
**ANALISA WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE FAST TRACK
PADA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI
(Studi Kasus : Pembangunan Ruang Poliklinik Rumah Sakit,
Kab.Punjak Jaya)**

Elvira Watofa¹ dan Pascal B. Mantulamen²

¹ Elvira Watofa, Dinas Perumahan, Kawasan Permukiman dan Pertanahan Jayapura,

² Pascal B. Mantulamen, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, mantulametenpascal@gmail.com

ABSTRAK

Ketepatan menyelesaikan suatu proyek merupakan salah satu aspek yang dinilai pelanggan. Oleh sebab itu setiap perusahaan memberi perhatian khusus dalam masalah penanganan dan pengendalian suatu proyek agar dapat mencapai target penyelesaian tanpa mengurangi kualitas yang telah di rencanakan.. Dan salah satu cara dengan metode *Fast Track* yang dapat mengintegrasikan biaya dan waktu secara tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan waktu dan biaya paling optimal pada Pembanguna Ruang Polikeknik Rumah Sakit Kab.Puncak Jaya, dengan memodifikasi bangunan dari 1 lantai menjadi 2 lantai.

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa, setelah dilakukan modifikasi didapatkan waktu rencana 144 hari kalender (hari kerja) dengan biaya Rp.10.449.550.000,00. Dan setelah dilakukan percepatan didapatkan waktu dan biaya optimal yaitu 120 hari kalender (hari kerja) dan biaya sebesar Rp. 10.325.892.750,92. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan percepatan terjadi pengurangan biaya sebesar Rp. 123.706.347,27 dengan total waktu 120 hari, dengan jumlah pengurangan waktu sebesar 24 hari.

Kata kunci : *percepatan waktu, biaya proyek, modifikasi, fast track*

1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan kegiatan proyek sering tidak sesuai dengan perencanaan awal, sehingga banyak terjadi penyimpangan. Jika hal ini terjadi, maka harus segera diadakan pengendalian dasar penyimpangan yang terjadi dapat segera diatasi dan proyek dapat selesai tepat waktu serta tidak overbudget.

Beberapa metode telah di kembangkan untuk mengatasi hal ini, di antaranya adalah metode *Fast Track*. Metode *fast track* merupakan metode percepatan dalam pembangunan dengan melakukan pelaksanaan aktivitas-aktivitas secara parallel atau tumpang tindih dengan waktu pelaksanaan lebih cepat dan biaya lebih efisien. Metode *fast track* ini meninjau lintasan kritis pada penjadwalan konstruksi dengan memodifikasi (mempercepat) waktu yang ada pada lintasan kritis.

Dalam proyek Pembangunan Ruang Politeknik Rumah Sakit di Distrik Mulia, Kabupaten Puncak Jaya, dalam perencanaan waktu, pekerjaan proyek harus selesai 111 hari kalender (hari kerja) dengan nilai kontrak sebesar Rp.8.446.886.000,00 (termasuk Ppn). Penulis memodifikasi bangunan dengan menambah 1 lantai, dengan durasi proyek menjadi 138 hari kalender (hari kerja) dengan total biaya menjadi Rp.10.449.550.000,00. Penulis ingin mendapatkan waktu dan biaya optimum dari hasil modifikasi dengan menerapkan metode *fast track*.

Tujuan Penelitian :

1. Mendapatkan jadwal pelaksanaan pekerjaan pembangunan Ruang Politeknik Rumah Sakit Kab.Puncak Jaya dengan memodifikasi bangunan dari 1 lantai menjadi 2 lantai
2. Mendapatkan waktu dan biaya paling optimal

2. TINJAUAN PUSTAKA

Proyek

Pada dasarnya yang dikatakan sebuah proyek adalah suatu usaha / aktivitas yang kompleks, tidak rutin, dibatasi oleh waktu, anggaran, resources dan spesifikasi performansi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Sebuah proyek juga dapat diartikan sebuah upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai suatu tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Berikut ini adalah beberapa karakteristik yang dimiliki oleh sebuah proyek :

1. Memiliki sebuah tujuan tertentu.
2. Memiliki titik (saat) awal dan titik akhir tertentu.
3. Melibatkan beberapadepartemen dan profesi
4. Seringkali melakukan sesuatu yang belum pernah dilakukan sebelumnya
5. Spesifik dalam waktu, biaya dan syarat performansi

Manajemen

Manajemen adalah suatu kegiatan bagaimana mengatur / memimpin berbagai jenis orang atau sekelompok orang dalam rangka mencapai sasaran bersama yang telah ditetapkan atau usaha manusia untuk memperoleh suatu hasil guna mencapai tujuan dengan cara efektif dan efisien melalui kegiatan sekelompok orang. Manajemen pada hakekatnya untuk melaksanakan semua kegiatan yang dikerjakan dalam rangka mencapai tujuan untuk batas-batas tertentu. Secara umum manajemen adalah suatu usaha yang dilakukan beberapa orang untuk mencapai sasaran.

Ada beberapa sarana manajemen anatara lain :

1. Manusia (Man)
2. Uang (Money)
3. Material (Materials)
4. Peralatan
5. Metode (Method)

Waktu pelaksanaan penjadwalan

Penjadwalan adalah suatu perencanaan kedalam suatu diagram-diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktifitas-aktifitas itu dimulai, ditunda dan diselesaikan sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber-sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan.

Ada beberapa metode penjadwalan antara lain :

1. Diagram Balok
2. Diagram Grafis
3. Diagram Panah
4. Diagram Precedence
5. Diagram Skala

Metode diagram preseden/precedence diagram method (PDM)

Disamping bentuk AOA (*activity on arrow*) juga dikenal bentuk AON (*activity on node*) atau kegiatan berada di node. Metode Diagram Preseden (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON. Disini kegiatan dituliskan di dalam *node* yang berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan ketergantungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Denah pada node PDM dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Denah Panah Node

Nomor Urut	
ID	Durasi
Tanggal Mulai	Tanggal Selesai

ID dan Nma Kegiatan	
Tgl Mulai : ES/LS	Durasi
Tgl Selesai : EF/LF	Total Float
Progress Penyelesaian %	

Keterangan :

ES : Waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*). Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam hari, maka waktu ini adalah hari paling awal kegiatan dimulai.

EF : Waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*). Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.

LS : Waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*Latest Allowable Start Time*), yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

LF : Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Latest Allowable Finish Time*) tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

ID : Nomor identitas kegiatan pada jaringan kerja

Durasi : Kurun waktu penyelesaian kegiatan. Dinyatakan dalam satuan waktu seperti jam, hari, atau minggu.

Total Float : Tenggang waktu total.

Progress Penyelesaian : Presentase kemajuan proyek

Telah disinggung di atas bahwa pada PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja ADM (kegiatan boleh dimulai setelah kegiatan yang mendahului selesai), maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node. Karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai (*start*) = (S) dan ujung akhir atau selesai (*finish*) = (F), maka ada 4 macam konstrain yaitu awal ke awal (SS = *start to start*), awal ke akhir (SF = *start to finish*), akhir ke akhir (FF = *finish to finish*) dan akhir ke awal (FS = *finish to start*).

Biaya

Ada dua macam biaya proyek :

1. Biaya Langsung (Direct Cost)

Biaya langsung terdiri dari :

- a. Biaya bahan/material
- b. Biaya pekerjaan/upah

2. Biaya Tidak Langsung

Biaya tak langsung atau indirect cost adalah semua biaya proyek yang tidak dapat dinyatakan keterlibatannya secara langsung di dalam aktifitas pendukung proyek seperti gaji karyawan, bunga investasi, bonus dan lain-lain atau pengeluaran untuk manajemen, *supervise* dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek.

Metode PERT

Metode PERT adalah cara perencanaan dengan jaringan-jaringan pekerjaan yang dihubungkan dengan pertimbangan tertentu. Metode ini seperti halnya CPM (*Critical Path Method*) memerlukan beberapa parameter, salah satunya durasi aktivitas. Penentuan *to*, *tp*, dan *tm* merupakan langkah awal dari PERT, karena ketiga asumsi waktu ini menentukan *te*. Tiga durasi tersebut diasumsikan sebagai fungsi atau generalisasi dari distribusi beta dengan *variable*

durasi aktivitas yang berarti durasi PERT merupakan *statistical* data tidak keluar dari daerah distribusinya. Fungsi distribusi beta digunakan sebagai dasar untuk menentukan durasi (*te*), standar deviasi (*se*), dan varian (*ve*) PERT sebagai berikut:

$$te = (to + 4m + tp) / 6 \tag{1}$$

$$se = (tp - to) / 6 \tag{2}$$

$$ve = \{(tp - to) / 6\}^2 \tag{3}$$

Keterangan:

te : Expected time

tp : pesimistis time

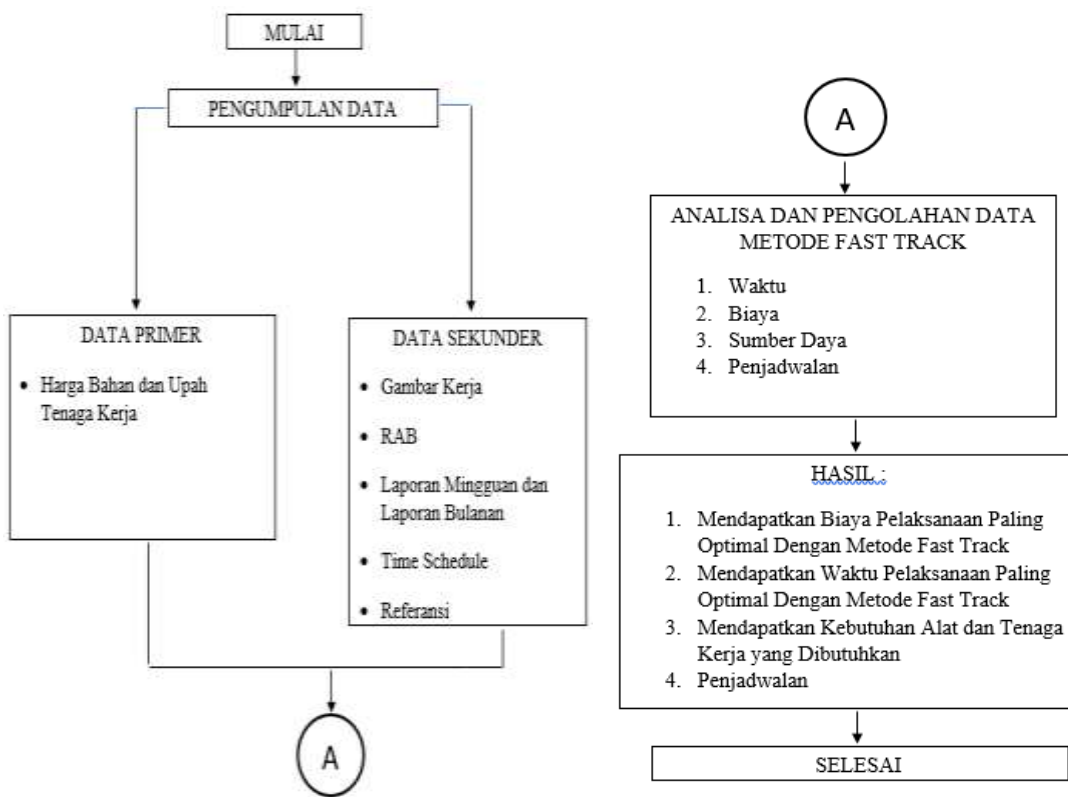
to : optimistis time

se : Standard deviasim : most likely

ve : Variansi

3. METODE PENELITIAN

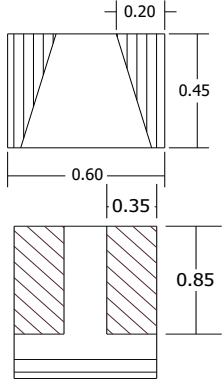
Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Volume

2	Urugan Tanah Kembali		<p>Pondasi Menerus</p> $V = \frac{1}{3} \times \text{Volume Galian Pondasi Menerus}$ $V = \frac{1}{3} \times 93.492$ $V = 31.164 \quad \text{M}^3$ <p>Pondasi Telapak</p> $P = 0.70 \quad \text{M}^1$ $L = 0.70 \quad \text{M}^1$ $T = 0.85 \quad \text{M}^1$ $\Sigma P = 16.00 \quad \text{Bh}$ $V = P \times L \times T \times \Sigma P$ $= 6.664 \quad \text{M}^3$	M ³	37.828
---	----------------------	---	---	----------------	--------

Perhitungan Biaya

Dari hasil perhitungan volume struktur bangunan dan analisa yang telah dibuat maka dibuatlah rencana anggaran biaya sebagai anggaran dari pekerjaan tersebut. Dimana pada rencana anggaran biaya pekerjaan non struktural dimasukan pada perhitungan sebagai kelengkapan dari suatu pekerjaan. Rencana anggaran biaya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Modifikasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH TOTAL (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 160,277,558.22
II	PEKERJAAN TANAH DAN PASIR	Rp 233,502,808.74
III	PEKERJAAN PONDASI MENERUS	Rp 465,142,814.30
IV	PEKERJAAN PONDASI TELAPAK	Rp 104,276,294.29
V	PEKERJAAN BETON	Rp 3,562,501,333.80
VI	PEKERJAAN LANTAI DAN DINDING	Rp 4,118,104,664.99
VII	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND	Rp 613,061,050.00
VIII	PEKERJAAN PINTU, JENDELA dan KUNCI	Rp 285,408,648.26
IX	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	Rp 80,506,200.78
X	PEKERJAAN SANITAIR	Rp 614,617,204.21
XI	PEKERJAAN PENGECATAN	Rp 205,853,520.60
XII	PEKERJAAN AKHIR	Rp 6,347,000.00
	REAL COST	Rp 10,449,599,098.20
	PPN 10%	Rp 1,044,959,909.82
	SUB JUMLAH	Rp 11,494,559,008.02
	DIBULATKAN	Rp 11,494,550,000.00
Terbilang	:	SEBELAS MILIAR EMPAT RATUS SEMBILAN PULUH EMPAT JUTA LIMA RATUS LIMA PULUH RIBU RUPIAH

Perhitungan Waktu/Durasi

1. Pekerjaan Timbunan Tanah

$$\text{Volume} = 165.775 \text{m}^3$$

Koef. Basic dan Unit Price TA. 2017 menunjukkan 1 m³ membutuhkan :

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 0.25 \quad \text{o/h} \\ \text{Mandor} &= \frac{0.025}{0.275} \quad \text{o/h} \\ &= 0.091 \quad \text{o/h} \end{aligned}$$

Maka durasi normal menurut koefisien adalah

$$\begin{aligned} P &= 165,775 \times 0,275 \text{ o/h} \\ P &= 45.588 \quad \text{h} \end{aligned}$$

Jika tenaga kerja dilapangan terdiri dari

$$\text{Pekerja} = 15.00 \quad \text{o/h}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1.00 \text{ o/h}}{16.00 \text{ o/h}}$$

Maka Durasi Pekerjaan Timbunan Tanah menurut jumlah tenaga kerja dilapangan adalah

$$P = \frac{45.588}{16}$$

$$P = 2.85 \text{ h}$$

Maka Waktu yang di ambil untuk pekerjaan timbunan tanah adalah

$$= 3 \text{ h}$$

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Durasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	Waktu Normal	Waktu Optimis	Waktu Pesimis
		(Hari) tm	(Hari) to	(Hari) tp
I PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pek. Bongkaran Bangunan Lama	1.00	1.00	1.00
2	Pek. Pembersihan Lokasi	1.00	1.00	1.00
3	Pek. Pemasangan Bowplank	2.00	1.00	2.00
4	Pek. Papan Nama Proyek	1.00	1.00	1.00
5	Pek. Gudang Bahan / los Kerja	6.00	4.00	7.00
		11.00	8.00	12.00
II PEKERJAAN TANAH DAN PASIR				
1	Pek. Galian Tanah	1.00	1.00	1.00
2	Pek. Urugan Tanah Kembali	1.00	1.00	1.00
3	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi	1.00	1.00	1.00
4	Pek. Urugan Pasir Bawah Lantai	1.00	1.00	1.00
5	Pek. Urugan Pasir Bawah Rabat	1.00	1.00	1.00
6	Pek. Timbunan Tanah	3.00	2.00	3.00
		8.00	7.00	8.00
III PEKERJAAN PONDASI MENERUS				
1	Pas. Batu Kosong	2.00	2.00	3.00
2	Pas. Pondasi Jalur Batu Gunung	5.00	3.00	6.00
		7.00	5.00	9.00
IV PEKERJAAN PONDASI TELPAK				
1	Pek. Cor Lantai Kerja Bawah Pondasi Telpak	1.00	1.00	1.00
2	Pek. Cor Pondasi Telapak	1.00	1.00	1.00
3	Pek. Pembesian Pondasi Telapak	2.00	1.00	3.00
4	Pek. Bekesting Pondasi Telapak	2.00	1.00	2.00
		6.00	4.00	7.00
V PEKERJAAN BETON				
Lantai 1				
1	Pek. Cor Sloof 20/25	1.00	1.00	1.00
2	Pek. Besi sloof 20/25	4.00	3.00	5.00
3	Pek. Bekesting Sloof 20/25	3.00	2.00	3.00
4	Pek. Cor Sloof 15/20	1.00	1.00	1.00
5	Pek. Besi Beton Sloof 15/20	3.00	3.00	3.00
6	Pek. Bekesting Sloof 15/20	2.00	2.00	2.00
7	Pek. Cor Kolom 30/30	1.00	1.00	1.00
8	Pek. Besi Beton Kolom 30/30	4.00	3.00	4.00
9	Pek. Bekesting Kolom 30/30	3.00	2.00	4.00
10	Pek. Cor Kolom 20/20	1.00	1.00	1.00
11	Pek. Besi Beton Kolom 20/20	3.00	3.00	3.00
12	Pek. Bekesting Kolom 20/20	3.00	3.00	3.00
13	Pek. Cor Kolom Praktis 15/15	1.00	1.00	1.00
14	Pek. Besi Beton Kolom 15/15	2.00	2.00	2.00
15	Pek. Bekesting Kolom 15/15	2.00	2.00	2.00
16	Pek. Cor Balok 20/25	1.00	1.00	2.00
17	Pek. Besi Beton Balok 20/25	5.00	3.00	5.00
18	Pek. Bekesting Balok 20/25	4.00	3.00	4.00
19	Pek. Cor Balok 15/20	1.00	1.00	1.00
20	Pek. Besi Beton Balok 15/20	5.00	4.00	6.00
21	Pek. Bekesting Balok 15/20	4.00	3.00	5.00
22	Pek. Cor Tangga	1.00	1.00	1.00
23	Pek. Besi Beton Tangga	1.00	1.00	1.00
24	Pek. Plat Lantai T=12cm	3.00	3.00	3.00
25	Pek. Besi Beton Plat Lantai	3.00	3.00	3.00
26	Pek. Bekesting Plat Lantai	6.00	6.00	6.00

	Lantai 2			
27	Pek. Cor Kolom 20/20	1.00	1.00	1.00
28	Pek. Besi Beton Kolom 20/20	2.00	2.00	2.00
29	Pek. Bekesting Kolom 20/20	2.00	2.00	2.00
30	Pek. Cor Kolom Praktis 15/15	1.00	1.00	1.00
31	Pek. Besi Beton Kolom 15/15	1.00	1.00	1.00
32	Pek. Bekesting Kolom 15/15	1.00	1.00	1.00
33	Pek. Cor Balok 15/20	1.00	1.00	1.00
34	Pek. Besi Beton Balok 15/20	3.00	3.00	4.00
35	Pek. Bekesting Balok 15/20	3.00	3.00	3.00
36	Pek. Cor Plat Dak T =10 cm	3.00	2.00	3.00
37	Pek. Besi Beton Plat Dak	3.00	3.00	3.00
38	Pek. Bekesting Plat Dak	6.00	6.00	6.00
39	Pek. Plat Teras, T=10cm	1.00	1.00	1.00
40	Pek. Cor Lantai T=5cm	2.00	2.00	2.00
41	Pek. Cor Rabat Beton T=5cm	1.00	1.00	1.00
		99.00	89.00	105.00
VI	PEKERJAAN LANTAI DAN DINDING			
	Lantai 1			
1	Pek. Pasangan Dinding CB	10.00	9.00	12.00
2	Pek. Plesteran 1:4	16.00	15.00	21.00
3	Pek. Lantai Keramik rabat 40/40 cm (anti slip)	3.00	3.00	3.00
4	Pek. Lantai keramik 60/60	13.00	11.00	14.00
5	Pek. Lantai Keramik KM/WC 30/30 (anti slip)	1.00	1.00	1.00
6	Pek. Lantai keramik KM/WC 20/20 (anti slip)	1.00	1.00	1.00
7	Pek. Dinding keramik KM/WC 30/30cm	2.00	2.00	2.00
8	Pek. Dinding Keramik KM/WC 20/20 cm	3.00	3.00	3.00
9	Pek. Plint Keramik 10/60 cm	2.00	2.00	2.00
	Lantai 2			
10	Pek. Pasangan Dinding CB	5.00	4.00	6.00
11	Pek. Plesteran 1:4	8.00	7.00	9.00
12	Pek. Lantai Keramik 60/60 cm	3.00	3.00	3.00
13	Pek. Lantai Keramik KM/WC 30/30 (anti slip)	1.00	1.00	1.00
14	Pek. Dinding keramik KM/WC 30/30 cm	2.00	2.00	3.00
15	Pek. Keramik Tangga 30/30	1.00	1.00	1.00
		71.00	65.00	82.00
VII	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND			
1	Pek. Kuda-kuda Kayu 5/10 cm	2.00	2.00	3.00
2	Pek. Gording Kayu 5/10 cm	2.00	2.00	2.00
3	Pek. Kaso dan Reng	7.00	6.00	7.00
4	Pek. Atap Genteng Metal	5.00	4.00	5.00
5	Pek. Nok Genteng Metal	1.00	1.00	1.00
6	Pek. Lisplank Papan 2x2x15 cm	2.00	2.00	2.00
7	Pek. Rangka Plafond Lantai 1 & 2	13.00	11.00	16.00
8	Pek. Plafond Tripleks 60 x 120 cm Lantai 1 & 2	6.00	6.00	6.00
9	Pek. List Plafond 1/4 cm Lantai 1& 2	4.00	3.00	4.00
10	Pek. Top Gravel	1.00	1.00	1.00
		43.00	38.00	47.00

VIII	PEKERJAAN PINTU, JENDELA dan KUNCI			
1	Pek. Kusen Pintu dan Jendela	5.00	3.00	6.00
2	Pek. Pintu Panel Papan 3.5cm + Jendela Loket	5.00	4.00	5.00
3	Pek. Tralis Pintu	2.00	2.00	2.00
4	Pek. Tralis Jendela	3.00	3.00	3.00
5	Pek. Pintu Panel Papan Lapis Seng Plat Bjls 20	3.00	2.00	3.00
6	Pek. Bingkai Jendela Panel Kaca	-		
7	Pek. Ventilasi Kaca Mati T=5mm	4.00	3.00	5.00
8	Pek. Jendela Kaca Mati T=5cm	12.00	9.00	13.00
9	Pek. Kaca Pintu T=5cm	3.00	3.00	4.00
10	Pek. Kunci Tanam 2 Slaag	1.00	1.00	1.00
11	Pek. Engsel Pintu	2.00	2.00	2.00
12	Pek. Engsel Jendela	2.00	2.00	2.00
13	Pek. Grendel Pintu	1.00	1.00	1.00
14	Pek. Grendel Jendela	2.00	2.00	2.00
15	Pek. Hak/Kait Angin	2.00	2.00	2.00
		47.00	39.00	51.00
IX	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK			
1	Pek. Pasang Instalasi Titik Lampu	5.00	4.00	7.00
2	Pek. Lampu Philips XL 14 Watt	1.00	1.00	1.00
3	Pek. Lampu Philips XL 18 Watt	2.00	1.00	2.00
4	Pek. Stop Kontak 220 Watt	2.00	1.00	2.00
5	Pek. Saklar Tunggal	1.00	1.00	1.00
6	Pek. Saklar Ganda	1.00	1.00	1.00
7	Pek. Box Sekring/Limit	1.00	1.00	1.00
		13.00	10.00	15.00
X	PEKERJAAN ALAT SANITAIR			
1	Bak air viber glass 110 ltr + keramik	2.00	2.00	2.00
2	Pek. Kloset Jongkok	3.00	2.00	4.00
3	Pek. Wastafel + Cermin	3.00	2.00	4.00
4	Pek. Floor Drain	1.00	1.00	1.00
5	Pek. Kran Air Dia.1/2"	1.00	1.00	1.00
6	Pek. Stop Kran Air Dia.1"	1.00	1.00	1.00
7	Pek. Pipa GIP dia. 1/2"	2.00	1.00	2.00
8	Pek. Pipa GIP dia. 1"	2.00	2.00	2.00
9	Pek. Pipa PVC dia. 1"	2.00	1.00	2.00
10	Pek. Sapitank dan peresapannya	2.00	2.00	2.00
11	Pek. Saluran Air Hujan Keliling	1.00	1.00	1.00
12	Pek. Bak Kontrol	2.00	2.00	2.00
		22.00	18.00	24.00
XI	PEKERJAAN PENGECATAN			
1	Pek. Residu Cap dan Gording	7.00	6.00	9.00
2	Pek. Cat Kusen	5.00	3.00	5.00
3	Pek. Cat Kolom	1.00	1.00	1.00
4	Pek. Cat Daun Pintu dan Jendela	1.00	1.00	1.00
5	Pek. Cat Lisplank	1.00	1.00	1.00
6	Pek. Cat List Tepi Plafond	1.00	1.00	1.00
7	Pek. Cat Plafond	6.00	4.00	6.00
8	Pek. Cat Dinding	8.00	7.00	10.00
9	Pek. Cat Atap	-	-	-
		30.00	24.00	34.00
XII	PEKERJAAN AKHIR			
1	Pantri Ukuran 2.4 x 0.6 m	-	-	-
2	Photo Dokumentasi	-	-	-
3	Biaya Pembersihan dan Perapihan	1.00	1.00	1.00
		1.00	1.00	1.00
	TOTAL	358.00	308.00	395.00

Perhitungan Waktu Rata-rata/Expected time

Berikut ini adalah contoh perhitungan waktu Expected time (te) :

Pekerjaan Tanah dan Pasir

Diketahui :

to = 11 hari

tp = 13 hari

tm = 12 hari

te =?

te = (to+4m+tp)/6

= (11 + (4x12) + 13)/6

= 72/6

= 12,1 hari

Di ambil waktu expected time 12 hari.

Untuk lebih lengkapnya perhitungan expected time dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Perhitungan Waktu Rata-Rata/Expected Time (tm)

NO	URAIAN PEKERJAAN	Waktu Normal	Waktu Optimis	Waktu Pesimis	Waktu Perkiraan
		(Hari) tm	(Hari) to	(Hari) tp	(Hari) te=(to+4tm+tp)/6
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	11	8	12	11
II	PEKERJAAN TANAH DAN PASIR	8	7	8	8
III	PEKERJAAN PONDASI MENERUS	7	5	9	7
IV	PEKERJAAN PONDASI TELAPAK	6	4	7	6
V	PEKERJAAN BETON	99	89	105	98
VI	PEKERJAAN LANTAI DAN DINDING	71	65	82	72
VII	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND	43	38	47	43
VIII	PEKERJAAN PINTU, JENDELA dan KUNCI	47	39	51	46
IX	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	13	10	15	13
X	PEKERJAAN ALAT SANITAIR	22	18	24	22
XI	PEKERJAAN PENGECATAN	30	24	34	30
XII	PEKERJAAN AKHIR	1	1	1	1
TOTAL		358	308	395	356

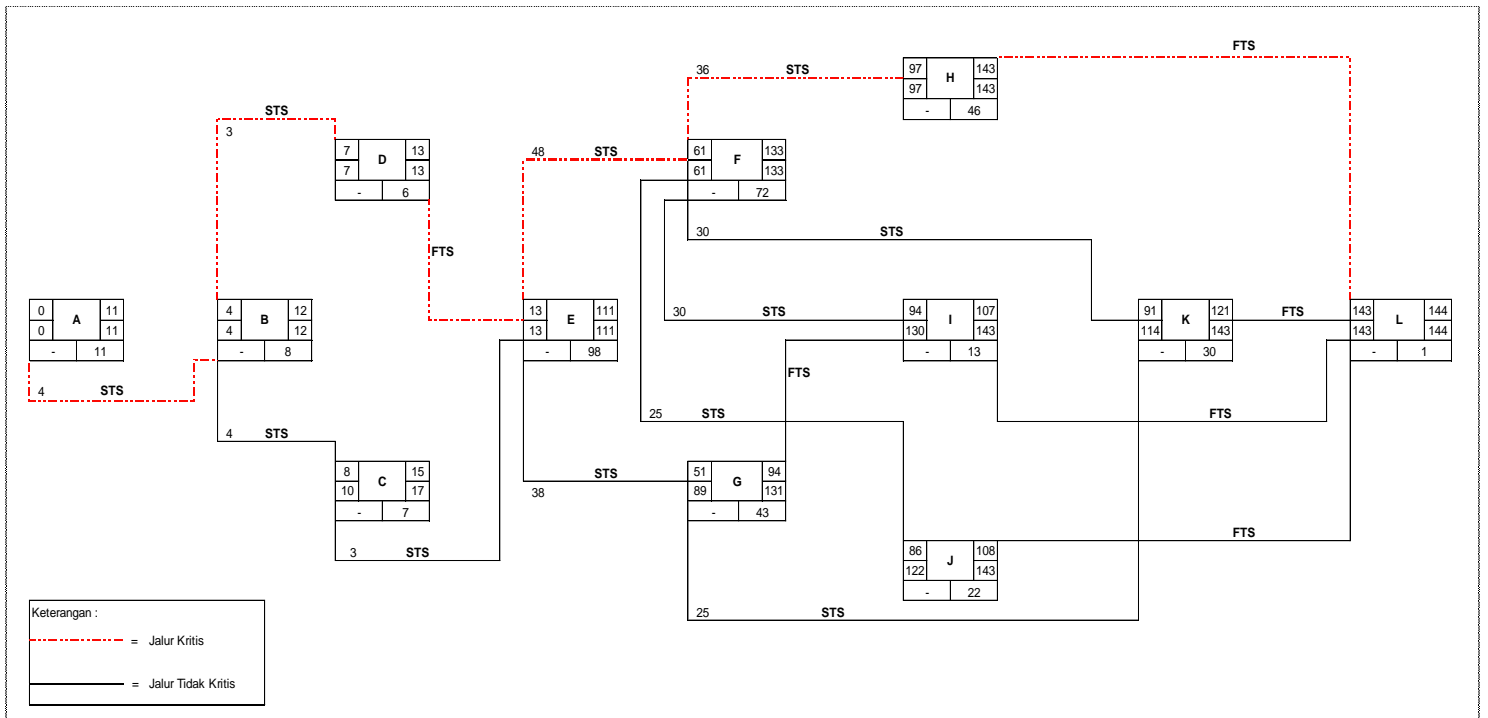
Penjadwalan Proyek/Kegiatan

1. Ketergantungan pekerjaan/kegiatan

Tabel 5. Hubungan Saling Ketergantungan

No	Uraian Pekerjaan		Jumlah (Rp)	Bobot (%)	Durasi		Mendahului	Overlap	
								Jenis	L.T
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	A	Rp 160,277,558.22	1.53	11 Hari	2 Minggu	-	-	
II	PEKERJAAN TANAH DAN PASIR	B	Rp 233,502,808.74	2.23	8 Hari	2 Minggu	A	STS	4
III	PEKERJAAN PONDASI MENERUS	C	Rp 465,142,814.30	4.45	7 Hari	2 Minggu	B	STS	4
IV	PEKERJAAN PONDASI TELAPAK	D	Rp 104,276,294.29	1.00	6 Hari	1 Minggu	B	STS	3
V	PEKERJAAN BETON	E	Rp 3,562,501,333.80	34.09	98 Hari	16 Minggu	C D	STS FTS	3 0
VI	PEKERJAAN LANTAI DAN DINDING	F	Rp 4,118,104,664.99	39.41	72 Hari	12 Minggu	E	STS	48
VII	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND	G	Rp 613,061,050.00	5.87	43 Hari	7 Minggu	E	STS	38
VIII	PEKERJAAN PINTU, JENDELA dan KUNCI	H	Rp 285,408,648.26	2.73	46 Hari	5 Minggu	F	STS	36
IX	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	I	Rp 80,506,200.78	0.77	13 Hari	2 Minggu	F G	STS FTS	30 0
X	PEKERJAAN SANITAIR	J	Rp 614,617,204.21	5.88	22 Hari	3 Minggu	F	STS	25
XI	PEKERJAAN PENGECATAN	K	Rp 205,853,520.60	1.97	30 Hari	6 Minggu	F G	STS STS	30 25
XII	PEKERJAAN AKHIR	L	Rp 6,347,000.00	0.06	1 Hari	1 Minggu	H I J K	FTS FTS FTS FTS	0 0 0 0
			Rp 10,449,599,098.20	100.00	356	60			

2. Perencanaan jaringan pekerjaan menggunakan *Precedence Diagram Method (PDM)*



Gambar 2. Jaringan Precedence Diagram Method (PDM) Waktu Rata-rata/Expected time (te)

3. Hubungan kegiatan kritis

Berikut Salah Satu Contoh Perhitungan Kegiatan Kritis

Pekerjaan Pondasi Telapak

Diketahui :

Es = 7

Ef = 13

$$\begin{aligned} L_s &= 7 \\ L_f &= 13 \\ D &= 8 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_f - E_s &= D \\ 13 - 7 &= 8 \\ 8 &= 8 \end{aligned}$$

Jadi pekerjaan pondasi telapak kritis.

Untuk lebih lengkapnya perhitungan kegiatan kritis dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Hubungan Kegiatan Kritis

Kegiatan	ES	EF	LS	LF	D	LF-ES	Status
A	0	11	0	11	11	11	Kritis
B	4	12	4	12	8	8	Kritis
C	8	15	10	17	7	9	-
D	7	13	7	13	6	6	Kritis
E	13	111	13	111	98	98	Kritis
F	61	133	61	133	72	72	Kritis
G	51	94	89	131	43	81	-
H	97	143	97	143	46	46	Kritis
I	94	107	130	143	13	50	-
J	86	108	122	143	22	57	-
K	91	121	114	143	30	52	-
L	143	144	143	144	1	1	Kritis

Perhitungan Penambahan Tenaga Kerja

Perhitungan penambahan tenaga kerja

Berikut salah satu contoh perhitungan penambahan tenaga kerja :

1. Pasangan Pondasi Jalur Batu Gunung

$$\text{Volume total} = 30,06 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu Normal} = 5.00 \text{ hari}$$

Jumlah tenaga kerja :

$$\text{Pekerja} = 11 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = 6 \text{ Orang}$$

$$\text{K.tukang} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = 1 \text{ orang}$$

koef. Tenaga kerja :

$$\text{pekerja} = 1,5$$

$$\text{tukang} = 0,75$$

$$\text{K.tukang} = 0,075$$

$$\text{mandor} = 0,075$$

Perhitungan waktu dipercepat dari 5 hari menjadi 4 hari (waktu optimis). Dengan volume pekerjaan 35,06 m³, diselesaikan dalam waktu 4 hari dengan asumsi penambahan tenaga kerja.

$$\text{Volume produktivitas/hari} = \frac{\text{Volume}}{\text{hari}} = \frac{35,06 \text{ m}^3}{5 \text{ hari}} = 7,012 \text{ m}^3 \text{ (dalam 5 hari)}$$

$$\text{Volume produktivitas/hari} = \frac{\text{Volume}}{\text{hari}} = \frac{35,06 \text{ m}^3}{4 \text{ hari}} = 8,765 \text{ m}^3 \text{ (dalam 4 hari)}$$

$$\begin{aligned} \text{Pertambahan volume/hari} &= \text{volume Optimis} - \text{volume normal} \\ &= 8,765 \text{ m}^3 - 7,012 \text{ m}^3 = 1,753 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Penambahan tenaga kerja

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{\text{pertambahan volume/hari}}{\text{produktivitas/hari(waktu normal)}} \times \text{jumlah pekerja waktu normal} \\ &= \frac{1,753 \text{ m}^3}{7,012 \text{ m}^3} \times 11 \text{ orang} \\ &= 2,75 \text{ orang, (diambil 3 orang)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= \frac{\text{pertambahan volume/hari}}{\text{produktivitas/hari(waktu normal)}} \times \text{jumlah pekerja waktu normal} \\ &= \frac{1,753 \text{ m}^3}{7,012 \text{ m}^3} \times 6 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$= 1,5 \text{ orang (diambil 2 orang)}$$

$$K. \text{Tukang} = \frac{\text{pertambahan volume/hari}}{\text{produktivitas/hari(waktu normal)}} \times \text{jumlah pekerja waktu normal}$$

$$= \frac{1,753 \text{ m}^3}{7,012 \text{ m}^3} \times 1 \text{ orang}$$

$$= 0,25 \text{ orang (diambil 1 orang)}$$

$$\text{Mandor} = \frac{\text{pertambahan volume/hari}}{\text{produktivitas/hari(waktu normal)}} \times \text{jumlah pekerja waktu normal}$$

$$= \frac{1,753 \text{ m}^3}{7,012 \text{ m}^3} \times 1 \text{ orang}$$

$$= 0,25 \text{ orang (diambil 1 orang)}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Perhitungan Penambahan Tenaga Kerja

No	Uraian	Vol a	Sat	Durasi	Prod./hari	Durasi	Prod./hari	Selisih	Jumlah tenaga kerja (waktu normal)				mlh penambahan tenaga kerja/hari (waktu optimis)			
				Normal	Normal	Optimis	Optimis	Prod	T	KT	M	P	T	KT	M	
				b	c c = (a/b)	d	e e = (a/d)	f f = (e-c)	g				h h = (f/c)xg			
I PEKERJAAN PERSIAPAN																
1	Pek. Pemasangan Bowplank	98.000	m ¹	2.0	49.000	1.0	98.000	49.000	5	4	1	1	5	4	1	1
2	Pek. Gudang Bahan / los Kerja	36.000	m ²	6.0	6.000	4.0	9.000	3.000	14	4	1	1	7	2	1	1
II PEKERJAAN TANAH DAN PASIR																
1	Pek. Timbunan Tanah	165.775	m ³	3.0	55.258	2.0	82.8875	27.629	15	-	-	1	8	-	-	1
III PEKERJAAN PONDASI MENERUS																
1	Pas. Pondasi Jalur Batu Gunung	35.060	m ³	5.0	7.0119	3.0	11.6865	4.6746	10	5	1	1	7	3	1	1
IV PEKERJAAN PONDASI TELAPAK																
1	Pek. Pembesian Pondasi Telapak	122.470	Kg	2.0	61.235	1.0	122.4704	61.2352	4	4	1	1	4	4	1	1
2	Pek. Bekesting Pondasi Telapak	12.800	m ²	2.0	6.400	1.0	12.8000	6.4000	3	3	1	1	3	3	1	1
V PEKERJAAN BETON																
1	Pek. Besi sloof 20/25	58.800	m ²	4.0	14.700	3.0	19.6000	4.9000	16	9	1	1	5	3	1	1
2	Pek. Bekesting Sloof 20/25	582.060	Kg	3.0	194.020	2.0	291.0300	97.0100	7	4	1	1	4	2	1	1
3	Pek. Besi Beton Kolom 30/30	428.307	Kg	4.0	107.077	3.0	142.7689	35.6922	16	6	1	1	5	2	1	1
4	Pek. Bekesting Kolom 30/30	69.440	Kg	3.0	23.147	2.0	34.7200	11.5733	16	6	1	1	8	3	1	1
5	Pek. Besi Beton Balok 20/25	8.960	m ²	5.0	1.792	3.0	2.9867	1.1947	13	6	1	1	9	4	1	1
6	Pek. Bekesting Balok 20/25	23.616	m ³	4.0	5.904	3.0	7.8720	1.9680	13	13	6	1	4	4	2	1
7	Pek. Besi Beton Balok 15/20	16.5775	m ³	5.0	3.316	4.0	4.1444	0.8389	17	6	1	1	4	2	1	1
8	Pek. Bekesting Balok 15/20	70.400	m ²	4.0	17.600	3.0	23.4667	5.8667	16	6	1	1	5	2	1	1
VI PEKERJAAN LANTAI DAN DINDING																
1	Pek. Pasangan Dinding CB	563.026	m ²	10.0	56.303	9.0	62.5584	6.2558	16	6	1	1	2	1	1	1
2	Pek. Plesteran 1:4	1126.052	m ²	16.0	70.378	15.0	75.0701	4.6919	22	10	1	1	1	1	1	1
3	Pek. Lantai Keramik rabat 40/40 cm (anti slip)	56.88	m ²	13.0	4.375	11.0	5.1709	0.7955	20	12	1	1	4	2	1	1
4	Pek. Pasangan Dinding CB	234.8925	m ²	5.0	46.979	4.0	58.7231	11.7446	14	4	1	1	4	1	1	1
5	Pek. Plesteran 1:4	469.785	m ²	8.0	58.723	7.0	67.1121	8.3890	20	7	1	1	3	1	1	1
VII PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND																
1	Pek. Kaso dan Reng	4.12	m ³	7.0	0.589	6.0	0.6867	0.0981	14	10	1	1	2	2	1	1
2	Pek. Atap Genteng Metal	315.9938	m ²	5.0	63.199	4.0	78.9984	15.7997	11	7	1	1	3	2	1	1
3	Pek. Rangka Plafond Lantai 1 & 2	315.9938	m ²	13.0	24.307	11.0	28.7267	4.4195	18	12	1	1	3	2	1	1
4	Pek. List Plafond 1/4 cm Lantai 1& 2	572.11	m ¹	4.0	143.028	3.0	190.7033	47.68	10	4	1	1	3	1	1	1
VIII PEKERJAAN PINTU, JENDELA dan KUNCI																
1	Pek. Kusen Pintu dan Jendela	31.290	m ²	5.0	6.2580	3.0	10.4300	4.1720	8	6	1	1	5	4	1	1
2	Pek. Pintu Panel Papan 3.5cm + Jendela Loket	27.380	m ²	5.0	5.4760	4.0	6.8450	1.3690	15	8	1	1	4	2	1	1
3	Pek. Pintu Panel Papan Lapis Seng Plat Biji 20	97.000	Bh	3.0	32.3333	2.0	48.5000	16.1667	11	4	1	1	6	2	1	1
4	Pek. Ventilasi Kaca Mati T=5mm	27.380	m ²	4.0	6.8450	3.0	9.1267	2.2817	16	6	1	1	5	2	1	1
5	Pek. Jendela Kaca Mati T=5cm	76.750	m ²	12.0	6.3958	9.0	8.5278	2.1319	16	6	1	1	5	2	1	1
IX PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK																
1	Pek. Pasang Instalasi Titik Lampu	100.000	Ttk	5.0	20.0000	4.0	25.0000	5.0000	12	4	-	-	3	1	-	-
2	Pek. Lampu Philips XL 18 Watt	58.000	Bh	2.0	29.0000	1.0	58.0000	29.0000	-	4	-	-	4	4	-	-
3	Pek. Stop Kontak 220 Watt	31.000	Bh	2.0	15.5000	1.0	31.0000	15.5000	-	2	-	-	2	2	-	-
X PEKERJAAN SANITAIR																
1	Pek. Kloset Jongkok	6.000	Bh	3.0	2.0000	2.0	3.0000	1.0000	5	2	1	1	3	1	1	1
2	Pek. Wastafel + Cermin	9.000	Bh	3.0	3.0000	2.0	4.5000	1.5000	5	2	1	1	3	1	1	1
3	Pek. Pipa PVC dia. 2"	38.000	Bh	2.0	19.0000	1.0	38.0000	19.0000	2	2	1	1	2	2	1	1
XI PEKERJAAN PENGECATAN																
1	Pek. Residu Cap dan Gording	986.4	m ²	7.0	140.9143	6.0	164.4000	23.4857	13	2	-	-	2	1	-	-
2	Pek. Cat Kusen	612.4	m ²	5.0	122.4800	3.0	204.1333	81.6533	8	2	1	1	5	1	1	1
3	Pek. Cat Plafond	740.91	m ²	6.0	123.4850	4.0	185.2275	61.7425	9	1	1	1	5	1	1	1
4	Pek. Cat Dinding	1595.837	m ²	8.0	199.4796	7.0	227.9767	28.4971	16	2	1	0	2	1	1	1

1. Perhitungan penambahan dan pengurangan biaya

1. Pas. Pondasi jalur batu gunung

$$\text{Pekerja} = ((\text{tenaga kerja normal} \times \text{durasi normal} \times \text{biaya normal}) + (\text{penambahan tenaga kerja} \times \text{durasi optimis} \times (\text{biaya normal} \times 1.25)) - (\text{tenaga kerja normal} \times \text{selisih hari} \times \text{biaya normal}))$$

$$= ((10 \times 5 \times \text{Rp.}100.000) + (7 \times 3 \times (\text{Rp.}100.000 \times 1.25)) - (10 \times 1 \times \text{Rp.}100.000))$$

$$= \text{Rp.}5.000.000 + \text{Rp.}2.625.000 - \text{Rp.}1.000.000$$

$$= \text{Rp.}5.625.000,00$$

Tukang = ((tenaga kerja normal x durasi normal x biaya normal) + (penambahan tenaga kerja x durasi optimis x biaya x (normal x 1.25)) – (tenaga kerja normal x selisih hari x biaya normal))
= ((5x5xRp.140.000) + (3x3x(Rp.140.000*1.25)) – (5x2xRp.140.000))
= Rp.3.500.000 + Rp.1.575.000 - Rp.1.400.000
= Rp.3.675.000

K.Tukang = ((tenaga kerja normal x durasi normal x biaya normal) + (penambahan tenaga kerja x durasi optimis x biaya x (normal x 1.25)) – (tenaga kerja normal x selisih hari x biaya normal))
= ((1x5xRp.150.000) + (1x3x(Rp.150.000x1.25)) – (1x2xRp.150.000))
= Rp.750.000 + Rp.562.500 – Rp.300.000
= Rp.1.012.500

Mandor = ((tenaga kerja normal x durasi normal x biaya normal) + (penambahan tenaga kerja x durasi optimis x biaya (normal x 1.25)) – (tenaga kerja normal x selisih hari x biaya normal))
= ((1x5xRp.165.000) + (1x3x(Rp.165.000x1.25)) – (1x2xRp.165.000))
= Rp.825.000 + Rp.618.750 + Rp.330.000
= Rp.1.113.750

Tabel 8. Perhitungan Penambahan dan Pengurangan Biaya

No	Uraian	Durasi Normal a	Tenaga Kerja Normal				Durasi Optimis f	Penambahan Tenaga kerja				Selisih Hari k = a - f	Biaya Normal				Total Biaya Normal p = Σl - o	Biaya Optimis				Total Biaya Optimis u = Σq - t	Selisih Biaya v = u - p
			P	T	KT	M		P	T	KT	M		Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor		Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor		
			b	c	d	e		g	h	i	j		l=(a×b)×100.000	m=(a×b)×140.000	n=(a×b)×150.000	o=(a×b)×165.000		q=(a×c)+(f×g)-(k×b)	r=(a×c)+(f×h)-(k×c)	s=(a×d)+(f×i)-(k×d)	t=(a×e)+(f×j)-(k×e)		
I PEKERJAAN PERSIAPAN																							
1	Pek. Pemasangan Bowplank	2.0	5.0	4.0	1.0	1.0	5	4	1	1	1.0	Rp 1,000,000.0	Rp 1,120,000.0	Rp 300,000.0	Rp 330,000.0	Rp 2,750,000.0	Rp 1,250,000.0	Rp 1,400,000.0	Rp 375,000.0	Rp 412,500.0	Rp 3,437,500.0	Rp 687,500.0	
2	Pek. Gudang Bahan / Ios Kerja	6.0	14.0	4.0	1.0	4.0	7	2	1	1	2.0	Rp 8,400,000.0	Rp 3,360,000.0	Rp 900,000.0	Rp 990,000.0	Rp 13,650,000.0	Rp 10,500,000.0	Rp 4,200,000.0	Rp 1,125,000.0	Rp 1,237,500.0	Rp 17,062,500.0	Rp 3,412,500.0	
II PEKERJAAN TANAH DAN PASIR																							
1	Pek. Timbunan Tanah	3.0	15.0	-	-	1.0	2.0	8	-	-	1.0	Rp 4,500,000.0	-	-	Rp 495,000.0	Rp 4,995,000.0	Rp 5,625,000.0	-	-	Rp 618,750.0	Rp 6,243,750.0	Rp 1,248,750.0	
III PEKERJAAN PONDASI MENERUS																							
2	Pas. Pondasi Jalur Batu Gunung	5.0	10.0	5.0	1.0	1.0	7	3	1	1	2.0	Rp 5,000,000.0	Rp 3,500,000.0	Rp 750,000.0	Rp 825,000.0	Rp 10,075,000.0	Rp 6,250,000.0	Rp 4,375,000.0	Rp 937,500.0	Rp 1,031,250.0	Rp 12,593,750.0	Rp 2,518,750.0	
IV PEKERJAAN PONDASI TELAPAK																							
1	Pek. Pembesian Pondasi Telapak	2.0	4.0	4.0	1.0	1.0	4	4	1	1	1.0	Rp 800,000.0	Rp 1,120,000.0	Rp 300,000.0	Rp 330,000.0	Rp 2,550,000.0	Rp 1,000,000.0	Rp 1,400,000.0	Rp 375,000.0	Rp 412,500.0	Rp 3,187,500.0	Rp 637,500.0	
2	Pek. Bekisting Pondasi Telapak	2.0	3.0	3.0	1.0	1.0	3	3	1	1	1.0	Rp 600,000.0	Rp 840,000.0	Rp 300,000.0	Rp 330,000.0	Rp 2,070,000.0	Rp 750,000.0	Rp 1,050,000.0	Rp 375,000.0	Rp 412,500.0	Rp 2,587,500.0	Rp 517,500.0	
V PEKERJAAN BETON																							
1	Pek. Besi sloop 20/25	4.0	16.0	9.0	1.0	3.0	5	3	1	1	1.0	Rp 6,400,000.0	Rp 5,040,000.0	Rp 600,000.0	Rp 660,000.0	Rp 12,700,000.0	Rp 8,000,000.0	Rp 6,300,000.0	Rp 1,125,000.0	Rp 1,237,500.0	Rp 16,662,500.0	Rp 29,664,375.0	
2	Pek. Bekisting Sloop 20/25	3.0	7.0	4.0	1.0	3.0	4	2	1	1	0.0	Rp 2,100,000.0	Rp 1,680,000.0	Rp 450,000.0	Rp 495,000.0	Rp 4,725,000.0	Rp 3,937,500.0	Rp 3,150,000.0	Rp 843,750.0	Rp 928,125.0	Rp 8,859,375.0	Rp 4,134,375.0	
3	Pek. Besi Beton Kolom 30/30	4.0	16.0	6.0	1.0	3.0	5	2	1	1	1.0	Rp 6,400,000.0	Rp 3,360,000.0	Rp 600,000.0	Rp 660,000.0	Rp 11,020,000.0	Rp 8,000,000.0	Rp 4,200,000.0	Rp 1,125,000.0	Rp 1,237,500.0	Rp 14,562,500.0	Rp 3,542,500.0	
4	Pek. Bekisting Kolom 30/30	3.0	16.0	6.0	1.0	2.0	8	3	1	1	1.0	Rp 4,800,000.0	Rp 2,520,000.0	Rp 450,000.0	Rp 495,000.0	Rp 8,265,000.0	Rp 6,000,000.0	Rp 3,150,000.0	Rp 562,500.0	Rp 618,750.0	Rp 10,331,250.0	Rp 2,066,250.0	
5	Pek. Besi Beton Balok 20/25	5.0	13.0	6.0	1.0	3.0	9	4	1	1	2.0	Rp 6,500,000.0	Rp 4,200,000.0	Rp 750,000.0	Rp 825,000.0	Rp 12,275,000.0	Rp 8,125,000.0	Rp 5,250,000.0	Rp 937,500.0	Rp 1,031,250.0	Rp 15,343,750.0	Rp 3,068,750.0	
6	Pek. Bekisting Balok 20/25	4.0	13.0	13.0	6.0	3.0	4	4	2	1	1.0	Rp 5,200,000.0	Rp 7,280,000.0	Rp 3,600,000.0	Rp 660,000.0	Rp 16,740,000.0	Rp 6,500,000.0	Rp 9,100,000.0	Rp 4,500,000.0	Rp 1,237,500.0	Rp 21,337,500.0	Rp 4,597,500.0	
7	Pek. Besi Beton Balok 15/20	5.0	17.0	6.0	1.0	4.0	4	2	1	1	1.0	Rp 8,500,000.0	Rp 4,200,000.0	Rp 750,000.0	Rp 825,000.0	Rp 14,275,000.0	Rp 10,625,000.0	Rp 5,250,000.0	Rp 1,500,000.0	Rp 1,650,000.0	Rp 19,025,000.0	Rp 4,750,000.0	
8	Pek. Bekisting Balok 15/20	4.0	16.0	6.0	1.0	3.0	5	2	1	1	1.0	Rp 6,400,000.0	Rp 3,360,000.0	Rp 600,000.0	Rp 660,000.0	Rp 11,020,000.0	Rp 8,000,000.0	Rp 4,200,000.0	Rp 1,125,000.0	Rp 1,237,500.0	Rp 14,562,500.0	Rp 3,542,500.0	
VI PEKERJAAN LANTAI DAN DINDING																							
1	Pek. Pasangan Dinding CB	10.0	16.0	6.0	1.0	9.0	1.8	0.7	1.0	1.0	1.0	Rp 16,000,000.0	Rp 8,400,000.0	Rp 1,500,000.0	Rp 1,650,000.0	Rp 27,550,000.0	Rp 20,000,000.0	Rp 10,500,000.0	Rp 3,375,000.0	Rp 3,712,500.0	Rp 37,587,500.0	Rp 10,037,500.0	
2	Pek. Plesteran 1:4	16.0	22.0	10.0	1.0	15.0	1.5	0.7	1.0	1.0	1.0	Rp 35,200,000.0	Rp 22,400,000.0	Rp 2,400,000.0	Rp 2,640,000.0	Rp 62,640,000.0	Rp 44,000,000.0	Rp 28,000,000.0	Rp 5,625,000.0	Rp 6,187,500.0	Rp 83,812,500.0	Rp 21,172,500.0	
3	Pek. Lantai Keramik rabat 40/40 cm (anti slip)	13.0	20.0	12.0	1.0	11.0	3.6	2.2	1.0	1.0	2.0	Rp 26,000,000.0	Rp 21,840,000.0	Rp 1,950,000.0	Rp 2,145,000.0	Rp 51,935,000.0	Rp 32,500,000.0	Rp 27,300,000.0	Rp 4,125,000.0	Rp 4,537,500.0	Rp 68,462,500.0	Rp 16,527,500.0	
4	Pek. Pasangan Dinding CB	5.0	14.0	4.0	1.0	4.0	3.5	1.0	1.0	1.0	1.0	Rp 7,000,000.0	Rp 2,800,000.0	Rp 750,000.0	Rp 825,000.0	Rp 11,375,000.0	Rp 8,750,000.0	Rp 3,500,000.0	Rp 1,500,000.0	Rp 1,650,000.0	Rp 15,400,000.0	Rp 4,025,000.0	
5	Pek. Plesteran 1:4	8.0	20.0	7.0	1.0	7.0	2.9	1.0	1.0	1.0	1.0	Rp 16,000,000.0	Rp 7,840,000.0	Rp 1,200,000.0	Rp 1,320,000.0	Rp 26,360,000.0	Rp 20,000,000.0	Rp 9,800,000.0	Rp 2,625,000.0	Rp 2,887,500.0	Rp 35,312,500.0	Rp 8,952,500.0	
VII PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND																							
1	Pek. Kaso dan Reng	7.0	14.0	10.0	1.0	6.0	2.3	1.7	1.0	1.0	1.0	Rp 9,800,000.0	Rp 9,800,000.0	Rp 1,050,000.0	Rp 1,155,000.0	Rp 21,805,000.0	Rp 12,250,000.0	Rp 12,250,000.0	Rp 2,250,000.0	Rp 2,475,000.0	Rp 29,225,000.0	Rp 7,420,000.0	
2	Pek. Atap Genteng Metal	5.0	11.0	7.0	1.0	4.0	2.8	1.8	1.0	1.0	1.0	Rp 5,500,000.0	Rp 4,900,000.0	Rp 750,000.0	Rp 825,000.0	Rp 11,975,000.0	Rp 6,875,000.0	Rp 6,125,000.0	Rp 1,500,000.0	Rp 1,650,000.0	Rp 16,150,000.0	Rp 4,175,000.0	
3	Pek. Rangka Plafond Lantai 1 & 2	13.0	18.0	12.0	1.0	11.0	3.3	2.2	1.0	1.0	2.0	Rp 23,400,000.0	Rp 21,840,000.0	Rp 1,950,000.0	Rp 2,145,000.0	Rp 49,335,000.0	Rp 29,250,000.0	Rp 27,300,000.0	Rp 4,125,000.0	Rp 4,537,500.0	Rp 65,212,500.0	Rp 15,877,500.0	
VIII PEKERJAAN PINTU, JENDELA dan KUNCI																							
1	Pek. Kusen Pintu dan Jendela	5.0	8.0	6.0	1.0	3.0	5.3	4.0	0.7	0.7	2.0	Rp 4,000,000.0	Rp 4,200,000.0	Rp 750,000.0	Rp 825,000.0	Rp 9,775,000.0	Rp 5,000,000.0	Rp 5,250,000.0	Rp 937,500.0	Rp 1,031,250.0	Rp 12,218,750.0	Rp 2,443,750.0	
2	Pek. Pintu Panel Papan 3.5cm + Jendela Loket	5.0	15.0	8.0	1.0	4.0	3.8	2.0	1.0	1.0	1.0	Rp 7,500,000.0	Rp 5,600,000.0	Rp 750,000.0	Rp 825,000.0	Rp 14,675,000.0	Rp 9,375,000.0	Rp 7,000,000.0	Rp 1,500,000.0	Rp 1,650,000.0	Rp 19,525,000.0	Rp 4,850,000.0	
3	Pek. Pintu Panel Papan Lapis Seng Plat Bijls 20	3.0	11.0	4.0	1.0	2.0	5.5	2.0	0.5	0.5	1.0	Rp 3,300,000.0	Rp 1,680,000.0	Rp 450,000.0	Rp 495,000.0	Rp 5,925,000.0	Rp 4,125,000.0	Rp 2,100,000.0	Rp 562,500.0	Rp 618,750.0	Rp 7,406,250.0	Rp 1,481,250.0	
4	Pek. Ventilasi Kaca Mati T=5mm	4.0	16.0	6.0	1.0	3.0	5.3	2.0	1.0	1.0	1.0	Rp 6,400,000.0	Rp 3,360,000.0	Rp 600,000.0	Rp 660,000.0	Rp 11,020,000.0	Rp 8,000,000.0	Rp 4,200,000.0	Rp 1,125,000.0	Rp 1,237,500.0	Rp 14,562,500.0	Rp 3,542,500.0	
5	Pek. Jendela Kaca Mati T=5cm	12.0	16.0	6.0	1.0	9.0	5.3	2.0	1.0	1.0	3.0	-	-	-	-	Rp 24,000,000.0	Rp 12,600,000.0	Rp 3,375,000.0	Rp 3,712,500.0	-	-	-	
IX PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK																							
1	Pek. Pasang Instalasi Titik Lampu	5.0	12.0	4.0	-	4.0	3.0	1.0	-	-	1.0	Rp 6,000,000.0	Rp 2,800,000.0	-	-	Rp 8,800,000.0	Rp 7,500,000.0	Rp 3,500,000.0	-	-	Rp 11,000,000.0	Rp 2,200,000.0	
2	Pek. Lampu Philips XL 18 Watt	2.0	-	4.0	-	1.0	-	4.0	-	-	1.0	-	Rp 1,120,000.0	-	-	Rp 1,120,000.0	-	Rp 1,400,000.0	-	-	Rp 1,400,000.0	Rp 280,000.0	
3	Pek. Stop Kontak 220 Watt	2.0	-	2.0	-	1.0	-	2.0	-	-	1.0	-	Rp 560,000.0	-	-	Rp 560,000.0	-	Rp 700,000.0	-	-	Rp 700,000.0	Rp 140,000.0	
X PEKERJAAN SANITAIR																							
1	Pek. Kloset Jongkok	3.0	5.0	2.0	1.0	2.0	2.5	1.0	0.5	0.5	1.0	Rp 1,500,000.0	Rp 840,000.0	Rp 450,000.0	Rp 495,000.0	Rp 3,285,000.0	Rp 1,875,000.0	Rp 1,050,000.0	Rp 562,500.0	Rp 618,750.0	Rp 4,106,250.0	Rp 821,250.0	
2	Pek. Wastafel + Cermin	3.0	5.0	2.0	1.0	2.0	2.5	1.0	0.5	0.5	1.0	Rp 1,500,000.0	Rp 840,000.0	Rp 450,000.0	Rp 495,000.0	Rp 3,285,000.0	Rp 1,875,000.0	Rp 1,050,000.0	Rp 562,500.0	Rp 618,750.0	Rp 4,106,250.0	Rp 821,250.0	
3	Pek. Pipa PVC dia. 1"	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	Rp 400,000.0	Rp 560,000.0	Rp 300,000.0	Rp 330,000.0	Rp 1,590,000.0	Rp 500,000.0	Rp 700,000.0	Rp 375,000.0	Rp 412,500.0	Rp 1,987,500.0	Rp 397,500.0	
XI PEKERJAAN PENGECATAN																							
1	Pek. Residu Cap dan Gording	7.0	13.0	2.0	-	6.0	2.2	1.0	-	-	1.0	Rp 9,100,000.0	Rp 1,960,000.0	-	-	Rp 11,060,000.0	Rp 11,375,000.0	Rp 3,150,000.0	-	-	Rp 14,525,000.0	Rp 3,465,000.0	
2	Pek. Cat Kusen	5.0	8.0	2.0	1.0	3.0	5.3	1.3	0.7	0.7	2.0	Rp 4,000,000.0	Rp 1,400,000.0	-	-	Rp 5,400,000.0	Rp 5,000,000.0	Rp 1,750,000.0	Rp 937,500.0	Rp 1,031,250.0	Rp 8,718,750.0	Rp 3,318,750.0	
3	Pek. Cat Plafond	6.0	9.0	1.0	1.0	4.0	4.5	0.5	0.5	0.5	2.0	Rp 5,400,000.0	Rp 840,000.0	-	-	Rp 6,240,000.0	Rp 6,500,000.0	Rp 1,050,000.0	Rp 1,125,000.0	Rp 1,237,500.0	Rp 10,162,500.0	Rp 3,922,500.0	
4	Pek. Cat Dinding	8.0	16.0	2.0	1.0	7.0	2.3	1.0	1.0	1.0	1.0	Rp 12,800,000.0	Rp 2,240,000.0	-	-	Rp 15,040,000.0	Rp 16,						

Perhitungan Cost SlopeBerikut contoh perhitungan *cost slope*

1. Pekerjaan Tanah dan Pasir

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal time} - \text{Crash Time}}$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Rp. 234.751.558,74} - \text{Rp. 233.502.808,74}}{8 - 7}$$

$$\text{Cost Slope} = \text{Rp. 1.498.500,00}$$

2. Pekerjaan Pondasi Menerus

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal time} - \text{Crash Time}}$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Rp. 466.847.814,30} - \text{Rp. 467.661.564,30}}{7 - 5}$$

$$\text{Cost Slope} = \text{Rp. 1.259.375,00}$$

Tabel 9. Tabel Perhitungan Cost Slope

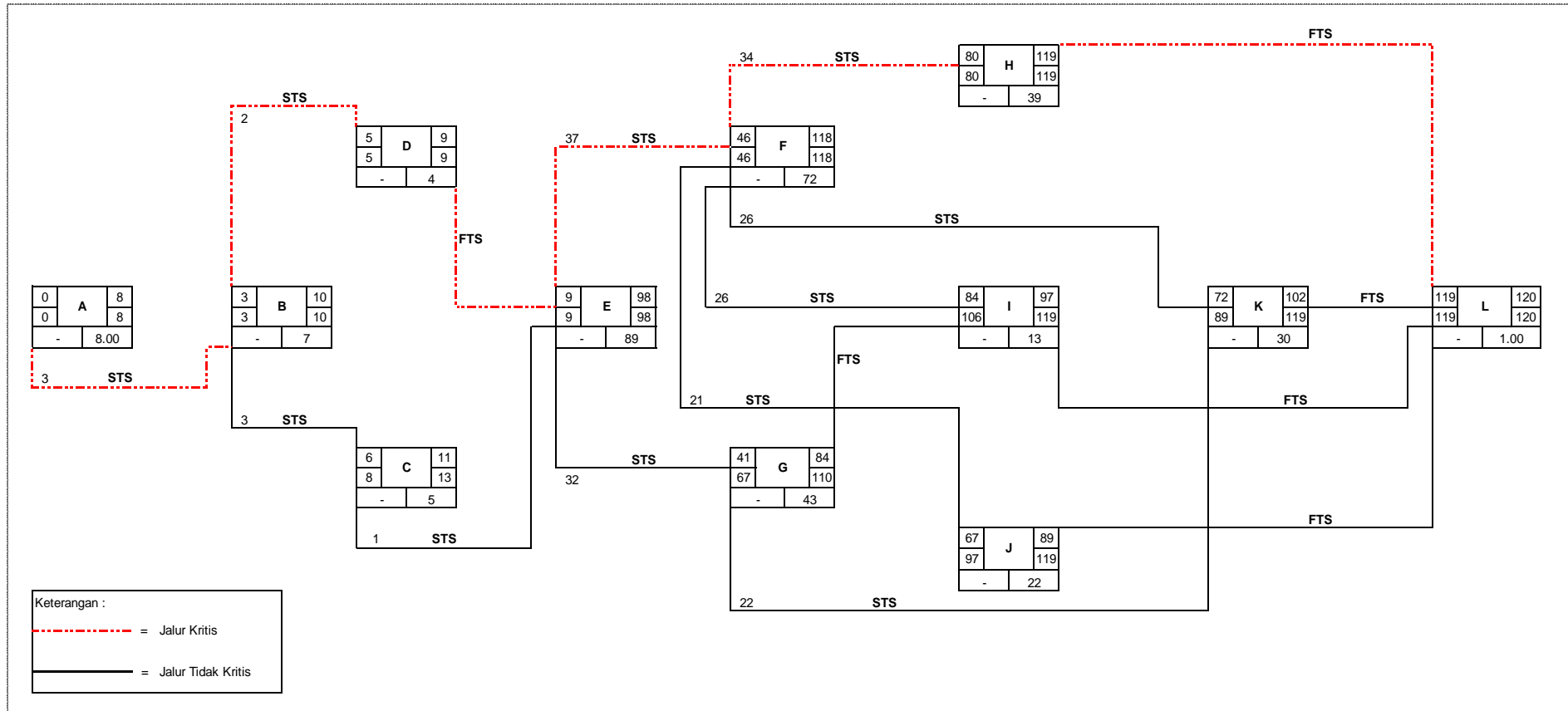
No	Uraian Pekerjaan		Durasi (Hari)		Biaya (Rp)		Cost Slope
			Normal	Crash	Normal	Crash	
I	Pek. Persiapan	A	11	8	Rp 160,277,558.22	Rp 164,377,558.22	Rp 1,537,500.00
II	Pek. Tanah dan Pasir	B	8	7	Rp 233,502,808.74	Rp 234,751,558.74	Rp 1,498,500.00
III	Pek. Pondasi Menerus	C	7	5	Rp 465,142,814.30	Rp 467,661,564.30	Rp 1,259,375.00
IV	Pek. Pondasi Telapak	D	6	4	Rp 104,276,294.29	Rp 105,431,294.29	Rp 630,000.00
V	Pek. Beton	E	98	89	Rp 3,562,501,333.80	Rp 3,592,165,708.80	Rp 3,178,325.89
VI	Pek. Lantai dan Dinding	F	72	65	Rp 4,118,104,664.99	Rp 4,178,819,664.99	Rp 8,885,121.95
VII	Pek. Atap dan Plafond	G	43	38	Rp 613,061,050.00	Rp 640,533,550.00	Rp 5,683,965.52
VIII	Pek. Pintu, Jendela dan Kunci	H	46	39	Rp 285,408,648.26	Rp 297,726,148.26	Rp 1,679,659.09
IX	Pek. Instalasi Listrik	I	13	10	Rp 80,506,200.78	Rp 83,126,200.78	Rp 924,705.88
X	Pek. Sanitair	J	22	18	Rp 614,617,204.21	Rp 616,657,204.21	Rp 556,363.64
XI	Pek. Pengecatan	K	30	24	Rp 205,853,520.60	Rp 225,263,520.60	Rp 3,425,294.12
XII	Pek. Akhir	L	1	1	Rp 6,347,000.00	Rp 6,347,000.00	-
Total					Rp 10,449,599,098.20	Rp 10,612,860,973.20	

Perhitungan Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung

Tabel 10. Tabel Perhitungan Biaya Langsung dan Biaya Tidak langsung

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA NORMAL (Rp)	BIAYA LANGSUNG	BIAYA TIDAK LANGSUNG
		(Rp)	(Rp)	(Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 160,277,558.22	Rp 144,249,802.40	Rp 16,027,755.82
II	PEKERJAAN TANAH DAN PASIR	Rp 233,502,808.74	Rp 210,152,527.86	Rp 23,350,280.87
III	PEKERJAAN PONDASI MENERUS	Rp 465,142,814.30	Rp 418,628,532.87	Rp 46,514,281.43
IV	PEKERJAAN PONDASI TELAPAK	Rp 104,276,294.29	Rp 93,848,664.86	Rp 10,427,629.43
V	PEKERJAAN BETON	Rp 3,562,501,333.80	Rp 3,206,251,200.42	Rp 356,250,133.38
VI	PEKERJAAN LANTAI DAN DINDING	Rp 4,118,104,664.99	Rp 3,706,294,198.49	Rp 411,810,466.50
VII	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND	Rp 613,061,050.00	Rp 551,754,945.00	Rp 61,306,105.00
VIII	PEKERJAAN PINTU, JENDELA dan KUNCI	Rp 285,408,648.26	Rp 256,867,783.43	Rp 28,540,864.83
XI	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	Rp 80,506,200.78	Rp 72,455,580.70	Rp 8,050,620.08
XI	PEKERJAAN SANITAIR	Rp 614,617,204.21	Rp 553,155,483.79	Rp 61,461,720.42
XI	PEKERJAAN PENGECATAN	Rp 205,853,520.60	Rp 185,268,168.54	Rp 20,585,352.06
XII	PEKERJAAN AKHIR	Rp 6,347,000.00	Rp 5,712,300.00	Rp 634,700.00
TOTAL		Rp 10,449,599,098	Rp 9,404,639,188	Rp 1,044,959,909.820

Jaringan PDM dengan waktu paling optimal

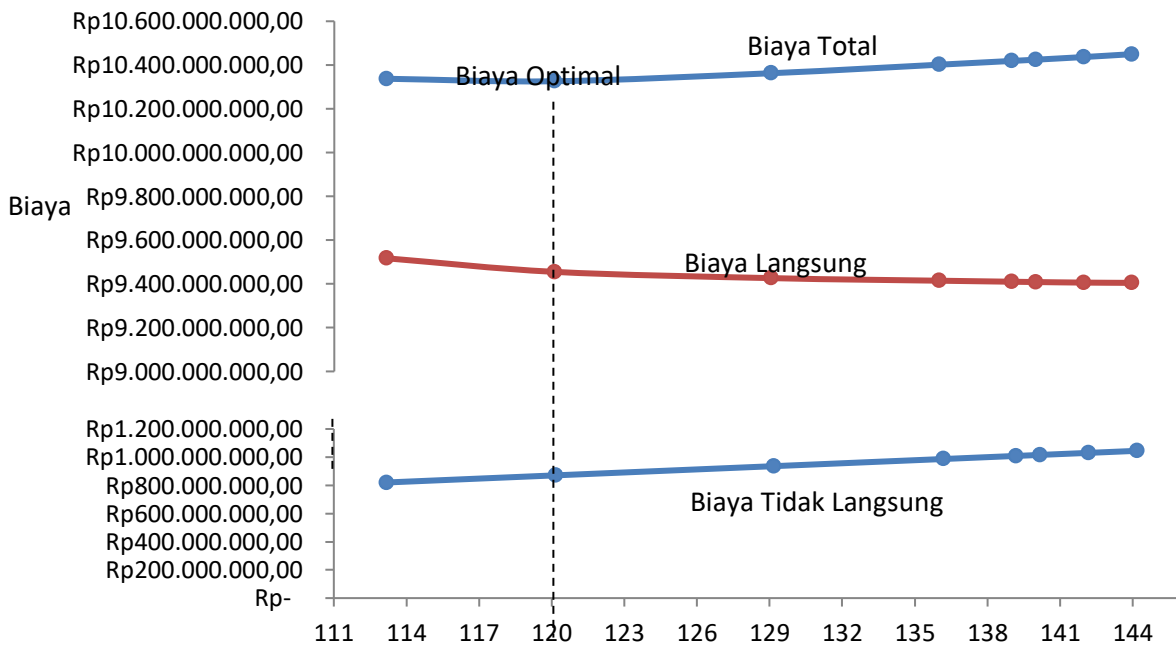


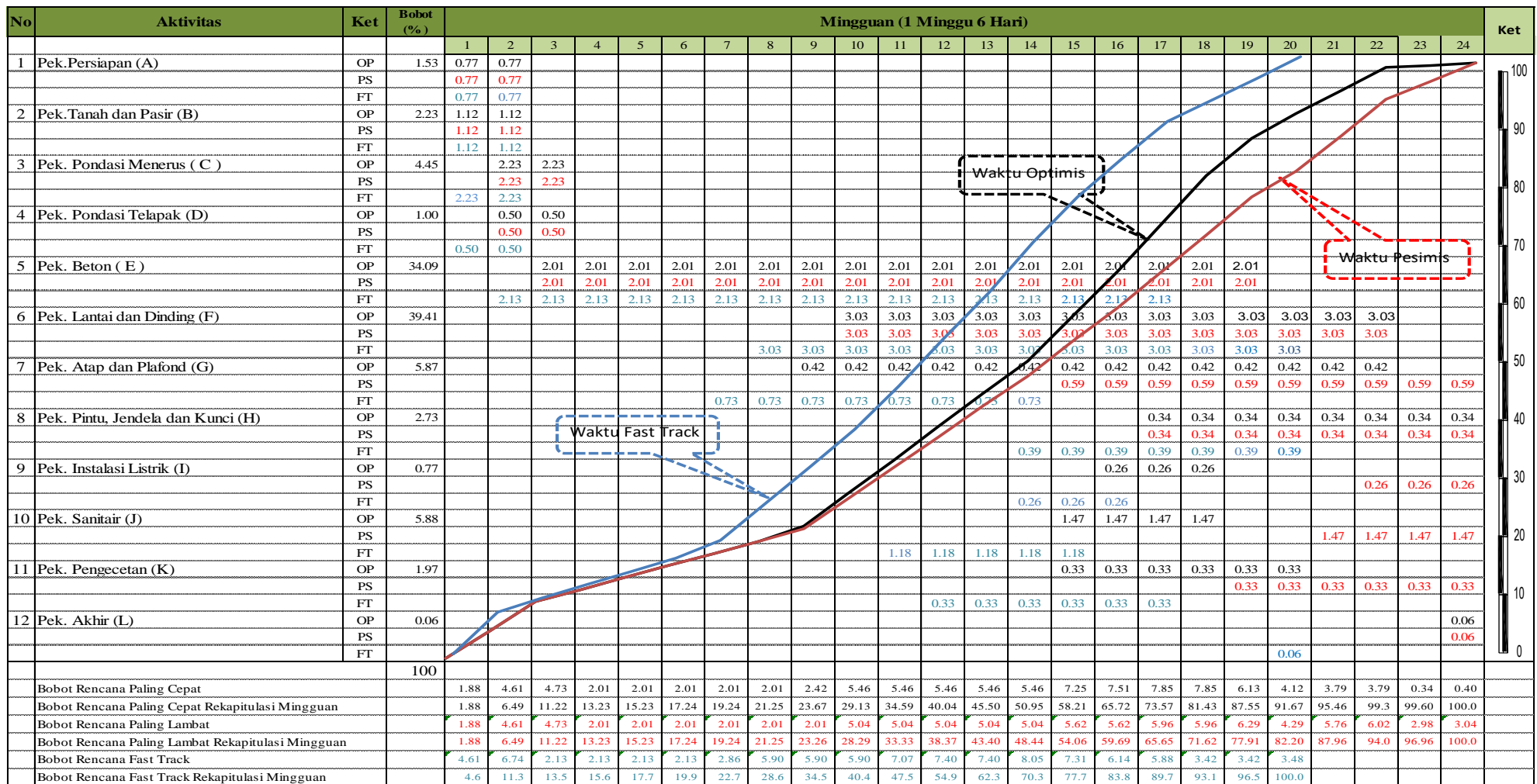
Tabel 11. Tabel *Least Cost Analysis*

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Hari	Selisih Biaya	Cost Slope	Pemendekan Hari						
I	Pekerjaan Persiapan	3	Rp 4.100.000,00	Rp 1.537.500,00				3			
II	Pekerjaan Tanah dan Pasir	1	Rp 1.248.750,00	Rp 1.498.500,00		1					
III	Pekerjaan Pondasi Menerus	2	Rp 2.518.750,00	Rp 1.259.375,00		2					
IV	Pekerjaan Pondasi Telapak	2	Rp 1.155.000,00	Rp 630.000,00	2						
V	Pekerjaan Beton	9	Rp 29.664.375,00	Rp 3.178.325,89					9		
VI	Pekerjaan Lantai dan Dinding	7	Rp 60.715.000,00	Rp 8.885.121,95							7
VII	Pekerjaan Atap dan Plafond	5	Rp 27.472.500,00	Rp 5.683.965,52							
VIII	Pekerjaan Pintu, Jendela dan Kunci	7	Rp 12.317.500,00	Rp 1.679.659,09				7			
IX	Pekerjaan Instalasi Listrik	3	Rp 2.620.000,00	Rp 924.705,88							
X	Pekerjaan Sanitair	4	Rp 2.040.000,00	Rp 556.363,64							
XI	Pekerjaan Pengecatan	6	Rp 19.410.000,00	Rp 3.425.294,12							
XII	Pekerjaan Akhir	0	Rp -	-							
	Durasi Proyek (Hari)		144	142	140	139	136	129	120	113	
	Kenaikan Biaya/hari		-	Rp 1.260.000,00	Rp 2.518.750,00	Rp 1.498.500,00	Rp 4.612.500,00	Rp 11.757.613,64	Rp 28.604.933,04	Rp 62.195.853,66	
	Project Crashing	Direct Cost	Rp 9.404.639.188,38	Rp 9.405.899.188,38	Rp 9.408.417.938,38	Rp 9.409.916.438,38	Rp 9.414.528.938,38	Rp 9.426.286.552,01	Rp 9.454.891.485,05	Rp 9.517.087.338,71	
		Indirect Cost	Rp 1.044.959.909,82	Rp 1.030.463.356,16	Rp 1.015.966.802,50	Rp 1.008.718.525,66	Rp 986.973.695,17	Rp 936.235.757,35	Rp 871.001.265,87	Rp 820.263.328,05	
	Least Cost Analysis	Total Project Cost	Rp 10.449.599.098,20	Rp 10.436.362.544,53	Rp 10.424.384.740,87	Rp 10.418.634.964,04	Rp 10.401.502.633,55	Rp 10.362.522.309,37	Rp 10.325.892.750,92	Rp 10.337.350.666,76	

Dari tabel disimpulkan bahwa dengan cara *least cost analysis*, biaya proyek yang paling optimal adalah sebesar Rp.10.325.892.750,92 dengan durasi optimal proyek 120 hari kerja.

Gambar 3. Kurva Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total





Gambar 4. Time Schedule Modifikasi

5. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan didapatkan hasil akhir sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan memodifikasi bangunan dari 1 lantai menjadi 2 lantai, didapat waktu perencanaan 138 hari kalender (hari kerja), dengan biaya menjadi Rp.10.449.550.000,00.
2. berdasarkan hasil analisa semua tahap perhitungan didapatkan waktu normal penyelesaian proyek sebesar 144 hari dengan total biaya Rp. 10.449.599.098,20 dan setelah dilakukan percepatan diperoleh waktu optimal sebesar 120 hari dan biaya proyek paling minimal sebesar Rp. 10.283.936.572,58 Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan percepatan terjadi pengurangan biaya sebesar. Rp.123.706.347,27 dengan total waktu 120 hari, dengan jumlah pengurangan waktu sebesar 24 hari.

Saran

1. Perlu adanya tinjauan mengenai perlunya penambahan tenaga kerja agar dapat mempercepat terselesainya pekerjaan
2. Banyaknya pengalaman tenaga kerja yang dimiliki perlu dipertimbangkan karena semakin banyak pengalaman kerja yang dimiliki maka semakin baik kinerja tenaga kerja.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Apri Widiya Laksana. 2014. Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek Dengan Analisa Crash Program. Semarang:Universitas Diponegoro.
- Hafnidar A.Rani. 2016. Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta:CV.Budi Utama
- Imam Soeharto, *Manajemen Proyek*, Penerbit Erlangga.
- Ir. AbrarHusen, MT,*ManajemenProyek*, PenerbitAndi.
- Ir.Irika Widiya Santi,MT dan Lenggogeni,MT. 2013. Manajemen Konstruksi. Jakarta:Remaja Rosdakarya
- Juan Sebastian Simatupang. 2015. Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi. Manado:Universitas Samratulangi-UNSRAT.
- Paulus Nugraha, Ishak Natan, R. Sutjipto, *Manajemen Proyek Konstruksi 2*, Penerbit Kartika Yudha.
- Wulfram I. Ervianto, *Teori- Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi.
- Yunita Afliana Messah. 2013. Pengendalian Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain. Kupang:Universitas Nusa Cendana.