

TUGAS AKHIR

**OPTIMALISASI PELAKSANAAN PROYEK DENGAN METODE
CRASHING DAN *OVERLAPING* DI PEMBANGUNAN
GEDUNG LABORATORIUM KESEHATAN MASYARAKAT
KABUPATEN NUNUKAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN
BIAYA LANGSUNG DAN TIDAK LANGSUNG**

**Disampaikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program
Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas
Islam Sultan Agung**



Oleh:

YOGA PRATAMA

ZULFADLY

Nim : 30202300227

Nim: 30202300230

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

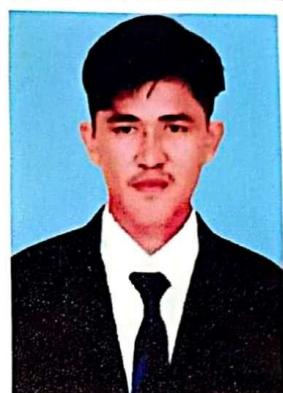
2025

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMALISASI PELAKSANAAN PROYEK DENGAN METODE *CRASHING*
DAN *OVERLAPING* DI PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM
KESEHATAN MASYARAKAT KABUPATEN NUNUKAN DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN BIAYA LANGSUNG DAN TIDAK LANGSUNG



Yoga Pratama
Nim : 30202300227



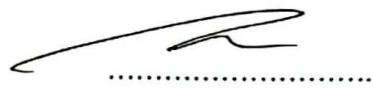
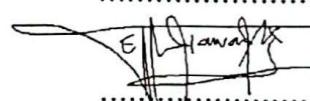
Zulfadly
Nim : 30202300230

Disetujui dan resmi ditetapkan di Semarang pada bulan Juli tahun 2025

Tim Penguji

1. Ir. Kartono Wibowo., M.M.,M.T.,
NIDN : 0614066301
2. Eko Muliawan Satrio., S.T., M.T.,
NIDN : 0610118101

Tanda Tangan


.....

.....

Ketua Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik,
Universitas Islam Sultan Agung



Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.
NIDN : 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 71 /A.2/SA-T/XI/2024

Pada hari ini, tanggal 11-11-2024, sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung mengenai penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping :

Nama : Ir. Kartono Wibowo, M.M.,M.T.
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Yoga Pratama
NIM : 30202300227

Zulfadly
NIM : 30202300230

Judul : Optimalisasi Pelaksanaan Ptoyek Dengan Metode *Crashing* dan *Overlapping* di Pembangunan Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan Dengan Mempertimbangkan Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penetapan dosen pembimbing	16 /11/ 2024	
2	Pelaksanaan seminar proposal	15 /05/ 2025	
3	Pengumpulan data lapangan	19 /05/ 2025	
4	Analisis data penelitian	02 /06/ 2025	
5	Penyusunan laporan akhir	09 /06/ 2025	
6	Penyelesaian laporan tugas akhir	01/ 08/ 2025	

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing



Ir, Kartono Wibowo, M.M.,M.T.,

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Nama : Yoga Pratama
NIM : 30202300227
2. Nama : Zulfadly
NIM : 30202300230

Dengan ini kami menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul:

Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode *Crashing* dan *Overlapping* pada Pembangunan Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan dengan Memperhatikan Biaya Langsung dan Tidak Langsung

adalah asli dan bebas dari plagiarisme. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, kami siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surat ini dibuat pada: Semarang, 01 Agustus 2025

Pihak yang membuat pernyataan



YOGA PRATAMA

NIM: 30202300227

ZULFADLY

NIM: 30202300230

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan pada bagian berikut:

1. Nama : Zulfadly
Nim : 30202300230
2. Nama : Yoga Pratama
Nim : 30202300227

Judul Tugas Akhir : Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode *Crashing* dan *Overlapping* di Pembangunan Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan Dengan Mempertimbangkan Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Dengan ini kami menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran, dan penyajian asli kami sendiri. Kami tidak memasukkan materi yang telah dipublikasikan sebelumnya atau karya orang lain tanpa mencantumkan sumbernya, serta tidak menggunakan bahan yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar atau ijazah di Universitas Islam Sultan Agung Semarang maupun perguruan tinggi lain.

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, kami siap menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

ikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 01 Agustus 2025

Pihak yang membuat pernyataan



YOGA PRATAMA
NIM : 30202300227

ZULFADLY
NIM : 30202300230

MOTTO

“Dan demikian (pula) Kami telah menjadikan kamu (umat Islam) umat yang adil dan pilihan agar kamu menjadi saksi atas (perbuatan) manusia dan agar Rasul (Muhammad) menjadi saksi atas (perbuatan) kamu “
(Q.S. Al-Baqarah: 143)

"Menjadi bagian dari Khaira Ummah dengan ilmu, amal, dan kontribusi nyata bagi masyarakat."
(Q.S. Ali 'Imran: 110)

“Dan Kami perintahkan kepada manusia (agar berbuat baik) kepada kedua orang tuanya; ibunya telah mengandungnya dalam keadaan lemah yang bertambah-tambah, dan menyapinya dalam dua tahun. Bersyukurlah kepada-Ku dan kepada kedua orang tuamu; hanya kepada-Kulah kembalimu.”
(QS. Luqman: 14)

"Bakti kepada orang tua adalah kunci keberkahan hidup."
(QS. Al-Ankabut: 8)

"Kesuksesan yang hakiki adalah ketika orang tua ridha atas setiap langkah hidupmu."
(QS. Al-Ahqaf: 15)

ZULFADLY

Nim: 30202300230

"Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah." (QS. Ali Imran:110)

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali mereka terlebih dahulu mengubah diri mereka sendiri."

(QS. Ar-Ra'd : 11)

"Ilmu yang ditanam dengan iman akan tumbuh menjadi amal yang membentuk umat terbaik."

(QS. Fathir: 28)

"Menjadi umat terbaik dimulai dari semangat belajar dan akhlak yang terjaga."

(QS. Al-Baqarah: 129)

"Bakti bukan hanya ucapan, tapi tindakan setiap hari."

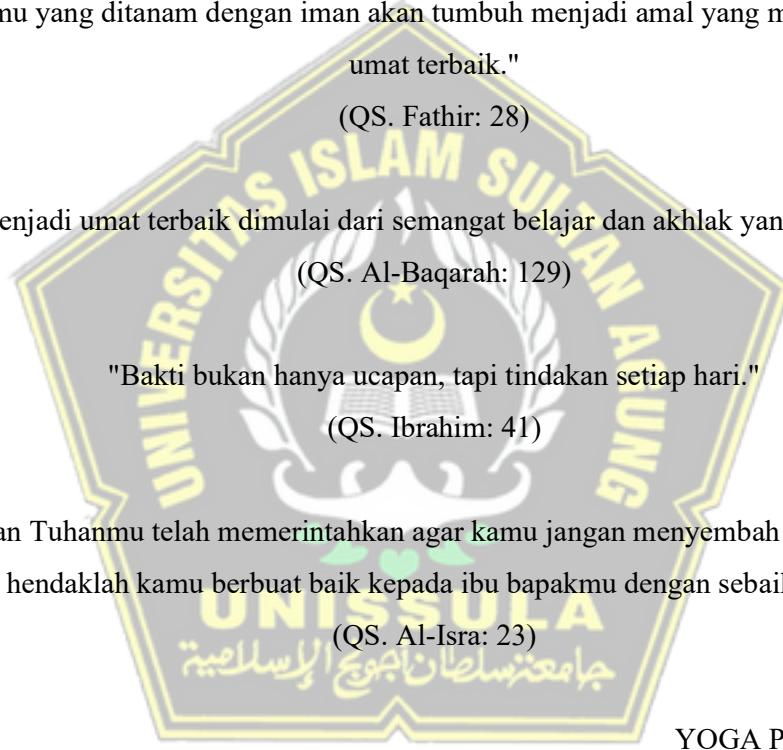
(QS. Ibrahim: 41)

"Dan Tuhanmu telah memerintahkan agar kamu jangan menyembah selain Dia dan hendaklah kamu berbuat baik kepada ibu bapakmu dengan sebaik-baiknya"

(QS. Al-Isra: 23)

YOGA PRATAMA

Nim: 30202300227



PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa serta atas dukungan dan doa dari orang-orang terkasih, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, dengan hati yang penuh kebanggaan dan rasa bahagia, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan petunjuk-Nya.
2. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi sehingga kami tidak pernah menyerah dalam menyelesaikan studi.
3. Saudara dan keluarga tercinta yang selalu memberikan kasih sayang.
4. Bapak Ir. Kartono Wibowo M.M., M.T. yang dengan sabar membimbing kami selama proses penyelesaian studi.
5. Teman-teman Program S1 Transfer Teknik Sipil Angkatan 2023 yang selalu memberikan bantuan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Pimpinan Divisi Teknik PT. ASDP Indonesia Ferry Cabang Sape, Bapak Adi Kusbianto beserta rekan-rekan di kantor yang terus memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

YOGA PRATAMA
NIM: 30202300227

ZULFADLY
NIM: 30202300230

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung. Selama proses penyusunan, penulis mendapatkan banyak bimbingan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Kartono Wibowo, M.M., M.T., sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penulisan.
4. Bapak Eko Muliawan Satrio, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung yang telah berbagi ilmu kepada penulis.
6. Kedua orang tua, keluarga, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas dukungan dan doa yang tiada henti.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan dari semua pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Semarang, Agustus 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
Abstrak	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Manajemen Proyek konstruksi,	6
2.2. Analisis Waktu dan Biaya,	7
2.3. Penjadwalan Proyek	8
2.4. Metode Percepatan Proyek Konstruksi	10
2.4.1. <i>Critical Path Method (CPM)</i>	11
2.4.2. <i>Precedence Diagramming Method (PDM)</i>	13
2.5. Metode <i>Crashing</i>	14
2.6. Metode <i>Overlapping</i>	18

2.7. <i>Cost Slope</i>	19
2.8. Ringkasan Prosedur Mempersingkat Durasi Proyek.....	20
2.9. Analisa Waktu Optimal dan Biaya Minimal	21
BAB III	23
METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1. Objek Penelitian	23
3.2. Data Penelitian	23
3.3. Pengumpulan Data	24
3.4. Pengolahan data dan Analisis Data	24
3.4.1. Metode <i>Crashing</i>	25
3.4.2. Metode <i>Overlapping</i>	28
3.5. Tahapan/Bagan Alir Penelitian	29
BAB IV	30
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Data Umum Proyek,.....	30
4.2. Durasi Normal	32
4.3. Analisa Percepatan Waktu	32
4.3.1. Metode <i>Crashing</i>	32
4.3.2 Analisa Biaya Langsung dan Tidak Langsung Metode <i>Crashing</i>	43
4.3.3. Metode <i>Overlapping</i>	47
4.3.4. Analisis Biaya Langsung dan Tidak Langsung Metode <i>Overlaping</i>	50
4.4 Pembahasan.....	52
BAB V.....	55
KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis hubungan antar aktifitas	19
Tabel 3.1 Aktifitas Proyek pembangunan Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan	28
Tabel 4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	31
Tabel 4.2 Daftar Upah Pekerjaan	31
Tabel 4.3 Rekapitulasi durasi normal pekerjaan	32
Tabel 4.4 Pekerjaan pada Jalur Kritis.....	33
Tabel 4.5 AHS Pekerjaan Pemasangan Pondasi Batu Belah.....	34
Tabel 4.6 Rekapitulasi jumlah <i>resource</i> dan biaya upah pekerjaan normal.....	35
Tabel 4.7 Perbandingan efektifitas tenaga kerja tiap jam lembur	37
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>Crash Duration</i> pada Alternatif Penambahan Jam Kerja.....	38
Tabel 4.9 Rekapitulasi waktu dan biaya percepatan dengan penambahan 1 jam.....	42
Tabel 4.10 Rekapitulasi waktu dan biaya percepatan dengan penambahan 2 jam.....	42
Tabel 4.11 Rekapitulasi waktu dan biaya percepatan dengan penambahan 3 jam.....	43
Tabel 4.12 AHSP Pemasangan 1 m ³ Pondasi Batu Belah	44
Tabel 4.13 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Proyek Metode <i>Crashing</i>	47
Tabel 4.14 Hubungan <i>Overlapping</i> Antar Pekerjaan	48
Tabel 4.15 Rincian hubungan pekerjaan <i>overlapping</i>	49
Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Metode <i>Overlapping</i>	52
Tabel 4.17 Rekapitulasi Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Manajemen Proyek.....	7
Gambar 2.2 Diagram <i>Critical Path method</i> (CPM)	12
Gambar 2.3 Denah <i>Node PDM</i>	13
Gambar 2.4 Hubungan dasar fundamental metode <i>Precedence Diagramming Method</i> (PDM).....	14
Gambar 2.5 Grafik hubungan biaya-waktu normal dan dipersingkat	16
Gambar 2.6 Grafik titik normal TDT dan TPD	17
Gambar 2.7 Grafik Indeks Produktivitas Karena Lembur 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam	18
Gambar 2.8 Grafik Hubungan Biaya Total, Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan biaya minimal terhadap waktu optimal	21
Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek konstruksi gedung laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan	23
Gambar 3.2 Contoh kegiatan (<i>activity</i>) <i>network planning</i>	28
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1 Jalur Kritis proyek Gedung laboratorium Kesehatan masyarakat	33
Gambar 4.2 Angka Produktivitas dengan Kepadatan Tenaga Kerja	36
Gambar 4.3 <i>Ganttchart</i> MS Project Crashing 1 Jam.....	38
Gambar 4.4 <i>Ganttchart</i> MS Project Crashing 2 Jam.....	39
Gambar 4.5 <i>Ganttchart</i> MS Project Crashing 3 Jam.....	39
Gambar 4.6 <i>Ganttchart</i> MS Project durasi normal 180 hari	49
Gambar 4.7 <i>Ganttchart</i> MS Project setelah dilakukan <i>Overlapping</i>	50
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan <i>Direct Cost</i> , <i>Indirect Cost</i> dan Biaya Total....	54
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Durasi Proyek Normal, <i>Crashing</i> dan <i>Overlapping</i>	54

**OPTIMALISASI PELAKSANAAN PROYEK DENGAN METODE
CRASHING DAN OVERLAPING DI PEMBANGUNAN GEDUNG
LABORATORIUM KESEHATAN MASYARAKAT KABUPATEN
NUNUKAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN BIAYA LANGSUNG
DAN TIDAK LANGSUNG**

Abstrak

Industri konstruksi memiliki peran penting dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia. Namun, tantangan keterlambatan proyek dan efisiensi pelaksanaan sering kali menjadi hambatan dalam penyelesaian proyek konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode *crashing* dan *overlapping* dalam optimalisasi waktu dan biaya proyek, serta meninjau peran biaya langsung dan tidak langsung. Studi dilakukan pada Proyek konstruksi gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan menggunakan metode analisis data berbasis perbandingan durasi proyek dan evaluasi biaya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 2 metode yang digunakan, metode *crashing* selama 3 jam kerja merupakan metode paling optimal, dimana mampu mengurangi durasi proyek hingga 15% dari waktu normal, yang berdampak langsung pada efisiensi biaya tenaga kerja serta pengurangan biaya operasional lainnya.. Selain itu, penelitian ini juga mengungkap bahwa dengan strategi manajemen waktu yang tepat, biaya proyek juga dapat berjalan selaras dimana turun sebesar 1,36% dari biaya normal.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *crashing* dan *overlapping* merupakan solusi yang efektif dalam manajemen percepatan proyek konstruksi. Implikasi dari hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi kontraktor, manajer proyek, serta akademisi dalam mengembangkan strategi percepatan proyek yang lebih optimal di masa depan.

Kata Kunci: *Crashing; Efisiensi Biaya ; Optimalisasi ;Overlapping*

**OPTIMIZATION OF PROJECT IMPLEMENTATION WITH CRASHING
AND OVERLAPPING METHODS IN THE CONSTRUCTION OF THE
PUBLIC HEALTH LABORATORY BUILDING IN NUNUKAN REGENCY
BY CONSIDERING DIRECT AND INDIRECT COSTS**

Abstract

The construction industry plays a strategic role in supporting infrastructure development in Indonesia. However, challenges such as project delays and low implementation efficiency often hinder the successful completion of construction projects. This study aims to analyze the effects of applying the crashing and overlapping methods on project time and cost optimization, as well as to examine the contribution of direct and indirect costs. A case study was conducted on the Public Health Laboratory Building Construction Project in Nunukan Regency, employing a comparative analysis of project durations and cost evaluations.

The findings reveal that among the two methods applied, the crashing method with an additional three working hours per day proved to be the most optimal strategy. This approach reduced the project duration by up to 15% of the normal schedule, directly improving labor cost efficiency and reducing other operational expenses. Furthermore, the study found that implementing an effective time management strategy could reduce total project costs by 1.36% compared to the normal budget.

In conclusion, the crashing and overlapping methods are effective alternatives for accelerating construction project completion. The results of this study are expected to serve as a reference for contractors, project managers, and academics in developing more optimal project acceleration strategies in the future.

Keywords: Crashing; Cost Efficiency; Optimization; Overlapping



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Nunukan adalah salah satu kabupaten di Provinsi Kalimantan Utara yang terbagi menjadi 16 kecamatan, 232 desa, dan 8 kelurahan. Dengan luas wilayah mencapai 14.247,50 km², Kabupaten Nunukan merupakan satu dari empat kabupaten di Kalimantan utara dan memiliki luasan wilayah terluas kedua di Provinsi Kalimantan Utara. Secara umum, daerah ini memiliki iklim panas dengan suhu rata-rata sekitar 28°C, penyinaran matahari 66% dan kelembaban udara 81%. Salah satu daerah di Kabupaten Nunukan adalah Pulau Sebatik yang merupakan sebuah pulau yang terletak bagian utara Provinsi Kalimantan Utara.

Kabupaten Nunukan berfungsi sebagai gerbang utama wilayah utara Indonesia yang berbatasan langsung dengan Malaysia¹. Pada saat ini perkembangan Kabupaten Nunukan secara signifikan terasa dengan adanya pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan ini hendaknya dibarengi dengan ketersediaan infrastruktur yang tersedia dengan layak di daerah tersebut, salah satu contohnya adalah kebutuhan sarana dan prasarana di bidang kesehatan yang menghasilkan SDM unggul dan berprestasi.²

Industri konstruksi memiliki peran krusial dalam mendukung pembangunan ekonomi serta infrastruktur suatu negara. Di negara berkembang seperti Indonesia, kegiatan pembangunan terus didorong sebagai upaya untuk mewujudkan Indonesia sebagai negara modern. Proses ini melibatkan perubahan terencana di berbagai aspek kehidupan, yang dilaksanakan secara sadar berdasarkan suatu rencana tertentu. Pembangunan berkelanjutan ini bertujuan agar meratanya kemampuan masyarakat sehingga dapat hidup lebih sejahtera selain itu mampu mendorong perubahan sosial, budaya, ekonomi, pendidikan, kesehatan, serta pembangunan infrastruktur. Dari berbagai elemen tersebut, infrastruktur menjadi salah satu faktor

¹ Perguruan Tinggi Swasta, “Manajemen Sumber Daya Manusia,” 2009.

² Perguruan Tinggi Swasta, “Manajemen Sumber Daya Manusia,” 2009.

vital dalam pembangunan negara berkembang menuju status negara modern. Saat ini, pemerintah tengah berupaya mengejar ketertinggalan infrastruktur jika dibandingkan dengan negara maju maupun negara tetangga.

Ketersediaan fasilitas kesehatan yang memadai merupakan faktor kunci dalam menjamin kualitas pelayanan kesehatan masyarakat. Kabupaten Nunukan sebagai wilayah perbatasan Indonesia–Malaysia memiliki tantangan tersendiri dalam hal distribusi layanan kesehatan, terutama terkait keterbatasan fasilitas dan infrastruktur penunjang. Pembangunan Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Nunukan merupakan salah satu sektor strategis dalam industri konstruksi yang memerlukan perencanaan dan pengelolaan yang efektif. Namun, industri konstruksi dihadapkan pada berbagai tantangan, seperti keterlambatan proyek, biaya yang melonjak, dan kualitas yang kurang memuaskan. Penjadwalan adalah aspek yang sangat penting dalam proyek konstruksi. Kegiatan yang disusun dalam proses penjadwalan perlu sangat rinci sehingga mampu mendukung berjalannya proyek dengan cara yang lebih optimal.. Semua elemen ini bisa memberikan dampak signifikan terhadap durasi dan biaya proyek tersebut, sehingga analisis diperlukan; dengan menggunakan metode *crashing*, *overlapping*, dan kombinasi dari keduanya. Dalam Proyek konstruksi gedung Laboratorium masyarakat Kabupaten Nunukan, direncanakan penerapan percepatan melalui metode *crashing* dan *overlapping*, diikuti dengan langkah jaringan kerja untuk mencari lintasan kritis melalui *software* MS Project 2020, sehingga dapat diidentifikasi pekerjaan-pekerjaan pada jalur kritis. Untuk kegiatan yang masih bisa dilaksanakan meskipun harus menunggu penyelesaian kegiatan sebelumnya, maka diterapkan metode *overlapping*, dengan mempertimbangkan *lead time* pada empat jenis hubungan, yaitu; *start-to-start* (S/S), *start-to-finish* (S/F), *finish-to-start* (F/S), dan *finish-to-finish*.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, muncul beberapa pertanyaan yang kemudian dirumuskan sebagai masalah penelitian, yaitu:

1. Pekerjaan apa saja yang perlu dilakukan *crashing* dan *overlapping* untuk menunjang optimalisasi pada Proyek konstruksi gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Nunukan ?
2. Berapa selisih perbandingan biaya dengan metode *crashing* dan *overlapping* dari segi durasi antara waktu penambahan 1 hingga 3 jam kerja dengan waktu normal dalam Proyek konstruksi gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Nunukan?
3. Berapa waktu optimum yang didapat pada pekerjaan gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Nunukan dengan metode *crashing* dan *overlapping*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini meliputi:

1. Menentukan item pekerjaan yang paling baik untuk dilaksanakannya *crashing* dan *overlapping* sehingga meningkatkan optimalisasi pada pekerjaan gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Nunukan.
2. Membandingkan selisih biaya dan waktu pekerjaan proyek dengan metode *crashing* antara waktu penambahan 1 hingga 3jam kerja dengan waktu normal
3. Mengetahui waktu optimum yang dapat diterapkan dari hasil analisis menggunakan metode *crashing* dan *overlapping*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain bagi kontraktor/pelaksana proyek, pembaca, dan penulis sendiri. Adapun manfaat yang dimaksud dijabarkan sebagai berikut:

1. Manfaat bagi Kontraktor
 - a. Memberikan pemahaman mengenai cara menganalisis terkait percepatan waktu dan biaya pada pekerjaan Gedung laboratorium kesmas
 - b. Menjadi pedoman dalam perencanaan waktu dan biaya supaya pelaksanaan proyek dapat berlangsung secara lebih efisien dan efektif.
 - c. Menyediakan informasi yang dapat digunakan oleh kontraktor/pelaksana dalam mengidentifikasi peluang percepatan pekerjaan dan penghematan

biaya, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan proyek.

2. Manfaat Untuk Pembaca:

- a. Memperluas wawasan dan pemahaman terkait penerapan ilmu teknik sipil, terutama aspek manajemen konstruksi.
- b. Menjadi sumber inspirasi serta dasar untuk mengembangkan penelitian lanjutan yang lebih mendalam di bidang serupa.

3. Manfaat bagi Penulis:

- a. Merealisasikan Penerapan konsep Manajemen Konstruksi secara nyata, terorganisir, terencana, dan sistematis
- b. Mengasah kreativitas serta kemampuan dalam merumuskan dan mengelola ide/gagasan secara ilmiah.
- c. Memperluas Pengetahuan terkait pengendalian waktu dan biaya proyek menggunakan aplikasi seperti Microsoft Excel dan Microsoft Project
- d. Memperdalam wawasan dalam evaluasi kinerja proyek serta pengendalian terhadap biaya dan waktu pelaksanaan.

1.5. Pembatasan Penelitian

Agar analisis yang dilakukan dapat optimal dan perencanaan penelitian lebih mudah, peneliti menetapkan batasan dalam pembahasan. Adapun ruang lingkup batasan dalam pembahasan yang dimaksud meliputi:

1. Fokus penilitian terhadap pekerjaan konstruksi gedung laboratorium Kesehatan masyarakat Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara.
2. Analisis percepatan menggunakan metode *crashing* dan *overlapping*.
3. Proses percepatan hanya diterapkan pada bidang konstruksi sipil.
4. Tidak menganalisa pekerjaan MEP terhadap Proyek konstruksi gedung laboratorium Kesehatan masyarakat Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara.
5. Diasumsikan bahwa jumlah *manpower* yang diperlukan selalu mencukupi.
6. Tidak mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti perubahan kebijakan pemerintah.

1.6 Struktur Penulisan

Sistematika dalam penulisan Tugas Akhir akan disusun sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi gambaran umum mengenai penulisan ini, yang bertujuan memperkenalkan jenis dan karakteristik kegiatan penulisan. Meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, langkah penelitian, serta sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memuat landasan teori yang berasal dari berbagai sumber sebagai dasar penulisan, tinjauan singkat terhadap studi sebelumnya yang berkaitan dengan isu yang diangkat, beserta pendekatan yang diterapkan dalam kerangka analisis guna mengkaji pengelolaan biaya dan durasi.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Menguraikan metode penelitian yang dipakai, mulai dari teknik pengumpulan data, analisis data, urutan pelaksanaan penelitian, hingga hasil perencanaan yang menjadi dasar pengolahan data yang diperoleh.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas inti dari penyelesaian analisis serta menyajikan hasil pemikiran penulis berdasarkan analisis yang dilakukan.

5. BAB V KESIMPULAN

Pada bagian ini merupakan jawaban atas isi yang ada dalam tujuan, rangkuman temuan-temuan dari penilitan dan analisis yang dilakukan dan mencakup rekomendasi serta keinginan dari penyusun.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Manajemen Proyek konstruksi

Kegiatan konstruksi merupakan suatu aktivitas yang direncanakan secara khusus memiliki tujuan pasti, batasan waktu, serta membutuhkan sumber daya seperti tenaga kerja, bahan material, serta dana untuk pelaksanaannya. Menurut Soetrisno (1985), proyek merupakan upaya terencana yang membutuhkan pembiayaan serta penggunaan input tertentu untuk mencapai hasil yang telah ditetapkan dalam periode waktu yang terbatas.

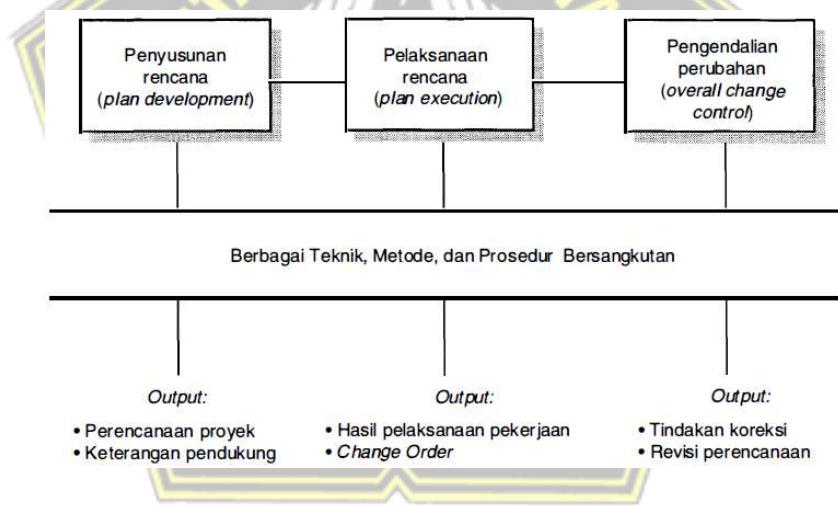
Manajemen proyek, dalam konteks konstruksi, merupakan penerapan berbagai prinsip manajemen untuk menjamin proyek dijalankan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, mencakup aspek waktu, biaya, mutu, dan tujuan akhir. Menurut Ervianto (2005), manajemen proyek mencakup proses perencanaan, pelaksanaan, koordinasi, serta pengendalian dari tahap awal hingga selesai, agar target proyek dapat tercapai *ontime*, sesuai anggaran yang disepakati, dan dengan kualitas yang diharapkan. Soeharto (1999) memperluas cakupan definisi tersebut dengan menyatakan bahwa manajemen proyek melibatkan kegiatan pengorganisasian, penggerakan, serta pengawasan sumber daya untuk mencapai target jangka pendek secara efektif. Sementara itu, Husen (2010) menekankan bahwa manajemen proyek memadukan pengetahuan teknis, keterampilan praktis, dan pengelolaan sumber daya yang minim, untuk memperoleh hasil terbaik terkait aspek biaya, kualitas, waktu, dan keselamatan kerja.

Nugraha dan rekan-rekan (1985) menjelaskan bahwa pokok dari manajemen proyek adalah melakukan upaya yang terorganisir untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan secara rinci, menggunakan metode yang paling optimal dan produktif. Oleh karena itu, pengelolaan proyek memiliki empat peran utama sebagai berikut:

1. Perencanaan, yaitu menentukan keputusan yang akan diambil pada masa mendatang, berdasarkan data, fakta, asumsi, dan informasi terkait kegiatan yang dirancang.

2. Pengorganisasian, yaitu mengelola hubungan antar individu atau kelompok kerja dalam organisasi, agar saling bersinergi dalam mencapai tujuan bersama.
3. Pelaksanaan, yaitu mengarahkan sumber daya manusia yang terlibat agar menjalankan aktivitas sesuai rencana.
4. Pengendalian, yaitu Melakukan pengawasan atas pelaksanaan kerja dan membandingkannya dengan rencana awal, serta menerapkan tindakan korektif bila terdapat penyimpangan (Widiasanti et al., 2013).

Dengan demikian, manajemen proyek bukan hanya sekadar proses administratif, tetapi juga strategi dinamis yang memadukan keilmuan dan praktik manajerial untuk memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan secara efisien tanpa mengorbankan mutu. Hal ini sangat penting dalam proyek fasilitas kesehatan seperti laboratorium, yang memiliki standar mutu dan waktu penyelesaian yang tinggi.



Gambar 2.1 Proses Manajemen Proyek

(Sumber : <https://kampus-sipil.blogspot.com>)

2.2. Analisis Waktu dan Biaya

Dalam kondisi optimal, aspek biaya, waktu, dan mutu proyek saling berkaitan erat dan memiliki tingkat sensitivitas tinggi satu sama lain. Setiap perubahan pada salah satu aspek tersebut berpotensi memengaruhi dua aspek lainnya, sehingga diperlukan pendekatan sistematis dalam pengelolaannya. Dalam konteks manajemen proyek konstruksi, pengendalian terhadap waktu dan biaya dilakukan melalui proses

perencanaan terstruktur serta analisis mendalam terhadap struktur kegiatan dan anggaran.

Perencanaan tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam jadwal pelaksanaan utama, dilengkapi dengan titik-titik kendali (*control points*) dan rencana pembiayaan proyek (Dipohusodo,1996). Faktor biaya sering kali menjadi pertimbangan utama dalam pelaksanaan proyek konstruksi, karena berhubungan langsung dengan nilai investasi yang signifikan dan potensi risiko kerugian yang besar. Analisis waktu dan biaya merupakan suatu proses estimasi terhadap durasi serta biaya proyek, dimulai dari awal pelaksanaan hingga tahap penyelesaian akhir. Husein dan Wibowo (2002) menyatakan bahwa terdapat dua pendekatan utama dalam analisis ini:

1. Metode Estimasi, yaitu pendekatan analitis dengan membandingkan proyek yang sedang direncanakan dengan proyek-proyek serupa yang telah dilaksanakan sebelumnya, berdasarkan jenis pekerjaan dan volume.
2. Metode Rencana, yaitu pendekatan yang dilakukan dengan Perencanaan rinci terkait jadwal pelaksanaan serta perkiraan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu kegiatan konstruksi.

Lebih lanjut, Dipohusodo (1996) menjelaskan bahwa analisis waktu dan biaya harus didukung oleh pengumpulan data yang akurat, untuk kemudian diolah menjadi data manajerial yang dapat dimanfaatkan dalam proses pengambilan keputusan. Beberapa alat yang sering digunakan dalam analisis ini meliputi:

1. Laporan kemajuan (*progress report*), berisi informasi status pekerjaan, biaya terkini, kendala yang dihadapi, tren pembiayaan, serta analisis deviasi dari rencana awal.
2. Estimasi penyelesaian, perkiraan waktu penyelesaian berdasarkan persentase kemajuan harian, mingguan, atau bulanan yang disesuaikan dengan target jadwal keseluruhan.
3. Pemantauan biaya, dilakukan secara berkelanjutan dengan mengukur persentase biaya terhadap setiap komponen seperti tenaga kerja, material, peralatan, dan termasuk juga biaya pada titik-titik kendali dan satuan biaya per aktivitas.

2.3. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan dalam proyek merupakan unsur utama dalam manajemen proyek konstruksi, tujuan utamanya adalah untuk mengatur urutan pelaksanaan kegiatan dalam proyek secara sistematis sehingga proses Konstruksi dapat diselesaikan sesuai jadwal, dalam batas anggaran, dan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Tanpa penjadwalan yang baik, kegiatan proyek rentan terhadap keterlambatan, pembengkakan biaya, dan inefisiensi kerja.

Menurut Ahuja et al. (1994), penjadwalan proyek adalah proses identifikasi dan pengorganisasian semua kegiatan proyek ke dalam urutan waktu pelaksanaan yang logis, sehingga memungkinkan perencanaan dan pengendalian yang lebih efektif terhadap sumber daya proyek. Hal ini sangat penting untuk menghindari konflik antar kegiatan, memastikan ketersediaan material dan tenaga kerja, serta memantau kemajuan pekerjaan secara berkala. Metode penjadwalan proyek memiliki beberapa tipe seperti, Bagan Balok (*Bar Chart*), Kurva S, Diagram Vektor, serta Perencanaan Jaringan (*Network Planning*).

Secara umum, penjadwalan memberikan sejumlah manfaat penting, yaitu:

1. Menjadi acuan bagi setiap unit kerja terkait batas waktu awal dan waktu penyelesaian untuk tiap aktivitas.
2. Menyediakan media koordinasi yang tertata dan dapat diterima bagi manajemen dalam menentukan prioritas alokasi sumber daya dan waktu.
3. Memungkinkan evaluasi terhadap progres pelaksanaan pekerjaan.
4. Menghindari penggunaan sumber daya secara berlebihan, sehingga proyek dapat selesai sesuai kesepakatan atau bahkan lebih cepat dari jadwal yang telah ditentukan.
5. Menjamin kejelasan mengenai waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Berfungsi sebagai komponen kunci dalam manajemen pengawasan proyek.

Kesulitan dalam menyusun jadwal proyek dipengaruhi oleh berbagai aspek, termasuk beberapa faktor berikut:

1. Target dan hasil yang ingin diraih melalui proyek tersebut.

2. Koneksi dan keterkaitan dengan proyek lain agar sinkron dengan jadwal utama (master schedule).
3. Ketersediaan dan kebutuhan dana untuk pelaksanaan.
4. Analisis antara waktu yang dibutuhkan, waktu yang ada, dan kemungkinan terbuangnya waktu karena gangguan serta hari bebas kerja.
5. Jumlah serta urutan kegiatan proyek berikut hubungan ketergantungannya.
6. Penerapan kerja lembur atau sistem kerja bergilir (*shift*) untuk percepatan pelaksanaan.
7. Kemampuan tenaga kerja dan kecepatan dalam menyelesaikan tugas.

2.4. Metode Percepatan Proyek Konstruksi

Metode percepatan proyek konstruksi bertujuan untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan tetap menjaga kualitas, biaya, dan keselamatan. Beberapa teori yang sering digunakan dalam percepatan proyek konstruksi.³ Durasi dan biaya memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan maupun kegagalan sebuah proyek. Umumnya, keberhasilan proyek diukur dari kemampuan menyelesaikan pekerjaan dalam waktu singkat, dengan biaya yang efisien, namun tetap mempertahankan mutu hasil. Pengelolaan proyek yang terstruktur dan pendekatan yang terstruktur dibutuhkan supaya proses penggerjaan dapat terlaksana tepat waktu sesuai kontrak atau bahkan lebih cepat, sehingga pengeluaran biaya menjadi sumber keuntungan dan sekaligus terhindar dari potensi denda karena keterlambatan.

Percepatan pelaksanaan kegiatan konstruksi dapat dicapai melalui penerapan network planning secara optimal. Metode perencanaan jaringan adalah teknik penjadwalan yang dipakai untuk mengatur dan mengendalikan berbagai tugas yang saling terkait dalam susunan yang rumit. Pendekatan ini mampu menampilkan keterkaitan antaraktivitas serta mengidentifikasi kegiatan kritis secara jelas.

³ Julistyana Tistogondo dan Saiful Anwar, “Analisis Pengendalian Waktu Pekerjaan Proyek Dengan Menggunakan Metode Fast-Track,” *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil* 6, no. 2 (2023): 100–105.

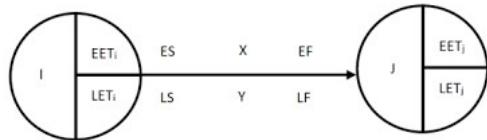
Beberapa metode yang termasuk dalam network planning antara lain *Activity on Arrow (Critical Path Method)* dan *Activity on Node (Precedence Diagram Method)*.

2.4.1. *Critical Path Method (CPM)*

Critical Path Method (CPM) adalah jalur yang terdiri atas rangkaian aktivitas proyek dengan total durasi ter panjang, yang pada saat bersamaan menunjukkan waktu tercepat untuk menyelesaikan keseluruhan proyek. Jalur kritis mencakup urutan aktivitas mulai dari tahap awal hingga akhir, di mana setiap Keterlambatan pada satu aktivitas akan langsung mempengaruhi keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan (Husen, 2009). Metode CPM mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Penyusunan diagram jaringan dilakukan dengan menggunakan simbol anak panah sebagai representasi aktivitas, sedangkan simpul (*node*) menggambarkan peristiwa. Simpul titik awal anak panah disebut *I-Node*, dan simpul titik akhir disebut *J-Node*, dengan hubungan keterkaitan *Finish-to-Start*.
2. Perhitungan maju (*forward pass*) digunakan untuk menentukan waktu mulai paling awal (*EETi* – *Earliest Event Time* pada *I-Node*) serta waktu paling awal pada *J-Node* (*EETj*) untuk seluruh aktivitas, dengan mengambil nilai maksimum. Parameter yang digunakan mencakup:
 - *ES (Earliest Start)*: waktu tercepat di mana suatu aktivitas dapat
 - *EF (Earliest Finish)*: waktu tercepat di mana suatu aktivitas dapat diselesaikan.
3. Perhitungan mundur (*backward pass*) berfungsi menentukan waktu selesai paling lambat (*LETi* – *Latest Event Time* pada *I-Node*) serta waktu paling lambat pada *J-Node* (*LETj*), dengan mengambil nilai minimum. Parameter yang digunakan mencakup:
 - *LF (Latest Finish)*: waktu terlambat suatu aktivitas dapat diselesaikan.
 - *LS (Latest Start)*: waktu terlambat suatu aktivitas dapat dimulai.
4. Tidak diperbolehkan adanya dua aktivitas yang menghubungkan pasangan peristiwa yang sama. Untuk mencegah hal tersebut, digunakan aktivitas semu (*dummy activity*) yang berdurasi nol
5. Lintasan kritis adalah jalur yang terdiri atas aktivitas dengan durasi terpanjang, di mana seluruh aktivitas di dalamnya memiliki *Total Float (TF) = 0*.

6. *Float* adalah toleransi waktu keterlambatan suatu aktivitas yang masih dapat digunakan tanpa memengaruhi jadwal keseluruhan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan durasi proyek dan distribusi sumber daya.



Gambar 2.2 Diagram *Critical Path method* (CPM)

Jenis-jenis Float terhadap penjadwalan kegiatan proyek antara lain:

1. *Total Float (TF)*

- Merupakan waktu tenggang maksimal yang dimiliki suatu aktivitas untuk mengalami keterlambatan tanpa memengaruhi jadwal penyelesaian keseluruhan proyek.
- Digunakan untuk mengidentifikasi lintasan kritis, di mana nilai $TF = 0$ menunjukkan aktivitas berada pada jalur kritis.
- Rumus:

$$\text{Event Oriented: } TF_{ij} = LET_j - EET_i - \text{Durasi}_{ij}$$

$$\text{Activity Oriented: } TF = LF - EF = LS - ES$$

2. *Free Float (FF)*

- Merupakan waktu tenggang yang dihitung dari perbedaan waktu mulai paling pertama pada kegiatan j dengan waktu mulai paling pertama pada kegiatan i setelah aktivitas tersebut selesai.
- Bermanfaat untuk pengaturan ulang sumber daya dan durasi pada aktivitas lain tanpa memengaruhi jadwalnya.
- Rumus: $FF_{ij} = EET_j - EET_i - \text{Durasi}_{ij}$

3. *Independent Float (IF)*

- Merupakan selang waktu yang dihasilkan dari selisih antara waktu mulai paling pada kegiatan j dengan waktu selesai paling lambat pada kegiatan i setelah aktivitas tersebut selesai.
- Rumus: $IF_{ij} = EET_j - LET_i - \text{Durasi}_{ij}$

3.3.2 Precedence Diagramming Method (PDM)

Precedence Diagramming Method (PDM) salah satu teknik yang digunakan untuk menyusun jadwala proyek. Selain PDM, penjadwalan juga dapat dilakukan dengan metode lain seperti *Gantt Chart*, *Activity on Node* (AON), *Critical Path Analysis*, serta *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Metode PDM mempermudah pemahaman terhadap hubungan antaraktivitas dalam proyek, dengan fokus utama pada upaya menyeimbangkan antara biaya pelaksanaan dan waktu penyelesaian pekerjaan.

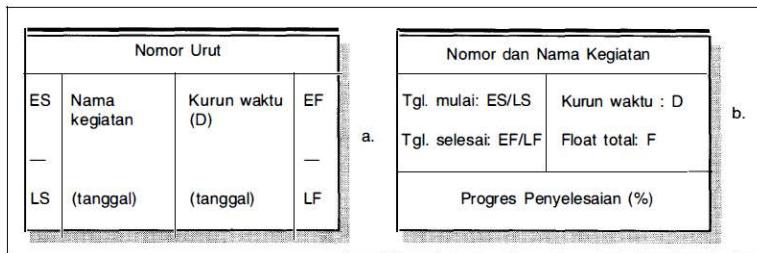


Diagram PDM node representation showing two tables:

a. Nomor Urut

Nomor Urut			
ES	Nama kegiatan	Kurun waktu (D)	EF
—	—	—	—
LS (tanggal)	(tanggal)	(tanggal)	LF

b. Nomor dan Nama Kegiatan

Tgl. mulai: ES/LS	Kurun waktu : D
Tgl. selesai: EF/LF	Float total: F
Progres Penyelesaian (%)	

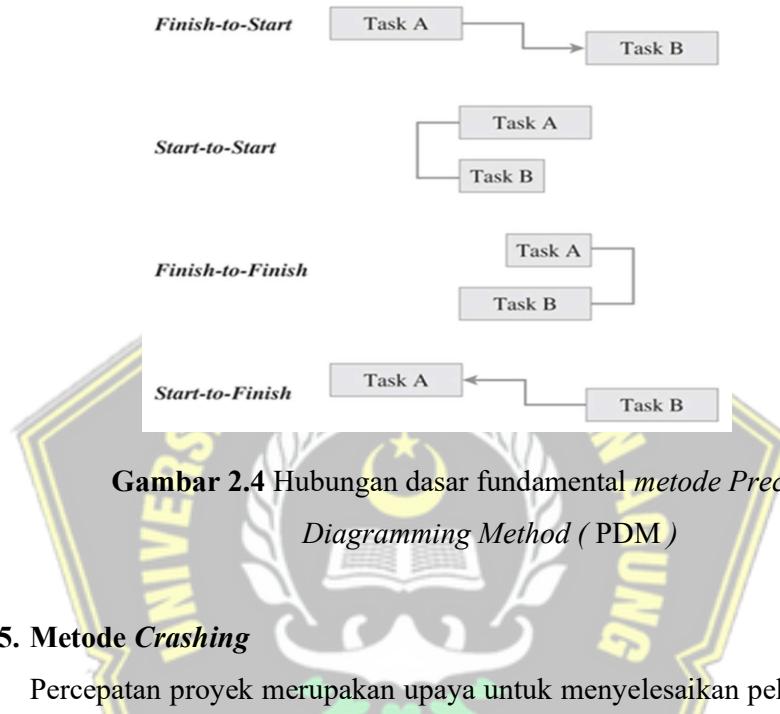
Gambar 2.3 Denah Node PDM

Diagram *Precedence Diagramming Method* (PDM) memiliki kemiripan dengan teknik *Activity on Node* (AON) dan dibangun berdasarkan empat jenis hubungan logis utama, yaitu :

1. **Finish-to-Start (FS)**
 - Merupakan jenis hubungan yang paling umum dijumpai, di mana satu pekerjaan baru dapat dimulai setelah pekerjaan sebelumnya selesai.
 - Contoh: *Task B* hanya dapat dimulai jika *Task A* telah selesai.
2. **Start-to-Start (SS)**
 - Menggambarkan dua pekerjaan yang bisa atau perlu dimulai secara bersamaan, meskipun waktu penyelesaiannya dapat berbeda.
 - Hubungan ini sering digunakan untuk kegiatan yang berjalan paralel sebagian waktunya.
3. **Finish-to-Finish (FF)**
 - Menunjukkan dua pekerjaan yang memiliki waktu penyelesaian yang sama, meskipun waktu mulai dan durasinya berbeda.
 - Aktivitas berikutnya dapat dimulai setelah kedua aktivitas yang memiliki hubungan FF ini selesai.

4. *Start-to-Finish (SF)*

- Merupakan jenis hubungan yang jarang digunakan, di mana satu pekerjaan tidak dapat berakhir sebelum pekerjaan lainnya dimulai.
- Hubungan ini umumnya dapat diganti dengan bentuk Finish-to-Start yang merupakan kebalikan dari SF.
- Contoh: Task A baru dapat diselesaikan jika Task B telah dimulai.



2.5. Metode *Crashing*

Percepatan proyek merupakan upaya untuk menyelesaikan pekerjaan lebih singkat dibandingkan rencana jadwal normal yang telah ditetapkan. Tindakan ini dilakukan dengan cara memangkas durasi aktivitas melalui program percepatan (*crash program*). Durasi *crashing* maksimum didefinisikan sebagai waktu tersingkat yang secara teknis masih memungkinkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas, dengan asumsi bahwa ketersediaan sumber daya tidak menjadi kendala (Soeharto, 1999). Batas percepatan maksimum suatu aktivitas bergantung pada luasnya area proyek atau lokasi pelaksanaan pekerjaan. Meskipun demikian, terdapat empat aspek yang dapat dimaksimalkan untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan, yaitu: penambahan *manpower*, pengimplementasian jadwal kerja tambahan, pemanfaatan mesin-mesin berat, dan perubahan cara pelaksanaan proyek konstruksi di lokasi kerja.

Dalam praktiknya, percepatan tidak diaplikasikan pada semua pekerjaan, namun hanya digunakan pada pekerjaan yang termasuk pada jalur kritis. Percepatan

pada jalur kritis mampu secara langsung memengaruhi percepatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Menurut Soeharto (1999), langkah-langkah *crash program* untuk mengoptimalkan waktu dan biaya meliputi:

1. Aktivitas-aktivitas disusun dalam bentuk tabel tabulasi dengan penandaan khusus untuk aktivitas yang berada pada jalur kritis. Proses *crashing* diterapkan hanya pada aktivitas di jalur kritis..
2. Melakukan perhitungan biaya serta durasi untuk setiap aktivitas, baik dalam kondisi normal maupun setelah dilakukan *crashing*.
3. Biaya tambahan (*cost slope*) untuk setiap aktivitas dihitung berdasarkan jumlah hari.
4. Diagram disusun agar proses perhitungan menjadi lebih sederhana.
5. Proses perhitungan diawali dari aktivitas kritis yang memiliki *cost slope* paling rendah secara bertahap sampai mencapai *cost slope* yang tertinggi.

Project crashing merupakan upaya percepatan penyelesaian pekerjaan dengan melakukan pertukaran antara waktu dan biaya. Langkah ini dilakukan melalui Penambahan jumlah shift, perpanjangan jam kerja, penambahan tenaga kerja, memastikan pasokan material tersedia, penggunaan peralatan dengan produktivitas lebih tinggi, serta penerapan metode pemasangan yang lebih efektif merupakan bagian dari biaya langsung. Program *crashing* dilakukan dengan menyesuaikan jadwal proyek melalui metode *network planning* pada aktivitas-aktivitas di jalur kritis. Penerapan crashing berdampak pada peningkatan biaya langsung proyek (Husen, 2010).

Program percepatan ini bertujuan untuk mempersingkat durasi penyelesaian suatu pekerjaan dengan menekan peningkatan biaya seminimal mungkin (Soeharto, 1999). Untuk menganalisis keterkaitan antara durasi dan biaya pada setiap pekerjaan, digunakan definisi khusus yang telah dirumuskan oleh Soeharto (1999).

1. Waktu standar merujuk pada periode yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah tugas secara optimal tanpa memasukkan kerja tambahan seperti lembur atau pemanfaatan alat dengan teknologi canggih.
2. Biaya normal adalah biaya langsung yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan dalam jangka waktu yang biasa. Komponen biaya ini meliputi biaya bahan normal dan biaya upah normal.

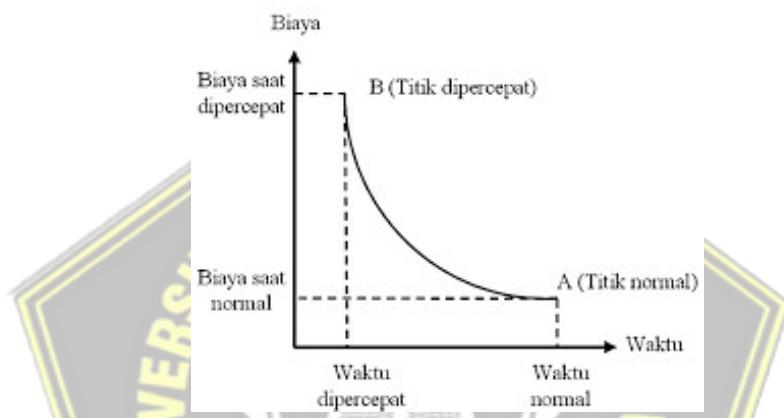
Rumus menghitung biaya normal adalah:

$$\text{Koefisien} = \frac{\text{Biaya Bahan}/\text{Upah}}{\text{Biaya Bahan dan Upah}} \dots \dots \dots [2.1]$$

3. Kurun waktu adalah jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas secara teknis. Rumus perhitungannya:

$$\text{Kurun waktu} = \frac{\text{Jumlah tenaga kerja}}{\text{Jumlah x orang untuk menyelesaikan pekerjaan}} \dots \dots \dots [2.2]$$

4. Biaya percepatan (*crash cost*) merupakan jumlah keseluruhan biaya langsung yang dibutuhkan agar suatu aktivitas dapat terselesaikan dalam waktu tercepat yang secara teknis masih dapat dicapai.



Gambar 2.5 Grafik hubungan biaya-waktu normal dan dipercepat

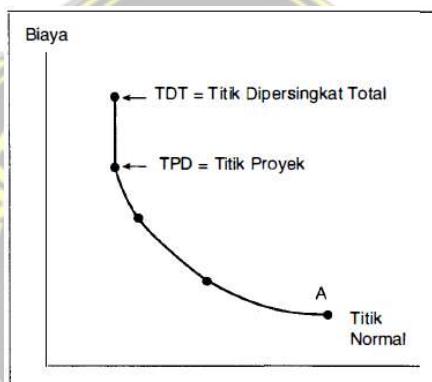
(Sumber : Soeharto, 1999)

Titik A di Gambar 2.5 menggambarkan kondisi waktu dan biaya pada keadaan normal, sementara pada titik B menunjukkan kondisi setelah durasi pekerjaan dipersingkat. Garis yang mengkoneksikan kedua titik dikenal sebagai kurva hubungan durasi dan biaya. Dalam banyak kasus, garis ini pada dasarnya dapat dianggap lurus, namun jika memiliki bentuk cekung, analisis dilakukan per segment sehingga terbagi menjadi beberapa garis lurus. Setelah bentuk kurva waktu-biaya suatu pekerjaan diketahui, nilai kemiringan (*slope*) dapat digunakan untuk menghitung besarnya tambahan biaya yang dibutuhkan guna memperpendek durasi pekerjaan selama satu hari.

Biaya tambahan yang dikeluarkan secara langsung (*direct cost*) untuk mempercepat penyelesaian suatu aktivitas per satuan waktu dikenal dengan istilah *cost slope* (Soeharto, 1999). Proses percepatan waktu diawali dari Titik awal, yang merepresentasikan kondisi durasi dan biaya normal proyek. Pada titik ini, nilai

biaya dihitung dari penjumlahan semua biaya normal dari setiap aktivitas dalam proyek, sementara durasi normalnya ditentukan dengan menggunakan metode PDM..

Pada Gambar 2.6, titik A menggambarkan kondisi titik normal. Dari titik tersebut, langkah percepatan digunakan pada pekerjaan yang terletak di lintasan kritis, Setiap penambahan biaya yang dibutuhkan untuk memperpendek durasi dapat dilihat dari nilai *slope* kegiatan Aktivitas yang dipercepat akan memerlukan penambahan biaya, dan dengan memasukkan biaya tambahan tersebut, setiap tahap percepatan akan menghasilkan total biaya proyek yang sesuai dengan durasi baru. Tahap tersebut menghasilkan hubungan nilai durasi dan biaya yang baru, yang tergambar pada Gambar 2.11.

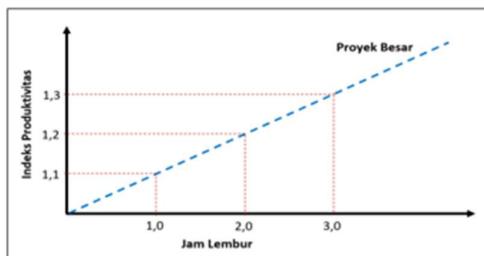


Gambar 2.6 Grafik titik normal TDT dan TPD

(Sumber: Soeharto 1999)

Metode crash merupakan strategi percepatan pelaksanaan proyek dengan tujuan menyelesaikan pekerjaan lebih cepat dari rencana semula. Peraturan terkait penambahan jam kerja awalnya diatur dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 102 Tahun 2004. Namun, kini telah diperbarui melalui Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021. sebagai turunan dari Undang-Undang Cipta Kerja. Regulasi terbaru ini memberikan kelonggaran waktu lembur, dari batas awal dari 3 jam per hari dan 14 jam per minggu menjadi 4 jam per hari dan 18 jam per minggu, di luar lembur pada hari libur nasional dan waktu istirahat mingguan. Dalam konteks studi kasus ini, diterapkan ketentuan maksimal 18 jam lembur per minggu dengan pola kerja 6 hari, sehingga durasi lembur harian dibatasi hingga 3 jam. Langkah percepatan proyek diterapkan terhadap kegiatan-kegiatan yang

berada pada jalur kritis. contohnya pekerjaan penulangan dan bekisting (H) yang memiliki volume terbesar.



Gambar 2.7 Grafik Indeks Produktivitas Karena Lembur 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam

Dalam menganalisis keterkaitan antara biaya dan durasi suatu aktivitas, terdapat beberapa istilah yang umum digunakan, yaitu durasi normal (Normal Duration/ND), durasi durasi percepatan (Crash Duration/CD), biaya pada kondisi normal (Normal Cost/NC), dan biaya pada kondisi percepatan (Crash Cost/CC).

- a. Melakukan perhitungan *cost slope* pada setiap komponen pekerjaan.
- b. Memperpendek durasi pelaksanaan, diawali dari aktivitas kritis yang memiliki nilai *cost slope* paling rendah.
- c. Jika selama proses percepatan muncul jalur kritis baru, maka percepatan dilakukan pada aktivitas-aktivitas sangat penting yang memiliki hubungan *cost slope* terendah.
- d. Melanjutkan proses kegiatan percepatan hingga mencapai batas durasi minimum proyek.
- e. Menyusun tabel perbandingan biaya terhadap durasi, kemudian memvisualisasikannya dalam format grafik yang menampilkan titik kondisi normal (biaya dan waktu awal), titik-titik hasil percepatan dari setiap aktivitas, hingga titik yang menunjukkan durasi minimum proyek (TPD).
- f. Mengevaluasi grafik cost total untuk menentukan durasi dalam penyelesaian yang optimal, yakni durasi proyek dengan biaya keseluruhan terendah.

2.6. Metode *Overlaping*

Dalam analisis jaringan kerja (*network*), umumnya diasumsikan bahwa suatu aktivitas penerus hanya dapat dimulai setelah aktivitas pendahulunya selesai. Namun, jika aktivitas penerus memungkinkan untuk dimulai lebih awal tanpa Jika

sebelumnya aktivitas penerus harus menunggu penyelesaian penuh aktivitas pendahulu, maka aktivitas pendahulu tersebut dapat diuraikan menjadi beberapa sub-aktivitas. Namun, penerapan metode ini akan memperbesar kompleksitas jaringan kerja serta meningkatkan beban dalam proses penyusunan dan analisisnya. Sebagai solusi, pendekatan lain perlu digunakan karena banyak proyek mengadopsi ide tentang “tahapan aktivitas yang berurutan”, di mana suatu pekerjaan dapat dimulai meskipun hanya sebagian pekerjaan pendahulunya yang telah rampung. Kondisi ini dikenal sebagai aktivitas Tumpang tindih kegiatan (overlapping activities) dapat dianalisis tanpa menambah kompleksitas ukuran jaringan kerja apabila menggunakan metode diagram preseden dengan memanfaatkan konsep lead, lag, dan link. Metode ini dapat menyajikan ilustrasi proyek yang lebih akurat dan biasanya menghasilkan waktu penyelesaian yang lebih cepat.

Jenis-jenis hubungan aktivitas pada sistem tumpang tindih meliputi:

1. *Start-to-Start* (S/S).
2. *Start-to-Finish* (S/F).
3. *Finish-to-Start* (F/S).
4. *Finish-to-finish* (F/F).

Jenis hubungan antar aktifitas	Keterangan
Finish to Start (FS)	Aktifitas B tidak dapat dimulai sebelum aktifitas A selesai. Jenis hubungan ini adalah jenis yang paling sering digunakan.
Start to Start (SS)	Aktifitas B tidak dapat dimulai sebelum aktifitas A dimulai.
Finish to Finish (FF)	Aktifitas B tidak dapat selesai jika aktifitas A belum selesai.
Start to Finish (SF)	Aktifitas B tidak dapat selesai sebelum aktifitas A dimulai.

Tabel 2.1 Jenis-jenis hubungan antar aktifitas

2.7. *Cost Slope*

Dengan menggunakan data durasi dan biaya dalam situasi standar maupun percepatan, kita bisa menentukan besarnya penambahan biaya yang dibutuhkan untuk mempercepat suatu kegiatan per satuan waktu, yang disebut sebagai *cost slope*. Nilai ini diperoleh dengan menghubungkan titik-titik hasil perhitungan dalam bentuk segmen-segmen garis, yang kemudian digunakan untuk menganalisis kelayakan suatu aktivitas untuk dilakukan crashing.

Metode ini dilakukan dengan meninjau kemiringan (*slope*) dari setiap segmen garis, sehingga dapat diidentifikasi sejauh mana pengaruh penambahan biaya terhadap pengurangan durasi penyelesaian proyek.

$$Cost \ Slope = \frac{Crash \ Cost - Normal \ Cost}{Normal \ Duration - Crash \ Duration} \quad \dots \dots \dots [2.6]$$

Dalam upaya mempercepat penyelesaian proyek, dilakukan kompresi jadwal dengan tujuan meminimalkan penambahan biaya. Proses percepatan ini difokuskan pada jalur kritis, proses dimulai dari aktivitas dengan nilai *cost slope* terendah.

2.8. Prosedur Dalam Mempersingkat Durasi Proyek

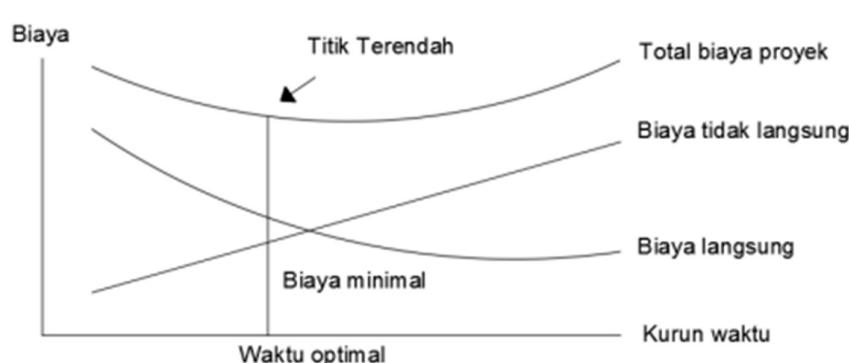
Berikut adalah tahapan-tahapan untuk mempersingkat waktu pelaksanaan proyek berdasarkan pendapat Soeharto (1999):

1. Menetapkan durasi selesainya proyek dan mengidentifikasi nilai *float* dengan metode PDM berdasarkan acuan waktu normal.
2. Menghitung biaya normal pada tiap aktivitas.
3. Menentukan biaya percepatan untuk setiap aktivitas.
4. Menghitung nilai *cost slope* pada masing-masing komponen pekerjaan.
5. Memangkas durasi aktivitas, diawali dari lintasan kritis dengan nilai *cost slope* paling rendah.
6. Setelah setiap tahap percepatan, periksa probabilitas terdapatnya *float* yang dapat dimanfaatkan untuk menunda pekerjaan tertentu sehingga biaya dapat ditekan.
7. Apabila muncul lintasan kritis baru selama proses percepatan, lakukan percepatan pada aktivitas kritis dengan kombinasi *cost slope* terendah.
8. Lanjutkan proses percepatan hingga mencapai Titik Proyek Dipersingkat (TPD).
9. Menyusun tabel perbandingan biaya terhadap waktu.
10. Menghitung biaya tidak langsung proyek.
11. Menjumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk memperoleh total biaya proyek.

2.9. Analisis Biaya Minimal dan Waktu Optimal

Dalam proyek konstruksi, total biaya terbagi menjadi dua jenis berdasarkan durasi pekerjaan: biaya langsung dan tidak langsung. Biaya langsung meliputi pengeluaran yang terkait langsung dengan hasil akhir dan volume pekerjaan, seperti bahan dan upah. Sedangkan biaya tidak langsung mencakup biaya manajemen, pengawasan, serta penyediaan layanan pendukung proyek yang bukan bagian dari produk akhir (Soeharto, 1999),

Total pengeluaran dalam suatu proyek merupakan gabungan antara biaya langsung dan biaya tidak langsung, yang nilainya sangat bergantung pada lamanya waktu penyelesaian proyek tersebut. Kedua jenis biaya ini akan berubah sejalan dengan berjalanannya waktu dan perkembangan pekerjaan. Walaupun tidak bisa dihitung dengan rumus pasti, biasanya semakin panjang durasi proyek maka biaya tidak langsung yang terkumulasi juga akan semakin besar (Soeharto, 1999). Jika sebuah aktivitas dipercepat pelaksanaannya, biaya langsung yang dibutuhkan untuk aktivitas tersebut cenderung meningkat karena adanya percepatan di atas kecepatan standar. Namun, peningkatan biaya langsung ini mungkin tetap lebih kecil jika dibandingkan dengan pengurangan biaya tidak langsung yang diperoleh. Hubungan antara pengeluaran langsung, pengeluaran tidak langsung, dan lamanya proyek seringkali divisualisasikan menggunakan jenis grafik tertentu.



Gambar 2.8 Grafik Hubungan Biaya Total, Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan biaya minimal terhadap waktu optimal
(Sumber : Soherto,1999)

Pada grafik tersebut terlihat sebuah titik ideal yang menunjukkan biaya terendah sekaligus waktu penggerjaan yang paling efektif. Titik tersebut menjadi fokus utama bagi kontraktor selama pelaksanaan proyek. Lama waktu penggerjaan sangat berpengaruh terhadap keseluruhan biaya proyek. Jika durasi penyelesaian diperpanjang, biaya biasanya akan naik, begitu juga ketika durasi dipercepat. Oleh sebab itu, perencanaan waktu yang akurat sangat dibutuhkan untuk memperoleh biaya pelaksanaan yang optimal.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Objek penelitian yang diangkat ialah analisis studi kasus pada proyek pembangunan Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Nunukan. Informasi proyek yang dipakai meliputi data berikut:

1. Nama proyek : Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan
2. Pemilik proyek : Dinas Kesehatan Pengendalian Penduduk dan Keluarga Berencana
3. Kontraktor : CV. BUMI PERKASA KALTARA
4. Nilai pekerjaan : Rp. 5.714.332.000,-
5. Waktu pelaksanaan : 180 Hari Kalender (19 Juni 2024 – 15 Desember 2024)
6. Alamat : Jl. Sungai Sembilan, Selisun, Nunukan Sel., Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara 77480



Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek konstruksi gedung laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan
(Sumber : Google Earth 2025)

3.2. Data Penelitian

Proses penyusunan tugas akhir memerlukan ketersediaan data untuk dianalisis secara mendalam. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder, yang meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB) serta jadwal pelaksanaan proyek (Kurva S).

3.3. Pengumpulan Data

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pengumpulan data didefinisikan sebagai proses, metode, atau langkah yang dilakukan untuk memperoleh data diartikan sebagai suatu proses, cara, atau langkah-langkah dalam menghimpun data. Dalam konteks penelitian, pengumpulan data merupakan tahapan krusial yang menentukan kualitas dari hasil penelitian. Metode pengumpulan data merupakan tahap sistematis yang digunakan peneliti guna mendapatkan data yang mendukung tercapainya tujuan penelitian.

Pemilihan metode ini harus disesuaikan dengan jenis data yang dibutuhkan, sifat permasalahan yang diteliti, serta sumber data yang tersedia. Pemilihan metode yang tepat sangat berpengaruh terhadap validitas dan reliabilitas data yang diperoleh. Oleh karena itu, proses pengumpulan data harus dilaksanakan dengan hati-hati dan berdasarkan pendekatan ilmiah agar informasi yang dikumpulkan dapat dipertanggungjawabkan.

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung dari sumber utama melalui observasi lapangan, wawancara, atau kuesioner. Data ini dikumpulkan secara khusus oleh peneliti untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang sedang dilakukan. Contoh data primer pada kegiatan proyek ini meliputi informasi langsung dari pelaksana proyek terkait kondisi lapangan, seperti data jumlah tenaga kerja yang terlibat, jenis dan jumlah peralatan yang digunakan, serta informasi umum proyek lainnya yang diperoleh melalui observasi atau wawancara langsung.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari sumber-sumber pendukung atau dokumentasi yang telah tersedia sebelumnya. Data ini dapat bersumber dari laporan proyek, dokumen perencanaan, buku, jurnal, serta literatur lain yang relevan dengan topik penelitian, yang digunakan untuk mendukung analisis dan pembahasan secara teoritis maupun empiris. Sumber data sekunder dalam

penelitian ini mencakup dokumen seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal pelaksanaan proyek, serta berbagai laporan aktivitas proyek yang diperoleh langsung dari pihak pelaksana di lapangan.

Dalam suatu penelitian, teknik pengumpulan data memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan studi, karena kualitas data yang diperoleh akan sangat memengaruhi ketepatan analisis dan kesimpulan yang dihasilkan. Aspek ini mencakup metode memperoleh data, pihak yang menjadi sumber informasi, serta instrumen yang digunakan. Sumber data dapat berasal dari pihak langsung (data primer) maupun dari pihak tidak langsung (data sekunder).

3.4. Pengolahan data dan Analisis Data

Pengolahan serta analisis data dilakukan untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai efektivitas penerapan metode percepatan waktu pelaksanaan proyek. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam kajian ini adalah metode *crashing*, yang diuraikan sebagai berikut:

3.4.1 Metode *Crashing*

Metode *crashing* merupakan strategi percepatan proyek dengan cara memperpendek durasi aktivitas-aktivitas kritis melalui penambahan sumber daya, seperti tenaga kerja, jam kerja, atau teknologi, yang secara langsung berdampak pada peningkatan biaya (Ervianto, 2004). Prinsip utama dari *crashing* adalah optimalisasi biaya tambahan yang ditimbulkan dari upaya percepatan tersebut dibandingkan dengan potensi biaya keterlambatan proyek secara keseluruhan. Metode ini diterapkan khusus pada tugas-tugas yang termasuk dalam jalur kritis, sebab hanya aktivitas-aktivitas tersebut yang berpengaruh langsung terhadap lamanya waktu penyelesaian proyek (Husen, 2010)

Beberapa metode yang diterapkan dalam proses percepatan (*crashing*) antara lain:

a. Penambahan Jumlah Pekerja

Percepatan pelaksanaan suatu aktivitas dapat dicapai dengan menambah jumlah pekerja yang terlibat dalam kegiatan tersebut. Penambahan ini dilakukan tanpa mengubah durasi kerja harian. Namun, perlu diperhatikan bahwa efektivitas strategi ini sangat bergantung pada ketersediaan ruang kerja yang memadai agar

tidak mengganggu aktivitas lain. Selain itu, pengawasan intensif diperlukan untuk menjaga produktivitas di tengah padatnya jumlah pekerja pada suatu lokasi kerja.

b. Penjadwalan Kerja Lembur

Salah satu metode untuk mempercepat penyelesaian suatu pekerjaan adalah dengan menambah jam kerja atau melakukan lembur. Langkah ini bertujuan meningkatkan produktivitas sehingga durasi pelaksanaan dapat dipersingkat. Namun, perlu diperhatikan batas waktu kerja harian, karena jam kerja yang terlalu panjang dapat menurunkan kinerja akibat kelelahan. Secara umum, perencanaan kerja lembur dapat dihitung berdasarkan ketentuan berikut: Jam kerja reguler : 7 jam per hari (pukul 08,00–16,00)

- Lembur dilakukan setelah jam kerja reguler berakhir.
- Tarif upah pekerja selama lembur.

c. Prinsip Perhitungan Metode *Crashing*

Dalam metode crashing, terdapat dua jenis durasi yang digunakan:

1. Waktu Normal (Normal Time): Durasi standar suatu aktivitas saat dilakukan dalam kondisi biasa tanpa adanya percepatan.
Waktu Akselerasi (Crash Time): Durasi terpendek yang bisa dicapai untuk menyelesaikan aktivitas dengan menambah sumber daya.

Dari kedua komponen tersebut, total waktu akselerasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

Total Waktu Akselerasi = Waktu Normal – Waktu Akselerasi[3.1]

Komponen biaya dalam proyek crashing terdiri dari tiga bagian, yaitu:

1. Biaya Normal (Normal Cost) merupakan biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas dalam kondisi normal tanpa percepatan.
2. Biaya Akselerasi (Crash Cost) merupakan biaya langsung yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas dalam durasi tercepat yang realistik dapat dicapai.

Selisih antara kedua biaya tersebut menghasilkan Total Biaya Akselerasi, yang dihitung menggunakan persamaan:

3. Total Biaya Akselerasi = Biaya Akselerasi – Biaya Normal[3.2]

Biaya percepatan per satuan waktu (slope), yaitu biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi waktu terpendek dalam satuan waktu terkecil yang ditentukan, dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Biaya Akselerasi per Unit Waktu (Slope)} = \frac{\text{Total Biaya Akselerasi}}{\text{Total Waktu Akselerasi}} \dots\dots [3.3]$$

Pelaksanaan metode crashing pada suatu proyek melibatkan beberapa tahapan penyelesaian, yaitu:

1. Menyusun diagram jaringan (*network diagram*) untuk setiap aktivitas dalam proyek.
2. Menghitung total waktu percepatan, total biaya percepatan, dan biaya percepatan per satuan waktu untuk masing-masing aktivitas.
3. Menentukan jalur kritis (critical path) beserta total durasi proyek.
4. Memilih aktivitas pada jalur kritis dengan biaya percepatan terendah, lalu mengurangi durasinya hingga batas maksimum yang diperbolehkan.
5. Memperbarui durasi seluruh aktivitas. Jika target waktu proyek telah tercapai, proses dihentikan; jika belum, ulangi kembali langkah kedua hingga keempat.
- d. Alternatif Dalam menambahkan Jam Kerja (Lembur)

Percepatan proyek melalui penambahan jam kerja berpotensi memengaruhi efisiensi pelaksanaan. Produktivitas dari pendekatan ini dapat dihitung menggunakan persamaan 3,4 hingga 3,9.

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \dots\dots [3.4]$$

$$\text{Produktivitas/Jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja Normal}} \dots\dots [3.5]$$

$$\text{Produktivitas sesudah crash} = \text{Produktivitas harian} + (\text{Total Waktu Lembur} \times \text{Produktivitas/jam} \times \%) \dots\dots [3.6]$$

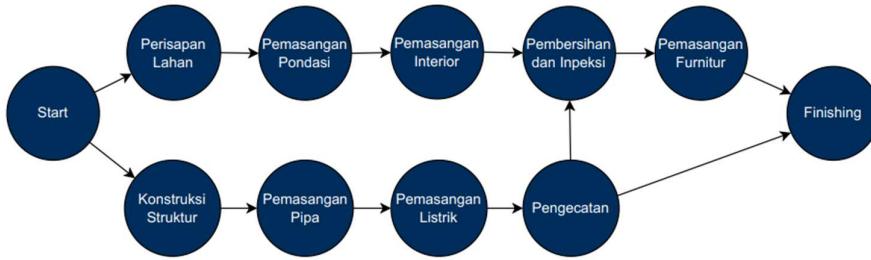
Berdasarkan tingkat produktivitas harian setelah proses percepatan, waktu penyelesaian proyek setelah dilakukan crash dapat ditentukan.

$$\text{Crash duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas sesudah crash}} \dots\dots [3.7]$$

Besarnya crash cost dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{Biaya Upah Lembur Total} = \text{Jumlah pekerja} \times (3 \text{ jam} \times \text{crashing}) \times \text{biaya lembur/hari} \dots\dots [3.8]$$

$$\text{Crash Cost} = \text{Biaya Langsung Normal} + \text{Biaya Upah Lembur Total} \dots\dots [3.9]$$



Gambar 3.2 Contoh kegiatan (*activity*) *network planning*

3.4.2 Metode *Overlapping*

Teknik *Overlapping* merupakan metode untuk mempercepat proyek dengan mengubah tipe keterkaitan antar tugas sehingga pekerjaan bisa diselesaikan secara paralel. sehingga dapat dicapai lebih cepat tanpa mengubah durasi setiap aktivitas. Berikut ini adalah beberapa contoh metode *overlapping* dari Proyek konstruksi gedung laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan.

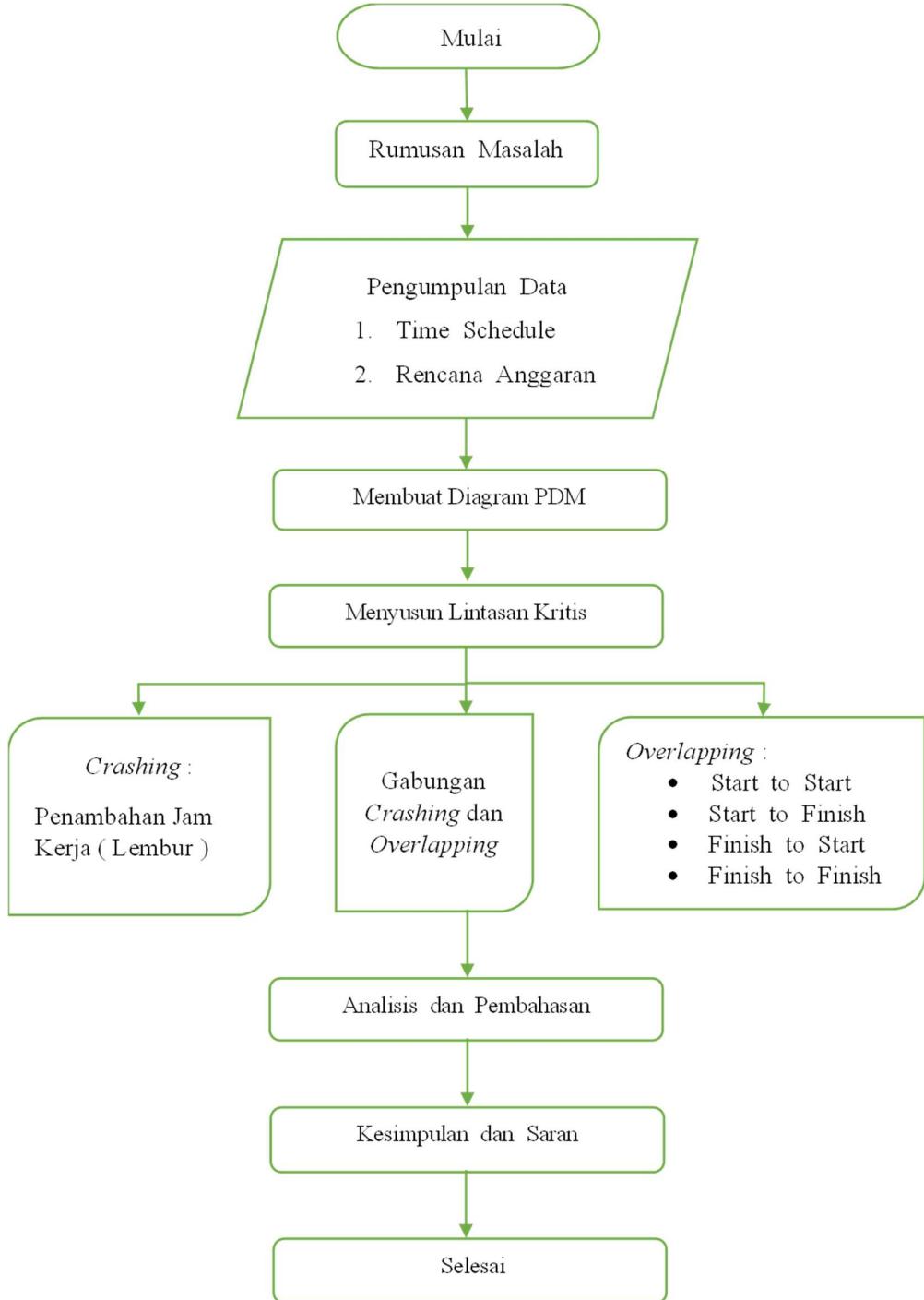
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT	DURASI (HARI)	HUBUNGAN
A	PEK. PERSIAPAN				
A.1	PEMBERSIHAN LAHAN	1.366,97	m ²	7,00	
A.2	PENGUKURAN DAN PEMASANGAN BOWPLANK	160,40	m'	1,00	
A.3	MOBILISASI DAN PERSIAPAN K3	1,00	Ls	5,00	
B	PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN				
B.1	PERATAAN TANAH	247,70	M3	3,00	A.1
B.2	GALIAN PONDASI	743,73	M3	7,00	A.1, B.2
B.3	URUGAN KEMBALI			2,00	B.2,C.1,C.2
C	PEKERJAAN PONDASI DAN BETON				
C.1	PEK. PONDASI BATU KALI	254,03	M3	10,00	B.2
C.2	PEK. PONDASI TAPAK	15,75	M3	14,00	B.2
C.3	PEK. SLOOR	18,67	M3	7,00	C.1, C.2
C.4	PEK. RABAT LANTAI	68,35	M3	2,00	B.3,C.3
C.5	PEK. KOLOM	16,71	M3	20,00	C.3
C.6	PEK. BALOK	20,47	M3	7,00	C.5
C.7	PEK. DAK BETON	3,70	M3	20,00	C.5, C.6
D	PEK. DINDING DAN PLESTERAN				
D.1	PAS. BATA MERAH	1.522,99	M2	7,00	C.5
D.2	PEK. PLESTERAN	3.045,98	M2	7,00	D.1
D.3	PEK. ACIAN	3.045,98	M2	4,00	D.2
E	PEK. ATAP				
E.1	PEK. RANGKAI ATAP	1.242,43	M2	5,00	C.5, D.1
E.2	PAS. ATAP GENTENG	657,37	M2	5,00	E.1
F	PEK. MEP				
F.1	PEK. SANITAIR	8,00	UNIT	8,00	C.4
F.2	PEK. LISTRIK	115,00	M'	7,00	D.1
G	PEK. FINISHING				
G.1	PEK. LANTAI KERAMIK	1.031,50	M2	7,00	E.2,F.1
G.2	PAS. PLAFOND	1.024,75	M2	7,00	D.3,E.2
G.3	PEK. DAUN PINTU DAN JENDELA	180,21	M2	14,00	G.1
G.4	PEK. PENGECAKAN	4.070,73	M2	7,00	D.3,E.2,G.2
G.5	PEK. PEMASANGAN ORNAMEN DAN PELENGKAP	41,56	M2		G.4

Tabel 3.1 Aktifitas Proyek pembangunan Laboratorium Kesehatan Masyarakat

Kabupaten Nunukan

3.5. Tahapan Atau Bagan Alir Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis akan menjalankan serangkaian tahapan yang disusun secara singkat dan sistematis, seperti yang terlihat pada gambar berikut:



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum Proyek

Studi kasus yang di gunakan dalam penelitian ini berfokus pada Proyek konstruksi gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan. Berdasarkan rencana awal, proyek ini dijadwalkan berlangsung selama 180 hari, dimulai pada 19 Juni 2024 dan ditargetkan selesai pada 15 Desember 2024. Proyek ini dipilih sebagai objek penelitian ini dipilih agar dalam realisasinya pekerjaan dapat berjalan sesuai waktu yang telah disepakati atau lebih cepat dari waktu normal tanpa adanya kenaikan biaya yang signifikan,. Dalam penelitian ini, percepatan hanya diterapkan pada aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam jalur kritis. Data yang digunakan dalam proses crashing mencakup Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan jadwal pelaksanaan. Berikut adalah data Proyek konstruksi gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan.

Nama Proyek : Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan

Lokasi Proyek : Jl. Sungai Sembilan, Selisun, Nunukan Sel., Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara 77480

Pemilik Proyek : Dinas Kesehatan Pengendalian Penduduk dan Keluarga Berencana

Kontraktor : CV. BUMI PERKASA KALTARA

Konsultan : CV. JAYA UTAMA CONSULTANT

Luas Bangunan : 1.366,97 M2

Nilai Proyek : Rp 5.714.332.000

Durasi Pelaksanaan : 180 (Seratus Delapan Puluh) Hari Kalender

Analisis biaya proyek dan penentuan perubahan anggaran sebelum maupun setelah proses percepatan memerlukan sejumlah informasi pendukung, meliputi:

1. Data mengenai upah tenaga kerja untuk setiap kategori pekerjaan.
2. Informasi harga bahan dan material yang digunakan pada masing-masing pekerjaan

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek konstruksi Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten

Nunukan yang disajikan dalam Tabel 4.1, serta daftar upah pekerjaan yang tertera pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	81.640.545,40
II	PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN	153.681.042,17
III	PEKERJAAN PONDASI DAN BETON	1.379.392.866,40
IV	PEKERJAAN DINDING DAN PLESTERAN	652.532.670,73
V	PEKERJAAN ATAP	1.003.570.644,64
VI	PEKERJAAN LANTAI	360.505.096,69
VII	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA	276.070.476,01
VIII	PEKERJAAN LISTRIK	285.495.250,00
IX	PEKERJAAN DAN PENGADAAN ALAT LABORATORIUM BSL 2	462.100.000,00
X	PEKERJAAN PENGECATAN	276.274.858,19
XI	PEKERJAAN SANITASI	93.084.334,00
XI	PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG DAN FINISHING	123.699.575,27
	JUMLAH	5.148.047.359,48
	PPN 11%	566.285.209,54
	TOTAL	5.714.332.569,03

Tabel 4.2 Daftar Upah Pekerjaan

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA
1	PEKERJA	ORG/HARI	136.00.000
2	TUKANG BATU	ORG/HARI	165.00.000
3	TUKANG KAYU	ORG/HARI	165.00.000
4	TUKANG BESI	ORG/HARI	165.00.000
5	TUKANG ALUMINUM	ORG/HARI	165.00.000
6	KEPALA TUKANG	ORG/HARI	178.000
7	MANDOR	ORG/HARI	200.000

4.2 Durasi Normal

Durasi normal proyek ditetapkan selama 7 jam kerja per hari dengan jadwal kerja setiap hari, dimulai dari pukul 08.00 hingga 12.00 dan dilanjutkan kembali dari pukul 13.00 sampai 16.00. Perkiraan durasi normal ini didasarkan pada produktivitas serta sumber daya yang tersedia. Selain itu, durasi normal juga diacu pada time schedule yang disusun oleh pihak kontraktor untuk Proyek konstruksi gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan. Secara keseluruhan, rincian pekerjaan proyek dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	7
2	Pekerjaan Galian dan Urugan	34
3	Pekerjaan Pondasi dan Beton	76
4	Pekerjaan Dinding dan Plesteran	34
5	Pekerjaan Atap	41
6	Pekerjaan Lantai	21
7	Pekerjaan Pintu dan Jendela	27
8	Pekerjaan Listrik	62
9	Pemasangan dan Pengadaan Alat Laboratorium	13
10	Pekerjaan Pengecatan	9
11	Pekerjaan Sanitasi	106
12	Fasilitas Penunjang dan Finishing	102

Tabel 4.3 Rekapitulasi durasi normal pekerjaan

(Sumber : Data Proyek Gedung Laboratorium Kesmas Kab. Nunukan)

4.3 Analisa Percepatan Waktu

Simulasi percepatan waktu pada perencanaan ini dilakukan dengan 3 cara antara lain adalah metode crashing, overlapping dan kombinasi crashing overlapping.

4.3.1 Metode Crashing

Metode Crashing digunakan untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan mengurangi durasi aktivitas tertentu. Metode ini biasanya diterapkan pada pekerjaan kritis yang menyebabkan peningkatan biaya, akibat adanya penambahan

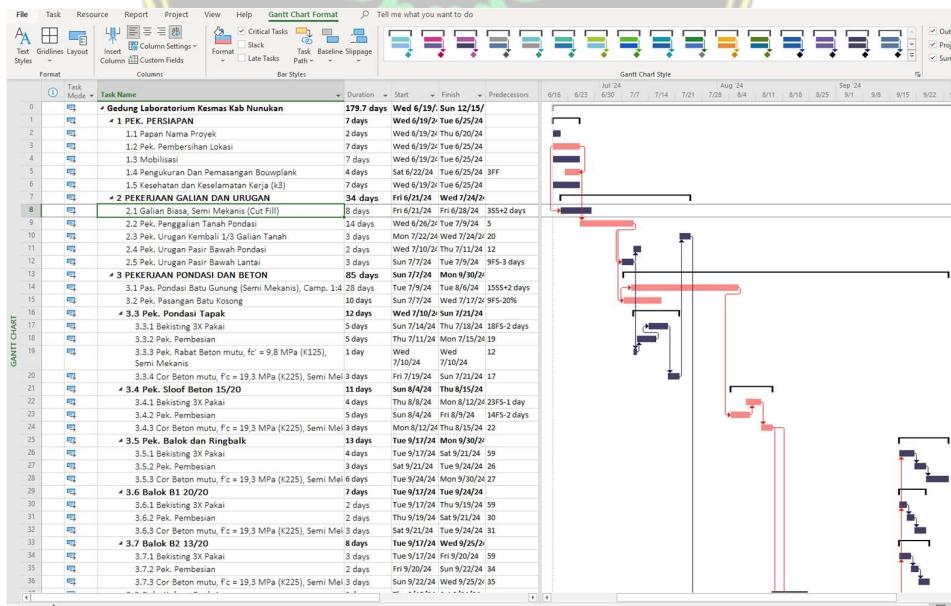
jam kerja atau lembur, penambahan pekerja, serta penggunaan peralatan tambahan guna mempercepat waktu pelaksanaan proyek.

A. Penentuan jalur Kritis

Dalam tahap melakukan penjadwalan, langkah awal yang harus dilakukan adalah mengetahui durasi setiap aktivitas dalam proyek. Dalam penelitian ini, durasi tersebut diperoleh dengan merujuk pada jadwal rencana proyek. Setelah durasi setiap pekerjaan diketahui, tahap berikutnya adalah menentukan hubungan antar aktivitas, sehingga dapat diidentifikasi sejumlah pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis. Aktivitas-aktivitas pada jalur kritis inilah yang akan dipercepat melalui metode *crashing*. Informasi mengenai pekerjaan pada jalur kritis tersebut disajikan pada Tabel 4.4

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Sat	Durasi (hari)
1	Pek. Pondasi Batu Belah	254,03	M3	28
2	Pek. Pas Bata Merah	1.522,99	M3	26
3	Pek. Rangka Atap Baja Ringan	1.242,43	M3	30
4	Pek. Rangka Plafond	1.024,75	M2	45
5	Pek. Lantai Keramik	841,53	M2	16

Tabel 4.4 Pekerjaan pada Jalur Kritis



Gambar 4.1 Jalur Kritis proyek Gedung laboratorium Kesehatan masyarakat

B. Menentukan Jumlah Kebutuhan Sumber Daya, Upah, dan Peralatan pada Pekerjaan Normal

Berdasarkan dokumen yang disediakan oleh kontraktor, analisis harga satuan untuk pekerjaan pasangan 1 m³ pondasi batu belah dengan menggunakan molen (1SP: 4PP) di lihat pada tabel berikut:

2.1.2.a.3.c.(a) Pemasangan 1 m³ Pondasi Batu Belah, Menggunakan Molen (1SP - 4PP)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	1,0000	136.000,00	136.000,00
	Tukang Batu	L.02	OH	0,5000	165.000,00	82.500,00
	Mandor	L.04	OH	0,1000	200.000,00	20.000,00
	JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					
						238.500,00
B	BAHAN					
	Batu Belah	M.03.c.3	M ³	1,2000	448.800,00	538.560,00
	Pasir Pasang (PP)	M.05.b.3	M ³	0,5200	275.000,00	143.000,00
	Portland Cement	M.23	Kg	163.0000	2.000,00	326.000,00
	JUMLAH HARGA BAHAN					
						1.007.560,00
C	PERALATAN					
	Molen kapasitas 0,3 m ³	E.32.a	Hari	0,0726	350.000,00	25.410,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN					
						25.410,00
D	Jumlah (A+B+C)					1.271.470,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maksimum 15%)			10%	x D	127.147,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.398.617,00

Tabel 4.5 AHS Pekerjaan Pemasangan Pondasi Batu Belah

Contoh perhitungan jumlah *resource* perhari pada pekerjaan pemasangan pondasi batu belah :

$$\text{Volume Pekerjaan} = 254,03 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi Normal (Dn)} = 28 \text{ hari}$$

- Kebutuhan jumlah sumber daya per hari pada pekerjaan normal

Koefisien tenaga kerja dan peralatan

- Pekerja. = 1,000
- Tukang Batu = 0,500
- Mandor = 0,100
- Molen Kapasitas = 0,0726

Jumlah *resource* perhari (volume x koef) / Dn

- Pekerja = 9,072 ≈ 10 Orang
- Tukang = 4,536 ≈ 5 Orang
- Mandor = 0,907 ≈ 1 Orang

- Molen Kapasitas = $0,659 \approx 1$ Hari
- b. Upah dan sewa peralatan pada pekerjaan normal perhari

Upah pekerja dan sewa peralatan per hari

- Pekerja = Rp 136.000/hari
- Tukang = Rp 165.000/hari
- Mandor = Rp 200.000/hari
- Molen Kapasitas = Rp 350.000/hari

Biaya upah dan sewa peralatan perhari (jumlah pekerja atau alat x biaya upah pekerja atau sewa alat)

- Pekerja = $10 \times \text{Rp } 136.000$ = Rp 1.360.000
- Tukang = $5 \times \text{Rp } 165.000$ = Rp 825.000
- Mandor = $1 \times \text{Rp } 200.000$ = $\frac{\text{Rp } 200.000}{\text{Rp } 2.385.000}$ +

Total upah dan sewa peralatan pekerjaan normal pemasangan batu belah

= Σ (Upah perhari) x durasi normal pekerjaan

= Rp 2.385.000 x 28 hari

= Rp 66.780.000

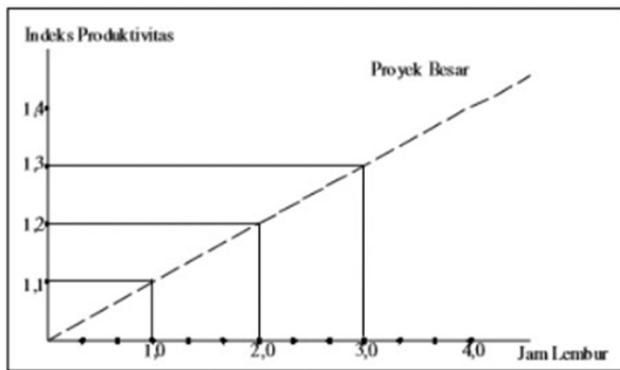
Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama untuk menentukan jumlah sumber daya, biaya upah, dan biaya sewa peralatan pada pekerjaan normal di lintasan kritis lainnya, maka akan diperoleh biaya untuk masing-masing pekerjaan.

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA NORMAL (RP)	VOLUME	KOEFISIEN	DURASI	MAN POWER	SCHEDULE (HARD)	UPAH	TOTAL UPAH PER HARI	TOTAL UPAH PEK NORMAL	
1	Pas. Pondasi Batu Gunung (Semi Mekanis), Ca Pekerja	Rp 355.290.117,06	254,03	M3 2.1.2.a.3.c.(a)	1,000 OH 0,500 OH 0,100 OH 0,073 Hari	254,03 127,01 25,40 18,44	10,00 5,00 1,00 1,00	Org	Rp 136.000,00 Rp 165.000,00 Rp 200.000,00 Rp 350.000,00	Rp 1.360.000,00 Rp 825.000,00 Rp 200.000,00 Rp 3.800.000,00	Rp 38.080.000,00 Rp 23.100.000,00 Rp 5.600.000,00
	Tukang Batu										
	Mandor										
	Molen Kapasitas 0,3 m3										
									Total	Rp 2.385.000,00	
										Rp 66.780.000,00	
2	Pas. Batu Merah Camp. 1:4	Rp 349.975.834,91	1522,99	M2 A.4.4.1.9	0,300 OH 0,100 OH 0,010 OH 0,015 OH	456,90 152,30 15,23 22,84	16,00 6,00 1,00 1,00	Org	Rp 136.000,00 Rp 165.000,00 Rp 178.000,00 Rp 200.000,00	Rp 2.176.000,00 Rp 990.000,00 Rp 178.000,00 Rp 200.000,00	Rp 65.280.000,00 Rp 29.700.000,00 Rp 5.340.000,00 Rp 6.000.000,00
	Pekerja										
	Tukang										
	Kepala Tukang										
	Mandor										
									Total	Rp 3.544.000,00	
										Rp 106.320.000,00	
3	Pek. Rangka Atap Baja Ringan C75	Rp 464.169.232,26	1.242,43	M2 A.4.2.1.2.3	0,760 OH 0,760 OH 0,076 OH 0,028 OH	944,74 944,74 54,42 47,21	21,00 21,00 3,00 2,00	Org	Rp 136.000,00 Rp 165.000,00 Rp 178.000,00 Rp 200.000,00	Rp 2.856.000,00 Rp 3.468.000,00 Rp 534.000,00 Rp 400.000,00	Rp 128.520.000,00 Rp 155.925.000,00 Rp 2.250.000,00 Rp 18.900.000,00
	Pekerja										
	Tukang										
	Kepala Tukang										
	Mandor										
									Total	Rp 7.255.000,00	
										Rp 326.475.000,00	
4	Pek. Pemasangan Rangka Plafon Hollow Galvalum	Rp 341.188.463,00	1.024,75	M2 A.4.2.1.2.1	0,350 OH 0,350 OH 0,035 OH 0,018 OH	358,66 358,66 35,87 18,45	14,00 14,00 2,00 1,00	Org	Rp 136.000,00 Rp 165.000,00 Rp 178.000,00 Rp 200.000,00	Rp 1.904.000,00 Rp 2.310.000,00 Rp 356.000,00 Rp 400.000,00	Rp 49.594.000,00 Rp 60.060.000,00 Rp 9.256.000,00 Rp 18.900.000,00
	Pekerja										
	Tukang										
	Kepala Tukang										
	Mandor										
									Total	Rp 4.770.000,00	
										Rp 124.920.000,00	
5	Pek. Lantai Keramik 60 x 60	Rp 269.698.667,73	841,53	M2 AA.4.3.3.5	0,240 OH 0,120 OH 0,012 OH 0,012 OH	201,97 100,98 10,10 10,10	13,00 7,60 1,00 1,00	Org	Rp 136.000,00 Rp 165.000,00 Rp 178.000,00 Rp 200.000,00	Rp 1.768.000,00 Rp 1.155.000,00 Rp 178.000,00 Rp 200.000,00	Rp 28.288.000,00 Rp 18.450.000,00 Rp 2.848.000,00 Rp 3.200.000,00
	Pekerja										
	Tukang										
	Kepala Tukang										
	Mandor										
									Total	Rp 3.301.000,00	
										Rp 52.816.000,00	

Tabel 4.6 Rekapitulasi jumlah *resource* dan biaya upah pekerjaan normal

c. Durasi Crash (Dc)

Penambahan jam kerja (lembur) dalam perhitungan percepatan proyek dapat menyebabkan penurunan efisiensi kerja, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar.



Gambar 4.2 Angka Produktivitas dengan Kepadatan Tenaga Kerja
(Soeharto, 1995)

Gambar 4.2 memperlihatkan indikator penurunan produktivitas seiring dengan peningkatan jam kerja harian dan peningkatan hari kerja mingguan. Berikut adalah perhitungan penurunan produktivitas pada pekerjaan pondasi batu belah:

$$\text{Volume Pekerjaan} = 254,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah Tenaga} = 10 \text{ Orang}$$

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

$$\text{Jam Kerja Normal} = 7 \text{ Jam}$$

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{254,03}{28} = 9,07 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Produktivitas / jam} = \frac{9,07}{7} = 1,30 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produktivitas pertenaga perhari} = \frac{9,07}{10} = 0,907 \text{ m}^3/\text{OH}$$

$$\text{Produktivitas normal perjam} = \frac{0,907 \text{ m}^3/\text{OH}}{7 \text{ jam}} = 0,129 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$$

1. Produktivitas Normal

- Produktivitas Normal 1 Jam

$$\text{Produktivitas Normal 1 Jam} = 0,129 \times 1 = 0,129 \text{ m}^3/\text{orang}$$

- Produktivitas Normal 2 Jam

$$\text{Produktivitas Normal 2 Jam} = 0,129 \times 2 = 0,259 \text{ m}^3/\text{orang}$$

- Produktivitas Normal 3 Jam

Produktivitas Normal 3 Jam = $0,129 \times 3 = 0,388 \text{ m}^3/\text{orang}$

2. Produktivitas Lembur per jam

- Produktivitas lembur jam ke-1 = $\frac{0,129 \text{ m}^3/\text{OH}}{1,1} = 0,117 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
- Produktivitas lembur jam ke-2 = $\frac{0,129 \text{ m}^3/\text{OH}}{1,2} = 0,108 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
- Produktivitas lembur jam ke-3 = $\frac{0,129 \text{ m}^3/\text{OH}}{1,3} = 0,099 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$

3. Produktivitas Lembur

- Produktivitas lembur 1 jam = $0,117 \text{ m}^3/\text{orang}$
- Produktivitas lembur 2 jam = $0,117 + 0,108 = 0,225 \text{ m}^3/\text{orang}$
- Produktivitas lembur 3 jam = $0,117 + 0,108 + 0,099 = 0,325 \text{ m}^3/\text{orang}$

4. Efektifitas tenaga kerja

- Efektifitas tenaga kerja = $\frac{\text{produktifitas lembur 1 jam}}{\text{produktifitas normal 1 jam}} \times 100\% = \frac{0,117}{0,129} \times 100\% = 91\%$
- Efektifitas tenaga kerja = $\frac{\text{produktifitas lembur 2 jam}}{\text{produktifitas normal 2 jam}} \times 100\% = \frac{0,225}{0,259} \times 100\% = 87\%$
- Efektifitas tenaga kerja = $\frac{\text{produktifitas lembur 3 jam}}{\text{produktifitas normal 3 jam}} \times 100\% = \frac{0,325}{0,388} \times 100\% = 84\%$

Dari perhitungan diatas didapat produktifitas lembur tiap jam dengan ringkasan pada tabel 4.7 dibawah ini.

No	Jam Lembur	Efektifitas	Penurunan
1	Lembur 1 Jam	91 %	9 %
2	Lembur 2 Jam	87 %	13 %
3	Lembur 3 Jam	84 %	16%

Tabel 4.7 Perbandingan efektifitas tenaga kerja tiap jam lembur

Dari data diatas, dapat dihitung produktifitas harian sesudah crashing (p.h.s.c) dengan contoh menggunakan waktu lembur 3 jam dengan rumus sebagai berikut.

Produktivitas harian sesudah crashing = Produktifitas Harian + (Total Waktu Lembur x Produktifitas/jam x efektifitas %)

Produktivitas harian sesudah crashing = $9,07 + (3 \times 1,30 \times 84\%) = 12,34 \text{ m}^3/\text{hari}$

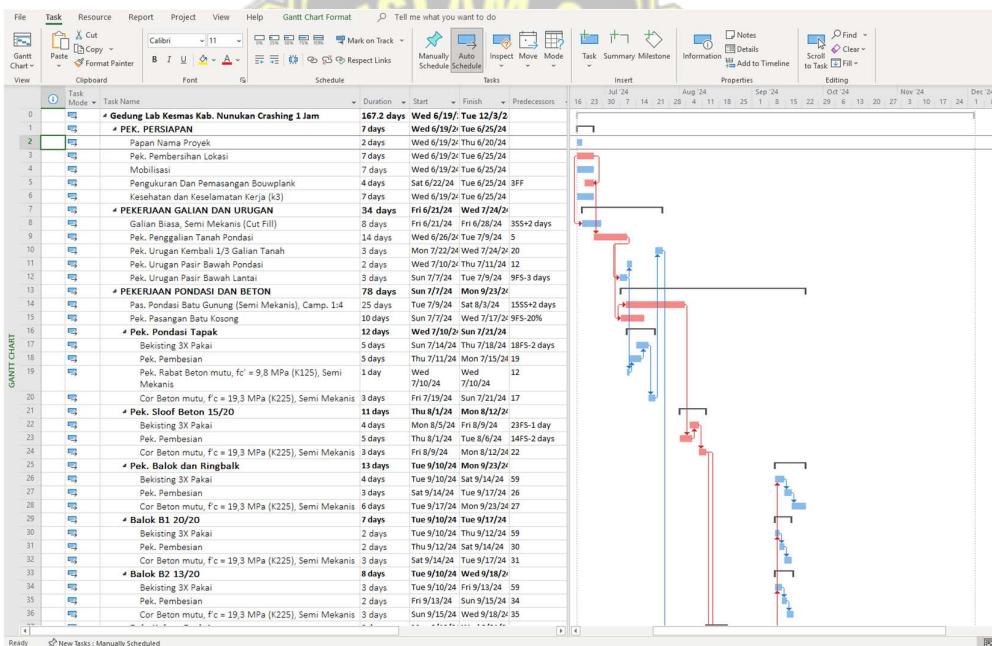
Crash Duration (DC) = $\frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas sesudah crash}} = \frac{254,03}{12,34} \approx 21 \text{ hari}$

Hasil perhitungan crash duration pada pekerjaan lain dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan crash duration.

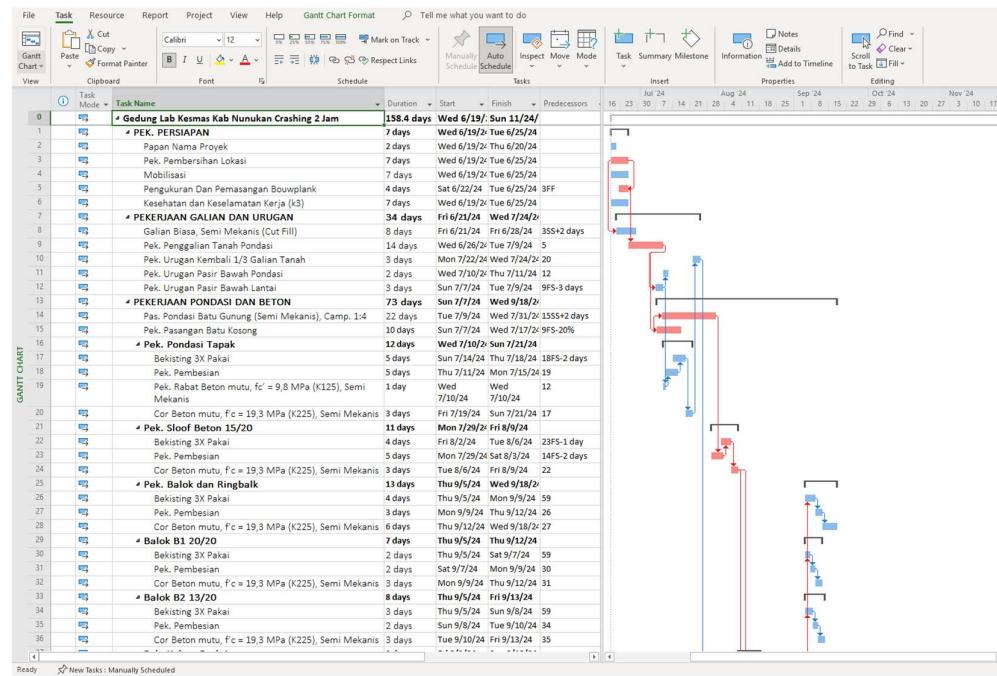
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Crash Duration* pada Alternatif Penambahan Jam

Kerja

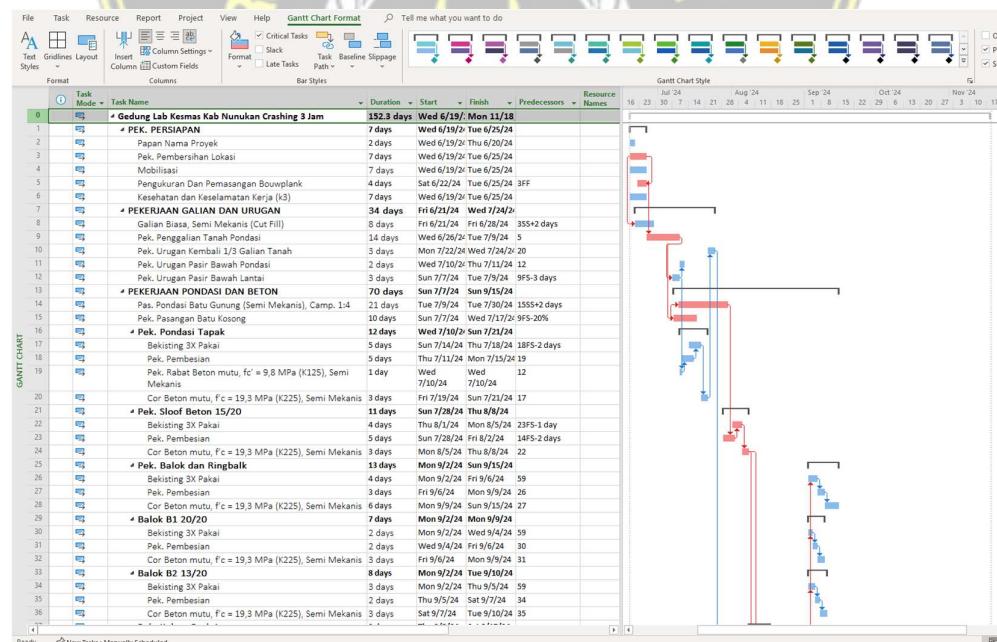
No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Crash Duration (1 Jam)	Crash Duration (2 Jam)	Crash Duration (3 Jam)
1	Pek. Pondasi Batu Belah	28	25	22	21
2	Pek. Rangka Plafond Hollow Galvanis	26	23	21	19
3	Pas. Bata Merah	30	26	24	22
4	Pek. Rangka Atap	45	40	36	33
5	Pek. Lantai Keramik	16	14	13	12



Gambar 4.3 Ganttchart MS Project Crashing 1 Jam



Gambar 4.4 Ganttchart MS Project Crashing 2 Jam



Gambar 4.5 Ganttchart MS Project Crashing 2 Jam

d. *Crash Cost (Cc)*

Pekerjaan normal dilakukan selama 7 jam sehari, mulai jam 08,00 sampai 16,00 dengan durasi istirahat satu jam. Sedangkan kerja lembur selama 3 jam dilaksanakan setelah jam kerja normal dengan istirahat selama 30 menit, yaitu dari pukul 16.00 sampai 19.30. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pada pasal 3, 7, dan 11, standar upah lembur diatur sebagai berikut:

- Waktu kerja lembur dibatasi maksimal 3 jam per hari dan 14 jam per minggu.
- Selama kerja lembur 3 jam atau lebih, pekerja harus diberi makanan dan minuman minimal 1.400 ikalori.
- Upah untuk lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah per jam.
- Untuk setiap jam lembur berikutnya, upah dibayar dua kali lipat dari upah per jam. Contoh perhitungan biaya *crash* pekerjaan pondasi batu belah dengan penambahan waktu lembur sebanyak 3 jam.

Crash Cost :

1. Upah normal per jam

- Pekerja $= \frac{Rp\ 136.000}{7} = Rp\ 19.428,57 / jam$
- Tukang Batu $= \frac{Rp\ 165.000}{7} = Rp\ 23.571,43 / jam$
- Mandor $= \frac{Rp\ 200.000}{7} = Rp\ 28.571,43 / jam$

2. Upah lembur penambahan jam ke 1

- Pekerja $= Rp\ 19.428,57 \times 1,5 = 29.142,86 / jam$
- Tukang Batu $= Rp\ 23.571,43 \times 1,5 = 35.357,14 / jam$
- Mandor $= Rp\ 28.571,43 \times 1,5 = 42.857,14 / jam$

3. Upah lembur penambahan jam ke 2

- Pekerja $= Rp\ 19.428,57 \times 2 = 38.857,14 / jam$
- Tukang Batu $= Rp\ 23.571,43 \times 2 = 47.142,86 / jam$
- Mandor $= Rp\ 28.571,43 \times 2 = 57.142,86 / jam$

4. Upah lembur penambahan jam ke 3

- Pekerja = Rp 19.428,57 x 2 = 38.857,14 / jam
- Tukang Batu = Rp 23.571,43 x 2 = 47.142,86 / jam
- Mandor = Rp 28.571,43 x 2 = 57.142,86 / jam

5. Total *cost* perhari (Upah harian + Upah lembur jam ke-1 + Upah lembur jam ke-2 + Upah lembur jam ke-3)

- Pekerja = Rp 242.857,14
- Tukang Batu = Rp 294.642,86
- Mandor = Rp 357.142,86

6. Biaya *cost on time* (Jumlah pekerja x total *cost* perhari)

- Pekerja = 10 orang x Rp 242.857,14 = Rp 2.428.571,43
- Tukang Batu = 6 orang x Rp 294.642,86 = Rp 1.473.214,29
- Mandor = 2 orang x Rp 357.142,86 = Rp 357.142,86 +
Total = Rp 4.258.928,57

7. Total biaya tambah jam kerja = Σ cost on time x durasi crash
 $=$ Rp 4.258.928,57 x 21
 $=$ Rp 113.325.000,00

8. *Cost Slope* = $\frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$
 $= \frac{\text{Rp } 89.437.500,00 - \text{Rp } 66.780.000,00}{28-21}$
 $=$ Rp 3.236.785,71

Dengan menggunakan metode perhitungan yang serupa, Analisis penambahan biaya upah tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek melalui penambahan jam kerja (lembur) antara 1 hingga 3 jam per hari pada pekerjaan pekerjaan yang termasuk dalam lintasan kritis lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.9 hingga Tabel 4.11 berikut.

No	Uraian Pekerjaan	Alternatif Lembur 1 Jam					
		Normal		Crashing			
		Durasi (Dn)	Biaya (Cn)	Durasi (Dc)	Biaya Crash (Cc)	Di = Dn - Dc	Cost Slope
1	Pek. Pondasi Batu Bilah	28	66.780.000	25	71.761.061	3	1.546.318
2	Pek. Pas Bata Merah	30	106.320.000	26	113.818.639	4	2.111.319
3	Pek. Rangka Atap	45	326.475.000	40	349.500.944	5	4.322.127
4	Pek. Rangka Plafond	26	124.020.000	23	132.767.002	3	2.841.702
5	Pek. Lantai Keramik	16	52.816.000	14	56.541.057	2	1.966.553
Jumlah Cost Slope tambah 1 jam lembur						13.115.630	

Tabel 4.9 Rekapitulasi waktu dan biaya percepatan dengan penambahan 1 jam

No	Uraian Pekerjaan	Alternatif Lembur 1 Jam					
		Normal		Crashing			
		Durasi (Dn)	Biaya (Cn)	Durasi (Dc)	Biaya Crash (Cc)	Di = Dn - Dc	Cost Slope
1	Pek. Pondasi Batu Bilah	28	66.780.000	22	78.705.000	6	1.987.500
2	Pek. Pas Bata Merah	30	106.320.000	26	126.813.501	4	3.431.287
3	Pek. Rangka Atap	45	326.475.000	36	388.094.107	9	6.878.045
4	Pek. Rangka Plafond	26	124.020.000	21	147.405.72	5	4.517.931
5	Pek. Lantai Keramik	16	52.816.000	13	62.962.929	3	3.185.494
Jumlah Cost Slope tambah 2 jam lembur						21.113.258	

Tabel 4.10 Rekapitulasi waktu dan biaya percepatan dengan penambahan 2 jam

No	Uraian Pekerjaan	Alternatif Lembur 1 Jam				
		Normal		Crashing		
		Durasi (Dn)	Biaya (Cn)	Durasi (Dc)	Biaya Crash (Cc)	Di = Dn - Dc
1	Pek. Pondasi Batu Bilah	28	66.780.000	21	89.437.500	7
2	Pek. Pas Bata Merah	30	106.320.000	22	137.637.605	3
3	Pek. Rangka Atap	45	326.475.000	33	419.835.346	12
4	Pek. Rangka Plafond	26	124.020.000	19	159.438.445	7
5	Pek. Lantai Keramik	16	52.816.000	12	68.301.680	4
Jumlah Cost Slope tambah 3 jam lembur						23.820.753

Tabel 4.11 Rekapitulasi waktu dan biaya percepatan dengan penambahan 3 jam

4.3.2 Analisa Biaya Langsung dan Tidak Langsung Metode *Crashing*

Dalam analisis biaya perhitungan yang akan dianalisa adalah (*Direct Cost*) dan (*Indirect cost*). Hal yang akan dianalisa adalah mencari bobot biaya langsung dan tidak langsung.

1. Pekerjaan dan Biaya Normal

Pekerjaan normal adalah pekerjaan yang sesuai dengan perencanaan dan kondisi di lapangan. Untuk menentukan koefisien biaya langsung (*direct cost*) berupa upah, bahan, dan peralatan, diperlukan data Rencana Anggaran Biaya dari pekerjaan normal tersebut. Koefisien upah, bahan, dan peralatan ini kemudian digunakan untuk menghitung biaya langsung bahan dan upah pada pekerjaan terkait. Sebelum menentukan koefisien biaya bahan dan upah, dilakukan perhitungan harga satuan pekerjaan terlebih dahulu. Hasil perhitungan harga satuan pekerjaan berdasarkan data dari kontraktor CV. BUMI PERKASA KALTARA disajikan dalam Tabel 4.12 berikut, yang mencakup perhitungan upah dan bahan berdasarkan koefisien pekerjaan dikalikan dengan harga satuan.

2.1.2.a.3.c.(a) Pemasangan 1 m³ Pondasi Batu Belah, Menggunakan Molen (1SP - 4PP)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	1,0000	136.000,00	136.000,00
	Tukang Batu	L.02	OH	0,5000	165.000,00	82.500,00
	Mandor	L.04	OH	0,1000	200.000,00	20.000,00
					JUMLAH HARGA TENAGA KERJA	238.500,00
B	BAHAN					
	Batu Belah	M.03.c.3	M ³	1,2000	448.800,00	538.560,00
	Pasir Pasang (PP)	M.05.b.3	M ³	0,5200	275.000,00	143.000,00
	Portland Cement	M.23	Kg	163,0000	2.000,00	326.000,00
					JUMLAH HARGA BAHAN	1.007.560,00
C	PERALATAN					
	Molen kapasitas 0,3 m ³	E.32.a	Hari	0,0726	350.000,00	25.410,00
					JUMLAH HARGA PERALATAN	25.410,00
D	Jumlah (A+B+C)					1.271.470,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maksimum 15%)			10%	x D	127.147,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.398.617,00

Tabel 4.12 AHSP Pemasangan 1 m³ Pondasi Batu Belah

Berdasarkan perhitungan tabel 4.12, didapatkan hasil sebagai berikut

- Koefisien biaya upah

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Biaya Upah} + \text{Biaya Bahan} + \text{Biaya Peralatan}}{\text{Total Harga Satuan Pondasi Batu Belah}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 1.271.470}{\text{Rp } 1.398.617} \times 100\% \\
 &= 90,91\%
 \end{aligned}$$

- Koefisien biaya umum

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Biaya Umum}}{\text{Total Harga Satuan Pondasi Batu Belah}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 127.147}{\text{Rp } 1.398.617} \times 100\% \\
 &= 9,09\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan koefisien biaya upah, bahan, dan alat yang telah dilakukan, total biaya langsung proyek dapat dihitung sebagai berikut:

Bi Biaya langsung (direct cost) dihitung dengan menjumlahkan koefisien biaya upah, bahan, dan alat, kemudian dikalikan dengan nilai proyek sebelum PPN, yaitu:

$$\text{Biaya langsung (direct cost)} = (\text{Koefisien biaya upah} + \text{bahan} + \text{alat}) \times \text{nilai}$$

proyek sebelum PPN

$$= 90,91\% \times \text{Rp } 5.148.047.359,48$$

$$= \text{Rp } 4.680.043.054,07$$

Setelah koefisien biaya overhead diperoleh, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai biaya overhead. Biaya overhead mencakup pengeluaran tidak langsung seperti biaya listrik, gaji karyawan, sewa kendaraan, dan lain sebagainya. Pada proyek konstruksi Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan dengan durasi kerja normal 7 jam per hari dan bekerja setiap hari, biaya overhead dihitung sebagai berikut:

- Overhead Total $= \text{koefisien overhead} \times \text{nilai proyek sebelum PPN}$
 $= 9,09\% \times \text{Rp } 5.148.047.359,48$
 $= \text{Rp } 468.004.305,41$
- Overhead per hari $= \frac{\text{Overhead total}}{\text{Durasi Normal}}$
 $= \frac{\text{Rp } 468.004.305,41}{180}$
 $= \text{Rp } 2.599.763,92$

2. Pekerjaan Percepatan dan Biaya Percepatan

Dalam pekerjaan percepatan (crashing), durasi pelaksanaan proyek dipersingkat dibandingkan dengan durasi normal. Pada penelitian ini, percepatan dilakukan dengan menambah jam kerja antara 1 hingga 3 jam. Penambahan jam kerja tersebut menyebabkan peningkatan biaya langsung, terutama pada upah tenaga kerja dan sewa alat, sehingga direct cost meningkat. Namun, karena durasi proyek menjadi lebih singkat, biaya tidak langsung (indirect cost) justru mengalami penurunan.

Biaya langsung (Direct Cost)

- a) Crashing dengan penambahan jam kerja 1 jam
 $= \text{biaya langsung normal} + \text{biaya langsung penambahan jam kerja}$
 $= \text{Rp } 4.680.043.054 + \text{Rp } 13.115.630$
 $= \text{Rp } 4.693.205.485,20$
- b) Crashing dengan penambahan jam kerja 2 jam
 $= \text{biaya langsung normal} + \text{biaya langsung penambahan jam kerja}$
 $= \text{Rp } 4.680.043.054 + \text{Rp } 21.113.258$
 $= \text{Rp } 4.701.203.113,12$
- c) Crashing dengan penambahan jam kerja 3 jam
 $= \text{biaya langsung normal} + \text{biaya langsung penambahan jam kerja}$
 $= \text{Rp } 4.680.043.054 + \text{Rp } 23.820.753$
 $= \text{Rp } 4.703.910.608$

- Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)
 - a) Crashing dengan penambahan jam kerja 1 jam
= durasi x *overhead* perhari
= $168 \times \text{Rp } 2.599.763,92$
= $\text{Rp } 436.760.337,98$
 - b) Crashing dengan penambahan jam kerja 2 jam
= durasi x *overhead* perhari
= $159 \times \text{Rp } 2.599.763,92$
= $\text{Rp } 413.362.462,73$
 - c) Crashing dengan penambahan jam kerja 3 jam
= durasi x *overhead* perhari
= $153 \times \text{Rp } 2.599.763,92$
= $\text{Rp } 397.763.879,23$
- Total biaya proyek kondisi normal dan setelah dilakukan percepatan (crashing)
 - a) Total biaya pekerjaan normal
= direct cost normal + indirect cost normal
= $\text{Rp } 4.680.043.054,07 + \text{Rp } 467.957.504,98$
= $\text{Rp } 5.148.047.359,48$
 - b) Total biaya percepatan (crashing) dengan penambahan 1 jam kerja
= direct cost normal + indirect cost normal
= $\text{Rp } 4.680.043.054,07 + \text{Rp } 436.760.337,98$
= $\text{Rp } 5.116.850.192,48$
 - c) Total biaya percepatan (crashing) dengan penambahan 2 jam kerja
= direct cost normal + indirect cost normal
= $\text{Rp } 4.680.043.054,07 + \text{Rp } 413.362.462,73$
= $\text{Rp } 5.093.452.317,23$
 - d) Total biaya percepatan (crashing) dengan penambahan 22 jam kerja
= direct cost normal + indirect cost normal
= $\text{Rp } 4.680.043.054,07 + \text{Rp } 397.763.879,23$
= $\text{Rp } 5.077.853.733,73$

3. Rekapitulasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode *Crashing*

Untuk menggambarkan perbandingan waktu dan biaya berdasarkan hasil analisis percepatan melalui penambahan jam kerja lembur selama 3 jam serta penambahan tenaga kerja, dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini.

Metode digunakan	Durasi (Hari)	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost	Rasio
Normal	180	4.680.089.854,50	467.957.504,98	5.148.047.359,48	1,000
<i>Crashing</i> 1 Jam	168	4.693.205.485,20	436.760.337,98	5.116.850.192,48	0,994
<i>Crashing</i> 2 Jam	159	4.701.203.113,12	413.362.462,73	5.093.452.317,23	0,989
<i>Crashing</i> 3 Jam	153	4.703.910.608,47	397.763.879,23	5.077.853.733,73	0,986

Tabel 4.13 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Proyek Metode *Crashing*

4.3.3. Metode Overlapping

Metode overlapping adalah strategi percepatan proyek dengan cara mempercepat pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan yang memiliki ketergantungan logis namun secara teknis memungkinkan untuk dikerjakan sebagian secara paralel. Dalam hal ini, hubungan antara aktivitas diubah dari *Finish to Start* (FS) menjadi *Start to Start* (SS), *Finish to Finish* (FF), atau jenis lainnya dengan memperhitungkan *lead time*. Strategi ini memungkinkan dua aktivitas berlangsung bersamaan dalam batasan tertentu tanpa mengubah durasi masing-masing aktivitas. Berdasarkan analisis teknis pada kegiatan Pembangunan Gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Nunukan, lima pekerjaan utama yang dipilih untuk dilakukan overlapping adalah:

1. Pekerjaan Pondasi Batu Belah
2. Pekerjaan Pasangan Bata Meraj
3. Pekerjaan Rangka Atap Canal C
4. Pekerjaan Rangka Plafond Hollow
5. Pekerjaan Lantai Keramik

A. Percepatan Waktu dengan metode Overlapping

Dalam Percepatan waktu dengan menggunakan metode overlapping hanya diterapkan pada pekerjaan tertentu yang berada di jalur kritis Untuk penjelasan lebih rinci, dapat merujuk pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Dasar Kegiatan Overlapping

Simbol	Aktivitas Selanjutnya	Alasan	Tindakan
C.1	Pondasi Batu Belah	Pekerjaan pondasi batu belah dimulai 1 hari setelah pekerjaan batu kosong dimulai, pekerjaan batu kosong bervolume lebih kecil dan durasi lebih pendek	Mengubah <i>Start to Start + 3 Day</i> menjadi <i>Start to Start + 1 Day</i> dengan pekerjaan pondasi batu kosong
D.1	Pasangan Bata Merah	Pekerjaan pasangan bata merah dilaksanakan 1 hari sebelum pekerjaan sloof selesai, dimulai dari sloof yang sudah kering / segmen pertama yang dicor	Mengubah <i>Finish to Start + 3 Days</i> menjadi <i>Finish to start - 1 Day</i> demgam pekerjaan Sloof
E.1	Pekerjaan Rangka Atap	Volume pekerjaan besar dan luas sehingga pengerajan pemasangan rangka atap dapat dilaksanakan sebelum pekerjaan pasangan bata selesai, kerjakan didaerah pasangan bata yang telah tercor ringbalok yang telah kering	Mengubah <i>Finish to Start - 2 Days</i> menjadi <i>Finish to Start - 20%</i> dengan pekerjaan Balok
G.2	Pekerjaan Rangka Plafond	Pekerjaan rangka plafond dikerjakan 4 Hari setelah pekerjaan penutup atap dimulai sehingga selesai berbarengan tanpa mengganggu masing-masing <i>manpower</i>	Mengubah <i>Finish to Start - 30%</i> menjadi <i>Finish to Finish</i> dengan pekerjaan penutup atap
F.1	Pekerjaan Lantai Keramik	Setelah pekerjaan Plafond dimulai, dihari berikutnya dibarengi dengan pemasangan keramik pada area yang telah terpasang plafond sehingga berjalan parallel dan tidak menganggu pergerakan manpower	Mengubah <i>Finish to Start</i> menjadi <i>Start to Start + 1 Day</i> dengan pekerjaan pemasangan plafond

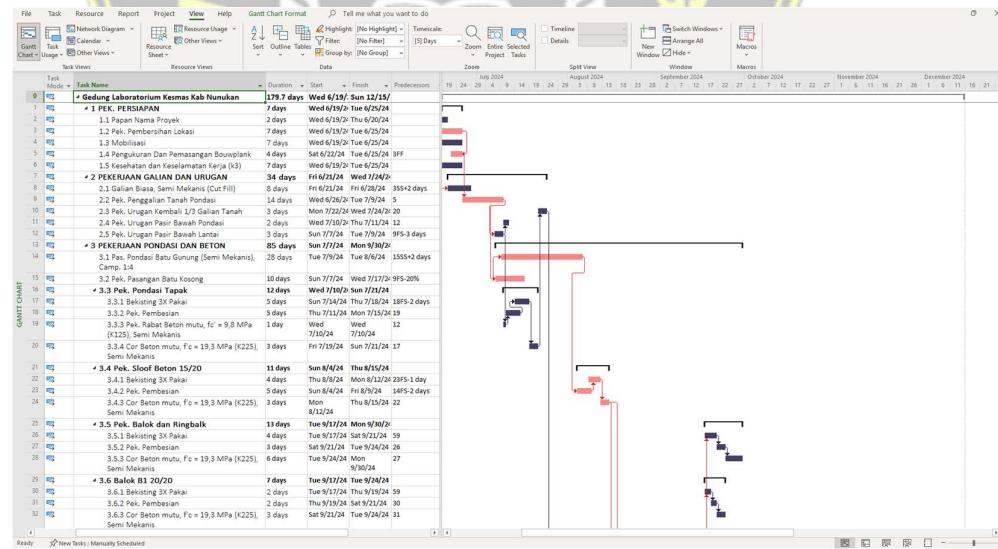
Berikut adalah hasil dari MS Project yang menggambarkan perubahan hubungan (relationship) pada beberapa aktivitas pekerjaan setelah penerapan metode Overlapping. Penjelasan lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut.

Symbol	Aktivitas Sebelumnya	Relationship	Predecessor
C.1	Pondasi Batu Kosong	SS + 1 Day	Pondasi Batu Belah
D.1	Pekerjaan Sloof	FS – 1 Day	Pasangan Bata Merah
E.1	Pekerjaan Balok	FS – 20%	Pekerjaan Rangka Atap
G.1	Pekerjaan Penutup Atap	FF + 0	Pekerjaan Rangka Plafond
F.1	Pekerjaan Plafond	SS + Day	Pekerjaan Lantai Keramik

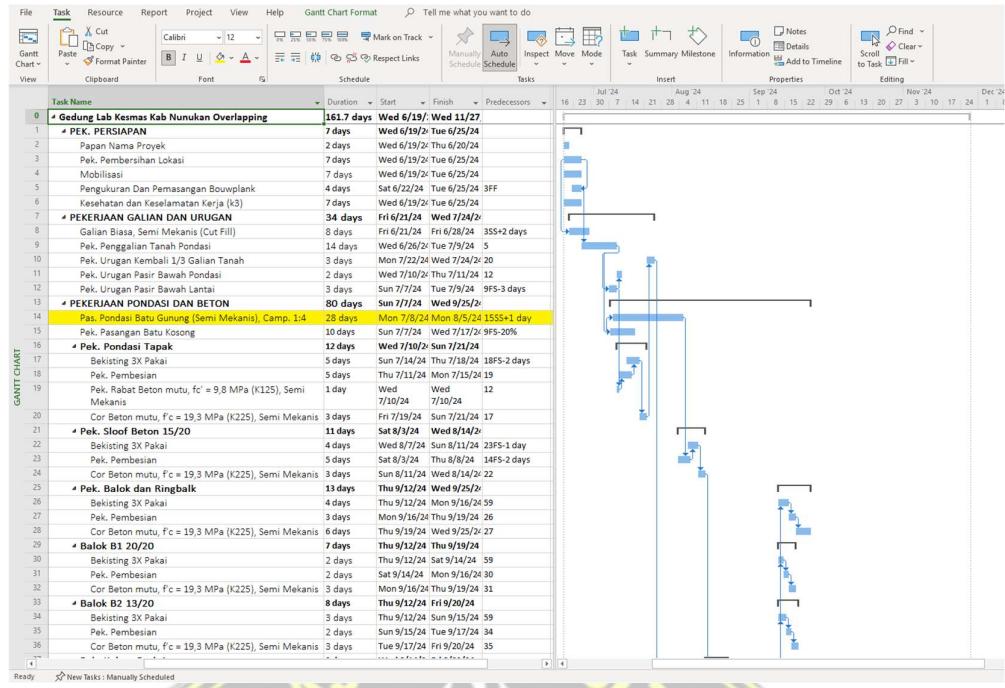
Tabel 4.15 Rincian hubungan pekerjaan *overlapping*

B. Ganttchart Overlapping

Perbedaan antara time schedule awal dan time schedule hasil overlapping dapat dilihat secara lebih detail pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7. Pada metode ini, durasi tidak mengalami perubahan, melainkan yang diubah adalah hubungan (relationship) dan waktu jeda (lag) antar kegiatan.



Gambar 4.6 Ganttchart MS Project durasi normal 180 hari



Gambar 4.7 Ganitchart MS Project setelah dilakukan *Overlapping*

Perubahan hubungan antar kegiatan tersebut menghasilkan pengurangan total durasi proyek dari 180 hari menjadi 162 hari. Tidak terjadi peningkatan biaya langsung yang signifikan karena metode ini tidak melibatkan lembur, melainkan hanya mengatur ulang urutan dan waktu mulai pekerjaan. Pengurangan durasi ini secara otomatis juga menurunkan biaya tidak langsung, seperti biaya pengawasan, penyusutan alat, sewa lahan, dan biaya terkait lainnya.

4.3.4. Analisis Biaya Langsung dan Tidak Langsung Metode Overlapping

Dalam analisis biaya perhitungan yang akan dianalisa adalah (*Direct Cost*) dan (*Indirect cost*). Hal yang akan dianalisa adalah mencari bobot biaya langsung dan tidak langsung.

1. Pekerjaan Normal dan Biaya Normal

Pada pekerjaan normal, berdasarkan perhitungan pada pembahasan analisa percepatan proyek dengan *crashing* di atas, didapat besaran biaya langsung, biaya overhead dan biaya keuntungan sebagai berikut.

- Biaya langsung (*direct cost*) = Koefisien biaya upah + bahan + alat x nilai proyek sebelum PPN

$$= 90,91 \% \times \text{Rp } 5.148.047.359,48$$

$$= \text{Rp } 4.680.043.054,07$$
- Overhead Total = koefisien overhead x nilai proyek sebelum PPN

$$= 9,09 \% \times \text{Rp } 5.148.047.359,48$$

$$= \text{Rp } 468.004.305,41$$
- Overhead per hari = $\frac{\text{Overhead total}}{\text{Durasi Normal}}$

$$= \frac{\text{Rp } 468.004.305,41}{180}$$

$$= \text{Rp } 2.599.763,92$$

2. Pekerjaan Overlapping dan Biaya Overlapping

Pada metode overlapping, proyek diselesaikan dengan percepatan sehingga durasi pelaksanaan menjadi lebih singkat dibandingkan dengan durasi normal. Dalam penelitian ini, proses overlapping dilakukan dengan mengubah hubungan (relationship) dan jeda waktu (lag) antar pekerjaan yang saling bergantung satu sama lain. Karena durasi proyek setelah overlapping menjadi lebih pendek, maka biaya tidak langsung (*indirect cost*) pun berkurang, sementara biaya langsung (*direct cost*) tetap karena tidak terjadi perubahan pada sumber daya seperti tenaga kerja, material, maupun sewa alat. Berdasarkan perhitungan, penerapan overlapping dengan pengaturan relationship dan lag menghasilkan durasi proyek selama 162 hari, lebih singkat 18 hari dibanding durasi normal yang mencapai 180 hari. Pengurangan durasi ini cukup signifikan, sehingga memungkinkan proyek percepatan ini lebih efisien dibandingkan pelaksanaan dengan durasi normal.

Biaya Langsung (*Direct Cost*) = Rp 4.680.043.054,07

- Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*) = durasi Overlapping x Overhead Perhari

$$= 162 \times \text{Rp } 2.599.763,92$$

$$= \text{Rp } 421.161.754,48$$

- Total biaya proyek normal dan setelah *overlapping*
 - a) Total Pekerjaan proyek normal

$$= \text{direct cost normal} + \text{indirect cost normal}$$

$$= \text{Rp } 5.148.047.359,48$$
 - b) Total Biaya *Overlapping*

$$= \text{direct cost overlapping} + \text{indirect cost overlapping}$$

$$= \text{Rp } 4.680.043.054,07 + \text{Rp } 421.161.754,48$$

$$= \text{Rp } 5.101.251.608,98$$

3. Rekapitulasi Waktu dan Biaya Proyek Metode Overlapping

Agar memberikan ilustrasi yang jelas tentang perbandingan antara waktu dan biaya berdasarkan hasil analisis percepatan dengan metode overlapping, dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut.

Metode digunakan	Durasi (Hari)	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost	Rasio
Normal	180	4.680.089.854,50	467.957.504,98	5.148.047.359,48	1,000
<i>Overlapping</i>	162	4.680.089.854,50	421.161.754,48	5.101.251.608,98	0,990

Tabel 4.16 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Metode *Overlapping*

4.4 Pembahasan

Dari hasil analisis diatas, metode normal membutuhkan waktu 180 hari dengan total biaya sebesar Rp 5.148.047.359,48, yang dijadikan sebagai acuan perbandingan (ratio 1,000). Penerapan metode *Crashing* 1 Jam mampu mempercepat penyelesaian proyek menjadi 168 hari. Meski terjadi sedikit kenaikan biaya langsung (direct cost), pengurangan biaya tidak langsung (indirect cost) cukup signifikan sehingga total biaya menurun menjadi Rp 5.116.850.192,48 (ratio 0,994). Metode *Crashing* 2 Jam mempersingkat durasi menjadi 159 hari, dengan total biaya Rp 5.093.452.317,23 (ratio 0,989). Biaya langsung sedikit meningkat dibanding metode normal, namun penurunan biaya tidak langsung memberikan penghematan total biaya. *Crashing* 3 Jam memberikan hasil percepatan terbesar, yakni menjadi 153 hari, serta menghasilkan total biaya terendah sebesar Rp

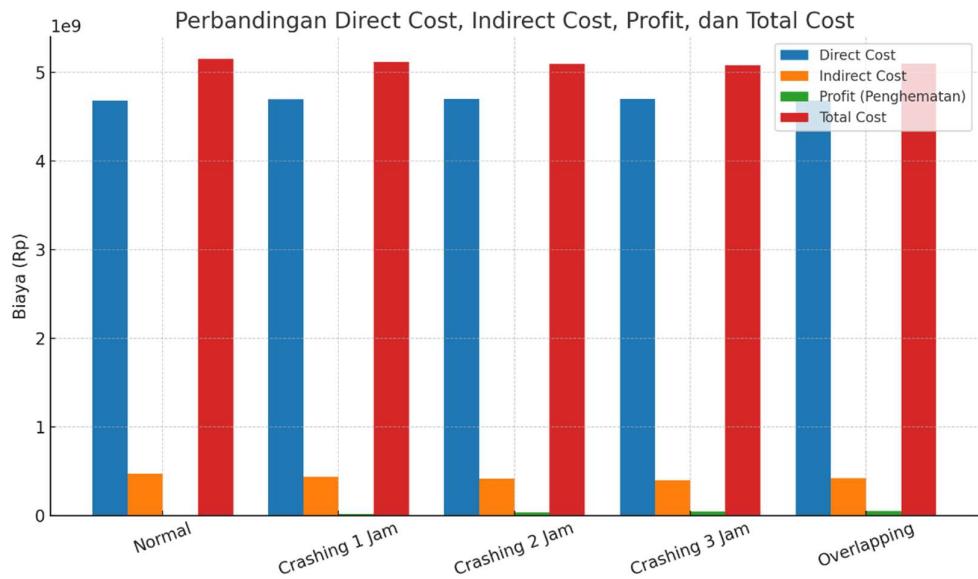
5.077.853.733,73 (ratio 0,986). Hal ini menunjukkan pengurangan biaya tidak langsung yang optimal meskipun biaya langsung sedikit bertambah.

Sementara itu, metode *Overlapping* mampu mempercepat proyek menjadi 162 hari dengan total biaya Rp 5.101.251.608,98 (ratio 0,990). Pada metode ini, biaya langsung sama seperti metode normal, sedangkan penghematan berasal dari penurunan biaya tidak langsung. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan metode percepatan, baik melalui *Crashing* maupun *Overlapping*, mampu mengurangi durasi proyek sekaligus menurunkan total biaya. Metode *Crashing* 3 Jam menjadi pilihan paling optimal karena menghasilkan durasi tercepat (153 hari) dan total biaya terendah (ratio 0,986). Meskipun sebagian metode menunjukkan kenaikan biaya langsung, penghematan dari biaya tidak langsung yang berkurang memberikan dampak positif terhadap efisiensi biaya keseluruhan proyek.

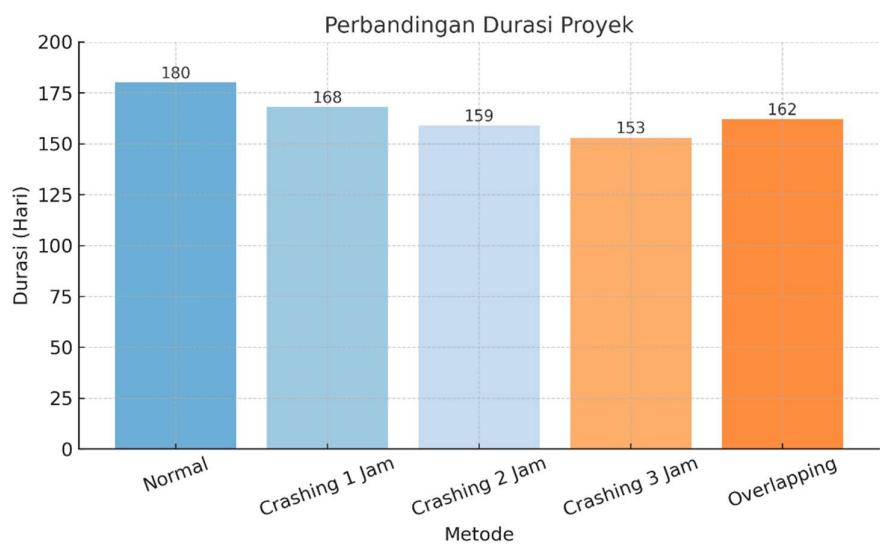
Berikut dibawah ini ditampilkan rekapitulasi pada tabel 4.21 dan Grafik ini memperlihatkan Perbandingan antara kondisi proyek pada waktu normal dan setelah dilakukan percepatan menggunakan metode crashing dan overlapping, yang juga menampilkan perbandingan biaya langsung (direct cost), biaya tidak langsung (indirect cost), serta total biaya proyek sebelum dan sesudah penerapan crashing dan overlapping.

Metode digunakan	Durasi (Hari)	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost	Rasio
Normal	180	4.680.089.854,50	467.957.504,98	5.148.047.359,48	1,000
<i>Crashing</i> 1 Jam	168	4.693.205.485,20	436.760.337,98	5.116.850.192,48	0,994
<i>Crashing</i> 2 Jam	159	4.701.203.113,12	413.362.462,73	5.093.452.317,23	0,989
<i>Crashing</i> 3 Jam	153	4.703.910.608,47	397.763.879,23	5.077.853.733,73	0,986
<i>Overlapping</i>	162	4.680.089.854,50	421.161.754,48	5.101.251.608,98	0,990

Tabel 4.17 Rekapitulasi Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan *Direct Cost*, *Indirect Cost* dan Biaya Total



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Durasi Proyek Normal, *Crashing* dan *Overlapping*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada Bab IV, diperoleh hasil yang menggambarkan percepatan pelaksanaan Proyek konstruksi gedung Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Nunukan melalui penerapan metode Crashing dan Overlapping, dengan rincian sebagai berikut.

1. Metode Crashing, yang dilakukan melalui penambahan jam kerja (lembur) sebesar 1 jam/hari, mampu menurunkan durasi proyek dari 180 hari menjadi 168 hari. Selaras dengan durasi, terdapat pengurangan biaya sebesar Rp 31.197.167,00 dari total biaya pekerjaan normal sebesar Rp 5.148.047.359,48 menjadi Rp 5.116.850.192,48 atau turun sebesar 0,61%. Begitu juga dengan penambahan jam kerja 2 jam/hari didapat pengurangan biaya menjadi sebesar Rp 5.093.452.317,23 atau turun 1,06% dengan percepatan durasi menjadi 159 hari. Sedangkan *crashing* selama 3 jam/hari memangkas durasi kerja menjadi 153 hari dengan penurunan total biaya menjadi Rp 5.077.853.733,73 atau turun sebanyak 1,36% dari biaya normal.
2. Metode *Overlapping*, yang dilakukan dengan mempercepat hubungan antar aktivitas kritis melalui penyesuaian jenis relasi dan *lead time*, mampu menurunkan durasi proyek menjadi 162 hari. Karena tidak melibatkan penambahan sumber daya, metode ini tidak menimbulkan tambahan biaya langsung. Selain itu, metode ini turut menurunkan biaya tidak langsung secara efisien dari Rp 467.957.504,98 jadi Rp 421.161.754,48. Dengan total biaya sebesar Rp 5.101.251.608,98 atau sebanyak 0,91% dari biaya normal
3. Berdasarkan empat perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa percepatan waktu dan biaya yang paling optimal dicapai melalui metode crashing dengan penambahan lembur selama 3 jam, karena analisis menunjukkan waktu penyelesaian tercepat menggunakan metode ini.
4. dimana hanya membutuhkan durasi 153 hari, dibanding metode *crashing* lembur 1 jam didapat percepatan 568 hari, *crashing* lembur 2 jam sebanyak 159 hari dan metode *overlapping* didapat percepatan waktu 162 hari. Begitu

juga dengan sisi biaya, metode *crashing* lebur 3 jam didapat penurunan biaya pekerjaan hingga Rp 70.193.625,75, dibanding metode *crashing* lebur 1 jam hanya mendapatkan penurunan biaya Rp 31.197.167,00, metode *crashing* lebur 2 jam mendapatkan penurunan biaya Rp 54.595.042,25, dan metode *overlapping* hanya memperoleh penurunan biaya Rp 46.795.750,50

5. Penerapan metode *Crashing* dan *Overlapping* harus disesuaikan dengan karakteristik teknis pekerjaan, potensi konflik di lapangan, serta efektivitas pengawasan dan produktivitas pekerja agar tidak memengaruhi kualitas proyek .

5.2 Saran

1. Dalam implementasi percepatan proyek, pemilihan metode *Crashing* atau *Overlapping* perlu didasarkan pada analisis lintasan kritis dan kemampuan teknis masing-masing aktivitas agar hasil percepatan benar-benar berdampak pada penurunan durasi total proyek.
2. Dalam menetapkan durasi percepatan pekerjaan yang paling efisien, perlu mempertimbangkan berbagai aspek seperti sumber daya alam (SDA), sumber daya manusia (SDM), kondisi lingkungan, luas area kerja, serta faktor alam atau cuaca.
3. Metode *Overlapping* perlu dilakukan secara hati-hati dengan mempertimbangkan keterkaitan logis dan teknis antar aktivitas, serta memastikan koordinasi antar tim pelaksana agar tidak terjadi konflik pekerjaan yang dapat menurunkan mutu konstruksi.
4. Dalam analisis ini, metode *crashing* yang diterapkan hanya berupa penambahan jam kerja. Oleh karena itu, akan lebih optimal jika juga mempertimbangkan metode lain, seperti penambahan tenaga kerja atau penerapan sistem kerja shift, guna memperoleh perbandingan yang lebih komprehensif terkait efisiensi biaya dan efektivitas waktu.
5. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar menggunakan bantuan perangkat lunak seperti Microsoft Project, Primavera, atau BIM 4D untuk simulasi yang lebih akurat dan mendukung pengambilan keputusan percepatan proyek secara digital dan visual.

DAFTAR PUSTAKA

Alhamid, Thalha dan Budur Anufia. ResUME: Instrumen Pengumpulan Data. *Sorong: Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN)*, 2019, hlm. 1–20.

Armalisa, Aslinda. "Metode *Crashing* untuk Penambahan Jam Kerja Optimal pada Proyek Konstruksi." *Jurnal Teknik Sipil Universitas Serang Raya*, Vol. 1, No. 1 (2021), hlm. 41–58.

Auliansyah, Cindia Rama, Joseph Dedy Irawan, dan Fransiscus Xaverius Ariwibisono. "Rancang Bangunan Sistem Monitoring Manajemen Proyek Konstruksi Menggunakan Kurva-S." *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 6, No. 2 (2022), hlm. 1106–1114.

Damanik, Wistana. "Analisis Kinerja Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Penataan Ruang dalam Mendukung Pembangunan di Kabupaten Simalungun," 2018.

Darussalam, Daniyah Putri, Hilfi Harisan Ahmad, dan Amri Gunasti. "Implementasi Metode Precedence Diagram pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Komersial di Situbondo." *Jurnal Smart Teknologi*, Vol. 5, No. 6 (2024), hlm. 847–857.

Dwirertnani, Annisaa, dan Arrazaq Kurnia. "Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Cpm (*Critical Path Methode*)."*Jurnal Talenta Sipil* 1, No. 2 (2018): 58–63.

Eliatun, Eliatun, dan Darmansyah Tjitradi. "Analisis Percepatan Proyek dengan Metode *Crashing* pada Konstruksi Gedung X di Banjarmasin." *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* 5, No. 1 (2021): 72–82.

Febriana, Wahyudin, dan Umar Abdul Aziz. "Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PERT dengan Microsoft Project 2016." *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil* 5, No. 1 (2021): 37–45.

Fendrawan, Rafi, dan Andrian Firdaus Yusuf Al Qordhowi. "Analisis Efektivitas Penerapan *Critical Path Method* (CPM) pada Proyek Pembangunan

Tanggul Kali Lamong di Kabupaten Gresik.” *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (Jutin)* 8, No. 1 (2025): 769–76.

Hrp, M H D Zailani Sidik. “Manajemen Risiko dalam Proyek Konstruksi: Upaya Mencegah Keterlambatan dan Pembengkakan Biaya.” *Circle Archive* 1, No. 6 (2024).

Husen, Abror. “Manajemen Proyek.” Andi, 2009.

Juniawan, I. “Analisis Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek dengan Metode TCTo (Time Cost Trade Off) (Studi Kasus: Pembangunan Gedung 2A RSU Bangli).” Universitas Mahasaswati Denpasar, 2024.

Kansil, Fritska Esterlita. “Tinjauan Struktur Bawah Dan Manajemen Konstruksi Pada Proyek konstruksi gedung Kantor Sma Keberbakatan Olahraga Di Minahasa.” Politeknik Negeri Manado, 2016.

Maromi, Muhammad Izeul, dan Retno Indryani. “Metode Earned Value untuk Analisis Kinerja Biaya dan Waktu pada Proyek Pembangunan Condotel De Vasa Surabaya.” *Jurnal Teknik ITS* 4, No. 1 (2015): D54–59.

Mitasari, Windy, dan Doddy Aditya Iskandar. “Evaluasi Kelayakan Ekonomi Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Bakauheni–Terbanggi Besar Melalui Analisis Cost Benefit.” *Jurnal Riset Pembangunan* 3, No. 1 (2020): 34–45.

Nugroho, Arief Setiawan Budi, Tantri Nastiti Handayani, Yani Rahmawati, Dewi Handayani, Widi Hartono, Agung Wibowo, Asri Nurdiana, Mohammad Arif Rohman, Dan Tri Joko Wahyu Adi. *Manajemen Proyek Konstruksi: Pembelajaran Berbasis Kasus Proyek*. Ugm Press, 2025.

Onibala, Milka, Jermias Tjakra dan Pingkan Pratasis. “Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crash (Studi Kasus: Proyek Konstruksi Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado).” *Tekno* 16, No. 69 (2018).

Pramono, Didiek, Sidik Lestiyono dan F. X. Furuhitho. “Perencanaan Percepatan Proyek dengan Metode Crashing pada Apartement Mega City Bekasi.” *Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer* 6, No. 2

(2022): 246–53.

Rahayu, Aryati Puji, Endang Mulyani dan Budiman Arpan. “Analisa Percepatan Waktu dengan Metode Fast Track pada Proyek Konstruksi.” *Jelast: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang 5*, No. 3 (2018).

Ramdhan, Muhammad. *Metode Penelitian*. Cipta Media Nusantara, 2021.

Ransun, Yohanes F. C., Freddie Kalangie, dan Yurnie Sendow. “Kinerja Dinas Pekerjaan Umum Kota Manado dalam Pemeliharaan Infrastruktur Jalan Daerah.” *Jurnal Eksekutif 1*, No. 1 (2017).

Rd, Erwin Putra dan Muhammad Yasin. “Sektor Industri, Pengelompokan, dan Perusahaan Negara.” *Muqaddimah: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi, dan Bisnis 2*, No. 3 (2024): 28–36.

Sahban, Muhammad Amsal dan M. M. Se. *Kolaborasi Pembangunan Ekonomi di Negara Berkembang*. Vol. 1. Sah Media, 2018.

Sami'an, S. H. *Manajemen Konstruksi dan Klaim Konstruksi*. CV Oxy Consultant, 2024.

Saputra, Gunawan Adi dan Marwan Asri. *Manajemen Biaya: Konsep dan Aplikasi dalam Bisnis*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta, 2008.

Saragi, Tiurma Elita dan Ruth Uli A. Situmorang. “Optimasi Waktu dan Biaya Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja dan Jam Kerja (Lembur) (Studi Kasus: Pembangunan Gedung *Convention Hall* Kab. Deli Serdang).” *Jurnal Construct 1*, No. 2 (2022): 53–69.

Setiawan, Budi. “Pendekatan *Lean Construction* dalam Pemanfaatan Sumber Daya pada Proyek Konstruksi.” *Innovative: Journal of Social Science Research 4*, No. 4 (2024): 5311–25.

Sholeh, Moh Nur. *Manajemen Proyek Konstruksi Modern: Teknologi dan Inovasi*. Deepublish, 2024.

Simorangkir, Wilson. “Analisa dan Evaluasi Perkembangan Pembangunan Infrastruktur serta Pertumbuhan Ekonomi.” *Jurnal Price: Ekonomi dan Akuntansi 1*, No. 1 (2022): 29–35.

Siregar, Adde Currie dan Iffiginia Iffiginia. "Pemanfaatan Critical Path Method (CPM) untuk Evaluasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek." *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi* 15, No. 2 (2019): 102–11.

Siregar, Bobby Ahmad Sarmadi. "Teknologi BIM (Building Information Modeling) dalam Manajemen Proyek Konstruksi." *Circle Archive* 1, No. 6 (2024).

Sitanggang, Nathanael, Janner Simarmata dan Putri Lynna A. Luthan. Pengantar Konsep Manajemen Proyek untuk Teknik. Yayasan Kita Menulis, 2019.

Sulistiyo, Ganda. "Perbaikan Keterlambatan pada Proyek Pabrik Garam Camplong Menggunakan Lean Six Sigma for Construction." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2021.

Tistogondo, Julistyana dan Saiful Anwar. "Analisis Pengendalian Waktu Pekerjaan Proyek dengan Metode Fast-Track." *Ge-Stram: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil* 6, No. 2 (2023): 100–105.

Wahid, Abdul Rakhman dan Suciyo Suciyo. "Analisa Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Menggunakan Metode Fast Track pada Proyek Konstruksi Gedung Kampus IAINU Bangil." *Innovative: Journal of Social Science Research* 4, No. 5 (2024): 8251–60.

Wasito, Wasito dan Ahmad Yani Syaikhudin. "Studi Penerapan Critical Path Method (CPM) pada Proyek Pembangunan Pabrik Semen Rembang PT Semen Gresik." *J-Macc* 3, No. 2 (2020): 74–91.

Yuniarti, Puji, Wiwin Wianti, Dan Ratih Setyo Rini. *Metode Penelitian Sosial*. Penerbit Nem, 2023.

Umar, Muh Alwi. "Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crashing, Overlapping dan Gabungan Overlapping (Studi Kasus Proyek Pembangunan Bendungan Bendo Lanjutan di Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur)," 2021.

Yanuarta, Moch Demas, Dan Muhammad Mirza. Analisis Percepatan Waktu dan Biaya pada Proyek Gedung Kampus STIFAR Semarang", 2024.



21% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 20% Internet sources
- 7% Publications
- 0% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Yoga Pratama
30202300227

Zulfa dly
30202300230

Turnitin diperlusa oleh Dosen:

Muhammad Rusli Ahyar, ST, M.Eng

13/8 2025