Bekisting	7 hari	27	28	34
30	Besi Ø 12 mm	7 hari	29FS-50%	31	37
31	Beton Site Mix K.275	7 hari	30	38	44
	Plat Lantai Mezzanine Floor Hardener				
33	Bondek	7 hari	31	45	51
34	Wiremesh Ø 8 mm	14 hari	33	52	65
35	Beton Site Mix K.275	21 hari	34	66	86
	PEKERJAAN ARS Lt.1				
	PEKERJAAN DINDING				
38	Pasangan dinding bata merah	30 hari	27FS-70%;31FS-70%	36	65

Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (*Backward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	LS	LF
39	Plesteran dinding bata merah	56 hari	38FS-70%	57	112
40	Acian dinding bata merah	63 hari	39FS-70%	96	158
41	Sponengan dinding & kolom	63 hari	40FS-70%	140	173
42	Plesteran beton tanggulan	7 hari	27;31	109	115
43	Acian beton tanggulan	7 hari	42	116	122
	Kolom Praktis 10 x 10				
45	Bekisting	7 hari	39SS	106	112
46	Besi Ø 8 mm	7 hari	45SS	106	112
47	Beton Site Mix K.275	7 hari	45;46	113	119
	Balok Latiu 10 x 15				
49	Bekisting	7 hari	47	119	125
50	Besi Ø 8 mm	7 hari	49SS	119	125
51	Beton Site Mix K.275	7 hari	49;50	126	132
	Meja Wastafel				
53	Bekisting	7 hari	40SS	150	156
54	Besi Ø 8 mm	7 hari	53	157	163
55	Beton Site Mix K.275	7 hari	53;54	164	170
56	Angkur dinding pada beton struktur D10 mm	7 hari	47;51	133	139
57	Dinding Partisi Lab	28 hari	56	140	167
58	Pengecatan Partisi Lab	14 hari	57	168	181
	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI				
	A. GEDUNG FAKULTAS				
61	Granit lantai Beauty Cream 60x60 (Polished)	28 hari	40	159	186
62	Keramik lantai Lavatory/Janitor Oscar Grey 40x40	28 hari	40	159	186
63	Keramik Dinding 30x60	28 hari	40	159	186
64	Plint dinding Beauty Cream 10x60	21 hari	61FS-50%	173	193
	B. GEDUNG LAB				
66	Lantai Kerja	28 hari	35	87	114

Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (*Backward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	LS	LF
67	Floor Hardener	14 hari	66	115	128
	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA				
	PEMASANGAN KEMBALI PINTU DAN JENDELA				
	A. GEDUNG FAKULTAS				
71	Pintu	14 hari	40	174	187
72	Jendela	14 hari	71SS	174	187
	B. GEDUNG LAB UTARA				
74	Pintu	14 hari	40	174	187
75	Jendela	14 hari	74SS	174	187
	PEKERJAAN TANGGA LAB				
77	Pekerjaan Tangga Lab	21 hari	47;50	126	146
	PEKERJAAN PINTU UTAMA DAN PAPAN NAMA				
79	Pondasi bt. Kali 1:5	7 hari	21	174	180
	Corbeton Gawang				
81	Begisting	7 hari	79	181	187
82	Besi D.10	7 hari	81SS	181	187
83	Beton Site Mix K.275	7 hari	82;81	188	194
	Sof				
85	Begisting	7 hari	83	195	201
86	Besi D.8 mm	7 hari	85SS	195	201
87	Beton Site Mix K.275	7 hari	86;85	202	208
88	Granit 60x60 (Gawangan Pintu Utama)	21 hari	87	209	229
89	Pintu kaca utama Tempat engsel floorhing 10 mm	7 hari	88	230	236
90	Kaca mati 8 mm	7 hari	89	237	243
	PEKERJAAN PLAFON DAN FINISHING				
	A. GEDUNG FAKULTAS				

Tabel 4.5. Hasil Analisis Hitungan Mundur (*Backward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	LS	LF
93	Pemasangan 1 m2 rangka Baja Ringan	21 hari	7;17;31	45	65
94	Pemasangan 1 m2 langit-langit gypsum board	21 hari	93	66	86
95	Drop 100-300 mm Gypsumboard 9 mm	14 hari	94FS-50%	76	89
96	Pengecatan Plafon	14 hari	95	167	180
97	Mengikis dan Pengerokan permukaan Cat Dinding Lama	42 hari	40FS-50%;41FS-50%	127	168
98	Cat dinding interior Fakultas +Lab	42 hari	97FS-55%	150	191
99	Cat dinding ekterior Fakultas +Lab	7 hari	97	194	200
	B. GEDUNG LAB				
101	Casting beton expose	14 hari	31	167	180
102	Cat beton expose	14 hari	101FS+2 days	183	196
103	Sponengan beton expose	7 hari	101FS+1 day	181	187
	PEKERJAAN ELEKTRIKAL				
105	Pekerjaan Instalasi Lampu NYM 2x1,5	7 hari	93	175	181
106	Pekerjaan Instalasi Stop Kontak NYM 3x2,5	7 hari	105SS	175	181
107	Pekerjaan Lampu Bohlam	7 hari	106SS	175	181
108	Pekerjaan Lampu Balk 16 watt	7 hari	107SS	175	181
109	Pekerjaan Lampu Balk 8 watt	7 hari	108SS	175	181
110	Pekerjaan Pemasangan Stop Kontak	21 hari	106SS	175	195
111	Pekerjaan Pemasangan Saklar Ganda	45 hari	110SS	175	219
112	Pekerjaan Pemasangan Saklar Tunggal	45 hari	111SS	175	219
113	Pekerjaan Pemasangan Power AC	49 hari	106FS-50%	142	190
114	Pekerjaan Pemasangan Power Proyektor	28 hari	106FS-50%	163	190
115	Pekerjaan Pemasangan Tray Kabel	21 hari	93	170	190
116	Wring Ulang Panel SDP	45 hari	113FS-50%	146	190

Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (*Backward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	LS	LF
93	Pemasangan 1 m2 rangka Baja Ringan	21 hari	7;17;31	45	65
	PEKERJAAN PLUMBING & SANITASI				
118	Instalasi pipa air bersih Pipa PVC Ø1"	7 hari	39	184	190
119	Instalasi pipa air kotor 'Ø3"	7 hari	27	184	190
120	Instalasi pipa air kotor 'Ø4"	7 hari	119SS	184	190
121	Kran 1/2"	14 hari	118SS	177	190
122	Closet Duduk	14 hari	120SS	177	190
123	Jet Washer	14 hari	118SS	177	190
124	Floor Drain	14 hari	120SS	177	190
125	Wastafel Meja	7 hari	121FS-50%;122FS-50%	184	190
	PEKERJAAN HALAMAN				
127	Pekerjaan pasang paving block area drop-off	7 hari	21;22	184	190
	pekerjaan Saluran U-ditch				
129	sponengan dinding saluran	14 hari	21;22	177	190
	Dinding Beton Tangulan Saluran H= 50 cm x 10 cm				
131	Bekisting	14 hari	129	153	166
132	Besi Ø 8 mm	14 hari	131FS-50%	160	173
133	Beton Site Mix K.275	14 hari	132FS-50%	167	180
	Pekerjaan Peninggian Bibir Pot Taman Area Drop-off				
135	Pasangan dinding bata merah 1 : 6	35 hari	133	156	190
136	Plesteran dinding pot taman	7 hari	135FS-50%	174	180
137	Sponengan dinding pot taman	7 hari	136FS-50%	177	183
138	Pekerjaan cat eksterior pot taman	7 hari	137FS-50%	184	190
139	Urug tanah merah/ subur	7 hari	138SS	184	190
	Pekerjaan Anak Tangga Bagian Barat				

Tabel 4.5. Lanjutan Hasil Analisis Hitungan Mundur (*Backward Pass*) CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	LS	LF
141	Pasang batu kali 1 : 5	7 hari	22;21	160	166
142	Plasteran samping anak tangga	7 hari	141FS-50%	163	169
143	Acian samping anak tangga	7 hari	142FS-50%	166	172
144	Pasang granit lantai Beauty Cream 60 x 60 anak tangga	7 hari	143FS-50%	169	175
145	Pasang stepnosing anak tangga	7 hari	144	176	182
146	Pekerjaan cat eksterior samping anak tangga	7 hari	145	184	190

Hasil analisis perhitungan mundur (*backward pass*) pada Tabel 4.4 diperoleh waktu untuk menyelesaikan Proyek Peninggian dan Renovasi FTI Unisulla adalah 31 minggu, dengan 6 hari kerja

4.2.5 Total Float pada Setiap Pekerjaan

Total *float* menunjukkan jumlah waktu luang yang dimiliki suatu aktivitas tanpa memengaruhi durasi keseluruhan proyek. Nilai ini diperoleh dari selisih antara waktu mulai paling akhir dan waktu mulai paling awal, atau antara waktu selesai paling akhir dan waktu selesai paling awal. Aktivitas dengan total *float* nol berada di jalur kritis dan harus diselesaikan tepat waktu. Hasil perhitungan total *float* tiap pekerjaan ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Analisis Total Float CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
	PEKERJAAN Lt.1							
	PEKERJAAN PERSIAPAN Lt.1							
3	Pengukuran Dan Pasang Bouwplank	7 hari	-	1	7	1	7	3
4	Administrasi	7 hari	3SS	1	7	1	7	4
5	Bongkar Diding Pasangan Bata Eksisting	7 hari	3FS-50%	4	10	4	10	5

Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total Float CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
6	Bongkar Diding Partisi Eksisting (Kaca)	7 hari	5SS	4	10	4	10	6
7	Bongkar Plafon Eksisting	7 hari	5SS;6SS	4	10	4	10	7
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Fakultas							
9	Pintu	7 hari	5SS;6SS	4	10	12	18	8
10	Jendela	7 hari	9SS	4	10	12	18	8
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Utara							
12	Pintu	7 hari	5SS;6SS	4	10	12	18	8
13	Jendela	7 hari	12SS	4	10	12	18	8
	Bongkar Pintu Dan Jendela Eksisting Gedung Lab Selatan							
15	Pintu	7 hari	5SS;6SS	4	10	12	18	8
16	Jendela	7 hari	15SS	4	10	12	18	8
17	Merapikan Jaringan Istalasi Listrik	7 hari	7SS	4	10	4	10	0
18	Bongkar Armateur Kamar Mandi	7 hari	17SS	4	10	4	10	0
	PEKERJAAN STRUKTUR Lt.1							
	A. GEDUNG FAKULTAS							
21	Urugan Tanah Padas	30 hari	18	11	40	11	40	0
22	Pemadatan tanah urugan padas	30 hari	21SS	11	40	11	40	0

Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total *Float* CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
23	Langsiran Material Tanah Jarak 30 m	30 hari	21SS	11	40	23	52	12
	Balok Slof Kamar Mandi							
25	Bekisting	7 hari	18	11	17	33	39	22
26	Besi Ø 8 mm	7 hari	25FS-50%	14	20	36	42	22
27	Beton Site Mix K.275	7 hari	26	21	27	43	49	22
	Kolom Struktur Lab							
29	Bekisting	7 hari	27	28	34	28	34	0
30	Besi Ø 12 mm	7 hari	29FS-50%	31	37	31	37	0
31	Beton Site Mix K.275	7 hari	30	38	44	38	44	0
	Plat Lantai Mezzanine Floor Hardener							
33	Bondek	7 hari	31	45	51	45	51	0
34	Wiremesh Ø 8 mm	14 hari	33	52	65	52	65	0
35	Beton Site Mix K.275	21 hari	34	66	86	66	86	0
	PEKERJAAN ARS Lt.1							
	PEKERJAAN DINDING							
38	Pasangan dinding bata merah	30 hari	27FS-70%;31FS-70%	36	65	36	65	0
39	Plesteran dinding bata merah	56 hari	38FS-70%	57	112	57	112	0
40	Acian dinding bata merah	63 hari	39FS-70%	96	158	96	158	0
41	Sponengan dinding & kolom	63 hari	40FS-70%	140	173	140	173	0
42	Plesteran beton tanggulan	7 hari	27;31	45	51	109	115	64

Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total *Float* CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
43	Acian beton tanggulan	7 hari	42	52	58	116	122	64
	Kolom Praktis 10 x 10							
45	Bekisting	7 hari	39SS	57	63	106	112	49
46	Besi Ø 8 mm	7 hari	45SS	57	63	106	112	49
47	Beton Site Mix K.275	7 hari	45;46	64	70	113	119	49
	Balok Latiu 10 x 15							
49	Bekisting	7 hari	47	71	77	119	125	48
50	Besi Ø 8 mm	7 hari	49SS	71	77	119	125	48
51	Beton Site Mix K.275	7 hari	49;50	78	84	126	132	48
	Meja Wastafel							
53	Bekisting	7 hari	40SS	96	102	150	156	54
54	Besi Ø 8 mm	7 hari	53	103	109	157	163	54
55	Beton Site Mix K.275	7 hari	53;54	110	116	164	170	54
56	Angkur dinding pada beton struktur D10 mm	7 hari	47;51	85	91	133	139	48
57	Dinding Partisi Lab	28 hari	56	92	119	140	167	48
58	Pengecatan Partisi Lab	14 hari	57	120	133	168	181	48
	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI							
	A. GEDUNG FAKULTAS							
61	Granit lantai Beauty Cream 60x60 (Polished)	28 hari	40	159	186	159	186	0
62	Keramik lantai Lavatory/Janitor Oscar Grey 40x40	28 hari	40	159	186	159	186	0
63	Keramik Dinding 30x60	28 hari	40	159	186	159	186	0
64	Plint dinding Beauty Cream 10x60	21 hari	61FS-50%	173	193	173	193	0

Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total *Float* CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
	B. GEDUNG LAB							
66	Lantai Kerja	28 hari	35	87	114	87	114	0
67	Floor Hardenner	14 hari	66	115	128	115	128	0
	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA							
	PEMASANGAN KEMBALI PINTU DAN JENDELA							
	A. GEDUNG FAKULTAS							
71	Pintu	14 hari	40	159	172	174	187	15
72	Jendela	14 hari	71SS	159	172	174	187	15
	B.GEDUNG LAB UTARA							
74	Pintu	14 hari	40	159	172	174	187	15
75	Jendela	14 hari	74SS	159	172	174	187	15
	PEKERJAAN TANGGA LAB							
77	Pekerjaan Tangga Lab	21 hari	47;50	78	98	126	146	48
	PEKERJAAN PINTU UTAMA DAN PAPAN NAMA							
79	Pondasi bt. Kali 1:5	7 hari	21	41	47	174	180	133
	Corbeton Gawang							
81	Begisting	7 hari	79	48	54	181	187	133
82	Besi D.10	7 hari	81SS	48	54	181	187	133
83	Beton Site Mix K.275	7 hari	82;81	55	61	188	194	133
	Sof							
85	Begisting	7 hari	83	62	68	195	201	133
86	Besi D.8 mm	7 hari	85SS	62	68	195	201	133

Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total *Float* CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
87	Beton Site Mix K.275	7 hari	86;85	69	75	202	208	133
88	Granit 60x60 (Gawangan Pintu Utama)	21 hari	87	76	96	209	229	133
89	Pintu kaca utama Tempat engsel floorhing 10 mm	7 hari	88	97	103	230	236	133
90	Kaca mati 8 mm	7 hari	89	104	110	237	243	133
	PEKERJAAN PLAFON DAN FINISHING							
	A. GEDUNG FAKULTAS							
93	Pemasangan 1 m2 rangka Baja Ringan	21 hari	7;17;31	45	65	45	65	0
94	Pemasangan 1 m2 langit-langit gypsum board	21 hari	93	66	86	66	86	0
95	Drop 100-300 mm Gypsumboard 9 mm	14 hari	94FS-50%	76	89	76	89	0
96	Pengecatan Plafon	14 hari	95	90	103	167	180	77
97	Mengikis dan Pengerokan permukaan Cat Dinding Lama	42 hari	40FS- 50%;41FS- 50%	127	168	127	168	0
98	Cat dinding interior Fakultas +Lab	42 hari	97FS-55%	150	191	150	191	0
99	Cat dinding ekterior Fakultas +Lab	7 hari	97	169	175	194	200	25
	B. GEDUNG LAB							

Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total *Float* CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
101	Casting beton exspose	14 hari	31	45	58	167	180	122
102	Cat beton expose	14 hari	101FS+2 days	61	74	183	196	122
103	Sponengan beton expose	7 hari	101FS+1 day	60	66	181	187	121
	PEKERJAAN ELEKTRIKAL							
105	Pekerjaan Instalasi Lampu NYM 2x1,5	7 hari	93	66	72	175	181	109
106	Pekerjaan Instalasi Stop Kontak NYM 3x2,5	7 hari	105SS	66	72	175	181	109
107	Pekerjaan Lampu Bohlam	7 hari	106SS	66	72	175	181	109
108	Pekerjaan Lampu Balk 16 watt	7 hari	107SS	66	72	175	181	109
109	Pekerjaan Lampu Balk 8 watt	7 hari	108SS	66	72	175	181	109
110	Pekerjaan Pemasangan Stop Kontak	21 hari	106SS	66	86	175	195	109
111	Pekerjaan Pemasangan Saklar Ganda	45 hari	110SS	66	110	175	219	109
112	Pekerjaan Pemasangan Saklar Tunggal	45 hari	111SS	66	110	175	219	109
113	Pekerjaan Pemasangan Power AC	49 hari	106FS-50%	66	114	142	190	76

Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total *Float* CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
114	Pekerjaan Pemasangan Power Proyektor	28 hari	106FS-50%	66	93	163	190	97
115	Pekerjaan Pemasangan Tray Kabel	21 hari	93	66	86	170	190	104
116	Wring Ulang Panel SDP	45 hari	113FS-50%	90	134	146	190	56
	PEKERJAAN PLUMBING & SANITASI							
118	Instalasi pipa air bersih Pipa PVC Ø1"	7 hari	39	113	119	184	190	71
119	Instalasi pipa air kotor 'Ø3"	7 hari	27	28	34	184	190	156
120	Instalasi pipa air kotor 'Ø4"	7 hari	119SS	28	34	184	190	156
121	Kran 1/2"	14 hari	118SS	113	126	177	190	64
122	Closet Duduk	14 hari	120SS	28	41	177	190	149
123	Jet Washer	14 hari	118SS	113	126	177	190	64
124	Floor Drain	14 hari	120SS	28	41	177	190	149
125	Wastafel Meja	7 hari	121FS-50%;122FS-50%	120	126	184	190	64
	PEKERJAAN HALAMAN							
127	Pekerjaan pasang paving block area drop-off	7 hari	21;22	41	47	184	190	143

Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total *Float* CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
	pekerjaan Saluran U-ditch							
129	sponengan dinding saluran	14 hari	21;22	41	54	177	190	136
	Dinding Beton Tangulan Saluran H= 50 cm x 10 cm							
131	Bekisting	14 hari	129	55	68	153	166	98
132	Besi Ø 8 mm	14 hari	131FS-50%	62	75	160	173	98
133	Beton Site Mix K.275	14 hari	132FS-50%	69	82	167	180	98
	Pekerjaan Peninggian Bibir Pot Taman Area Drop-off							
135	Pasangan dinding bata merah 1 : 6	35 hari	133	83	117	156	190	73
136	Plesteran dinding pot taman	7 hari	135FS-50%	100	106	174	180	74
137	Sponengan dinding pot taman	7 hari	136FS-50%	103	109	177	183	74
138	Pekerjaan cat eksterior pot taman	7 hari	137FS-50%	106	112	184	190	78
139	Urug tanah merah/ subur	7 hari	138SS	106	112	184	190	78
	Pekerjaan Anak Tangga Bagian Barat							
141	Pasang batu kali 1 : 5	7 hari	22;21	41	47	160	166	119
142	Plasteran samping anak tangga	7 hari	141FS-50%	44	50	163	169	119
143	Acian samping anak tangga	7 hari	142FS-50%	47	53	166	172	119

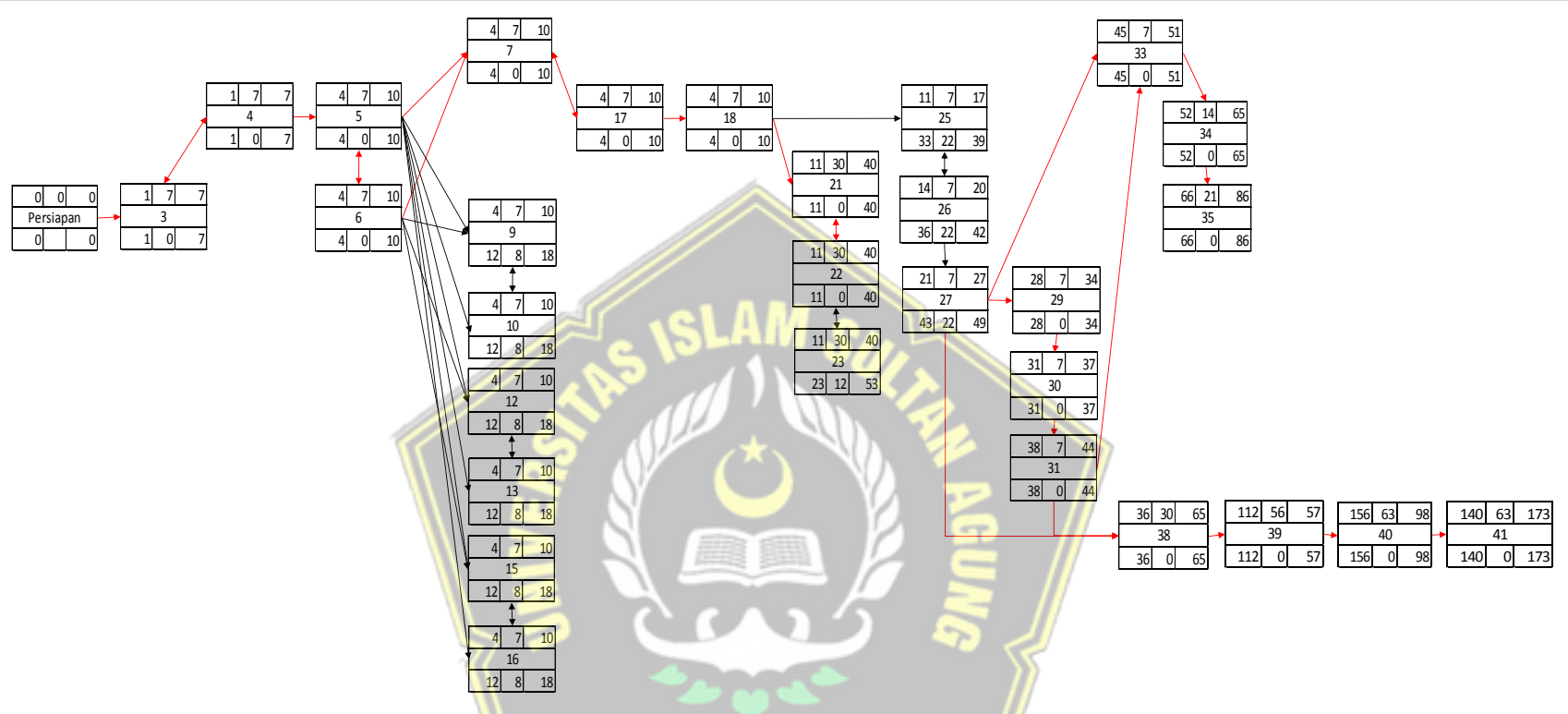
Tabel 4.6. Lanjutan Hasil Analisis Total *Float* CPM

ID	Nama Aktivitas	Durasi	Predecessor	ES	EF	LS	LF	F
144	Pasang granit lantai Beauty Cream 60 x 60 anak tangga	7 hari	143FS-50%	50	56	169	175	119
145	Pasang stepnosing anak tangga	7 hari	144	57	63	176	182	119
146	Pekerjaan cat eksterior samping anak tangga	7 hari	145	64	70	184	190	120

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa pekerjaan yang memiliki *total float* (TF) = 0 adalah pekerjaan dengan ID 3-7 Pekerjaan Persiapan (Pengukuran, Administrasi, Bongkat Dinding), ID 17-18 (Merapikan Jaringan Instalasi listrik dan Bongkar Armature Kamar Mandi), ID 21-22 (Urugan Tanah Padas dan Pemadatan), ID 29-31 Kolom Struktur Lab (Begesting, Besi, Beton), ID 33-35 Plat Lantai Mezzanien (Bondek, Wiremesh, Beton), ID 38-41 Pekerjaan Dinding (Pasangan, Plesteran, Acian, Sponengan), ID 61-64 (Pekerjaan Penutup Lantai Gedung Fakultas) ID 66-67 (Pekerjaan Lantai Kerja dan Floor Hardener), ID 93-95 Pekerjaan Plafon (Rangka Baja Ringan, Gypsum Board), dan ID 97-98 (Pengerokan dan Pengecatan Dinding). Hal ini menandakan bahwa pekerjaan tersebut tidak mempunyai waktu tenggang untuk terlambat sehingga disebut dengan pekerjaan kritis.

4.2.6 Pekerjaan yang Berada di Jalur Kritis

Pekerjaan yang berada di jalur kritis adalah pekerjaan dengan *total float* (TF) sama dengan nol, yang menentukan durasi total proyek. Keterlambatan pada salah satu aktivitas di jalur ini akan langsung berdampak pada keterlambatan keseluruhan proyek. Identifikasi jalur kritis dilakukan berdasarkan hasil perhitungan maju (*forward pass*) dan mundur (*backward pass*), serta divisualisasikan melalui jaringan kerja (*network diagram*). Diagram ini menggambarkan urutan aktivitas dan hubungan ketergantungannya, serta menyoroti jalur kritis yang harus diawasi secara ketat selama pelaksanaan proyek. Jaringan kerja (*network diagram*) dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.2. Jaringan Kerja (Network Diagram) CPM

Dari Gambar 4.6 dapat disimpulkan bahwa pekerjaan yang memiliki tanda panah berwarna merah () berada pada jalur kritis adalah pekerjaan dengan ID 3-7 Pekerjaan Persiapan (Pengukuran, Administrasi, Bongkat Dinding), ID 17-18 (Merapikan Jaringan Instalasi listrik dan Bongkar Armature Kamar Mandi), ID 21-22 (Urugan Tanah Padas dan Pemadatan), ID 29-31 Kolom Struktur Lab (Begel, Besi, Beton), ID 33-35 Plat Lantai Mezzanien (Bondek, Wiremesh, Beton), ID 38-41 Pekerjaan Dinding (Pasangan, Plesteran, Acian, Sponengan), ID 61-64 (Pekerjaan penutup Lantai Gedung Fakultas) ID 66-67 (Pekerjaan Lantai Kerja dan Floor Hardener), ID 93-95 Pekerjaan Plafon (Rangka Baja Ringan, Gypsum Board), dan ID 97-98 (Pengerokan dan Pengecatan Dinding), sedangkan pekerjaan non-kritis adalah pekerjaan D, I, dan J. Total durasi proyek dengan menjumlahkan semua pekerjaan kritis adalah 31 minggu atau 180,7 hari kerja.

4.2.7 Analisis Kebutuhan Percepatan Proyek

Meskipun metode CPM telah diterapkan sejak awal untuk merencanakan dan mengendalikan jadwal proyek, keterlambatan pelaksanaan tetap terjadi selama 4 bulan. Hal ini disebabkan oleh faktor non-teknis, seperti kurangnya koordinasi antar *stakeholder* dan penambahan item pekerjaan di luar perencanaan awal. Kondisi tersebut berdampak pada peningkatan biaya, termasuk tambahan kebutuhan tenaga kerja, perpanjangan waktu sewa alat, dan naiknya biaya operasional serta jam lembur.

4.2.8 Analisis Penambahan Tenaga Kerja

Untuk mempercepat penyelesaian proyek, terutama pada aktivitas-aktivitas yang berada di jalur kritis dengan durasi panjang, dilakukan analisis penambahan tenaga kerja sebagai berikut ditampilkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Penambahan Tenaga Kerja

Aktivitas	Durasi Normal (Hari)	Tenaga Kerja Normal	Penambahan Tenaga Kerja	Durasi Setelah Percepatan (Hari)	Pengurangan Durasi (Hari)
Urug tanah padas	30	4 orang	2 orang	20	10
Pemadatan tanah urug padas	30	4 orang	2 orang	20	10
Langsiran material jarak 30 m	30	4 orang	3 orang	20	10
Pasangan dinding bata merah	30	3 orang	3 orang	20	10
Plesteran dinding bata merah	56	4 orang	2 orang	20	10
Acian dinding bata merah	63	4 orang	2 orang	45	18
Sponegan dinding bata merah	63	4 orang	2 orang	45	18
Granit lantai beauty cream 60x60 (polished)	40	3 orang	2 orang	28	12
Keramik lantai lavatory/janitor oscar grey 40x40	28	3 orang	2 orang	14	14
Keramik dinding 30x60	28	3 orang	2 orang	14	14
Plin dinding beauty cream 10x60	21	2 orang	2 orang	10	11
Lantai kerja	28	4 orang	2 orang	15	13
Floor hardenner	14	3 orang	2 orang	7	7
Mengikis dan pengerokan permukaan cat dinding lama	42	3 orang	4 orang	28	14
Pengecatan dinding interior	42	3 orang	3 orang	28	14
Total			35 orang		185 hari

4.2.9 Total Perhitungan

Dalam proyek pembangunan Peninggian dan Renovasi Gedung Fakultas Teknologi Industri, penambahan tenaga kerja dijadikan strategi utama untuk menangani keterlambatan yang diakibatkan oleh berbagai faktor eksternal. Melalui penambahan tenaga kerja, diharapkan beberapa aktivitas yang kritis dapat diselesaikan lebih cepat, sehingga menjaga agar proyek tetap berjalan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Berikut penambahan tenaga kerja setelah dilakukannya crashing pada beberapa pekerjaan, ditampilkan pada tabel 4.8



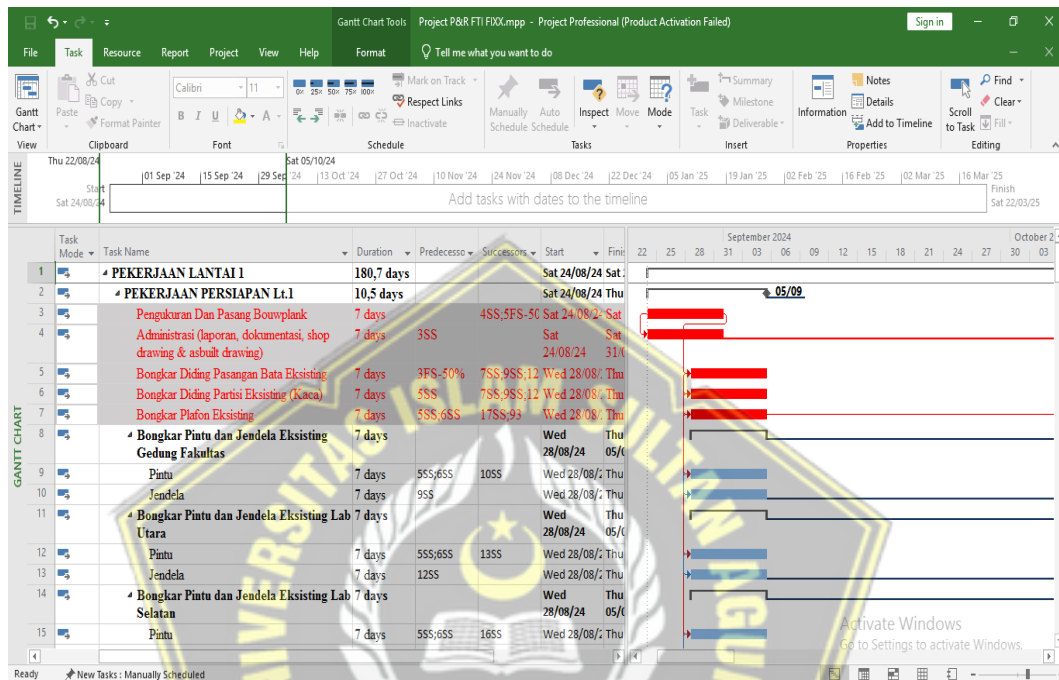
Tabel 4.8 Total Perhitungan

Aktivitas	Penambahan Tenaga Kerja	Upah (Hari)	Total Upah
Urug tanah padas	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Pemadatan tanah urug padas	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Langsiran material jarak 30 m	3 orang	Rp.95.000.00	Rp. 285.000.00
Pasangan dinding bata merah	3 orang	Rp.130.000.00	Rp. 490.000.00
Plesteran dinding bata merah	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Acian dinding bata merah	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Sponegan dinding bata merah	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Granit lantai beauty cream 60x60 (polished)	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Keramik lantai lavatory/janitor oscar grey 40x40	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Keramik dinding 30x60	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Plin dinding beauty cream 10x60	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Lantai kerja	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Floor hardenner	2 orang	Rp.130.000.00	Rp.260.000.00
Mengikis dan pengerokan permukaan cat dinding lama	4 orang	Rp.150.000.00	Rp. 600.000.00
Pengecatan dinding interior	3 orang	Rp.150.000.00	Rp. 450.000.00
Total			Rp.4.195.000.00/hari

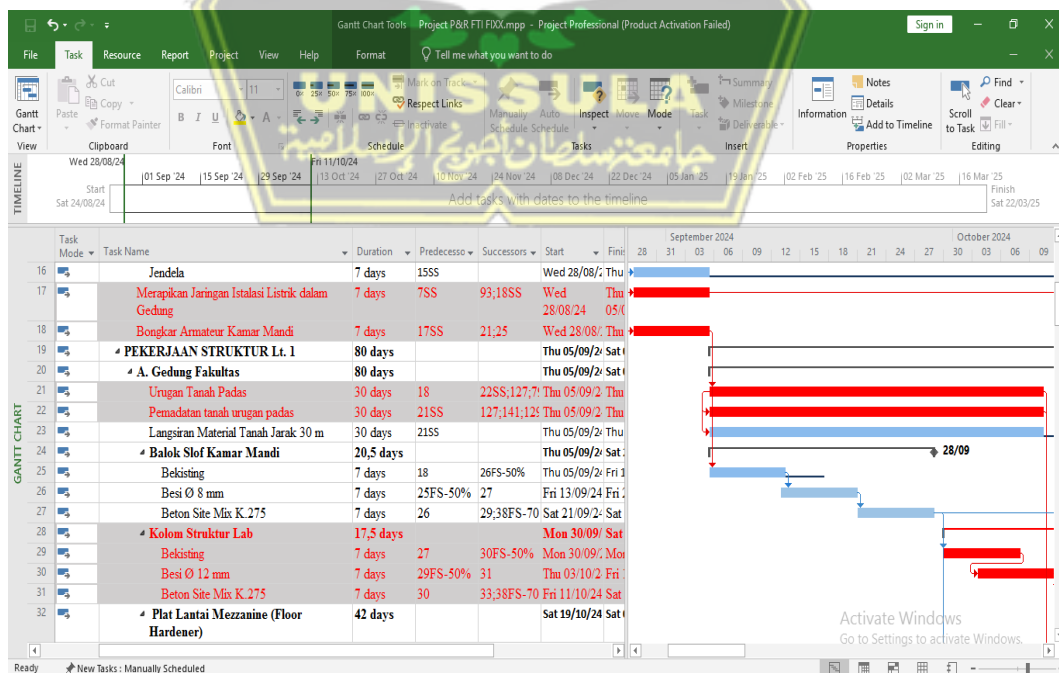
Maka dengan total jumlah hari percepatan 185 hari x Rp. 4.195.000.00 = Rp. 777.000.000.00

4.3 Jaringan kerja (*Network Diagram*) Setelah Hubungan Ketergantungan

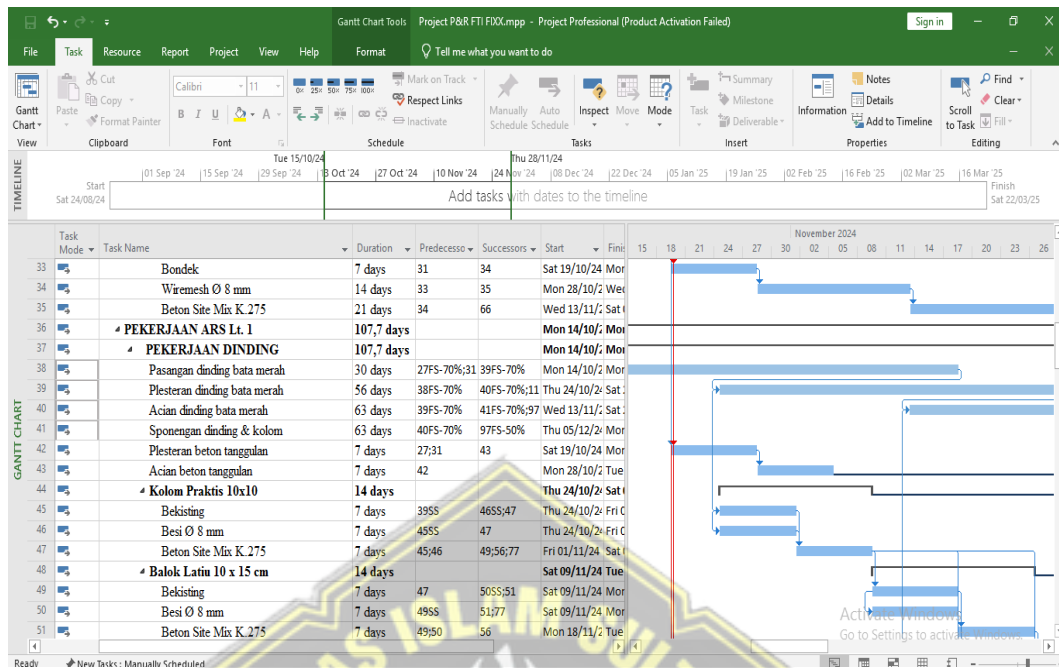
Setelah penerapan hubungan ketergantungan kerja untuk menghasilkan jalur kritis pada olahan data *Ms-Project* supaya selesai sesuai dengan kontrak kerja 24 Agustus 2024-22 Maret 2025 sebagai berikut:



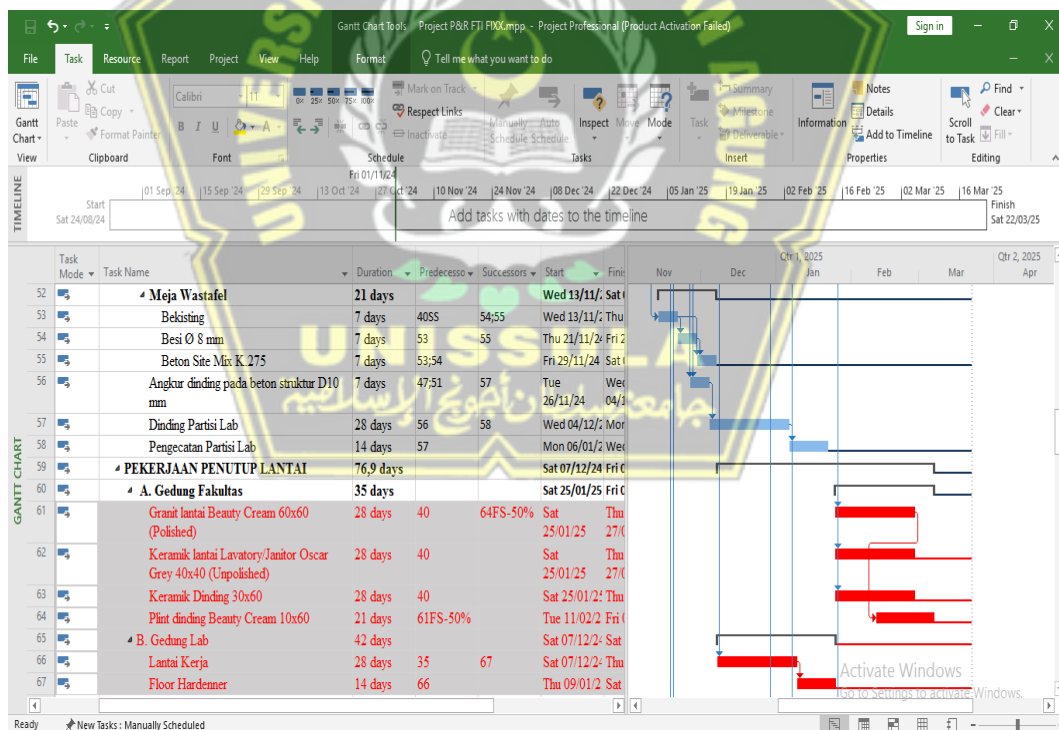
Gambar 4.3. *Ms-Project*



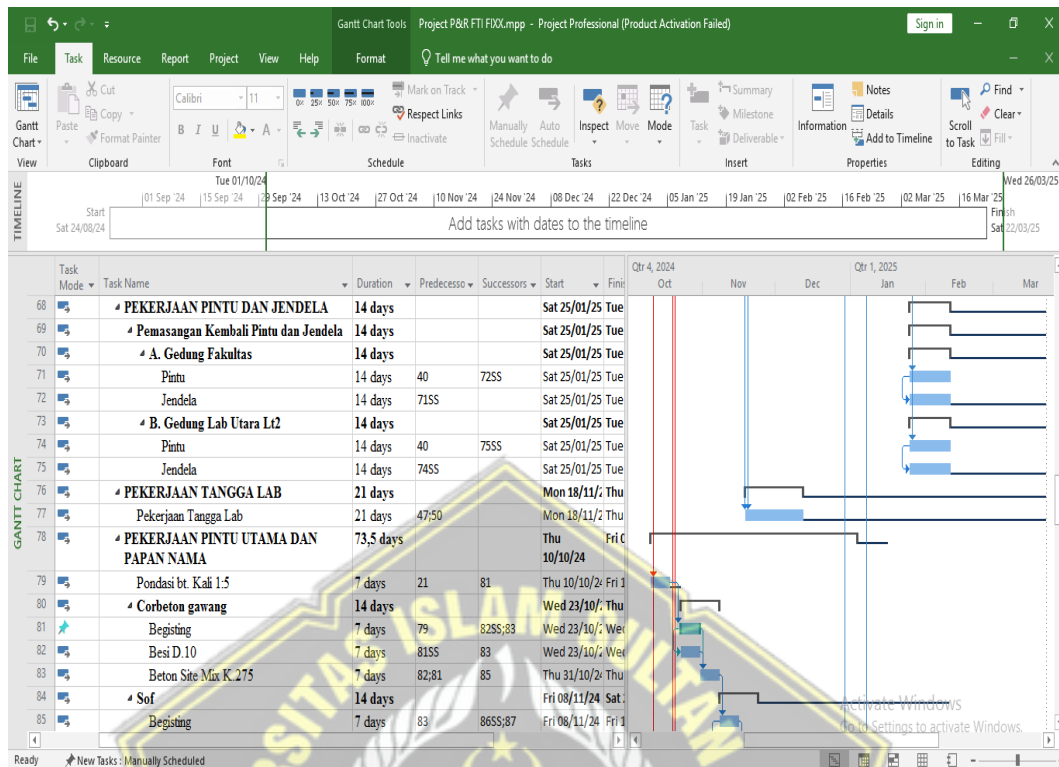
Gambar 4.3. Lanjutan *Ms-Project*



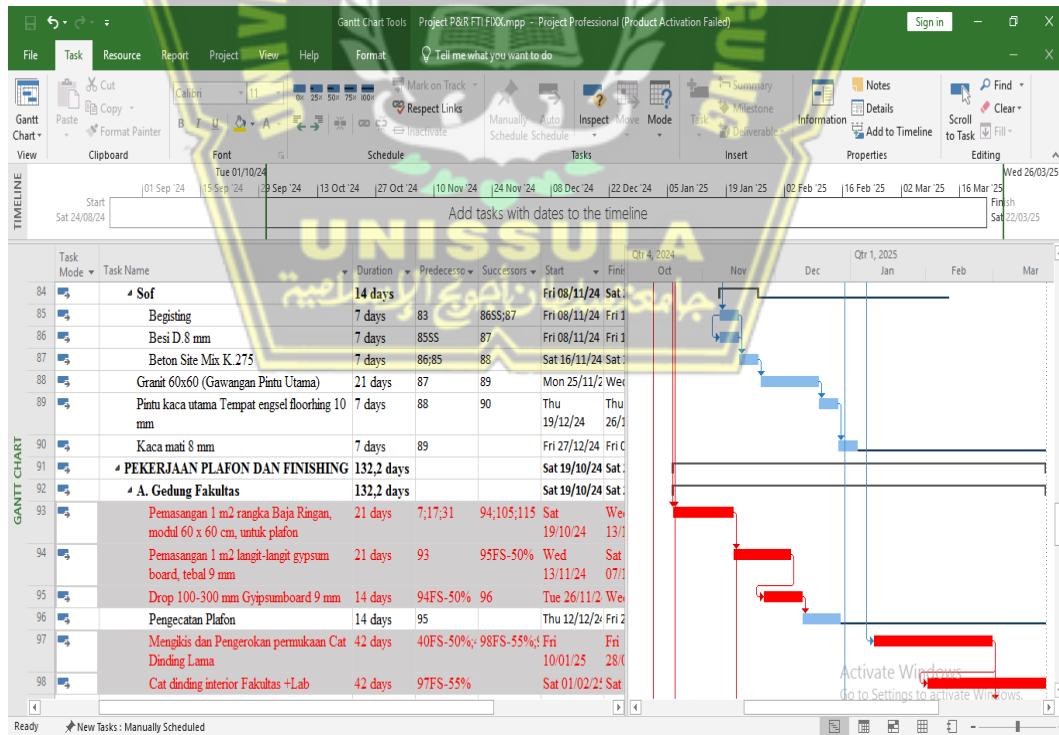
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project



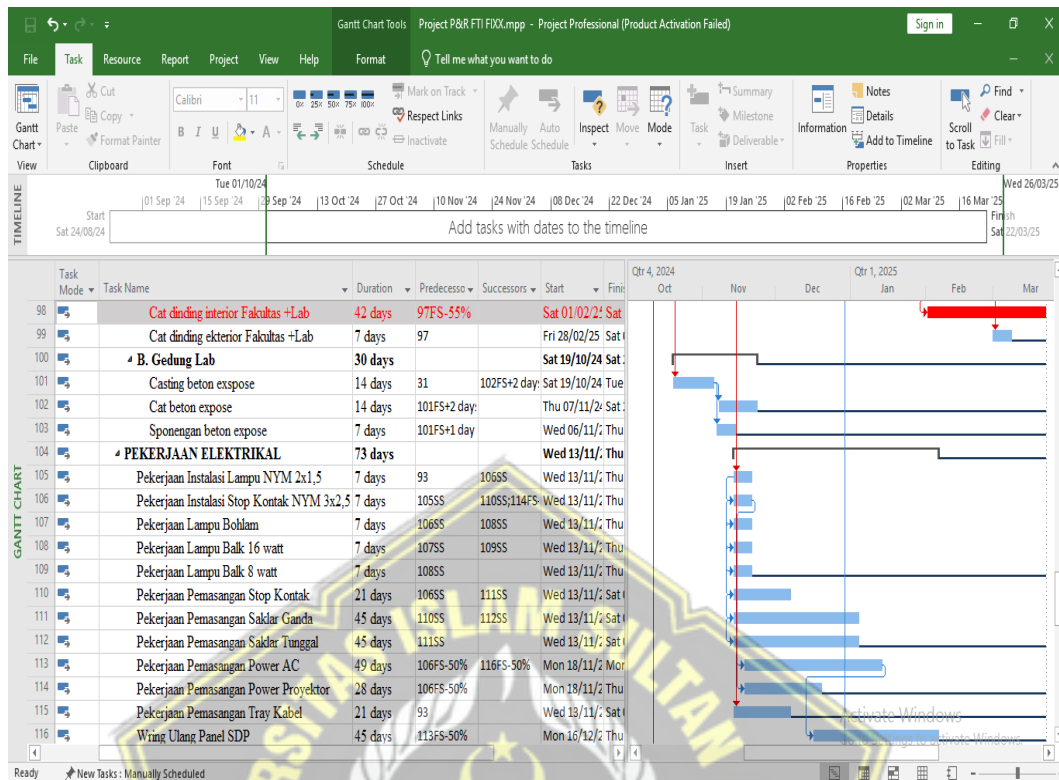
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project



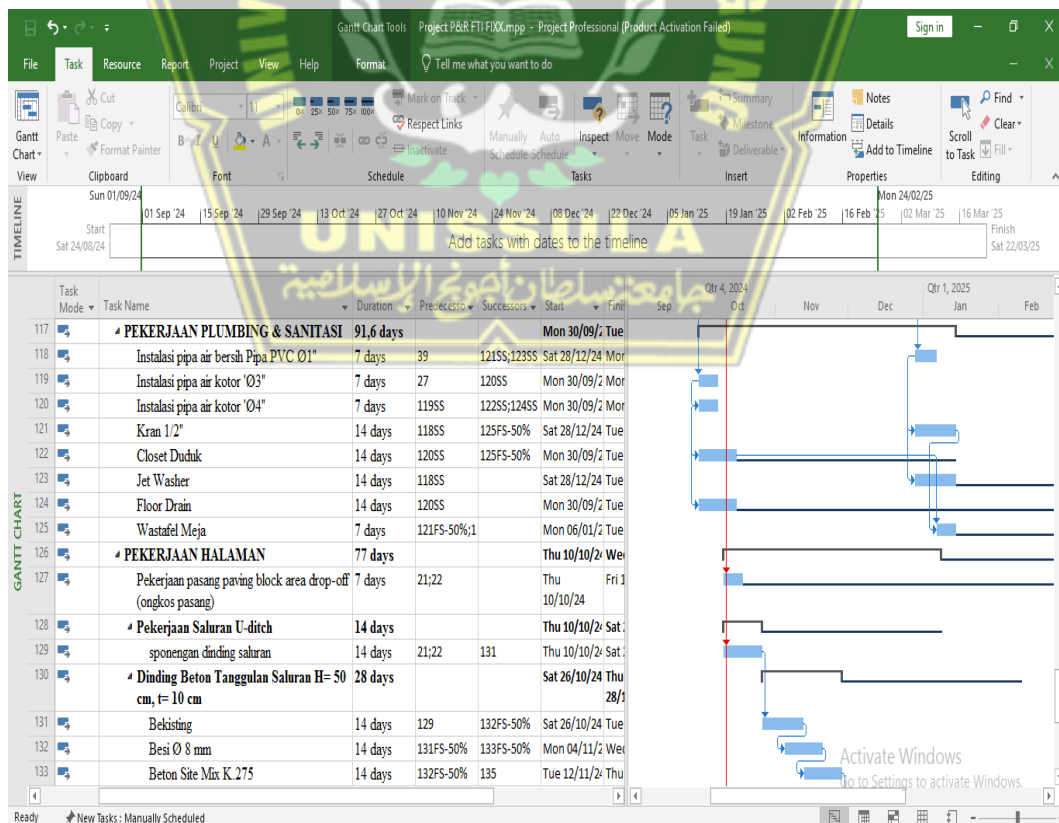
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project



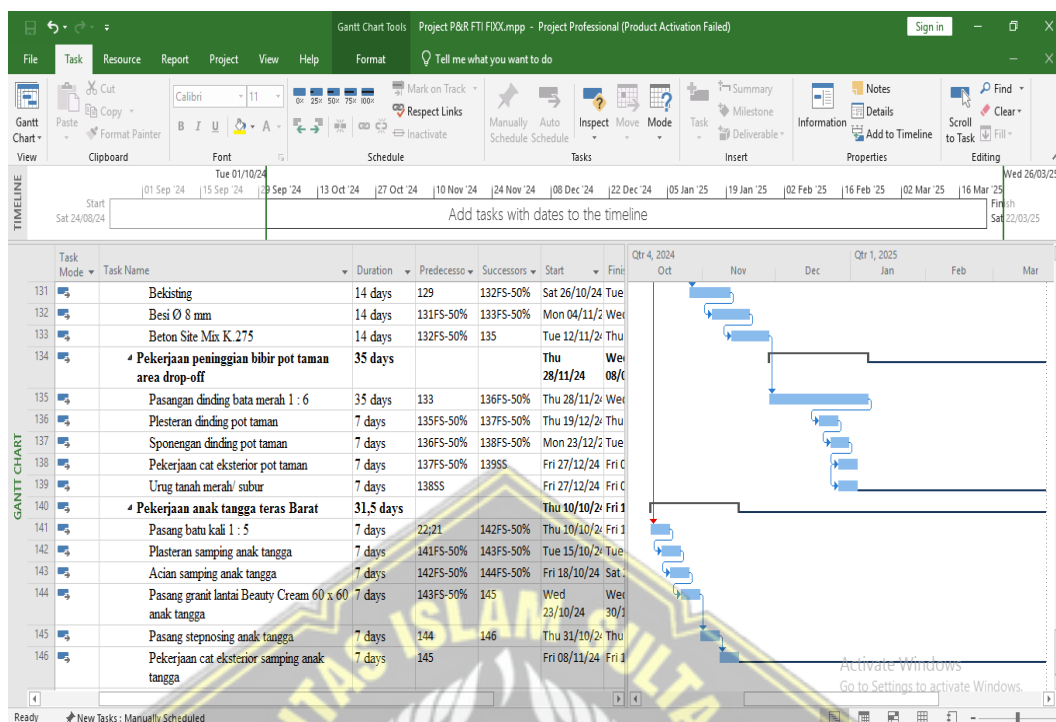
Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project



Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project



Gambar 4.3. Lanjutan Ms-Project



Gambar 4.3. Lanjutan *Ms-Project*

Dari hasil olahan data menggunakan *Ms-Project* dapat dihasilkan untu pekerjaan dengan tanda warna merah menunjukak jalur kritis yang dapat terjadinya keterlambatan proyek. Untuk pekerjaan yang berwarna biru adalah pekerjaan non kritis

4.4 Evaluasi Perbandingan Jadwal Rencana dan Realisasi

Berdasarkan analisis CPM dan data pelaksanaan proyek, dilakukan evaluasi perbandingan antara jadwal rencana dengan realisasi pelaksanaan di lapangan. Proyek yang direncanakan selesai pada tanggal 22 Maret 2025 mengalami keterlambatan hingga 5 bulan atau sekitar 21 minggu.

Faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan ini antara lain:

1. Perubahan desain dan spesifikasi pada pekerjaan dinding dan finishing yang berada pada jalur kritis, menyebabkan keterlambatan kumulatif.
2. Penambahan item pekerjaan tanpa penyesuaian durasi atau sumber daya, terutama pada pekerjaan struktural dan arsitektural.
3. Proses administrasi untuk persetujuan perubahan dan penambahan pekerjaan yang memakan waktu lebih lama dari yang direncanakan.

4. Kondisi cuaca yang tidak menentu menghambat pekerjaan struktur dan pekerjaan halaman.
5. Kurangnya optimalisasi pengelolaan material bekas yang menyebabkan keterlambatan pada tahap persiapan.

Dengan implementasi rekomendasi percepatan yang telah dianalisis, diproyeksikan proyek dapat diselesaikan dengan pengurangan waktu keterlambatan hingga hari kerja atau sekitar 21 minggu. Ini berarti proyek yang semula terlambat 5 bulan dapat dikurangi keterlambatannya menjadi sekitar 4 bulan, dengan tambahan biaya sebesar Rp.777.000.000.00 tergantung opsi percepatan yang dipilih

4.5 Rekomendasi Tindakan Korektif

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, berikut adalah rekomendasi tindakan korektif untuk mengatasi keterlambatan pada proyek Peninggian dan Renovasi Gedung FTI UNISSULA:

1. Optimalisasi Pengelolaan Aktivitas Kritis

Fokus pengelolaan harus diarahkan pada aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis, terutama yang memiliki durasi panjang seperti pekerjaan dinding (pasangan, plesteran, acian) dan pekerjaan finishing (pengecatan). Untuk aktivitas-aktivitas ini, direkomendasikan kombinasi penambahan tenaga kerja dan jam lembur sesuai dengan analisis biaya yang telah dilakukan.

2. Strategi Manajemen Material dan Sumber Daya

Implementasikan sistem manajemen material yang lebih efisien, terutama untuk pengelolaan material bekas dari hasil bongkaran. Material-material yang masih dapat digunakan perlu diidentifikasi dan diorganisir dengan baik untuk mengurangi waktu dan biaya pengadaan material baru.

3. Percepatan Proses Administrasi dan Pengambilan Keputusan

Bentuk tim khusus yang berfokus pada proses administrasi dan persetujuan perubahan pekerjaan. Tim ini harus memiliki wewenang untuk

mempercepat proses pengambilan keputusan, terutama untuk perubahan-perubahan yang berdampak pada aktivitas kritis.

4. Penerapan Metode Konstruksi Alternatif

Untuk beberapa pekerjaan struktural dan arsitektural yang berada pada jalur kritis, pertimbangkan penggunaan metode konstruksi alternatif yang lebih cepat. Sebagai contoh, penggunaan beton pracetak untuk elemen-elemen struktural tertentu atau penggunaan material finishing yang lebih cepat pemasangannya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode CPM terbukti efektif dalam mengidentifikasi jalur kritis dan mengoptimalkan durasi proyek Peninggian Gedung Fakultas Teknologi Industri. Dengan total durasi 31 minggu (180,7 hari), dengan keterlambatan 22 minggu (5 bulan), serta penekanan pada penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 777.000.000.00 proyek dapat diselesaikan dengan durasi 185 hari

5.2 Saran

1. Perencanaan durasi kegiatan sebaiknya dilakukan dengan metode identifikasi jalur kritis seperti CPM, agar dapat diperoleh estimasi waktu yang optimal serta diketahui aktivitas-aktivitas yang tidak boleh mengalami keterlambatan, sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengendalian waktu proyek
2. Diharapkan mengkaji penjadwalan proyek yang lebih kompleks, tidak hanya mengetahui bobot pekerjaan dan lintasan kritis setiap pekerjaan, tetapi juga dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek.
3. Disarankan agar fokus pada penjadwalan proyek yang lebih kompleks, dengan tidak hanya menganalisis bobot pekerjaan dan lintasan kritis, tetapi juga mengembangkan metode atau alat bantu yang mampu mengidentifikasi secara *real-time* gangguan atau keterlambatan aktivitas dalam jadwal proyek. Hal ini penting untuk meningkatkan akurasi pengendalian waktu serta responsivitas manajerial terhadap dinamika lapangan selama pelaksanaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelin, A., & Ariyanti, S. (2019). Analisis Penjadwalan Proyek New Product Development Menggunakan Metode Pert Dan Cpm. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 63–70.
- Badri, S. (1997). *Dasar-Dasar Network Planing, PT Rika Cipta*. Jakarta.
- Dannyanti, E. (2010). Optimalisasi pelaksanaan proyek dengan metode PERT dan CPM. *Semarang. Universitas Diponegoro*.
- Ervianto, W. I. (2005). Manajemen proyek konstruksi edisi revisi. *Yogyakarta: Andi*.
- Estede, S., Darmayasa, D., Mawitjere, P. S., Pranadi, B., Sumakul, G. C., Juansa, A., Melvani, F. N., Minarsi, A., Siswanto, E., & Veybitha, Y. (2007). *Pengantar Manajemen: Teori, Konsep, dan Wawasan Dasar Ilmu Manajemen serta Perkembangannya*. Henry Bennett Nelson.
- FAJRIYAH, B. L. (2017). *ANALISA PENJADWALAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) DAN CRASH PROGRAM (Studi Kasus proyek instalasi Elektronik bagian Fire Alarm pada gedung Sentraland kota Semarang)*. Fakultas Teknologi Industri UNISSULA.
- Hadicara, D., Rochim, A., & Pratikso, P. (2023). Penggunaan Metode PERT dan CPM dalam Proyek Pembangunan Jalan. *Pondasi*, 28(1), 32–44.
- Heizer, J., & Render, B. (2005). *Operation Management-Manajemen Operasi*, Edisi 9 Buku 1. *Penerbit Salemba Empat*. Jakarta.
- IRFAANSHA, D. D., & WIJISAKTI, D. G. (2020). *EVALUASI PELAKSANAAN PROYEK DENGAN METODE CPM DAN PERT STUDI KASUS PEMBANGUNAN GEDUNG OTORITAS JASA KEUANGAN DIY*. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Jannah, S. R., Muzdalifah, L., & Kurniawati, E. F. (2018). Optimasi Waktu Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Menggunakan Critical Path Method (CPM)/Program Evaluation and Review Technique (PERT) dan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus CV. Granada Property). *Prosiding SNasPPM*, 3(1), 461–465.
- Laksana, A. W., Prasetyo, H. S., Wibowo, M. A., & Hidayat, A. (2014). Optimalisasi waktu dan biaya proyek dengan analisa crash program. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(3), 747–759.
- Lokajaya, I. N. (2019). Analisis Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek

- Peningkatan Jalan Dengan Metode Cpm Dan Pert. *Jurnal Teknik Industri Heuristic*, 16(2), 104–125.
- Maharany, L. (2006). Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis. *Utilitas*, 14(1), 113–130.
- Masinambow, J. (2019). Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega Di Kota Tomohon Dengan Menggunakan Metode Pert (Program Evaluation And Review Technique). *Jurnal Ilmiah Realtech*, 15(2), 121–128.
- Muhammad, A. H. (2019). PENGENDALIAN WAKTU PADA PROYEK PEMBANGUNAN LOS PASAR IKAN SEGAR GOTO KOTA TIDORE KEPULAUAN (Studi Kasus Pasar Ikan Segar Goto Kota Tidore Kepulauan). *Akrab Juara: Jurnal Ilmu-Ilmu Sosial*, 4(4), 40–55.
- Profil YBWSA (Yayasan Badan Wakaf Sultan Agung). (n.d.). <https://ybw-sa.org/>
- Rahartama, G. (2016). *PENJADWALAN ULANG PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE PRESEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)*(Studi Kasus Gedung Rawat Inap RSUD Kajen Kabupaten Pekalongan). Fakultas Teknologi Industri UNISSULA.
- Santoso, B., & Proyek, M. (2009). Konsep dan Implementasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soeharto, I. (1997). *Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional*.
- Soeharto, I., & Proyek, M. (1999). dari Konseptual Sampai Operasional Edisi Kedua Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyarto, S., Qomariyah, S., & Hamzah, F. (2013). Analisis network planning dengan cpm (critical path method) dalam rangka efisiensi waktu dan biaya proyek. *Matriks Teknik Sipil*, 1(4), 408.
- Syahrudin, R. dan. (2016). Analisa Penerapan Manajemen Waktu Proyek. *Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Proyek Konstruksi Jalan Lingkungan Lokasi Kalimantan Barat*.
- Wahyudin, B. (2020). *EVALUASI MANAJEMEN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM (CRITICAL PATH METHOD) PADA PEMBUATAN SLUDGE TANK CV KREASI MULIA SEJAHTER*. 2507(February), 1–9.
- WIJISAKTI, D. G., & Irfaansha, D. D. (2021). *EVALUASI PELAKSANAAN PROYEK DENGAN METODE CPM DAN PERT STUDI KASUS PEMBANGUNAN GEDUNG OTORITAS JASA KEUANGAN DIY*. Universitas Islam Sultan Agung.