

TUGAS AKHIR
ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK GEDUNG KAMPUS STIFAR SEMARANG

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh:

Moch Demas Yanuarta

NIM: 3020200114

Muhamad Mirza

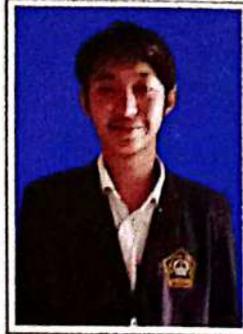
NIM: 30202000120

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK GEDUNG KAMPUS STIFAR SEMARANG



Moch Demas Yanuarta

NIM : 30202000114

Muhamad Mirza

NIM : 30202000120

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Agustus 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT**
NIDN: 0614066301
2. **Eko Muliawan Satrio, ST., M.T**
NIDN: 0610118101
3. **Lisa Fitriyana, ST., M.Eng**
NIDN: 0631128901

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 12/ A.2 / SA – T / VIII / 2024

Pada hari ini tanggal Agustus 2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Eko Mulliawan Satrio, ST., MT
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Moch Demas Yanuarta
NIM : 30202000114

Muhamad Mirza
NIM : 30202000120

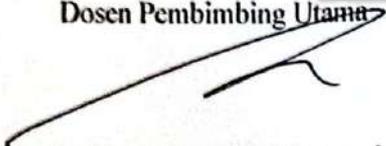
Judul : Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Pada Proyek Gedung Kampus STIFAR Semarang

Dengan tahapan sebagai berikut :

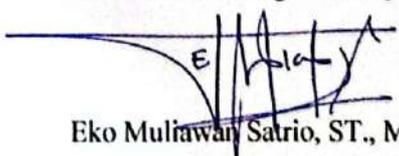
No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	25/3/2024	ACC
2	Seminar Proposal	11/6/2024	
3	Pengumpulan data	25/6/2024	
4	Analisis data	30/6/2024	ACC
5	Penyusunan laporan	5/7/2024	
6	Selesai laporan	10/8/2024	

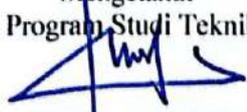
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama


Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT

Dosen Pembimbing Pendamping


Eko Mulliawan Satrio, ST., MT

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Moch Demas yanuarta

NIM : 30202000114

NAMA : Muhamad Mirza

NIM : 30202000120

**JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK GEDUNG KAMPUS STIFAR
SEMARANG**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Yang membuat pernyataan,

Moch Demas Yanuarta
NIM: 30202000114

Semarang, Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,

Muhamad Mirza
NIM : 30202000120

MOTTO

"Orang yang menuntut ilmu berarti menuntut rahmat; orang yang menuntut ilmu berarti menjalankan rukun Islam dan pahala yang diberikan kepada sama dengan para nabi." (HR. Dailani dari Anas r.a.)

Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau akan jatuh di antara bintang-bintang. (Ir. Soekarno)

Apapun yang dilakukan jangan lupa sholat (Hamba Allah)

Terkadang orang dengan masa lalu paling kelam akan menciptakan masa depan paling cerah. (Umar bin Khattab)

Pengetahuan adalah kunci kesuksesan yang tak ternilai. (Albert Einstein)

In The World, No One Is Perfect. Even If You Keep Pursuing Perfection, You'll Never Reach It. But Along The Way, You'll Become Something Great. (Naruto Uzumaki)

Belajarlh kamu semua, dan mengajarlah kamu semua, dan hormatilah gurugurumu, serta berlaku baiklah terhadap orang yang mengajarkanmu. (HR Tabrani)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Ayah atau biasa saya sebut Abi, Sahlan Arif Namanya. Beliau adalah panutan saya segala bentuk yang diberikan oleh beliau menurut saya adalah yang terbaik bagi saya. Terimakasih telah memberikan arahan serta motivasi untuk tetap melangkah sampai detik ini.
2. Ibu, beliau Bernama Ari Yuni Tri Irawati, terimakasih telah membimbing saya hingga saat ini memberikan kasih sayang kepada saya, terimakasih selalu mensupport saya apapun langkah yang saya ambil.
3. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT, dan Bapak Eko Muliawan Satrio, S.T., MT, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan ilmunya untuk membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
4. Ibu Lisa Fitriyana, ST., M.Eng yang telah meluangkan waktu tenaga dan ilmunya untuk menguji hasil dari pengerjaan laporan tugas akhir kami.
5. Seluruh dosen Fakultas Teknik Sipil, terima kasih atas ilmunya yang sangat bermanfaat.
6. Untuk diri sendiri yang selalu kuat dalam berbagai rintangan apapun situasinya, selalu menemukan solusi seriap masalah. Terimakasih telah kuat
7. Untuk Partnerku yaitu Muhamad Mirza terimakasih telah memberikan edukasi serta arahan, dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini engkau lah yang banyak menyumbang pikiran sehingga kewajiban ini selesai. Engkau seperti keluarga bagi saya
8. Teruntuk Nur Oktavia Dian Ayu Ariyanti, terimakasih telah memberikan dukungan kepada saya, sehingga Tugas Akhir ini selesai dikerjakan.
9. Kepada Teman-teman Kontrakan yang selalu membantu saya dari awal hingga akhir, rasa Syukur yang begitu besar mempunyai teman-teman seperjuangan semua kelak akan menjadi orang yang sukses dapat menjadi kebanggaan keluarga dan bermanfaat bagi orang banyak.

Moch Demas Yanuarta

NIM : 30202000114

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Bapak, mentor, serta pahlawan saya yaitu Alm. Moh. Umar. Beliau memang tidak memberikan yang termewah bagi saya, namun segala macam yang beliau berikan adalah hal-hal terbaik yang menurut saya tidak semua bapak bisa melakukan hal yang sama.
2. Ibu, guru terbaik, ladang pahala saya yaitu Asiyah. Beliau selalu memberikan kasih sayang yang luar biasa terhadap saya walaupun dengan segala macam keterbatasannya.
3. Untuk saudara/i ku Ninda, Nisa Nena, Adi, Roy, yang selalu memberikan dorongan dan motivasi hingga bisa ke tahap ini. Semoga sehat dan bahagia selalu.
4. Diri sendiri yang selalu mampu menguatkan dan menyelesaikan tanpa jeda bahwa semuanya bakalan selesai pada waktunya.
5. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT. dan Bapak Eko Muliawan Satrio, S.T., MT. yang telah meluangkan waktu, tenaga dan ilmunya untuk membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
6. Ibu Lisa Fitriyana, ST., M.Eng yang telah meluangkan waktu tenaga dan ilmunya untuk menguji hasil dari pengerjaan laporan tugas akhir kami.
7. Seluruh dosen Fakultas Teknik Sipil, terima kasih atas ilmunya yang sangat bermanfaat.
8. Untuk Partnerku yaitu Moch. Demas Yanuarta yang dalam masa pengerjaan tugas akhir saya anggap levelnya setara dengan keluargaku, dan beliau selalu memahami bahkan meluangkan waktu, tenaga, dan biaya.
9. Kepada Atha, Bang Jack, Ammar, Fathur, Ryan dan segenap member BangJackSquad yang memberikan dukungan moril terhadap saya sedari awal hingga akhir.

Muhamad Mirza
NIM : 30202000120

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK GEDUNG KAMPUS STIFAR SEMARANG” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Rohim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M. Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
3. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I .PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian.Proyek.....	5
2.2 Manajemen proyek	6
2.3 Pengendalian Proyek	8
2.3.1 Pengendalian waktu.....	9
2.3.2 Pengendalian Biaya.....	10
2.3.3 Hubungan Pengendalian Waktu Dan Biaya	10
2.4 Metode Penjadwalan.....	11

2.5	Metode Teknik Analisa Data Manajemen Proyek	13
2.5.1	<i>Crashing</i>	13
2.5.2	<i>Fast Track</i>	14
2.5.3	<i>Trial and Error dan Komparasi</i>	14
2.5.4	<i>Metode PERT (Program Evaluation Reviue Technique)</i>	15
2.5.5	<i>Metode Overlapping</i>	15
2.5.6	<i>Metode Gabungan</i>	15
2.6	<i>Microsoft project</i>	15
3.1	Metode Penelitian	17
3.2	Object Penelitian	17
3.3	Metode Pengumpulan Data	18
3.3.1	<i>Data Sekunder</i>	18
3.3.2	<i>Data Primer</i>	18
3.4	Teknik Analisis Data	18
3.5	Metode Analisis pada Waktu	19
3.5.1	<i>Metode Crashing</i>	19
3.5.2	<i>Metode Overlapping</i>	20
3.5.3	<i>Metode Gabungan</i>	21
3.6	Metode Analisis Pada Biaya	22
3.6.1	Biaya penambahan Upah Tenaga Kerja	22
3.6.2	Total Biaya Upah tenaga kerja	22
3.6.3	Total tambahan tenaga kerja	22
3.6.4	Cost Slope	22
3.6.5	<i>Direct Cost dan Indirect Cost</i>	22
3.7	Diagram Alir Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24

4.1	Data Umum Proyek	24
4.1.1	Uraian pekerjaan dan Rencana Anggaran Proyek	24
4.1.2	Data Rekapitulasi Waktu Proyek	25
4.2	Daftar Harga Satuan Pekerja	26
4.3	Lintasan Kritis	27
4.4	Analisis Percepatan pada waktu	28
4.4.1	Metode Crashing (Penambahan Tenaga Kerja)	28
4.4.2	Metode <i>Overlapping</i>	32
4.4.3	Metode Gabungan.....	34
4.4.4	Rekapitulasi Hasil Analisis Pada Waktu.....	36
4.5	Biaya Penambahan Tenaga kerja Metode Crashing	38
4.6	Analisis Biaya.....	39
4.6.1	Analisis Biaya Normal.....	40
4.6.2	Analisis Biaya dengan Metode <i>Crashing</i>	41
4.6.3	Analisis biaya Metode <i>Overlapping</i>	42
4.6.4	Analisis Biaya dengan Metode Gabungan.....	44
4.7	Rekapitulasi Hasil Analisis Biaya <i>Direct Cost</i> dan <i>Indirect Cost</i>	45
4.8	Rekapitulasi Hasil Analisis Waktu Dan Biaya.....	47
BAB V KESIMPULAN.DAN.SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Output Lintasan Kritis Pada Ms. Project	28
Gambar 4. 2 Angka Produktivitas dengan Kepadatan Tenaga Kerja.....	29
Gambar 4. 3 Gambar input Pada Ms. Project penambahan tenaga kerja	32
Gambar 4. 4 Hasil input pada Ms Project.....	34
Gambar 4. 5 Input Metode Gabungan Pada Ms. Project	35
Gambar 4. 6 Gambar Harga satuan pekerjaan	40
Gambar 4. 7 Grafik Rekapitulasi Biaya.....	47



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Durasi Crashing.....	20
Tabel 3. 2 Durasi Overlapping	21
Tabel 3. 3 Durasi Gabungan.....	21
Tabel 4. 1 Uraian Pekerjaan Dan RAB	24
Tabel 4. 2 Data Rekapitulasi Waktu Awal	26
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerja	26
Tabel 4. 4 Lintasan Kritis	27
Tabel 4. 5 Durasi Metode Crashing.....	31
Tabel 4. 6 Pekerjaan Overlapping	32
Tabel 4. 7 Input Waktu menggunakan Metode Ovelapping.....	33
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Waktu Menggunakan Metode Gabungan	34
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Ketiga Metode.....	36
Tabel 4. 10 Perbandingan Waktu dan Biaya Ketiga Metode.....	46
Tabel 4. 11 Perbandingan Waktu dan Blaya Ketiga Metode.....	48



ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK GEDUNG KAMPUS STIFAR SEMARANG

ABSTRAK

Percepatan merupakan suatu kegiatan mereduksi waktu pekerjaan untuk mempercepat hasil atau target yang sudah direncanakan sehingga memberikan efisiensi dan optimalisasi pada proyek. Pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung Kampus STIFAR mengalami keterlambatan karena factor eksternal yakni musim dan cuaca. Maka diperlukan analisis metode percepatan yang paling efisien dan optimal.

Studi ini bertujuan untuk mengkaji waktu dan biaya proyek menggunakan metode (*Crashing*) dan metode (*overlapping*), metode gabungan tujuannya adalah untuk menentukan metode yang paling efisien dan optimal dari segi waktu dan biaya dengan membandingkan ketiga metode tersebut. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder seperti RAB, AHSP, *time schedule*.

Hasil Analisa dapat disimpulkan bahwa metode gabungan adalah metode yang optimum terkait efektifitas waktu dan efisiensi biaya. dengan tambahan tenaga kerja, maka didapat hasil reduksi waktu 216 hari dengan total deviasi 84 hari sehingga nilai efektifitas waktu adalah 28,00% dan untuk penghematan biaya sebesar Rp 32.547.220.608,00 dengan nilai efisiensi biaya 1,62%

Kata Kunci: percepatan, Biaya, *Crashing*, *overlapping*, Gabungan

TIME AND COST ACCELERATION ANALYSIS ON THE STIFAR SEMARANG CAMPUS BUILDING PROJECT

ABSTRACT

Acceleration is the process of reducing the time required to complete tasks in order to expedite the planned outcomes or targets, thereby increasing efficiency and optimizing project performance. The construction project for the STIFAR Campus Building has experienced delays due to external factors such as seasonal conditions and weather. Therefore, an analysis is needed to determine the most efficient and optimal acceleration method.

This study aims to evaluate project time and cost using the Crashing method and the Overlapping method. The combined method's purpose is to identify the most efficient and optimal approach in terms of time and cost by comparing these three methods. The data required for this research includes secondary data such as the Bill of Quantities (RAB), Standard Unit Prices (AHSP), and the project schedule.

The analysis results indicate that the combined method is the most optimal in terms of time efficiency and cost-effectiveness. By adding additional labor, the time reduction achieved is 216 days with a total deviation of 84 days, resulting in a time efficiency value of 28.00%. The cost savings amount to IDR 32,547,220,608, with a cost-efficiency value of 1.62%.

Kata Kunci: *acceleration,, Cost, Crashing, overlapping, Combined*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan proyek yang dikenal sebagai “Manajemen Proyek Konstruksi” adalah salah satu cara yang ditawarkan untuk maksud tersebut, yaitu suatu metode pengelolaan yang dikembangkan secara ilmiah dan intensif sejak pertengahan abad ke-20 untuk menghadapi kegiatan khusus yang berbentuk proyek konstruksi. (Savitri, 2020)

Menurut (Sahid et al.,2015), manajemen proyek digunakan untuk merencanakan, mengerjakan dan mengendalikan kegiatan proyek untuk meminimalisir resiko pada waktu dan biaya proyek. Teknik ini digunakan untuk berorientasi pada tujuan untuk pembangunan proyek konstruksi seperti gedung, pembukaan kantor baru atau pengendalian kegiatan penelitian dan pembangunan.

Permasalahan yang sering terjadi pada suatu proyek konstruksi yaitu adanya indikasi keterlambatan sehingga dapat terjadinya perbedaan waktu rencana dengan proses realiasi pada lapangan. Dampak dari keterlambatan menyebabkan antara waktu dan biaya proyek tidak bisa optimum dan jika pengerjaan proyek melebihi waktu kontrak kerja yang sudah disepakati maka akan adanya denda.

Pada proyek konstruksi Pembangunan Gedung Kampus STIFAR yang berada di plamongan sari di mulai pada 16 Desember 2023 – Desember 2024 dengan waktu pelaksanaan yakni 365 hari kerja, nilai proyek sendiri berkisar Rp. 32.143.628.000. Pada proyek Pembangunan Gedung Kampus STIFAR terdapat kendala dari factor eksternalnya yaitu musim atau cuaca sehingga proyek terindikasi adanya potensi keterlambatan pada waktu. Akan tetapi potensi keterlambatan tidak terlalu berpengaruh pada waktu dan biaya.

Untuk itu diperlukan penjadwalan yang efektif dan efisien sehingga dapat mengantisipasi adanya indikasi keterlambatan pada suatu proyek dengan menerepakan ilmu manajemen proyek. Salah satu indikator kesuksesan dalam pelaksanaan suatu proyek yaitu lebih cepatnya penyelesaian proyek dibanding perencanaan waktu pelaksan dengan menggunakan metode PDM (*Precedence*

Diagramming Method), untuk itu harus diperhatikan kualitas dengan meninjau jalur kritis dan menentukan kegiatan yang bisa di percepat dan dapat dikerjakan bersamaan sehingga bisa mereduksi waktu dengan bantuan *software Microsoft project 2016*..

Progress guna adanya percepatan pada proyek Pembangunan Gedung Kampus STIFAR adalah mereduksi waktu pekerjaan sehingga bisa memangkas dari 365 hari kerja, dengan tidak menambahkan biaya – biaya yang membuat menjadi tidak efisien. Dengan tujuan menganalisis percepatan adalah sebagai sarana evaluasi untuk progress proyek yang akan mendatang dan juga sebagai Solusi untuk adanya indikasi keterlambatan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini meliputi :

1. Mengetahui efektifitas waktu pada metode *Crashing* , *Overlapping* dan Gabungan
2. Mengetahui efisiensi biaya dari percepatan kerja menggunakan metode *Crashing*, *Overlapping* dan Gabungan
3. Manakah yang paling efektif dari ketiga metode tersebut.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dihadapi penulis adalah pada metode crashing hanya menganalisis kebutuhan tenaga kerja dan tidak menganalisis pekerjaan MEP pada proyek pembangunan Gedung Kampus STIFAR Semarang

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisa efisiensi waktu dengan metode *Crashing* , *Overlapping* dan Gabungan
2. Mengetahui perbandingan biaya dari percepatan kerja menggunakan metode *Crashing* , *Overlapping* dan Gabungan
3. Mengetahui efektifitas dan efisiensi dari metode *Crashing*, *Overlapping* dan Gabungan

1.5 Manfaat Penelitian

Kajian ini memiliki manfaat bagi kontraktor/pelaksana proyek, pembaca dan juga penulis. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat kepada Kontraktor/Pelaksana:
 - a. Mengetahui mengenai Analisa percepatan waktu dan biaya pada proyek konstruksi.
 - b. Sebagai bahan pertimbangan perencanaan biaya dan waktu ketika melaksanakan proyek konstruksi.
 - c. Mengkoordinasikan kegiatan dengan memberitahukan informasi kepada kontraktor/pelaksana adanya indentifikasi percepatan waktu pekerjaan maupun penghematan biaya proyek sehingga kontraktor mampu mengambil kebijakan/keputusan yang tepat untuk proyek tersebut.
2. Manfaat untuk Pembaca:
 - a. Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman penerapan teknik sipil, khususnya pada konsentrasi manajemen konstruksi.
 - b. Sebagai bahan referensi kajian analisis waktu dan biaya.
 - c. Dapat dijadikan sebagai sumber ide dan saran untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut.
3. Manfaat untuk penulis:
 - a. Untuk merealisasikan Secara Konkret Penerapan mata kuliah keteknikan manajemen konstruksi dengan cara terpadu, terencana, ilmiah dan sistematis
 - b. Mengasah dan meningkatkan kreativitas serta kemampuan dalam mengembangkan ide dan gagasan
 - c. Memperluas pengetahuan tentang pengendalian biaya, waktu pada proyek konstruksi menggunakan *Software Ms excel* dan *Ms. Project*
 - d. Memperdalam wawasan mengenai Evaluasi kinerja Serta pengendalian Biaya, Waktu

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan memberikan gambaran umum mengenai penyusunan laporan tugas akhir. Didalamnya, dijelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah yang dihadapi, batasan-batasan yang diterapkan, serta tujuan dan manfaat dari penelitian ini. Selain itu, bagian ini juga mencakup sistematika penulisan yang akan memandu pembaca melalui laporan ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat uraian teori dari berbagai sumber yang menjadi dasar penulisan, serta metode yang akan digunakan untuk konsep Analisa ini dalam mengetahui pengendalian waktu dan biaya

BAB III METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian membahas metode penelitian yang digunakan, mulai dari pengumpulan data, hingga metode penyajian dan hasil perencanaan yang diterapkan untuk pengolahan data yang diperoleh.

BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Bab ini menguraikan pembahasan dan hasil penelitian tugas akhir, yang menjadi inti dari penulisan, dengan fokus pada analisis percepatan pekerjaan terhadap waktu dan biaya

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan dirangkum temuan-temuan dari penelitian dan analisis yang dilakukan serta jawaban atas pertanyaan penelitian yang dirumuskan sebelumnya. Selain itu juga disertakan rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya, serta memberikan kesempatan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian yang lebih mendalam dan komprehensif.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Proyek

Menurut (Siswanto & Salim, 2019) Proyek adalah usaha atau upaya yang bersifat sementara dan terarah yang dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu. Proyek memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari operasi rutin sehari-hari dalam suatu organisasi.

Schwalbe (2006), menjelaskan bahwa proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu.

Menurut DI Cleland, Wr. King, (1987). Proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya yang dihimpun dalam organisasi sementara untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Jika kita telaah lebih lanjut maka kata kunci dari proyek adalah gabungan, sumber daya, serta tujuan tertentu.

Menurut (Siswanto & Salim, 2019) pengertian proyek yang lebih rinci:

1. Usaha Sementara: Proyek memiliki awal dan akhir yang jelas. Ini tidak bersifat permanen seperti operasi rutin yang berjalan terus-menerus.
2. Tujuan Khusus: Proyek memiliki tujuan yang spesifik dan terukur. Tujuan ini dapat berupa pencapaian produk, layanan, atau hasil tertentu
3. Keterbatasan Sumber Daya: Proyek terbatas oleh sumber daya seperti waktu, anggaran, tenaga kerja, dan bahan. Manajer proyek bertanggung jawab untuk mengelola sumber daya ini dengan bijak.
4. Kompleksitas: Proyek sering kali memiliki tingkat kompleksitas yang berbeda-beda, tergantung pada skala dan lingkupnya. Proyek dapat mencakup beberapa tugas yang harus dijalankan secara bersamaan atau berurutan.
5. Ruang Lingkup yang Didefinisikan: Proyek memiliki ruang lingkup yang telah ditentukan. Ini mengacu pada semua pekerjaan yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan proyek.

6. Hasil atau Produk: Proyek menghasilkan produk atau layanan yang dapat diukur dan dievaluasi. Hasil ini adalah salah satu hasil akhir yang diinginkan dari proyek.
7. Manajemen Proyek: Proyek memerlukan manajemen yang terarah dan terkoordinasi untuk memastikan bahwa tujuan dicapai sesuai dengan waktu, anggaran, dan kualitas yang telah ditetapkan

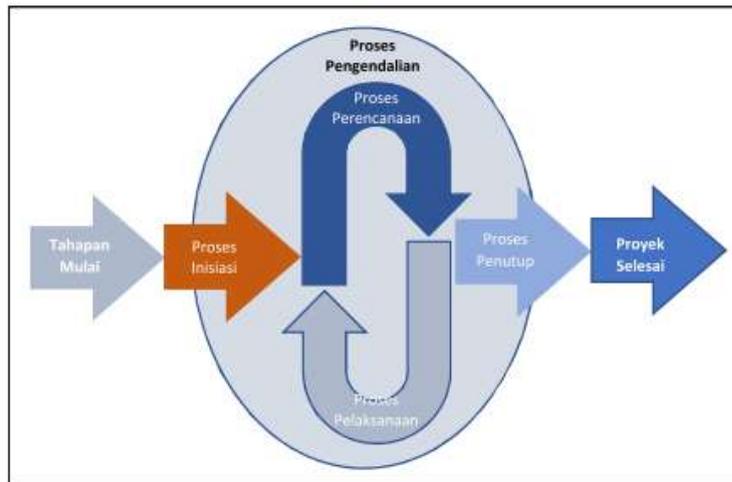
2.2 Manajemen proyek

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya Perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan lebih jauh manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem (arus kegiatan) vertical dan horizontal (Kim, 2012)

Manajemen proyek Berdasarkan Project Management Body of Knowledge (PMBOK) merupakan penerapan pengetahuan, keterampilan, peralatan serta teknik yang digunakan untuk merancang kegiatan guna sesuai kebutuhan sebagaimana tujuan proyek. Seperti dipahami bahwa manajemen proyek juga disebut kumpulan orang dan bahan, informasi atau sumber daya yang memanfaatkan cara manajemen modern sebagaimana tujuan yang ditetapkan sebelumnya (Panjaitan & Nurmaidah, 2023).

Manajemen proyek secara umum dapat di definisikan sebagai seni mengelola serta mengkoordinasikan sumber daya seperti manusia dan material menggunakan suatu teknik manajemen modern. Maka menurut Project Management Institute, proyek sesuai dengan prosesnya dapat dikelompokkan menjadi lima bagian, yaitu:

1. Proses inisiasi
2. Proses perencanaan
3. Proses pelaksanaan
4. Proses pengendalian
5. Proses penutupan



Gambar 2. 1 kelompok proses manajemen proyek
(Project Manajemen Institue,2013)

Untuk mencapai tujuan tersebut manajemen memiliki beberapa fungsi, menurut Henry Fayol dalam kutipan (Arifin, 2010) manajemen memiliki fungsi terdiri atas proses berikut:

1. Perencanaan (Planning), merupakan suatu rangkaian proses penetapan tujuan organisasi dan menentukan strategi yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Proses perencanaan ditujukan untuk masa yang akan datang karena pada masa yang akan datang penuh dengan ketidakpastian. Perencanaan berupa penentuan langkah awal yang memungkinkan suatu organisasi dapat mencapai tujuannya dan juga berhubungan dengan usaha yang dijalankan untuk mengantisipasi kecenderungan di masa-masa yang akan datang dan penentuan sebuah strategi/ taktik yang tepat dalam rangka untuk mewujudkan tujuan pada suatu organisasi.
2. Pengorganisasian (Organizing), merupakan rangkaian aktivitas pembagian tugas yang akan dikerjakan serta proses pengembangan struktur organisasi yang sesuai tujuan perusahaan. Tujuan organizing mengatur berbagai sumber daya, termasuk sumber daya manusia agar dapat berfungsi secara optimal dan mampu melaksanakan peran serta fungsi masing-masing dengan baik.
3. Pengarahan (Directing), merupakan suatu tindakan yang berupaya agar semua anggota kelompok dapat berusaha meraih tujuan yang sesuai dengan

rencana. Proses pengarahan bertujuan untuk mengarahkan atau mengendalikan agar pekerjaan dilakukan secara efektif dan efisien.

4. Pengawasan (Controlling), suatu tindakan yang dilakukan untuk menilai kegiatan yang telah dilakukan. Fungsi pengawasan menentukan kualitas layanan atau produk yang dihasilkan.

Dalam manajemen konstruksi, terdapat konsep "tripel constraint" konsep yang memaparkan tiga hal kendala yang harus di atur dan di seimbangkan pada proyek:

1. Ruang lingkup (Scope) : Ruang lingkup proyek mengacu pada apa yang harus dicapai atau yang akan dihasilkan dalam proyek. Ini mencakup semua pekerjaan, fitur, dan hasil yang diharapkan dari proyek. Ruang lingkup proyek harus didefinisikan secara jelas dan spesifik agar semua pihak terlibat dalam proyek memahami apa yang diharapkan. Jika ruang lingkup berubah selama proyek, hal ini dapat berdampak pada biaya dan waktu proyek.
2. Waktu (Time): Waktu adalah kendala kedua dalam Triple Constraint. Ini mencakup batas waktu atau jadwal yang telah ditetapkan untuk menyelesaikan proyek. Pemenuhan tenggat waktu sangat penting, terutama dalam proyek yang memiliki batas waktu tertentu, seperti proyek konstruksi yang harus selesai sebelum musim hujan atau proyek IT yang harus diluncurkan sebelum peluncuran produk lain.
3. Biaya (Cost): Kendala ketiga adalah biaya, yang mencakup anggaran yang dialokasikan untuk proyek. Proyek harus dikelola agar tetap berada dalam anggaran yang telah ditentukan. Penyalahgunaan anggaran dapat mengganggu proyek dan mengarah pada masalah finansial.

2.3 Pengendalian Proyek

Pengendalian proyek adalah proses manajemen bertujuan sebagai memonitor, mengevaluasi, dan mengendalikan jalannya proyek agar bisa berada dalam jalur yang ditetapkan seperti anggaran, waktu, kualitas, dan lingkup. Ini merupakan bagian integral dari siklus hidup proyek dan membantu memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana.

Pengawasan diperlukan untuk memastikan bahwa pelaksanaan sesuai dengan rencana. Setiap pekerjaan harus diperiksa dan diawasi oleh pengawas lapangan untuk memastikan kesesuaiannya dengan spesifikasi yang telah direncanakan. Dengan pengawasan yang baik, keterlambatan yang dapat menyebabkan peningkatan biaya dapat dihindari

Beberapa macam pengendalian yakni :

- a. Waktu/jadwal
- b. Anggaran biaya
- c. Sumber daya manusia (tenaga kerja)
- d. Mutu
- e. Instrumen lain : metode, informasi, dan lain-lain

Adapun yang dikaji dalam kesempatan ini adalah pengendalian waktu serta biaya suatu proyek konstruksi dengan melakukan proses percepatan pada pekerjaan kritis

2.3.1 Pengendalian waktu

Lamanya waktu penyelesaian proyek berpengaruh besar dengan penambahan biaya proyek secara keseluruhan. Maka dari itu dibutuhkan laporan progress harian/ mingguan/ bulanan untuk melaporkan hasil pekerjaan dan waktu penyelesaian untuk setiap item pekerjaan proyek. Dan dibandingkan dengan waktu penyelesaian rencana agar waktu penyelesaian dapat terkontrol setiap periodenya

Adapun yang harus diperhatikan pada pengendalian waktu adalah sebagai berikut :

- a. Dalam merencanakan suatu pekerjaan, waktu hendaknya diperhitungkan dengan baik agar penggunaan waktu dapat seefisien dan seminimal mungkin
- b. Menetapkan milestone atau titik penting dalam jadwal proyek untuk membantu melacak kemajuan dan evaluasi apakah proyek berada di jalur yang benar
- c. Apabila terdapat perbedaan pada pelaksanaan dengan rencana maka, perlu dianalisa faktor penyebabnya

- d. Mengidentifikasi permasalahan atau hambatan mungkin muncul yang dapat mempengaruhi jadwal proyek, dan segera mengambil langkah-langkah untuk menyelesaikannya.
- e. Melakukan evaluasi berkala terhadap jadwal proyek, dan jika diperlukan, melakukan penyesuaian untuk memastikan bahwa jadwal tetap realistis dan dapat dicapai.

2.3.2 Pengendalian Biaya

Biaya-biaya konstruksi proyek perlu dikelompokkan agar dalam analisa perhitungan earned value. Menurut Asiyanto (2005), Biaya konstruksi memiliki unsur utama dan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam kegiatan pengendalian. Unsur utama dari biaya konstruksi adalah biaya material, biaya upah dan biaya alat.

Pengendalian proyek merupakan aspek penting dalam manajemen proyek yang melibatkan pemantauan dan pengelolaan anggaran proyek agar tidak mengalami hambatan dan gangguan pada saat pelaksanaan. Beberapa hal yang harus di perhatikan dalam pengendalian biaya :

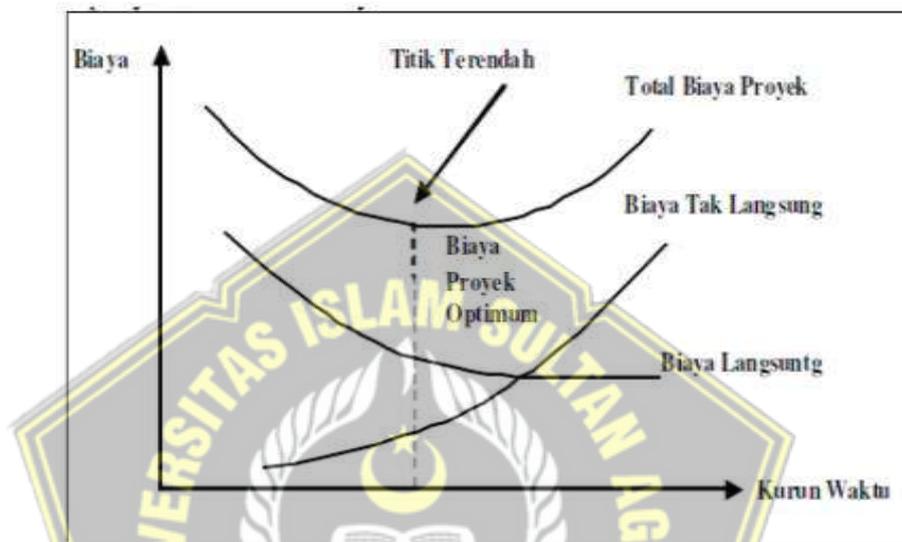
- a. Membuat perencanaan anggaran yang komprehensif dan akurat sejak awal proyek. Ini mencakup estimasi biaya untuk semua komponen proyek termasuk tenaga kerja, bahan, peralatan, dan biaya lainnya.
- b. Melakukan pemantauan terhadap pengeluaran proyek untuk memastikan pengeluaran aktual sesuai dengan anggaran yang ditetapkan
- c. Mengidentifikasi risiko yang berkaitan dengan biaya proyek, seperti kenaikan harga bahan atau perubahan dalam lingkup proyek, dan mengembangkan strategi untuk mengurangi dampaknya atau menghindarinya sepenuhnya.

2.3.3 Hubungan Pengendalian Waktu Dan Biaya

Waktu pelaksanaan sangat mempengaruhi biaya suatu proyek jika waktu pelaksanaan suatu proyek terus mengalami keterlambatan, maka hari/waktu pelaksanaan tersebut akan semakin bertambah yaitu melebihi batas waktu

rencana. Dengan demikian akan terjadi peningkatan biaya pada semua bidang/sector

Demikian pula apabila waktu pelaksanaan dipercepat tetapi tanpa perhitungan yang baik, maka konsekuensinya biaya akan mengalami kebengkakan. Dengan itu perlu direncanakan waktu pelaksanaan yang baik sehingga dihasilkan biaya yang efisien.



Gambar 2. 2 Grafik Hubungan waktu dengan biaya (Soeharto, 1997)

Biaya total proyek merupakan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat dipengaruhi oleh durasi penyelesaian proyek, dan kedua biaya tersebut berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, umumnya semakin lama proyek berlangsung, semakin tinggi biaya tidak langsung kumulatif yang diperlukan (Soeharto, 1997). Pada Gambar 2.1 ditunjukkan hubungan antara biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total dalam bentuk grafik, di mana terlihat bahwa biaya optimal diperoleh dengan mencari total biaya proyek yang paling rendah.

2.4 Metode Penjadwalan

Perencanaan merupakan tahap awal dalam siklus pelaksanaan suatu proyek. Diharapkan melalui perencanaan yang matang, pelaksanaan proyek dapat berlangsung sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Menurut (Adi, 2003), ada beberapa macam metode yang dapat digunakan dalam perencanaan jaringan kerja (*network*) antara lain :

- a. Metode Jalur Kritis (Critical Path Method)
- b. Metode PERT (Program Evaluation Review Technique)
- c. Metode Presenden Diagram (Precedence Diagram Method)

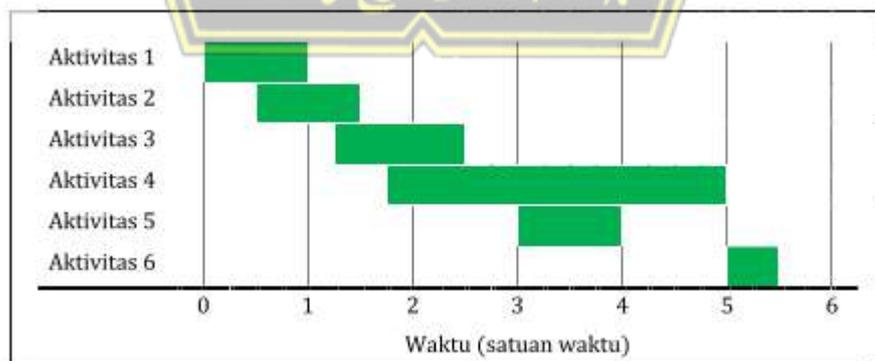
Analisis ini menggunakan Metode Diagram Keutamaan (PDM) dengan bantuan perangkat lunak Ms Project. Metode Diagram Keutamaan (PDM) merupakan jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi AON (*Activity On Node*). Dalam metode ini, kegiatan dituliskan dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sementara panah digunakan untuk menunjukkan hubungan antara kegiatan-kegiatan tersebut (Soeharto, 1998)..

Salah satu pendekatan proyek yang paling populer adalah Diagram Gantt (Gantt Chart). Barchart adalah diagram yang terdiri dari batang-batang yang menunjukkan waktu mulai dan selesai yang direncanakan untuk kegiatan-kegiatan dalam suatu proyek.

Diagram Gantt akan membantu memastikan bahwa :

1. Semua kegiatan telah direncanakan,
2. Urutan kinerja telah diperhitungkan
3. Perkiraan waktu telah tercatat
4. Keseluruhan waktu proyek telah dibuat.

Balok horizontal berwarna hijau dibuat untuk setiap kegiatan proyek sepanjang garis waktu..



Gambar 2. 3 Gantt Chart

Sumber : Hasil Analisa Penulis

2.5 Metode Teknik Analisa Data Manajemen Proyek

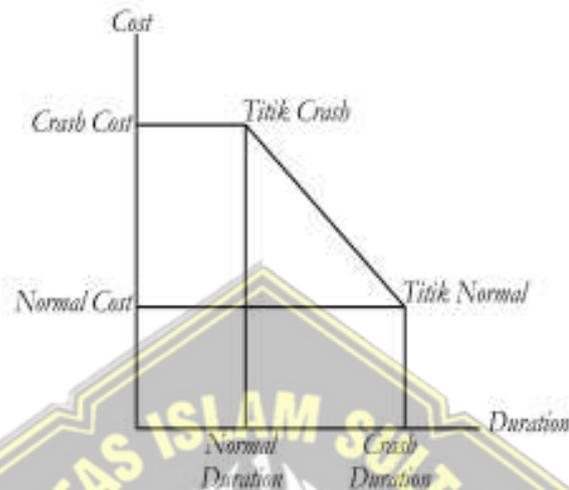
2.5.1 *Crashing*

Menurut Ervianto (2004), terminologi proses crashing mengacu pada pengurangan durasi suatu pekerjaan yang akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek. Pengurangan durasi ini memerlukan tambahan sumber daya, termasuk biaya, dan percepatan pelaksanaan kegiatan. Semakin banyak kegiatan yang dipersingkat, akan ada penambahan biaya pada item pekerjaan tersebut. Namun, biaya total pekerjaan dapat diminimalkan dibandingkan dengan biaya yang seharusnya dikeluarkan akibat keterlambatan. Kondisi di lapangan sering kali memerlukan alternatif pengendalian melalui metode lembur. Perhitungan dilakukan dengan menganalisis cost slope dan harga setelah pelaksanaan crash program. Menurut Husen (2010), crashing program diterapkan pada kegiatan yang berada di lintasan kritis.

Ada berbagai cara untuk mengurangi durasi suatu proyek, dan banyak kombinasi dari durasi kegiatan dan biaya yang perlu diperhatikan dalam analisis mendetail. Beberapa cara untuk mempercepat kegiatan proyek adalah sebagai berikut:

1. Adanya shift pada pekerja
2. Adanya jam lembur
3. Produktifitas alat berat
4. Memperbanyak jumlah tenaga kerja
5. Dengan menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya
6. Menggunakan metode kontruksi lain yang lebih cepat

Gambaran metode kerja Crashing dalam manajemen proyek bertujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah (Taufiqur Rahman, 2013:1). Biasanya dalam crashing terdapat *Trade-off* atau pertukaran waktu dengan biaya



Gambar 2. 4 Grafik Waktu dan biaya Crashing (Ningrum et al., 2017)

2.5.2 *Fast Track*

Fast Track adalah sebuah Langkah untuk mempercepat penyelesaian proyek, apapun alasannya. Keputusan pelaksanaan Fast Track bisa dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Dengan menambah waktu kerja
2. Dengan menambah jumlah pekerja
3. Dengan menambah jumlah peralatan
4. Dengan merubah metoda kontruksi atau susunan jadwal

Dengan cara diatas, umumnya usaha Fast Track akan selalu menambah biaya proyek. Permasalahannya adalah bagaimana kita dapat melakukan Fast Track dengan biaya paling optimal (Erwin Badrusomad,Ir).

2.5.3 *Trial and Error dan Komparasi*

Metode Trial and Error (coba-salah) sudah dikenal secara universal yaitu metode coba-coba atau untung-untungan. Sedangkan komparasi adalah untuk membandingkan konsep-konsep, membandingkan adalah melihat kesamaan (dari yang berbeda) dan melihat perbedaan (dari yang sama) (Herman Suwardi, 1996).

2.5.4 Metode PERT (Program Evaluation Review Technique)

Metode PERT adalah metode perencanaan proyek dalam pembentukan jaringan untuk mengoptimalkan biaya dan waktu total proyek dan dalam proyek ini menggunakan jalur kritis.

2.5.5 Metode Overlapping

Metode Overlapping adalah metode perencanaan dengan percepatan waktu agar pekerjaan dapat selesai lebih cepat dengan durasi setiap pekerjaan yang sama, tetapi dengan merubah relationship.

2.5.6 Metode Gabungan

Metode Gabungan adalah metode penggabungan antara *Crashing* atau *Crashing* dengan metode *overlapping*. Untuk *crashing* sendiri dengan penambahan jam kerja lembur, penambahan tenaga kerja untuk menganalisis waktu dan biaya pada proyek dan untuk *overlapping* sendiri yakni pekerjaan yang bisa di tumpang tindihkan atau yang berketergantungan

2.6 Microsoft project

Microsoft project adalah program aplikasi manajemen proyek yang dirancang untuk mampu membantu manajer proyek untuk mengembangkan jadwal, melacak kemajuan mengelola anggaran dan menganalisis resiko. ini memungkinkan manajer merencanakan manajemen proyek dari awal hingga akhir dengan efisien dan efektif

Menurut trihendradi (2003) dalam panganeam (2014). “Microsoft project” dalam buku yang berjudul “Microsoft Project 2003 Langkah Cerdas Merencanakan Menjadwalkan. dan Mengontrol Proyek” berdasarkan survei dengan judul Tools of the trade: A Survey of project Management yang dipublikasikan Project Management Journal tahun 1998, terdapat 10 alat bantu pendukung manajemen proyek dan dari kesepuluh software pendukung tersebut, peneliti menggunakan Microsoft Project sebagai alat bantu penelitian.

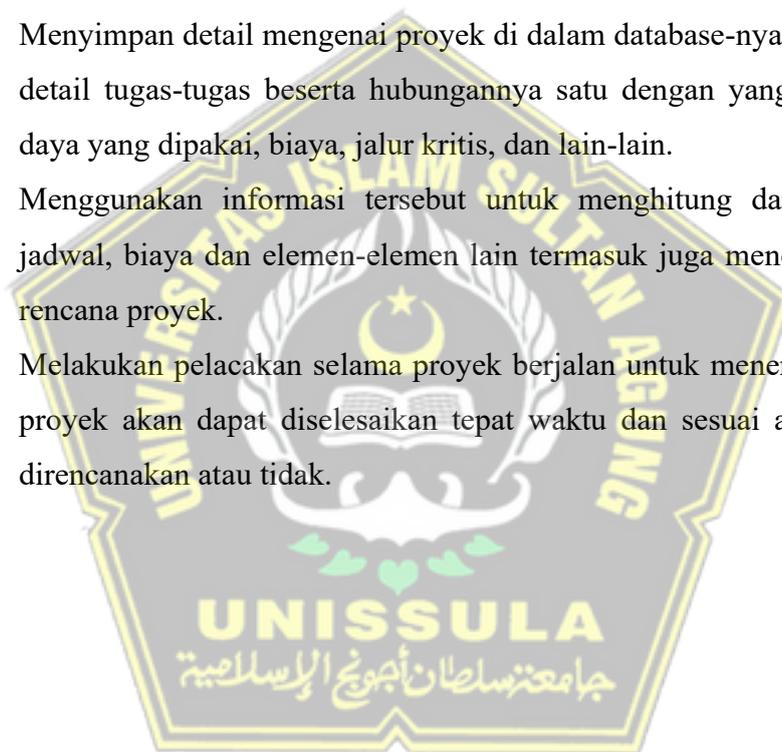
Microsoft Project dapat membantu kita dari saat memulai suatu proyek, membangun jaringan kerja (network) yang sesungguhnya dan mengorganisir data proyek secara mudah. Microsoft Project membantu dalam menyusun struktur dari data proyek, dimana struktur ini adalah kekuatan dari software ini dibandingkan dengan aplikasi software lainnya. Kita bisa mengorganisir proyek

dalam berbagai kelompok sesuai dengan kebutuhan, seperti berdasarkan kegiatan, resource dan cost.

Microsoft Project digunakan untuk mengumpulkan data, menyesuaikan kemajuan kegiatan, mencatat penggunaan resource dan menampilkan actual cost. Microsoft Project memiliki lebih dari 75 standart laporan untuk menghasilkan informasi proyek yang sederhana dan mudah dimengerti serta informatif (Adi, 2003).

Menurut (Wowor et al., 2013), ada beberapa hal manfaat dari MS Project 2007 adalah :

1. Menyimpan detail mengenai proyek di dalam database-nya yang meliputi detail tugas-tugas beserta hubungannya satu dengan yang lain, sumber daya yang dipakai, biaya, jalur kritis, dan lain-lain.
2. Menggunakan informasi tersebut untuk menghitung dan memelihara jadwal, biaya dan elemen-elemen lain termasuk juga menciptakan suatu rencana proyek.
3. Melakukan pelacakan selama proyek berjalan untuk menentukan apakah proyek akan dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai anggaran yang direncanakan atau tidak.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan analisis pengendalian waktu dan pengendalian biaya serta menggunakan metode penjadwalan yakni *Precedence Diagram Method* dan untuk kajian Analisa ini memakai *Software Ms. Project* sebagai Analisa waktu untuk Analisa biaya memakai *Ms. Excel*. Kajian analisa ini bertujuan untuk menganalisis adanya indikasi keterlambatan waktu pekerjaan pada proyek Gedung STIFAR Semarang, data yang sudah diperoleh, kemudian dianalisis untuk diberikan interpretasi kemudian mengadakan generalisasi untuk menetapkan teknik pelaksanaan yang lebih baik

3.2 Object Penelitian

Object penelitian untuk tugas akhir berlokasi di Jl. Plamongan Sari, Kec. Pedurungan, Kota Semarang, Jawa tengah, dengan koordinat 110.4301 BT, - 6.9719 LS Pembangunan Gedung Kampus STIFAR untuk penggambaran nya dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Lokasi proyek

Sumber : www.Google Maps.Com

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan oleh pihak lain untuk tujuan lain, tetapi kemudian digunakan kembali oleh peneliti atau individu lain untuk tujuan mereka sendiri. Adapun data sekunder yang menunjang laporan ini adalah :

- Rencana anggaran biaya proyek
- Daftar analisis harga dan upah
- *Time Schedule*

3.3.2 Data Primer

Menurut Sugiyono (2018) Data primer yaitu sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan.

3.4 Teknik Analisis Data

Sesudah data terkumpul kemudian menganalisis sesuai dengan tujuan dan manfaat penelitian yang ingin di capai. Tahap yang dilakukan teknik analisis data sebagai berikut :

1. Mengetahui rencana dan realisasi pelaksanaan proyek
 - a. Menginput data rencana pelaksanaan proyek meliputi jenis pekerjaan, biaya, dan waktu
 - b. Menginput data realisasi proyek meliputi jenis pekerjaan, biaya dan waktu
 - c. Membandingkan rencana dan realisasi pelaksanaan proyek
2. Mengetahui upaya dalam melakukan upaya percepatan pelaksanaan proyek
 - a. Menentukan jalur kritis dengan bantuan Program *Ms Project*
 - b. Menentukan kegiatan pelaksanaan yang dipercepat.

3. Mengetahui hasil analisis perbandingan antara waktu dan biaya aktual dengan waktu dan biaya setelah di berikan upaya percepatan
 - a. Menghitung waktu dan biaya percepatan dengan analisis BOW analisis durasi-biaya
 - b. Menginput jenis pekerjaan yang dipercepat
 - c. Membandikang hasil analisis

3.5 Metode Analisis pada Waktu

3.5.1 Metode *Crashing*

Metode *crashing* merupakan metode yang bertujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah. Pada metode ini biasanya terdapat dua variasi yakni terkait penambahan tenaga kerja dan penambahan jam lembur pada waktu pekerjaan sehingga dapat mereduksi waktu pada setiap pekerjaan yang terletak pada lintasan kritis, untuk korelasi pada metode *crashing* antara lain :

Alternatif penambahan jam kerja (lembur)

Produktivitas Harian

$$= \frac{\text{volume}}{\text{Durasi Normal}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Produktivitas

$$= \frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja normal}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Produktivitas sesudah crash

$$\text{Produktivitas harian} + (\text{Total Waktu Lembur} \times \text{Produktivitas/jam} \times \%) \dots\dots(3.3)$$

Dari nilai produktivitas harian sesudah crash tersebut dapat dicari durasi penyelesaian proyek setelah dipercepat (crash duration) (Ningrum et al., 2017).

Crash Duration

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas sesudah Crash}} \dots\dots\dots(3.4)$$

Besarnya nilai crash cost dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini.

Biaya Upah Lembur Total

$$= \text{Jumlah pekerja} \times (3 \text{ jam} \times \text{crashing}) \times \text{biaya lembur/hari} \dots\dots\dots(3.5)$$

Crash Cost

$$= \text{Biaya Langsung Normal} + \text{Biaya Upah Lembur Total} \dots\dots\dots(3.6)$$

Alternatif Shift Kerja Jumlah shift disesuaikan dengan kebutuhan proyek atau disesuaikan dengan perjanjian antara pemilik dengan pelaksana proyek. Produktivitas pada shift kerja dihitung dengan rumus 2.10.(Ningrum et al., 2017)

Produktivitas crashing

$$= \text{Produktivitas harian normal} \times \text{Jumlah shift} \dots\dots\dots(3.7)$$

Rumus pada metode *crashing* dengan penambahan tenaga kerja antara lain :

Kebutuhan sumber daya

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan} \times \text{Koefisien}}{\text{Durasi Normal}} \dots\dots\dots(3.8)$$

Menghitung Produktifitas Harian

$$= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal}} \dots\dots\dots(3.9)$$

Menghitung *CD* (Durasi *Crashing*)

$$= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktifitas Pekerjaan}} \dots\dots\dots(3.10)$$

Untuk lebih detail terkait paparan durasi pada metode *crashing* bisa dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Durasi *Crashing*

PEKERJAAN	DURASI AWAL																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	█																		
B							█												
C													█						
PEKERJAAN	DURASI CRASHING																		
A	█																		
B		█																	
C													█						
Total Durasi Awal											18 Hari kerja								
Total Durasi Crashing											13 Hari kerja								
Efektifitas											5 Hari								
Crashing																			

Sumber : Hasil Analisa, 2024

3.5.2 Metode *Overlapping*

Metode yang bertujuan mempercepat jadwal proyek dengan merubah *relationship* atau *lag/lead time* dengan syarat pada suatu pekerjaan yang bisa di tumpang tindihkan. Metode ini tidak perlu korelasi hanya yang dibutuhkan pekerjaan yang bisa ketergantungan sehingga bisa meningkatkan effesien pada

biaya karena adanya waktu slack atau waktu longgar. Berikut adalah durasi terkait metode *overlapping* bisa dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3. 2 Durasi Overlapping

PEKERJAAN	DURASI AWAL																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	█																		
B							█												
C													█						
PEKERJAAN	DURASI OVERLAPPING																		
A	█																		
B			█																
C						█													
Total Durasi Awal						18 Hari kerja													
Total Durasi Crashing						13 Hari kerja													
Efektifitas												5 Hari							

Sumber : Hasil Analisa, 2024

3.5.3 Metode Gabungan

Metode ini adalah penggabungan antara metode, dalam penelitian ini metode *crashing* diperlukan untuk menambahkan dua variasi tersebut kedalam metode ini dan metode *Overlapping* diperlukan untuk melibatkan pekerjaan yang bisa di tumpang tindihkan, maka analisis pada metode gabungan adalah metode yang kompleks sehingga dapat mereduksi waktu pekerjaan dan dapat meningkatkan effesien biaya yang sangat maksimal. Agar lebih detail terkait durasi metode gabungan dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3. 3 Durasi Gabungan

PEKERJAAN	DURASI AWAL																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A	█																		
B							█												
C													█						
PEKERJAAN	DURASI GABUNGAN																		
A	█																		
B			█																
C						█													
Total Durasi Awal						18 Hari kerja													
Total Durasi Crashing						10 Hari kerja													
Efektifitas												8 Hari							

Sumber : Hasil Analisa, 2024

3.6 Metode Analisis Pada Biaya

Pada analisis biaya ini terdapat 3 biaya yang akan dianalisis yakni penambahan tenaga kerja dan biaya langsung, biaya tidak langsung. Korelasi analisis biaya sebagai berikut :

3.6.1 Biaya penambahan Upah Tenaga Kerja

$$= Sc \times \text{upah harian} \dots\dots\dots (3.11)$$

3.6.2 Total Biaya Upah tenaga kerja

$$= \text{Penambahan seluruh tenaga kerja} \dots\dots\dots (3.12)$$

3.6.3 Total tambahan tenaga kerja

$$= \Sigma X \times \text{Durasi Crash} \dots\dots\dots (3.13)$$

3.6.4 Cost Slope

$$= \frac{CC-NC}{NC-CD} \dots\dots\dots (3.14)$$

3.6.5 Direct Cost dan Indirect Cost

Bobot biaya langsung

$$= \frac{\text{biaya bahan+ upah}}{\text{biaya satuan pekerjaa n}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.15)$$

Direct Cost

$$= \text{Bobot Biaya Langsung} \times \text{Nilai Proyek sebelum PPN} \dots\dots\dots (3.16)$$

Bobot biaya tidak langsung

$$= 100 \% \times 91 \% \dots\dots\dots (3.17)$$

Indirect Cost

Profit

$$= \text{Total Biaya Proyek} \times 5 \% \dots\dots\dots (3.18)$$

Biaya Overhead

$$= \text{Total biaya Proyek} \times 3\% \dots\dots\dots (3.19)$$

Overhead perhari

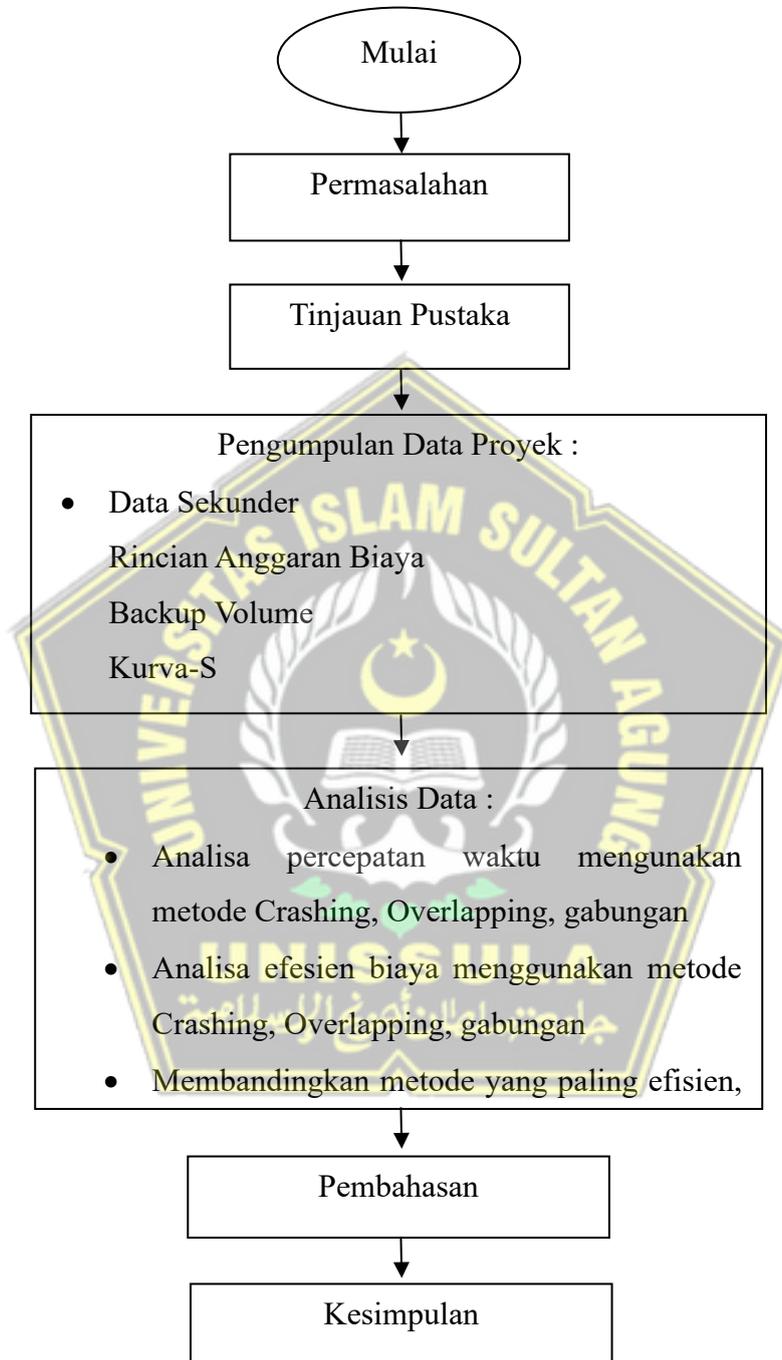
$$= \text{Biaya Overhead} : \text{Durasi Normal} \dots\dots\dots (3.20)$$

Biaya Total Proyek

$$= \text{Direct cost} + \text{Indirect Cost} \dots\dots\dots (3.21)$$

3.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir digunakan untuk memperjelas Langkah-langkah penelitian selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum Proyek

Data umum proyek pembangunan Gedung Kampus STIFAR memiliki spesifikasi umum sebagai berikut :

Nama Proyek	: Pembangunan Gedung Kampus STIFAR Semarang
Lokasi Proyek	: Jl. Sarwo Edie Wibowo KM.1- Semarang
Nilai Proyek	: Rp. 32.465.060.000
Waktu Pelaksanaan	: 365 Hari Kalender
Pemilik Proyek	: Yayasan Pharmasi Semarang
Kontrktor pelaksana	: PT. Anugerah Raya Kontruksi
Konsultan Pengawas	: PT. Aretas Wicaksana Konsultan
Konsultan Perencana	: CV. Prambanan

4.1.1 Uraian pekerjaan dan Rencana Anggaran Proyek

Terdapat jenis – jenis item pekerjaan pada proyek ialah pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektural, pekerjaan persiapan dan pekerjaan tanah dan pondasi, adapun data Rincian Anggaran Proyek. Untuk uraian pekerjaan dan besaran biaya tiap pekerjaan bisa dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Uraian Pekerjaan Dan RAB

No	Jenis Pekerjaan	Harga (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	325.215.599,12
II	Pekerjaan Struktur	
	a. Pekerjaan Tanah Dan Pondasi	3.451.461.360,25
	b. Pekerjaan Struktur Lantai 1	874.527.011,47
	c. Pekerjaan Struktur Lantai 2	2.169.324.351.72
	d. Pekerjaan Struktur Lantai 3	2.166.796.549,78

Lanjutan Tabel 4.1

No	Jenis Pekerjaan	Harga (Rp)
	e. Pekerjaan Struktur Lantai 4	1.915.095.223,94
	f. Pekerjaan Struktur Atap	670.044.747,78
	g. Pekerjaan Struktur Baja	526.522.429,99
III	Pekerjaan Arsitektural	
	a. Pekerjaan Arsitektural Lantai 1	3.430.893.162,10
	b. Pekerjaan Arsitektural Lantai 2	2.361.743.139,61
	c. Pekerjaan Arsitektural Lantai 3	1.888.212.328,91
	d. Pekerjaan Arsitektural Lantai 4	955.700.192,41
	e. Pekerjaan Arsitektural Atap	290.374.935,64
	f. Pekerjaan Lain-Lain	2.863.201.157,33
IV	Pekerjaan ME	
	a. Pekerjaan Panel	447.347.118,16
	b. Pekerjaan Kabel	755.605.119,12
	c. Pekerjaan Penerangan	511.367.493,44
	d. Pekerjaan Ac & Exhaust Fan	1.698.655.877,75
	e. Pekerjaan Stop Kontak	239.315.628,35
	f. Pekerjaan Uydrant Dan Sprinkler	1.567.861.123,37
	g. Pekerjaan Penangkal Petir	31.105.248,85
	Jumlah (Rp)	29.247.806.474,03
	PPN. 11% - (Rp)	3.217.258.712,14
	Jumlah Include PPN (Rp)	32.465.065.186,17
	Dibulatkan (Rp)	32.465.060.000,00

Sumber : Data Proyek Gedung STIFAR

4.1.2 Data Rekapitulasi Waktu Proyek

Berikut merupakan Durasi awal pekerjaan pada proyek pembangunan Gedung STIFAR yang didapat dari Kurva S, bisa dilihat dilampiran 1 maka berdasarkan hasil Kurva S didapat waktu awal proyek diantaranya sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Data Rekapitulasi Waktu Awal

No	Jenis Pekerjaan	Durasi (Hari)
I	Pekerjaan Persiapan	82
II	Pekerjaan Struktur	
	a. Pekerjaan Tanah Dan Pondasi	66
	b. Pekerjaan Struktur Lantai 1	54
	c. Pekerjaan Struktur Lantai 2	60
	d. Pekerjaan Struktur Lantai 3	54
	e. Pekerjaan Struktur Lantai 4	66
	f. Pekerjaan Struktur Baja	48
	g. Pekerjaan Struktur Atap	54
III	Pekerjaan Arsitektural	
	a. Pekerjaan Arsitektural Lantai 1	204
	b. Pekerjaan Arsitektural Lantai 2	162
	c. Pekerjaan Arsitektural Lantai 3	114
	d. Pekerjaan Arsitektural Lantai 4	96
	e. Pekerjaan Arsitektural Atap	66
	f. Pekerjaan Lain-Lain	204
	TOTAL	300

Sumber : Data Proyek Gedung STIFAR

4.2 Daftar Harga Satuan Pekerja

Harga satuan pekerja pada proyek pembangunan Gedung STIFAR disesuaikan dengan HSP Cipta Karya di wilayah Semarang. Harga satuan tersebut akan disesuaikan dengan Uraian Pekerja pada proyek bisa dilihat pada tabel 4.3 terkait HSP Cipta Karya.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerja

Harga Satuan Pekerja	
Uraian	Harga (Rp)
Pekerja	126.000,00

Lanjutan Tabel 4.3

Harga Satuan Pekerja	
Uraian	Harga (Rp)s
Tukang Kayu	150.000,00
Tukang Batu	150.000,00
Tukang Besi	150.000,00
Kepala Tukang	160.000,00
Mandor	150.000,00

Sumber : HSP Cipta Karya Semarang

4.3 Lintasan Kritis

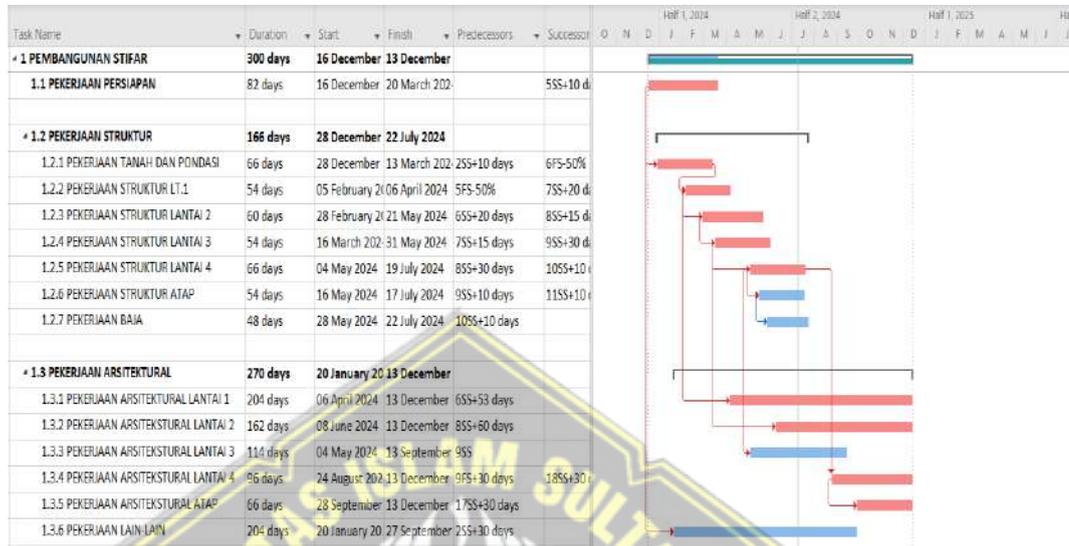
Lintasan kritis merupakan urutan pekerjaan yang tidak boleh mengalami keterlambatan akan tetapi diperbolehkan adanya percepatan, sehingga lintasan kritis menjadikan hasil output pekerjaan yang tidak boleh terlambat berikut adalah pekerjaan yang terkena jalur lintasan kritis pekerjaan pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Lintasan Kritis

No	Kode pekerjaan	Uraian Pekerjaan
1	1.1	Pekerjaan Persiapan
2	1.2.1	Pekerjaan Tanah dan Pondasi
3	1.2.2	Pekerjaan Struktur Lantai 1
4	1.2.3	Pekerjaan Struktur Lantai 2
5	1.2.4	Pekerjaan Struktur Lantai 3
6	1.2.5	Pekerjaan Struktur Lantai 4
7	1.2.6	Pekerjaan Struktur Baja
8	1.2.7	Pekerjaan Struktur lantai 4
9	1.3.1	Pekerjaan Arsitektural lantai 1
10	1.3.2	Pekerjaan Arsitektural lantai 2
1	1.3.4	Pekerjaan Arsitektural lantai 4
2	1.3.5	Pekerjaan Arsitektural Atap

Sumber : Hasil Analisis Penulis

Dari hasil input uraian pekerjaan serta *realitionsip* maka didapat data tabel 4.4 jadi jalur lintasan kritis adalah uraian pekerjaan yang memiliki jalur durasi terpanjang sehingga apabila tertunda maka akan menyebabkan keterlambatan.



Gambar 4. 1 Output Lintasan Kritis Pada Ms. Project

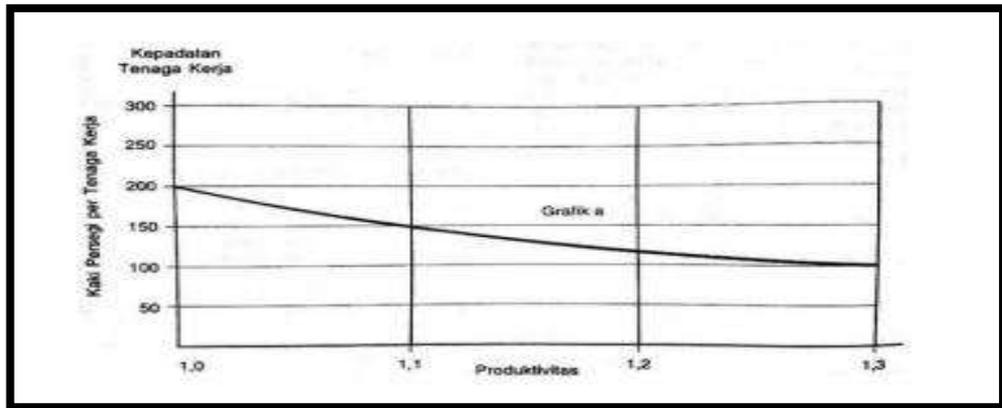
Sumber : Hasil Analisis Penulis

4.4 Analisis Percepatan pada waktu

Menganalisa percepatan waktu ini menggunakan beberapa metode yaitu metode Crashing, metode Overlapping, dan metode gabungan. Nantinya dari ketiga metode ini akan di bandingkan untuk mengetahui efektivitas percepatan waktu pekerjaan.

4.4.1 Metode Crashing (Penambahan Tenaga Kerja)

Dalam analisis ini Penamabahan tenaga kerja terjadi pada area pekerjaan maka akan terjadi kepadatan pada area pekerja sehingga mengakibatkan angka produktivitas akan menurun.



Gambar 4. 2 Angka Produktivitas dengan Kepadatan Tenaga Kerja
(Soeharto, 1995)

1. Menentukan Efektifitas tenaga kerja

$$\text{Efektivitas} = \frac{1}{1,3} \times 100 \% = 77\%$$

2. Produktifitas harian

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}} = \frac{437,04}{54} = 8,093405 \text{ m}^3/\text{hari}$$

3. Kebutuhan Tenaga Kerja

Perhitungan untuk menentukan jumlah tenaga kerja bisa dilihat pada bab III dengan persamaan 3.8. Untuk perhitungan diambil contoh pekerjaan Struktur lantai 1 item pekerjaan bekisting balok.

$$\text{Volume pekerjaan} = 437,04 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi Normal} = 54 \text{ hari}$$

Koefisien tenaga kerja pekerjaan struktur lantai 1 berdasarkan HSP Cipta Karya dengan menyesuaikan item item pekerjaan sehingga didapatkan koefisiennya. Bisa dilihat pada lampiran 2 terkait koefisien pekerja

Pekerja	= 0,66 OH
	= 0,035 OH
	= 1,65 OH
Tukang kayu	= 0,33 OH
Tukang batu	= 0,275 OH

Tukang Besi = 0,35 OH

Kepala Tukang = 0,33 OH
= 0,035 OH
= 0,28 OH

Mandor = 0,033 OH
= 0,004 OH
= 0,083 OH

Perhitungan pada pekerjaan struktur lantai 1 untuk kebutuhan tenaga kerja. Untuk lebih detailnya terkait perhitungan bisa dilihat di lampiran 2

Pekerja = 76 OH
Tukang Kayu = 15 OH
Tukang Batu = 14 OH
Tukang Besi = 292 OH
Kepala Tukang = 60 OH
Mandor = 40 OH
Total Keseluruhan = 497 OH

Jadi total kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan struktur lantai 1 adalah 497 orang dengan besaran volume 437,04 m³. Untuk lebih detail terkait pekerjaan struktur lantai 1. Untuk perhitungannya memakai rumus di bab III dengan persamaan (3.10) dan terkait perhitungan jumlah tenaga kerja bisa dilihat pada lampiran 4.

4. Durasi *Crash* (DC)

$$\text{Durasi } \textit{Crash} = \frac{437,04}{\frac{497 \times 2}{497} \times 8,093405 \times 0,77} = 36 \text{ hari}$$

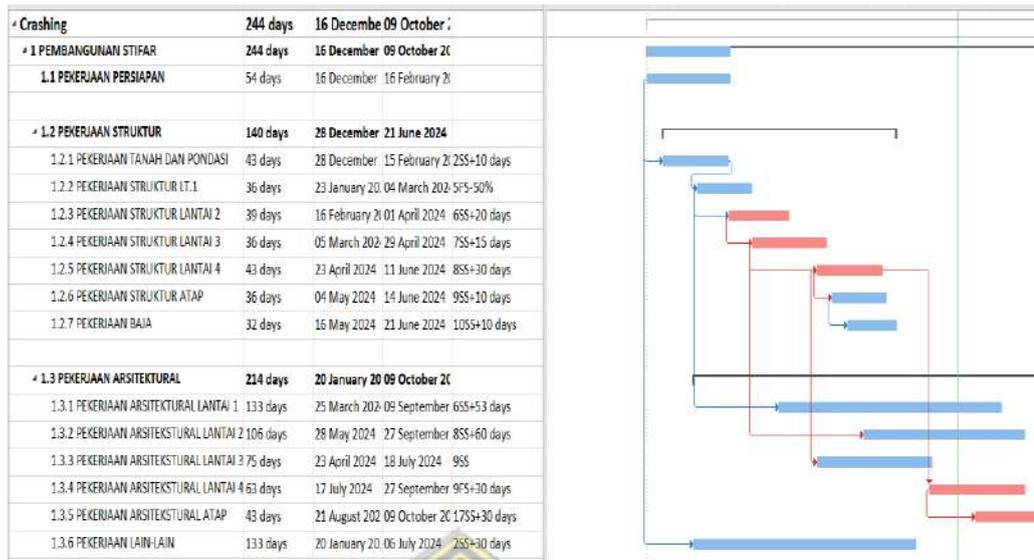
Dari hasil Analisa diatas, didapatkan durasi *Crash* dari 54 hari menjadi 36 hari sehingga dapat di percepat selama 18 hari. Untuk memperjelas hasil bisa dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Durasi Metode Crashing

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
I	Pekerjaan Persiapan	54
II	Pekerjaan Struktur	
	a. Pekerjaan Tanah Dan Pondasi	43
	b. Pekerjaan Struktur Lantai 1	36
	c. Pekerjaan Struktur Lantai 2	39
	d. Pekerjaan Struktur Lantai 3	36
	h. Pekerjaan Struktur Lantai 4	43
	i. Pekerjaan Struktur Atap	36
	j. Pekerjaan Struktur Baja	32
III	Pekerjaan Arsitektural	
	a. Pekerjaan Arsitekstur Lantai I	133
	b. Pekerjaan Arsitekstur Lantai 2	106
	c. Pekerjaan Arsitekstur Lantai 3	75
	d. Pekerjaan Arsitekstur Lantai 4	63
	e. Pekerjaan Arsitektural Atap	43
	f. Pekerjaan lain lain	133
	TOTAL	244

Sumber : Hasil Analisis Penulis

Dari hasil Analisa diatas, maka data data diatas akan di input pada *Ms Project* untuk mendapatkan hasil *Output*, berikut adalah hasil input pada *Software Ms. Project*.



Gambar 4. 3 Gambar input Pada Ms. Project penambahan tenaga kerja

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.4.2 Metode *Overlapping*

Pada analisis menggunakan metode *overlapping* merupakan metode pekerjaan yang saling bertumpang tindih atau dimana pekerjaan hanya merubah pada *lag* dan *lead time* nya tanpa harus merubah durasi waktu awal. Dengan syarat hanya pekerjaan tertentu yang dapat dilakukan *overlapping*. Agar lebih detailnya bisa di jumpai pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Kegiatan Dasar *Overlapping*

No	Uraian kegiatan	Normal	Overlapping
1	Pekerjaan Arsitek Lantai 1	Pekerjaan arsitek lantai 1 dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan struktur lantai 1 dengan <i>Relationship start-start</i> dengan <i>lag time</i> 53 hari	<i>Relationship</i> tetap <i>Start to start</i> dikerjakan bersamaan dengan struktur lantai 1 hanya berubah pada <i>lag time</i> dari 53 hari menjadi 25 hari

Lanjutan Tabel 4.6

No	Uraian Pekerjaan	Normal	Overlapping
2	Pekerjaan Arsitek Lantai 2	Pekerjaan arsitek lantai 2 dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan lantai 3 dengan <i>realitionship start to start</i> dengan <i>lag time</i> 60 hari	<i>Relationship</i> tetap <i>Start to start</i> dikerjakan bersamaan dengan struktur lantai 3 hanya berubah pada <i>lag time</i> dari 60 hari menjadi 30 hari
3	Pekerjaan Arsitek lantai 4	Dikerjakan setelah pekerjaan struktur lantai 4 dengan <i>realitionship finish to start</i> dengan <i>lag tme</i> 30 hari	Perubahan terdapat pada <i>Relationship</i> dari FS menjadi SS dengan mengubah <i>lag time</i> dari 30 menjadi 35

Sumber : Hasil Analisis Penulis

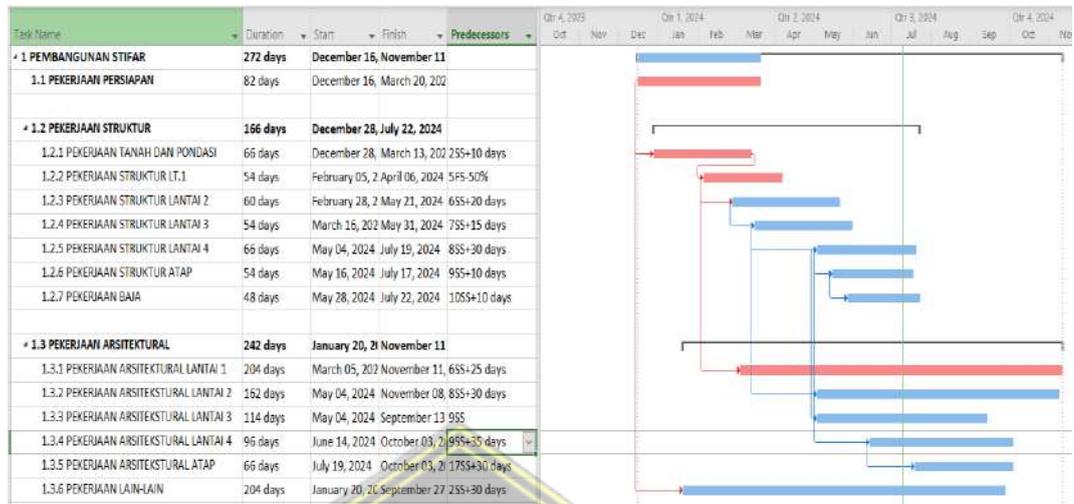
Berikut merupakan hasil *input* pada *Software Ms. Project* dimana terjadi perubahan *Realitionship*. Berikut adalah tabel percepatan waktu dengan metode *overlapping*.

Tabel 4. 7 Input Waktu menggunakan Metode Ovelapping

No	Uraian Pekerjaan	<i>Relationship</i>	<i>Predecesors</i>
1	Pekerjaan Arstek Lantai 1	SS Lag 25 Hari	Pekerjaan struktur lantai 1
2	Pekerjaan Arsitek Lantai 2	SS Lag 30 Hari	Pekerjaan struktur lantai 3
3	Pekerjaan Arsitek Lantai 4	SS Lag 35 Hari	Pekerjaan struktur lantai 4

Sumber : Hasil Analisis Penulis

Untuk hasil output pada *Ms Project* pada gambar 4.4 dan lampiran 4 sebagai penjas.



Gambar 4. 4 Hasil input pada Ms Project

Sumber : Hasil Analisis

4.4.3 Metode Gabungan

Analisis ini menggabungkan antara metode *Crashing* dan metode *Overlapping* dengan penambahan tenaga kerja dan perubahan pada *lag time*, *lead time* (*overlapping*). berikut adalah tabel 4.8 terkait metode gabungan

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Waktu Menggunakan Metode Gabungan

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Awal (Hari)	Durasi Gabungan (Hari)
I	Pekerjaan Persiapan	82	54
II	Pekerjaan Struktur		
	a. Pekerjaan Tanah Dan Pondasi	66	43
	b. Pekerjaan Struktur Lantai 1	54	36
	c. Pekerjaan Struktur Lantai 2	60	39
	d. Pekerjaan Struktur Lantai 3	54	36
	e. Pekerjaan Struktur Lantai 4	66	43
	f. Pekerjaan Struktur Atap	54	36
	g. Pekerjaan Struktur Baja	48	32

Lanjutan Tabel 4.8

No	Uraian Pekerjaan	Durasi awal (Hari)	Durasi Gabungan (Hari)
III	Pekerjaan Arsitektural		
	a. Pekerjaan Arsitekstur Lantai I	204	133
	b. Pekerjaan Arsitekstur Lantai 2	162	106
	c. Pekerjaan Arsitekstur Lantai 3	114	75
	d. Pekerjaan Arsitekstur Lantai 4	96	63
	e. Pekerjaan Arsitekstural Atap	66	43
	f. Pekerjaan Lain-Lain	204	133
	TOTAL	300	216

Sumber : Hasil Analisis

Setelah melakukan perhitungan menggunakan metode gabungan Langkah selanjutnya adalah input hasil pada *Software Ms. Project* Untuk melihat output barchart. Hasil gambar 4.5 adalah penjelasan pada table 4.8



Gambar 4.5 Input Metode Gabungan Pada *Ms. Project*

Sumber : Hasil Analisis

4.4.4 Rekapitulasi Hasil Analisis Pada Waktu

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Ketiga Metode

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Awal (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)	Durasi <i>Overlapping</i> (Hari)	Durasi Gabungan (Hari)
I	Pekerjaan Persiapan	82	54	82	54
II	Pekerjaan Struktur				
	a. Pekerjaan Tanah Dan Pondasi	66	43	66	43
	b. Pekerjaan Struktur Lantai 1	54	36	54	36
	c. Pekerjaan Struktur Lantai 2	60	39	60	39
	d. Pekerjaan Struktur Lantai 3	54	36	54	36
	e. Pekerjaan Struktur Lantai 4	66	43	66	43
	f. Pekerjaan Struktur Atap	54	36	54	36
	g. Pekerjaan Struktur Baja	48	32	48	32
III	Pekerjaan Arsitektural				
	a. Pekerjaan Arsitektural Lantai 1	204	133	204	133
	b. Pekerjaan Arsitektural Lantai 2	162	106	162	106
	c. Pekerjaan Arsitektural Lantai 3	114	75	114	75

Lanjutan Tabel 4.9

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Awal	Durasi <i>Crashing</i>	Durasi <i>Overlapping</i>	Durasi Gabungan
	d. Pekerjaan Arsitekstural Lantai 4	96	63	96	63
	e. Pekerjaan Arsitekstural Atap	66	43	66	43
	f. Pekerjaan Lain-Lain	204	133	204	133
	TOTAL	300	244	272	216

Sumber : Hasil Analisis Penulis

Hasil diatas disimpulkan metode paling optimal untuk efektifitas waktu adalah metode gabungan dikarenakan metode ini sangat kompleks sehingga untuk mereduksi waktu sangatlah optimal dari durasi awal yakni 300 hari menjadi 216 hari sehingga terdapat deviasi 84 hari. Untuk memperjelas hasil dari tabel 4.9 bisa dilihat pada tabel 4.10 sebagai penjelas untuk hasil efektifitas waktu.

Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Terhadap Waktu

Uraian Metode	Durasi (Hari)	Deviasi Waktu (Hari)	Prosentase (%)
Metode Normal	300	0	0
Metode Crashing	244	56	18,67
Metode Overlapping	272	28	9,33
Metode Gabungan	216	84	28,00

Sumber : Hasil Analisis Penulis

4.5 Biaya Penambahan Tenaga kerja Metode Crashing

Setelah melakukan Analisa waktu dengan metode *crashing* penambahan tenaga kerja, maka sekarang menganalisa terkait berapa tambahan biaya pada metode *crashing* berikut adalah perhitungannya untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada lampiran 7.

Perhitungan biaya *Crashing* dimulai dengan mencari normal costnya, diakrenakan sudah menganalisa kebutuhan pekerja awal, maka untuk perhitungannya lebih lanjut adalah sebagai beriku.

Biaya Normal pada pekerjaan Struktur Lantai 1

Durasi pekerjaan = 54 Hari

1. Upah Pekerja

- a. Pekerja = Rp. 126.000,00
- b. Tukang Kayu = Rp. 150.000,00
- c. Tukang Batu = Rp. 150.000,00
- d. Tukang Besi = Rp. 150.000,00
- e. Kepala Tukang = Rp. 150.000,00
- f. Mandor = Rp. 150.000,00

2. Jumlah Tenaga Kerja

- a. Pekerja = 76 OH
- b. Tukang Kayu = 15 OH
- c. Tukang Batu = 14 OH
- d. Tukang Besi = 292 OH
- e. Kepala Tukang = 60 OH
- f. Mandor = 40 OH

3. Harga Upah Pekerja

- a. Harga upah pekerja = Total Pekerja x upah
= 76 x Rp. 126.000,00
= Rp 9.576.000,00
- b. Harga upah Tukang kayu = Total Pekerja x upah
= 15 x Rp. 150.000,00
= Rp 2.250.000,00

- | | |
|-----------------------------|--|
| c. Harga upah Tukang Batu | = Total Pekerja x upah
= 14 x Rp. 150.000,00
= Rp 2.100.000,00 |
| d. Harga upah Tukang Besi | = Total Pekerja x upah
= 292 x Rp. 150.000,00
= Rp 43.800.000,00 |
| e. Harga upah Kepala Tukang | = Total Pekerja x upah
= 60 x Rp. 150.000,00
= Rp 9.600.000,00 |
| f. Harga upah Mandor | = Total Pekerja x upah
= 40 x Rp. 150.000,00
= Rp 6.000.000,00 |
| 4. Total harga upah | = Rp 73.326.000,00 |

Perhitungan *Cost Crash* diatas menunjukkan besaran hasil besaran biaya tenaga kerja, pada perhitungan ini biaya yang di dapat sebesar Rp 73.326.000,00. Biaya tersebut sudah termasuk kedalam biaya *overhead*, maka dari itu perhitungan diatas hanya untuk mengetahui biaya tenaga kerja.

4.6 Analisis Biaya

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.

19. Pemasangan 1 m2 bekisting untuk balok

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A TENAGA KERJA						
1	Pekerja	L.01	OH	0,660	126.000,00	83.160,00
2	Tukang Kayu	L.03	OH	0,330	150.000,00	49.500,00
3	Kepala Tukang	L.13	OH	0,033	160.000,00	5.280,00
4	Mandor	L.14	OH	0,033	150.000,00	4.950,00
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA						142.890,00
B BAHAN						
1	Kayu Sengon (papan)	M.67	m3	0,040	4.300.000,00	172.000,00
2	Paku	M.159	kg	0,400	20.080,00	8.032,00
3	Minyak bekisting	M.816	liter	0,200	16.800,00	3.360,00
4	Kayu kelapa	M.53	m ³	0,018	4.733.300,00	85.199,40
5	Multiplek tebal 9 mm	M.79	lembar	0,350	119.200,00	41.720,00
6	Bambu cerucuk Ø 12-15 cm panjang 6m	M.59	batang	2,000	19.600,00	39.200,00
JUMLAH HARGA BAHAN						349.511,40
C PERALATAN						
JUMLAH HARGA ALAT						-
D	Jumlah (A+B+C)					492.401,40
E	Overhead & Profit			10% x D		49.240,14
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					541.641,00

Gambar 4. 6 Gambar Harga satuan pekerjaan

Sumber : HSP Cipta Karya Semarang

Untuk mencari bobot biaya langsung dan bobot tidak langsung bisa dilihat pada bab III dengan persamaan (3.15) dan (3.16) berikut adalah perhitungannya.

$$\begin{aligned} \text{Bobot Biaya Langsung} &= \frac{492.401,40}{541.641,00} \times 100 \\ &= 91\% \end{aligned}$$

$$\text{Bobot Biaya tidak langsung} = 100 - 91 = 9 \%$$

Maka didapat hasil setiap bobot dan nantinya akan dibuat untuk perhitungan *Direct Cost* dan *Indirect Cost*.

4.6.1 Analisis Biaya Normal

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat kan bobot biaya langsung yakni 91 % dan untuk untuk bobot biaya tidak langsung adalah 9 %, pada bobot biaya tidak langsung 9 % nantinya terbagi menjadi 5 % *Profit* dan 4% *Overhead*. maka untuk mendapat biaya *direct cost* dan biaya *indirect cost* untuk perhitungannya sebgai berikut.

$$\begin{aligned} 1. \text{ Direct Cost} &= 91 \% \times \text{Total Biaya Proyek} \\ &= 91 \% \times \text{Rp } 32.465.060.000,00 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 29.543.204.600,00$$

2. *Indirect Cost*

a. *Biaya Overhead*

Biaya listrik = Rp 50.000.000,00

Biaya air = Rp 2.000.000,00

Biaya sewa alat = Rp 308.124.000,00

Managerial = Rp 252.000.000,00

Entertain = Rp 7.000.000,00

Total Biaya = Rp 619.124.000,00

b. *Overhead Total* = 4% x Biaya Proyek + *Biaya Overhead*
= 4 % x 32.465.060.000,00 + 619.124.000,00
= Rp 1.917.726.400,00

c. *Overhead Perhari* = $\frac{\text{Total Overhead}}{\text{Durasi normal}}$
= $\frac{\text{Rp } 1.917.726.400,00}{300}$
= Rp 6.392.421,33

d. *Profit* = 5% x Total Biaya Proyek
= 5% x 32.465.060.000,00
= Rp 1.623.253.000,00

4.6.2 Analisis Biaya dengan Metode *Crashing*

1. *Direct Cost* = 91 % x Total Biaya Proyek
= 91 % x Rp 32.465.060.000,00
= Rp 29.543.204.600,00

2. *Indirect Cost*

a. *Biaya Overhead*

Biaya listrik = Rp 50.000.000,00

Biaya air = Rp 2.000.000,00

Biaya sewa alat = Rp 308.124.000,00

Managerial = Rp 252.000.000,00

Entertain = Rp 7.000.000,00

Total Biaya = Rp 619.124.000,00

$$\begin{aligned}
 \text{b. } \textit{Overhead Total} &= 4 \% \times \text{Biaya Proyek} \times \text{Biaya Overhead} \\
 &= 4 \% \times 32.465.060.000,00 \times 619.124.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.917.726.400,00 \\
 \text{c. } \textit{Overhead Perhari} &= \frac{\text{Total Overhead normal}}{\text{Durasi normal}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 1.917.726.400,00}{244} \\
 &= \text{Rp } 7.908.150,10 \\
 \text{d. } \textit{Profit} &= 5\% \times \text{Total Biaya Proyek} \\
 &= 5\% \times 32.465.060.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.623.253.000,00
 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui *Indirect Cost Crashing* maka untuk pehitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{a. } \textit{Indirect Cost Crashing} &= \text{Overhead Perhari Normal} \times \text{Durasi Crashing} \\
 &= \text{Rp } 6.392.421,33 \times 244 \\
 &= \text{Rp } 1.559.750.805,33
 \end{aligned}$$

3. Menghitung total biaya normal dan biaya *Crashing*

$$\begin{aligned}
 \text{a. } \text{Biaya Normal} &= \text{Direct Cost Normal} + \text{Indirect Cost Normal} + \text{Profit} \\
 &= \text{Rp } 29.543.204.600,00 + \text{Rp } 1.917.726.400,00 + \text{Rp } 1.623.253.000,00 \\
 &= \text{Rp } 33.084.184.000,00 \\
 \text{b. } \text{Biaya Crashing} &= \text{Direct Cost Crashing} + \text{Indirect Cost Crashing} + \text{Profit} \\
 &= \text{Rp } 29.543.204.600,00 + \text{Rp } 1.559.750.805,33 + \text{Rp } 1.623.253.000,00 \\
 &= \text{Rp } 32.716.619.773,33
 \end{aligned}$$

4.6.3 Analisis biaya Metode *Overlapping*

$$\begin{aligned}
 1. \text{ } \textit{Direct Cost} &= 91 \% \times \text{Total Biaya Proyek} \\
 &= 91 \% \times \text{Rp } 32.465.060.000,00 \\
 &= \text{Rp } 29.543.204.600,00 \\
 2. \text{ } \textit{Indirect Cost} \\
 \text{a. } \text{Biaya Overhead} &
 \end{aligned}$$

Biaya listrik	= Rp 50.000.000,00
Biaya air	= Rp 2.000.000,00
Biaya sewa alat	= Rp 308.124.000,00
Managerial	= Rp 252.000.000,00
Entertain	= Rp 7.000.000,00
Total Biaya	= Rp 619.124.000,00

b. *Overhead Total* = 4 % x Biaya Proyek x Biaya Overhead
= 4 % x 32.465.060.000,00 x 619.124.000,00
= Rp 1.917.726.400,00

c. *Overhead Perhari* = $\frac{\text{Total Overhead normal}}{\text{Durasi normal}}$
= $\frac{\text{Rp 1.917.726.400,00}}{272}$
= Rp 7.050.464,71

d. *Profit* = 5% x Total Biaya Proyek
= 5% x 32.465.060.000,00
= Rp 1.623.253.000,00

Untuk mengetahui *Indirect Cost Overlapping* maka untuk pehitungannya sebagai berikut:

e. *Indirect Cost Overlapping*
= *Overhead Perhari Normal* x *Durasi Overlapping*
= Rp 5.254.044,93 x 272
= Rp 1.738.738.602,67

3. Menghitung total biaya normal dan biaya *Overlapping*

a. *Biaya Normal*
= *Direct Cost Normal* + *Indirect Cost Normal* + *Profit*
= Rp 29.543.204.600,00 + Rp 1.917.726.400,00 + Rp 1.623.253.000,00
= Rp 33.084.184.000,00

b. *Biaya Overlapping*
= *Direct Cost Overlapping* + *Indirect Cost Overlapping* + *Profit*
= Rp 29.543.204.600,00 + Rp 1.738.738.602,67 + Rp 1.623.253.000,00
= Rp 32.905.196.202,67

4.6.4 Analisis Biaya dengan Metode Gabungan

1. *Direct Cost* = 91 % x Total Biaya Proyek
= 91 % x Rp 32.465.060.000,00
= Rp 29.543.204.600,00

2. *Indirect Cost*

a. *Biaya Overhead*

Biaya listrik = Rp 50.000.000,00
Biaya air = Rp 2.000.000,00
Biaya sewa alat = Rp 308.124.000,00
Managerial = Rp 252.000.000,00
Entertain = Rp 7.000.000,00
Total Biaya = Rp 619.124.000,00

b. *Overhead Total* = 4 % x Biaya Proyek x Biaya Overhead
= 4 % x 32.465.060.000,00 x 619.124.000,00
= Rp 1.917.726.400,00

c. *Overhead Perhari* = $\frac{\text{Total Overhead normal}}{\text{Durasi normal}}$
= $\frac{\text{Rp 1.917.726.400,00}}{216}$
= Rp 8.878.362,96

d. *Profit* = 5% x Total Biaya Proyek
= 5% x 32.465.060.000,00
= Rp 1.623.253.000,00

Untuk mengetahui *Indirect Cost* Gabungan maka untuk pehitungannya sebagai berikut:

e. *Indirect Cost* Gabungan

= *Overhead* Perhari Normal x Durasi Gabungan
= Rp 8.878.362,96 x 216
= Rp 1.916.706.399,36

3. Menghitung cost total biaya normal dan biaya Gabungan

a. *Biaya Normal*

= *Direct Cost* Normal + *Indirect Cost* Normal + *Profit*

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 29.543.204.600,00 + \text{Rp } 1.917.726.400,00 + \text{Rp } 1.623.253.000,00 \\ &= \text{Rp } 33.084.184.000,00 \end{aligned}$$

b. Biaya Gabungan

$$\begin{aligned} &= \text{Direct Cost Gabungan} + \text{Indirect Cost Gabungan} + \text{Profit} \\ &= \text{Rp } 29.543.204.600,00 + \text{Rp } 1.380.763.008,00 + \text{Rp } 1.623.253.000,00 \\ &= \text{Rp } 32.547.220.608,00 \end{aligned}$$

4.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Biaya *Direct Cost* dan *Indirect Cost*

Hasil perhitungan diatas adalah menentukan biaya manakah yang lebih efisien dari ketiga metode tersebut, maka tabel 4.12 adalah sebagai penjelas untuk melihat perhitungan *direct cost* dan *Indirect cost* yang efisien untuk biaya. Berikut adalah rekapitulasi analisis biaya.

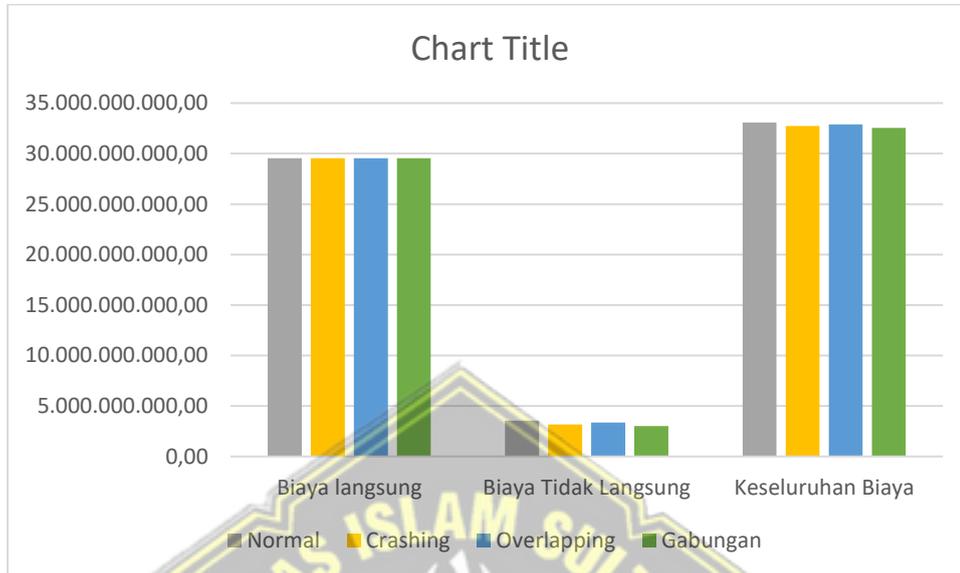


Tabel 4. 11 Perbandingan Biaya Ketiga Metode

Uraian Metode	Biaya langsung (Rp) (a)	Biaya Tidak Langsung (Rp) (b)	Keseluruhan Biaya (Rp) (c = a+b)	Deviasi Total Cost (Rp) (d)	Prosentase (%) (e)
Normal	29.543.204.600,00	3.540.979.400,00	33.084.184.000,00	0	0,00%
<i>Crashing</i>	29.543.204.600,00	3.183.003.805,33	32.726.208.405,33	357.975.594,67	1,08%
<i>Overlapping</i>	29.543.204.600,00	3.361.991.602,67	32.905.196.202,67	178.987.797,33	0,54%
Gabungan	29.543.204.600,00	3.004.016.008,00	32.547.220.608,00	536.963.392,00	1,62%

Sumber : Hasil Analisis Penulis

Hasil di atas didapatkan kesimpulan metode gabungan adalah metode yang paling efisien terhadap biaya dengan total biaya sebesar Rp 32.547.220.608,00 dengan deviasi sebesar 536.963.392,00



Gambar 4. 7 Grafik Rekapitulasi Biaya

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.8 Rekapitulasi Hasil Analisis Waktu Dan Biaya

Setelah menganalisis keseluruhan maka didapat hasil efektifitas waktu dan efektifitas biaya yakni dengan metode gabungan, dikarenakan waktu yang direduksi menggunakan metode tersebut sangat lah ekstrim yakni 216 dan terdapat biaya sebesar Rp 32.547.220.608,00. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4. 12 Hasil Nilai Efektifitas dan Efisiensi Waktu dan Biaya Ketiga Metode

Uraian Kegiatan (a)	Durasi aktual (b)	Durasi <i>Interval</i> (c)	Efektifitas Waktu (d = (b-c)/b)	Total Cost Aktual (e)	Total Cost <i>Interval</i> (f)	Efisien biaya (%) (g = (e-f)/e)
Normal	300	-	0	Rp33.084.184.000,00	-	0,00%
Crashing	-	244	18,67%	-	Rp32.726.208.405,33	1,08%
Overlapping	-	272	9,33%	-	Rp32.905.196.202,67	0,54%
Gabungan	-	216	28,00%	-	Rp32.547.220.608,00	1,62%

Sumber : Hasil Analisis

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Bedasarkan hasil kajian dan pembahsan dari bab IV, maka didapatkan hasil yang bisa disimpulkan dengan menggunakan metode *Crashing*, *Overlapping*, dan Gabungan terhadap pelaksanaan proyek pembangunan Gedung STIFAR Semarang sebagai berikut.

1. Efektifitas waktu yang didapat menggunakan metode *Crasing* dengan penambahan tenaga kerja terdapat deviasi sebanyak 56 hari dari 300 hari menjadi 244 hari, metode *Overlapping* merubah pada *Relationship* serta *Lead Time*, *Lag Timenya*, maka didapatkan hasil dari 300 menjadi 272 hari dengan deviasi waktu 28 hari. Hasil dari metode gabungan sendiri adalah dari penggabungan metode *crashing* dan metode *overlapping* sehingga dari 300 hari menajdi 216 hari sehingga terdapat deviasi sebanyak 84 hari.
2. Hasil dari analisis biaya menggunakan metode *crashing* dengan penambahan tenaga kerja di dapatkan hasil sebesar Rp 32.726.208.405,33 apabila dibandingkan biaya normal sebesar Rp 33.084.184.000,00, sehingga mendapatkan nilai efesiensi biaya 1,08%. Pada metode *Overlapping* tidak terlalu terjadi penghematan dikarenakan hanya sedikit *relationship* dan *lag time* atau *lead time* yang di Analisa sehingga di dapatkan biaya sebesar Rp 32.905.196.202,67 dengan nilai efesiensi biaya 0,54%. Pada perhitungan biaya gabungan dengan penambahan pekerja dan merubah *relationship* beserta *lag time* dan *lead time* maka didapatkan hasil sebesar Rp 32.547.220.608,00 dengan nilai efesien biaya 1,62%.
3. Dari hasil Analisa dan pembahasan metode yang paling efektif dan efesien untuk penmabahan tenaga kerja adalah metode gabungan di karenakan metode gabungan sendiri metode yang kompleks, sehingga adanya percepatan waktu dari 300 hari menjadi 216 dan pada biaya terdapat penghematan sebesar Rp 32.547.220.608,00 dari biaya normal sebesar Rp 33.084.184.000,00 dengan deviasi biaya sebesar Rp536.963.392,00.

5.2 Saran

Setelah dilakukan Analisis maka didapatkan saran untuk menunjang kajian analisa ini :

1. Dalam Analisis ini metode *crashing* yang digunakan hanya penambahan tenaga kerja saja, maka akan lebih baik apabila menambahkan metode – metode yang lain seperti penambahan jam (lembur), sistem kerja *Shift* agar dapat lebih banyak perbandingan untuk mengetahui efisiensi biaya dan efektifitas waktu



DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. (2010). Pengantar Manajemen Proyek. *Pendidikan*, 9–10.
- Astari, N. M., Subagyo, A. M., & Kusnadi, K. (2022). Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation and Review Technique). *Konstruksia*, 13(1), 164. <https://doi.org/10.24853/jk.13.1.164-180>
- Kim, S. H. (2012). Free-electron two-quantum stark radiation driven by the electric wiggler associated with density modulation in a hydrodynamic free-electron laser. *Journal of the Korean Physical Society*, 60(5), 674–679. <https://doi.org/10.3938/jkps.60.674>
- Ningrum, F. G. A., Hartono, W., & Sugiyarto. (2017). Pengertian Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 583–591.
- Panjaitan, N., & Nurmaidah, S. (2023). *Manajemen Proyek STRATEGI ORGANISASI DAN PEMILIHAN PROYEK*.
- Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. 99. https://www.researchgate.net/publication/316081639_Manajemen_Proyek_Konstruksi
- Sarjana, P., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Islam, U., Agung, S., Rosyada, K., & Prastika, N. R. (2024). *EFEKTIVITAS WAKTU DAN EFISIENSI BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN PASAR WELERI 1*.
- Savitri, L. (2020). Perbandingan Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Tipe D Dewi Sartika Kota Tasikmalaya (Time and Cost Comparison Using Crashing Method in the Construction Project of the Type D Hospital Dewi Sartika Tasikmalaya City). *175.45.187.195*, 31124.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2019). Manajemen proyek Manajemen proyek. In *2019* (Issue November 2019). https://www.google.co.id/books/edition/Manajemen_Proyek/UXYqEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=biaya+overhead+proyek&pg=PA39&printsec=frontcover%0Ahttps://www.google.co.id/books/edition/Manajemen_Proyek/UXYqEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1

- Umar, M. A., Wibowo, K., & Mudiyono, R. (2021). Analisis Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crashing, Overlapping Dan Gabungan Crashing Overlapping. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 2(5), 24–43.
- Wowor, F. N., Sompie, B. F., Walangitan, D. R. O., & Malingkas, G. Y. (2013). Aplikasi Microsoft Project Dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(8), 543–548.

