

KAJIAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD PADA GEDUNG MOTOR CONTROL CENTER DI KAWASAN INDUSTRI KARIANGAU

Irna Hendriyani¹⁾, Rahmat²⁾, Maulana Alzait³⁾

Prodi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

Email: irna.hendriyani@uniba-bpn.ac.id

ABSTRAK

Pembangun Gedung Motor Control Center sebagai pusat pengendali seluruh mesin di area PT. Balikpapan Chip Lestari sebagai industri pengolahan kayu. Proyek dengan biaya sebesar Rp. 4.109.814.000,- dalam perencanaannya membutuhkan durasi 149 hari (± 5 bulan) pelaksanaan. Tetapi pada kenyataannya proyek ini mengalami keterlambatan di lapangan, hingga memasuki bulan ke lima proyek pembangunan gedung ini baru rampung 80,36%. Pada penelitian ini akan dilakukan percepatan waktu dengan melakukan *reschedule* ulang semua item pekerjaan menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan cara menambah jumlah tenaga kerja, durasi dan waktu jeda pada setiap pekerjaan yang ingin dilakukan percepatan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa besar biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pembangunan gedung tersebut setelah dilakukan *reschedule* menggunakan metode PDM adalah sebesar Rp. 3.580.623.193,69. dengan durasi 140 hari. Yang mana lebih optimal dari rencana awal yaitu dengan biaya sebesar Rp. 3.661.470.659,00 dan durasi 149 hari.

Kata kunci: *Predecessor Diagram Method*, *percepatan waktu dan biaya*, *penjadwalan ulang*

STUDY OF PRECEDENCE DIAGRAM METHOD IN MOTOR CONTROL CENTER BUILDING IN KARIANGAU INDUSTRIAL AREA

ABSTRACT

*The builder of the Motor Control Center Building as the control center for all machines in the area of PT. Balikpapan Chip Lestari as a wood processing industry. Project with a cost of Rp. 4,109,814,000, - in planning requires a duration of 149 days (± 5 months) of implementation. But in reality this project experienced delays in the field, until entering the fifth month of the building construction project, only 80.36% had been completed. In this study, time acceleration will be carried out by rescheduling all work items using the PDM (*Precedence Diagram Method*) method by increasing the number of workers, duration and pause time for each job that you want to accelerate. Based on the results of the analysis, it was found that the cost and time required to complete the building construction project after rescheduling using the PDM method was Rp. 3,580,623,193.69. with a duration of 140 days. Which is more optimal than the initial plan, namely at a cost of Rp. 3,661,470,659.00 and a duration of 149 days.*

Keywords: *Predecessor Diagram Method*, *accelerated time and costs*, *reschedule*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT. Balikpapan Chip Lestari atau yang dulu dikenal sebagai PT. Kutai Chip Mill merupakan salah satu perusahaan dari Apical Group Ltd. Yang bergerak dibidang pengolahan kayu. Perusahaan ini berlokasi di Kawasan Industri Kariangau (KIK), Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Untuk mendukung proses pengolahan PT. Balikpapan Chip Lestari berencana membangun Gedung Motor Control Center sebagai pusat pengendali seluruh mesin di area PT. Balikpapan Chip Lestari. Proyek ini dilaksanakan oleh PT. Samudera Engineering Riau dengan total biaya sebesar Rp. 4.109.814.000,- (*empat milyar seratus Sembilan juta delapan ratus empat belas ribu rupiah*). Dalam perencanaan awal bangunan ini membutuhkan durasi 149 hari kalender, tetapi pada kenyataannya proyek ini mengalami keterlambatan dilapangan, hingga pertengahan mendekati akhir bulan kelima proyek pembangunan gedung ini baru rampung 80,36%.

Pada penelitian ini akan dilakukan percepatan waktu dengan melakukan *reschedule* ulang semua item pekerjaan, percepatan ini dilakukan untuk mendapatkan waktu optimal dalam pengerjaan proyek tersebut dengan memperhatikan factor cuaca yang ekstrim. Metode yang digunakan pada penelitian ini untuk percepatan durasi proyek adalah metode PDM (*Precedence Diagram Method*) yaitu dengan cara melakukan penjadwalan waktu pelaksanaan proyek yang diperoleh dari *Crash Program* dengan sistem *Network Planning* metode PDM dengan cara menambah jumlah tenaga kerja, durasi dan waktu jeda pada setiap pekerjaan yang ingin dilakukan percepatan. Maka dari itu proyek pembangunan gedung Motor Control Center di PT. Balikpapan Chip Lestari akan dilakukan optimalisasi percepatan proyek yaitu dengan melakukan *reschedule* menggunakan metode PDM.

Berdasarkan latar belakang diatas maka, rumusan masalah yang dapat ditarik adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana *reschedule* pelaksanaan proyek menggunakan metode PDM?
2. Berapakah besar biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pembangunan infrastruktur tersebut jika dilakukan *reschedule* menggunakan metode PDM?

Berdasarkan Rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Mengetahui bagaimana *reschedule* pelaksanaan proyek menggunakan metode PDM.
2. Mendapatkan waktu dan biaya optimum proyek setelah dilakukan percepatan dengan metode PDM.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek

Menurut Siswanto (2007) dalam manajemen proyek penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencana yang lain, yaitu:

1. Penyusunan jadwal (*scheduling*), anggaran (*budgeting*), kebutuhan sumber daya manusia (*manpower planning*), dan sumber organisasi yang lain.
2. Proses pengendalian (*controlling*).

2.2 Network Planning

Suatu kegiatan yang merupakan rangkaian penyelesaian pekerjaan haruslah direncanakan dengan sebaik-baiknya. Sedapat mungkin semua kegiatan atau aktivitas dalam perusahaan dapat diselesaikan dengan efisien. Semua aktivitas tersebut diusahakan untuk dapat selesai dengan cepat sesuai dengan yang diharapkan serta terintegrasi dengan aktivitas yang lainnya.

Network planning adalah gambaran kejadian-kejadian dan kegiatan yang diharapkan akan terjadi dan dibuat secara kronologis serta dengan kaitan yang logis dan berhubungan antara sebuah kejadian atau kegiatan dengan yang lainnya. Dengan adanya *network*, manajemen dapat menyusun perencanaan penyelesaian proyek dengan waktu dan biaya yang paling efisien.

2.3 Biaya Total Proyek

Secara umum biaya proyek konstruksi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung.

1. Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek, yang meliputi:
 - a. Biaya bahan / material
 - b. Biaya upah kerja
 - c. Biaya alat
 - d. Biaya lain-lain.

Inti dari perkiraan biaya secara detail adalah yang didasarkan pada penentuan jumlah material, tenaga kerja, peralatan dan jasa subkontraktor yang merupakan bagian terbesar dari biaya total proyek yaitu berkisar 85% (Ritz, 1994) yang terdiri dari biaya peralatan sebesar 20-25%, material curah 20-25%, biaya konstruksi di lapangan yaitu tenaga kerja, material jasa sub kontraktor 45- 50%.

2. Biaya tidak langsung adalah segala sesuatu yang tidak merupakan komponen hasil akhir proyek, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan yang biasanya terjadi di luar proyek dan sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*). Walaupun sifatnya tetap, tetapi harus dilakukan pengendalian agar tidak melewati anggarannya, yang meliputi:
 - a. Gaji staf/ pegawai tetap tim manajemen.
 - b. Biaya konsultan (perencana dan pengawas).
 - c. Fasilitas sementara di lokasi proyek.

- d. Peralatan konstruksi.
- e. Pajak, pungutan, asuransi dan perizinan.
- f. Overhead.
- g. Biaya tak terduga.
- h. Laba.

Jadi biaya total proyek adalah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tetapi pada umumnya makin lama proyek berjalan maka makin tinggi komulatif biaya tidak langsung yang diperlukan. Sedangkan biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkendali.

2.4 Precedence Diagramming Method (PDM)

Precedence Diagramming Method (PDM) merupakan salah satu Teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan *Network Planning* atau Rencana Jaringan Kerja. Istilah '*Precedence Diagramming*' pertama kali muncul di tahun 1964 pada perusahaan IBM. PDM merupakan versi yang lebih kompleks dari *Activity on Node-AON* (Callahan, 1992).

Precedence Diagramming Method memberikan cara yang lebih mudah untuk menjelaskan hubungan logis antar kegiatan konstruksi yang kompleks, khususnya jika terjadi kegiatan-kegiatan yang terjadi bersamaan. PDM juga cenderung lebih kecil dalam ukuran pembuatannya. Hal yang paling utama dalam pembuatan PDM adalah, bahwa PDM lebih cepat dalam persiapan pembuatannya sehingga penjadwal tidak membutuhkan banyak waktu dalam mempersiapkan jadwal PDM. Selain itu, PDM juga menghapus kebutuhan akan kegiatan *dummy* dan detail tambahan untuk menunjukkan *overlap* antarkegiatan (Callahan, 1992).

PDM sangat berguna pada saat menyajikan kegiatan-kegiatan konstruksi yang

berulang atau repetitive, seperti pada proyek pembangunan gedung bertingkat ataupun jalan raya. Metode ini mampu membuat model dari kegiatan-kegiatan yang saling bertumpuk tanpa harus membagi kegiatan-kegiatan tersebut. Penambahan hubungan antarkegiatan dapat dilakukan pada PDM dan dapat mengarahkan penjadwal akan lengkap dan akurat. Kegagalan dalam mempertimbangkan hubungan dalam membuat penjadwalan dengan *barchart*.

PDM yang menggunakan lag menambahkan elemen ketidakpastian dan banyaknya jenis hubungan dalam penjadwalan ini menyebabkan analisis jaringan kerjanya menjadi lebih sulit dibandingkan dengan metode diagram AOA. Karena hal ini, biasanya penjadwal menyarankan penggunaan hubungan hanya *finish-to-start* (FS) untuk menghindari penumpukan (*overlap*) dan lag sehingga jadwal menjadi lebih mudah dimengerti dan dianalisis. Akan lebih mudah menganalisis sebuah jaringan kerja dengan hubungan antarkegiatan yang sederhana. Hubungan logis *start-to-start*, *start-to-finish*, atau *finish-to-finish* sebaiknya digunakan hanya jika terjadi hubungan antarkegiatan yang tidak dapat direpresentasikan dengan hubungan *finish-to-start*.

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek. Cara-cara tersebut antara lain:

1. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur). Kerja lembur (*working time*) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perhari, tanpa menambah pekerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas pekerjaan akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan di dalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu bekerja seseorang dalam satu hari. Jika seseorang terlalu lama bekerja selama satu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah.

2. Penambahan tenaga kerja. Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambah jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktivitas tertentu tanpa menambahkan jam kerja. Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.
3. Pergantian atau penambahan peralatan. Penambahan peralatan dimaksudkan untuk menambah produktivitas. Namun perlu diperhatikan adanya penambahan biaya langsung untuk mobilitas dan demobilitas alat tersebut. Durasi proyek dapat dipercepat dengan pergantian peralatan yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi. Juga perlu diperhatikan luas lahan untuk menyediakan tempat bagi peralatan tersebut dan pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja.
4. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas. Sumber daya manusia yang berkualitas adalah tenaga kerja yang mempunyai produktivitas yang tinggi dengan hasil yang baik. Dengan mempekerjakan tenaga kerja yang berkualitas, maka aktivitas akan lebih cepat diselesaikan
5. Penggunaan metode konstruksi yang efektif. Metode konstruksi berkaitan erat dengan sistem kerja dan tingkat penguasaan pelaksanaan terhadap metode tersebut serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan.

Cara-cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi,

misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut giliran (*shift*), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja untuk sore sampai malam.

2.5 Produktivitas Pekerja

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dan input, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Di dalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat. Kesuksesan dari suatu proyek konstruksi salah satunya tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya, dan pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah untuk dikelola. Upang yang diberikan sangat tergantung pada kecakapan masing-masing pekerja dikarenakan setiap pekerja memiliki karakter masing-masing yang berbeda-beda satu sama lainnya.

2.6 Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut ini:

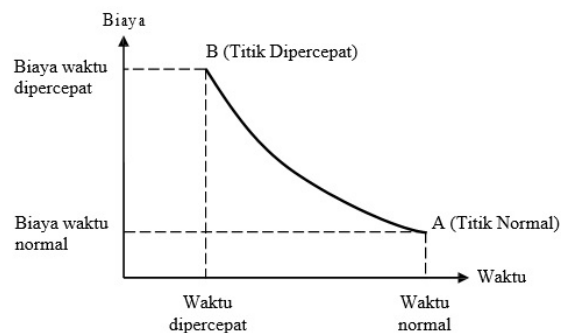
$$1. \text{ Jumlah tenaga kerja normal} = \frac{\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{durasi normal}} \dots(1)$$

2. Jumlah tenaga kerja dipercepat

$$= \frac{\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{durasi dipercepat}} \dots(2)$$

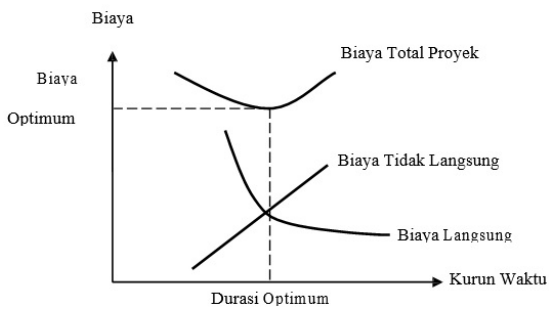
2.7 Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat bergantung dari waktu penyelesaian proyek. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 6. Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan antar titik tersebut disebut dengan kurva waktu biaya. Gambar 6 memperlihatkan bahwa semakin besar penambahan jumlah jam lembur maka akan semakin cepat waktu penyelesaian proyek, akan tetapi sebagai konsekuensinya maka terjadi biaya tambahan yang harus dikeluarkan akan semakin besar. Gambar 7 menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



Gambar 6 Grafik hubungan waktu – biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan

Sumber: Soeharto (1997)



Gambar 7 Grafik hubungan waktu dengan biaya normal total, biaya langsung, dan biaya tak langsung

Sumber: Soeharto (1997)

2.8 Program Microsoft Project

Microsoft Project merupakan program aplikasi pengolah data administrasi yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan *software* ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek.

Microsoft Project memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan pengguna, kemampuan, dan *fleksibilitas* sehingga penggunaannya dapat mengatur proyek lebih efisien dan efektif. Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang tinggi. *Microsoft Project* dapat menunjang dan membantu tugas pengelolaan sebuah proyek konstruksi sehingga menghasilkan suatu data yang akurat.

Keunggulan *Microsoft Project* adalah kemampuannya menangani perencanaan suatu kegiatan, pengorganisasian dan pengendalian waktu serta biaya yang mengubah input data menjadi sebuah output data sesuai tujuannya. Input mencakup unsur-unsur manusia, material, mata uang, mesin/alat dan kegiatan-kegiatan. Seterusnya diproses menjadi

suatu hasil yang maksimal untuk mendapatkan informasi yang diinginkan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Dalam proses diperlukan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian.

Keuntungan *Microsoft Project* adalah dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, dapat diperoleh secara langsung informasi biaya selama periode, mudah dilakukan modifikasi dan penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

Yang dikerjakan oleh *Microsoft Project* antara lain:

1. Mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor.
2. Mencatat jam kerja para pegawai, jam lembur.
3. Menghitung pengeluaran sehubungan dengan ongkos tenaga kerja, memasukkan biaya tetap, menghitung total biaya proyek.
4. Membantu mengontrol pengguna tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari *overallocation* (kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja).

3 METODOLOGI PENELITIAN

variabel penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Waktu optimal proyek

Waktu dalam hal ini adalah lamanya suatu rangkaian ketika proses berlangsung, yaitu merupakan penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah kegiatan untuk mencapai sasaran. Waktu optimal proyek adalah jumlah waktu penyelesaian proyek yang terbaik atau waktu yang relatif singkat.

2. Durasi proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek.

3. Hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek

Hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek terkait dengan kegiatan mana yang harus didahulukan atau dikerjakan dan dapat dilihat pula bahwa suatu kegiatan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

4. Rencana anggaran biaya proyek

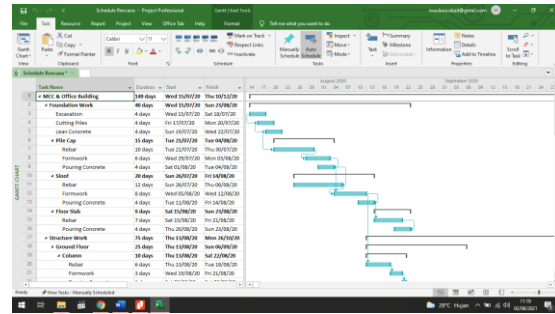
Biaya proyek adalah anggaran yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek, dalam hal ini merupakan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu. Dalam mengerjakan suatu proyek, aspek biaya diperhitungkan dengan membuat hubungan biaya dan waktu (*duration*) untuk setiap aktifitas yang dilakukan. Biaya dalam hal ini hanya biaya langsung saja, tidak termasuk biaya administrasi, supervisi dan lain-lain.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data jumlah tenaga kerja, upah tenaga kerja dan target penyelesaian proyek jadwal pelaksanaan proyek dan rencana anggaran biaya (RAB) proyek.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penjadwalan PDM Menggunakan Microsoft Project 2019

Memasukkan data awal proyek yaitu: nama proyek, tanggal dimulainya proyek, lalu mengatur kalender proyek yang akan digunakan. Pada pengaturan kalender ini, diatur hari-hari apa saja yang akan dijadikan hari libur baik hari Minggu ataupun hari-hari raya nasional. *Microsoft Project* mempunyai kerja standart, yaitu: Hari kerja adalah Senin–Jum’at. Jam kerja adalah pukul 08.00-12.00, kemudian dilanjutkan dari pukul 13.00-17.00, yang berarti dalam satu hari ada 8 jam kerja. Namun, pada studi kasus yang saya ambil, proyek berjalan setiap hari tanpa mengenal hari libur. Hasil penjadwalan proyek terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Time Schedule Rencana Proyek

Langkah awal dalam metode *Precedence Diagram Method* adalah penyusunan *network diagram* (diagram jaringan). Untuk dapat menyusun diagram jaringan yang dilakukan adalah menganalisa hubungan antara aktivitas dengan dasar *time schedule* yang telah diperoleh. Untuk dapat mengetahui urutan pekerjaan dan keterkaitan antara aktivitas serta durasi tiap-tiap aktivitas dapat dilakukan dengan menyusun *network diagram*.

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan terhadap waktu pada tiap aktivitas yang meliputi saat paling awal dan paling akhir terjadinya *event*, saat mulai paling awal dan paling lambat suatu aktivitas, dan lain-lain. Dari perhitungan tersebut dapat diketahui *slack* tiap-tiap aktivitas sehingga untuk aktifitas yang mempunyai slack sama dengan nol merupakan lintasan kritis dari urutan aktivitas-aktivitas yang terjadi. Penyusunan *network diagram* dapat dilihat pada lampiran *network diagram*. Untuk menyusun *network diagram* dapat dilakukan dengan program *Microsoft Project*. Dari hasil *network diagram* yang dilakukan dengan *Microsoft Project* akan dapat diketahui daftar-daftar kegiatan kritis, *Free Float*, dan *Total Float*. Hasil analisis jenis pekerjaan dan durasi proyek ini terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar jenis pekerjaan beserta durasi

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi (HK)
A	FOUNDATION WORK	
1	Excavation	4
2	Cutting Piles	4
3	Lean Concrete	4
4	Pile Cap	

4.1	Rebar	10
4.2	Formwork	6
4.3	Pouring Concrete	4
5	Sloof	
5.1	Rebar	12
5.2	Formwork	8
5.3	Pouring Concrete	4
6	Floor Slab	
6.1	Rebar	7
6.2	Pouring Concrete	4
B	STRUCTURE WORK	
1	Ground Floor	
1.1	Column	
1.1a	Rebar	6
1.1b	Formwork	3
1.1c	Pouring Concrete	1
1.2	Beam / Floor	
1.2a	Formwork	6
1.2b	Rebar	7
1.2c	Pouring Concrete	1
1.3	Concrete Stair	
1.3a	Formwork	2
1.3b	Rebar	2
1.3c	Pouring Concrete	1
2	1st Floor	
2.1	Column	
2.1a	Rebar	6
2.1b	Formwork	3
2.1c	Pouring Concrete	1
2.2	Beam / Floor	
2.2a	Formwork	6
2.2b	Rebar	7
2.2c	Pouring Concrete	1
2.3	Concrete Stair	
2.3a	Formwork	2
2.3b	Rebar	2
2.3c	Pouring Concrete	1
3	2nd Floor	
3.1	Column	
3.1a	Rebar	6
3.1b	Formwork	3
3.1c	Pouring Concrete	1
3.2	Beam / Floor	
3.2a	Formwork	6
3.2b	Rebar	7
3.2c	Pouring Concrete	1
3.3	Concrete Stair	
3.3a	Formwork	2
3.3b	Rebar	2
3.3c	Pouring Concrete	1
C	ARCHITECTURE / FINISHING WORK	
1	Ground Floor	
1.1	Brickwall	7
1.2	Plastering (/incl. ACI)	10
1.3	Door	5
1.4	Window	7
1.5	Painting	10
2	1st Floor	
2.1	Brickwall	7
2.2	Plastering (/incl. ACI)	10
2.3	Door	5
2.4	Painting	10
3	2nd Floor	
3.1	Brickwall	7
3.2	Plastering (/incl. ACI)	10
3.3	Door	5
3.4	Window	7
3.5	Plafond	10
3.6	Ceramic	10
3.7	Painting	10

Sumber : hasil analisis

4.2 Analisis Biaya Proyek

4.2.1 Biaya Langsung

Adapun rincian biaya langsung dapat dilihat dalam Tabel 2.

Table 2 Daftar Biaya Langsung Proyek

No.	Uraian pekerjaan	Biaya (Rp.)
A	Foundation Work	210.063.714,34
B	Structure Work	954.403.110,70
C	Architecture / Finishing Work	2.030.755.146,94
TOTAL		3.195.221.971,98

Sumber : PT. Samudera Engineering Riau

Total dari biaya langsung sesuai dengan data Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada proyek Pembangunan Gedung Motor Control Center adalah sebesar Rp.3.195.221.971,98.

4.2.2 Biaya Tidak Langsung

Adapun rincian biaya tidak langsung dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3 Daftar biaya tidak langsung proyek

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Biaya Perbulan (Rp.)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	Safety Device		
	- Sepatu		3.000.000
	- Helm		1.650.000
	- Sarung Tangan		90.000
2	Transportasi (Pekerja & Material)		
	- Mobil Kantor		10.000.000
	- Angkutan Material		5.000.000
B	GAJI STAFF PROYEK		
	- Site Manager	1 Orang	7.500.000
	- Supervisor	1 Orang	5.000.000
	- Safety & GA	1 Orang	3.000.000
	- Administrasi / Logistik	1 Orang	3.000.000
C	FASILITAS PROYEK		
	- Mess Staff		3.500.000
	- Konsumsi		450.000
	- Transportasi (Solar Rp.200.000/hari)	1 Unit	6.000.000
D	FASILITAS OFFICE		
	- Listrik		400.000
	- Air		350.000
E	PENYEWAAN ALAT		
	- Scaffolding		1.500.000
	- Genset		11.000.000
	- Mesin Bending		15.000.000
F	PEMBELIAN ALAT KERJA (10% dari real cost)		12.453.982
G	BIAYA TAK TERDUGA (4% dari real cost)		4.981.593
Total			93.875.575

Sumber : PT. Samudera Engineering Riau

Berdasarkan Tabel 3, biaya tidak langsung yang dikeluarkan oleh kontraktor pelaksana sebesar Rp.93.875.575. perbulan, maka total biaya tidak langsung yang dikeluarkan sesuai perencanaan dengan metode PDM 149 hari kerja adalah Rp.466.248.687,01. Dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya tidak langsung} &= \frac{\text{total biaya tidak langsung}}{\text{jumlah hari dalam 1 bulan}} \times 149 \text{ HK} \\ &= \frac{93.875.575}{30 \text{ hari}} \times 149 \\ &= \text{Rp. 466.248.687,01} \end{aligned}$$

4.3 Analisis Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja dapat diketahui dengan menjumlahkan jumlah tenaga kerja yang dipakai oleh kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan pada hari yang sama. Perhitungan tenaga kerja selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Contoh Perhitungan Tenaga Kerja

Pekerjaan Lean Concrete K-100 (Volume = 14,44 m³)

$$\text{Kebutuhan Tenaga Kerja} = \frac{\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{durasi}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{0,69 \times 14,44}{4 \text{ hari}} = 2,49 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang Batu} = \frac{0,14 \times 14,44}{4 \text{ hari}} = 0,497 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{0,23 \times 14,44}{4 \text{ hari}} = 0,084 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,69 \times 14,44}{4 \text{ hari}} = 0,248 \text{ OH}$$

$$\text{Total Tenaga Kerja} = 2,49 + 0,497 + 0,084 + 0,248 = 3,31 \text{ OH}$$

Tabel 4 Kebutuhan Tenaga Kerja

Uraian Pekerjaan	Durasi (HK)	Kebutuhan Tenaga Kerja (OH)
FOUNDATION WORK		
Excavation	4	6
Cutting Piles	4	22
Lean Concrete	4	4
Pile Cap		
Rebar	10	14
Formwork	6	38
Pouring concrete	4	47

Sloof		
Rebar	12	7
Formwork	8	31
Pouring Concrete	4	10
Floor Slab		
Rebar	7	10
Pouring Concrete	4	26
STRUCTURE WORK		
Ground Floor		
Column		
Rebar	6	23
Formwork	3	94
Pouring Concrete	1	28
Beam / Floor		
Formwork	6	78
Rebar	7	13
Pouring Concrete	1	51
Concrete Stair		
Formwork	2	18
Rebar	2	4
Pouring Concrete	1	3
1st Floor		
Column		
Rebar	6	13
Formwork	3	76
Pouring Concrete	1	28
Beam / Floor		
Formwork	6	90
Rebar	7	12
Pouring Concrete	1	55
Concrete Stair		
Formwork	2	18
Rebar	2	4
Pouring Concrete	1	3
2nd Floor		
Column		
Rebar	6	23
Formwork	3	69
Pouring Concrete	1	28
Beam / Floor		
Formwork	6	123
Rebar	7	12
Pouring Concrete	1	60
Concrete Stair		
Formwork	2	18
Rebar	2	4
Pouring Concrete	1	3
ARCHITECTURE / FINISHING WORK		
Ground Floor		
Brickwall	7	20
Plastering (/incl. ACI)	10	22
Door	5	1
Window	7	1
Painting	10	21
1st Floor		
Brickwall	7	21
Plastering (/incl. ACI)	10	10
Door	5	1
Painting	10	21
2nd Floor		
Brickwall	7	46
Plastering (/incl. ACI)	10	29
Door	5	2
Window	7	6
Plafond	10	10
Ceramic	10	49
Painting	10	21
Other Work		

Sumber: hasil analisis

4.3 Hubungan Ketergantungan Pekerjaan

Hubungan antar pekerjaan dalam proyek ini tidak semua sama, ada pekerjaan yang mulai atau selesai bersamaan, ada pulan pekerjaan yang dimulai setelah beberapa hari pekerjaan lainnya selesai. Sehingga hubungan ketergantungan antar pekerjaan pada proyek ini adalah hubungan predecessor. Yaitu hubungan terhadap aktivitas-aktivitas sebelumnya. Setelah hubungan ketergantungan pekerjaan dimasukkan, hal ini berarti bahwa kita selesai memasukkan data proyek kedalam *Microsoft Project 2019*.

4.4 Melakukan Pengecekan biaya

Setelah melakukan Analisa harga satuan pekerjaan dilanjutkan dengan melakukan pengontrolan data tersebut menggunakan aplikasi *Microsoft Project 2019* untuk mengetahui sesuai atau tidaknya data tersebut. Hasil pengontrolan biaya terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Hasil Pengontrolan biaya menggunakan aplikasi *Microsoft Project 2019*

Sumber: Hasil analisis

4.5 Analisis Penjadwalan Ulang Proyek (Reschedule)

Untuk reschedule jaringan kerja digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Memperhatikan jenis-jenis aktifitas yang saling berkaitan.
2. Memperhatikan aktifitas-aktifitas mana saja yang dapat dikerjakandiwaktu yang sama (mulai bersamaan).
3. Memperhatikan aktifitas-aktifitas mana saja yang harus menunggu selesainya suatu aktifitas tertentu baru bias

dimulai.

Hasil kebutuhan tenaga kerja dan durasi setelah reschedule terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Kebutuhan tenaga kerja dan durasi setelah *reschedule*

Uraian Pekerjaan	Durasi (HK)	Kebutuhan Tenaga Kerja (OH)
FOUNDATION WORK		
Excavation	4	6
Cutting Piles	4	22
Lean Concrete	1	14
Pile Cap		
Rebar	7	19
Formwork	8	28
Pouring Concrete	5	38
Sloof		
Rebar	5	17
Formwork	8	31
Pouring Concrete	2	21
Floor Slab		
Rebar	6	11
Pouring Concrete	4	26
STRUCTURE WORK		
Ground Floor		
Column		
Rebar	6	23
Formwork	8	35
Pouring Concrete	1	28
Beam / Floor		
Formwork	14	34
Rebar	5	17
Pouring Concrete	2	26
Concrete Stair		
Formwork	2	18
Rebar	1	8
Pouring Concrete	1	3
1st Floor		
Column		
Rebar	5	15
Formwork	8	29
Pouring Concrete	1	28
Beam / Floor		
Formwork	14	39
Rebar	5	17
Pouring Concrete	2	28
Concrete Stair		
Formwork	2	18
Rebar	1	8
Pouring Concrete	1	3
2nd Floor		
Column		
Rebar	6	23
Formwork	7	30
Pouring Concrete	1	28
Beam / Floor		
Formwork	20	37
Rebar	5	17
Pouring Concrete	2	30
Concrete Stair		
Formwork	2	18
Rebar	1	8
Pouring Concrete	1	3
ARCHITECTURE / FINISHING WORK		
Ground Floor		
Brickwall	7	20

Plastering (/incl. ACI)	10	22
Door	3	2
Window	3	2
Painting	10	21
1st Floor		
Brickwall	7	21
Plastering (/incl. ACI)	5	19
Door	3	2
Painting	10	21
2nd Floor		
Brickwall	12	27
Plastering (/incl. ACI)	10	29
Door	3	3
Window	5	8
Plafond	7	14
Ceramic	14	35
Painting	10	21
Other Work		

Sumber: Hasil analisis

Table 6 Daftar biaya langsung proyek setelah reschedule

No.	Uraian Pekerjaan	Biaya
A	Foundation Work	215.921.935,93
B	Structure Work	898.438.907,99
C	Architecture / Finishing Work	2.028.176.335,13
	Total	3.142.537.179,05

Sumber: hasil pengolahan data

Berdasarkan Tabel 6 biaya tidak langsung yang dikeluarkan oleh kontraktor pelaksana sebesar Rp.93.875.575. perbulan, maka total biaya tidak langsung yang dikeluarkan setelah dilakukan reschedule dengan menggunakan metode PDM 140 hari kerja adalah Rp.438.086.014,64. Dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Total Biaya Tidak Langsung}}{\text{jumlah hari dalam 1 bulan}} \times 140 \text{ HK} = \text{Rp.438.086.014,64}$$

Pada Pembangunan Gedung Motor Control diketahui jangka waktu pelaksanaan normalnya adalah 149 hari dengan biaya aktual proyek Rp.3.661.470.659,00. Namun, setelah dilakukan *reschedule* maka jangka waktu percepatannya menjadi 140 hari dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp.3.580.623.193,69.

4.5 Perbandingan Biaya Total Rencana dan Setelah Reschedule

Biaya Total Proyek

= Biaya Langsung + Biaya Tidak Langsung

Rencana

$$= \text{Rp.2.896.326.407,99} + \text{Rp466.248.687,01} = \text{Rp3.362.575.095,00}$$

Reschedule

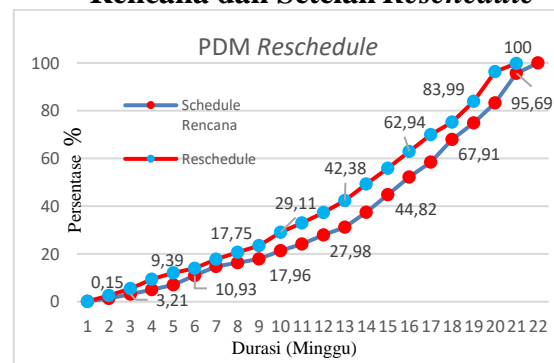
$$= \text{Rp.2.843.641.615,05} + \text{Rp438.086.014,64} = \text{Rp3.281.727.629,69}$$

Selisih Biaya

$$= \text{Rp3.362.575.095,00} - \text{Rp3.281.727.629,69} = \text{Rp. 80.847.465,31}$$

Jadi setelah dilakukan analisis, Biaya setelah dilakukan *reschedule* lebih optimal daripada biaya rencana dengan efisiensi biaya sebesar Rp80.847.465,31 serta efisiensi durasi selama 9 hari kalender dibandingkan dengan *schedule* rencananya. Yang mana biaya tersebut merupakan sisa hasil dari upah tenaga kerja yang berlebih dan biaya tidak langsung selama 9 hari.

4.6 Perbandingan Time Schedule Rencana dan Setelah Reschedule



Gambar 7. Perbandingan Schedule Rencana Dengan Percepatan

Dari Gambar 7 dapat kita ketahui bahwa waktu optimal yang didapatkan setelah *reschedule* adalah 140 hari kalender (21 minggu) dengan total biaya proyek sebesar Rp3.281.727.629,69. Dibandingkan waktu rencana selama 149 hari kalender (22 minggu) dengan total biaya Rp3.362.575.095,00, biaya setelah dilakukan *reschedule* lebih optimal

daripada biaya rencana dengan efisiensi biaya sebesar Rp80.847.465,31 serta efisiensi durasi selama 9 hari kalender.

5. KESIMPULAN

1. Setelah melakukan perhitungan tenaga kerja yaitu menghitung biaya langsung dan tidak langsung proyek, kemudian dari hasil data tersebut dilakukan *reschedule* dengan melakukan pengurangan maupun penambahan durasi, jumlah tenaga kerja harian, *Lead time* dan *Lag time*. Karena mempertimbangkan faktor cuaca yang ekstrim sebagai acuan utama analisis ini maka pada item pekerjaan pengecoran waktu disesuaikan dengan laporan cuaca yang dimiliki, apabila terjadi hujan pada tanggal tersebut maka pekerjaan pengecoran dimajukan atau dimundurkan tanggal pengerjaannya.
2. Pada rencana awal pembangunan proyek tersebut membutuhkan biaya sebesar Rp.3.362.575.095,00 dan durasi 149 hari. Berdasarkan hasil analisis besar biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pembangunan gedung tersebut setelah dilakukan *reschedule* menggunakan metode PDM adalah sebesar Rp.3.281.727.629,69. dengan durasi 140 hari. Yang mana durasi dan biaya yang dibutuhkan lebih optimal setelah dilakukan *reschedule* dibandingkan dengan rencana awal yaitu dengan efisiensi biaya sebesar Rp.80.847.465,31 serta efisiensi durasi selama 9 hari kalender..

DAFTAR PUSTAKA

- Arfan Utiahman dan Darwis Hineho, *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Jaringan Kerja PDM*, Gorontalo, 2013
- Drs. Sofwan Badri, *Dasar-Dasar Network Planning*, Yogyakarta, 1991
- Iman Soeharto. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit : Erlangga, Jakarta. 1997.
- Fauzan, M., Burhanuddin, dan Zulfahmi. (2016). *Optimalisasi Rencana Anggaran Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Dengan Preseden Diagram Method (Pdm)*. Teras Jurnal, 6(2), 131–141.
- Ir. Irika Widiasanti, M.T. dan Ir. Lenggogeni, M.T., *Manajemen Konstruksi*, Penerbit : PT. REMAJA ROSDAKARYA. Bandung, 2013
- Mhd. Teguh Satria Cipta dan Ir. Yusrizal Lubis, M.T., *Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM*, Medan, 2017.
- Reno Pratiwi, Mustakim, Clara Annisa Forester Bangabua. *Optimalisasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Time Cost Trade Off Method (TCTO) Dan Precedence Diagram Method (PDM) Pada Pembangunan Drainase Jalan Tol Km. 35 Balikpapan-Samarinda*. Jurnal Penelitian TRANSUKMA UNIBA Vol. 3 No. 1 (2020).
- Sholimin, Reno Pratiwi, dan Mustakim. *Analisis Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Menggunakan Metode TCTO Dan PDM*. Balikpapan 2019.
- Susanto, A. D., & Suharyo, O. S. (2018). *the Optimization of Multipurpose Building Development on Project Scheduling Using Precedence Diagram Method (Pdm)*. International Journal of ASRO, 9(1), 1–7.