

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

Ezekiel R. M. Iwawo

Jermias Tjakra, Pingkan A. K. Pratas

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: eztravisiwawo@rocketmail.com

ABSTRAK

Penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas dengan aktivitas lainnya dan terhadap keseluruhan proyek, mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan diantara aktivitas, serta menunjukkan perkiraan waktu yang realistis 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 didahulukan diantara aktivitas, serta menunjukkan perkiraan waktu yang realistis untuk setiap aktivitas. CPM (*Critical Path Methode*) 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 kumulatif 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 system 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 di 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 Reningtone Rand, Univac Computer Division,

yang di namakan Penjadwalan Jalur Kritis (Critical Path Scheduling-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

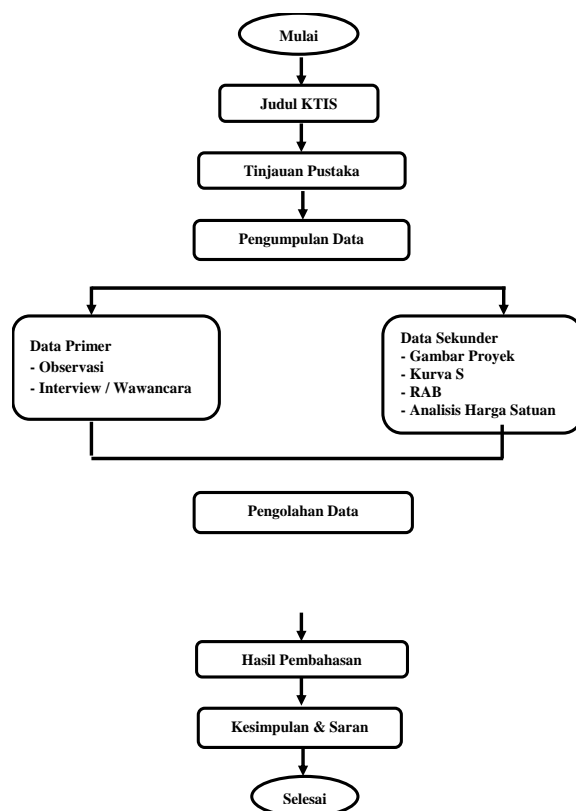
Sistematika dari proses perencanaan waktu dengan metode CPM adalah sebagai berikut :

- 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 breakingdown 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

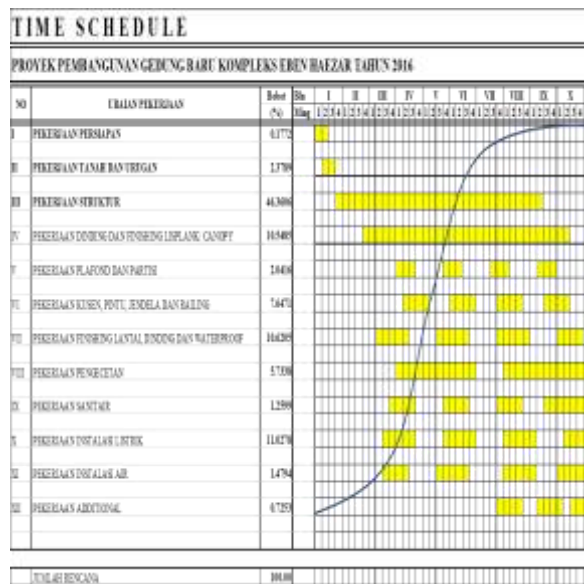


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

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 breakingdown 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 (M ³)	Jumlah tenaga (Kg)	Bobot (%)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			0.1772
1	Groting dan level permukaan lengkap peralihan dan instalasi	21		0.1432
2	Air kerja			
3	Bovoplank + ubat	130		0.834
II	PEKERJAAN TANAH DAN URUGAN			2.3789
1	Galian tanah utk muka bangunan - menambang sebagian tanah kelas II	635.03		0.7829
2	Galian tanah utk pondasi telapak	461.94		0.5877
3	penadatan tanah dibawah pondasi dan lantai	204.16		0.0375
4	urugan pasir bawah pondasi telapak	14.37		0.0236
5	urugan pasir bawah lantai	113		0.2184
6	lantai kerja 1 10 cm bawah pondasi	14.37		0.0648
7	lantai kerja 1 10 cm bawah lantai	75		0.0762
8	betonisng beralas urut telapak dan sloof	207.34		0.1517
9	urugan tanah es galian pondasi telapak	151.12		0.0981
III	PEKERJAAN STRUKTUR			46.3066
A	BASEMENT			
I	Pekerjaan pondasi telapak			4.9539
1	pondasi telapak p1 (216)	43.42	155.83	1.4841
2	pondasi telapak p2 (666)	13.36	172.88	0.4423
3	pondasi telapak p3 (306)	4.05	172.88	0.1394
4	oor dinding dan lantai kerja room lift 1 15 cm K275	16.38	144.67	0.32
5	oor K275 lantai ramp naik dan turun + tall air 5 cm + aci kasar + selatna 5 cm T 12.5 cm	24.92	122.25	1.1515
II	Pekerjaan sloof			2.3229
1	sloof beton 40 x 60 K275	63.52	154.4	1.37
2	sloof beton 40 x 60 K275, bentang 9 m	6.48	245.65	0.2591
3	sloof beton 30-40 K275	5.94	145.82	0.1862
4	sloof beton 20-40 K275	0.8	160.38	0.0246
III	Kolom beton			3.265
1	kolom 50-50 K275	60.75	269.62	2.866
2	kolom beton 40-40 K275	4.32	214.46	0.2111
3	kolom extra 10-15 K175	2.42	219.91	0.109
IV	LANTAI SINDAPAN			3.0752
1	balok beton 40-60 K 275	40.48	162.11	1.0436
2	balok 20-30 K275	6.64	247	0.3792
3	kolom extra 10-15 K175	0.72	219.91	0.0462
4	plat lantai sipat 1 = 12.5 cm K275	40.76	108.11	1.6202
C	Lantai 1			1.2634
I	Kolom beton			1.0797
1	kolom 50-50 K275	23.62	228.48	1.0797
2	kolom 40-40 K275	1.68	118.61	0.0643
3	kolom extra 10-15 K175	1.89	219.91	0.1214
II	balok beton			8.8935
1	balok beton 40-60 K 275	6.48	219.51	0.5123
2	balok beton 40-60 K275	56.45	162.11	2.2184
3	balok beton 30-40 K275	14.52	168.11	0.6237
4	balok beton 20-60 K275	4.5	180.77	0.2061
III	plat lantai			3.8826
1	plat lantai 1 = 15 cm K275	83.14	108.11	3.0826
D	Lantai 2			1.1628
I	Kolom beton			0.992
1	kolom 50-50 K275	23.62	228.88	0.992
2	kolom 40-40 K275	1.68	113.63	0.0646
3	kolom extra 10-15 K175	1.56	219.91	0.1462
II	balok beton			3.3306
1	balok beton 40-60 K 275	6.48	218.51	0.2948
2	balok beton 40-60 K275	56.98	162.11	2.2635
3	balok beton 30-40 K275	14.52	168.11	0.612
4	balok beton 20-60 K275	3.08	180.77	0.1424
III	plat lantai			3.685
1	plat lantai 1 = 15 cm K275 + canopy diatas kolom	94.96	108.11	3.5741
2	plat canopy 1 = 15 cm diatas panti-stasiun K275	2.82	108.11	0.1859
E	Lantai 3			1.1828
I	Kolom beton			1.0111
1	kolom 50-50 K275	23.62	228.88	1.0111
2	kolom 40-40 K275	1.68	113.63	0.0649
3	kolom extra 10-15 K175	1.84	219.91	0.1338
II	balok beton			3.3982
1	balok beton 40-60 K 275	6.48	218.51	0.3002
2	balok beton 40-60 K275	56.98	162.11	2.3032
3	balok beton 30-40 K275	14.52	168.11	0.6445
4	balok beton 20-60 K275	3.08	180.77	0.1423
III	plat lantai			3.7947
1	plat lantai 1 = 15 cm K275 + canopy diatas kolom	96.2	108.11	3.7947
F	Plat atas / Top roof			0.2028
I	Kolom beton			0.1394
1	kolom 40-40 K275	4.44	113.63	0.1394
2	kolom extra 10-15 K175	0.32	219.91	0.0234
II	balok beton			3.4688
1	balok beton 40-60 K 275	6.48	218.51	0.3069
2	balok beton 40-60 K275	56.98	162.11	2.3127
3	balok beton 30-40 K275	14.52	168.11	0.6583
4	balok beton 20-60 K275	3.08	180.77	0.1485
III	plat lantai			3.8297
1	plat lantai 1 = 15 cm K275 + canopy diatas kolom	96.2	108.11	3.8297
G	Ruang 1.01			0.2028
I	balok beton			0.1815
1	balok beton 40-60 K275	4.32	162.11	0.1815
2	balok beton 30-40 K275	2.02	168.11	0.0964
II	Plat lantai			0.3247
1	plat 1 top roof rintang lift 1 = 15 cm K275	6.26	108.11	0.3247
H	Ruang beton 10 m x 10 m			0.1436
1	Plat beton meja dapur dan wastafel	14		0.1436
I	Ruang beton			1.0215
1	rangka beton K275	16.84	149.35	0.7527
2	Rangka tangga	43.31		0.2788

Tabel 2. WBS yang dipakai dalam analisis CPM

NO	URAIAN PEKERJAAN	Volume (M3)	Jumlah tulangan (kg)	Bebat (%)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			0,5722
II	PEKERJAAN TANAH DAN URUGAN			2,5090
III	PEKERJAAN STRUKTUR			46,9608
A	Basement			
I	Pekerjaan pondasi telapak			4,5536
II	Pekerjaan sloof			2,3226
III	balok beton			3,2622
B	Lantai Slopings			
I	balok beton			1,4390
II	balok extra			0,0402
III	slat lantai sloping			1,8322
C	Lantai 1			
I	kolom beton			1,2014
II	balok beton			3,3176
III	slat lantai			3,5826
D	Lantai 2			
I	balok beton			1,5826
II	balok beton			3,3336
III	slat lantai			3,49
E	Lantai 3			
I	balok beton			1,2336
II	balok beton			3,3912
III	slat lantai			3,7547
F	Plat dak / Top roof			
I	balok			0,2026
II	balok beton			3,4080
III	slat lantai			3,5257
G	Rancah LRT			
I	balok beton			0,2912
II	slat lantai			0,2347
H	Maja beton di wastafel			0,1816
I	Tangga beton			1,0113

Memperkirakan durasi waktu masing-masing kegiatan

Berikut ini adalah contoh perhitungan durasi waktu:

- Pekerjaan kolom 50/50 K275 Lantai Basement
- Volume pekerjaan = 60,75 m3 pembesian 265,62 kg/m3 (RAB dari proyek)
- Volume tulangan = 60,75 x 265,62 = 16.136,42 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 x Rp. 115.000) = Rp. 460.000,-
- Produktifitas tenaga kerja = 460.000/805 = 571,42 kg/hari
- Produktifitas per regu = 571,42 kg/hari x 1= 571,42 kg/hari
- Durasi = 16.136,42 / 571,42 = 28,24 = 29 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

NO	URAIAN PEKERJAAN	Jumlah Regu		Volume Regu		Durasi (hari)		Hubungan	Durasi
		Regu	Sub-Regu	m3	kg	Regu	Sub-Regu		
A	PEKERJAAN PERSIAPAN								
I	Pekerjaan pondasi telapak	1	1	4,5536	1200,00	1	1		1
II	Pekerjaan sloof	1	1	2,3226	590,00	1	1		1
III	balok beton	1	1	3,2622	840,00	1	1		1
B	Lantai Slopings								
I	balok beton	1	1	1,4390	360,00	1	1		1
II	balok extra	1	1	0,0402	10,00	1	1		1
III	slat lantai sloping	1	1	1,8322	460,00	1	1		1
C	Lantai 1								
I	kolom beton	1	1	1,2014	300,00	1	1		1
II	balok beton	1	1	3,3176	840,00	1	1		1
III	slat lantai	1	1	3,5826	900,00	1	1		1
D	Lantai 2								
I	balok beton	1	1	1,5826	400,00	1	1		1
II	balok beton	1	1	3,3336	840,00	1	1		1
III	slat lantai	1	1	3,49	880,00	1	1		1
E	Lantai 3								
I	balok beton	1	1	1,2336	310,00	1	1		1
II	balok beton	1	1	3,3912	860,00	1	1		1
III	slat lantai	1	1	3,7547	940,00	1	1		1
F	Plat dak / Top roof								
I	balok	1	1	0,2026	50,00	1	1		1
II	balok beton	1	1	3,4080	860,00	1	1		1
III	slat lantai	1	1	3,5257	890,00	1	1		1
G	Rancah LRT								
I	balok beton	1	1	0,2912	70,00	1	1		1
II	slat lantai	1	1	0,2347	50,00	1	1		1
H	Maja beton di wastafel	1	1	0,1816	40,00	1	1		1
I	Tangga beton	1	1	1,0113	250,00	1	1		1

Tabel 4. hubungan antar kegiatan

NO	URAIAN PEKERJAAN	Bebat (%)	Durasi (hari)	Kegiatan yang mendahului
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	0,1770	14	
B	PEKERJAAN TANAH DAN URUGAN	2,5090	14	A + 7 HARI
PEKERJAAN STRUKTUR				
Basement				
C	Pekerjaan pondasi telapak	4,0506	12	B + 7 HARI
D	Pekerjaan sloof	2,3226	23	C + 14 HARI
E	balok beton	1,2622	22	D + 14 HARI
Lantai Slopings				
F	balok beton	1,4390	26	E
G	balok extra	0,0402	1	F
H	slat lantai sloping	1,8322	6	DUMMY F
Lantai 1				
I	kolom beton	1,2014	12	J
J	balok beton	3,3876	27	G
K	slat lantai	3,0826	24	DUMMY J
Lantai 2				
L	balok beton	1,1636	11	M
M	balok beton	3,3336	24	I
N	slat lantai	5,48	19	DUMMY M
Lantai 3				
O	balok beton	1,2336	11	P
P	balok beton	3,3912	24	L
Q	slat lantai	3,7547	19	DUMMY P
Plat dak / Top roof				
R	balok	0,2026	2	S
S	balok beton	3,4680	24	O
T	slat lantai	3,5257	19	DUMMY S
Rancah LRT				
U	balok beton	0,2912	2	R
V	slat lantai	0,2347	2	U
W	Maja beton di wastafel	0,1816	6	DUMMY T
X	Tangga beton	1,0113	6	H

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)

Backward Pass adalah langkah mundur untuk menentukan 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 :

$$TF = LET_j - L - EET_i$$

$$FF = EET_j - L - EET_i$$

$$IF = EET_j - L - LET_i$$

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.

$$4. \text{ Total Float (TF)} = LF - D - ES = 14 - 14 - 0 = 0$$

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

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

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 : $EET_i = LET_i = 0$.
2. Pada kegiatan terakhir : $EET_j = LET_j = 0$
3. Total Float : $TF = 0$

PENUTUP

Kesimpulan

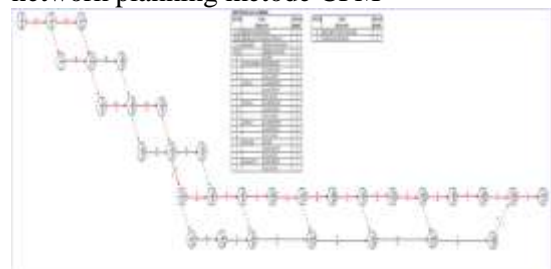
Hasil penerapan Metode CPM pada penelitian ini khususnya pada proyek konstruksi pembangunan gedung baru kompleks Eben Haezar Teling Manado didapat :

- 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 I*”. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman, (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Soetomo Kajatmo, (1997), *Manajemen Konstruksi*. Erlangga, Jakarta.
- Tarore, Huisbert, (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.