UPAYA PERCEPATAN PROYEK RUMAH HUNIAN DENGAN OPTIMALISASI BIAYA DI PT. XYZ DENGAN PENDEKATAN CPM & PERT

Narto [1)], Lukmandono [2)]
[1), 2)] Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp (031) 5945043

ABSTRACT
-

ABSTRAK
Waktu dan biaya penyelesaian proyek adalah hal penting yang harus direncanakan dan dikendalikan dalam pelaksanaan proyek. Untuk mendapatkan waktu dan biaya yang minimum tanpa harus mengurangi kualitas output yang dihasilkan, maka diperlukan suatu perencanaan jaringan kerja dan menyusun jadwal kerja yang optimum sehingga penyelesaian proyek selesai tepat pada waktunya. Pada proyek pembangunan rumah hunian di PT. XYZ terdapat 40 aktivitas kegiatan terdiri dari 6 sub kegiatan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan metode CPM untuk menganalisa penyelesaian proyek dengan efisiensi waktu dan metode PERT dengan tiga estimasi waktu untuk mengetahui tingkat probabilitas kemungkinan kurun penyelesaian proyek tepat waktu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode CPM didapatkan durasi waktu penyelesaian proyek normal adalah 446 hari, dengan biaya total penyelesaian proyek adalah Rp. 3.665.822.000 sedangkan dengan menggunakan metode PERT durasi penyelesaian proyek dengan nilai te = 444,5 hari dan titik proyek dipercepat (TPD) adalah 318 hari dengan biaya penyelesaian proyek adalah Rp. 3.115.926.000.
Kata kunci : Jaringan Kerja, Lintasan Kritis, CPM, PERT, Probabilitas.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur khususnya proyek konstruksi sangat dibutuhkan terutama di negara yang sedang berkembang. Hal ini dilakukan untuk peningkatan sarana dan prasarana perekonomian. Pembangunan tersebut berupa pembangunan fisik proyek, pembangunan gedung perkantoran, jembatan, jalan tol, pusat pergudangan baik industri besar atau kecil, perumahan dan lain-lain. Dalam pelaksanaan proyek kontruksi membutuhkan suatu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian dimana sangat dipengaruhi oleh faktor kualitas dan kuantitas sumber daya, ketersediaan material, kondisi alam, letak geografis dan faktor-faktor lainnya yang dapat berpengaruh pada penyelesaian proyek. Optimalisasi percepatan durasi waktu pelaksanaan proyek adalah salah satu tindakan yang efektif dan efisien dengan mempertimbangkan biaya yang ditimbulkan dalam penyelesaian suatu proyek.

Penelitian yang dilakukan Putra (2013) membuktikan bahwa penjadwalan waktu menggunakan CPM terbukti sangat membantu dalam masalah efisiensi waktu dan biaya. Melalui penerapan Metode PERT dan CPM akan diketahui besarnya waktu yang dibutuhkan, tingkat keyakinan yang ingin dicapai dalam setiap waktu kegiatan, pengawasan lebih terkonsentrasi kepada aktivitas yang ada di lintasan kritis (Raharja, 2014). Pelaksanaan proyek konstruksi perlu dilakukan perencanaan dan pengendalian yang tepat sehingga dapat mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan penambahan biaya yang seminim mungkin Kareth (2012). Menurut Permana (2016) perusahaan sebaiknya menggunakan metode CPM atau lebih dikenal dengan lintasan kritis dalam membuat suatu perencanaan waktu dan biaya, sehingga proyek pembangunan Alfamart dapat dilaksanakan dengan lebih efisien dan dapat mencapai hasil yang optimal.

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan rumah hunian di PT. XYZ yang berlokasi di Kota Surabaya Barat, Jawa Timur. Waktu pelaksanaan penelitian ini selama 2 bulan mulai dari persiapan, survey lapangan, analisis data sampai penyusunan hasil penelitian, yaitu bulan Maret 2016 sampai April 2016. Dengan pendekatan metode CPM akan diketahui aktivitas

mana saja yang masuk dalam jalur kritis, menghasilkan durasi waktu penyelesaian proyek sehingga dapat mengarahkan perusahaan pada penjadwalan dan percepatan yang efisien tepat waktu dengan biaya yang optimal. Sedangkan metode PERT digunakan untuk mengetahui probabilitas penyelesaian proyek, sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat kemungkinan percepatan proyek yang dilakukan selesai tepat waktu.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah (1) Mendapatkan *network diagram* dari pekerjaan proyek pembangunan rumah hunian, sehingga dapat diketahui durasi penyelesaian proyek dan (2) Mengetahui aktivitas mana saja yang merupakan lintasan kritis sehingga dapat diminimalisir adanya keterlambatan proyek dan (3) Mengetahui waktu dan biaya percepatan proyek yang optimal, probabilitas kemungkinan penyelesaian proyek dapat dikerjakan tepat waktu.

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Proyek

Proyek adalah setiap kegiatan yang dimulai dari kegiatan awal sampai kegiatan akhir dengan waktu tertentu yang sudah direncanakan (Yamit, 2000). Menurut Cleland dan King (2004) menyatakan bahwa proyek merupakan gabungan dari beberapa sumber daya, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai tujuan tertentu. Sedangkan menurut Heizer dan Render (2005) Suatu kesataun pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain dengan volume kegiatan yang besar dan aktifitas antar kegiatan yang kompleks. Menurut *Project Management Body of Knowledge* (PM-BOK), *Project Management Institute* (PMI) manajemen proyek didefinisikan sebagai berikut (Soeharto, 2001) ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinasi sumberdaya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang diharapkan yaitu lingkup mutu, jadwal, dan biaya serta memenuhi keinginan para *stakeholder*. Sedangkan menurut Santoso (2003) manajemen proyek adalah suatu kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan dalam jumlah tertentu untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Critical Path Method (CPM)

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972), metode Jalur Kritis (*Critical Path Method* - CPM), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek, merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Sedangkan menurut Badri (1997) CPM dikenal dengan istilah jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian kegiatan dengan jumlah waktu terlama yang menunjukan kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambarkan dengan anak panah.

Program Evaluation Review Technic (PERT)

Menurut Siswanto (2007) PERT adalah sebuah model *management science* untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek. Metode PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan adanya ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada kurun waktu kegiatan proyek (Soeharto, 2001). Sedangkan menurut Heizer dan Render (2005) PERT mempunyai tiga estimasi waktu dimana a = kurun waktu optimistik (*optimistic duration time*), m = kurun waktu paling mungkin *(most likely time),* b = kurun waktu pesimistik *(pessimistic duration time).* Selanjutnya ketiga perkiraan waktu itu dirumuskan menjadi satu angka yang disebut (te) atau kurun waktu yang diharapkan *(expected duration time).*

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

dimana :

te : Waktu yang diharapkan ; a : waktu optimistic ; m : waktu paling mungkin ; b : waktu pesimistik. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya nilai a dan b, sehingga deviasi standartnya

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

Varians Kegiatan $V(te) = S^2$

dimana :

S : deviasi standar kegiatan ; V(te) : varians kegiatan

Kemungkinan/ketidakpastian mencapai target dinyatakan dengan z yaitu hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) dengan rumus sebagai berikut:

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

z : probabilitas target yang hendak dicapai ; T(d) : Target waktu penyelesaian proyek
TE : Waktu yang diharapkan ; S : Standar Deviasi

Mempercepat Waktu Proyek *(Crashing Project)*

Penyelesaian suatu proyek dalam kurun waktu tertentu, dapat dilakukan percepatan durasi kegiatan dengan konsekuensi akan terjadi peningkatan biaya penyelesaian proyek. Percepatan durasi pelaksanaan proyek dengan biaya serendah mungkin dinamakan *Crashing Project* (Badri, 1997). Pada CPM, untuk mempercepat waktu pengerjaan proyek maka diadakan percepatan durasi kegiatan pada jalur-jalur kritis, dengan syarat bahwa pengurangan waktu tidak akan menimbulkan jalur kritis baru.

METODE

Pelaksanaan penelitian ini disusun berdasarkan ruang lingkup yang meliputi (1) Studi pustaka, mencari bahan litertur pustaka yang berhubungan dengan judul guna menunjang penulisan (2) Persiapan, menentukan pengambilan data yang dibutuhkan untuk penelitian. Pengambilan data dibagi menjadi 2 sumber yaitu Data Primer, adalah data yang diperoleh langsung dari obyek penelitian melalui wawancara terhadap pekerja proyek secara keseluruhan. Data sekunder, yaitu pengambilan terhadap data proyek yang sudah ada yang telah digunakan oleh perusahaan dalam pelaksanaan proyek. Analisis data dilakukan untuk mengetahui waktu dan biaya penyelesaian proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek pembangunan rumah hunian di PT. XYZ berlokasi di Kota Surabaya Barat memiliki 40 aktivitas kegiatan dengan 6 sub aktivitas kegiatan. Dari data yang sudah diperoleh maka diurutkan antara satu dengan yng lain berdasarkan logika ketergantungan.

Tabel 1. Deskripsi kegiatan, kegiatan pengikut dan waktu

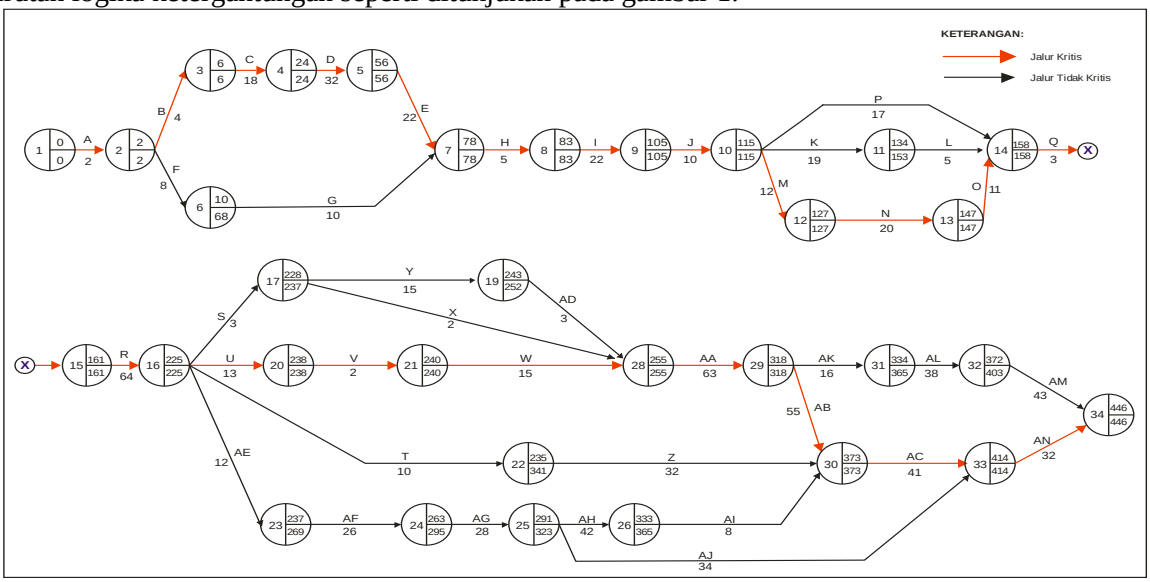
No.	Kode	Deskripsi	Kegiatan Pengikut	Waktu (hari)
		1. Proyek Rumah Hunian		
		1.1. Pekerjaan Persiapan & pondasi		
1	A	1.1.1. Pekerjaan Persiapan	B,F	2
2	B	1.1.2. Pemasangan bouwplank	C	4
3	C	1.1.3. Penggalian tanah pondasi	D	18
4	D	1.1.4. Pondasi batu kali	E	32
5	E	1.1.5. Sloof	H	22
6	F	1.1.6. Pembuatan resepan	G	8
7	G	1.1.7. Pembuatan septicktank	H	10
8	H	1.1.8. Pemadatan tanah	I	5
9	I	1.1.9. Pemasangan rangka kolom beton	J	22
10	J	1.1.10. Pengecoran kolom beton	K,M,P	10
		1.2. Pekerjaan Struktur Dinding		
11	K	1.2.1. Pengerjaan bakiestink deck	L	19
12	L	1.2.2. Pemasangan tangga beton	Q	5
13	M	1.2.3. Pemasangan bakiestink tangga	N	12
14	N	1.2.4. Pemasangan rangka beton deck	O	20
15	O	1.2.5. Pemasangan rangka beton tangga	Q	11
16	P	1.2.6. Pemasangan rangka balok deck	Q	17
17	Q	1.2.7. Pengecoran beton deck	R	3
18	R	1.2.8. Pemasangan batu bata	S,T,U,AE	64
19	S	1.2.9. Pemasangan glass block	X	3
20	T	1.2.10. Pemasangan kolom praktis	Z	10
		1.3. Pekerjaan Sanitasi & Listrik		
21	U	1.3.1. Plumbing (instalasi air bersih & kotor)	V	13
22	V	1.3.2. Persiapan pemasangan instalasi listrik	W	2
23	W	1.3.3. Pemasangan instalasi listrik	AA	15
24	X	1.3.4. Pemasangan box sekring	AA	2
		1.4. Pekerjaan Arsitektur		
25	Y	1.4.1. Pemasangan kusen dan jendela	AD	15
26	Z	1.4.2. Pengerjaan kamar mandi	AC	32
27	AA	1.4.3. Pengerjaan plasteran	AB,AK	63
28	AB	1.4.4. Pengerjaan acian	AC	55
29	AC	1.4.5. Pelamir dinding	AN	41
30	AD	1.4.6. Pemasangan daun pintu dan jendela	AA	3

Tabel 1. Deskripsi kegiatan, kegiatan pengikut dan waktu *(Lanjutan)*

		1.5. Pekerjaan Struktur Atas		
31	AE	1.5.1. Pemasangan kuda-kuda	AF	12
32	AF	1.5.2. Pemasangan blandar, knock & gording	AG	26
33	AG	1.5.3. Pemasangan usuk, reng, & listplank	AH,AJ	28
34	AH	1.5.4. Pemasangan genteng	AI	42
35	AI	1.5.5. Pemasangan fiber polycarbonate	AC	8
36	AJ	1.5.6. Pemasangan plafon	AN	34
		1.6. Pengerjaan Lantai & Finishing		
37	AK	1.6.1. Rabatan	AL	16
38	AL	1.6.2. Pemasangan keramik lantai	AM	38
39	AM	1.6.3. Pemasangan lain-lain (railing, list lantai, dll)	-	43
40	AN	1.6.4. Finishing (pengecatan & melamine dll)	-	32

Analisa Waktu Dengan Metode CPM

Dari aktivitas kegiatan yang ada maka digambarkan dalam bentuk *network diagram* kerja dengan urutan logika ketergantungan seperti ditunjukan pada gambar 1.



Gambar 1. *Network diagram* proyek pembangunan rumah hunian

Tahap selanjutnya adalah perhitungan maju, yakni perhitungan untuk mendapatkan waktu penyelesaian proyek. Dengan menggunakan rumus dan aturan yang berlaku maka : Kegiatan A EF(1-2) = ES(1-2) + D(1-2) = 0 + 2 = 2 ; Kegiatan B EF(2-3) = ES(2-3) + D(2-3) = 2 + 4 = 6 ; Kegiatan C EF(3-4) = ES(3-4) + D(3-4) = 6 + 18 = 24 ; perhitungan maju dilanjutkan sampai dengan *node* 34. Selanjutnya perhitungan mundur, untuk mengetahui adanya *Slack*. Hitungan mundur dimulai dari *node* 34, memakai rumus dan aturan yang berlaku maka : Kegiatan AN LS(33-34) = EF(33-34) + D(33-34) = 414 + 32 = 446 ; Kegiatan AC LS(30-33) = EF(30-33) + D(30-33) = 373 + 41 = 414 ; Kegiatan AB LS(29-30) = EF(29-30) + D(29-30) = 318 + 55 = 373 ; perhitungan mundur dilanjutkan sampai dengan *node* 1.

Dari hasil perhitungan maju diperoleh *Early Start* (ES) dan *Early Finish* (EF) sedangkan hasil perhitungan mundur diperoleh *Late Start* (LS) dan *Late Finish* (LF). Sehingga nilai *slack* masing-masing kegiatan dapat dihitung dimana jalus kritis terjadi pada setiap kegiatan yang memiliki *Slack* = 0. Maka didapatkan 20 kegiatan yang masuk dalam jalur kritis yaitu A, B, C, D, E, H, I, J, M, N, O, Q, R, U, V, W, AA, AB, AC, AN dengan durasi waktu penyelesaian proyek adalah 446 hari.

Tabel 2. Hasil perhitungan maju dan mundur, *slack* kegiatan

No.	Kode	Deskripsi	Kegiatan Pengikut	Waktu (hari)	ES	EF	LS	LF	Slack	Keterangan
		1. Proyek Rumah Hunian								
		1.1. Pekerjaan Persiapan & pondasi								
1	A	1.1.1. Pekerjaan Persiapan	B,F	2	0	2	0	2	0	kritis
2	B	1.1.2. Pemasangan bouwplank	C	4	2	6	2	6	0	kritis
3	C	1.1.3. Penggalian tanah pondasi	D	18	6	24	6	24	0	kritis
4	D	1.1.4. Pondasi batu kali	E	32	24	56	24	56	0	kritis
5	E	1.1.5. Sloof	H	22	56	78	56	78	0	kritis
6	F	1.1.6. Pembuatan resepan	G	8	2	10	60	68	58	tidak kritis
7	G	1.1.7. Pembuatan septicktank	H	10	10	20	68	78	58	tidak kritis
8	H	1.1.8. Pemadatan tanah	I	5	78	83	78	83	0	kritis
9	I	1.1.9. Pemasangan rangka kolom beton	J	22	83	105	83	105	0	kritis
10	J	1.1.10. Pengecoran kolom beton	K,M,P	10	105	115	105	115	0	kritis
		1.2. Pekerjaan Struktur Dinding								
11	K	1.2.1. Pengerjaan bakiestink deck	L	19	115	134	134	153	19	tidak kritis
12	L	1.2.2. Pemasangan tangga beton	Q	5	134	139	153	158	19	tidak kritis
13	M	1.2.3. Pemasangan bakiestink tangga	N	12	115	127	115	127	0	kritis
14	N	1.2.4. Pemasangan rangka beton deck	O	20	127	147	127	147	0	kritis
15	O	1.2.5. Pemasangan rangka beton tangga	Q	11	147	158	147	158	0	kritis
16	P	1.2.6. Pemasangan rangka balok deck	Q	17	115	132	141	158	26	tidak kritis
17	Q	1.2.7. Pengecoran beton deck	R	3	158	161	158	161	0	kritis
18	R	1.2.8. Pemasangan batu bata	S,T,U,AE	64	161	225	161	225	0	kritis
19	S	1.2.9. Pemasangan glass block	X	3	225	228	234	237	9	tidak kritis
20	T	1.2.10. Pemasangan kolom praktis	Z	10	225	235	331	341	106	tidak kritis
		1.3. Pekerjaan Sanitasi & Listrik								
21	U	1.3.1. Plumbing (instalasi air bersih & kotor)	V	13	225	238	225	238	0	kritis
22	V	1.3.2. Persiapan pemasangan instalasi listrik	W	2	238	240	238	240	0	kritis
23	W	1.3.3. Pemasangan instalasi listrik	AA	15	240	255	240	255	0	kritis
24	X	1.3.4. Pemasangan box sekring	AA	2	228	230	237	239	9	tidak kritis
		1.4. Pekerjaan Arsitektur								
25	Y	1.4.1. Pemasangan kusen dan jendela	AD	15	228	243	237	252	9	tidak kritis
26	Z	1.4.2. Pengerjaan kamar mandi	AC	32	235	267	341	373	106	tidak kritis
27	AA	1.4.3. Pengerjaan plasteran	AB,AK	63	255	318	255	318	0	kritis
28	AB	1.4.4. Pengerjaan acian	AC	55	318	373	318	373	0	kritis
29	AC	1.4.5. Pelamir dinding	AN	41	373	414	373	414	0	kritis
30	AD	1.4.6. Pemasangan daun pintu dan jendela	AA	3	243	246	252	255	9	tidak kritis
		1.5. Pekerjaan Struktur Atas								
31	AE	1.5.1. Pemasangan kuda-kuda	AF	12	225	237	257	269	32	tidak kritis
32	AF	1.5.2. Pemasangan blandar, knock & gording	AG	26	237	263	269	295	32	tidak kritis
33	AG	1.5.3. Pemasangan usuk, reng, & listplank	AH,AJ	28	263	291	295	323	32	tidak kritis
34	AH	1.5.4. Pemasangan genteng	AI	42	291	333	323	365	32	tidak kritis
35	AI	1.5.5. Pemasangan fiber polycarbonate	AC	8	333	341	365	373	32	tidak kritis
36	AJ	1.5.6. Pemasangan plafon	AN	34	291	325	323	357	32	tidak kritis
		1.6. Pengerjaan Lantai & Finishing								
37	AK	1.6.1. Rabatan	AL	16	318	334	349	365	31	tidak kritis
38	AL	1.6.2. Pemasangan keramik lantai	AM	38	334	372	365	403	31	tidak kritis
39	AM	1.6.3. Pemasangan lain-lain (railing, list lantai, dll)	-	43	372	415	403	446	31	tidak kritis
40	AN	1.6.4. Finishing (pengecatan & melamine dll)	-	32	414	446	414	446	0	kritis

Teknik Evaluasi dan Review Proyek Metode PERT

Dalam metode PERT menggunakan pendekatan tiga estimasi waktu dengan varians kegiatan. Maka dapat dihitung nilai $te = \frac{a + 4m + b}{6}$ Perkiran waktu kegiatan dan Varian kegiatan.

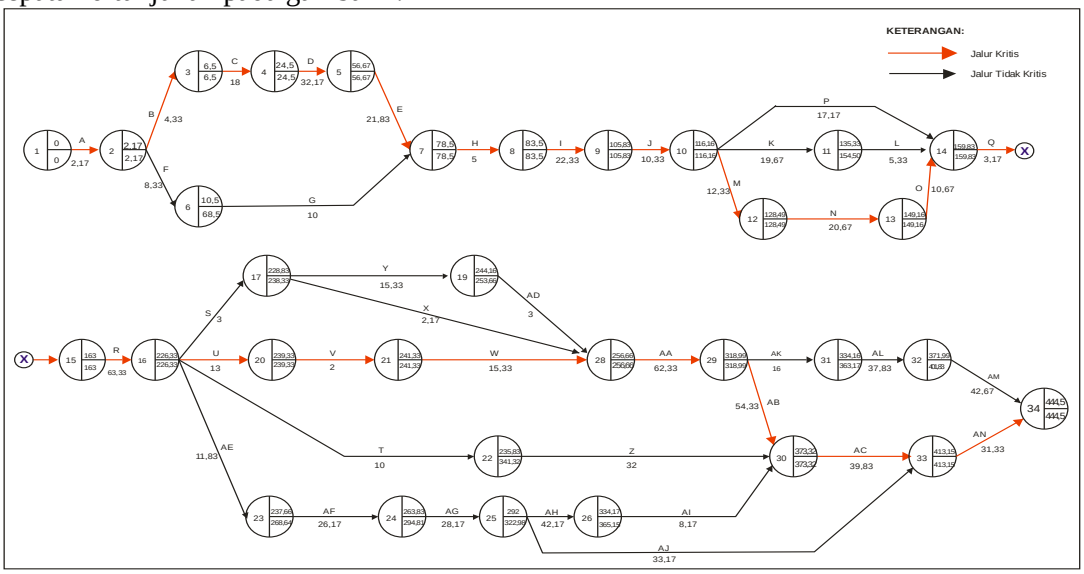
Tabel 3. Perkiraan kurun waktu kegiatan dengan metode PERT, te, S dan V(te)

No.	Kode	Deskripsi	Kegiatan Pengikut	Optimistic Time (a)	Most Likely Time (m)	Pesimistic Time (b)	te	S	V(te)
		1. Proyek Rumah Hunian							
		1.1. Pekerjaan Persiapan & pondasi							
1	A	1.1.1. Pekerjaan Persiapan	B,F	1	2	4	2.17	0.50	0.25
2	B	1.1.2. Pemasangan bouwplank	C	3	4	7	4.33	0.67	0.44
3	C	1.1.3. Penggalian tanah pondasi	D	11	18	25	18	2.33	5.44
4	D	1.1.4. Pondasi batu kali	E	25	32	40	32.17	2.50	6.25
5	E	1.1.5. Sloof	H	15	22	28	21.83	2.17	4.69
6	F	1.1.6. Pembuatan resepan	G	4	8	14	8.33	1.67	2.78
7	G	1.1.7. Pembuatan septicktank	H	5	10	15	10	1.67	2.78
8	H	1.1.8. Pemadatan tanah	I	2	5	8	5	1	1
9	I	1.1.9. Pemasangan rangka kolom beton	J	15	22	31	22.33	2.67	7.11
10	J	1.1.10. Pengecoran kolom beton	K,M,P	6	10	16	10.33	1.67	2.78
		1.2. Pekerjaan Struktur Dinding							
11	K	1.2.1. Pengerjaan bakiestink deck	L	14	19	28	19.67	2.33	5.44
12	L	1.2.2. Pemasangan tangga beton	Q	3	5	9	5.33	1	1
13	M	1.2.3. Pemasangan bakiestink tangga	N	6	12	20	12.33	2.33	5.44
14	N	1.2.4. Pemasangan rangka beton deck	O	14	20	30	20.67	2.67	7.11
15	O	1.2.5. Pemasangan rangka beton tangga	Q	5	11	15	10.67	1.67	2.78
16	P	1.2.6. Pemasangan rangka balok deck	Q	10	17	25	17.17	2.50	6.25
17	Q	1.2.7. Pengecoran beton deck	R	3	3	4	3.17	0.17	0.03
18	R	1.2.8. Pemasangan batu bata	S,T,U,AE	48	64	76	63.33	4.67	21.78
19	S	1.2.9. Pemasangan glass block	X	1	3	5	3	0.67	0.44
20	T	1.2.10. Pemasangan kolom praktis	Z	5	10	15	10	1.67	2.78
		1.3. Pekerjaan Sanitasi & Listrik							
21	U	1.3.1. Plumbing (instalasi air bersih & kotor)	V	6	13	20	13	2.33	5.44
22	V	1.3.2. Persiapan pemasangan instalasi listrik	W	1	2	3	2	0.33	0.11
23	W	1.3.3. Pemasangan instalasi listrik	AA	10	15	22	15.33	2	4
24	X	1.3.4. Pemasangan box sekring	AA	1	2	4	2.17	0.50	0.25
		1.4. Pekerjaan Arsitektur							
25	Y	1.4.1. Pemasangan kusen dan jendela	AD	11	15	21	15.33	1.67	2.78
26	Z	1.4.2. Pengerjaan kamar mandi	AC	24	32	40	32	2.67	7.11
27	AA	1.4.3. Pengerjaan plasteran	AB,AK	52	63	70	62.33	3	9
28	AB	1.4.4. Pengerjaan acian	AC	45	55	61	54.33	2.67	7.11
29	AC	1.4.5. Pelamir dinding	AN	28	41	47	39.83	3.17	10.03
30	AD	1.4.6. Pemasangan daun pintu dan jendela	AA	2	3	4	3	0.33	0.11
		1.5. Pekerjaan Struktur Atas							
31	AE	1.5.1. Pemasangan kuda-kuda	AF	5	12	18	11.83	2.17	4.69
32	AF	1.5.2. Pemasangan blandar, knock & gording	AG	19	26	34	26.17	2.50	6.25
33	AG	1.5.3. Pemasangan usuk, reng, & listplank	AH,AJ	20	28	37	28.17	2.83	8.03
34	AH	1.5.4. Pemasangan genteng	AI	35	42	50	42.17	2.50	6.25
35	AI	1.5.5. Pemasangan fiber polycarbonate	AC	5	8	12	8.17	1.17	1.36
36	AJ	1.5.6. Pemasangan plafon	AN	21	34	42	33.17	3.50	12.25
		1.6. Pengerjaan Lantai & Finishing							
37	AK	1.6.1. Rabatan	AL	9	16	23	16	2.33	5.44
38	AL	1.6.2. Pemasangan keramik lantai	AM	31	38	44	37.83	2.17	4.69
39	AM	1.6.3. Pemasangan lain-lain (railing, list lantai, dll)	-	32	43	52	42.67	3.33	11.11
40	AN	1.6.4. Finishing (pengecatan & melamine dll)	-	22	32	38	31.33	2.67	7.11

Dari perhitungan tersebut maka jalur kritis adalah kegiatan A, B, C, D, E, H, I, J, M, N, O, Q, R, U, V, W, AA, AB, AC, AN dengan TE = ∑te kegiatan Kritis = 2.17 + 4.33 + 18 + 32.17 + 21.83 + 5 + 22.33 + 10.33 + 12.33 + 20.67 + 10.67 + 3.17 + 63.33 + 13 + 2 + 15.33 + 62.33 + 54.33 + 39.83 + 31.33 = 444.5. sedangkan nilai V(TE) = ∑V(te) kegiatan Kritis = 0.25 + 0.44 + 5.44 + 6.25 + 4.69 + 1 + 7.11 + 2.78 + 5.44 + 7.11 + 2.78 + 0.03 + 21.78 + 5.44 + 0.11 + 4 + 9 + 7.11 + 10.03 + 7.11 = 107.92. maka S = $\sqrt{V(TE)}$ = $\sqrt{107.92}$ = 10.39. jika kemungkinan proyek selesai mencapai target T(d) jika proyek di percepat 10 hari adalah

Z = $\frac{[T(d) - TE]}{S}$ = $\frac{[434.5 - 444.5]}{10.39}$ = -0.96 berdasarkan tabel distribusi normal nilai -0.96 = 0.1685, Maka peluang proyek maju 10 hari adalah 16.85%. Agar peluang proyek selesai 100% atau tepat

waktu maka dibutuhkan waktu = (6 x S) + TE = (6 x 10.39) + 444.5 = 506.83 hari. Network percepatan ditunjukan pada gambar 2.



Gambar 2. *Network diagram* dengan nilai (te)

Percepatan Proyek *(Crahsing Project)*

Upaya percepatan waktu penyelesaian proyek dilakukan guna proyek yang dikerjakan dapat selesai tepat waktu dengan efisiensi sumber daya, terutama biaya penyelesaian proyek, dengan penambahan biaya pada tiap kegiatan. Maka untuk menghitung nilai *Slope* biaya masing – masing kegiatan adalah *Slope* = $\frac{Cc - Cn}{Dn - Dc}$. Sehingga didapatkan biaya normal dan biaya percepatan masing-masing kegiatan serta nilai Slope dapat ditunjukan pada tabel 4.

Tabel 4. Waktu normal biaya normal dan waktu dipercepat biaya dipercepat, *slope* kegiatan

No.	Kode	Deskripsi	Waktu Normal	Biaya Normal (ribuan	Waktu Dipercepat	Biaya Dipercepat (ribuan Rp)	Slope (penambahan biaya / hari)
		1. Proyek Rumah Hunian					
		1.1. Pekerjaan Persiapan & pondasi					
1	A	1.1.1. Pekerjaan Persiapan	2	600	1	660	60
2	B	1.1.2. Pemasangan bouwplank	4	3,913	3	4,089	176
3	C	1.1.3. Penggalian tanah pondasi	18	19,305	11	20,463	165
4	D	1.1.4. Pondasi batu kali	32	29,839	25	31,033	171
5	E	1.1.5. Sloof	22	35,605	15	36,816	173
6	F	1.1.6. Pembuatan resepan	8	1,804	4	1,984	45
7	G	1.1.7. Pembuatan septicktank	10	2,878	5	3,166	58
8	H	1.1.8. Pemadatan tanah	5	1,000	2	1,100	33
9	I	1.1.9. Pemasangan rangka kolom beton	22	28,028	15	29,429	200
10	J	1.1.10. Pengecoran kolom beton	10	18,131	6	19,038	227
		1.2. Pekerjaan Struktur Dinding					
11	K	1.2.1. Pengerjaan bakiestink deck	19	10,565	14	11,622	211
12	L	1.2.2. Pemasangan tangga beton	5	3,229	3	3,552	161
13	M	1.2.3. Pemasangan bakiestink tangga	12	3,385	6	3,724	56
14	N	1.2.4. Pemasangan rangka beton deck	20	11,529	14	12,682	192
15	O	1.2.5. Pemasangan rangka beton tangga	11	2,253	5	2,478	38
16	P	1.2.6. Pemasangan rangka balok deck	17	49,072	10	53,979	701
17	Q	1.2.7. Pengecoran beton deck	3	31,497	3	31,497	0
18	R	1.2.8. Pemasangan batu bata	64	261,659	48	265,322	229
19	S	1.2.9. Pemasangan glass block	3	1,920	1	2,112	96
20	T	1.2.10. Pemasangan kolom praktis	10	4,955	5	5,451	99
		1.3. Pekerjaan Sanitasi & Listrik					
21	U	1.3.1. Plumbing (instalasi air bersih & kotor)	13	11,209	6	12,330	160
22	V	1.3.2. Persiapan pemasangan instalasi listrik	2	13,278	1	13,411	133
23	W	1.3.3. Pemasangan instalasi listrik	15	3,825	10	4,208	77
24	X	1.3.4. Pemasangan box sekring	2	170	1	187	17
		1.4. Pekerjaan Arsitektur					
25	Y	1.4.1. Pemasangan kusen dan jendela	15	115,482	11	117,792	577
26	Z	1.4.2. Pengerjaan kamar mandi	32	51,723	24	56,895	647
27	AA	1.4.3. Pengerjaan plasteran	63	24,745	52	27,467	247
28	AB	1.4.4. Pengerjaan acian	55	21,936	45	27,420	548
29	AC	1.4.5. Pelamir dinding	41	15,961	28	17,557	123
30	AD	1.4.6. Pemasangan daun pintu dan jendela	3	88,992	2	89,882	890

Tabel 4. Waktu normal biaya normal dan waktu dipercepat biaya dipercepat, *slope* kegiatan *(Lanjutan)*

		1.5. Pekerjaan Struktur Atas					
31	AE	1.5.1. Pemasangan kuda-kuda	12	26,746	5	29,421	382
32	AF	1.5.2. Pemasangan blandar, knock & gording	26	69,763	19	76,739	997
33	AG	1.5.3. Pemasangan usuk, reng, & listplank	28	142,386	20	156,625	1,780
34	AH	1.5.4. Pemasangan genteng	42	79,566	35	87,523	1,137
35	AI	1.5.5. Pemasangan fiber polycarbonate	8	8,137	5	9,764	542
36	AJ	1.5.6. Pemasangan plafon	34	69,363	21	76,299	534
		1.6. Pengerjaan Lantai & Finishing					
37	AK	1.6.1. Rabatan	16	11,011	9	12,112	157
38	AL	1.6.2. Pemasangan keramik lantai	38	185,783	31	204,361	2,654
39	AM	1.6.3. Pemasangan lain-lain (railing, list lantai, dll)	43	115,124	32	126,636	1,047
40	AN	1.6.4. Finishing (pengecatan & melamine dll)	32	52,887	22	58,176	529

Dari hasil perhitungan diatas maka dilakukan percepatan kurun waktu penyelesaian proyek dimulai dari kegiatan yang mempunyai nilai slope terkecil sampai dengan tertinggi pada kegiatan yang ada pada lintasan kritis, sehingga didapatkan percepatan kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya yang efisien. Maka diperoleh Titik Proyek Dipercepat (TPD) adalah 318 hari dengan total biaya Rp. 3.115.926.000.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : (1) Hasil perhitungan dengan menggunakan metode CPM diketahui waktu penyelesaian proyek adalah 446 hari dengan total biaya Rp. 3.665.822.000 dan (2) dengan menggunakan metode PERT dapat diketahui kurun waktu penyelesaian proyek adalah 444,5 hari dan (3) Titik proyek dipercepat (TPD) 318 hari dengan biaya total penyelesian proyek dipercepat adalah Rp. 3.115.926.000.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planning*. Jakarta : Graha ilmu.
[2]. Cleland dan King. 2004. *Factors Affecting the Success of a Construction Project. Journal of Contruction Engineering and Management :* ASCE.
[3]. Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. *Operations Management* (Manajemen Operasi). Jakarta : Salemba Empat.
[4]. Kareth, M. 2012. *Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya Dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus: Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading).* Jurnal Sipil Statik.Vol.1 No.1, November 2012.
[5]. Levin , Richard I. dan Charles A. Kirkpatrick.1972. *Perentjanaan dan Pengawasan dengan PERT dan CPM*. Jakarta : Bhratara.
[6]. Permana, Deni. 2016. *Penjadwalan Waktu Proyek Construction Civil Foundation Alfamart dengan menggunakan Critical Path method (CPM)*. Journal Spectrum Industri, Vol. 14, No.1.h. 1-188.
[7]. Putra, Andi Eka. 2013. *Pengendalian Waktu dan Biaya Dengan Metode Crash Program (Studi Kasus: Pembangunan Balai Adat Belawan)*. Tesis Fakultas Teknik Sipil. Program Magister Teknik Sipil. Universitas Islam Indonesia.
[8]. Raharja Irwan. 2014. *Analisa Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT di PT. Hasana Damai Putra Yogyakarta pada Proyek Perumahan Tirta Sani*. Jurnal Bentang Vo.2 No.1 Januari. 2014.
[9]. Santoso Budi. 2003. *Manajemen Proyek Konsep dan Implementasi.* Yogyakarta : Graha Ilmu.
[10]. Siswnto.2007. *Operational Research Jilid1*. Jakarta: Erlangga.
[11]. Soeharto, Iman. 2001. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional.* Jilid 2. Edisi ke-2. Jakarta: Erlangga.
[12]. Yamit, Zulian. 2001. *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Yogyakarta : Ekonisia.

ISBN 978-602-98569-1-0

-halaman ini sengaja dikosongkan-