

# MANAJEMEN WAKTU, BIAYA DAN SDM PROYEK KONSTRUKSI PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RUANG KULIAH FIA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERT DAN PDM

**Anugerah Fakhrrur Rozy<sup>1</sup>, Ode R.G.W.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang  
Alamat korespondensi : Jalan Raya Tlogomas 246 Malang 65144

## *Abstract*

*Project managers always want to find a method which can improve quality and control to deal with the number of activities that tend to increase. To improve the quality of planning and control of the building project B FIA UB used a method, and the method used herein is Project Evaluation and Review Technique (PERT) Method and Precedence Diagram Method (PDM) with a software program tool Microsoft Office Project 2003. Completion time planning the optimal project using PERT and PDM is 303 days with a total cost Rp 16,278,036,000.00 (including contractors profit + 10% PPN). From the calculation of the target analyte project completion time T (d), shows that the possibility of the project is completed on time / period of 303 days (normal time) only by 50%. Whereas if the duration / Project Completion period plus 3S (three times the standard deviation) is 303 days + 14.13 = 317.13 days, then it is likely the project is completed on time / period of 317.13 days at 99% (on time).*

**Keywords:** Time, Cost, SDM, PERT Method, PDM, Microsoft Office Project 2003.

## **Abstrak**

Manajer proyek selalu ingin mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas dan kontrol untuk menangani jumlah kegiatan yang cenderung meningkat. Untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek gedung B FIA UB menggunakan metode, dan metode yang digunakan disini adalah Evaluasi Proyek dan Review Technique (PERT) Metode dan precedence Diagram Method (PDM) dengan alat program perangkat lunak Microsoft Office Project 2003. waktu Penyelesaian perencanaan proyek yang optimal dengan menggunakan PERT dan PDM adalah 303 hari dengan biaya total Rp 16,278,036,000.00 (termasuk kontraktor keuntungan + 10% PPN). Dari hasil perhitungan target analit waktu penyelesaian proyek T (d), menunjukkan bahwa kemungkinan proyek selesai tepat waktu / periode 303 hari (waktu normal) hanya sebesar 50%. Sedangkan jika periode durasi / Penyelesaian Proyek ditambah 3S (tiga kali standar deviasi) adalah 303 hari + 14.13 = 317,13 hari, maka kemungkinan proyek selesai tepat waktu / periode 317,13 hari pada 99% (tepat waktu).

Kata kunci: Waktu, Biaya, SDM, Metode PERT, PDM, Microsoft Office Project 2003.

## **PENDAHULUAN**

Manajemen Proyek adalah suatu upaya untuk merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumberdaya berupa manusia, waktu dan biaya, teknologi dan material untuk mencapai sasaran yang telah didefinisikan dan ditentukan dengan jelas serta seifisien mungkin sehingga diperoleh hasil yang sesuai spesifikasi, dengan melibatkan sekelompok orang yang masing-masing mempunyai kemampuan dan keahlian tertentu.

Pada proyek pembangunan gedung B yang terdiri dari enam lantai ruang kuliah Fakultas Ilmu Administrasi (FIA) Universitas Brawijaya Malang dengan luas 5700 m<sup>2</sup> adalah bertujuan sebagai sarana penunjang proses perkuliahan pada Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya. Sehingga proyek tersebut membutuhkan berbagai macam sumber tenaga dengan skala besar dan mempunyai banyak aktifitas serta membutuhkan biaya yang besar juga. Banyaknya SDM, aktifitas serta biaya yang besar itulah maka dibutuhkan perencanaan dan pengendalian proyek yang cermat dan teliti.

Untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek digunakan suatu metode, dan metode yang akan dibahas disini adalah metode Proyek Evaluation and preview Technique (PERT) dan metode Presedence Diagram Method (PDM) dengan mengambil objek penelitian pada proyek pembangunan gedung B FIA Universitas Brawijaya Malang dengan alat bantu program software *Microsoft Office Project 2003*.

Adapun tujuan dari studi ini adalah :

- Untuk mengetahui berapa durasi/waktu aktifitas pekerjaan penyelesaian proyek pembangunan gedung B FIA yang efektif dan efisien dengan menggunakan metode PERT dan PDM dengan alat bantu Ms. Project agar dapat berjalan sesuai dengan rencana yang ditetapkan.
- Untuk mengetahui berapakah waktu, biaya dan SDM optimal yang dibutuhkan dengan menggunakan metode PERT dan PDM.

### Sistem Manajemen Waktu Pada Proyek Konstruksi

Pengelola proyek selalu ingin mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas dan pengendalian untuk menghadapi jumlah kegiatan yang cenderung bertambah. Beberapa metode yang sering digunakan diantaranya metode Lintasan Kritis (CPM), Teknik Evaluasi dan Peninjauan Proyek (PERT), dan Metode Preseden Diagram (PDM). Metode yang dipergunakan dalam manajemen waktu ini yaitu Metode Teknik Evaluasi dan Peninjauan Proyek (PERT) dan Metode Preseden Diagram (PDM).

### Metode Teknik Evaluasi dan Review Proyek (PERT)

Metode PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidak pastian yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan.

Metode PERT memakai pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang, yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. Ketiga waktu estimasi tersebut adalah (Iman Soeharto, Manajemen Proyek Dari konseptual Sampai Operasional, 1995:228):1. a = kurun waktu optimistik (*optimistic duration*

*time*) Waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan mulus. Waktu demikian diungguli hanya sekali dalam seratus kali bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama. 2. m = kurun waktu paling mungkin (*most likely time*) ulang dengan kondisi yang hampir sama. 3. b = kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*)

Waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik. Waktu demikian dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama. Setelah tiga angka estimasi tersebut diketahui maka langkah selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka yang disebut dengan waktu yang diharapkan (*expected duration time*). Angka te dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Deviasi Standart Kegiatan (S)} = (1/6)(b - a)$$

$$\text{Varians Kegiatan V (te)} = S^2 = [(1/6)(b - a)]^2$$

### Target Waktu Penyelesaian

Untuk mengetahui kemungkinan/kepastian mencapai target kurun waktu penyelesaian proyek maka hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) pada metode PERT dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut:

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

Dimana: T(d) = Target waktu TE = Jumlah te kegiatan kritis V(TE) = Jumlah V(te) kegiatan kritis

### Metode Preseden Diagram (PDM).

Dalam penentuan jaringan kerja (*network*) dengan PDM, jalur kritis dan slack atau float penulis menggunakan diagram Preseden. Hal ini digunakan untuk mengatasi adanya rangkaian kegiatan yang tumpang tindih (*overlapping*) dan berulang-ulang sehingga memerlukan garis *dummy* yang banyak sekali, diagram preseden digram preseden terdapat empat macam konstrain yaitu (Iman Soeharto, 1995:241), yaitu:

- Konstrain Selesai ke Mulai – FS

- Konstrain FS (*Finish to Start*) memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu.
- Konstrain Mulai ke Mulai – SS  
Konstrain SS (*Start to Start*) memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu.
- Konstrain Selesai ke Selesai – FF  
Konstrain FF (*Finish to Finish*) memberikan penjelasan antara suatu kegiatan yang dapat diselesaikan setelah kegiatan pendahulunya selesai.
- Konstrain Mulai ke Selesai – SF  
Konstrain SF (*Start to Finish*) memberikan penjelasan hubungan antara suatu kegiatan dapat diselesaikan setelah kegiatan sebelumnya dimulai.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah analisa data. Analisa tersebut meliputi waktu dan biaya berdasarkan dua macam metode yaitu metode PERT dan PDM pada proyek pembangunan gedung kuliah FIA Universitas Brawijaya Malang. Dalam penentuan jaringan kerja (*network*) penulis menggunakan aturan metode PDM. Sedangkan dalam menentukan durasi waktu pada tiap-tiap pekerjaan penulis menggunakan aturan metode yang kedua yaitu metode PERT.

### Langkah Kerja

Adapun langkah-langkah kerja dalam menganalisa waktu, SDM dan biaya dengan menggunakan metode PERT dan PDM adalah sebagai berikut:

- Pengumpulan data-data dan informasi dari proyek yaitu : gambar proyek, RAB proyek, time schedule.
- Menyusun RAB baru yang mengacu pada gambar kerja dari proyek dengan bantuan daftar analisa pekerjaan SNI 2007 dan daftar upah dan bahan satuan pekerjaan tahun 2012.
- Menentukan variabel a, m, b. Kemudian menentukan durasi penyelesaian pekerjaan, *te* (*expected duration time*) dengan menggunakan metode PERT yang dipakai sebagai durasi/kurun waktu tiap-tiap jenis

- Setelah diketahui durasi dari tiap-tiap pekerjaan kemudian menghitung kebutuhan SDM dari setiap pekerjaan tersebut.
- Menyusun/membuat jaringan kerja berdasarkan durasi dari metode PERT dan menentukan hubungan saling ketergantungan antar kegiatan/pekerjaan (*constrain*) dengan PDM.
- Menginput data-data yg diperlukan berdasarkan jaringan kerja metode PDM dengan menggunakan program *Microsoft Office Project 2007* sehingga diketahui lintasan/jalur kritis dari output berupa *Gantt chart* dan *network diagram*.
- Menganalisa penggunaan SDM apakah sudah optimal atau tidak, yaitu dikatakan optimal jika penggunaan SDM dalam hal ini tenaga kerja tidak fluktuatif atau menghasilkan grafik mendekati kurva distribusi normal. Jika dirasa belum optimal maka dibuat jaringan kerja (jadwal) baru sehingga tercapai hubungan jadwal-SDM yang optimal/efisien.
- Menentukan hitungan maju (ES dan EF), hitungan mundur (LS dan LF), waktu penyelesaian proyek (jumlah te jalur kritis), float, dan jalur kritis. Selanjutnya menganalisa besarnya nilai deviasi standart (S) dan varians (V(TE)).
- Menghitung prosentase tercapainya target waktu penyelesaian proyek (Td) sebagai analisa probabilitas waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- Pelaporan hasil analisa dan pembahasan
- Kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan diperoleh dengan cara mengalikan koefisien dengan harga satuan bahan dan upah perhari kemudian dijumlahkan. Tujuannya adalah untuk mengetahui berapa besarnya biaya yang diperlukan baik bahan/material maupun upah pada setiap satu satuan pekerjaannya.

Harga Satuan Pekerjaan = Koefisien x Harga  
RAB= Volume x Harga Satuan Pekerjaan

### Analisa Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya Proyek adalah rencana pengeluaran biaya proyek yang dianalisa dari perincian macam pekerjaan, dapat diketahui dengan mengalikan volume total setiap pekerjaan dengan jumlah satuan harga tiap pekerjaan. Sehingga total biaya setiap pekerjaan dapat diketahui dan PPN juga dapat diketahui. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya dapat dilihat pada Tabel 1 :

### Analisa Waktu Pekerjaan/Penjadwalan

Perencanaan Jaringan Kerja Dengan Metode PDM Lingkup pekerjaan yang akan disusun menjadi *network* diagram dalam penelitian ini berasal dari kegiatan-kegiatan proyek yang telah ada. Berdasarkan daftar kegiatan tersebut kemudian dilakukan penyusunan kembali dari setiap jenis pekerjaan menjadi mata rantai dengan urutan kegiatan yang sesuai dengan logika kegiatan yang dapat dilaksanakan secara tumpang tindih. Data yang diambil pada analisis ini adalah daftar kegiatan yang dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Ruang Kuliah FIA Universitas Brawijaya Malang. Hubungan Saling Ketergantungan Antar Kegiatan Dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1 Rekapitulasi RAB

No	Pekerjaan	Jumlah	Total
I	Pekerjaan struktur		Rp 10,137,813,338.29
A	Pondasi	Rp 1,230,897,338.29	
B	Struktur lantai 1	Rp 1,042,453,334.79	
C	Struktur lantai 2	Rp 1,357,652,429.44	
D	Struktur lantai 3	Rp 1,307,387,098.43	
E	Struktur lantai 4	Rp 1,311,551,481.00	
F	Struktur lantai 5	Rp 1,249,715,789.10	
G	Struktur lantai 6	Rp 1,289,354,633.76	
H	Pekerjaan kuda-kuda	Rp 906,786,465.54	
I	Pekerjaan atap	Rp 381,014,681.19	
J	Lain-lain	Rp 61,000,000.00	
II	Pekerjaan arsitektur		Rp 4,508,607,234.54
A	Pekerjaan persiapan	Rp 54,368,000.50	
B	Lantai 1	Rp 1,002,727,779.61	
C	Lantai 2	Rp 523,514,155.23	
D	Lantai 3	Rp 602,385,745.36	
E	Lantai 4	Rp 510,782,247.49	
F	Lantai 5	Rp 472,945,753.52	
G	Lantai 6	Rp 778,722,196.06	
H	Pekerjaan instalasi pipa	Rp 133,299,356.76	
I	Pekerjaan m.e	Rp 342,080,500.00	
J	Telepon	Rp 61,030,000.00	
K	Fire alarm & hydrant alarm	Rp 26,751,500.00	
		Jumlah	Rp 14,646,420,572.83
		Ppn. 10%	Rp 1,464,642,057.28
		Jumlah biaya total	Rp 16,111,062,630.12
		Dibulatkan	Rp 16,111,062,000.00

(Sumber : Data hasil perhitungan)

Tabel 2. Hubungan Saling Ketergantungan Antar Kegiatan

Kode	Uraian Pekerjaan fia ub	Predecessors	Kode	Uraian	Predecessors
A	Pek. Persiapan		I13	Fire&hydrant alarm	I7,I8,I9(FS)
B	Pondasi	A(FS)	J	STRUKTUR LT.5	F(FS)
C	Struktur lt.1	B(FS)	K	STRUKTUR LT.6	J(FS)

D	Srtuktur lt.2	C(FS)	L	STRUKTUR ATAP	K(FS)
E	Struktur lt.3	D(FS)	M	ARSITEK Lt.4	
F	Struktur lt.4	E(FS)	M1	Kolom praktis	J,G12,G13,G14,H9, H10, H11,I11,I12 I13,I14(FS)
G	Arsitek lt.1		M2	Pasangan dinding	J(FS)
G1	Pek. tanah	E(FS)	M3	Balok Latei	J(FS),M2(SS)
G2	Pas. Pond. batu kali	E(FS),G1FF	M4	Kusen,pintu & jendela	J(FS),M3(SS)
G3	Sloof & kolom praktis	G2(FS)	M5	Pekerjaan beton	J(FS)
G4	Pasangan dinding	G3(SS),G2(FS)	M6	Pekerjaan Pemipaan	M4(FS)
G5	Balok Latei	G4(SS),G2(FS)	M7	Pek plesteran dan cat	M1,M2,M5,M6(FS)
G6	Kusen,pintu & jendela	G5(SS),G2(FS)	M8	Instalasi pipa/sanitair	M4(FS)
G7	Pekerjaan beton	G6(FS)	M9	Pekerjaan metal	M4(FS),M8(SS)
G8	Rioreling & pemipaan	G6(FS)	M10	Pekerjaan M.E	M7,M8,M9(FS)
G9	Pek plesteran dan cat	G7,G4(FS)-1	M11	Instalasi telephone	M7,M8,M9(FS)
G10	Instalasi pipa/sanitair	G8(FS)	M12	Fire & hydrant alarm	M7,M8,M9(FS)
G11	Pekerjaan metal	G7(FS),G9(SS)	N	ARSITEK Lt.5	
G12	Pekerjaan M.E	G9,G10,G11(FS)	N1	Kolom praktis	K(FS)
G13	Instalasi telephone	G9,G10,G11(FS)	N2	Pasangan dinding	K(FS)
G14	Fire & hydrant alarm	G9,G10,G11(FS)	N3	Balok Latei	K(FS),N2(SS)
H	ARSITEK Lt.2		N4	Kusen,pintu & jendela	K(FS),N3(SS)
H1	Kolom praktis	G3(FS)	N5	Pekerjaan beton	N3(FS)
H2	Pasangan dinding	G3(FS),H1(SS)+1	N6	Pekerjaan Pemipaan	N3(FS)
H3	Balok Latei	G3(FS),H2(SS)	N7	Pek plesteran dan cat	N1,N2,N4,N6(FS)
H4	Kusen,pintu & jendela	G3(FS),H3(SS)	N8	Instalasi pipa/sanitair	N3(FS)
H5	Pekerjaan beton	H4(FS),H2(FS)-4	N9	Pekerjaan metal	N3(FS),N8(SS)
H6	Pekerjaan Pemipaan	H2(FS)-4	N10	Pekerjaan M.E	N7,N8,N9(FS)
H7	Pek plesteran dan cat	H2(FS)-4	N11	Instalasi telephone	N7,N8,N9(FS)
H8	Instalasi pipa/sanitair	H6(FS)	N12	Fire & hydrant alarm	N7,N8,N9(FS)
H9	Pekerjaan M.E	H6,H7,H8(FS)	O	ARSITEK LT.6	
H10	Instalasi telephone	H6,H7,H8(FS)	O1	Kolom praktis	L,M10,M11,M12(FS)
H11	Fire & hydrant alarm	H6,H7,H8(FS)	O2	Pasangan dinding	L(FS),O1(SS)
I	ARSITEK Lt.3		O3	Balok Latei	L(FS)
I1	Kolom praktis	F,H1(FS)	O4	Kusen,pintu & jendela	L(FS),O3(SS)
I2	Pasangan dinding	H1(FS),I1(SS)+1	O5	Pekerjaan beton	O1,02,03,04(FS)

I3	Balok Latei	H1(FS),I2(FF)	O6	Pekerjaan Pemipaan	O3(FS)
I4	Kusen,pintu & jendela	H1(FS),I3(SS)	O7	Plesteran dan cat	O3(FS)
I5	Pekerjaan beton	I1(FS)-2	O8	Instalasi pipa/sanitair	O3(FS),O6(SS)
I6	Pekerjaan Pemipaan	I1(FS)-1	O9	Pekerjaan metal	O3(FS),O8(SS)
I7	Pek plesteran dan cat	I1(FS)-2	O10	Pek.langit-langit	O5,O6,O7(FS)
I8	Instalasi pipa/sanitair	I1,I6(FS)	O11	Pekerjaan lain-lain	O7,O8,O9(FS)
I9	Pekerjaan metal	I6(FS)	O12	Pekerjaan M.E	O7,O8,O9(FS)
I10	Pekerjaan lain-lain	I7,I8,I9(FS)	O13	Instalasi telephone	O12(FS)
I11	Pekerjaan M.E	I7,I8,I9(FS)	O14	Fire & hydrant alarm	O10,O11,O12(FS)
I12	Instalasi telephone	I7,I8,I9(FS)	P	Pek. Pembersihan Lap.	G5,H3,H5,I4,I5,M3,N5,N10 N11,N12,O13,O14(FS)

(Sumber : Data hasil perhitungan)

Tabel 3. Penentuan Nilai Deviasi Standard dan Varians

No	Uraian	a	m	b	te	S	V(te)
1	Pekerjaan FIA ub						
2	Pekerjaan persiapan	7	10	14	10	1.17	1.36
3	Pondasi	25	30	35	30	1.67	2.78
4	Struktur lt.1	28	33	35	33	1.17	1.36
5	Srtuktur lt.2	26	31	35	31	1.5	2.25
6	Struktur lt.3	26	31	35	31	1.5	2.25
7	Struktur lt.4	26	31	35	31	1.5	2.25
8	Arsitek lt.1						
9	Pekerjaan tanah	15	20	23	20	1.33	1.78
10	Pekerjaan pasangan pondasi batu kali	8	12	16	12	1.33	1.78
11	Sloof dan kolom praktis	4	6	10	6	1	1
12	Pekerjaan pasangan dinding	7	11	14	11	1.17	1.36
13	Balok latei	3	6	9	6	1	1
14	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	4	6	10	6	1	1
15	Pekerjaan beton	3	4	7	4	0.67	0.44
16	Pekerjaan rioreling dan pemipaan	3	4	7	4	0.67	0.44
17	Pekerjaan plesteran dan cat	10	15	20	15	1.67	2.78
18	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	5	10	13	10	1.33	1.78
19	Pekerjaan metal	4	7	9	7	0.83	0.69
20	Pekerjaan m.e	4	6	10	6	1	1
21	Pekerjaan instalasi telephone	3	5	9	5	1	1
22	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	3	4	7	4	0.67	0.44
23	Arsitek lt.2						
24	Kolom praktis	4	5	8	5	0.67	0.44
25	Pekerjaan pasangan dinding	6	8	12	8	1	1
26	Balok latei	3	4	7	4	0.67	0.44
27	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	3	4	7	4	0.67	0.44
28	Pekerjaan beton	3	4	7	4	0.67	0.44
29	Pekerjaan pemipaan	1	1	3	1	0.33	0.11
30	Pekerjaan plesteran dan cat	10	15	19	15	1.5	2.25
31	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	3	5	9	5	1	1
32	Pekerjaan m.e	3	5	9	5	1	1
33	Pekerjaan instalasi telephone	3	5	9	5	1	1
34	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	3	5	9	5	1	1
35	Arsitek lt.3						

36	Kolom praktis	5	6	9	6	0.67	0.44
37	Pekerjaan pasangan dinding	4	6	10	6	1	1
38	Balok latei	3	4	7	4	0.67	0.44
39	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	3	4	7	4	0.67	0.44
40	Pekerjaan beton	2	3	6	3	0.67	0.44
41	Pekerjaan pemipaan	1	1	3	1	0.33	0.11
42	Pekerjaan plesteran dan cat	6	10	14	10	1.33	1.78
43	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	2	2	4	2	0.33	0.11
44	Pekerjaan metal	3	4	7	4	0.67	0.44
45	Pekerjaan lain-lain	4	6	10	6	1	1
46	Pekerjaan m.e	4	6	10	6	1	1
47	Pekerjaan instalasi telephone	3	6	9	6	1	1
48	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	3	6	9	6	1	1
49	Struktur lt.5	19	20	23	20	0.67	0.44
50	Struktur lt.6	19	21	25	21	1	1
51	Struktur atap	35	40	45	40	1.67	2.78
52	Arsitek lt.4						
53	Kolom praktis	4	5	8	5	0.67	0.44
54	Pekerjaan pasangan dinding	4	5	8	5	0.67	0.44
55	Balok latei	3	4	7	4	0.67	0.44
56	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	3	4	7	4	0.67	0.44
57	Pekerjaan beton	4	5	8	5	0.67	0.44
58	Pekerjaan pemipaan	1	1	3	1	0.33	0.11
59	Pekerjaan plesteran dan cat	10	16	19	16	1.5	2.25
60	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	3	4	7	4	0.67	0.44
61	Pekerjaan metal	3	4	7	4	0.67	0.44
62	Pekerjaan m.e	5	7	10	7	0.83	0.69
63	Pekerjaan instalasi telephone	3	7	10	7	1.17	1.36
64	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	3	7	10	7	1.17	1.36
65	Arsitek lt.5						
66	Kolom praktis	7	10	14	10	1.17	1.36
67	Pekerjaan pasangan dinding	7	10	15	10	1.33	1.78
68	Balok latei	3	7	9	7	1	1
69	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	7	10	14	10	1.17	1.36
70	Pekerjaan beton	4	7	10	7	1	1
71	Pekerjaan pemipaan	2	3	6	3	0.67	0.44
72	Pekerjaan plesteran dan cat	25	30	32	30	1.17	1.36
73	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	5	7	11	7	1	1
74	Pekerjaan metal	3	7	9	7	1	1
75	Pekerjaan m.e	3	6	9	6	1	1
76	Pekerjaan instalasi telephone	3	6	9	6	1	1
77	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	3	6	9	6	1	1
78	Arsitek lt.6						
79	Kolom praktis	5	6	9	6	0.67	0.44
80	Pekerjaan pasangan dinding	5	6	9	6	0.67	0.44
81	Balok latei	3	6	9	6	1	1
82	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	4	6	10	6	1	1
83	Pekerjaan beton	3	4	7	4	0.67	0.44
84	Pekerjaan pemipaan	3	4	7	4	0.67	0.44
85	Pekerjaan plesteran dan cat	25	30	32	30	1.17	1.36
86	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	3	4	7	4	0.67	0.44
87	Pekerjaan metal	3	4	7	4	0.67	0.44
88	Pekerjaan langit-langit	5	7	11	7	1	1
89	Pekerjaan lain-lain	5	7	10	7	0.83	0.69
90	Pekerjaan m.e	3	7	9	7	1	1
91	Pekerjaan instalasi telephone	3	7	9	7	1	1
92	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	3	6	9	6	1	1
93	Pekerjaan pembersihan lapangan	3	6	10	6	1.17	1.36

(Sumber : Data hasil perhitungan)

## Analisa Jalur Kritis

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui hubungan dari tiap-tiap kegiatan dan menentukan jenis-jenis dari kegiatan mana sajakah yang tergolong jalur kritis. Jalur kritis adalah jalur atau urutan

kegiatan yang waktu pelaksanaannya tidak boleh ditunda, karena jika sampai terlambat atau ditunda satu atau beberapa kegiatan akan mengakibatkan terlambatnya penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Tabel 4. Penentuan Kegiatan Kritis

No	Uraian	te	ES	EF	LS	LF	Float
1	Pekerjaan fia ub						
2	Pekerjaan persiapan	10	0	10	0	10	0
3	Pondasi	30	10	40	10	40	0
4	Struktur lt.1	33	40	73	40	73	0
5	Srtuktur lt.2	31	73	104	73	104	0
6	Struktur lt.3	31	104	135	104	135	0
7	Struktur lt.4	31	135	166	135	166	0
8	Arsitek lt.1						
9	Pekerjaan tanah	20	135	155	194	214	59
10	Pekerjaan pasangan pondasi batu kali	12	143	155	202	214	59
11	Sloof dan kolom praktis	6	155	161	214	220	59
12	Pekerjaaaan pasang dinding	11	155	166	214	225	59
13	Balok latei	6	155	161	214	220	59
14	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	6	155	161	214	220	59
15	Pekerjaan beton	4	161	165	220	224	59
16	Pekerjaaaan rioreling dan pemipaan	4	161	165	225	229	64
17	Pekerjaan plesteran dan cat	15	165	180	224	239	59
18	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	10	165	175	229	239	64
19	Pekerjaan metal	7	165	172	232	239	67
20	Pekerjaan m.e	6	180	186	239	245	59
21	Pekerjaan instalasi telephone	5	180	185	240	245	60
22	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	4	180	184	241	245	61
23	Arsitek lt.2						
24	Kolom praktis	5	161	166	220	225	59
25	Pekerjaaaan pasangan dinding	8	162	170	221	229	59
26	Balok latei	4	162	166	289	293	127
27	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	4	162	166	289	293	127
28	Pekerjaan beton	4	166	170	293	297	127
29	Pekerjaan pemipaan	1	166	167	234	235	68
30	Pekerjaan plesteran dan cat	15	166	181	225	240	59
31	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	5	167	172	235	240	68
32	Pekerjaan m.e	5	181	186	240	245	59
33	Pekerjaan instalasi telephone	5	181	186	240	245	59
34	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	5	181	186	240	245	59
35	Arsitek lt.3						
36	Kolom praktis	6	166	172	225	231	59
37	Pekerjaaaan pasangan dinding	6	167	173	291	297	124
38	Balok latei	4	169	173	293	297	124
39	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	4	169	173	293	297	124
40	Pekerjaan beton	3	170	173	294	297	124
41	Pekerjaan pemipaan	1	171	172	234	235	63
42	Pekerjaan plesteran dan cat	10	170	180	229	239	59
43	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	2	172	174	237	239	65
44	Pekerjaan metal	4	172	176	235	239	63
45	Pekerjaan lain-lain	6	180	186	239	245	59
46	Pekerjaan m.e	6	180	186	239	245	59
47	Pekerjaan instalasi telephone	6	180	186	239	245	59

48	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	6	180	186	239	245	59
49	Struktur lt.5	20	166	186	166	186	0
50	Struktur lt.6	21	186	207	186	207	0
51	Struktur atap	40	207	247	207	247	0
52	Arsitek lt.4						
53	Kolom praktis	5	186	191	245	250	59
54	Pekerjaan pasangan dinding	5	186	191	245	250	59
55	Balok latei	4	186	190	245	249	59
56	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	4	186	190	245	249	59
57	Pekerjaan beton	5	186	191	245	250	59
58	Pekerjaan pemipaan	1	190	191	249	250	59
59	Pekerjaan plesteran dan cat	16	191	207	250	266	59
60	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	4	190	194	262	266	72
61	Pekerjaan metal	4	190	194	262	266	72
62	Pekerjaan m.e	7	207	214	266	273	59
63	Pekerjaan instalasi telephone	7	207	214	266	273	59
64	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	7	207	214	266	273	59
65	Arsitek lt.5						
66	Kolom praktis	10	207	217	251	261	44
67	Pekerjaan pasangan dinding	10	207	217	251	261	44
68	Balok latei	7	207	214	251	258	44
69	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	10	207	217	251	261	44
70	Pekerjaan beton	7	214	221	290	297	76
71	Pekerjaan pemipaan	3	214	217	258	261	44
72	Pekerjaan plesteran dan cat	30	217	247	261	291	44
73	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	7	214	221	284	291	70
74	Pekerjaan metal	7	214	221	284	291	70
75	Pekerjaan m.e	6	247	253	291	297	44
76	Pekerjaan instalasi telephone	6	247	253	291	297	44
77	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	6	247	253	291	297	44
78	Arsitek lt.6						
79	Kolom praktis	6	247	253	273	279	26
80	Pekerjaan pasangan dinding	6	247	253	273	279	26
81	Balok latei	6	247	253	247	253	0
82	Pekerjaan kusen, daun pintu, jendela & kaca	6	247	253	273	279	26
83	Pekerjaan beton	4	253	257	279	283	26
84	Pekerjaan pemipaan	4	253	257	279	283	26
85	Pekerjaan plesteran dan cat	30	253	283	253	283	0
86	Pekerjaan instalasi pipa/sanitair	4	253	257	279	283	26
87	Pekerjaan metal	4	253	257	279	283	26
88	Pekerjaan langit-langit	7	283	290	284	291	1
89	Pekerjaan lain-lain	7	283	290	284	291	1
90	Pekerjaan m.e	7	283	290	283	290	0
91	Pekerjaan instalasi telephone	7	290	297	290	297	0
92	Pekerjaan fire dan hydrant alarm	6	290	296	291	297	1
93	Pek. Pemb. Lapangan	6	297	303	297	303	0

(Sumber : Data hasil perhitungan)

Dari tabel 4 yang tergolong jalur kritis adalah kegiatan yang waktu tunda Slack/Floatnya sama dengan nol ( $LS-ES = LF-EF = 0$ ). Kegiatan yang termasuk dalam jalur kritis yaitu kegiatan dengan nomor 2-3-4-5-6-7-49-50-51-81-85-90-91-93 (yang floatnya sama dengan nol). Jumlah kumulatif waktu/durasi kegiatan yang termasuk kedalam kegiatan kritis adalah 303 hari kerja.

Sedangkan dari tabel 5 diketahui bahwa (TE)-93 adalah jumlah kumulatif kurun waktu dari pekerjaan-pekerjaan kritis, yakni sebesar 303 hari. Sedangkan dari tabel diatas dapat diketahui pula Varians dari pekerjaan-pekerjaan kritis, yaitu :

$$V(TE) - 93 = V(TE)-1 + V(te)-2 + V(te)-3 + V(te)-4 + V(te)-5 + V(te)-6 + V(te)-7 + V(te)-$$

$$49 + V(te)-50 + V(te)-51 + V(te)-81 + V(te)-85 + V(te)-90 + V(te)-91 + V(te)-93 = 0 + 1.36 + 2.78 + 1.36 + 2.25 + 2.25 + 2.25 + 0.44 + 1.00 + 2.78 + 1.00 + 1.36 + 1.00 + 1.00 + 1.36 = 22,19$$

Dengan total Varians  $V(TE) - 93 = 22,19$ , maka  $S = \sqrt{22,19} = 4,7$  atau  $3S = 14,19$ . Diperoleh harga  $3S = 14,19$ . maka didapatkan kurun waktu penyelesaian proyek sebesar  $303 \pm 14,19$  hari.

Dari uraian diatas diambil jawaban untuk kurun waktu penyelesaian proyek paling cepat adalah  $303 - 14,19 = 288,81$  hari dan penyelesaian proyek paling lambat adalah  $303 + 14,19 = 317,19$  hari.

### Analisa Target Waktu Penyelesaian Proyek T(d)

- Jika dimisalkan target penyelesaian pada hari  $T_d = 303 - 4,71 = 298,29$

$$z = \frac{T(d)-TE}{S} = \frac{298,29-303}{4,71} = -1$$

Dengan nilai  $z = -1$ , maka diperoleh angka probabilitas sebesar 0.1587, hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada  $T_d = 298,29$  adalah sebesar 16%.

- Jika dimisalkan target penyelesaian pada hari  $T_d = 303$

$$z = \frac{T(d)-TE}{S} = \frac{303-303}{4,71} = 0$$

Dengan nilai  $z = 0$ , maka diperoleh angka probabilitas sebesar 0.5000, hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada  $T_d = 303$  adalah sebesar 50%.

- Jika dimisalkan target penyelesaian pada hari  $T_d = 303 + 14,13 = 317,13$

$$z = \frac{T(d)-TE}{S} = \frac{317,13-303}{4,71} = 3$$

Dengan nilai  $z = 3$ , maka diperoleh angka probabilitas sebesar 0.998650, hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada  $T_d = 317,13$  adalah sebesar 99%.

### KESIMPULAN DAN SARAN

- Perencanaan waktu penyelesaian proyek yang optimal dengan menggunakan metode PERT dan PDM yaitu selama 303 hari dengan total biaya sebesar Rp 16,278,036,000.00

(termasuk didalamnya keuntungan kontraktor + PPN 10 %).

- Kurun waktu penyelesaian proyek selama 303 hari sudah optimal ditinjau dari penggunaan SDM yang berupa tenaga kerja proyek yang optimal. Dikatakan optimal karena penggunaan tenaga kerja proyek yang merata/tidak fluktuatif dan jika disajikan dalam bentuk grafik menghasilkan kurva mendekati distribusi normal.
- Dari hasil perhitungan analisa target waktu penyelesaian proyek  $T(d)$ , menunjukkan bahwa kemungkinan proyek selesai pada durasi/kurun waktu 303 hari (waktu normal) hanya sebesar 50%. Sedangkan jika durasi/kurun waktu penyelesaian proyek ditambah 3S (tiga kali simpangan baku) yaitu  $303 + 14,13$  hari = 317,13 hari, maka kemungkinan proyek selesai pada durasi/kurun waktu 317,13 hari sebesar 99%. Jadi untuk merencanakan suatu penjadwalan proyek hendaknya kurun waktu total proyek ditambahkan 3S (tiga kali simpangan baku) sehingga kemungkinan target penyelesaian proyek mencapai persentase 99% (aman/tidak terlambat).

### DAFTAR PUSTAKA

- Diphohusodo, Istimawan. *Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid I*. Kanisius. Yogyakarta. 1996.
- Ervianto Wulfram I. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Andi Offset*. Yogyakarta. 2004.
- Nugraha, Paulus, Ishak, Natan, Sucipto. *Manajemen Proyek Konstruksi I*. Kartika Yudha. Surabaya. 1985.
- Soeharto, Iman. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Jilid 1. Erlangga. Jakarta. 1995.