

**ANALISIS PERCEPATAN JADWAL PELAKSANAAN PROYEK DENGAN
METODE PERT DAN CPM
(STUDI KASUS PEMBANGUNAN VILLA PANBIL
TYPE JIMBARAN BLOK R.12)**

Harry Kurniawan
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan
E-mail : harry@ft.unrika.ac.id

ABSTRACT

Planning a good time and cost is needed in the implementation of the project a controlling can easily be done to ensure that the implementation of the project has been set can be achieved with minimal deviation and the most satisfactory results by utilizing existing resources. Network Analysis Technique aims to describe and determine the relationships between the various activities and various interpretations of time required for each activity in the project plan as a whole by using the method of CPM and PERT. The project, which became the object of research the author is Construction of Villa Panbil Type Jimbaran Block R.12 at PT. HARAPAN JAYA SENTOSA, in the Villa Panbil area of Batam City, Riau Islands. Based on the research results and calculations using the Network Analysis Technique, it can be concluded that the planning time and costs in particular by using CPM is the most ideal conditions at the time of project performance evaluation with earned value method in a project completion with the result of the optimal time of 258 days where 59 days, faster than the project schedule determined by PT. HARAPAN JAYA SENTOSA which is 317 days at a cost of Rp. 2,483,815,917.-.

Keywords: Project Planning, Project Execution, Project Control, Project Cost and Schedule Project

ABSTRAK

Perencanaan waktu dan biaya yang baik sangat diperlukan dalam pelaksanaan proyek sehingga pengendalian dapat dengan mudah dilakukan untuk memastikan bahwa pelaksanaan proyek telah ditetapkan dapat dicapai dengan penyimpangan paling minimal dan hasil memuaskan dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Teknik Analisis Jaringan Kerja bertujuan menguraikan dan menentukan hubungan-hubungan antara berbagai kegiatan dan berbagai penafsiran waktu yang diperlukan untuk setiap kegiatan dalam rencana proyek secara menyeluruh dengan menggunakan Metode PERT dan CPM. Proyek yang menjadi objek penelitian penulis adalah Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R.12 di PT. HARAPAN JAYA SENTOSA, Di kawasan Villa Panbil Kota Batam Kepulauan Riau. Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan dengan menggunakan Teknik Analisa Jaringan Kerja, dapat disimpulkan bahwa perencanaan waktu dan biaya khususnya dengan menggunakan metode CPM merupakan kondisi paling ideal pada saat dilakukan evaluasi kinerja proyek dengan hasil waktu optimal 258 hari dimana 59 hari, lebih cepat dari jadwal proyek yang di tentukan oleh PT. HARAPAN JAYA SENTOSA yaitu 317 hari dengan biaya Rp. 2.483.815.917,-.

Kata Kunci : Perencanaan Proyek, Pelaksanaan Proyek, Pengendalian Proyek, Biaya Proyek dan Jadwal Proyek

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi mempunyai peran penting dan strategis dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan berbagai bidang dalam pembangunan. Perkembangan industri konstruksi berhubungan erat dengan pelaksanaan pembangunan di segala bidang. Mengingat akan peran tersebut maka jasa konstruksi harus terus mengembangkan peran dalam pembangunan konstruksi.

Jadwal merupakan salah satu parameter yang menjadi tolok ukur keberhasilan suatu konstruksi, disamping anggaran dan mutu. Penjadwalan perlu diperhatikan dalam manajemen konstruksi untuk menentukan durasi maupun urutan kegiatan konstruksi, sehingga terbentuklah penjadwalan yang logis dan realistis. Pada umumnya, penjadwalan konstruksi menggunakan estimasi durasi yang pasti. Namun, banyak faktor ketidakpastian (*uncertainty*) sehingga durasi masing-masing kegiatan tidak dapat ditentukan dengan pasti. Faktor penyebab ketidakpastian durasi tersebut diantaranya adalah produktivitas pekerja, cuaca dan lain-lain.

Dengan adanya permasalahan tersebut penulis akan menganalisa jadwal konstruksi dengan menggunakan metode PERT. Ketidakpastian penentuan durasi suatu konstruksi dalam metode PERT dicerminkan dengan tiga nilai estimasi yaitu durasi optimistis, durasi most likely dan durasi pesimistis. Dalam metode ini durasi waktu yang digunakan, diambil dari rata-rata antara pesimistis, most likely dan optimistis. Sehingga kita dapat mengamati lintasan kritis pada penjadwalan konstruksi dan dapat melihat durasi yang pasti dari masing-masing kegiatan. Dalam penelitian ini penulis akan melakukan studi kasus pada konstruksi Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R.12.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek disusun untuk menjadi acuan dalam penyelenggaraan proyek, sekaligus sebagai landasan pengawasan pelaksanaan proyek yang bersangkutan. Penjadwalan menetapkan waktu dan urutan dari bermacam macam tahapan, keterkaitan satu aktivitas dengan aktivitas lain.

2.2 Pengertian *Network Planning*

Perencanaan jaringan kerja (*network planning*) adalah salah satu model yang banyak digunakan dalam

menyelenggarakan proyek, yang produknya berupa informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada didalam diagram jaringan kerja yang bersangkutan.

2.3 Simbol dan Ketentuan dalam *Network Planning*

Untuk dapat membaca dengan baik suatu diagram jaringan kerja perlu dijelaskan pengertian dasar hubungan antar simbol yang ada. Adapun simbol-simbol yang digunakan dalam *network planning* adalah sebagai berikut :

a. Anak Panah (*Arrow*)

Menyatakan sebuah kegiatan atau aktivitas. Kegiatan disini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan *duration* (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah *resources* (sumber tenaga, peralatan, material, biaya).Lingkaran Kecil (*Node / titik*).

Menyatakan sebuah kejadian atau peristiwa atau *event*. Kejadian (*event*) disini didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan.

b. Anak Panah Putus-Putus ---->

Menyatakan kegiatan semu atau *dummy*. *Dummy* disini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan. Seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan *dummy* ini juga tidak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala.

Dalam pelaksanaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut:

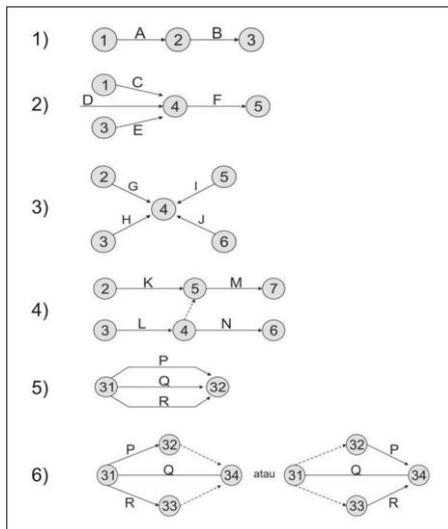
- Diantara dua peristiwa yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- Nama atau aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor peristiwa.
- Aktivitas harus mengalir dari peristiwa bernomor rendah ke peristiwa bernomor tinggi.
- Diagram hanya memiliki sebuah *initial event* dan sebuah terminal *event*

2.4 Hubungan Antara Simbol dan Kegiatan

Untuk dapat menggambar dan membaca *network* diagram yang menyatakan saling ketergantungan, perlu diketahui hubungan antar simbol dan kegiatan yang ada dalam sebuah proyek atau penyelesaian produksi tersebut.

Adapun hubungan atau ketergantungan antar simbol dan kegiatan.

Untuk memudahkan perhitungan penentuan waktu ini digunakan notasi-notasi sebagai berikut:



Gambar 1. Hubungan Antar Kegiatan

Keterangan gambar :

1. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai.
2. Jika kegiatan C, D dan E harus selesai sebelum kegiatan F dapat di mulai.
3. Jika kegiatan G dan H harus selesai sebelum kegiatan I dan J.
4. Jika kegiatan K dan L harus selesai sebelum kegiatan M dapat dimulai, tetapi N sudah boleh dimulai bila kegiatan L sudah selesai.
5. Jika kegiatan P, Q dan R mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama.
6. Karena gambar 5 berarti bahwa kegiatan (31,32) itu adalah kegiatan P atau Q atau R.

Untuk membedakan ketiga kegiatan itu maka masing-masing harus menggunakan *dummy*. Dalam hal ini tidak menjadi persoalan dimana saja diletakkannya *dummy - dummy* tersebut, pada permulaan ataupun pada akhir kegiatan-kegiatan tersebut.

2.5 Penentuan Waktu Dalam *Network Planning*

Setelah *network* suatu proyek dapat digambarkan, langkah berikutnya adalah mengestimasi waktu yang diperlukan untuk masing-masing aktivitas, dan menganalisis seluruh diagram *network* untuk menentukan waktu terjadinya masing-masing kejadian (*event*).

- TE = *earliest event occurrence time*, yaitu saat tercepat terjadinya event
- TL = *latest event occurrence time*, yaitu saat paling lambat terjadinya event
- ES = *earliest activity start time*, yaitu saat tercepat dimulainya aktivitas
- EF = *earliest activity finish time*, yaitu saat tercepat diselesaikannya aktivitas
- LS = *latest activity start time*, yaitu saat paling lambat dimulainya aktivitas
- LF = *latest activity finish time*, yaitu saat paling lambat diselesaikannya aktivitas
- T = *activity duration time*, yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas (biasa dinyatakan dalam hari)
- S = *total slack/total float* SF = *free slack/free float*

Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu ini digunakan tiga buah asumsi dasar, yaitu:

- Proyek hanya memiliki satu *initial event* dan satu *terminal event*.
- Saat tercepat terjadinya *initial event* adalah hari ke-nol.
- Saat paling lambat terjadinya *terminal event* adalah TL = TE untuk *event* ini.

2.6 Langkah menyusun *Network Planning*

Untuk dapat menggunakan *network planning* didalam perencanaan, penjadwalan serta pengawasan suatu proyek ataupun produksi, perusahaan perlu mengikuti langkah-langkah penyusunan serta sistematika. Adapun sistematika lengkap dalam penyusunan *network planning* atau jaringan kerja adalah :

- a. Menginventarisasi kegiatan-kegiatan Pada langkah ini, dilakukan pengkajian dan pengidentifikasian lingkup proyek, menguraikan dan memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b. Menyusun hubungan antar kegiatan Pada langkah kedua ini adalah menyusun kembali kegiatan menjadi mata rantai, urutan sesuai dengan logika ketergantungan dalam

network planning, mata rantai urutan kegiatan yang sesuai dengan logika ketergantungan merupakan dasar pembangunan *network planning*, sehingga diketahui urutan kegiatan dari awal dimulainya proyek sampai dengan selesainya proyek secara keseluruhan.

- c. Menyusun *network* diagram yang menghubungkan semua kegiatan. Pada langkah ini, hubungan kegiatan yang telah disusun pada butir kedua, disusun menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai dengan logika ketergantungan.
- d. Menetapkan waktu untuk setiap kegiatan dan menyusunnya ke dalam *network* diagram, memberikan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan menyesuaikan lingkup proyek, seperti pada langkah pertama. Setelah penyusunan perkiraan kurun waktu untuk masing-masing kegiatan selesai, maka tahap selanjutnya adalah menggambarkan jaringan yang dapat menghubungkan keseluruhan kegiatan yang akan dilaksanakan. Hubungan tersebut digambarkan dalam sebuah *network* diagram.
- e. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) pada *network* diagram. Dari *network* diagram yang disusun pada langkah ketiga, dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur. Dari kedua perhitungan tersebut dihitung *float* dan diidentifikasi jalur kritisnya.

Fungsi perencanaan, pengoordinasian serta pengendalian mempunyai peran penting bagi setiap usaha, dimana fungsi-fungsi tersebut diperlukan dalam usaha pencapaian tujuan. Metode yang digunakan dalam usaha pencapaian tujuan tersebut berbeda-beda karena disesuaikan dengan keadaan masing-masing tempat usaha/perusahaan.

Dalam *network planning* terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan sesuai dengan kondisi perusahaan. Teknik yang sangat luas pemakaiannya adalah metode jalur kritis (*critical path method/CPM*) dan teknik menilai dan meninjau kembali (*program evaluation and review technique/PERT*).

2.7 CPM (*critical path method*)

CPM (*critical path method*) yang dikenal pula sebagai jalur kritis, dikembangkan oleh J.E Kelly dari perusahaan Remington Rand dan M.R Walker dari DuPont dalam rangka mengembangkan suatu sistem

kontrol manajemen. Sistem ini dimaksudkan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks dalam masalah desain dan konstruksi.

Siswanto (2007) mendefinisikan CPM sebagai model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berupaya mengoptimalkan biaya 16 total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek. Penggunaan metode CPM dapat menghemat waktu dalam menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek. Dalam proses identifikasi jalur kritis, terdapat beberapa notasi-notasi yang digunakan dalam CPM yaitu ;

1. Mulai terdahulu (*earliest start – ES*), adalah waktu terdahulu suatu kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahulu sudah selesai.
2. Selesai terdahulu (*earliest finish – EF*) adalah waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai.
3. Mulai terakhir (*latest start – LS*) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

2.8 PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT merupakan suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan-perbedaan, mengkoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyekproyek (Nurhayati, 2020).

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) atau lebih dikenal dengan teknik penelitian kembali, pertama kali dikembangkan pada tahun 1958 oleh Booz, Allen dan Hamilton untuk U.S Navy (Angkatan Laut Amerika Serikat), merupakan teknik analisa jaringan (*networking*) dengan menggunakan waktu aktivitas yang bersifat probabilitas yaitu ;

1. Waktu yang paling optimis (a) merupakan kemungkinan waktu penyelesaian yang paling pendek, jika semua pekerjaan berjalan dengan lancar.
2. Waktu yang paling pesimis (b) merupakan kemungkinan waktu penyelesaian yang

paling panjang, dengan memperhitungkan kemungkinan-kemungkinan penundaan.

3. Waktu normal (m) merupakan kemungkinan waktu penyelesaian sebagaimana mestinya.

Waktu yang paling sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali. Adapun langkah *network planning* dengan pendekatan PERT ditujukan untuk mengetahui berapa nilai probabilitas kegiatan proyek terutama pada jalur kritis selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diharapkan.

1. Menentukan perkiraan suatu waktu aktifitas

$$Te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Te = Perkiraan waktu aktifitas
 a = Waktu paling optimis
 m = Waktu normal
 b = Waktu paling pesimis

2. Menentukan deviasi standar dari kegiatan proyek deviasi standar kegiatan :

$$S = \frac{1}{6}(b - a)$$

S = deviasi standar kegiatan
 a. = waktu optimis
 b. = waktu pesimis

3. Menentukan variasi kegiatan dari kegiatan proyek varians kegiatan :

$$V(te) = S^2 = \left[\frac{b - a}{6} \right]^2$$

V(te) = varians kegiatan
 S = deviasi standar kegiatan
 a = waktu optimis
 b = waktu pesimis

4. Mengetahui probabilitas mencapai target jadwal

Untuk mengetahui probabilitas mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan

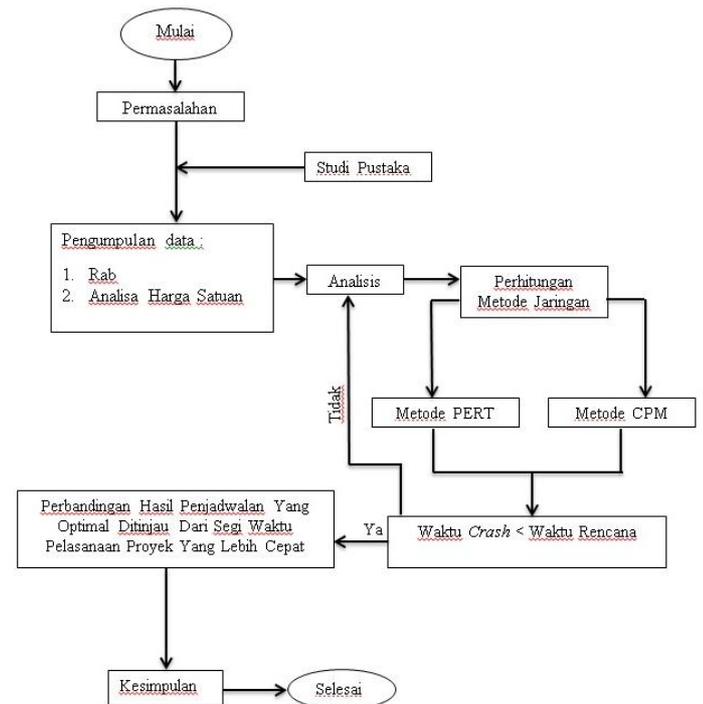
(TE) dengan target T(d) yang dinyatakan dengan rumus :

$$z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

z = angka kemungkinan mencapai target
 T(d) = target jadwal
 TE = jumlah waktu lintasan kritis
 S = deviasi standar kegiatan

Angka z merupakan angka probabilitas yang persentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z.

3 METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 2. Bagan Alir Metodologi Penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, pekerjaan dan besaran biaya yang digunakan dalam proyek pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12 tersebut, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Kegiatan Pembangunan Villa Panbil *Type* Jimbaran Blok R No.12

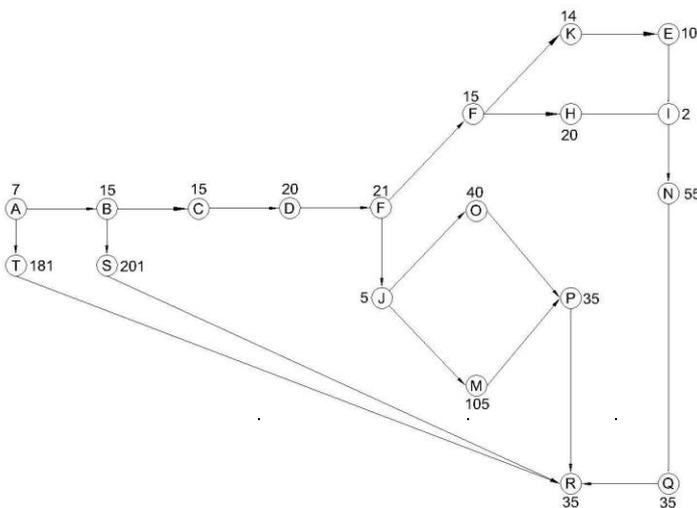
No	Nama Pekerjaan	Kode Aktivitas	Aktivitas Pendahulu	Durasi (hari)	Biaya (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	A		7	91.823.250,00
2	Pondasi	B	A	15	95.146.757,15
3	Ground beam	C	B	15	62.783.802,78
No	Nama Pekerjaan	Kode Aktivitas	Aktivitas Pendahulu	Durasi (hari)	Biaya (Rp)
4	Kolom Lt 1	D	C	20	41.657.623,34
5	Plat lantai 1	E	K	10	62.364.994,56
6	Plat lantai 2 dan balok	F	D	21	186.507.045,16
7	Kolom lt 2	G	F	14	29.693.509,55
8	Ring Balok dan Plat Lantai Atap	H	G	20	90.264.032,52
9	Pekerjaan Waterproofing	I	E	2	13.417.625
10	Pek. Str Kanopi Beton T=100mm	J	F	5	13.012.155,56
11	Struktur tangga	K	G	14	5.510.813,28
12	Pekerjaan atap	L	H	46	193.366.304,33
13	Pekerjaan Finishing Lantai-1 dan lantai 2	M	J	105	388.544.002,42
14	Pekerjaan keramik lantai dan dinding	N	I, L	55	414.798.975,03
15	Kusen pintu dan jendela	O	J	40	288.510.660,00
16	Plafond	P	M, O	35	105.416.302,50
17	Pekerjaan <i>railing</i> + tanggulan	Q	N	35	71.557.038,00

18	Cat dinding dan plafond	R	P, Q, S, T	35	49.830.167,00
19	Mekanikal dan elektrikal	S	B	201	252.037.507,00
20	Infrastruktur	T	A	227	27.573.352,63
Total Biaya					2.483.815.917,-

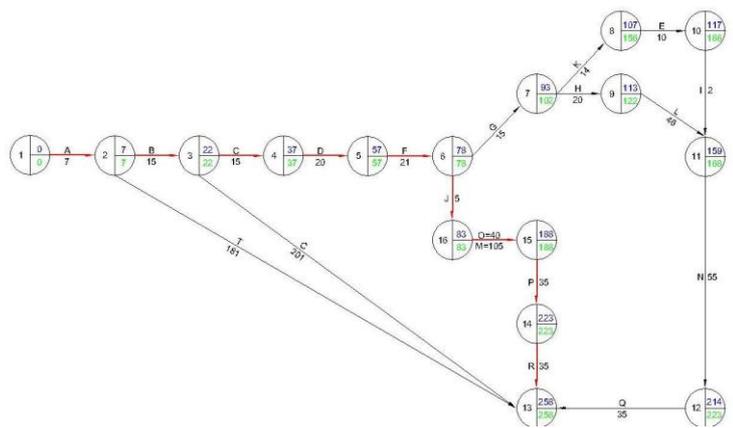
4.1 Metode CPM

Kegiatan pertama yang harus dilakukan dalam pengolahan data pada penelitian ini yaitu membuat diagram jaringan kerja. Diagram jaringan kerja mempresentasikan kegiatan, nama kegiatan, pendahulu, pekerja dan waktu pelaksanaan. Adapun hubungan ketergantungan antar pekerjaan yang dapat kita lihat pada Gambar 3

Diagram jaringan merupakan jaringan kerja yang berisi lintasan kegiatan dan urutan kegiatan yang akan dilakukan selama penyelenggaraan proyek. Melalui diagram jaringan tersebut dapat melakukan perhitungan jaringan dengan metode CPM Gambar 4.



Gambar 3 Diagram Jaringan Kerja Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12



Gambar 4. Diagram Jaringan CPM Pada Pekerjaan Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12

Dari diagram jaringan CPM maka kita dapat menghitung total float pada masing-masing aktivitas, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Kegiatan Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12

Aktivitas	Node	Durasi (hari)	ES	LF	TF	Keterangan
A	1-2	7	0	7	0	Jalur Kritis
B	2-3	15	7	22	0	Jalur Kritis
C	3-4	15	22	37	0	Jalur Kritis
D	4-5	20	37	57	0	Jalur Kritis
E	8-10	10	107	166	49	Bukan Jalur Kritis

F	5-6	21	57	78	0	Jalur Kritis
G	6-7	14	78	102	10	Bukan Jalur Kritis
H	7-9	20	93	122	9	Bukan Jalur Kritis
I	10-11	2	117	168	49	Bukan Jalur Kritis
J	6-16	5	78	83	0	Jalur Kritis
K	7-8	14	93	156	49	Bukan Jalur Kritis
L	9-11	46	113	168	9	Bukan Jalur Kritis
M	16-15	105	83	188	0	Jalur Kritis
N	11-12	55	159	223	9	Bukan Jalur Kritis
O	16-15	40	83	188	65	Bukan Jalur Kritis
P	15-14	35	188	223	0	Jalur Kritis
Q	12-13	35	214	285	36	Bukan Jalur Kritis
R	14-13	35	223	258	0	Jalur Kritis
S	3-13	201	22	258	35	Bukan Jalur Kritis
T	2-13	227	7	258	24	Bukan Jalur Kritis

Jadi jalur kritis terjadi pada jalur A-B-C-D-E-F-J-M-P-R, dengan durasi waktu 258 hari.

4.2 Perhitungan Percepatan Waktu Dan Biaya Jalur Kritis

Berdasarkan analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) 5.2.1.5 Perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan proyek mengacu pada peraturan menteri pekerjaan umum dan perumahan rakyat nomor : 28/PRT/M/2016. yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Percepatan Waktu Jalur Kritis Pada Kegiatan Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12

No	Perkerjaan	Aktivitas	Volume	Satuan	Koefisien (OH)	Kode SNI	Waktu Realistis		Waktu Dipercepat		Penambahan Jumlah Tukang (Orang)	Keterangan
							Lama pekerjaan (hari)	Jumlah Tukang	Lama pekerjaan (hari)	Jumlah Tukang		
1	Pekerjaan Persiapan	A	590	M3	0,1	A.2.2.1.9	7	8	6	10	2	Pekerja
2	Pekerjaan Pondasi	B	50,91	M3	1,05	A.4.1.1.28	15	4	11	5	1	Tukang Besi
3	Ground Beam	C	12,11	M3	5,65	A.4.1.1.29	15	5	11	6	1	Pekerja
4	Kolom LT.1	D	7,11	M3	5,3	A.4.1.1.32	20	2	13	3	1	Pekerja
5	Plat Lantai 2 Dan Balok	F	53,26	M3	1,65	A.4.1.1.7	21	4	18	5	1	Pekerja
6	Pekerjaan Struktur Kanopi	J	26,58	M3	1,65	A.4.1.1.7	5	9	4	10	1	Pekerja
7	Pekerjaan Finising Lantai-1 Dan Lantai-2	M	471	M2	0,6	A.4.4.1.4	105	3	71	4	1	Pekerja
8	Pekerjaan Plafond	P	554,37	M2	0,1	A.4.5.1.7	35	2	18	3	1	Pekerja
9	Cat Dinding Dan Plafond	R	1994,97	M2	0,063	A.4.7.1.10	35	4	25	5	1	Tukang Cat

Sedangkan standar orang jam orang hari standar atau satu hari orang bekerja adalah 8 jam, terdiri atas 7 jam kerja (efektif) dan 1 jam istirahat. Bila diperoleh data upah pekerja per bulan, maka upah jam orang dapat dihitung dengan membagi upah per bulan dengan jumlah hari efektif selama satu bulan (24–26) atau 25 hari kerja dan dengan jumlah 7 jam kerja efektif selama satu hari.

Apabila perhitungan upah dinyatakan dengan upah orang per jam (OJ) maka upah orang per jam dihitung sebagai berikut :

$$\text{Upah orang per jam (OJ)} = \frac{\text{upah orang perbulan}}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}}$$

Berdasarkan keputusan upah gubernur Kepulauan Riau nomor 2443 tahun 2016 tentang upah minimum kota Batam tahun 2017 adalah sebesar Rp. 3.241.125,- (tiga juta dua ratus empat puluh satu ribu seratus dua puluh lima rupiah) per bulan.

Perhitungan percepatan waktu dan biaya pada jalur kritis A-B-C-D-E-F-J-M-P-R, dapat kita lihat pada Tabel 4.3.

- Aktivitas A di percepat 1 hari dari 7 waktu normal menjadi 6 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 6 \text{ hari}$$

$$= 1.777.992$$
- Aktivitas B di percepat 4 hari dari 15 waktu normal menjadi 11 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 11 \text{ hari}$$

$$= 1.629.826$$
- Aktivitas C di percepat 4 hari dari 15 waktu normal menjadi 11 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 11 \text{ hari}$$

$$= 1.629.826$$

- Aktivitas D di percepat 7 hari dari 20 waktu normal menjadi 13 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 13 \text{ hari}$$

$$= 1.926.158$$
- Aktivitas F di percepat 3 hari dari 21 waktu normal menjadi 18 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 18 \text{ hari}$$

$$= 2.666.988$$
- Aktivitas J di percepat 1 hari dari 5 waktu normal menjadi 4 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 4 \text{ hari}$$

$$= 592.664$$
- Aktivitas M di percepat 34 hari dari 105 waktu normal menjadi 71 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 71 \text{ hari}$$

$$= 10.519.786$$
- Aktivitas P di percepat 17 hari dari 35 waktu normal menjadi 18 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 18 \text{ hari}$$

$$= 2.666.988$$
- Aktivitas R di percepat 10 hari dari 35 waktu normal menjadi 25 hari

$$\text{OJ} = \frac{3.241.125}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jam kerja}} = 18.521/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 148.166/\text{hari}$$

$$= 148.166 \times 10 \text{ hari}$$

$$= 3.704.150$$

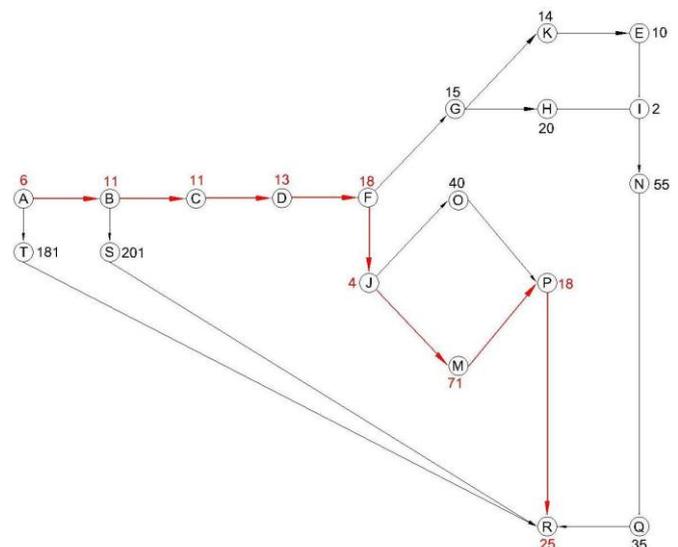
Jadi total biaya dimasing-masing aktivitas jalur kritis setelah dilakukan percepatan, dapat kita lihat pada tabel 4.3

Tabel 4. Percepatan Waktu Dan Biaya Jalur Kritis Pada Kegiatan Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12

Kegiatan	Durasi (hari)		Biaya (Rp)		Slope Biaya (Rp)
	Normal	Dipercepat	Normal	Dipercepat	
A	7	6	91.823.250,00	93.601.242,00	1.777.992
B	15	11	95.146.757,15	96.776.583,15	1.629.826
C	15	11	62.783.802,78	64.413.628,78	1.629.826
D	20	13	41.657.623,34	43.583.781,34	1.926.158
F	21	18	186.507.045,16	189.174.033,16	2.666.988
J	5	4	13.012.155,56	13.604.819,56	592.664
M	105	71	388.544.002,42	399.063.788,42	10.519.786
P	35	18	105.416.302,00	108.083.290,00	2.666.988
R	35	25	49.830.167,00	53.534.317,00	3.704.150
Total	258	117	1.034.721.105,41	1.061.835.483,41	27.114.378

Total biaya di percepat = Total Biaya Normal +
 Total Biaya Percepatan
 Total biaya di percepat
 = 2.483.815.917,99 +
 27.114.378
 Total biaya di percepat = 2.510.930.295,99

Sehingga waktu yang dihasilkan setelah dilakukan perhitungan percepatan pada jalur kritis A-B-C-D-E-F-J-M-P-R adalah 177 hari dengan total biaya keseluruhan setelah dilakukan percepatan Rp. 2.510.930.295,99, jadi diagram jaringan kerja dapat kita lihat pada Gambar 4.3



Gambar 5. Diagram Jaringan Kerja Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12 Setelah Dilakukan Percepatan.

4.3 Metode PERT

Dalam menentukan estimasi waktu pelaksanaan pekerjaan harus mempertimbangkan banyak faktor yang tidak dapat dipastikan, sehingga dapat digunakan metode PERT (*project evaluation and review technique*) untuk menentukan waktu pelaksanaan pekerjaan. PERT merupakan suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguang konflik pekerjaan, mengkoordinasikan dan mensinkronkan sebagai bagian suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek (Levin dan Krikpatrick, 1972).

Dalam penelitian ini kegiatan yang digunakan adalah kegiatan secara garis besar, jadi untuk mencari

nilai optimis dan pesimisnya dapat dicari terlebih dahulu standard waktunya yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Richard Chase & W.R King, 1995) :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}}$$

Keterangan:

σ = Standard deviasi

X = Nilai dari setiap kegiatan

\bar{X} = Nilai rata-rata

N = Jumlah kegiatan

Setelah diperoleh standard waktu dari masing-masing kegiatan, maka waktu optimis dan pesimis dapat ditentukan dengan cara :

Waktu pesimis = waktu normal + nilai standard deviasi

Tabel 5. Probabilitas Waktu Pelaksanaan Kegiatan yang diharapkan Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12

Aktivitas	Waktu optimis (a)	Waktu realistis s (m)	Waktu pesimis (b)	Waktu aktifitas Te=(a+4m+b)/6	Deviasi $s = \frac{1}{6}(b - a)$	Varians V = S ²
A	6	7	15	8	1,44	2,08
B	11	15	20	15	1,47	2,17
C	11	15	20	15	1,47	2,17
D	13	20	23	19	1,68	2,81
F	18	21	24	21	0,95	0,91
J	4	5	13	6	1,56	2,44
M	71	105	132	104	10,16	103,32
P	18	35	37	33	3,21	10,28
R	25	35	37	34	2,04	4,16
JML	177	258	321	255	24	130

4.3.1 Probabilitas mencapai target jadwal

Untuk mengetahui probabilitas dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S} = \frac{258 - 255}{24} = 0,126$$

Berdasarkan Tabel Sebaran Peluang Kumulatif Normal Z (Tabel Z terlampir) Probabilitasnya yaitu 0,8962, artinya ada peluang sebesar 89,62% untuk menyelesaikan proyek tersebut dalam kurun waktu 238 hari atau kurang dari itu.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Setelah dilakukanya analisis dengan menggunakan metode CPM durasi waktu optimal proyek Pembangunan Villa Panbil Type Jimbaran Blok R No.12 yaitu 258 hari dimana 59 hari lebih cepat dari jadwal proyek yang di tentukan oleh PT. HARAPAN JAYA SENTOSA yaitu 317 hari dengan biaya Rp. 2.483.815.917,99, dengan jalur kritis A-B-C-D-E-F-J-M-P-R yang di percepat berdasarkan standar analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) 5.2.1.5 nomor : 28/PRT/M/2016 dimana waktu pelaksanaan proyek

menjadi 177 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp. 27.114.378, sehingga total biaya keseluruhan setelah dilakukan percepatan adalah Rp. 2.510.930.295,99. Sedangkan menurut hasil perhitungan proyek dengan menggunakan metode PERT dihasilkan probabilitas sebesar 89,62% dalam menyelesaikan proyek tersebut. Artinya proyek tersebut memiliki peluang sebesar 89,62% untuk dikerjakan dalam jangka waktu 258 hari.

5.2 SARAN

Berdasarkan kesimpulan tersebut, peneliti memberikan saran sebagai berikut :

- a. Sebaiknya PT. HARAPAN JAYA SENTOSA dalam melaksanakan proyek Pembangunan Villa Panbil *Type* Jimbaran Blok R No.12 mengacu/menggunakan metode CPM dan PERT, agar dapat

mencapai efisiensi waktu penyelesaian proyek.

- b. Pihak kontraktor sebaiknya tidak hanya berfokus pada percepatan waktu penyelesaian saja, melainkan juga memperhatikan kelayakan peralatan dan keselamatan pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat, 2016, Permen PUPR No.28/PRT/M/2016, Tentang Pedoman Analisis Harga satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- Levin, Richard I. & Kirkpatrick Charles A. 1972. Perentjanaan dan Pengawasan dengan PERT dan CPM. Bhratara. Jakarta.
- Nurhayati. 2010. Manajemen Proyek. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Siswanto. 2007. Operation Research Jilid II. Erlangga. Jakarta.