

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Proyek

Mengidentifikasi pekerjaan yang akan dianalisa adalah kegiatan yang pertama kali dilakukan, dalam hal ini :

Nama Proyek	: Pembangunan 8 Ruang Kelas Baru (RKB) SMPN 1 Tikep
Nilai Kontrak	: Rp. 2.519.000.000
Waktu Pelaksanaan	: 126 hari
Kontraktor	: PT. RUSDA INDOTAMA
Pekerjaan dimulai	: 9 Maret 2012
Pekerjaan selesai	: 28 Desember 2012
Lokasi Proyek	: Tidore Maluku Utara
Luas Proyek	: 660 m ²

Setelah mengidentifikasi dan memperoleh data dari Proyek yang akan dianalisa, kemudian menentukan lingkup kerja proyek. Pengkajian lingkup ini berdasarkan penampakan fisik urutan pelaksanaan pekerjaan yang juga disesuaikan dengan urutan pekerjaan.

5.2. Daftar Harga Satuan Bahan

Daftar harga satuan bahan bangunan adalah daftar harga bahan-bahan yang akan digunakan untuk melaksanakan suatu pekerjaan, dengan satuan masing-masing. Satuan dari bahan bangunan tergantung dari jenis dan macam bahan-bahan yang bersangkutan. Ini biasanya tergantung pada keadaan pasar. Karena tingkat permintaan dan distribusi ke lingkup yang lebih dalam mempengaruhi jumlah biaya sehingga harga yang dikeluarkan pun akan berbeda untuk satu lingkup dengan yang lainnya. Daftar harga satuan bahan bangunan yang

... dapat dilihat pada Tabel 5.1. Lampiran 1

5.3. Daftar Harga Satuan Upah

Dalam setiap daerah mempunyai kriteria dan spesifikasi harga satuan upah yang dibayarkan kepada pekerja. Hal ini berguna untuk menekan tingkat perbedaan dan permintaan dari pekerja. Karena bila tidak ditentukan akan menimbulkan kesenjangan dan tuntutan yang terlalu tinggi sehingga membebani pengguna jasa. Maka dari itu dari pemerintah daerah dibuatlah harga satuan upah pekerjaan. Daftar harga satuan upah tenaga berisi upah perhari dari tenaga kerja, yang akan digunakan sebagai tenaga pelaksana pekerjaan. Macam jenis tenaga kerja tergantung dari jenis macam pekerjaan. Daftar satuan upah pada proyek ini dapat dilihat pada **Tabel 5.2. Lampiran II.**

5.4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

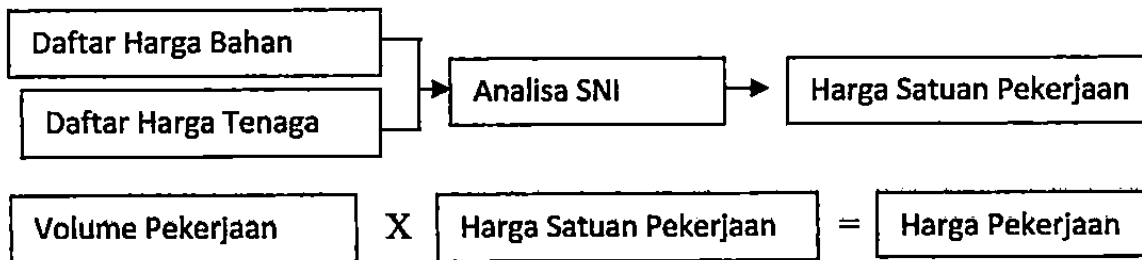
Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Biaya adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Rencana anggaran biaya merupakan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan.

Secara umum rencana anggaran biaya (RAB) dihitung berdasarkan rumus berikut: $RAB = \sum (\text{volume} \times \text{harga satuan kerja})$

Proses penyusunan anggaran biaya ini dengan menggunakan analisa SNI 2008. Secara ringkas proses penyusunan anggaran biaya pembangunan 8 ruang

lihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Proses penyusunan anggaran biaya dengan menggunakan analisa SNI

Berdasarkan pada gambar diatas dapat kita lihat pada tabel penyusunan rencana anggaran biaya proyek SMPN 1 Tikep. Daftar tabel rencana anggaran biaya terdapat pada **Tabel 5.3. Lampiran III.**

5.5. Daftar Rekapitulasi RAB

Dalam mempermudah pembacaan biaya rencana dibuatlah rekapitulasi yang merupakan rangkuman atau ringkasan dari rencana anggaran biaya. Rekapitulasi rencana anggaran biaya dibuat untuk mempermudah dalam perencanaan *bar chart* dan kurva-S. Daftar rekapitulasi anggaran biaya ini berisi daftar bagian pekerjaan dan jumlah harga pekerjaan dari masing-masing bagian pekerjaan. Penjumlahan harga-harga pekerjaan ini merupakan harga riil yang lazim disebut jumlah nominal. Selanjutnya harus ditambah biaya-biaya lain yaitu, biaya umum, biaya tak terduga, biaya pajak dan keuntungan pemborong. Daftar rekapitulasi anggaran biaya dapat dilihat pada **Tabel 5.4. Lampiran IV.**

5.6. *Bar chart* (diagram balok)

Bar chart sangat bermanfaat sebagai alat perencanaan dan komunikasi. Bila digabungkan dengan metode lain, misalnya grafik "S" dapat dipakai untuk aspek yang lebih luas. Kelemahan *bar chart* adalah kurang dapat menjelaskan keterkaitan antara kegiatan yang satu dengan kegiatan yang lainnya. Misalnya kegiatan pondasi terjadi perubahan atau terlambat. Perubahan yang terjadi tersebut

disebabkan tidak jelasnya hubungan antara kegiatan. *Bar chart* dapat dilihat pada **Gambar 5.2. Lampiran V.**

5.7. Kurva S

Kurva S adalah salah satu metode perencanaan dan kendali waktu pelaksanaan proyek yang paling populer dalam perencanaan dan monitoring schedule pelaksanaan di proyek. Hampir semua proyek mensyaratkan dan telah lama menggunakan kurva s baik proyek pemerintah maupun swasta. Namun pada kenyataannya, banyak sekali kejadian dimana kurva s tidak dimanfaatkan secara optimal dan malah sering kali salah aplikasi serta salah kaprah.

Setiap proyek konstruksi selalu dihadapkan pada parameter penting penyelenggaraan proyek yang sering dikenal sebagai sasaran proyek. Salah satu sasaran proyek itu adalah jadwal sehingga salah satu ukuran keberhasilan proyek konstruksi ditentukan oleh penyelesaian proyek sesuai jangka waktu dan tanggal akhir yang telah ditetapkan dalam dokumen kontrak dan sesuai pula dengan rencana dan spesifikasinya. Keberhasilan melaksanakan proyek konstruksi tepat pada waktunya adalah salah satu tujuan terpenting, baik bagi pemilik maupun kontraktor. Pada proyek ini disusun dengan 7 hari kerja tanpa ada libur dan didapatkan total waktu pekerjaan proyek 126 hari. Kurva S dapat dilihat pada **Gambar 5.2. Lampiran V.**

5.8. Angka Estimasi PERT

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 angka estimasi tersebut adalah waktu optimis (a), waktu yang paling mungkin (m) dan waktu pesimis (b). Untuk perkiraan ketiga angka estimasi PERT yang digunakan dalam pembahasan ini merupakan hasil estimasi dari estimator proyek dan hasil estimasi

Tabel 5.5 (a). Angka Estimasi dalam PERT

No	Kegiatan	Waktu (Hari)		
		a	m	b
1	Pekerjaan Persiapan	10	10	12
2	Pekerjaan Tanah	7	8	12
3	Pekerjaan Pasangan/Beton lantai 1	25	28	30
4	Pekerjaan Kayu	10	17	17
5	Pekerjaan Lantai 1	10	12	12
6	Pekerjaan Kayu dan Penutup	10	10	15
7	Pekerjaan Lantai 2	9	9	14
8	Pekerjaan Pasangan/Beton lantai 2	21	25	28
9	Pekerjaan Cat 1	7	7	14
10	Pekerjaan Sanitasi	8	8	8
11	Pekerjaan Listrik 1	7	7	7
12	Pekerjaan Kunci 1	7	7	14
13	Pekerjaan Cat 2	7	7	7
14	Pekerjaan Listrik 2	7	7	7
15	Pekerjaan Kunci 2	5	7	14

Tabel 5.5 (b). Angka Estimasi dalam PERT)

No	Kegiatan	Waktu (Hari)		
		a	m	b
1	Pekerjaan Persiapan	12	12	12
2	Pekerjaan Tanah	12	13	16
3	Pekerjaan Pasangan/Beton lantai 1	21	24	28
4	Pekerjaan Kayu	10	12	13
5	Pekerjaan Lantai 1	10	10	12
6	Pekerjaan Kayu dan Penutup	12	13	15
7	Pekerjaan Lantai 2	12	14	15
8	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 2	21	24	28
9	Pekerjaan Cat 1	7	7	14
10	Pekerjaan Sanitasi	8	8	8
11	Pekerjaan Listrik 1	7	7	7
12	Pekerjaan Kunci 1	7	8	14
13	Pekerjaan Cat 2	7	7	14
14	Pekerjaan Listrik 2	7	7	7
15	Pekerjaan Kunci 2	5	9	14

Tabel 5.5 (c). Angka Estimasi dalam PERT

No	Kegiatan	Waktu (Hari)		
		a	m	b
1	Pekerjaan Persiapan	11	11	12
2	Pekerjaan Tanah	13	14	16
3	Pekerjaan Pasangan/Beton lantai 1	22	25	27
4	Pekerjaan Kayu	10	12	13
5	Pekerjaan Lantai 1	11	11	13
6	Pekerjaan Kayu dan Penutup	11	12	14
7	Pekerjaan Lantai 2	12	13	14
8	Pekerjaan Pasangan/Beton lantai 2	22	25	28
9	Pekerjaan Cat 1	7	7	15
10	Pekerjaan Sanitasi	9	9	9
11	Pekerjaan Listrik 1	10	10	10
12	Pekerjaan Kunci 1	7	7	7
13	Pekerjaan Cat 2	7	7	15
14	Pekerjaan Listrik 2	10	10	10
15	Pekerjaan Kunci 2	7	7	14

(Sumber : CV Mekar Jati 2013)

5.9. Network Planning

Karena kompleksnya pekerjaan dalam proyek, unsur perencanaan memegang peranan yang semakin penting. Banyak kegiatan dapat dikatakan sebagai suatu proyek, yang berarti bahwa mempunyai tujuan tertentu dan usaha untuk mencapainya dibatasi oleh waktu dan sumber daya tertentu. Perencanaan yang sistematis menimbulkan kepercayaan dalam penyelesaian proyek. Salah satu cakupan dalam perencanaan tersebut adalah masalah penjadwalan proyek. Dalam hal ini peran analisis *network* dapat membantu. Dalam analisis *network* dikenal dua metode, yaitu CPM dan PERT. Untuk rencana kerja yang digunakan dalam proyek ini disusun dengan 7 hari kerja dan tidak ada libur (total 126 hari

5.10. Daftar Biaya Normal dan Biaya Cepat

Biaya normal adalah biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam waktu normal. Biaya cepat adalah biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu pekerjaan yang dipercepat selesainya, dengan tujuan untuk mempercepat waktu selesainya sedapat mungkin.

Biaya langsung yang digunakan pada proyek ini terdiri dari biaya bahan baku dan tenaga kerja, tetapi untuk biaya bahan baku tidak terpengaruh adanya percepatan. Biaya yang terpengaruh dengan adanya percepatan adalah biaya tenaga kerja, sehingga untuk melakukan kegiatan percepatan terdapat kenaikan biaya tenaga kerja. Untuk menghitung biaya cepat (dipersingkat) dilakukan dengan melalui tahapan analisis sebagai berikut :

1. Analisis waktu proyek

Analisis ini merupakan dasar perhitungan untuk mendapatkan hubungan antara waktu dan biaya normal serta cepat. Dalam analisis ini akan ditentukan hubungan antara waktu normal dan waktu cepat berdasarkan ukuran lamanya waktu yang dibutuhkan dalam satuan jam yaitu bahwa waktu yang dibutuhkan untuk waktu normal adalah sama dengan waktu yang dibutuhkan untuk waktu cepat (untuk ukuran waktu dalam satuan jam). Oleh karena waktu cepat lebih singkat (banyaknya hari lebih pendek dari waktu normal), maka untuk menyamakan ukuran waktu yang dibutuhkan, pada waktu cepat terdapat tambahan waktu yang disebut waktu lembur, sehingga waktu cepat mempunyai dua macam waktu yaitu waktu cepat normal dan waktu lembur. Untuk pelaksanaan pekerjaan pada jam kerja normal dilaksanakan selama tujuh jam per hari sedangkan pelaksanaan pekerjaan lembur selama dua jam per hari.

Contoh perhitungan 1 :

Pada pekerjaan beton bertulang diketahui data sebagai berikut :

Waktu normal	= 28 hari
Waktu cepat (waktu cepat normal)	= 22 hari
Jam kerja normal per hari	= 7 jam

Ditanyakan :

Tentukan berapa hari pelaksanaan kerja lembur tersebut ?

Penyelesaian :

Dimisalkan banyaknya hari pelaksanaan kerja lembur adalah T

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Waktu normal (jam)} &= \text{waktu cepat (jam)} \\ &= \text{waktu cepat normal (jam)} + \text{waktu lembur (jam)} \\ 28 \text{ hari} \times 7 \text{ jam/hari} &= (22 \text{ hari} \times 7 \text{ jam/hari}) + (T \times 2 \text{ jam/hari}) \\ 196 \text{ jam} &= 154 \text{ jam} + (T \times 2 \text{ jam/hari}) \end{aligned}$$

$$T = \frac{42 \text{ jam}}{2 \text{ jam/hari}} = 21 \text{ hari}$$

Jadi pekerjaan lembur untuk beton bertulang dilaksanakan selama 21 hari atau untuk mempercepat waktu (28 hari) menjadi 22 hari diperlukan kerja lembur selama 21 hari. Dengan cara yang sama seperti pada contoh perhitungan 1 diatas maka pelaksanaan kerja lembur tiap komponen aktivitas dalam proyek dapat ditentukan waktunya atau banyaknya hari. Untuk waktu normal dan waktu cepat tiap komponen aktivitas proyek atau yang dikerjakan oleh PT. RUSDA INDOTAMA dapat ditampilkan dalam

Tabel 5.6. Tabulasi Waktu Normal dan Waktu Cepat

Code	Aktivitas Nama	Waktu Normal		Waktu Cepat			
		Durasi (Hari)	Durasi per hari (Jam)	Aktivitas Normal		Aktivitas Lembur	
				Durasi (hari)	Durasi per hari (jam)	Durasi (hari)	Durasi per hari (jam)
A	Pekerjaan Persiapan	10	7	9	7	4	2
B	Pekerjaan Tanah	8	7	7	7	4	2
C	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 1	28	7	22	7	21	2
D	Pekerjaan Kayu	17	7	15	7	7	2
E	Pekerjaan Lantai 1	12	7	10	7	7	2
H	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 2	25	7	20	7	18	2
F	Pekerjaan Kayu dan Penutup	10	7	8	7	7	2
I	Pekerjaan Lantai 2	9	7	8	7	4	2
O	Pekerjaan Kunci 2	7	7	6	7	4	2

Keterangan :

Durasi waktu normal (hari) = sesuai dengan *time schedule* proyek.

Durasi waktu cepat :

- Aktivitas normal = ditentukan (ditetapkan)
- Aktivitas lembur = dengan melakukan perhitungan

(Sumber : Data Primer yang diolah, 2013)

2. Analisis biaya proyek

Analisis ini menentukan hubungan antara waktu dan biaya normal serta cepat dengan dasar perhitungan pada analisis waktu proyek seperti yang dijelaskan diatas. Pada analisis ini menentukan hubungan waktu normal dengan biaya normal dan waktu cepat dengan biaya cepat. Untuk mendapatkan hubungan ini, maka biaya normal atau biaya cepat ditentukan berdasarkan upah tenaga kerja per jam selama pelaksanaan aktivitas dalam

dan biaya cepat ditentukan. Berikut ini rumus hubungan tersebut :

Contoh perhitungan 2 :

Pekerjaan beton bertulang diketahui dengan data sebagai berikut :
(Pada Tabel 5.8).

Waktu normal = 28 hari

Waktu cepat normal = 22 hari

Jam kerja normal per hari = 7 jam

Waktu pekerjaan lembur = 21 hari

Jam kerja lembur per hari = 2 jam

Ditanyakan : Tentukan biaya cepat pada tiap pekerjaan tersebut !

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya cepat (Rp)} &= \text{Biaya normal (Rp)} \times \left\{ \frac{\text{Waktu cepat normal (jam)} + (2 \times \text{waktu lembur (jam)})}{\text{Waktu normal (jam)}} \right\} \\
 &= \text{Biaya Normal} \times \left\{ \frac{(22 \times 7) \text{ jam} + 2(21 \times 2) \text{ jam}}{(28 \times 7) \text{ jam}} \right\} \\
 &= \text{Rp. 125.007.649} \times \left\{ \frac{154 + 84}{196} \right\} \\
 &= \text{Rp. 125.007.649} \times 1,21428 \\
 &= \text{Rp. 151.795.002} \dots\dots\dots \text{Persamaan A}
 \end{aligned}$$

(Sumber : Hasil konsultasi dengan estimator proyek)

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa tahapan analisis yang meliputi waktu proyek dan biaya proyek menghasilkan hubungan antara waktu proyek dan biaya normal serta cepat seperti yang ditunjukkan pada persamaan A.

Rumus itu digunakan sebagai pendekatan hitungan untuk memperkirakan biaya cepat yang akan dikeluarkan, dengan biaya normal yang telah dihitung dalam rencana anggaran biaya dalam proyek ini yaitu biaya tenaga kerja. Jadi

untuk perhitungan percepatan aktivitas proyek seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.3 pada lampiran III kolom 9.

Dengan melihat data waktu normal dan cepat (pada Tabel 5.6) dan biaya normal yang ditentukan (pada Tabel 5.3 lampiran III kolom 9) dilakukan perhitungan untuk memperkirakan biaya cepat dengan memakai rumus pada persamaan A. Hasil perhitungan sebagai berikut pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Daftar Biaya Normal dan Biaya Cepat

Code	Aktivitas Nama	Aktivitas Normal		Aktivitas Cepat	
		Durasi (hari)	Biaya (Rp)	Durasi (hari)	Biaya (Rp)
A	Pekerjaan Persiapan	10	Rp 20.393	9	Rp 23.193
B	Pekerjaan Tanah	8	Rp 9.243.294	7	Rp 10.728.823
C	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 1	28	Rp 125.007.649	22	Rp 151.795.002
D	Pekerjaan Kayu	17	Rp 25.710.712	15	Rp 28.735.501
E	Pekerjaan Lantai 1	12	Rp 24.429.600	10	Rp 28.501.200
H	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 2	25	Rp 33.872.345	20	Rp 41.033.926
F	Pekerjaan Kayu dan Penutup	10	Rp 60.868.840	8	Rp 73.042.608
I	Pekerjaan Lantai 2	9	Rp 23.977.200	8	Rp 27.402.514
O	Pekerjaan Kunci 2	7	Rp 1.975.020	6	Rp 2.545.778
JUMLAH TOTAL			Rp 305.105.210		Rp 363.600.545

5.11. Analisis dengan Metode PERT

Analisis dengan metode PERT bertujuan sebagai alat bantu untuk mencari kemungkinan tercapainya target waktu pada proyek. Pada penyelenggaraan proyek, sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan dengan masing-masing target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan. Pimpinan proyek sering

Untuk mengetahui kemungkinan tercapainya waktu proyek pada pembangunan SMPN 1 Tikep tahun 2012 ini, perlu dianalisis dengan metode PERT sesuai langkah-langkah berikut :

1. Menentukan susunan komponen-komponen kegiatan dalam proyek sesuai urutan logika ketergantungan menjadi jaringan kerja. Dapat dilihat pada **Tabel 5.8.**

Tabel 5.8. Tabel Ketergantungan

No	Aktivitas		Durasi (hari)	Pekerjaan Yang	
	Code	Nama		Mendahului	Mengikuti
1	1-2 (A)	Pekerjaan Persiapan	10	-	B
2	2-3 (B)	Pekerjaan Tanah	8	A	C
3	3-4 (C)	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 1	28	B	D,J
4	4-5 (D)	Pekerjaan Kayu	17	C	E
5	5-7 (E)	Pekerjaan Lantai 1	12	D	I,F
6	9-10 (L)	Pekerjaan Kunci 1	7	I	M
7	12-13 (O)	Pekerjaan Kunci 2	7	H	-
8	11-12 (H)	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 2	25	G	O
9	9-13 (K)	Pekerjaan Listrik 1	7	I	-
10	4-6 (J)	Pekerjaan Sanitasi	8	C	N
11	8-11 (G)	Pekerjaan Lantai 2	9	F	H
12	6-13 (N)	Pekerjaan Listrik 2	7	J	-
13	7-8 (F)	Pekerjaan Kayu dan Penutup Atap	10	E	G
14	7-9 (M)	Pekerjaan Cat 1	7	E	K,L
16	10-13 (I)	Pekerjaan Cat 2	7	L	-

2. Memberikan perkiraan kurun waktu masing-masing kegiatan berdasarkan estimasi waktu dalam PERT. Dapat dilihat pada Tabel 5.9 (A) dan (B)

Tabel 5.9 (A). Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis (a), Paling Mungkin (m), dan Waktu Pesimis (b), Waktu yang diharapkan (te), Standar Deviasi (s) dan Varians (v(te))

No	Aktivitas		a	m	b	te	s	V(te)
	Code	Nama						
1	A	Pekerjaan Persiapan	12	12	12	12	0	0
2	B	Pekerjaan Tanah	12	13	16	13	0,67	0,449
3	C	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 1	21	24	28	24	1,17	1,369
4	D	Pekerjaan Kayu	10	12	13	12	0,5	0,25
5	E	Pekerjaan Lantai 1	10	10	12	10	0,33	0,109
6	F	Pekerjaan Kayu dan Penutup	12	13	15	13	0,5	0,25
7	G	Pekerjaan Lantai 2	12	14	15	14	0,5	0,25
8	H	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 2	21	24	28	24	1,17	1,369
9	I	Pekerjaan Cat 1	7	7	7	7	0	0
10	J	Pekerjaan Sanitasi	8	8	8	8	0	0
11	K	Pekerjaan Listrik 1	7	7	7	7	0	0
12	L	Pekerjaan Kunci 1	7	8	14	9	1,17	1,369
13	M	Pekerjaan Cat 2	7	7	14	8	1,17	1,369
14	N	Pekerjaan Listrik 2	7	7	7	7	0	0
15	O	Pekerjaan Kunci 2	5	9	14	9	1,5	2,25

Tabel 5.9 (B). Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis (a), Paling Mungkin (m), dan Waktu Pesimis (b), Waktu yang diharapkan (te), Standar Deviasi (s) dan Varians (v(te))

No	Aktivitas		a	m	b	te	s	V(te)
	Code	Nama						
1	A	Pekerjaan Persiapan	11	11	12	11	0,17	0,029
2	B	Pekerjaan Tanah	13	14	16	14	0,5	0,25
3	C	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 1	22	25	27	25	0,33	0,689
4	D	Pekerjaan Kayu	10	12	13	12	0,5	0,25
5	E	Pekerjaan Lantai 1	11	11	13	11	0,33	0,109
6	F	Pekerjaan Kayu dan Penutup	11	12	14	12	0,5	0,25
7	G	Pekerjaan Lantai 2	11	13	14	13	0,5	0,25
8	H	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 2	22	25	28	25	1	1
9	I	Pekerjaan Cat 1	7	7	15	8	1,33	1,769
10	J	Pekerjaan Sanitasi	9	9	9	9	0	0
11	K	Pekerjaan Listrik 1	10	10	10	10	0	0
12	L	Pekerjaan Kunci 1	7	7	14	8	1,17	1,369
13	M	Pekerjaan Cat 2	7	7	15	8	1,33	1,769
14	N	Pekerjaan Listrik 2	10	10	10	10	0	0
15	O	Pekerjaan Kunci 2	7	7	7	7	0	0

(Sumber : CV Mekar Jati 2013)

Dari Tabel 5.9 (A) dan Tabel 5.9 (B) dapat dilihat *network planning* te pada Gambar 5.4. dan Gambar 5.5. pada lampiran VII dan VIII.

1. Mengidentifikasi jalur kritis dan jalur non kritis pada jaringan.

Cara mengidentifikasi jalur kritis yaitu dengan menghitung waktu tercepat yang diharapkan (TE) pada setiap kegiatan. Cara menghitung TE tersebut yaitu dengan menghitung maju waktu yang diharapkan (te) berdasarkan jalur terpanjang yang terdapat antara kegiatan permulaan dengan kegiatan yang bersangkutan. Dari perhitungan tersebut dapat diidentifikasi titik penyelesaian proyek yaitu TE pada kegiatan akhir jaringan serta dapat ditentukan pula jalur

perhitungan waktu tercepat yang diharapkan (TE) untuk setiap kegiatan dapat dilihat pada Tabel 5.10 (A) dan (B).

Tabel 5.10 (A). Daftar perhitungan waktu tercepat yang diharapkan (TE)

No	Waktu tercepat yang diharapkan (TE)
1	0
2	te (A) = 12
3	TE (2)+ te (B) = 12 + 13 = 25
4	TE (3)+ te (C) = 25 + 24 = 49
5	TE (4)+ te (D) = 49 + 12 = 61
6	TE (4)+ te (E) = 61 + 10 = 71
7	TE (6)+ te (F) = 71 + 13 = 84
8	TE (7)+ te (G) = 84 + 14 = 98
9	TE (8)+ te (H) = 98 + 24 = 122
10	TE (9)+ te (O) = 122 + 9 = 131

Tabel 5.10 (B). Daftar perhitungan waktu tercepat yang diharapkan (TE)

No	Waktu tercepat yang diharapkan (TE)
1	0
2	te (A) = 11
3	TE (2)+ te (B) = 11 + 14 = 25
4	TE (3)+ te (C) = 25 + 25 = 50
5	TE (4)+ te (D) = 50 + 12 = 62
6	TE (4)+ te (E) = 62 + 11 = 73
7	TE (6)+ te (F) = 73 + 12 = 85
8	TE (7)+ te (G) = 85 + 13 = 98
9	TE (8)+ te (H) = 98 + 25 = 123
10	TE (9)+ te (O) = 123 + 7 = 130

Dari Tabel 5.10 (A) dan 5.10 (B) dapat ditentukan nilai waktu tercepat yang diharapkan (TE) pada setiap kegiatan serta kegiatan kritis seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5.6. dan 5.7. pada lampiran IX dan lampiran X.**

Dari Gambar 5.6 dan Gambar 5.7. pada lampiran IX dan lampiran X dapat dilihat bahwa pada titik peristiwa penyelesaian proyek (TE pada kegiatan akhir) dari kontraktor PT. Pembangunan Perumahan (PP) yaitu 131 hari dan dari kontraktor CV. Mekar Jati yaitu 130 hari.

2. Variansi dan Standar Deviasi Proyek

Untuk mendapatkan angka standar deviasi (S) pada kegiatan proyek dilakukan dengan menjumlahkan varians ($V(te)$) tiap kegiatan pada jalur kritis dan setelah itu dihitung akar dari padanya. Untuk hasil perhitungan varians ($V(te)$) kegiatan proyek secara keseluruhan dengan kontraktor yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11. Varians dan Deviasi Standar Proyek Keseluruhan

No	Aktivitas/Kegiatan	V(te)	
		(a)	(b)
1	Pekerjaan Persiapan	0	0,029
2	Pekerjaan Tanah	0,449	0,25
3	Pekerjaan Pasangan/Beton lantai 1	1,369	0,689
4	Pekerjaan Kayu	0,25	0,25
5	Pekerjaan Lantai	0,109	0,109
6	Pekerjaan Kayu dan Penutup	0,25	0,25
7	Pekerjaan Lantai 2	0,25	0,25
8	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 2	1,369	1
9	Pekerjaan Kunci 2	2,25	0
Varians Proyek $\Sigma V(te)$		6,296	2,827
Deviasi Standar Proyek		2,509	1,681

Dari Tabel 5.11. dapat dilihat bahwa hasil dari varians proyek pada jalur kritis adalah 6,296 (PT. Pembangunan Perumahan (PP)) dan 2,827 (CV. Mekar Jati) sedangkan untuk hasil deviasi standar proyek adalah 2,509 (PT. Pembangunan Perumahan (PP)) dan 1,681 (CV. Mekar Jati). Setelah didapatkan hasil varians dan deviasi standar proyek langkah selanjutnya yaitu menganalisis kemungkinan tercapainya target waktu/jadwal. Untuk menganalisis kemungkinan tersebut dipakai rumus sebagai berikut:

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

Dimana :

T (d) = Target waktu/jadwal

TE = Waktu tercepat yang diharapkan pada kegiatan akhir jaringan

S = Deviasi standar pada titik penyelesaian proyek.

Z = Angka yang menunjukkan hubungan antara waktu tercepat yang diharapkan (TE) dengan target waktu (T (d)) pada metode PERT.

Berdasarkan langkah-langkah yang sudah dilakukan dapat diketahui bahwa waktu tercepat yang diharapkan sebagai berikut:

1. Dari estimasi kontraktor (PT. Pembangunan Perumahan (PP)) di dapat (TE) = 131 hari, Deviasi standar (S) pada titik penyelesaian proyek = 2,509 dan target waktu (T (d)) = 126 hari sehingga z dapat dihitung sebagai berikut:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S} = (126 - 131) / 2,509 = -1,99$$

Dari Tabel distribusi normal pada lampiran didapat = 0,4767

$$= (0,5 - 0,4767) \times 100\%$$

$$= 2,33 \%$$

... dan deviasi standar pada titik penyelesaian proyek = 1,681

2. Dari estimasi kontraktor (CV. Mekar Jati) di dapat (TE) = 130 hari, Deviasi standar (S) pada titik penyelesaian proyek = 1,681 dan target waktu (t (d)) = 126 hari sehingga z dapat dihitung sebagai berikut:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S} = (126 - 130) / 1,681 = -2,37$$

Dari Tabel distribusi normal didapat = 0,4911

$$= (0,5 - 0,4911) \times 100\%$$

$$= 0,89 \%$$

Kesimpulan yang didapat yaitu probabilitas proyek selesai pada target waktu 126 hari yaitu 0,89%.

5.12. Analisis dengan Metode CPM

Analisis dengan metode CPM bertujuan sebagai alat bantu untuk mencari jalur lintasan kritis pada setiap pekerjaan proyek. Sehingga diharapkan dengan metode ini akan tersimpan cadangan waktu yang terdapat pada pekerjaan proyek.

Untuk mengetahui jalur lintasan kritis pada setiap pekerjaan proyek pada pembangunan SMPN 1 Tikep tahun 2012 ini, perlu dianalisis dengan metode CPM sesuai langkah-langkah berikut :

1. Menyusun komponen-komponen kegiatan sesuai dengan logika

... .. Dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5.12. Tabel Ketergantungan

No	Aktivitas		Durasi (hari)	Pekerjaan Yang	
	Code	Nama		Mendahului	Mengikuti
1	1-2 (A)	Pekerjaan Persiapan	10	-	B
2	2-3 (B)	Pekerjaan Tanah	8	A	C
3	3-4 (C)	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 1	28	B	D,J
4	4-5 (D)	Pekerjaan Kayu	17	C	E
5	5-7 (E)	Pekerjaan Lantai 1	12	D	I,F
6	9-10 (L)	Pekerjaan Kunci 1	7	I	M
7	12-13 (O)	Pekerjaan Kunci 2	7	H	-
8	11-12 (H)	Pekerjaan Pasangan/Beton Lantai 2	25	G	O
9	9-13 (K)	Pekerjaan Listrik 1	7	I	-
10	4-6 (J)	Pekerjaan Sanitasi	8	C	N
11	8-11 (G)	Pekerjaan Lantai 2	9	F	H
12	6-13 (N)	Pekerjaan Listrik 2	7	J	-
13	7-8 (F)	Pekerjaan Kayu dan Penutup Atap	10	E	G
14	7-9 (M)	Pekerjaan Cat 1	7	E	K,L
16	10-13 (I)	Pekerjaan Cat 2	7	L	-

3. Membuat jaringan kerja CPM. Dapat dilihat pada **Gambar 5.8. lampiran XI**.
4. Mengidentifikasi jalur kritis dan jalur non kritis pada jaringan. Dapat dilihat pada **Gambar 5.9. lampiran XII**.
5. Menghitung *cost slope* yang didapat dari jalur kritis jaringan kerja CPM.

Selain CPM dapat digunakan untuk menentukan waktu paling cepat sebuah proyek dapat terselesaikan dan mengidentifikasi waktu kelonggaran (*Slack*) paling lambat sebuah kegiatan dapat diselesaikan, metode ini juga mampu melakukan analisis terhadap sumber daya yang dipakai dalam proyek (biaya) agar jadwal yang dihasilkan akan jauh lebih optimal dan ekonomis.

Perhitungan biaya proyek akibat percepatan durasi proyek ini dicari dengan rumus:

$$\text{Slope Biaya} = \frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktu dipersingkat} - \text{Waktu normal}}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat contoh perhitungan sebagai berikut :

Contoh perhitungan 3 :

Pada pekerjaan Pasangan/Beton diketahui data sebagai berikut :

Waktu Normal = 28 hari

Biaya Normal = Rp 125.007.649

Waktu Dipersingkat = 22 hari

Biaya Dipersingkat = Rp 151.795.002

Ditanyakan : Tentukan biayanya?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \text{Slope biaya (Rp)} &= \frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktu normal} - \text{Waktu dipersingkat}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 151.795.002 - \text{Rp } 125.007.649}{28 \text{ hari} - 22 \text{ hari}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 26.787.353}{6 \text{ hari}} \\
 &= \underline{\underline{\text{Rp } 4.464.558}}
 \end{aligned}$$

Jadi pekerjaan untuk pasangan/beton biaya yang didapat adalah **Rp 4.464.558**

Dengan cara yang sama seperti pada contoh perhitungan 3 maka Untuk waktu normal, waktu cepat, biaya normal dan biaya dipercepat tiap komponen aktivitas keseluruhan dan jalur kritis dalam proyek dapat diketahui., sehingga

... untuk tabel seperti yang dapat dilihat pada Tabel

Tabel 5.13. Tabulasi waktu serta biaya normal dan dipersingkat

Kegiatan	Code	Normal		Dipersingkat		Slope Biaya
		Waktu	Biaya	Waktu	Biaya	
an	A	10	Rp 20.393	9	Rp 23.193	Rp 2.643
	B	8	Rp 9.243.294	7	Rp 10.728.823	Rp 1.485.529
an/Beton Lantai 1	C	28	Rp 125.007.649	22	Rp 151.795.002	Rp 4.464.558
	D	17	Rp 25.710.712	15	Rp 28.735.501	Rp 1.512.394
	E	12	Rp 24.429.600	10	Rp 28.501.200	Rp 2.035.800
an/Beton Lantai 2	F	25	Rp 33.872.345	20	Rp 41.033.926	Rp 1.432.316
an Penutup Atap	G	10	Rp 60.868.840	8	Rp 73.042.608	Rp 6.086.884
2	H	9	Rp 23.977.200	8	Rp 27.402.514	Rp 3.425.314
2	O	7	Rp 1.975.020	6	Rp 90.420.545	Rp 362.758
Total			Rp 305.105.210		Rp 363.600.545	Rp 20.808.196

6. Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *slope* terendah.

Tabel 5.14. Mempersingkat waktu proyek

No	Kegiatan yang dipersingkat	Waktu proyek	Biaya percepatan	Biaya proyek
	Posisi normal	126	-	Rp 305.105.210
1	A dipercepat 1 hari	125	Rp 2.643	Rp 305.107.853
2	O dipercepat 1 hari	124	Rp 362.758	Rp 305.470.611
3	H dipercepat 5 hari	119	Rp 7.161.580	Rp 312.632.191
4	B dipercepat 1 hari	118	Rp 1.485.529	Rp 314.117.720
5	D dipercepat 2 hari	116	Rp 3.024.788	Rp 317.142.508
6	E dipercepat 2 hari	114	Rp 4.071.600	Rp 321.214.108
7	G dipercepat 1 hari	113	Rp 3.425.314	Rp 324.639.422
8	C dipercepat 6 hari	107	Rp 26.787.348	Rp 351.426.770
9	F dipercepat 2 hari	105	Rp 12.173.768	Rp 363.600.538

Jadi didapatkan pengurangan proyek dari 126 hari – 105 hari = 21 hari

5.13 Interpretasi Hasil

Beberapa alternatif percepatan durasi proyek dilakukan untuk mencari waktu dan biaya optimal. Percepatan durasi proyek biasanya dilakukan dengan menambah sumber daya pada kegiatan kritis, karenanya sangat logis biaya *crash* sebuah kegiatan lebih mahal dari biaya normalnya.

Metode PERT dalam penelitian ini ditujukan untuk mencari peluang dan probabilitas penyelesaian proyek. Batas waktu penyelesaian proyek adalah 126 hari, kemudian dilakukan persentase probabilitas durasi 131 hari (**PT. Pembangunan Perumahan (PP)**), dengan menentukan nilai Z dapat diketahui peluang pencapaian target penyelesaian proyek. Nilai Z atau peluang yang didapat sebesar -1,99 berarti ada peluang 2,33% (**berdasarkan kurva distribusi normal**) penyelesaian proyek dapat dicapai pada 131 hari, sedangkan pada **CV. Mekar Jati** didapat persentase probabilitas durasi 130 hari dengan menentukan nilai Z atau peluang yang didapat sebesar -2,37 berarti ada peluang 0,89% (**berdasarkan kurva distribusi normal**) penyelesaian proyek dapat dicapai pada 130 hari dari waktu normalnya 126 hari.

Metode CPM dalam penelitian ini dipakai untuk mencari biaya penyelesaian proyek atau sebagai aspek perencanaan dan pengendalian waktu dan biaya. Batas waktu yang penyelesaian proyek adalah 126 hari dengan biaya normal

Rp. 305.105.210 , setelah dilakukan Percepatan waktu di dapat adalah 105 hari

... .. Rp. 59.405.32