

Analisis *Network Planning* dengan *Critical Path Method* (CPM) Dalam Rangka Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Rumah Minimalis (Studi Kasus: Property Group Medan)

Lilyana

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: Lilyana@gmail.com

Submitted: 02/09/2020; Accepted: 27/09/2020; Published: 30/09/2020

Abstrak—Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang komputer pada saat ini begitu cepat, seiring dengan banyaknya penemuan-penemuan baru yang berguna dalam mengembangkan teknologi tersebut. Hal tersebut sangat mempengaruhi kinerja setiap instansi maupun perusahaan dalam menangani setiap permasalahan yang ditimbulkan dalam pengolahan data. Analisa penerapan manajemen waktu pada proyek konstruksi pembangunan rumah, yang menggunakan aplikasi Microsoft Project 2007 sangat membantu para kontraktor dalam mengelola proyek konstruksi rumah, mulai dari pembuatan rencana proyek, alokasi sumber daya, perencanaan biaya proyek konstruksi, pembuatan rencana pergerakan proyek dan proses evaluasi terhadap proyek sesuai dengan ketentuan untuk menyelesaikan studi pada program Strata satu Sistem Informasi yang harus membuat skripsi.

Kata Kunci: Jadwal, Kegiatan, Jalur Kritis, Biaya, CPM

Abstract—The development of science and technology in the field of computers is currently so fast, along with many new discoveries that are useful in developing this technology. This greatly affects the performance of each agency and company in dealing with any problems that arise in data processing. Analysis of the application of time management in home construction construction projects, using the Microsoft Project 2007 application, is very helpful for contractors in managing home construction projects, starting from making project plans, allocating resources, planning construction project costs, making project movement plans and evaluating projects. in accordance with the provisions for completing the study in the Information Systems undergraduate program which must make a thesis.

Keywords: Schedule, Activities, Critical Pathways, Cost, CPM

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan di dunia industri, begitu juga dengan perkembangan properti, terutama pembangunan rumah yang semakin pesat, maka tingkat kesulitan dan mengelola sebuah proyek rumah semakin tinggi. Semakin tinggi tingkat kesulitannya, berarti semakin panjang durasi waktu yang di butuhkan dalam menyelesaikan proyek tersebut. Dalam sebuah proyek semakin lama durasi yang dibutuhkan maka biaya otomatis semakin besar dan sebaliknya jika durasi kerja yang dibutuhkan sedikit maka biaya yang dibutuhkan juga sedikit.

Jaringan kerja (*network planning*) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Oleh karena itu disini sangat diperlukan sebuah manajemen waktu (*Time Management*) untuk mengefisienkan waktu sebuah proyek yang disamping mempertajam prioritas, juga mengusahakan peningkatan efisiensi dan efektifitas pengelolaan proyek agar dicapai hasil yang maksimal dari sumber daya yang tersedia. Semuanya itu mencapai tujuan dari sebuah proyek pembangunan rumah yaitu kesuksesan yang memenuhi kriteria waktu (*jadwal*) selain juga biaya (*anggaran*) dan mutu (*kualitas*).

Selain manajemen waktu, tentu juga harus diikuti dengan pelaksanaan proyek yang baik dan sesuai dengan perencanaan. Dengan manajemen waktu dan pelaksanaan yang baik, maka resiko sebuah proyek konstruksi pembangunan rumah minimalis tersebut akan mengalami keterlambatan yang semakin kecil. Secara langsung hal tersebut akan mengurangi pembengkakan biaya proyek, serta pada akhirnya akan memberikan keuntungan tersendiri bagi kontraktor sebagai penanggung jawab proyek.

Penelitian dengan metode PERT dan CPM, dilakukan oleh Ari Sandyavitri (2008) dalam "Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi". Pemendekan durasi dilakukan dengan empat alternatif cara, yaitu dengan cara lembur, kerja bergantian, penambahan tenaga kerja baru, dan dengan pemindahan sebagian tenaga kerja dari kegiatan lain. Metode pemendekan durasi dilakukan pada kegiatan-kegiatan di lintasan kritis. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan peningkatan biaya sebesar Rp 65.509.817,- akibat pemendekan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 68 hari menjadi 53 hari dengan alternatif kerja bergantian (*shift*).

Penelitian yang dilakukan oleh Retno Maharesi (2010) dalam "Penjadwalan Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM", menyatakan bahwa masalah penjadwalan aktivitas proyek dapat

diminimalkan dengan memaksimalkan penggunaan informasi yang relevan untuk estimasi durasi waktu setiap kegiatan. Proses evaluasi dan review dilakukan melalui kontrol pada nilai probabilitas kesuksesan jadwal di setiap event yang rendah nilainya. Jika terjadi reevaluasi kegiatan atau waktu yang dijadwalkan, maka hasil dari metode CPM juga harus dievaluasi kembali.

Adapun masalah yang ada pada Property Group dalam pembangunan rumah minimalis adalah perkiraan durasi proyek tidak tepat waktu penyelesaiannya dikarenakan data yang dibuat dari kantor terkadang tidak sesuai dengan data yang ada dilapangan. Oleh sebab itu, dalam skripsi ini akan menerapkan metode CPM untuk menentukan jalur kritis dan jalur normal sehingga dapat diketahui kendala dilapangan jika proyek tersebut tidak selesai tepat waktu dan dapat diantisipasi serta bisa menentukan pekerjaan mana yang terlebih dahulu dikerjakan agar proyek tersebut tidak terlambat dalam pengerjaannya, di mana setiap kegiatan harus saling bergantung antara kegiatan yang satu dengan kegiatan yang lainnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Network Planning

Jaringan kerja (*network planning*) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Oleh karena itu disini sangat diperlukan sebuah manajemen waktu (*Time Management*) untuk mengefisienkan waktu sebuah proyek yang disamping mempertajam prioritas, juga mengusahakan peningkatan efisiensi dan efektifitas pengelolaan proyek agar dicapai hasil yang maksimal dari sumber daya yang tersedia. Semuanya itu mencapai tujuan dari sebuah proyek pembangunan rumah yaitu kesuksesan yang memenuhi kriteria waktu (jadwal) selain juga biaya (anggaran) dan mutu (kualitas).

2.2 CPM (Critical Path Method)

Pada metode CPM terdapat dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap kegiatan yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan tersebut adalah perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya normal (normal estimate) dan perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya dipercepat (crash estimate). Dalam menentukan perkiraan waktu penyelesaian akan dikenal istilah jalur kritis, jalur yang memiliki rangkaian-rangkaian kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek yang tercepat.

Sehingga dapat dikatakan bahwa jalur kritis berisikan kegiatan-kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur. Seorang manajer proyek harus mampu mengidentifikasi jalur kritis dengan baik, sebab pada jalur ini terdapat kegiatan yang jika pelaksanaannya terlambat maka akan mengakibatkan keterlambatan seluruh proyek. Dalam sebuah jaringan kerja dapat saja terdiri dari beberapa jalur kritis.

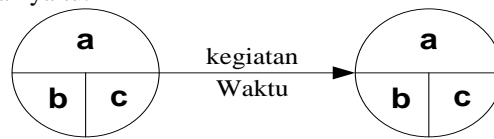
Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu penyelesaian digunakan beberapa terminologi dasar berikut:

1. E (earliest event occurrence time) = Saat tercepat terjadinya suatu peristiwa.
2. L (Latest event occurrence time) = Saat paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.
3. ES (earliest activity start time) = Waktu Mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu mulai dinyatakan dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
4. EF (earliest activity finish time) = Waktu Selesai paling awal suatu kegiatan. $EF \text{ suatu kegiatan terdahulu} = ES \text{ kegiatan berikutnya}$
5. LS (latest activity start time) = Waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
6. LF (latest activity finish time) = Waktu paling lambat kegiatan diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian proyek.
7. T (activity duration time) = Kurun waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan (hari, minggu, bulan).

Dalam perhitungan waktu juga digunakan tiga asumsi dasar yaitu: pertama, proyek hanya memiliki satu initial event (start) dan satu terminal event (finish). Kedua, saat tercepat terjadinya initial event adalah hari ke-nol. Ketiga, saat paling lambat terjadinya terminal event adalah $LS = ES$. Adapun cara perhitungan dalam menentukan waktu penyelesaian terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan maju (forward computation) dan perhitungan mundur (backward computation).

1. Hitungan Maju
Dimulai dari Start (initial event) menuju Finish (terminal event) untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E).
2. Hitungan Mundur
Dimulai dari Finish menuju Start untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L).

Apabila kedua perhitungan tersebut telah selesai maka dapat diperoleh nilai slack atau float yang merupakan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas dalam sebuah jaringan kerja. Dimana, terdapat dua macam jenis slack yaitu total slack dan free slack. Untuk melakukan perhitungan maju dan mundur maka lingkaran atau event dibagi menjadi tiga bagian yaitu:



Gambar 1. Event

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjadwalan berarti pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi/proyek dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan-kegiatan tersebut. Salah satu keunggulan yang paling menyolok dari penggunaan alat bantu komputer adalah kemampuan mengelola data dalam jumlah besar dan dengan kemungkinan kesalahan kecil. Penyusunan jadwal juga menjadi lebih cepat dan teliti. Setiap ada perubahan, komputer dapat melakukan perubahan tersebut dalam waktu singkat. Penjadwalan proyek berbasis komputer menggunakan PC untuk membuat jadwal proyek lebih praktis dan menguntungkan.

Saat ini, banyak perusahaan yang menggunakan komputer sebagai alat bantu untuk membuat penjadwalan. Dengan menggunakan penjadwalan yang memiliki sifat sistematis pihak manajemen dapat mengetahui:

1. Hubungan tiap kegiatan dengan kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek.
2. Hubungan yang harus didahulukan diantara kegiatan proyek.
3. Perkiraan biaya dan waktu realistis untuk setiap kegiatan.
4. Penggunaan tenaga kerja, uang dan sumber daya lainnya.

Dalam menyelesaikan suatu pekerjaan rumah minimalis ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk menghubungkan kegiatan yang saling ketergantungan antar kegiatan yang lainnya antara lain:

1. FS (Finish to Start)
 Suatu kegiatan baru dapat dikerjakan, jika kegiatan sebelumnya telah selesai. Misalnya kegiatan pondasi baru dapat di mulai setelah kegiatan galian tanah selesai.
2. FF (Finish to Finish)
 Suatu kegiatan harus selesai bersamaan dengan selesainya kegiatan lain. Misalnya: Kegiatan plafon bersamaan dengan kegiatan instalasi listrik.
3. SS (Start to Start)
 Suatu kegiatan harus dimulai bersamaan dengan kegiatan lainnya. Misalnya kegiatan pemasangan kusen jendela dan pintu dengan kegiatan pemasangan dinding.
4. SF (Start to Finish)
 Suatu kegiatan baru dapat diakhiri jika kegiatan lain dimulai. Misalnya kegiatan pemasangan dinding diakhiri, bila kegiatan plaster dinding akan di mulai.

Jaringan kerja yang masing-masing komponen kegiatannya telah diberikan kurun waktu kemudian secara keseluruhan dianalisa dan dihitung kurun waktu penyelesaian proyek, sehingga dapat diketahui jadwal induk dan jadwal untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

Didalam penyusunan jadwal masukan-masukan yang diperlukan yaitu jenis-jenis aktivitas, urutan setiap aktivitas, durasi waktu aktivitas, kalender (jadwal harian), dan asumsi-asumsi yang di perlukan. Schedule dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu Master Schedule dan Detailed Schedule. Master Schedule berisikan kegiatan-kegiatan yang utama dari suatu proyek yang dibuat untuk level executive management, sedangkan Detailed Schedule merupakan bagian dari Master Schedule yang berisikan detail dari kegiatan-kegiatan utama yang dibuat untuk membantu para pelaksana dalam pengerjaan di lapangan.

Macam-macam dari Schedule dimana masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, yaitu:

1. Bar Chart
2. Program Evaluatin and review Technique (PERT)
3. Jaringan kerja (Critical path method)
4. Preseden Diagram Methode (PDM)

3.1 Bar Chart

Bar Chart atau di Indonesia lebih dikenal dengan diagram batang, mula-mula dipakai dan diperkenalkan oleh **Hendri Lawrence Gantt** (1917). Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi unsure waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan pada saat pelaporan.

Penggambaran *Bar Chart* terdiri dari baris dan kolom (tersusun secara vertikal dan horizontal). Pada kolom tersusun urutan kegiatan. Pada baris menunjukkan periode waktu dapat berupa jam, hari, minggu ataupun bulan. Penggambaran bar (batang) pada tiap baris kegiatan akan menunjukkan waktu mulai dan waktu selesainya kegiatan, seperti pada tabel berikut:

Suatu perusahaan kontraktor membangun satu buah rumah tipe 54 kesuatu lokasi yang baru. Jadwal kegiatan proyek konstruksi pembangunan rumah tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bar Chart

No	Urutan Kegiatan	Minggu Ke -										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	Pekerjaan Pondasi	V	V									
B	Pekerjaan Tiang			V	V							
C	Pekerjaan Dinding			V	V	V						
D	Pekerjaan Atap				V	V						
E	Plaster Dinding						V	V				
F	Pekerjaan Plafond						V	V	V			
G	Instalasi Listrik						V					
H	Cat Tembok									V		
I	Pemasangan Jendela dan Pintu									V	V	
J	Pemasangan Keramik										V	
K	Finishing											V

Metode *Bar chart* ini relatif sederhana mudah dimengerti oleh seluruh level manajemen, mudah membuatnya serta mudah digunakan untuk memantau perkembangan proyek, namun metode ini memiliki beberapa kekurangan antaralain tidak secara langsung dapat menunjukkan hubungan antara kegiatan, sehingga apabila suatu kegiatan mengalami penundaan maka akan sulit untuk mengetahui kegiatan berikutnya apa yang akan terpengaruh, dan dampak yang di timbulkan terhadap waktu selesainya proyek. Kelemahan lainnya adalah tidak dapat menunjukkan kegiatan apa saja yang merupakan kegiatan kritis.

3.2 Jaringan Kerja

Jaringan kerja merupakan penyempurnaan dari metode *Bar Chart* yang akan menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti berapa lama kurun waktu penyelesaian proyek tercepat, kegiatan mana yang bersifat kritis dan non kritis, dan lain-lain. CPM diperkenalkan pertama kali oleh ahli matematika dari perusahaan *Du-Pon Company America* pada tahun 1985 berkerja sama dengan *Rand Corporation* dibantu oleh *team engineer*.

Pada metode CPM terdapat dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap kegiatan yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan tersebut adalah perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya normal (*normal estimate*) dan perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya dipercepat (*crash estimate*).

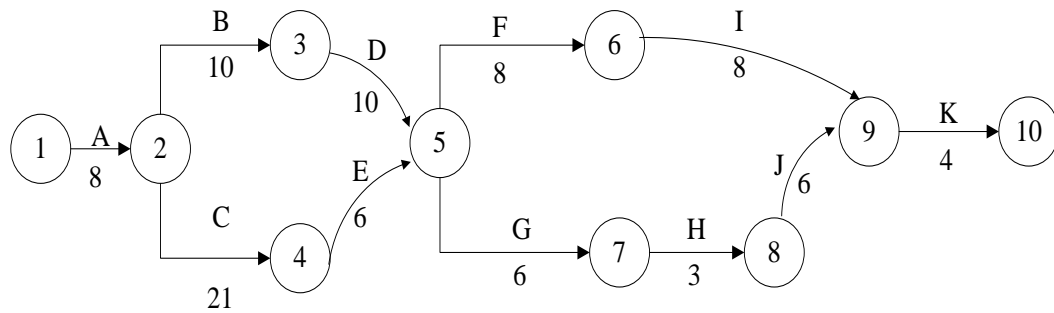
3.3 Algoritma CPM

Pada proyek konstruksi pembangunan rumah minimalis, pada perusahaan *developerProperty Group* merencanakan untuk membangun satu unit rumah minimalis ukuran 9x6 meter. Rincian kegiatan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut sebagaimana pada table 2. berikut ini:

Tabel 2. Rancangan kegiatan proyek

Kegiatan	Kegiatan Pendahuluan	Keterangan Kegiatan	Lama Kegiatan (Hari)
A	-	Pekerjaan Pondasi	8
B	1SS	Pekerjaan Tiang	10
C	1,2SS	Pekerjaan Dinding	21
D	2,3SF	Pekerjaan Atap	10
E	3	Plaster Dinding	6
F	4,5	Pekerjaan Plafond	8
G	4SF-4DAYS	Instalasi Listrik	6
H	3,5SS	Cat Tembok	3
I	6	Pemasangan Jendela dan Pintu	8
J	8SS,7	Pemasangan Keramik	6
K	10,9	Finishing	4

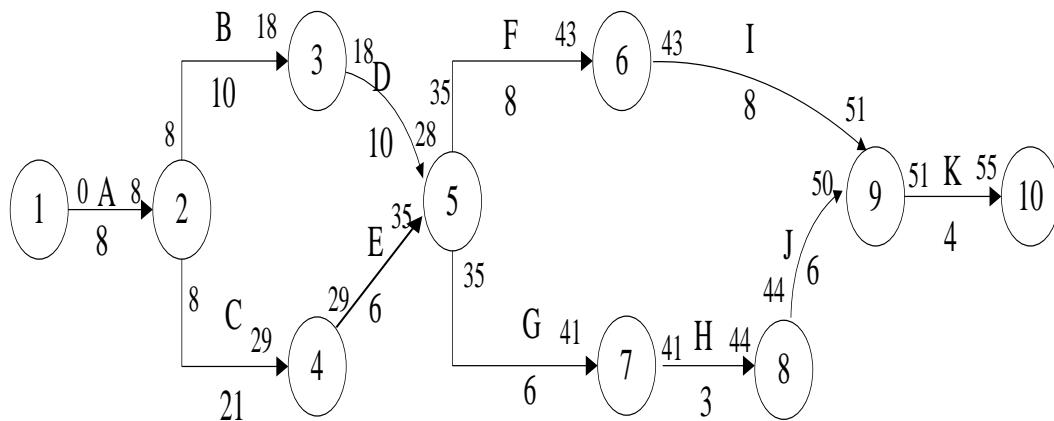
Kegiatan proyek diatas dapat dilukiskan dalam bentuk jaringan kerja seperti pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 2. Rancangan kegiatan proyek

Dengan menggunakan teori yang diuraikan sebelumnya, maka diketahui:

1. Perhitungan maju (*Forward / Pull Schedule*)

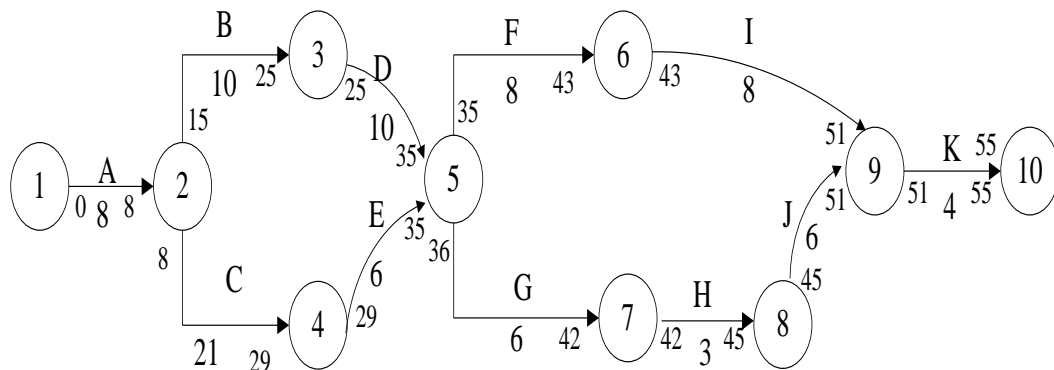


Gambar 3. Perhitungan Maju

- | | |
|---|---------------------------------|
| Kegiatan A: $ES_A = 0$ | $EF_A = ES_A + t_A = 0 + 8 = 8$ |
| Kegiatan B, C baru dapat dilakukan apabila kegiatan A telah selesai, sehingga ES untuk ketiganya = EF_A | |
| Kegiatan B: $ES_B = 8$ | $EF_B = 8 + 10 = 18$ |
| Kegiatan C: $ES_C = 8$ | $EF_C = 8 + 21 = 29$ |
| Kegiatan D: $ES_D = EF_B = 18$ | $EF_D = 18 + 10 = 28$ |
| Kegiatan E: $ES_E = EF_C = 29$ | $EF_E = 29 + 6 = 35$ |
| Kegiatan F: $ES_F = 35$ | $EF_F = 35 + 8 = 43$ |
| Kegiatan G: $ES_G = EF_E = 35$ | $EF_G = 35 + 6 = 41$ |
| Kegiatan H: $ES_H = 41$ | $EF_H = 41 + 3 = 44$ |
| Kegiatan I: $ES_I = EF_F = 43$ | $EF_I = 43 + 8 = 51$ |
| Kegiatan J: $ES_J = EF_H = 44$ | $EF_J = 44 + 6 = 50$ |
| Kegiatan K: $ES_K = EF_I = 51$ | $EF_K = 51 + 4 = 55$ |

Hasil perhitungan tersebut menyatakan bahwa umur proyek (selesainya seluruh kegiatan proyek) adalah 55 hari.

2. Perhitungan mundur (*Backward / Push Schedule*)



Gambar 3. Perhitungan Mundur

Kegiatan K : $LF_K = LS_K = 55$	$LS_K = 55 - 4 = 51$
Kegiatan J : $LF_J = LS_K = 51$	$LS_J = 51 - 6 = 45$
Kegiatan I : $LF_I = LS_K = 51$	$LS_K = 51 - 8 = 43$
Kegiatan H : $LF_H = LS_J = 45$	$LS_H = 45 - 3 = 42$
Kegiatan G : $LF_G = LS_H = 42$	$LS_G = 42 - 6 = 36$
Kegiatan F : $LF_F = LS_K = 43$	$LS_F = 43 - 8 = 35$
Kegiatan E : $LF_E = \min LS_F = 35$	$LS_E = 35 - 6 = 29$
Kegiatan D : $LF_D = \min LS_F = 35$	$LS_D = 35 - 10 = 25$
Kegiatan C : $LF_C = LS_E = 29$	$LS_C = 29 - 21 = 8$
Kegiatan B : $LF_B = LS_D = 25$	$LS_B = 25 - 10 = 15$
Kegiatan A : $LF_A = LS_C = 8$	$LS_A = 8 - 8 = 0$

a. Dalam bentuk tabular, hasil kedua perhitungan tersebut seperti pada table 3. di bawah ini:

Tabel 3. Tabular hasil kedua perhitungan

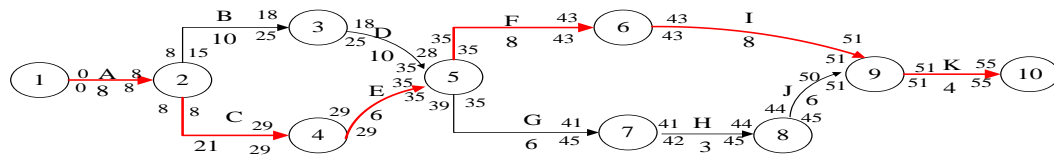
Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF
A	8	0	8	0	8
B	10	8	18	15	25
C	21	8	29	8	29
D	10	18	28	25	35
E	6	29	35	29	35
F	8	35	43	35	43
G	6	35	41	36	43
H	3	41	44	42	45
I	8	43	51	43	51
J	6	44	50	45	51
K	4	51	55	51	55

b. Menentukan jalur lintasan waktu kritis

Tabel 4. Lintasan Waktu Kritis

Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	FLOAT
A	8	0	8	0	8	0
B	10	8	18	15	25	7
C	21	8	29	8	29	0
D	10	18	28	25	35	7
E	6	29	35	29	35	0
F	8	35	43	35	43	0
G	6	35	41	36	43	1
H	3	41	44	42	45	1
I	8	43	51	43	51	0
J	6	44	50	45	51	1
K	4	51	55	51	55	0

Dari data diatas menyatakan bahwa jalur kritis untuk proyek konstruksi pembangunan rumah minimalis adalah A, C, E, F, I dan K, seperti pada diagram jalur kritis pada Gambar 4. di bawah ini:



Gambar 4. Diagram Jalur Kritis

Maka jalur kegiatan adalah:

1. A-B-D-F-I-K = 8+10+10+8+8+4 = 48 hari
2. **A-C-E-F-I-K = 8+21+6+8+8+4 = 55 hari**
3. A-B-D-G-H-J-K = 8+10+10+6+3+6+4 = 47 hari
4. A-C-E-G-H-J-K = 8+21+6+6+3+6+4 = 54 hari

Suatu kegiatan yang memiliki kelonggaran atau *Slack* dikatakan kegiatan kritis, berarti kegiatan kritis mempunyai *Total Slack = Free Slack = 0*. Pada kasus di atas diperoleh kegiatan kritis adalah A – C– E –F-I-K dengan waktu selama 55 hari.

3.4 Penentuan Biaya Dalam CPM

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

Suatu proyek menggambarkan hubungan antara waktu terhadap biaya perlu dicatat bahwa, biaya disini merupakan biaya langsung misalnya biaya tenaga kerja, pembelian material dan peralatan, tanpa memasukkan biaya tidak langsung seperti biaya administrasi, dan lain-lain. Adapun istilah-istilah dari hubungan antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

a. Waktu Normal

Adalah waktu yang diperlukan bagi sebuah proyek untuk melakukan rangkaian kegiatan sampai selesai tanpa ada pertimbangan terhadap penggunaan sumber daya.

b. Biaya Normal

Adalah biaya langsung yang dikeluarkan selama penyelesaian kegiatan-kegiatan proyek sesuai dengan waktu normalnya.

c. Waktu Dipercepat

Waktu dipercepat atau lebih dikenal dengan *Crash Time* adalah waktu paling singkat untuk menyelesaikan seluruh kegiatan.

Perhitungan yang dilakukan untuk menentukan waktu dan biaya suatu kegiatan atau lebih dikenal dengan *slope* adalah:

$$\text{Slope Biaya} = \frac{\text{Biaya Dipercepat} - \text{Biaya Normal}}{\text{Waktu Normal} - \text{Waktu Dipercepat}}$$

Tabel 5. Perhitungan Waktu dan Biaya

Kegiatan	Kegiatan Mendahului	Waktu yang dibutuhkan (Hari)		Biaya (Dalam Rp)	
		Normal	Crash	Normal	Crash
A	-	8	6	1.200.000	1.800.000
B	A	10	7	1.500.000	2.100.000
C	A,B	21	17	3.150.000	4.200.000
D	B,C	10	8	1.500.000	2.100.000
E	C	6	4	900.000	1.350.000
F	D,E	8	6	1.200.000	1.500.000
G	D	6	3	900.000	1.500.000
H	C, E	3	2	450.000	800.000
I	F	8	5	1.200.000	1.500.000
J	G,H	6	4	900.000	1.500.000
K	I,J	4	2	600.000	1.100.000

- a. Diperoleh waktu penyelesaian proyek adalah 55hari dengan biaya yang dikeluarkan adalah (1.200.000 + 1.500.000 + 3.150.000 +1.500.000 + 9.00.000 + 1.200.000 + 900.000 + 450.000 + 1.200.000 + 900.000 + 600.000 = Rp 13.500.000,-

b. Berikut ini cara memperhitungkan *free slack* dan menemukan lintasan kritisnya.

Tabel 6. Free Slack

Kegiatan	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
TS	0	7	0	7	0	0	1	1	0	1	0
FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kegiatan Kritis : A, C, E, F, I, K

Jalur Kritis : 1 – 2 – 5 – 6 – 8 – 10

c. Untuk mempersingkat waktu penyelesaian proyek dengan menggunakan *crash program* dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai *slope* masing-masing kegiatan dengan satuan ribu dalam hitungan hari.

$$\text{Slope} = \frac{1.800.000 - 1.200.000}{8 - 6} = \frac{600.000}{2} = 300.000,-$$

Tabel 6. Nilai Slope

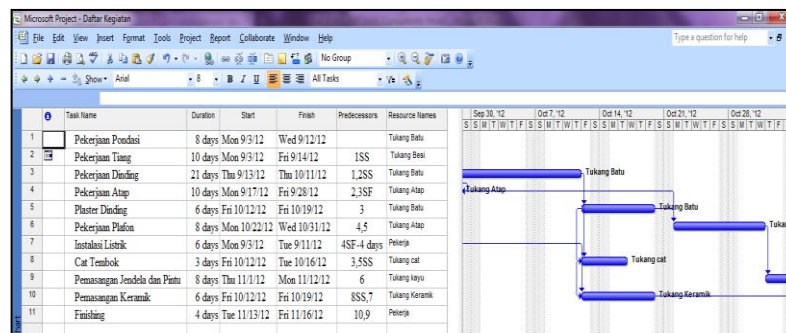
Kegiatan	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Slope	300	200	262.5	300	225	150	200	350	100	300	250

Mengurangi waktu penyelesaian proyek dengan menekan sebanyak mungkin kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai *slopeterkecil*. Dari tabel di atas kegiatan kritis dengan *slope* terkecil adalah kegiatan I. Dengan demikian kegiatan I dapat ditekan sebanyak 8 hari menjadi 5 hari.

3.5 Implementasi

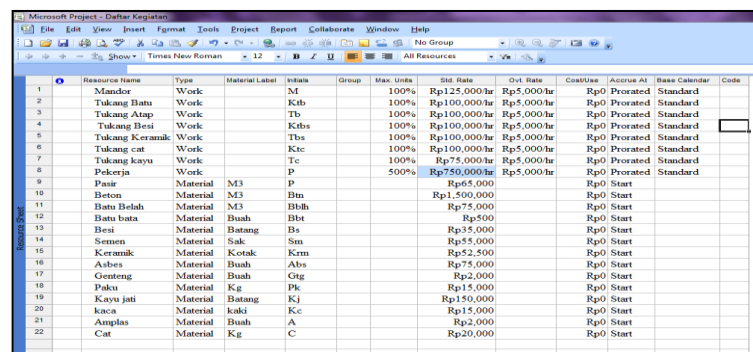
Gantt Chart adalah view yang secara default akan terbuka saat menggunakan Microsoft Project. View ini sering digunakan ketika membuat sebuah proyek atau pada saat mengontrol dan memonitor atau melakukan update progress waktu proyek sudah berjalan. Bagian utama pada gantt chart (gambar 5.1) terdiri dari dua bagian, yaitu:

1. Bagian kiri berisi daftar tugas berupa sheet seperti di excel dengan informasi yang terdiri dari Task Mode, Task Name, Duration, Start Date dan Finish Date.
2. Bagian kanan berupa grafik batang yang menunjukkan durasi pekerjaan dengan skala waktu di sisi horizontal bagian atas.



Gambar 5. Gantt Chart

Resource Sheet digunakan untuk memasukkan daftar sumber daya tipe pekerja (work) adalah mereka yang mengerjakan proyek tersebut dan mendapat upah per satuan waktu tertentu, misalnya per jam, harian atau mingguan. Perhitungan waktu dan hari kerja mengacu kepada kalender yang dikhususkan untuk proyek yang bersangkutan. Pada resource sheet merupakan tempat penginputan data seperti material yang digunakan pada proyek, harga material dan upah pekerja dan sub pelaksana yang terlibat didalam proyek tersebut

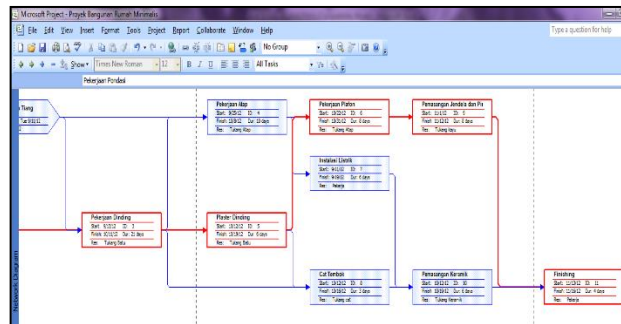


Resource Name	Type	Material Label	Index	Group	Max Units	Std Rate	Cost/Std Hr	Ancestry	Base Calendar	Code
Mandor	Work		M		100%	Rp125,000/hr	Rp5,000/hr	Rp0	Prorated	Standard
Tukang Batu	Work		Ktb		100%	Rp100,000/hr	Rp5,000/hr	Rp0	Prorated	Standard
Tukang Atap	Work		Tbs		100%	Rp100,000/hr	Rp5,000/hr	Rp0	Prorated	Standard
Tukang Keramik	Work		Ktk		100%	Rp100,000/hr	Rp5,000/hr	Rp0	Prorated	Standard
Tukang cat	Work		Ktc		100%	Rp100,000/hr	Rp5,000/hr	Rp0	Prorated	Standard
Pekerja	Work		P		500%	Rp750,000/hr	Rp5,000/hr	Rp0	Prorated	Standard
Pasir	Material	M3	P			Rp65,000		Rp0	Start	
Beton	Material	M3	Bn			Rp1,500,000		Rp0	Start	
Batu Belah	Material	M3	Bbh			Rp75,000		Rp0	Start	
Batu bata	Material	Buah	Bbt			Rp500		Rp0	Start	
Besi	Material	Batang	Bs			Rp35,000		Rp0	Start	
Semen	Material	Sak	Sm			Rp55,000		Rp0	Start	
Keramik	Material	Kotak	Krm			Rp52,500		Rp0	Start	
Asbes	Material	Buah	Ab			Rp75,000		Rp0	Start	
Genteng	Material	Buah	Gng			Rp2,000		Rp0	Start	
Paku	Material	Kg	Pk			Rp15,000		Rp0	Start	
Kayu jati	Material	Batang	Kj			Rp150,000		Rp0	Start	
Kaca	Material	kaki	Kc			Rp15,000		Rp0	Start	
Amplas	Material	Buah	A			Rp2,000		Rp0	Start	
Cat	Material	Kg	C			Rp20,000		Rp0	Start	

Gambar 6. Tampilan Resource Sheet

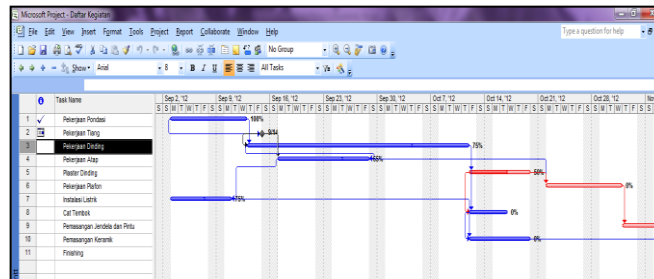
Network Diagram merupakan tampilan grafis dari kumpulan tugas/task yang terdapat dalam sebuah proyek yang dilambangkan dalam bentuk kotak yang dihubungkan dengan sebuah garis yang melambangkan hubungan antar dua tugas (dependensi). Tampilan dari sebuah network diagram tampak terdapat tugas dengan warna biru dan warna merah, dimana:

1. Warna Merah: menunjukkan bahwa tugas/task tersebut adalah tugas yang berada di jalur kritis (critical path).
2. Warna Biru: merupakan tugas yang tidak berada di jalur kritis.



Gambar 7. Tampilan Network Diagram

Tracking Gantt ini digunakan untuk melakukan pelacakan terhadap progress dari perkembangan proyek. Jika progress diisi maka akan terlihat nama pekerjaan yang sudah diselesaikan dan mana yang belum. Tracking Gantt juga memperlihatkan jalur kritis sehingga hal ini akan memudahkan kontrol terhadap pekerjaan yang berada dalam jalur kritis untuk pekerjaan yang belum selesai akan memiliki progress 0% sedangkan progress yang masih dikerjakan akan memiliki nilai progress sebesar yang di input. Untuk pekerjaan yang sudah selesai akan memiliki progress 100% dengan ditandai centang dikolom informasi seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Tracking Gantt

Pembuatan laporan pada pelaksanaan proyek konstruksi digunakan untuk mengamati perkembangan proyek serta mengetahui ketepatan perencanaan dan pelaksanaan proyek berupa laporan kemajuan proyek, keuangan dan sebagainya.

Dates	Start: Mon 9/3/12	Finish: Fri 11/16/12
Baseline Start:	NA	Baseline Finish: NA
Actual Start:	NA	Actual Finish: NA
Start Variance:	0 days	Finish Variance: 0 days
Duration	Scheduled: 55 days	Remaining: 55 days
Baseline:	0 days	Actual: 0 days
Variance:	55 days	Percent Complete: 0%
Work	Scheduled: 90 days	Remaining: 90 days
Baseline:	0 days	Actual: 0 days
Variance:	90 days	Percent Complete: 0%
Costs	Scheduled: Rp10,080,000	Remaining: Rp10,080,000
Baseline:	Rp0	Actual: Rp0
Variance:	Rp10,080,000	
Task Status	Tasks not yet started: 11	Resource Status
Tasks in progress: 0	Work Resources: 8	Overallocated Work Resources: 0
Tasks completed: 0	Material Resources: 14	
Total Tasks: 11	Total Resources: 22	

Gambar 9. Laporan Project Summary

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa dan pembahasan pada proyek konstruksi pembangunan rumah minimalis maka dapat di ambil kesimpulan bahwa:

1. Manajemen waktu yang dilakukan oleh perusahaan kontraktor di Medan sudah dilaksanakan dengan baik, hanya belum mampu dilaksanakan secara optimal dikarenakan adanya hambatan yang di temui di dalam pelaksanaan sistem manajemen waktu.



2. Masalah yang timbul dalam update schedule adalah harus merubah master schedule dan tanggal penyelesaian proyek apabila adanya perubahan milestone serta mengalami kesulitan pengadaan bahan/material terhadap lokasi proyek yang jauh akibat perubahan durasi aktivitas.
3. Dalam membuat anggaran rancangan biaya pembangunan rumah terlebih dahulu menentukan berapa orang sumber daya yang digunakan dan waktu serta material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek.

REFERENCES

- [1] Nurhayati, "Manajemen Proyek", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010
- [2] Kusrianto Adi, "Panduan Lengkap memakai Microsoft office project", PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2012
- [3] Abrar Husen, "Manajemen Proyek Network Planning", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010
- [4] Sugianto Mikael, "Pengelolaan Proyek Kontruksi dengan Microsoft Project 2010" CV. Andi Offset, 2012
- [5] Ervianto Wulfram, "Teori Aplikasi Manajemen proyek Kontruksi", CV. Andi Offset, Yogyakarta, Edisi 1, 2005
- [6] [http://www. Perhitungan waktu Pert.com](http://www.Perhitungan.waktu.Pert.com), diakses pada 21 Mei 2014
- [7] [http://www. Metode pert jalur kritis.com](http://www.Metode.pert.jalur.kritis.com) diakses pada 21 Mei 2014
- [8] [http://www. Metode Cpm waktu kritis](http://www.Metode.Cpm.waktu.kritis), diakses pada 21 Mei 2014
- [9] [http://www. elib.unikom.ac.id](http://www.elib.unikom.ac.id), diakses pada 21 Mei 2014