

PENJADWALAN PEMBANGUNAN MENARA ALFA OMEGA DI KOTA TOMOHON DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERT (PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE)

Jendry Masinambow

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Kristen Indonesia Tomohon; Jln Raya Kakaskasen III Kota Tomohon, Telp:(0413) 353030

e-mail: aldrichlestyn@gmail.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.

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan yaitu waktu tercepat, waktu terlama, dan waktu paling mungkin. PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk semaksimal mungkin mengurangi adanya penundaan kegiatan.

Dari perhitungan waktu kegiatan yang diharapkan (*expected time*) diperoleh durasi proyek selama 245 hari untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan yang ada dengan tingkat keberhasilan sebesar 99,9 %. Penjadwalan rencana awal proyek membutuhkan durasi selama 270 hari, sedangkan implementasi PERT hanya membutuhkan durasi selama 245 hari. Oleh karena itu, implementasi PERT lebih cepat 25 hari daripada penjadwalan rencana awal proyek.

Kata Kunci—Penjadwalan, metode PERT, Network Diagram

I. PENDAHULUAN

Konstruksi merupakan suatu kegiatan membangun sarana maupun prasarana. Perkembangan jasa konstruksi pada saat ini sedang mengalami pertumbuhan yang cukup pesat. Indonesia merupakan salah satu pasar konstruksi terbesar di Asia. Fokus pemerintah untuk mempercepat pembangunan infrastruktur mulai dari dasar hingga infrastruktur berat seperti jalan, *bending*, jembatan, irigasi, bandara hingga pelabuhan memberikan dampak yang besar bagi pertumbuhan sektor konstruksi. Tujuannya, agar seluruh masyarakat Indonesia saling terhubung satu sama lain baik antar daerah maupun antar provinsi.

Seorang perencana proyek harus bisa merencanakan dengan baik kegiatan-kegiatan yang diperlukan dalam pembangunan suatu proyek konstruksi karena dalam pelaksanaannya, sebuah kegiatan konstruksi sering dihadapkan pada berbagai permasalahan. Oleh karena itu, dibutuhkan manajemen proyek yang baik, guna merencanakan, mengorganisir, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya dan aktivitas suatu proyek. Perencanaan dan penjadwalan yang baik akan menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek, baik dari segi waktu, biaya, maupun tenaga. Untuk memulai pekerjaan sebuah proyek konstruksi dibutuhkan tiga tahapan analisis, yaitu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian. Pengelolaan penjadwalan yang baik dinilai mampu menunjukkan keterlambatan pengerjaan suatu proyek. Ada

beberapa metode yang sering digunakan dalam upaya pembuatan penjadwalan proyek, diantaranya adalah metode *Bar Chart*, Kurva S, *Network Diagram* (CPM, PERT, PDM), serta metode Penjadwalan Linear (*Line of Balance* dan *Time Chainage Diagram*). Pada penelitian ini digunakan pendekatan metode PERT yang diimplementasikan pada proyek Menara Alfa Omega. Penentuan lama waktu penyelesaian suatu proyek dengan metode PERT dilakukan dengan menggunakan tiga kemungkinan durasi, yaitu durasi tercepat, durasi terlama, dan durasi paling mungkin untuk setiap kegiatan. Adapun tujuan akhir dari metode PERT adalah untuk memberikan informasi yang dapat digunakan untuk mempertahankan biaya proyek dalam anggaran tertentu.

Dalam penelitian ini, penulis melakukan studi terhadap data penjadwalan proyek konstruksi milik PT. Cahaya Abadi Lestari yaitu proyek pembangunan menara Alfa Omega dengan menerapkan metode PERT. Berdasarkan uraian di atas, penulis mengambil judul “Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega di Kota Tomohon dengan menggunakan Metode PERT”, dengan tujuan untuk dapat mengetahui masa penyelesaian pekerjaan yang paling efektif dengan tingkat keberhasilan mencapai 99%.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Eka Dannyanti (2010) yang berjudul “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM (Studi Kasus *Twin Tower Building* Pasca Sarjana Undip)”. Metode pengumpulan datanya adalah metode wawancara, observasi dan studi pustaka, analisis yang digunakan adalah pendekatan PERT dan CPM. Dari hasil penelitian dan analisis PERT dan CPM menunjukkan perusahaan mampu meminimalisasi biaya yang timbul dalam proyek pembangunan *Twin Tower Building*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yuli Ravita (2013) yang berjudul “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM Dan PERT (Studi Kasus *Fly Over SKA* Pekanbaru, Riau)”. Metode penelitian yang digunakan untuk pengumpulan datanya menggunakan metode studi literatur, pengumpulan dan implementasi data dan Analisis untuk menentukan waktu optimal pengerjaan proyek *fly over SKA* dikota Pekanbaru. Hasil penelitian menunjukkan manajemen proyek mampu menentukan jalur kritis untuk mendapatkan waktu yang efisien yang tidak menghabiskan biaya proyek yang besar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Iman Soeharto [7] mengemukakan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas dan

dimaksudkan untuk melaksanakan suatu tugas yang telah digariskan. Dimiyati & Nurjaman [3], menjelaskan tujuan utama proyek adalah memuaskan kebutuhan pelanggan.

A. *Manajemen Proyek*

Dimiyati & Nurjaman [3], mendefinisikan manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan. Ada tiga garis besar yang dibahas dalam manajemen proyek untuk menciptakan berlangsungnya sebuah proyek, yaitu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

B. *Penjadwalan Proyek*

Penjadwalan dalam manajemen proyek adalah perencanaan pembagian waktu dan hubungan antar pekerjaan yang ada. Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelolah waktu dan sumber daya proyek. Jenis-jenis metode penjadwalan proyek antara lain Diagram Batang (*Gantt Chart*), Penjadwalan Linier, Diagram Jaringan (*Network Diagram*).

C. *Diagram Jaringan (Network Diagram)*

Network Diagram berisi lintasan-lintasan kegiatan serta urutan-urutan peristiwa yang terjadi di dalam proyek. Dengan *Network Diagram* dapat segera dilihat kaitan suatu kegiatan dengan kegiatan-kegiatan lainnya, sehingga bila sebuah kegiatan terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang dipengaruhi oleh keterlambatan tersebut dan berapa besar pengaruhnya.

D. *Metode Diagram AOA dan AON*

Ada dua metode untuk menggambarkan *Activity Network Diagram* yaitu:

1. *Activity On Arrow (AOA)*
AOA merupakan pendekatan yang menggunakan anak panah sebagai symbol kegiatan. Kegiatan digambarkan pada garis panah (*arrow*) dalam hal ini *node* merupakan suatu peristiwa (*event*). Pendekatan ini biasanya digunakan pada teknik CPM
2. *Activity On Node (AON)*
AON merupakan pendekatan yang menggunakan lingkaran atau *node* sebagai symbol kegiatan. Kegiatan digambarkan pada *node* dalam hal ini garis panah (*arrow*) merupakan hubungan logis antar kegiatan

E. *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dikembangkan sejak tahun 1958 oleh Booz, Allen, dan Hamilton untuk Angkatan Laut AS dalam proyek pengembangan *Polaris Missile System* yang dapat diluncurkan dari kapal selam di bawah permukaan air.

PERT adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur, dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada di dalam suatu proyek.

PERT adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan. Tiga

angka estimasi tersebut, yaitu a (kurun waktu optimistik), b (kurun waktu pesimistik), dan m (kurun waktu yang paling mungkin).

Adapun untuk mendapatkan nilai *mean* durasi kegiatan yang diharapkan *te* (*expected duration*) dan standar deviasi kegiatan *s* dari setiap kegiatan adalah sebagai berikut [9]:

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots (1)$$

$$s = \frac{b-a}{6} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- te = *mean* durasi kegiatan yang diharapkan
- a = waktu optimistik
- m = waktu paling mungkin
- b = waktu pesimistik
- s = standar deviasi kegiatan

Kemudian durasi proyek yang diharapkan *Te* adalah jumlah durasi dari kegiatan kritis dengan asumsi bahwa semua kegiatan adalah independen.

$$Te = \sum(Te) \dots\dots\dots (3)$$

$$f(x) = \sqrt{\sum S^2} \dots\dots\dots (4)$$

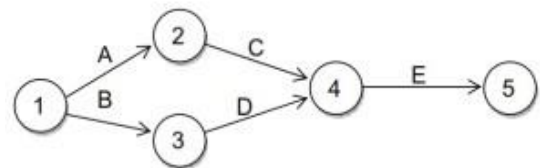
Sedangkan nilai probabilitas *Z*, adalah sebagai berikut:

$$Z = \frac{Ts-Te}{s} \dots\dots\dots (5)$$

- Dimana :
- Te = waktu penyelesaian proyek yang diharapkan
 - te = *mean* durasi kegiatan yang diharapkan
 - S = standar deviasi dari distribusi durasi proyek yang diharapkan
 - s = standar deviasi kegiatan
 - Ts = target waktu penyelesaian proyek
 - Z = nilai probabilitas

F. *Bagan Jaringan*

1. Panah (*arrow*) yang digunakan untuk mewakili suatu kegiatan
2. Simpul (*node*) digunakan untuk mewakili suatu kejadian



Gambar 1. Bagan jaringan

G. *Aturan Diagram PERT*

1. Satu kegiatan hanya boleh diwakili satu anak panah
2. Tidak ada 2 kegiatan yang ditunjukkan oleh ekor kejadian dan kepada kejadian yang sama
3. Untuk mengatasi masalah seperti di atas dibuat kegiatan *dummy* (tidak ada)

H. *Kegiatan Semu (Dummy)*

Kegiatan *dummy* tidak diperlukan dalam diagram AON, dan diagram AON nampak lebih rapih dan mudah ketimbang diagram AOA.

Terdapat dua jenis kegiatan *dummy*, yaitu *grammatical dummy* dan *logical dummy*.

1. *Gramatical dummy* adalah *dummy* yang digunakan untuk menghindari kerancuan penyebutan suatu kegiatan jika ditemukan dua atau lebih kegiatan yang berasal dari peristiwa yang sama dan berakhir pada peristiwa yang sama pula.
2. *Logical Dummy*
Logical Dummy dipergunakan untuk memperjelas hubungan antar kegiatan.

I. *Algoritma untuk Jalur Kritis*

Algoritma jalur kritis adalah untuk menentukan jalur kritis dilakukan dengan menghitung waktu mulai tercepat (*Earliest Start Time*) untuk masing-masing kegiatan dan waktu selesai terlama (*Latest Finish Time*).

J. *Jalur Kritis*

1. Jalur kritis adalah jalur yang menunjukkan kegiatan dari awal sampai dengan akhir kegiatan pada diagram jaringan.
2. Kegiatan kritis adalah kegiatan yang apabila ditunda akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek.

III. METODE PENELITIAN

A. *Tempat Penelitian*

1. Nama Proyek : Pembangunan Menara Alfa Omega
2. Lokasi Proyek: Kota Tomohon
3. Pelaksana Proyek : PT. Cahaya Abadi Lestari

B. *Waktu Penelitian*

Penelitian dilaksanakan dalam 6 (enam) bulan mulai dari persiapan, survey lapangan, analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) sampai penyusunan hasil penelitian.

C. *Jenis Penelitian*

Jenis penelitian ini adalah deskriptif analisis yaitu menganalisa penjadwalan rencana proyek dan melakukan penjadwalan ulang pada proyek yang ditangani oleh PT. Cahaya Abadi Lestari.

D. *Metode Pengumpulan Data*

1. Data Primer
Data primer diperoleh dari observasi, wawancara, dan studi pustaka.
2. Data Sekunder
Data sekunder adalah data yang diperoleh dari kontraktor. Data sekunder yang diperoleh berupa data RAB (Rencana Anggaran Biaya), Kurva S dan denah bangunan.

E. *Metode Analisis*

Berikut merupakan urutan penjadwalan ulang dengan menggunakan metode PERT:

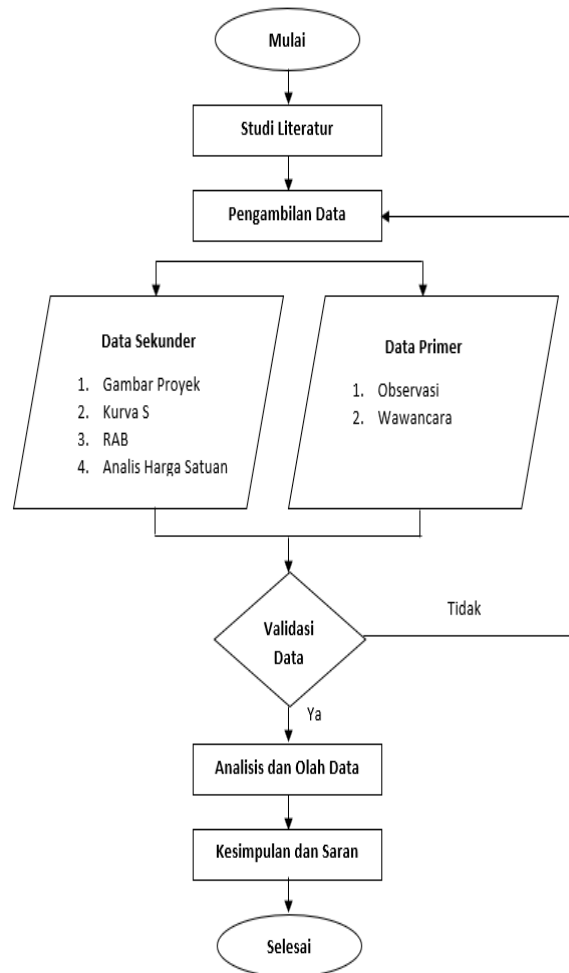
- 1) Mengidentifikasi kegiatan proyek secara spesifik

- 2) Menganalisis data-data yang telah didapat:
- 3) Menentukan urutan yang tepat dari kegiatan-kegiatan
 - a. Data primer berupa hasil wawancara dan observasi
 - b. Data sekunder berupa kurva S dan RAB
- 4) Menyusun model diagram jaringan
- 5) Memperkirakan waktu yang diperlukan untuk masing-masing kegiatan
- 6) Menentukan tahapan dan jalur kritis
- 7) Menarik kesimpulan dari hasil analisis

F. *Diagram Alir Penelitian*

Pada

Gambar 1 dapat dilihat diagram alir penelitian dari mulai hingga selesai.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Sumber: hasil olahan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Analisis Metode* Program Evaluation Review & Technique *Pemilihan Pekerjaan*

Dari data proyek (RAB) disusun sistematika pelaksanaan pekerjaan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1.
Sistematika Pelaksanaan Pekerjaan

NO	Uraian Pekerjaan	satuan	VOLUME	BOBOT
1	PEKERJAAN PERSIAPAN			2,472
	PEKERJAAN TANAH & PONDASI			
2	Galian tanah biasa sedalam 1 m' - 3 m'	m3	106,32	0,124
3	Boring pondasi sumuran d.50cm	m'	256,00	0,917
4	Lantai Kerja bawah pondasi tebal 5 cm	m3	1,75	0,029
5	Pondasi rollag pada teras	m'	80,00	0,373
6	Pondasi batu kali/gunung 1:5	m3	22,14	0,278
	PEKERJAAN STRUKTUR & BETON			
7	Cor beton pondasi sumuran f'c = 26, 4MPa	m3	50,24	0,950
8	Pembesian pondasi	kg	3.517,40	0,643
9	Cor poor beton f'c = 26, 4MPa	m3	44,00	0,832
10	Pembesian poor	kg	4.785,40	0,875
11	Bekesting poor	m3	54,40	0,101
12	Sloof beton f'c = 26, 4MPa	m3	3,75	0,071
13	Pembesian sloof	kg	608,86	0,111
14	Bekesting sloof	m2	49,20	0,106
15	Kolom utama beton f'c = f'c = 26, 4MPa	m3	210,60	3,983
16	Pembesian kolom	kg	29.256,1	5,349
17	Bekesting kolom	m2	545,30	2,733
18	Balok utama It1 beton f'c = 26, 4MPa	m3	21,17	0,400
19	Pembesian balok	kg	4.461,44	0,816
20	Bekesting balok	m2	134,40	0,690
21	Balok utama It2 beton f'c = 26, 4MPa	m3	12,85	0,243
22	Pembesian balok	kg	2.744,90	0,502
23	Bekesting balok	m2	94,76	0,486
24	Balok utama It3 beton f'c = 26, 4MPa	m3	8,66	0,164
25	Pembesian balok	kg	1.695,33	0,310
26	Bekesting balok	m2	76,44	0,392
27	Balok anak It1 beton f'c = 26, 4MPa	m3	11,19	0,212
28	Pembesian balok	kg	1.754,68	0,321
29	Bekesting balok	m2	77,30	0,397
30	Balok anak It2 beton f'c = 26, 4MPa	m3	8,54	0,162
31	Pembesian balok	kg	834,34	0,153
32	Bekesting balok	m2	16,89	0,087
33	Balok anak It3 beton f'c = 26, 4MPa	m3	7,69	0,145
34	Pembesian balok	kg	797,00	0,146
35	Bekesting balok	m2	50,96	0,261
36	Plat beton It1 f'c = 21,7 Mpa	m3	45,00	0,883
37	Pembesian plat	kg	3.794,40	0,694
38	Bekesting plat	m2	225,00	1,837
39	Plat beton It2 f'c = 21,7 Mpa	m3	19,15	0,376
40	Pembesian plat	kg	1.847,27	0,338
41	Bekesting plat	m2	127,69	1,042
42	Plat beton It3 f'c = 21,7 Mpa	m3	10,77	0,211
43	Pembesian plat	kg	1.198,06	0,219
44	Bekesting plat	m2	82,81	0,676
45	PEKERJAAN RANGKA BESI			9,968
46	PEKERJAAN PASANGAN & PLESTERAN			2,636
47	PEKERJAAN PINTU & JENDELA & PANEL KOMPOSIT			13,281
48	PEKERJAAN PLAFON			0,086
49	PEKERJAAN PENGECATAN			1,33
50	PEKERJAAN FINISHING LANTAI & DINDING			5,244
51	PEKERJAAN LISTRIK			12,454
52	PEKERJAAN SANITARY & PLUMBING			1,127
53	PEKERJAAN LAIN-LAIN			16,723

Sumber : Rencana Anggaran Biaya Proyek

B. Menghitung Durasi dan Jumlah Pekerja

Berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) SNI tahun 2008 dan RAB dapat dihitung durasi proyek dan tenaga kerja yang dibutuhkan. Berikut adalah langkah-langkah perhitungannya:

1. Tentukan volume tiap kegiatan (volume dapat diambil di RAB)
2. Tentukan durasi tiap kegiatan apabila dikerjakan oleh 1 tukang (kalikan volume dan koefisien pekerja berdasarkan HSPK)
3. Tentukan durasi tiap kegiatan (asumsikan). Karena menggunakan metode PERT, maka perlu diasumsikan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan sehingga durasi rata-rata (durasi te) bisa diperoleh.
4. Durasi kegiatan berdasarkan HSPK (langkah 2) dibagi durasi te hasil asumsi (langkah 3)

Contoh perhitungan:

Pekerjaan galian tanah biasa sedalam 1 m dengan volume 106,32 m³, dengan koefisien pekerja dan mandor :

Pekerja = 0,07500 OH (Orang Hari)

Mandor = 0,0250 OH (Orang Hari)

Total jumlah pekerja untuk pekerjaan galian hingga selesai adalah :

$$\sum \text{Pekerja} = \text{Volume} \times \text{koefisien pekerja} = 106,32 \times 0,07500 = 7,974 \text{ orang}$$

Total jumlah mandor untuk pekerjaan galian hingga selesai adalah :

$$\sum \text{Mandor} = \text{Volume} \times \text{koefisien mandor} = 106,32 \times 0,0250 = 2,658 \text{ orang}$$

Apabila ditentukan durasi pekerjaan galian yang ditargetkan 9 hari, maka jumlah pekerja yang dibutuhkan adalah :

$$\sum \text{Pekerja} / \text{Target hari} = 7,974 / 9 = 8,86 \text{ pekerja}$$

Dibulatkan menjadi 9 pekerja.

Dan untuk mandor dibutuhkan :

$$\sum \text{Mandor} / \text{Target hari} = 2,658 / 9 = 0,2953 \text{ mandor}$$

Dibulatkan menjadi 1 mandor.

Contoh perhitungan ini diterapkan dalam setiap pekerjaan yang dapat dilihat di Tabel 1 dan **Error! Reference source not found.** berikut:

Tabel 1.
Durasi kerja

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (to)	Durasi paling mungkin (m)	Durasi Pesimis (tp)	DURASI yang digunakan (te)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	13	14	14	14
	PEKERJAAN TANAH & PONDASI				
2	Galian tanah biasa sedalam 1 m' - 3m'	7	7	14	9
3	Boring pondasi sumuran d.50cm	13	14	14	14
4	Lantai Kerja bawah pondasi tebal 5 cm	1	2	7	3
5	Pondasi rollag pada teras	6	7	14	8
6	Pondasi batu kali/gunung 1:5	6	6	14	8
	PEKERJAAN STRUKTUR & BETON				
7	Cor beton pondasi sumuran f'c = 26, 4MPa	6	7	21	10
8	Pembesian pondasi	4	4	14	6
9	Cor poor beton f'c = 26, 4MPa	6	6	7	7
10	Pembesian poor	4	4	14	6
11	Bekesting poor	5	5	7	6
12	Sloof beton f'c = 26, 4MPa	2	4	7	5
13	Pembesian sloof	2	2	7	3
14	Bekesting sloof	3	3	7	4
15	Kolom utama beton f'c = f'c = 26, 4MPa	16	16	14	19
16	Pembesian kolom utama	23	23	28	24
17	Bekesting kolom utama	21	21	21	22
18	Balok utama It1 beton f'c = 26, 4MPa	3	3	7	4
19	Pembesian balok utama It1	4	6	14	7
20	Bekesting balok utama It1	6	6	7	7

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (to)	Durasi paling mungkin (m)	Durasi Pesimis (tp)	DURASI yang digunakan (te)
21	Balok utama It2 beton f _c = 26, 4MPa	3	3	7	4
22	Pembesian balok utama It2	3	7	14	8
23	Bekesting balok utama It2	5	5	7	6
24	Balok utama It3 beton f _c = 26, 4MPa	2	3	7	4
25	Pembesian balok utama It3	2	6	14	7
26	Bekesting balok utama It3	5	5	7	6
27	Balok anak It1 beton f _c = 26, 4MPa	3	3	7	4
28	Pembesian balok anak It1	5	6	14	8
29	Bekesting balok anak It1 beton	5	5	7	6
30	Balok anak It2 beton f _c = 26, 4MPa	3	3	7	4
31	Pembesian Balok anak It2	2	6	14	7
32	Bekesting Balok anak It2	2	2	7	3
33	Balok anak It3 beton f _c = 26, 4MPa	2	2	7	3
34	Pembesian balok anak It3	2	6	14	7
35	Bekesting balok anak It3	3	3	7	4
36	Plat beton It1 f _c = 21,7 Mpa	7	7	7	7
37	Pembesian plat beton It1	5	5	14	7
38	Bekesting plat beton It1	10	10	7	10
39	Plat beton It2 f _c = 21,7 Mpa	3	3	7	4
40	Pembesian plat beton It2 f _c = 21,7 Mpa	5	5	14	7
41	Bekesting plat beton It2 f _c = 21,7 Mpa	9	9	7	9
42	Plat beton It3 f _c = 21,7 Mpa	4	4	7	5
43	Pembesian plat beton It3	5	5	14	7
44	Bekesting plat beton	8	8	7	8
45	PEKERJAAN RANGKA BESI	35	35	35	36
46	PEKERJAAN PASANGAN & PLESTERAN	26	26	28	26
47	PEKERJAAN PINTU & JENDELA & PANEL KOMPOSIT	28	28	28	28
48	PEKERJAAN PLAFON	7	7	7	8
49	PEKERJAAN PENGECATAN	19	19	21	20
50	PEKERJAAN FINISHING LANTAI & DINDING	21	21	21	22
51	PEKERJAAN LISTRIK	21	21	21	22
52	PEKERJAAN SANITARY & PLUMBING	14	14	14	15
53	PEKERJAAN LAIN-LAIN	21	21	21	22

Sumber : Hasil olahan

Tabel 2.
Jumlah Tenaga Kerja

NO	NOTASI	Uraian Pekerjaan	KEGIATAN YANG MENDAHULUI	DURASI (hari)
1	A	PEKERJAAN PERSIAPAN	-	14
2	B	Galian tanah biasa sedalam 1 m' - 3m'	A	9
3	C	Boring pondasi sumuran d.50cm	A	14
4	D	Lantai Kerja bawah pondasi tebal 5 cm	B	3
5	E	Pondasi rollag pada teras	DUMMY A	8
6	F	Pondasi batu kali/gunung 1:5	D	8
7	G	Cor beton pondasi sumuran f _c = 26, 4MPa	H	10
8	H	Pembesian pondasi	C	6
9	I	Cor poor beton f _c = 26, 4MPa	K	7
10	J	Pembesian poor	E,F,G	6
11	K	Bekesting poor	J	6
12	L	Sloof beton f _c = 26, 4MPa	N	5
13	M	Pembesian sloof	E,F,G	3
14	N	Bekesting sloof	M	4
15	O	Kolom utama beton f _c = f _c = 26, 4MPa	Q	19
16	P	Pembesian kolom utama beton f _c = f _c = 26, 4MPa	I,L	24
17	Q	Bekesting kolom utama beton f _c = f _c = 26, 4MPa	P	22
18	R	Balok utama It1 beton f _c = 26, 4MPa	T	4
19	S	Pembesian balok utama It1 beton f _c = 26, 4MPa	O	7
20	T	Bekesting balok utama It1 beton f _c = 26, 4MPa	S	7
21	U	Balok utama It2 beton f _c = 26, 4MPa	W	4
22	V	Pembesian balok utama It2 beton f _c = 26, 4MPa	R,AA,JA	8
23	W	Bekesting balok utama It2 beton f _c = 26, 4MPa	V	6
24	X	Balok utama It3 beton f _c = 26, 4MPa	Z	4
25	Y	Pembesian balok utama It3 beton f _c = 26, 4MPa	U,DA,MA	7

NO	NOTASI	Uraian Pekerjaan	KEGIATAN YANG MENDAHULUI	DURASI (hari)
26	Z	Bekesting balok utama It3 beton f _c = 26, 4MPa	Y	6
27	AA	Balok anak It1 beton f _c = 26, 4MPa	CA	4
28	BA	Pembesian balok anak It1 beton f _c = 26, 4MPa	O	8
29	CA	Bekesting balok anak It1 beton f _c = 26, 4MPa	BA	6
30	DA	Balok anak It2 beton f _c = 26, 4MPa	FA	4
31	EA	Pembesian Balok anak It2 beton f _c = 26, 4MPa	R,AA,JA	7
32	FA	Bekesting Balok anak It2 beton f _c = 26, 4MPa	EA	3
33	GA	Balok anak It3 beton f _c = 26, 4MPa	IA	3
34	HA	Pembesian balok anak It3 beton f _c = 26, 4MPa	U,DA,MA	7
35	IA	Bekesting balok anak It3 beton f _c = 26, 4MPa	HA	4
36	JA	Plat beton It1 f _c = 21,7 Mpa	LA	7
37	KA	Pembesian plat beton It1 f _c = 21,7 Mpa	O	7
38	LA	Bekesting plat beton It1 f _c = 21,7 Mpa	KA	10
39	MA	Plat beton It2 f _c = 21,7 Mpa	QA	4
40	NA	Pembesian plat beton It2 f _c = 21,7 Mpa	R,AA,JA	7
41	QA	Bekesting plat beton It2 f _c = 21,7 Mpa	NA	9
42	PA	Plat beton It3 f _c = 21,7 Mpa	RA	5
43	QA	Pembesian plat beton It3 f _c = 21,7 Mpa	U,DA,MA	7
44	RA	Bekesting plat beton It3 f _c = 21,7 Mpa	QA	8
45	SA	PEKERJAAN RANGKA BESI	X,GA,PA	36
46	TA	PEKERJAAN PASANGAN & PLESTERAN	X,GA,PA	26
47	UA	PEKERJAAN PINTU & JENDELA & PANEL KOMPOSIT	DUMMY B	28
48	VA	PEKERJAAN PLAFON	DUMMY E	8
49	WA	PEKERJAAN PENGECATAN	VA	20
50	XA	PEKERJAAN FINISHING LANTAI & DINDING	WA	22
51	YA	PEKERJAAN LISTRIK	DUMMY D	22
52	ZA	PEKERJAAN SANITARY & PLUMBING	DUMMY C	15
53	AB	PEKERJAAN LAIN-LAIN	X,GA,PA	22

Sumber : Hasil olahan

C. Hubungan Antar Kegiatan

Tiap komponen disusun kembali menjadi urutan yang sesuai dengan logika ketergantungan yang didasarkan pada studi literature mengenai metode pelaksanaan pekerjaan gedung bertingkat, dan berdasarkan pengamatan serta wawancara langsung di lapangan. Tabel 4. adalah tabel yang menunjukkan *item* pekerjaan secara keseluruhan, beserta hubungan antar kegiatan.

D. Perhitungan Maju (Forward Pass)

Forward Pass adalah langkah maju untuk menghitung waktu selesai paling awal suatu kegiatan (EF). Dengan cara :

$$EF = ES + D \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

EF (*Earliest Finish time*) adalah Waktu selesai paling awal suatu kegiatan

ES (*Earliest Start time*) adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan,

D (Durasi) adalah kurun waktu dari suatu kegiatan

Tabel 4.
Hubungan antar kegiatan

No.	Uraian Pekerjaan	KT	T	P	M	BOBOT
		Orang	Orang	Orang	Orang	
1	PEKERJAAN PERSIAPAN					2,472
	PEKERJAAN TANAH & PONDASI					
2	Galian tanah biasa sedalam 1 m ² - 3m ³			9	1	0.124
3	Boring pondasi sumuran d.50cm					0.917
4	Lantai kerja bawah pondasi tebal 5 cm	1	1	1	1	0.029
5	Pondasi rolling pada teras	1	2	6	1	0.373
6	Pondasi batu kali/gunung 1:3	1	3	5	1	0.278
	PEKERJAAN STRUKTUR & BETON					
7	Cor beton pondasi sumuran f'c = 26, 4MPa	1	2	9	1	0.900
8	Pembesian pondasi	1	3	3	1	0.643
9	Cor poor beton f'c = 26, 4MPa	1	2	11	1	0.892
10	Pembesian poor	1	6	6	1	0.875
11	Bekisting poor	1	3	3	1	0.101
12	Sloof beton f'c = 26, 4MPa	1	1	2	1	0.071
13	Pembesian sloof	1	2	2	1	0.111
14	Bekisting sloof	1	4	7	1	0.106
15	Kolom utama beton f'c = f'c = 26, 4MPa	1	4	19	1	3.983
16	Pembesian kolom utama	1	9	9	1	3.349
17	Bekisting kolom utama	1	7	13	1	2.733
18	Balok utama it1 beton f'c = 26, 4MPa	1	2	9	1	0.400
19	Pembesian balok utama it1	1	3	3	1	0.816
20	Bekisting balok utama it1	1	3	10	1	0.690
21	Balok utama it2 beton f'c = 26, 4MPa	1	1	6	1	0.243
22	Pembesian balok utama it2	1	3	3	1	0.302
23	Bekisting balok utama it2	1	3	9	1	0.489
24	Balok utama it3 beton f'c = 26, 4MPa	1	1	4	1	0.164
25	Pembesian balok utama it3	1	2	2	1	0.310
26	Bekisting balok utama it3	1	4	7	1	0.392
27	Balok anak it1 beton f'c = 26, 4MPa	1	1	3	1	0.212
28	Pembesian balok anak it1	1	2	2	1	0.321
29	Bekisting balok anak it1 beton	1	4	7	1	0.397
30	Balok anak it2 beton f'c = 26, 4MPa	1	1	4	1	0.162
31	Pembesian Balok anak it2	1	1	1	1	0.153
32	Bekisting Balok anak it2	1	2	3	1	0.087
33	Balok anak it3 beton f'c = 26, 4MPa	1	1	3	1	0.142
34	Pembesian balok anak it3	1	1	1	1	0.146
35	Bekisting balok anak it3	1	4	7	1	0.261
36	Piat beton it1 f'c = 21,7 Mpa	1	2	11	1	0.883
37	Pembesian piat beton it1	1	4	4	1	0.694
38	Bekisting piat beton it1	1	6	12	1	1.837
39	Piat beton it2 f'c = 21,7 Mpa	1	2	8	1	0.376
40	Pembesian piat beton it2 f'c = 21,7 Mpa	1	2	2	1	0.338
41	Bekisting piat beton it2 f'c = 21,7 Mpa	1	4	8	1	1.042
42	Piat beton it3 f'c = 21,7 Mpa	1	1	4	1	0.211
43	Pembesian piat beton it3	1	2	2	1	0.219
44	Bekisting piat beton	1	3	6	1	0.676
45	PEKERJAAN RANGKA BESI					9,966
46	PEKERJAAN PASANGAN & PLESTERAN					2,636
47	PEKERJAAN PINTU & JENDELA & PANEL KOMPOSIT					13,281
48	PEKERJAAN PLAFON					0,086
49	PEKERJAAN PENGE CETAN					1,33
50	PEKERJAAN FINISHING LANTAI & DINDING					9,244
51	PEKERJAAN LISTRIK					12,454
52	PEKERJAAN SANITARY & PLUMBING					1,127
53	PEKERJAAN LAIN-LAIN					16,723

Contoh Perhitungan :

Mencari waktu selesai paling awal pada aktivitas A, B, C dan D.

Aktivitas A :

$$EF = 0 + 14 = 14$$

Aktivitas B :

$$EF = 14 + 9 = 23$$

Aktivitas C :

$$EF = 14 + 14 = 28$$

Aktivitas D :

$$EF = 23 + 26 = 49$$

E. Perhitungan Mundur (Backward Pass)

Backward Pass adalah langkah mundur untuk menentukan waktu paling akhir kegiatan boleh mulai (LS). 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 X, Z, U, dan W.

$$\text{Rumus : } (ES = LF - D)$$

Aktivitas X (dari Item pekerjaan 37 ke item 32) :

$$LS = 161 - 3 = 158$$

Aktivitas Z (dari Item pekerjaan 32 ke item 31) :

$$LS = 158 - 5 = 153$$

Aktivitas U (dari Item pekerjaan 30 ke item 25) :

$$LS = 144 - 4 = 140$$

Aktivitas W (dari Item pekerjaan 25 ke item 24) :

$$LS = 140 - 4 = 135$$

F. Identifikasi Float Time

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

$$TF = LET_j - L - EET_i \dots\dots\dots (7)$$

$$FF = EET_j - L - EET_i \dots\dots\dots (8)$$

$$IF = EET_j - L - LET_i \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

TF (Total Float) adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan pada suatu kegiatan yang boleh ditunda.
FF (Free Float) adalah penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya.

IF (Independent 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) = $LF - D - ES$
 $= 14 - 14 - 0 = 0$
Free Float (FF) = $EF - D - ES$
 $= 14 - 14 - 0 = 0$
Independent Float (IF) = $EF - D - LS$
 $= 14 - 14 - 0 = 0$

Hasil perhitungan *Float Time* untuk masing-masing kegiatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Perhitungan Float dan Jalur Kritis

No.	Notasi	Event i-j	Durasi (hari)	ES	EF	LS	LF	TOTAL	FREE	INDEPT	
1	A	1-2	14	0	14	0	14	0	0	0	KRITIS
2	B	2-3	9	14	23	14	33	10	0	0	
3	C	2-7	14	14	28	14	28	0	0	0	KRITIS
4	D	3-4	3	23	26	33	36	10	0	-10	
5	E	3-6	6	28	34	28	34	0	0	0	KRITIS
6	F	4-6	8	26	44	36	44	10	10	0	
7	G	6-6	8	26	44	36	44	10	10	0	
8	H	7-8	10	34	44	34	44	0	0	0	KRITIS
9	I	12-13	3	44	47	44	54	7	0	0	
10	J	6-11	4	47	51	54	58	7	0	-7	
11	K	11-12	5	51	63	58	63	7	7	0	
12	L	10-13	6	44	50	44	50	0	0	0	KRITIS
13	M	6-9	6	50	56	50	56	0	0	0	KRITIS
14	N	9-10	7	56	63	56	63	0	0	0	KRITIS
15	O	15-16	24	63	87	63	87	0	0	0	KRITIS
16	P	13-14	22	87	109	87	109	0	0	0	KRITIS
17	Q	14-15	19	109	128	109	128	0	0	0	KRITIS
18	R	18-23	7	128	135	128	139	4	0	0	
19	S	16-17	7	135	142	139	146	4	0	-4	
20	T	17-18	4	142	150	146	150	4	4	0	
21	U	25-30	7	128	135	128	140	5	0	0	
22	V	23-24	6	135	141	140	146	5	0	-5	
23	W	24-25	4	141	150	146	150	5	5	0	
24	X	32-37	6	128	134	128	134	0	0	0	KRITIS
25	Y	30-31	9	134	143	134	143	0	0	0	KRITIS
26	Z	31-32	7	143	150	143	150	0	0	0	KRITIS
27	AA	20-23	7	150	157	150	159	2	0	0	
28	BA	16-19	6	157	163	159	165	2	0	-2	
29	CA	19-20	4	163	169	165	169	2	2	0	
30	DA	27-30	6	150	156	150	162	6	0	0	
31	EA	23-26	3	156	159	162	165	6	0	-6	
32	FA	26-27	4	159	169	165	169	6	6	0	
33	GA	34-37	6	150	156	150	156	0	0	0	KRITIS
34	HA	30-33	9	156	165	156	165	0	0	0	KRITIS
35	IA	33-34	4	165	169	165	169	0	0	0	KRITIS
36	JA	22-23	6	169	175	169	179	4	0	0	
37	KA	16-21	6	175	181	179	185	4	0	-4	
38	LA	21-22	4	181	189	185	189	4	4	0	
39	MA	29-30	6	169	175	169	182	7	0	0	
40	NA	23-28	4	175	179	182	186	7	0	-7	
41	OA	28-29	3	179	189	186	189	7	7	0	
42	PA	36-37	6	169	175	169	175	0	0	0	KRITIS
43	QA	30-35	9	175	184	175	184	0	0	0	KRITIS
44	RA	35-36	5	184	189	184	189	0	0	0	KRITIS
45	SA	37-38	36	189	225	189	225	0	0	0	KRITIS

46	TA	37-39	26	189	215	189	217	2	0	0	
47	UA	40-44	20	225	245	225	245	0	0	0	KRITIS
48	VA	43-44	28	215	245	217	245	2	2	0	
49	WA	38-44	15	215	245	230	245	15	15	0	
50	XA	39-44	22	215	245	217	245	8	8	6	
51	YA	42-44	22	215	245	223	245	8	8	0	
52	ZA	41-44	8	215	245	237	245	22	22	0	
53	AB	37-44	22	189	245	189	245	34	34	34	

Sumber : Hasil olahan

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Dengan menggunakan metode PERT dalam penjadwalan proyek pembangunan Menara Alfa Omega di Tomohon, maka diketahui bahwa proyek dapat diselesaikan dalam waktu 245 hari dengan tingkat keberhasilan sebesar 99.9 %.
2. Jalur kritis yang didapat yaitu kegiatan $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow O \rightarrow P \rightarrow Q \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z \rightarrow GA \rightarrow HA \rightarrow IA \rightarrow PA \rightarrow QA \rightarrow RA \rightarrow SA \rightarrow UA$.
3. Penjadwalan awal proyek membutuhkan duasi selama 270 hari, sdangkan dengan menggunakan metode PERT hanya membutuhkan 245 hari. Oleh karena itu, implementasi PERT lebih cepat 25 hari daripada penjadwalan rencana awal proyek.

B. Saran

1. Penelitian ini menggunakan metode PERT, yang dalam penggunaannya bisa menggunakan program bantuan lainnya yang lebih terbaru.
2. Penelitian ini, menggunakan metode PERT, untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lainnya seperti metode CPM, *Fast Track* dan lainnya.
3. Perlu dilakukan pengawasan yang ketat pada jalur-jalur kritis agar proyek tidak mengalami keterlambatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif Arianto, *“Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance dan Time Chainage Diagram dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi”*, Semarang: Universitas Diponegoro. Hal. 25-28, 2010.
- [2] Dadang Sahid, *“Implementasi Critical Path Method and PERT Analysis pada Proyek Global Technology for Local Community”*, Pekanbaru: Politeknik Caltex Riau, 2012.
- [3] Hamdan Dimiyati & Kadar Nurjaman, *“Manajemen Proyek, Edisi 1”*, Bandung: Pustaka Setia. Hal. 3-4, 2014.
- [4] Hasibuan. Malayu S. P, *“Manajemen Dasar, Pengertian, dan Masalah, Edisi Revisi”*, Jakarta: Bumi Aksara, 2006.

- [5] Heizer. J. dan Render. B, "*Manajemen Operasi*", Edisi 7, Jakarta: Salemba 4, 2004.
- [6] Herjanto. E, "*Manajemen Operasi*", Edisi 3. Jakarta: Grasindo, 2008.
- [7] Iman Soeharto, "*Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*", Jakarta: Erlangga. Hal. 1, 1997
- [8] Prasetya, H. & Lukiasuti, F. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: MedPress. Hal 33, 2009.
- [9] Uher. T. E, "*Programming and Scheduling Techniques*", Australia: University of NWS. Hal 15, 1996.