

---

---

## ANALISA WAKTU DAN BIAYA PROYEK PEMBANGUNAN BANGUNAN BAWAH JEMBATAN BOOMPAY VII DI KAB. KEEROM

Santje M. Iriyanto<sup>1</sup> dan Rijal Tambun<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Santje M. Iriyanto, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, [santje\\_iriyanto@yahoo.com](mailto:santje_iriyanto@yahoo.com)

<sup>2</sup> Rizal Tambun, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura,

### ABSTRAK

Pelaksanaan suatu proyek dapat berhasil apabila sumber daya yang di gunakan secara efektif dan efisien. Terbatasnya sumber daya yang tersedia menyebabkan keterlambatan pada durasi proyek. Durasi kegiatan suatu proyek berkaitan erat dengan pembiayaan. Memperpendek durasi durasi proyek terhadap durasi normal memerlukan peningkatan sumberdaya seperti tenaga kerja, material, dan lain sebagainya yang beresiko terjadinya penambahan biaya langsung.

Optimasi perlu di lakukan untuk memperpendek durasi proyek dengan mengeluarkan biaya seminimal mungkin. Menggunakan metode CPM dapat mempermudah dalam proses perencanaan Penjadwalan, pengendalian dan, monitoring. Hasil keluaran dari metode CPM berupa Kurva S, tabel, biaya langsung, tak langsung, dan percepatan waktu dan biaya.

Hasil dari penggunaan metode CPM pada tahap Perencanaan normal biaya sebesar Rp 3,658,247,008.98 sedangkan dengan umur proyek 224 hari. Sedangkan hasil perencanaan menggunakan metode CPM dengan penambahan jam lembur dan penambahan biaya langsung menjadi sebesar Rp 3,968,327,242.69 dan dengan optimasi waktu 166 hari kerja. Dapat di asumsikan bahwa jika terjadi penambahan waktu maka biaya yang di perlukan akan mengalami penambahan, dan apabila biaya di kurangi maka akan terjadi keterlambatan pekerjaan.

**Kata kunci:** Waktu, Biaya, Critical Path Method (CPM), Jembatan

### 1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah suatu kontruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan rintangan, seperti jurang yang dalam, alur sungai, saluran irigasi, danau, jalan yang melintang tidak sebidang dan lain lain. Provinsi Papua adalah salah satu daerah yang di prerioritaskan dalam hal pembangunan infrastruktur, salah satunya di Kabupaten Keerom. Menggigit laju pertumbuhan ekonomi, peranan jaringan jalan dan jembatan sangatlah penting sebagai sarana transportasi dan mobilisasi yang utama pada ruas jalan di Kabupaten Keerom. Mengingat ruas ini merupakan jalur utama yang menghubungkan Kabupaten Keerom ke Kabupaten Mamberamo.

Pada pelaksanaan pekerjaan proyek ini dilakukan percepatan waktu pelaksanaan agar tidak mengalami keterlambatan pada proyek tersebut. Salah satu dari berbagai metode tersebut adalah metode jalur kritis *Critical Part Metode* ( CPM ) Metode jalur kritis merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan perusahaan untuk membantu memutuskan berbagai masalah. Khususnya pada proses perencanaan penjadwalan dan pengendalian proyek.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### Aspek Manajemen

Manajemen adalah usaha manusia untuk mencapai suatu hasil guna mencapai tujuan dengan cara efektif dan efisien melalui kegiatan sekelompok orang. Dalam pengertian manajemen, tujuan perlu di tetapkan terlebih dahulu sebelum melibatkan sekelompok orang masing- masing mempunyai kemampuan atau keahlian dalam rangka mencapai suatu hasil tertentu atau dengan kata lain, manajemen pada hakekatnya berfungsi untuk melaksanakan semua kegiatan yang di kerjakan dalam rangka mencapai tujuan untuk batas- batas tertentu.

Proses manajemen adalah seluruh tahapan dari awal penentuan sasaran atau tujuan sampai dengan akhir pencapaian sasaran atau tujuan tersebut. Dalam manajemen Proyek dikenal ada 5 (lima) proses siklus manajemen, yaitu, *Planing* (Perencanaan), *Organizing* (Pengorganisasian), *Staffing* (Penyediaan Staf), *Directing* (Pengarahan), dan *Controlling* (Pengontrolan).

### Sarana Manajemen

Sarana manajemen yaitu alat atau sarana yang di butuhkan untuk menggerakkan kegiatan manajemen dalam rangka mencapai suatu tujuan.

Ada 5 sarana- sarana yang menunjang proses manajemen, yaitu : Manusia (*man*), Uang (*money*), Material (*materials*), Mesin (*Machine*), dan Metode (*Method*).

Proyek adalah lintasan atau lintasan-lintasan kegiatan yang dimulai pada suatu saat awal dan selesai pada suatu saat akhir, yaitu pada saat tujuan proyek tercapai. Jika pernyataan ini dianggap sebagai kerangka, maka isi dari kerangka tersebut adalah keadaan awal untuk saat awal, keadaan akhir untuk saat akhir, dan teknologi untuk (lintasan-lintasan) kegiatan. Bila proyek dianggap sebagai sebuah item, maka *input-nya* adalah keadaan awal, *output-nya* adalah keadaan akhir, dan prosesnya adalah teknologi. *Kegiatan* pada hakikatnya adalah proses interaksi *input* yaitu sumber daya dengan keterampilan, untuk menghasilkan *output*, berupa produk tertentu

Didalam mencapai suatu tujuan suatu proyek telah di tentukan suatu batasan yaitu besar biaya yang dialokasikan, dan jadwal serta mutu yang harus di penuhi .ketiga batasan di atas disebut kendala. 1. Anggaran, 2. Jadwal, dan 3. Mutu

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

Untuk merencanakan dan melukiskan secara grafis dari aktifitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi, ada beberapa metode yang biasa dipakai antara lain :

### Diagram Balok ( *bart – chart* )

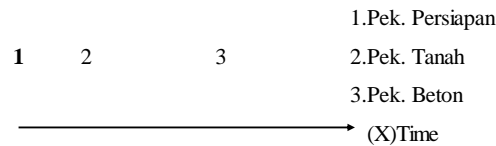
Diagram ini digunakan untuk pekerjaan yang tidak begitu rumit dan unit-unit aktifitas serta bentuk proses konstruksinya sederhana. Dalam alat ukur ini sumbu x adalah skala waktu dan sumbu y adalah skala aktivitas yang direncanakan untuk diukur waktu pelaksanaannya yang digambar dengan garis tebal secara horizontal. Garis tebal tersebut menyatakan lamanya suatu aktivitas dengan waktu awal (*start*) dan waktu akhir (*finish*).

**Tabel 1.** Contoh Diagram Balok

No	Urutan Pekerjaan	Minggu					
		1	2	3	4	5	6
1	Mobilisasi	—————					
2	Pembersihan		—————				
3	Galian Tanah			—————			
4	Pondasi				—————		
5	Pelebaran					—————	

### Diagram Garis

Diagram ini mirip dengan diagram balok, tapi penampilan informasinya menunjukkan dua variable, yaitu dari segi waktu dan volume pekerjaan seperti terlihat dibawah ini :



Gambar 1. Diagram Garis

**Diagram Panah ( Arrow Diagram )**

Metoda penjadwalan ini digunakan untuk mengorganisasi proyek yang melibatkan ribuan aktivitas yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Dalam metode ini para perencana dipaksa untuk memikirkan seluruh aspek kegiatan proyek sambil memperhatikan sasaran atau tujuan dari proyek tersebut. Disamping itu pula para perencana harus menentukan bagaimana cara sebaik-baiknya untuk mengurangi waktu yang diperlukan untuk melaksanakan konstruksi sehingga menghasilkan pengurangan jumlah biaya langsung seminim mungkin.

**Diagram (Precedence)**

Merupakan penyempurnaan dari diagram panah, karena diagram panah pada prinsipnya hanya memakai satu jenis hubungan awal - akhir, maka pada diagram precedence dapat digambarkan dengan 4 hubungan aktivitas yaitu hubungan awal-awal ( *start to start* ), awal – akhir ( *start - end* ), akhir - awal ( *end to start* ) dan akhir - akhir ( *end – end* ).

Ciri-ciri diagram precedence adalah sebagai berikut :

- Aktivitas-aktivitas tidak dinyatakan dengan panah ( *arrow* ) lagi, tapi dimasukkan node, lingkaran atau kotak ( *block* ).
- Anak panah / garis penghubung tidak mempunyai durasi, hingga pada diagram *precedence* tidak diperlukan aktivitas dummy lagi sehingga diagram lebih bersih.

Sebagai pedoman atau kunci dari *node / block* dapat dilihat dibawah ini :



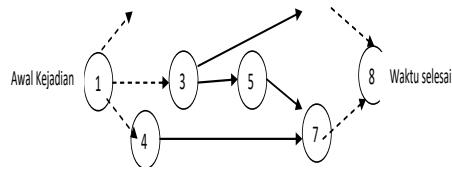
Gambar 2. Contoh Pedoman Diagram Precedence

Keterangan :

- MA = ES = Mulai paling awal (*Earlist start*)
- BA = EF = Berakhir paling awal (*Earlist Finish*)
- ML =LS = Mulai paling lambat (*Latest start*)
- BL = LF = Berakhir paling lambat (*Latest Finish*)
- ID = Identifikasi
- DUR = Duration (*waktu*)

**Jaringan Kerja**

Diagram jaringan kerja merupakan logika model yang menggambarkan hubungan antara masing-masing kegiatan dan menjelaskan arus dari operasi sejak awal hingga selesainya kegiatan-kegiatan proyek. Diagram jaringan kerja mempunyai dua peranan. Yakni, pertama sebagai alat perencanaan proyek dan yang kedua sebagai ilustrasi secara grafik dari kegiatankegiatan suatu proyek. Oleh karena itu diagram suatu jaringan kerja harus mampu memberi gambaran tentang dimulainya dari awal kegiatan sampai diselesaikannya kegiatan tersebut.



**Gambar 3.** *Network* Suatu Kegiatan

Hubungan logikanya dengan garis- garis penghubung yang arah bacanya selali dari arah kiri ke kanan dan tidak boleh kembali ke kiri. Penggunaan anak panah juga diperkenankan tetapi hanya sebagai penghubung saja. Dari gambar di bawah ini dapat di lihat bahwa aktivitas *dummy* sudah tidak perlu lagi pada diagram *precedence*.

### **PERT ( *Project Evaluation Review Tecnique* )**

“PERT adalah metode penjadwalan proyek yang berdasarkan jaringan waktu yang memerlukan tiga dugaan waktu untuk setiap kejadian: optimis, paling mungkin dan pesemis. Dengan menggunakan tiga dugaan waktu ini, peluang penyelesaian proyek pada tanggal yang di tetapkan dapat di hitung, bersama dengan waktu mulai dan akhir standar untuk setiap kegiatan atau kejadian”. Maksud dari ketiga dugaan tersebut adalah:

- Waktu Optimis (a)  
Yaitu merupakan waktu perkiraan kegiatan terbaik yang dapat di harapkan andai kata segala sesuatu berjalan dengan baik, dan hal ini hanya dapat di capai sekitar 1 % dari waktu.
- Waktu Paling Mungkin (m)  
Yaitu waktu kegiatan yang akan terjadi bila suatu kegiatan di laksanakan dalam kondisi normal, dengan penundaan- penundaan tertentu yang dapat diterima.
- Waktu Pesimis
- Yaitu merupakan waktu terjelek, andai kata bila terjadi hambatan atau penundaan yang banyak.

### **Kurva S**

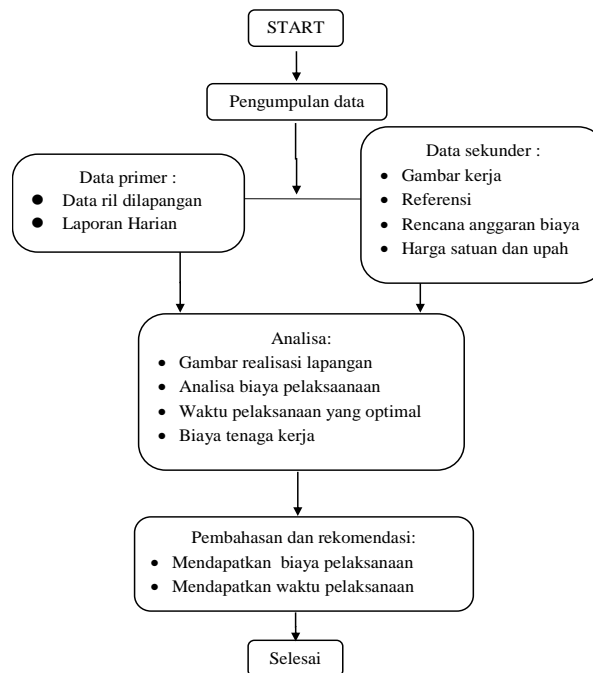
Diagram kurva-S merupakan representasi dari sebuah proyek, sub proyek atau kumpulan aktivitas yang dapat di buat kurva-S nya. Cara membuatnya adalah selalu di kaitkan dengan jadwal aktivitas. Apabila kurva- S ini di kaitkan dengan diagram skala waktu, maka keduanya merupakan alat yang paling efektif untuk memonitor besaran waktu yang telah dicapai, prestasi kerja yang telah di capai dan yang telah di belanjakan.

## **3. METODE PENELITIAN**

### **Jenis Data Perencanaan**

- a. Data primer, merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya atau data data yang ditinjau langsung, diantara lainnya:
  - Data yang diperoleh langsung dari lapangan.
  - Data yang diperoleh dari penanggung jawab lapangan, dimana data dalam bentuk data harian, yang mencakup material material yang masuk, dan jumlah tenaga kerja, dimana data ini dasar awal peneliti untuk mengoptimasi.
- b. Data sekunder diperoleh diantara lainnya:
  - Gambar Rencana pembangunan Jembatan Boompay VII Distrik Senggi Kabupaten Keerom.
  - Rencana Anggaran Biaya (RAB).
  - Daftar Harga satuan dan upah kerja.

### Bagan alur penelitian



**Gambar 4.** Bagan Alur Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perencanaan Waktu Normal Dan Biaya Normal

Pada perencanaan proyek keseluruhan secara garis besar dilaksanakan pada taraf permulaan proyek dan selalu ditinjau ulang ketika perkembangannya tidak sesuai dengan rencana. Perhitungan waktu dan biaya lah cara agar perencanaan proyek menjadi tepat sasaran.

### Perhitungan Volume Pekerjaan

Dalam perencanaan anggaran biaya pekerjaan, besarnya kebutuhan material dapat di hitung dengan perhitungan volume bangunan, dan berikut contoh perhitungan volume bangunan. Suatu pekerjaan pasangan batu dengan ukuran  $L_1 = 0.80$  m,  $L_2 = 0.30$  m,  $T = 3.00$  m,  $P = 60$  m. maka volume pasangan batu adalah  $(L_1 + L_2) / 2 \times T \times P = (0.80 + 0.30) / 2 \times 3.00 \times 60.00 = 99$  dan biasa satuan yang dipakai menggunakan  $M^3$ , 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. Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH	BIAYA LANGSUNG	BIAYA TAK LANGSUNG
1	Mobilisasi	LS	1	124,000,000.00	124,000,000.00	111,600,000.00	11,160,000.00
2	Jembatan Sementara	LS	1	78,979,517.45	78,979,517.45	71,081,565.71	7,108,156.57
3	Galian Struktur Kedalaman 0 - 2 M	M <sup>3</sup>	209.00	48,747.00	10,188,123.00	9,169,310.70	916,931.07
4	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	M <sup>3</sup>	1538.36	194,899.38	299,824,435.72	269,841,992.15	26,984,199.21
5	Beton Isian Pipa fc' = 20 Mpa	M <sup>3</sup>	26.07	3,023,242.01	78,820,212.20	70,938,190.98	7,093,819.10
6	Beton Abutmen fc' = 20 Mpa	M <sup>3</sup>	178	3,023,242.01	538,137,077.78	484,323,370.00	48,432,337.00
7	Beton Tahud fc' = 20 Mpa (Sisi 1)	M <sup>3</sup>	15.33	3,023,242.01	46,346,300.01	41,711,670.01	4,171,167.00
8	Beton Tahud fc' = 20 Mpa (Sisi 2)	M <sup>3</sup>	24.20	3,023,242.01	73,173,340.31	65,856,006.28	6,585,600.63
9	Beton Lantai kerja fc' = 10 Mpa	M <sup>3</sup>	11.684	1,876,280.61	21,922,462.65	19,730,216.38	1,973,021.64
10	Tulangan Abutmen U24 Polos	Kg	888.33	23,088.54	20,510,287.07	18,459,258.36	1,845,925.84
11	Tulangan Wing wall U24 Polos	Kg	158.59	23,088.54	3,661,696.52	3,295,526.87	329,552.69
12	Tulangan Spiral U24 Polos	Kg	2167.39	23,088.54	50,041,772.67	45,037,595.40	4,503,759.54
13	Tulangan Pasangan Batu U24 Polos (Sisi 1)	Kg	1692.45	23,088.54	39,076,166.28	35,168,549.65	3,516,854.96
14	Tulangan Pasangan Batu U24 Polos (Sisi 2)	Kg	1115.73	23,088.54	25,760,593.82	23,184,534.44	2,318,453.44
15	Tulangan Abutmen U32 Ulir	Kg	19,691.00	41,044.67	808,210,408.49	727,389,367.64	72,738,936.76
16	Tulangan Wing Wall U32 Ulir	Kg	5,630.15	41,044.67	231,087,842.53	207,979,058.28	20,797,905.83
17	Tulangan Pipa Pancang U32 Ulir	Kg	5,002.25	41,044.67	205,315,675.55	184,784,108.00	18,478,410.80
18	Penyediaan Tiang Pancang	M <sup>1</sup>	375	2,902,582.99	1,088,468,621.25	979,621,759.13	97,962,175.91
19	Pemancangan Tiang Pancang	M <sup>1</sup>	320.25	153,055.08	49,015,843.45	44,114,259.11	4,411,425.91
20	Pasangan Batu (Sisi 1)	M <sup>3</sup>	78.89	1,324,018.69	104,451,834.45	94,006,651.01	9,400,665.10
21	Pasangan Batu (Sisi 2)	M <sup>3</sup>	126.68	1,324,018.69	167,726,687.65	150,954,018.88	15,095,401.89
Jumlah (A)					<b>4,064,718,898.87</b>	<b>3,658,247,008.98</b>	<b>365,824,700.90</b>
Overhead & Brovid 10% (B)					406,471,889.89		
Jumlah Total (A + B)					4,024,071,709.88		
Dibulatkan					<b>4,024,071,000.00</b>		

### Perhitungan Waktu Normal

Perhitungan waktu normal adalah penyelesaian dalam suatu aktivitas atau pekerjaan dalam waktu normal ataupun biaya yang normal untuk mencapai suatu tujuan atau sasaran yang tepat sesuai yang direncanakan. Contoh perhitungan waktu normal galian struktur kedalam 0-2 M.

Penimbunan menggunakan alat excavator dengan spesifikasi berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket} &= V && 0,93 \text{ M3} \\
 \text{Factor Bucket} &= Fb && 1 \\
 \text{Factor efisiensi alat} &= Fa && 0,83 \\
 \text{Factor efisiensi alat ke padat} &= Fvl && 0,9 \\
 \text{Waktu siklus} &= Tsl && \\
 \text{Menggali, memuat} &= T1 && 1 \text{ Menit} \\
 \text{Lain-lain} &= T2 && 0,1 \text{ Menit} \\
 \text{Waktu siklus} &= T1 \times Fv && 11 \text{ Menit} \\
 \text{Kapasitas produksi/jam} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times Fvl \times 60}{Tsl} && = \frac{0,93 \times 1 \times 0,83 \times 0,9 \times 60}{11} \\
 &&& = 37,8933 \text{ M3} \\
 \text{Produktifitas/ Hari} &= 37,8933 \times 8 \text{ Jam} && = 303,146 \text{ M3 /Hari} \\
 \text{Jumlah Volume galian} &= 209.00 \text{ m3} && \\
 \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{Produktifitas} && \\
 &= 209.00 / 303,146 && \\
 &= 0,689436 \approx 1 \text{ Hari} &&
 \end{aligned}$$

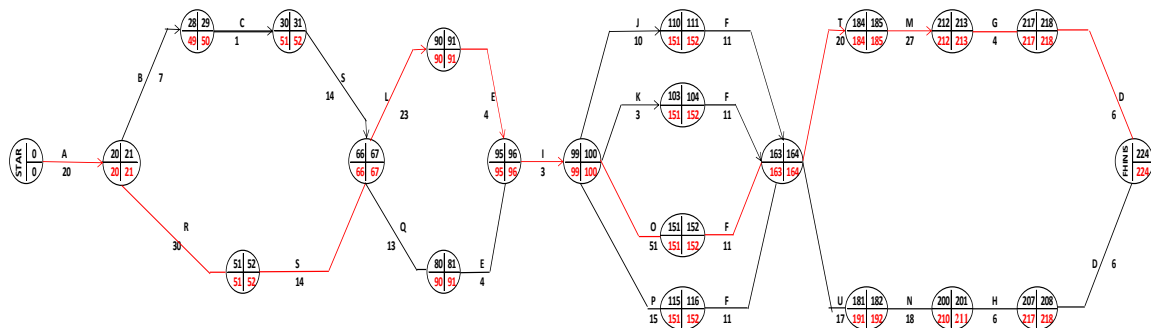
Tabel 3. Durasi Pekerjaan

NO	ITEM PEKERJAAN	Satuan	Volume [z]	Jumlah Tenaga Kerja			Koevisien			Jumlah Tenaga Kerja [a] + [b] + [c]	Jumlah Koevisi [a1] + [a2] + [a3]	P = Durasi [z] x [d2] / [d1]	Pembulatan
				Pekerja [a]	Tukang [b]	Mandor [c]	Pekerja [a1]	Tukang [a2]	Mandor [a3]				
1	Mobilisasi	Ls	1.00									20	
2	Jembatan sementara	Ls	1.00									7	
3	Galian Struktur kedalaman 0-2 M	M³	209.00								0.689436773	1	
4	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	M³	1538.36								5.074634005	6	
5	Beton Isian Pipa f'c = 20 Mpa	M³	26.07	14	4	1	1.0036	1.5054	0.2509	19	2.7599	3.78708	4
6	Beton Abutmen f'c = 20 Mpa	M³	178.00	40	6	1	1.0036	1.5054	0.2509	47	2.7599	10.45239	11
7	Beton Talud f'c = 20 Mpa (Sisi 1)	M³	15.33	10	2	1	1.0036	1.5054	0.2509	13	2.7599	3.25456	4
8	Beton Talud f'c = 20 Mpa (Sisi 2)	M³	24.20	10	2	1	1.0036	1.5054	0.2509	13	2.7599	5.13842	6
9	Beton Lantai kerja f'c = 10 Mpa	M³	11.684	20	2	1	4.7312	0.3943	0.3943	23	5.5198	2.80406	3
10	Tulangan Abutmen U24 Polos	Kg	888.33	8	2	1	0.1050	0.0035	0.0035	11	0.1120	9.04483	10
11	Tulangan Wing wall U24 Polos	Kg	158.59	8	2	1	0.1050	0.0350	0.0350	11	0.1750	2.52308	3
12	Tulangan Spiral U24 Polos	Kg	2167.39	8	2	1	0.1050	0.0035	0.0035	11	0.1120	22.06793	23
13	Tulangan Pasangan Batu U24 Polos (Sisi 1)	Kg	1692.45	8	2	1	0.1050	0.0350	0.0350	11	0.1750	26.92532	27
14	Tulangan Pasangan Batu U24 Polos (Sisi 2)	Kg	1115.73	8	2	1	0.1050	0.0350	0.0350	11	0.1750	17.75026	18
15	Tulangan Abutmen U32 Ulir	Kg	19691.00	8	2	1	0.0210	0.0035	0.0035	11	0.0280	50.12253	51
16	Tulangan Wing Wall U32 Ulir	Kg	5630.15	8	2	1	0.0210	0.0035	0.0035	11	0.0280	14.33130	15
17	Tulangan Pipa Pancang U32 Ulir	Kg	5002.25	8	2	1	0.0210	0.0035	0.0035	11	0.0280	12.73300	13
18	Penyediaan Tiang Pancang	M'	375.00										30
19	Pemancangan pipa diameter 400 mm	M'	320.25										14
20	Pasangan Batu (Sisi 1)	M³	78.89	8	2	1	1.5771	0.7885	0.3943	11	2.7599	19.79357	20
21	Pasangan Batu (Sisi 2)	M³	126.68	16	4	1	1.5771	0.7885	0.3943	21	2.7599	16.64883	17
											<b>Jumlah</b>		<b>303</b>

**Perhitungan Total Waktu Penyelesaian Proyek**

Perhitungan Total Waktu adalah total jumlah waktu normal yang diperoleh dari masing masing aktivitas untuk mendapatkan jadwal rencana kegiatan dan juga bisa mengetahui dimana letak kegiatan/aktivitas yang kritis atau non kritis.

- Kritis adalah dimana kegiatan/aktivitas yang tidak bisa ditunda.
- Non kritis adalah kegiatan yang bisa ditunda berdasarkan jarak atau rentang yang ada pada jadwal kegiatan.



**Gambar 5.** Aero Diagram Waktu Normal

Keterangan :

Jadwal rencana kegiatan waktu normal proyek dapat diselesaikan dengan total waktu 224 hari kalender.

**Perhitungan waktu dan biaya dipercepat**

Perhitungan waktu dan biaya dipercepat adalah merencanakan waktu penyelesaian lebih cepat dari waktu normal dan dalam percepatan waktu akan berdampak pada biaya atau pembengkakan biaya. Berikut ini adalah perhitungan waktu dan biaya dipercepat.

- Timbunan Biasa dari Sumber Galian

Waktu Normal = 6 hari  
 Volume Pekerjaan = 1538.36 M<sup>2</sup>  
 Volume Normal/Hari =  $\frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Waktu Normal}} = \frac{1538.36}{6} = 256,39 \text{ M}^2/\text{hari}$   
 Volume Normal/Jam =  $\frac{\text{Volume normal/hari}}{8 \text{ jam kerja}} = \frac{256,39}{8,00} = 32,04 \text{ M}^2/\text{jam}$

**Tambahan 4 Jam Lembur**

Volume Lembur/Hari = Volume Normal/Jam x 0,85 x 4 Jam Lembur  
 = 32,04 x 0,85 x 4  
 = 108,936 M<sup>2</sup>

---



---

Total Volume/Hari	= Volume Normal/Hari + Volume Lembur/Hari
	= 256,39 + 108,936
	= 365,326 M <sup>2</sup> /Hari
Waktu Dipercepat	= $\frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Total Volume/Hari}}$
	= $\frac{1538.36}{365.326}$
	= 5 Hari (dari durasi normal 6 hari)
Biaya Normal	= Rp, 299.824.435,72
Biaya Normal/Hari	= $\frac{\text{Biaya Normal}}{\text{Waktu Normal}}$
	= $\frac{299.824.435,72}{6}$ = Rp.49.970.739,29
Biaya Normal/Jam	= $\frac{\text{Biaya normal/hari}}{8 \text{ Jam Kerja}}$
	= $\frac{49.970.739,29}{8,00}$ = Rp. 6.246.342,411
	<b>Tambahan Biaya 4 Jam Lembur</b>
Biaya tenaga terdiri dari	Pekerja = 15.000/jam      120.000/hari
	Tukang = 20.000/jam      160.000/hari
	Mandor = 24.375/jam      195.000/hari +
	Rp. 59.375/jam      Rp. 475.000/hari
Biaya Lembur/Hari	= Biaya Tenaga/jam x 120% x 4 Jam Lembur
	= 59.375 x 120% x 4
	= Rp, 285.000
Total Biaya/Hari	= Biaya Normal/Hari + Biaya Lembur/Hari
	= Rp. 49.970.739,29 + Rp. 285.000
	= Rp. 50.255.739,29
Biaya Dipercepat	= Biaya Normal+(Waktu DipercepatxBiaya Lembur)
	= 299.824.435,72+( 5 x Rp 285.000 )– (1x475.000 )
	= Rp. 300.774.435,72

Untuk perhitungan waktu dan biaya dipercepat dapat dilihat pada tabel berikut :

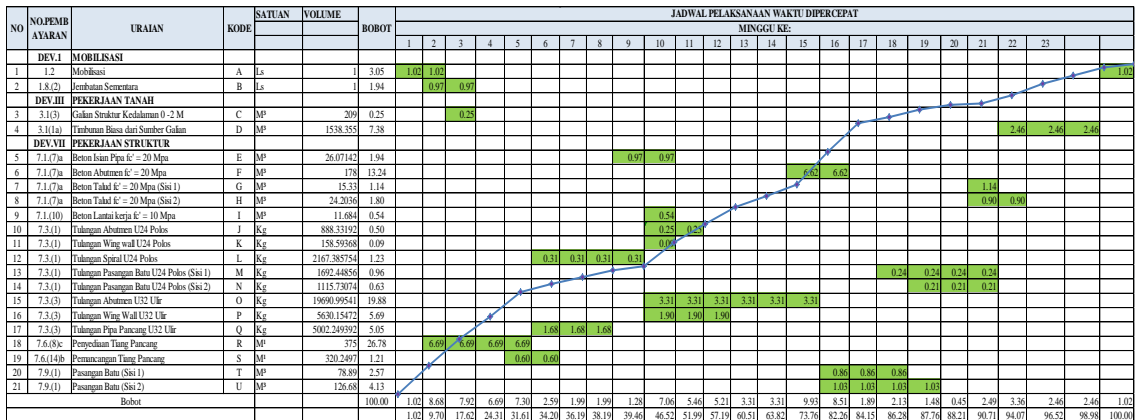


Tabel 4. Perhitungan Waktu dan Biaya di Percepat

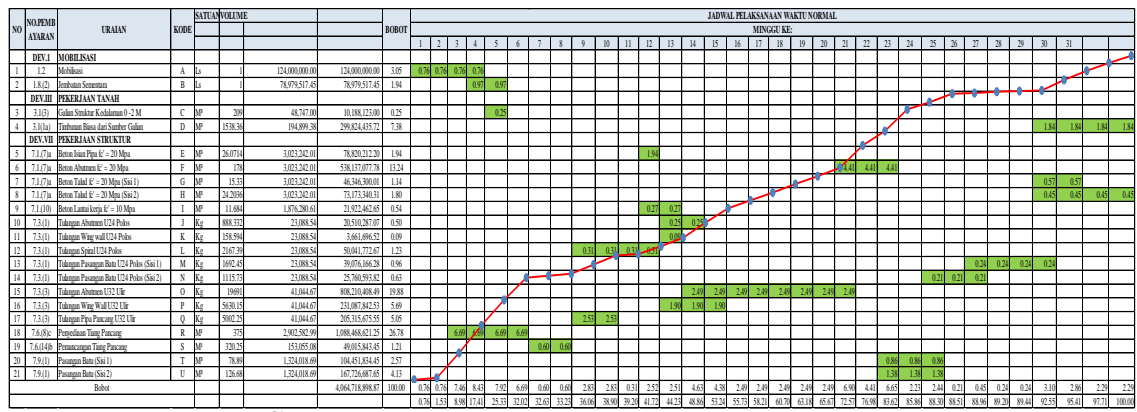
No	Uraian Pekerjaan	sat	Volume	Harga Normal (Rp)	Waktu Normal	Volume Per Hari	Volume Per Jam	Volume Jani	Total Volume Per Hari	Waktu Dipercepat	Percepatan	Biaya Normal Per Hari (Rp)	Biaya Normal Per Jani (Rp)	Biaya tumpang jam					Total Biaya	Total Biaya	Biaya Lanjut Per Hari	Total Biaya	Biaya					
														Pekerja	Tekang	Alat	K.Tekang	Mandor						Tengga jam	Tengga hari	Biaya Lanjut Per Hari	Biaya	
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	
<b>MOBILISASI</b>																												
1	Banc Camp	La	1.06	124.000.000,00	28	0.142857	0.0178571	0.060714286	0.2035714	5	2	571.4285.714	714.285.714	15.000,00	20.000,00													
2	Pendukung/Fasilitas Lab	Hari		10.000.000,00																								
3	Sewa Tanah	Hari		15.000.000,00	1																							
4	Layanan Dokumentasi	Hari		5.000.000,00																								
5	50 Mobil Dukung	Hari		10.000.000,00																								
6	Generator 80-140 Hp	Hari		12.000.000,00	1																							
7	Cocor Malar	Hari		2.000.000,00	1																							
8	PR Diker + Hammer	Hari		13.000.000,00	2																							
9	Dump Truck 35 Ton	Hari		2.000.000,00																								
10	Penambakan	Hari		15.000.000,00	7																							
11	Jembatan Sementara	Hari		78.979.517,45	7																							
<b>B PEKERJAAN TANAH</b>																												
1	Galian Struktur Kedalaman 0-2 M	M <sup>3</sup>	209,00	10.188.123,00	1																							
2	Timbunan Biasa dari sumber Galan	M <sup>3</sup>	1538,36	299.834.435,72	6	256,3925	32.049,963	108.9668125	365,39913	5	1	49.970.739,29	6.246.342,41	15.000,00	20.000,00													
<b>C PEKERJAAN STRUKTUR</b>																												
1	Beton Batu Pipa f'c = 20 Mpa	M <sup>3</sup>	26,07	78.820.212,20	4	6,517505	0,8147339	2.73088755	9,2879454	3	1	12.092.968,04	1.511.621,01	15.000,00	20.000,00													
2	Beton Abutmen f'c = 20 Mpa	M <sup>3</sup>	178	538.137.077,78	11	16,18182	2.022,2723	6.87222227	23,059901	6	3	48.921.521,53	6.115.194,07	15.000,00	20.000,00													
3	Beton Tdalk f'c = 20 Mpa (Sisi 1)	M <sup>3</sup>	15,33	46.346.300,01	4	3,8325	0,4796925	1.6288125	5,4613125	3	1	11.586.575,00	1.448.321,88	15.000,00	20.000,00													
4	Beton Tdalk f'c = 20 Mpa (Sisi 2)	M <sup>3</sup>	24,28	73.715.340,71	6																							
5	Beton Lantai kerja f'c = 10 Mpa	M <sup>3</sup>	11,68	21.922.462,65	3	3,894667	0,4868333	1.65233333	5,5499	2	1	7.307.487,55	913.835,94	15.000,00	20.000,00													
6	Tulangan Abutmen U24 Pokos	Kg	888,31	20.510.287,07	0																							
7	Tulangan Wng wall U24 Pokos	Kg	158,59	3.661.696,52	3																							
8	Tulangan Spiral U24 Pokos	Kg	2167,39	58.841.772,67	23	94,22416	11,7927	40,04951928	134,28388	17	6	2.125.739,28	271.968,18	15.000,00	20.000,00													
9	Tulangan Pasangan Batu U24 Pokos (Sisi 1)	Kg	1692,45	39.874.464,28	27	62,68228	7,83434	26,440769	89,326654	19	8	1.447.265,42	180.908,13	15.000,00	20.000,00													
10	Tulangan Pasangan Batu U24 Pokos (Sisi 2)	Kg	1115,77	25.760.593,82	18																							
11	Tulangan Abutmen U32 Ulr	Kg	19691,00	808.210.408,49	51	386,0979	48,262244	164,0916284	550,18958	36	15	15.847.262,91	1.880.907,86	15.000,00	20.000,00													
12	Tulangan Wng Wall U32 Ulr	Kg	5630,15	231.087.842,53	15																							
13	Tulangan Pipa Pasangan U32 Ulr	Kg	9092,29	206.516.675,93	13																							
14	Perencanaan Tiang Pancang	Kg	375,00	1.088.468.621,25	30	12,5	1,5625	5,3125	17,4125	21	9	362.822.873,75	45.352.889,22	15.000,00	20.000,00													
15	Pemancangan Tiang Pancang	Kg	49015841,45	49.015.843,45	14	3501132	437641,46	1487980,962	4989112,46	10	4	3.501.131,68	437.641,46	15.000,00	20.000,00													
16	Pasangan Batu (Sisi 1)	M <sup>3</sup>	78,89	147.726.687,65	20	3,9445	0,4930925	1,676132	5,6297125	14	6	8.386.334,38	1.048.591,80	15.000,00	20.000,00													
17	Pasangan Batu (Sisi 2)	M <sup>3</sup>	126,68	167.750.607,65	17																							

Time Schedule Rencana Waktu Normal Dan Dipercepat

Time schedule adalah sebuah grafik yang menunjukkan awal mulai dengan sampai akhir kegiatan,time schedule dapat menunjukan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan,waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi time schedule dapat memberi informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana.



Gambar 6. Grafik Time Schedule Schedule Waktu Normal



Gambar 7. Grafik Time Schedule Schedule Waktu Dipercepat

## Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Biaya langsung adalah semua biaya yang dikeluarkan secara langsung berhubungan erat dengan aktivitas proyek yang sedang berjalan seperti biaya bahan dan material, biaya upah tenaga kerja, biaya alat dan biaya sub kontraktor.

Biaya tidak langsung adalah biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan proyek tetapi tidak berhubungan langsung dengan kegiatan yang bersangkutan seperti biaya *over head*, biaya tidak terduga dan keuntungan. Contoh Perhitungan *cost slope* :

- Mobilisasi

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{\text{Biaya dipercepat} - \text{Biaya Normal}}{\text{Waktu Normal} - \text{Waktu Dipercepat}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 124,475,000 - \text{Rp. } 124,000,000}{20 \text{ hari} - 17 \text{ hari}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 475,000}{3 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp. } 158,333.33 \end{aligned}$$

Dari Perhitungan di atas, maka *Cost Slope* dari semua kegiatan proyek dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 5. Perhitungan *Cost Slope***

NO	URAIAN PEKERJAAN	WAKTU NORMAL		WAKTU DIPERCEPAT		COST SLOPE
		HARI	BIAYA	HARI	BIAYA	
1	Mobilisasi	20	124,000,000.00	17	124,475,000.00	158,333.33
2	Timbunan Biasa dari sumber Galian	6	299,824,435.72	5	300,774,435.72	950,000.00
3	Beton Isian Pipa $f'c = 20$ Mpa	4	78,820,212.20	3	79,200,212.20	380,000.00
4	Beton Abutmen $Fc' = 20$ Mpa	11	538,137,077.78	8	538,992,077.78	285,000.00
5	Beton Tahap $f'c = 20$ Mpa (Sisi 1)	4	46,346,300.01	3	46,726,300.01	380,000.00
6	Beton Lantai kerja $f'c = 10$ Mpa	3	21,922,462.65	2	22,017,462.65	95,000.00
7	Tulangan Spiral U24 Polos	23	50,041,772.67	17	52,036,772.67	332,500.00
8	Tulangan Pasangan Batu U24 Polos (Sisi 1)	27	39,076,166.28	19	40,691,166.28	201,875.00
9	Tulangan Abutmen U32 Ulir	51	808,210,408.49	36	811,345,408.49	209,000.00
10	Penyediaan Tiang Pancang	30	1,088,468,621.25	21	1,089,476,621.25	112,000.00
11	Pemancangan Tiang Pancang	14	49,015,843.45	10	75,965,843.45	6,737,500.00
12	Pasangan Batu (Sisi 1)	20	167,726,687.65	14	168,866,687.65	190,000.00
	<b>TOTAL</b>	<b>213</b>	<b>3,311,589,988.15</b>	<b>155</b>	<b>3,350,567,988.15</b>	<b>10,031,208.33</b>

## Analisa Waktu dan Biaya Akibat Percepatan dan Penambahan Biaya (TCTO)

*Time Cost Trade Off* (TCTO) merupakan kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi), biaya, dan pendapatan. Tujuannya adalah memanfaatkan proyek dengan durasi yang dapat diterima dan meminimalisasi biaya total proyek.

**Tabel 6. Crash 1 ( Kegiatan I )**

NO. CRASH	KODE	KEGIATAN	WAKTU	COST SLOPE/
			CRASH	HARI
CRASH 1	I	Beton Lantai kerja $f'c = 10$ Mpa	1	95,000.00
CRASH 2	R	Penyediaan Tiang Pancang	9	112,000.00
CRASH 3	A	Mobilisasi	3	158,333.33
CRASH 4	T	Pasangan Batu (Sisi 1)	6	190,000.00
CRASH 5	M	Tulangan Pasangan Batu U24 Polos (Sisi 1)	8	201,875.00
CRASH 6	O	Tulangan Abutmen U32 Ulir	15	209,000.00
CRASH 7	F	Beton Abutmen $Fc' = 20$ Mpa	3	285,000.00
CRASH 8	L	Tulangan Spiral U24 Polos	6	332,500.00
CRASH 9	E	Beton Isian Pipa $f'c = 20$ Mpa	1	380,000.00
CRASH 10	G	Beton Tahap $f'c = 20$ Mpa (Sisi 1)	1	380,000.00
CRASH 11	D	Timbunan Biasa dari sumber Galian	1	950,000.00
CRASH 12	S	Pemancangan Tiang Pancang	4	6,737,500.00

## Crash 1 kegiatan Beton Lantai Kerja $f'c = 10$ Mpa ( I )

Total waktu : 224 hari

Biaya langsung : 3,658,247,008.98

Kegiatan [I] dari 3 hari menjadi 2 hari [1 hari],sehingga proyek selesai dalam waktu 223 hari,jadi biaya langsung menjadi

$$\text{Rp. } 3,658,247,008.98 + 1 \text{ hari} \times 95,000.00 \text{ (cost slope)} = \text{Rp. } 3,658,342,008$$

Biaya tak langsung : 365,824,700.90

Kegiatan [I] dari 3 hari menjadi 2 hari [ hari],sehingga proyek selesai dalam waktu 223 hari,jadi biaya tak langsung menjadi

$$\text{Rp. } 365,824,700.90 - 1 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1,633,145.986(\text{Btl/hari}) = \text{Rp. } 364,191,554.9$$

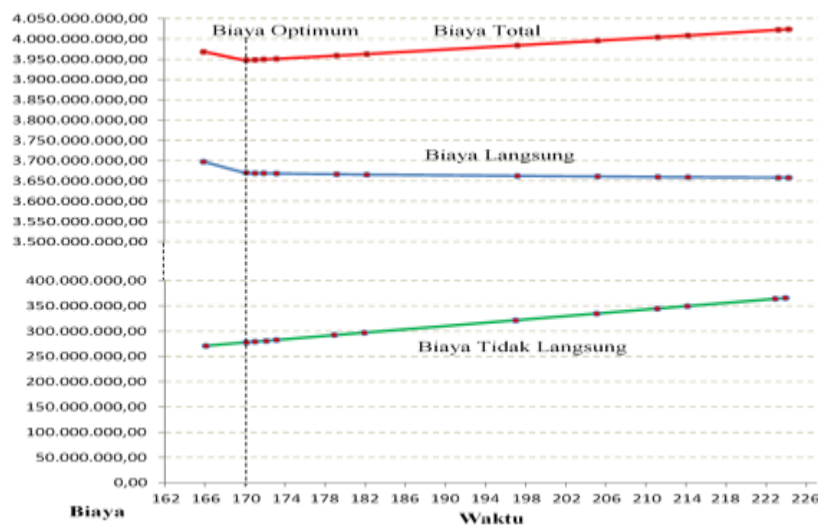
Dari perhitungan di atas dapat dilihat pada table di bawah ini :

**Tabel 7. Crash Program**

N0	WAKTU CRASH	COST SLOPE/ HARI	TOTAL WAKTU	BIAYA LANGSUNG	BIAYA TAK LANGSUNG	BIAYA TOTAL
			224	3.658,247,008.98	365,824,700.90	
CRASH 1	1	95,000.00	223	3.658,342,008.98	364,191,554.91	4,022,533,563.89
CRASH 2	9	112,000.00	214	3.659,350,008.98	349,493,241.04	4,008,843,250.02
CRASH 3	3	158,333.33	211	3.659,825,008.98	344,593,803.08	4,004,418,812.06
CRASH 4	6	190,000.00	205	3.660,965,008.98	334,794,927.16	3,995,759,936.14
CRASH 5	8	201,875.00	197	3.662,580,008.98	321,729,759.28	3,984,309,768.26
CRASH 6	15	209,000.00	182	3.665,715,008.98	297,232,569.49	3,962,947,578.47
CRASH 7	3	285,000.00	179	3.666,570,008.98	292,333,131.53	3,958,903,140.51
CRASH 8	6	332,500.00	173	3.668,565,008.98	282,534,255.61	3,951,099,264.59
CRASH 9	1	380,000.00	172	3.668,945,008.98	280,901,109.63	3,949,846,118.61
CRASH 10	1	380,000.00	171	3.669,325,008.98	279,267,963.64	3,948,592,972.62
CRASH 11	1	950,000.00	170	3.670,275,008.98	277,634,817.65	3,947,909,826.63
CRASH 12	4	6,737,500.00	166	3.697,225,008.98	271,102,233.71	3,968,327,242.69

Keterangan :

Dari hasil perhitungan yang ada pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa proyek hanya dapat dipercepat pada Crash ke 11 dengan total waktu 170 hari kalender kerja dan selesai pada kegiatan/pekerjaan, Timbunan biasa dari sumber galian dengan jumlah biaya total Rp. 3, 947,909,826.63



**Gambar 8. Kurva Optimasi**

## 5. PENUTUP KESIMPULAN

Dari hasil hitungan waktu normal diperoleh waktu pelaksanaan sebesar 224 hari kalender dengan total biaya sebesar Rp 3,658,247,008.98 tapi setelah dilakukan kaset diperoleh waktu crash sebesar 166 hari kalender dengan biaya total Rp 3,968,327,242.69. dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa total penambahan biaya setelah dilakukan kaset adalah Rp 310,080,233.7, dengan total waktu penyelesaian sebesar 166 hari kalender.

## SARAN

1. Perlu adanya tinjauan mengenai tambahan waktu kerja yang mengakibatkan penambahan biaya.
2. Perhitungan tambahan waktu harus memperhatikan item pekerjaan yang perlu dipercepat.
3. Pengurangan biaya tak langsung tidak mempengaruhi pada kualitas pekerjaan.
4. Setiap proyek harus dilakukan percepatan agar tidak mengalami keterlambatan dan pembengkakan biaya.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, T. Header, *Prinsip prinsip Network Planning*. PT.Gramedia, Jakarta, 1995.
- Badri, S. (1997). *Dasar-Dasar Network Planing*, PT Rika Cipta, Jakarta.
- Hamilton, A. (1997). *Management by Project*, Thomas Telford, London.
- Imam Sukoto, *Pengendalian Pelaksanaan Kontruksi*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1987.
- James d. Stevens, *Technique For Construction Network Scheduling*, McGraw-Hill, Inc, New York, 1990.
- Levin, Richar d I. dan Charles AKirk patrick. (1972). *Perencanaan dan Pengendalian dengan PERT dan CPM*, Balai Aksara, Jakarta.
- Messah, Y. A., Lona, L. H. P., & Sina, D. A. T. 2013. *Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain (Studi Kasus Embung Irigasi Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten Timor Tengah Utara)*. (Online). Vol II No2. <http://pulsit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jurnal-teknik-sipil/article/view/18950/18624>. Diakses 23 Februari 2016 Pukul 20.00 WIT
- Soedrajat, Sastramadja. 1994. *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Penerbit Nova, Bandung.
- Tarore H., 2002. *Jaringan Kerja Dengan Metode CPM PDM*. Edisi Pertama, Sam Ratulangi University Press, Manado.