

## PENERAPAN METODE CPM PADA PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS PEMBANGUNAN GEDUNG BARU KOMPLEKS EBEN HAEZAR MANADO)

Ezekiel R. M. Iwawo

Jermias Tjakra, Pingkan A. K. Pratasis

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [eztravisiwawo@rocketmail.com](mailto:eztravisiwawo@rocketmail.com)

### ABSTRAK

*Penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas dengan aktivitas lainnya dan terhadap keseluruhan proyek, mengidentifikasi hubungan yang harus didahului diantara aktivitas, serta menunjukkan perkiraan waktu yang realistik untuk setiap aktivitas. CPM (Critical Path Method) membuat asumsi bahwa waktu aktivitas yang diketahui dengan pasti sehingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk setiap aktivitas. Salah satu keuntungan CPM yaitu CPM cocok untuk formulasi, penjadwalan, dan mengelola berbagai kegiatan disemua pekerjaan konstruksi, karena menyediakan jadwal yang dibangun secara empiris. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode CPM dalam penjadwalan kembali proyek pembangunan gedung baru Kompleks Persekolahan Eben Haezar Manado dengan menggunakan metode CPM. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penjadwalan dengan menggunakan metode CPM diperoleh waktu pelaksanaan pekerjaan pembangunan gedung gedung baru Kompleks Persekolahan Eben Haezar Manado 241 hari untuk menyelesaikan rangkaian aktivitas pekerjaan persiapan, tanah dan struktur. Sedangkan penjadwalan yang direncanakan oleh pihak pelaksana pekerjaan pembangunan gedung gedung baru Kompleks Persekolahan Eben Haezar Manado adalah 259 hari.*

**Kata kunci :** Metode CPM, Penerapan, Penjadwalan, Proyek konstruksi.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Sejalan dengan pertumbuhan ekonomi bangsa Indonesia, geliat pembangunan diberbagai sektor berkembang sangat pesat. Banyak pihak swasta dan pemerintah berlomba untuk melakukan pembangunan. Kegiatan pembangunan ini berupa proyek-proyek, misalnya proyek pembangunan tempat usaha, proyek gudang, proyek konstruksi, proyek infrastruktur, proyek pengembangan suatu produk, proyek radio telekomunikasi, dan lain-lain. Adanya pembangunan proyek, diharapkan mampu meningkatkan kemajuan ekonomi diberbagai sektor.

Sebuah proyek meliputi tugas-tugas tertentu yang dirancang secara khusus dengan hasil dan waktu yang telah ditentukan terlebih dahulu dan dengan keterbatasan sumber daya (Herjanto, 2007:351). Dengan keterbatasan waktu dan sumber daya yang sudah dirancang, proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan dan hasil proyek harus sesuai dengan yang direncanakan. Adanya batas waktu dalam penyelesaian proyek menimbulkan masalah bagi pelaksana proyek. Karena

keberhasilan proyek dilihat dari ketepatan waktu dalam menyelesaikan proyek tersebut.

Penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas dengan aktivitas lainnya dan terhadap keseluruhan proyek, mengidentifikasi hubungan yang harus didahului diantara aktivitas, serta menunjukkan perkiraan waktu yang realistik untuk setiap aktivitas. CPM (Critical Path Method) membuat asumsi bahwa waktu aktivitas yang diketahui dengan pasti sehingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk setiap aktivitas. Salah satu keuntungan CPM berdasarkan Adedeji dan Bello (2014) yaitu CPM cocok untuk formulasi, penjadwalan, dan mengelola berbagai kegiatan disemua pekerjaan konstruksi, karena menyediakan jadwal yang dibangun secara empiris.

Dalam penelitian ini, penulis melakukan studi terhadap data penjadwalan proyek konstruksi milik PT. Cakra Buana Megah yaitu proyek konstruksi gedung dengan menerapkan metode CPM. Berdasarkan uraian diatas, penulis mengambil judul penelitian "Penerapan Metode CPM Pada Proyek Konstruksi dengan studi kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar".

## Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi permasalahan utama dalam penelitian ini adalah Apa hasil dari penerapan metode CPM dalam penjadwalan waktu pada proyek Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Teling?

## Pembatasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hanya membahas penjadwalan waktu.
2. Penjadwalan waktu dengan menggunakan metode jalur kritis (*critical path method/CPM*).
3. Analisis dilakukan pada item pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah dan pekerjaan struktur

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui apa sajakah hasil dari penerapan metode CPM dalam penjadwalan waktu dengan menggunakan metode CPM pada Proyek Pembangunan Gedung Baru Kompleks Persekolahan Eben Haezar Teling.

## Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi bagi pihak kontraktor mengenai perencanaan durasi proyek konstruksi agar dapat mengontrol, serta mengatur waktu penyelesaian proyek dengan lebih efisien dan efektif sehingga dapat meminimalisir keterlambatan pada proyek. Dan untuk rekan – rekan mahasiswa agar dapat dijadikan referensi tambahan mengenai metode CPM.

## LANDASAN TEORI

### Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi digunakan karena memiliki keuntungan dibandingkan dengan sistem konvensional dalam banyak hal. Keuntungan-keuntungan tersebut dapat ditinjau dari aspek biaya, mutu dan waktu.

### Proyek Konstruksi

Proyek merupakan rangkaian kegiatan yang mempunyai dimensi waktu, fisik dan biaya guna mewujudkan gagasan serta mendapatkan tujuan tertentu

### Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan, bahan baku, tenaga kerja serta waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas

### Metode Penjadwalan Proyek

Dalam konteks penjadwalan, terdapat dua perbedaan, yaitu waktu (Time) dan kurun waktu (duration). Bila waktu menyatakan siang/malam, sedangkan kurun waktu atau durasi menunjukkan lama waktu yang dibutuhkan dalam melakukan suatu kegiatan, seperti lamanya waktu kerja dalam satu hari adalah 8 Jam)

### Bagan Balok (Barchart)

Dalam Bar Chart (Bagan Balok), kegiatan digambarkan dengan balok horizontal. Panjang balok menyatakan lama kegiatan dalam skala waktu yang dipilih. Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek dan digambarkan sebagai balok, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, atau bulan sebagai durasinya.

### Kurva – S

Pada Kurva-S, sumbu mendatar menunjukkan waktu kalender, dan sumbu vertikal menunjukkan nilai komulatif biaya atau persentase penyelesaian pekerjaan. Kurva yang berbentuk huruf "S" tersebut lebih banyak terbentuk karena kelaziman dalam pelaksanaan proyek.

### Network Planning

Menurut Tubagus Haedar Ali (1995 : 38) "Network planning adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam network diagram proyek yang bersangkutan".

### Metode Jalur Kritis (Critical Path Method)

Critical Path Method (CPM) merupakan dasar dari sistem perencanaan dan pengendalian kemajuan pekerjaan yang didasarkan pada network atau jaringan kerja. CPM pertama kali digunakan di Inggris pada pertengahan tahun 50-an pada suatu proyek pembangkit tenaga listrik, kemudian dikembangkan oleh Intergrated Engineering Control Group of E.I du Pont de Nemours and Company yang diprakarsai oleh Walker dan Kelly jr. tahun 1957, keduanya dari Renington Rand, Univac Computer Division,

yang di namakan Penjadwalan Jalur Kritis (Critical Path Schedulling-CPS) (Tarore2002)

### Network Diagram

Network diagram adalah visualisasi proyek berdasarkan network planning Network diagram berupa jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggara proyek. Network diagram terdiri dari simbol kegiatan, simbol peristiwa dan bila diperlukan simbol hubungan antar peristiwa (dummy).

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat Penelitian

- a. Nama Proyek: Pembangunan Gedung baru Kompleks Eben Haezar
- b. Lokasi Proyek : Kota Manado
- c. Pelaksana Proyek : PT. Cakra Buana Megah

### Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam 2 bulan mulai dari persiapan, survei lapangan, analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) sampai penyusunan hasil penelitian.

### Metode Pelaksanaan Penelitian

#### Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah wawancara, observasi, dan studi pustaka

### Metode Analisis

#### Analisis dengan Metode CPM

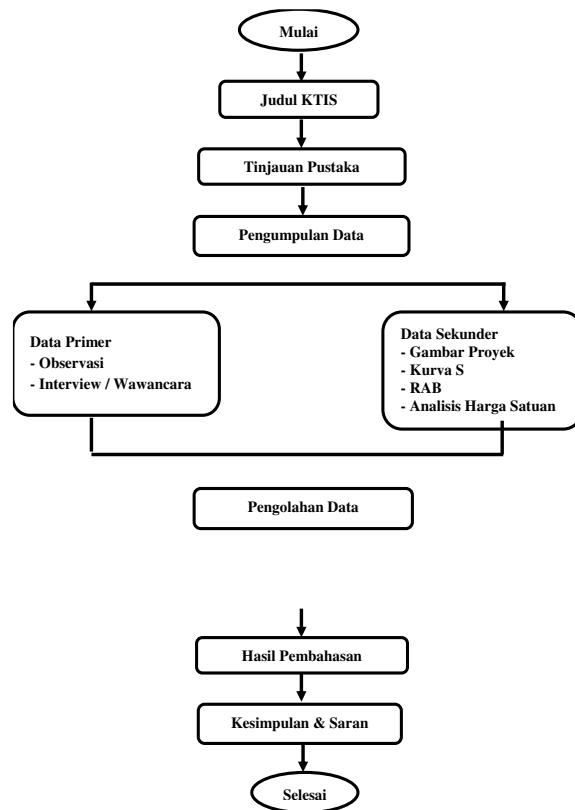
Sistematika dari proses perencanaan waktu dengan metode CPM adalah sebagai berikut :

- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek. Data sekunder yang berupa data pekerjaan proyek, kurva s, bobot, volume akan diidentifikasi dan diuraikan menjadi komponen yang lebih kecil (*work breakdown structure*), untuk mendapatkan kerincian yang lebih tinggi. Semakin rinci kegiatan maka semakin rinci pula hubungannya dengan kegiatan lain.
- b. Kemudian setelah itu dilanjutkan analisis jaringan kerja dengan metode CPM (*Critical Path Method*) yang akan digunakan untuk

menganalisis jaringan kerja secara keseluruhan.

- c. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir a, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan berdasarkan studi literatur metode pelaksanaan pekerjaan gedung bertingkat dan melalui pengamatan serta wawancara langsung dengan mandor dilapangan.
- d. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari perhitungan produktifitas pekerja serta pengamatan dan wawancara dilapangan yaitu : volume, jumlah pekerja, harga pekerja, dan produktifitas pekerja per hari.
- e. Menghitung LET dan EET menggunakan cara langsung (metode algoritma) untuk mengetahui waktu pelaksanaan proyek dan jalur kritis proyek tersebut.
- f. Menghitung Float Time (total float, independent float, free float)
- g. Menentukan lintasan kritis berdasarkan float time (EET = LET)

### Diagram Alir Penelitian

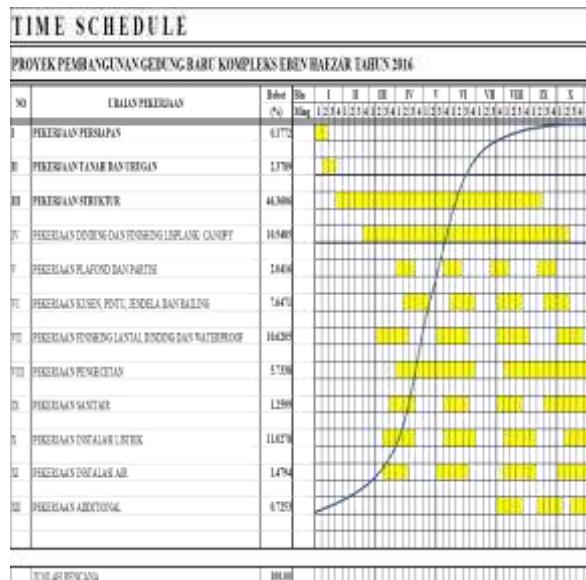


**Gambar 1. Bagan Alir Penelitian**

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Analisis Metode Critical Path Method Membuat Work Breakdown Structure (WBS)

Data sekunder yang berupa data pekerjaan proyek dan bobot dari Kurva S, akan diidentifikasi dan diuraikan menjadi komponen yang lebih kecil (*work breakdown structure*), untuk mendapatkan kerincian yang lebih tinggi. Semakin rinci kegiatan maka semakin rinci pula hubungannya dengan kegiatan lain. Kurva S pada gambar merupakan perkiraan jadwal proyek secara keseluruhan yang dibuat oleh PT. Cakra Buana Megah.



**Gambar 2. Time schedule/ kurva S dari PT. Cakra Buana Megah**

Dari kurva s gambar dapat dilihat waktu pelaksanaan khusus untuk item Pekerjaan Persiapan, pekerjaan Tanah dan Urugan serta Pekerjaan Struktur yang selesai 259 hari kalender, namun tidak menampilkan Sub Item Pekerjaan-pekerjaan tersebut, maka WBS dari Item-item pekerjaan tersebut dilihat pada tabel 1.

Karena item pekerjaan tersebut terlalu banyak, otomatis harus diperkecil lagi WBS karena akan ada banyak sekali *dummy*, sehingga analisis CPM tidak akan efektif, maka WBS menjadi seperti tabel 2.

**Tabel 1. Daftar item pekerjaan hasil WBS**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME (MD)	JUMLAH TULANGAN (Kg)	BEBAT (%)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			0,1772
1	Galian dan lepas pelatihan lengkap peralatan dan instalasi	21		0,1412
2	Air kerja			
3	Bersifatkan + tukar	150		0,034
II	PEKERJAAN TANAH DAN URUGAN			2,9789
1	Galian tanah utk ruang bangunan + menyalurkan sebagian tanah ke luar lokasi	695,03		0,7029
2	Galian tanah utk pondasi telapak	461,84		0,5977
3	Pembuatan tanah alternatif pondasi dan lantai	204,16		0,0975
4	Urugan pasir kerabat pondasi telapak	14,37		0,0236
5	Urugan pasir kerabat lantai	13		0,0204
6	Beton kerja 10 cm kerabat pondasi	14,37		0,0648
7	kerabat kerja 10 cm kerabat lantai	75		0,0752
8	Bebelting kerabat untuk telapak dasar sloof	207,56		0,1517
9	Urugan tanah utk galian pondasi telapak	159,12		0,0901
III	PEKERJAAN STRUKTUR			46,3666
A	BASEMENT			
I	Pekerjaan pondasi telapak			4,9599
1	pondasi telapak p1 (216k)	41,42	195,88	1,4831
2	pondasi telapak p2 (95k)	12,68	172,88	0,4429
3	pondasi telapak p3 (50k)	4,05	172,88	0,1294
4	cor dingin dan lantai kerja room lift + 15 cm K275	16,38	144,67	0,92
5	cor K275 lantai ramp salin dan turun + tal air 5 cm + as latar + salinan 5 cm T 12,5 cm	24,90	122,21	1,1519
II	Pekerjaan sloof			2,3229
1	slab beton 40 x 60 K275	63,55	154,4	1,87
2	slab beton 40 x 60 K275, benteng 9 m	6,48	245,65	0,2591
3	slab beton 30x40 K275	5,84	145,82	0,1695
4	slab beton 20x40 K275	0,1	160,38	0,0246
III	Kolom beton			1,26
1	kolom 50x50 K275	60,79	269,62	2,89
2	kolom beton 40x40 K275	4,32	214,46	0,211
3	kolom entar 10x15 K175	2,43	219,91	0,19
B	LANTAI SISIR PAN			3,9752
1	balok beton 40x60 K275	40,40	162,11	1,0418
2	balok 20x30 K275	6,64	247	0,3542
3	balok entar 10x15 K175	0,72	219,91	0,0465
4	pl. lantai sisi panjang 1 = 12,5 cm K275	40,79	108,11	1,6703
C	Lantai			
I	Kolom lantai			1,2614
1	kolom 50x50 K275	21,63	226,45	1,0797
2	kolom 40x40 K275	1,68	118,65	0,0843
3	kolom entar 10x15 K175	1,09	219,91	0,1214
II	Balok lantai			8,8035
1	balok beton 40x60 K 275	6,48	219,51	0,5123
2	balok beton 40x60 K275	56,45	162,11	2,2394
3	balok beton 30x40 K275	14,52	168,11	0,9257
4	balok beton 20x40 K275	4,93	180,77	0,2651
III	p lantai			3,8226
1	pl. lantai >15cm K275	83,18	108,11	3,0838
D	Lantai 2			1,3638
I	kolom lantai			
1	kolom 50x50 K275	21,63	206,88	0,862
2	kolom 40x40 K275	1,68	113,93	0,0648
3	kolom entar 10x15 K175	1,09	219,91	0,1214
II	Balok lantai			3,3309
1	balok beton 40x60 K 275	6,48	218,51	0,5946
2	balok beton 40x60 K275	56,48	162,11	2,2095
3	balok beton 30x40 K275	14,52	168,11	0,812
4	balok beton 20x40 K275	4,93	180,77	0,1454
III	p lantai			5,65
1	pl. lantai >15cm K275 + canopy durian loren	94,95	108,11	3,5741
2	pl. canopy >15cm durian pemutih K275	2,82	108,11	0,1189
E	Lantai 3			
I	kolom lantai			1,2358
1	kolom 50x50 K275	21,63	208,88	1,0111
2	kolom 40x40 K275	1,68	111,03	0,0639
3	kolom entar 10x15 K175	1,09	219,91	0,1338
II	Balok lantai			3,3392
1	balok beton 40x60 K 275	6,48	218,51	0,5902
2	balok beton 40x60 K275	56,48	162,11	2,1817
3	balok beton 30x40 K275	14,52	168,11	0,6645
4	balok beton 20x40 K275	4,93	180,77	0,1429
III	p lantai			3,7947
1	pl. lantai >15cm K275 + canopy durian loren	96,4	108,11	3,7947
F	Pl. dahan / Top roof			0,2020
I	kolom			
1	kolom 40x40 K275	4,48	113,93	0,1794
2	kolom entar 10x15 K175	0,93	219,91	0,0224
II	Balok lantai			3,4080
1	balok beton 40x60 K 275	6,48	218,51	0,5955
2	balok beton 40x60 K275	56,48	162,11	2,1937
3	balok beton 30x40 K275	14,52	168,11	0,6583
4	balok beton 20x40 K275	4,93	180,77	0,1482
III	p lantai			8,8287
1	pl. lantai >15cm K275 + canopy durian loren	98,2	108,11	3,9237
G	Blasuk lantai			
I	Balok lantai			0,2819
1	Balok beton 40x60 K275	4,52	162,11	0,1995
2	Balok beton 30x40 K275	2,93	168,11	0,0694
III	p lantai			0,5347
1	p lantai top roof rotan lantai >15 cm K275	8,28	108,11	0,5347
H	Majlis kerja & wakaf			0,1816
I	Pilar berasa majlis dan wakaf	14		0,1416
J	Tangga kerja			1,9215
1	tangga beton K175	16,98	149,33	0,7937
2	Railing tangga	43,52		0,2788

**Tabel 2. WBS yang dipakai dalam analisis CPM**

NO	URAIAN PEKERJAAN	Volume (M3)	Jumlah tukangan (Kg)	Bobot (%)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			0,5712
II	PEKERJAAN TANAH DAN URUGAN			2,3798
III	PEKERJAAN STRUKTUR			46,3636
A	Basement			
I	Pelestanja pondasi teluk			0,8509
II	Pelestanja dasar			2,8329
III	lubang beton			3,3210
B	Lantai Stupa			
I	Rakuk beton			1,4198
II	lubang extra			0,9840
III	glir lantai sengon			1,6103
C	Lantai I			
I	Kolom beton			1,2014
II	Rakuk beton			3,3775
III	glir lantai			3,0820
D	Lantai 2			
I	lubang beton			1,5228
II	Rakuk beton			3,3308
III	glir lantai			3,66
E	Lantai 5			
I	lubang beton			1,2198
II	Rakuk beton			3,3912
III	glir lantai			3,7405
F	Plafon daki / Tep roof			
I	lubang			0,2028
II	Rakuk beton			3,6368
III	glir lantai			3,5257
G	Ramah LBH			
I	Rakuk beton			0,2919
II	Plaf lantai			0,3347
H	Majlis beton di watazal			0,3416
I	Tasaga beton			1,8116

**Memperkirakan durasi waktu masing-masing kegiatan**

Berikut ini adalah contoh perhitungan durasi waktu:

Pekerjaan kolom 50/50 K275 Lantai Basement

- Volume pekerjaan =  $60,75 \text{ m}^3$  pembesian  
 $265,62 \text{ kg/m}^3$  (RAB dari proyek)
  - Volume tulangan =  $60,75 \times 265,62 = 16.136,42 \text{ kg}$
  - Tenaga kerja = 1 regu (4 pekerja)  
(wawancara lapangan)
  - Upah pekerja = Rp. 115.000,- (wawancara lapangan)
  - Upah tenaga kerja = Rp. 805,- per kg  
(analisis HSP dari proyek dan SNI)
  - Upah tenaga per regu =  $(4 \times \text{Rp. } 115.000) = \text{Rp. } 460.000,-$
  - Produktifitas tenaga kerja =  $460.000 / 805 = 571,42 \text{ kg/hari}$
  - Produktifitas per regu =  $571,42 \text{ kg/hari} \times 1 = 571,42 \text{ kg/hari}$
  - Durasi =  $16.136,42 / 571,42 = 28,24 = 29 \text{ hari}$

## **Hubungan Antar Kegiatan**

Menyusun kembali komponen-komponen menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan berdasarkan studi literature, metode pelaksanaan pekerjaan gedung bertingkat dan melalui pengamatan serta wawancara langsung dengan mandor dilapangan. Tabel berikut menunjukkan item pekerjaan keseluruhan, beserta hubungan/ keterkaitan antar pekerjaan dan durasi

**Tabel 3. Rekapitulasi perhitungan durasi secara keseluruhan**

**Tabel 4. . hubungan antar kegiatan**

NO	URAIAN PEKERJAAN	Bilangan (%)	Bentuk (hari)	Kegiatan yang mendahului
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	6.1770	14	-
B	PEKERJAAN TANAH DAN THIGAS	3.1798	14	A + THIGAS
	<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>	<b>48.5808</b>		
	<b>Basement</b>			
C	Pembangunan pondasi taludak	4.0508	13	B + THIGAS
D	Pembangunan sifir	3.3229	13	C + 14 HARI
E	kolom beton	1.2621	12	D + 14 HARI
	<b>Lantai Basement</b>			
F	blok beton	1.4298	19	-
G	kolom entra	0.0462	1	-
H	plafon lantai seipan	1.8203	8	DUMMY F
	<b>Lantai 1</b>			
I	Kolom beton	1.2814	13	J
J	blok beton	1.3579	17	K
K	plafon:	3.0030	10	DUMMY J
	<b>Lantai 2</b>			
L	kolom beton	1.1838	11	M
M	blok beton	1.3306	16	I
N	plafon:	3.88	15	DUMMY M
	<b>Lantai 3</b>			
O	kolom beton	1.1500	11	P
P	blok beton	1.3932	16	L
Q	plafon:	1.7547	10	DUMMY P
	<b>Plafon / Top roof</b>			
R	kolom	0.7535	2	S
S	blok beton	1.4868	36	Q
T	plafon:	1.9257	19	DUMMY S
	<b>Ruang L.H.F</b>			
U	blok beton	0.1919	8	8
V	Plafon lantai	0.5347	2	U
W	Meja beton & wastafel	0.1819	9	DUMMY T
X	Plafon lantai	0.1819	9	-

## Visualisasi Network CPM

Dengan ditentukannya hubungan antar kegiatan, maka dapat dirangkaikan (disambung-sambungkan) berbagai kegiatan yang berkaitan sehingga keseluruhan kegiatan menyusun

jaringan kerja (network diagram) yang mencerminkan proyek secara keseluruhan.

### **Perhitungan Maju (Forward Pass)**

Forward Pass adalah langkah maju untuk menghitung waktu selesai paling awal suatu kegiatan (EF/ Earliest Finish time). Dengan cara  $EF = ES + D$ . Dimana EF (Earliest Finish time) adalah Waktu selesai paling awal suatu kegiatan, ES (Earliest Start time) adalah Waktu mulai paling awal suatu kegiatan, Dan D (Durasi) adalah kurun waktu dari suatu kegiatan

#### **Contoh Perhitungan :**

Mencari waktu selesai paling awal ( EF / Earliest Finish Time) pada aktivitas A (Item Pekerjaan 1 ke item Pekerjaan 2), dan B (Item Pekerjaan 2 ke Item Pekerjaan 6), C (Item Pekerjaan 6 ke Item Pekerjaan 7) dan D (Item Pekerjaan 7 ke Item Pekerjaan 8).

Rumus : (  $EF = ES + D$  )

Aktivitas A :

$$EF = 0 + 14 = 14$$

Aktivitas B :

$$EF = 14 + 7 = 21$$

Aktivitas C :

$$EF = 28 + 18 = 46$$

Aktivitas D :

$$EF = 46 + 9 = 55$$

### **Perhitungan Mundur (Backward Pass)**

Bakcward Pass adalah langkah mundur untuk mementukan waktu paling akhir kegiatan boleh mulai (LS / Latest Start time). Dengan cara  $LS = LF - D$ . Dimana LS (Latest Start time) adalah waktu paling akhir kegiatan boleh mulai, LF (Latest Finish Time) adalah Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai, Dan D (Durasi) adalah kurun waktu dari suatu kegiatan.

#### **Contoh Perhitungan :**

Mencari waktu paling akhir ( LS / Latest Start Time ) pada kegiatan V, U, R dan S.

Rumus : (  $ES = LF - D$  )

Aktivitas V (dari Item pekerjaan 31 ke item 30) :

$$LS = 241 - 2 = 239$$

Aktivitas U (dari Item pekerjaan 30 ke item 26) :

$$LS = 239 - 3 = 236$$

Aktivitas R (dari Item pekerjaan 26 ke item 27) :

$$LS = 236 - 2 = 234$$

Aktivitas S (dari Item pekerjaan 27 ke item 22) :

$$LS = 234 - 26 = 208$$

### **Identifikasi Float Time**

Selanjutnya dapat dihitung waktu mengambang atau float time ( total float, free float dan independent float) untuk masing-masing kegiatan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TF = LETj - L - EETi$$

$$FF = EETj - L - EETi$$

$$IF = EETj - L - LETi$$

Keterangan :

- Total Float adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan pada suatu kegiatan yang boleh ditunda.
- Free Float adalah dimana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya. Independen Float adalah memberikan identifikasi suatu kegiatan tertentu dalam jaringan kerja yang meskipun kegiatan tersebut terlambat, tidak berpengaruh terhadap total float dari kegiatan yang mendahului ataupun kegiatan berikutnya.

Contoh perhitungan float time ( TF, FF, dan IF ) adalah sebagai berikut, diambil salah satu item pekerjaan yaitu pekerjaan persiapan :

1. Peristiwa awalnya adalah peristiwa nomor 1,  $i = 1$ .

$$ES = 0$$

$$LS = 0$$

2. Peristiwa akhirnya adalah peristiwa nomor 2,  $j = 2$ .

$$EF = 14$$

$$LF = 14$$

3. Lama Kegiatan (D) = 14 hari.

4. Total Float (TF)  $= LF - D - ES$   
 $= 14 - 14 - 0 = 0$

$$\begin{aligned} \text{Free Float (FF)} &= EF - D - ES \\ &= 14 - 14 - 0 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Independent Float (IF)} &= EF - D - LS \\ &= 14 - 14 - 0 = 0 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Float Time untuk masing-masing kegiatan dapat dilihat pada tabel 5. Dari perhitungan diatas dapat dilihat kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam lintasan kritis dan non kritis.

**Tabel 5. Hasil perhitungan float time**

I - j	Keg	Durasi	Paling Awal		Paling Akhir		FLOAT		
			Mulai EETi	Selesai EETj	Mulai LETi	Selesai LETj	TOTAL	FREE	INDEPT
0 - 1	A1	7	0	7	0	7	0	0	0
1 - 1	A2	7	7	14	7	14	0	0	0
1,2 - 2	B1	7	7	14	7	14	0	0	0
2 - 2	B2	7	14	21	14	28	7	0	0
2,6 - 6	C1	14	14	28	14	28	0	0	0
6 - 6	C2	18	28	46	28	46	0	0	0
6,7 - 7	D1	14	28	42	32	46	4	0	-4
7 - 7	D2	9	46	55	46	94	39	0	0
7 - 8	E	32	46	78	46	78	0	0	0
8 - 10	F	16	78	94	78	94	0	0	0
10 - 11	G	1	94	95	94	95	0	0	0
12 - 34	H	8	78	86	140	148	62	0	-62
15 - 14	I	12	122	134	122	134	0	0	0
11 - 15	J	27	95	122	95	122	0	0	0
16 - 20	K	16	95	111	157	173	62	0	-62
19 - 18	L	11	160	171	160	171	0	0	0
14 - 19	M	26	134	160	134	160	0	0	0
20 - 24	N	19	134	153	173	192	39	0	-39
23 - 22	O	11	197	208	197	208	0	0	0
18 - 23	P	26	171	197	171	197	0	0	0
24 - 28	Q	19	171	190	192	211	21	0	-21
27 - 26	R	2	234	236	234	236	0	0	0
22 - 27	S	26	208	234	208	234	0	0	0
28 - 32	T	19	208	227	211	230	3	0	-3
26 - 30	U	3	236	239	236	239	0	0	0
30 - 31	V	2	239	241	239	241	0	0	0
32 - 30	W	9	227	236	230	239	3	0	-3
34 - 16	X	9	86	95	148	157	62	0	-62

Syarat Umum Jalur Kritis adalah :

1. Pada kegiatan pertama : EETi = LETi = 0.
2. Pada kegiatan terakhir : EETj = LETj = 0
3. Total Float : TF = 0

## PENUTUP

### Kesimpulan

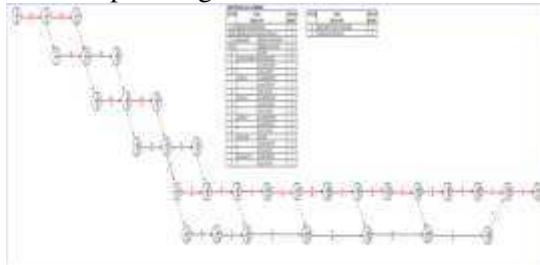
Hasil penerapan Metode CPM pada penelitian ini khususnya pada proyek konstruksi pembangunan gedung baru kompleks Eben Haezar Teling Manado didapat :

- Dapat diketahui dengan tingkat kepastian yang tinggi durasi proyek ini khususnya pada item pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah dan urugan, serta pekerjaan struktur yaitu 241 hari
- Dapat diketahui kegiatan mana yang kritis (memerlukan tingkat pengawasan yang ketat, karena pekerjaan yang masuk dalam jalur

kritis ini tidak boleh terlambat karena tidak memiliki tenggang waktu (float time)

NOTASI	NAMA KEGIATAN	DURASI (HARI)
A1,A2	PEKERJAAN PERSIAPAN	14
B1,B2	PEKERJAAN TANAH DAN URUGAN	14
C1,C2	BASEMENT PEKERJAAN PONDASI	32
D1,D2	PEKERJAAN SLOOF	23
E	KOLOM	32
F	LANTAI SISIPAN BALOK BETON	16
G	KOLOM EXTRA	1
H	PLAT LANTAI	8
I	LANTAI 1 KOLOM BETON	12
J	BALOK BETON	27
K	PLAT LANTAI	16
L	LANTAI 2 KOLOM BETON	11
M	BALOK BETON	26
N	PLAT LANTAI	19
O	LANTAI 3 KOLOM BETON	11
P	BALOK BETON	26
Q	PLAT LANTAI	19
R	PLAT DAK KOLOM	2
S	BALOK BETON	26
T	PLAT LANTAI	19
U	RUMAH LIFT BALOK BETON	3

- Memberikan gambaran alur kegiatan proyek secara keseluruhan,yang terlihat dalam network planning metode CPM



- Dengan diketahuinya lintasan proyek/network planning, maka percepatan durasi proyek akan lebih mudah dilakukan, karena dasar percepatan dan pengendalian proyek adalah network planning.

### Saran

Untuk dapat mencoba metode yang lain dalam perencanaan waktu seperti PDM, barchart, serta agar lebih baik lagi dilanjutkan dengan pengendalian waktu atau biaya dengan metode crashing, alokasi tenaga kerja dan lembur

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Arianto (2010). *Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line Of Balance Dan Time Chainage Diagram Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Badri, Sofyan, (1997). *Dasar-Dasar Network Planning*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Husein. (2008). *Manajemen Proyek, perencanaan, penjadwalan & pengendalian proyek*, Yogyakarta

- Pratasik, Failen (2013). Skripsi, *Menganalisis Sensitivitas Keterlambatan Durasi Proyek Dengan Metode CPM Pada Perumahan Puri Kelapa Gading*. Sam Ratulangi University, Manado.
- Siswanto, (2007), “**Operations Research jilid 1**”. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman, (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Erlangga, Jakarta.
- Soetomo Kajatmo, (1997), *Manajemen Konstruksi*. Erlangga, Jakarta.
- Tarore, Huibert, (2001). *Analisis System Rekayasa Konstruksi*, Edisi Pertama. Sam Ratulangi University, Manado.
- Tarore, Huisbert (2002). *Jaringan Kerja Dengan Metode CPM, Metode PERT*. Sam Ratulangi University, Manado.
- Tendean, Yolanda (2010). Skripsi, *Estimasi Waktu Pelaksanaan Proyek Bangunan Dengan Metode PERT*. Sam Ratulangi University, Manado.
- Tubagus Haedar Ali, (1995), *Prinsip-Prinsip Network Planning*. PT.Gramedia, Jakarta
- Wulfram I. Ervianto, (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi* (Edisi Revisi), Andi, Yogyakarta.