

892/FT.01/SKRIP/07/2009



UNIVERSITAS INDONESIA

**EVALUASI SENSITIVITAS PENJADWALAN
BERDASARKAN DEVIASI TIAP AKTIVITAS PADA PROYEK
TOWNHOUSE**

SKRIPSI

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi sarjana teknik

**ASTRID WINDYASZIANY YUMM
04 03 01 0119**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Astrid Windyasziany Yumm

NPM : 0403010119

Tanda Tangan :

Tanggal : Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Astrid Windyasziany Yumm

NPM : 0403010119

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi :

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. HEDDY R. AGAH, M. Eng

(*Heddy R. Agah*)

Pembimbing : LENI SAGITA, ST, MT

(*Leni Sagita*)

Penguji : AYOMI DITA R, ST, MT

(*Ayomi Dita R.*)

Penguji : ALIN VERONIKA, ST, MT

(*Alin Veronika*)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juli 2009

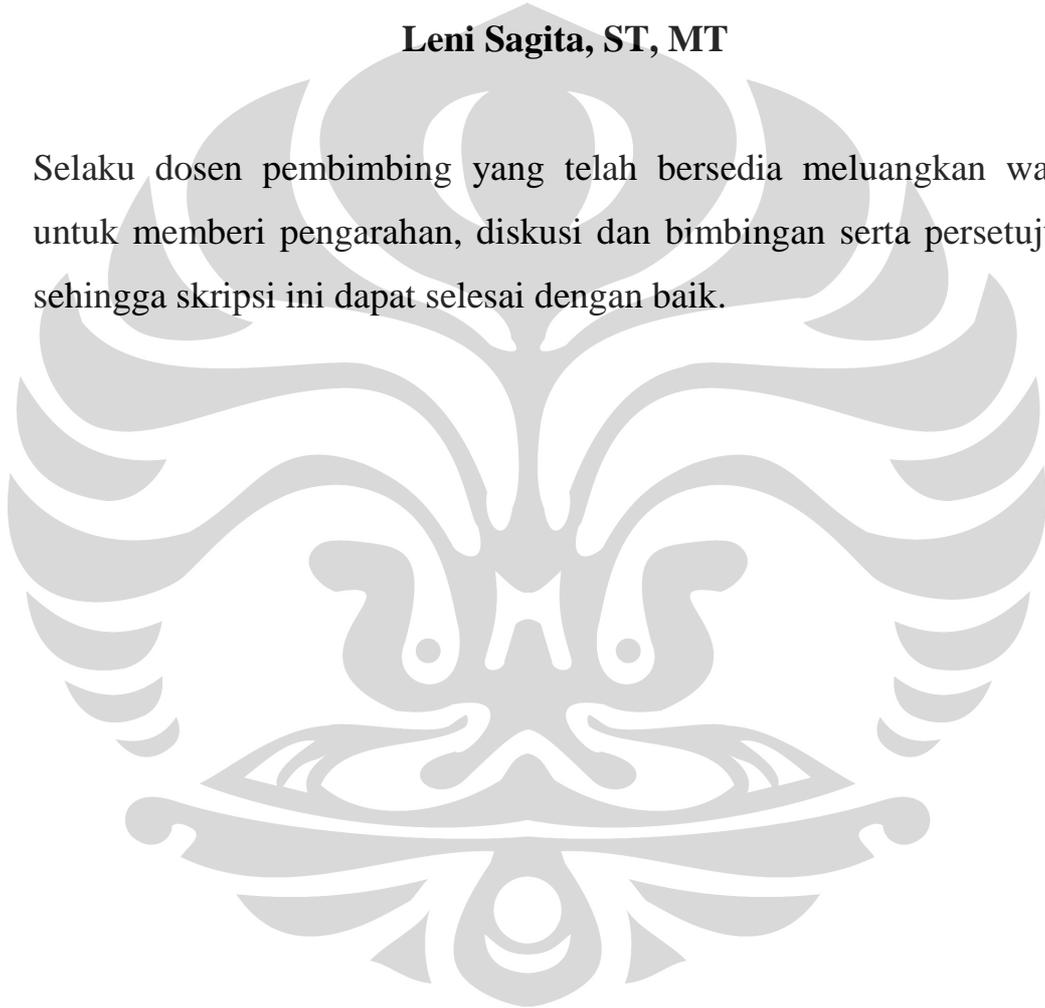
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Ir. Heddy R. Agah, M.Eng

Leni Sagita, ST, MT

Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu prasyarat dalam meraih gelar sarjana di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Keluargaku tersayang Papa, Mama, Cindy dan Ibu yang selalu mengharap-harapkan penulis cepat lulus - lulus. Tugas Akhir ini akhirnya penulis persembahkan untuk keluarga tersayang.
2. Semua pihak di The Jagakarsa Residence yang telah banyak memberikan informasi pada penulis.
3. M. Toddy Diasanto, ST! yang telah mendampingi penulis, banyak "membantu", mengingatkan / menyadarkan secara efektif, menjadi motivator dan inspirator untuk selalu optimis, mengembalikan Astrid yang dulu, serta memberikan semangat dan support untuk cepat lulus jadi "ST" seutuhnya. Makasi ya Sa..
4. Devi, ST sahabat sepernasiban yang walaupun bukan anak ManKon, terima kasih atas segalanya, terutama disaat –saat menStarbucks dan menJCo bareng pada **setiap** masa- masa kritis skripsi-skripsi dan sidang-sidang penulis, serta seluruh dukungannya dalam banyak hal sejak tahun 2008 tepatnya, printer nya juga. Makasi juga om dan tante..
5. Melriansyah, ST, (calon)MT, yang telah banyak memberikan masukan pada penulis.
6. Uri. H, ST, Nisa Nissian , ST, Cherly terima kasih telah menjadi sahabat yang baik dan selalu mengingatkan penulis, serta teman – teman ManKon S'03 + teman – teman s'03 lainnya yang telah banyak memberikan masukan bagi penulis.

7. Ridy, ST, terima kasih telah menjadi sahabat yang baik dan "masterpiece"-nya yang selalu mau dianggap penting. Dendy, ST terima kasih minitabnya.
8. Teman-teman BRI PPS angkatan 15, terutama Ade room mate ku tercinta yang selalu aku tinggal- tinggal buat "bimbingan" dan bimbingan, Mba Ica dengan surat izinnya, Johan serta teman PPS 15 lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
9. Mba Dian dan Keluarga besar Teknik Sipil UI

Dengan segala keterbatasan waktu, pengetahuan, dan pengalaman, penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis bersikap terbuka atas kritik dan saran yang bersifat membangun terhadap tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Jakarta, Juli 2009

(Astrid Windyasziany Yumm)

Nama : Astrid Windyasziany Yumm
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Evaluasi Sensitivitas Penjadwalan Berdasarkan Deviasi Tiap Aktivitas Pada Proyek Townhouse

ABSTRAK

Town house adalah perumahan yang terdiri dari kelompok rumah yang membentuk kota kecil dan terdiri dari unit rumah yang sejenis dan merupakan salah satu tema perumahan yang cukup marak saat ini di daerah perkotaan. Terdapat 2 metoda dalam perencanaan penjadwalan proyek; CPM untuk waktu aktivitas yang pasti dan PERT untuk waktu aktivitas yang tidak pasti dan waktu berdistribusi beta (*optimistic, most likely, dan pessimistic*). Namun pada kenyataannya di lapangan, durasi aktivitas berdistribusi beragam.

AweSim merupakan *software* simulasi yang mensimulasikan waktu pengerjaan tiap aktivitas proyek serta mensimulasikan / menyatakan rata-rata waktu penyelesaian proyek. Kelebihan *AweSim* dalam membuat model *network* adalah dapat mensimulasikan model dengan data waktu / aktivitas dengan berbagai distribusi. Deviasi dari tiap aktivitas juga dapat diketahui dari running *Awesim*, sehingga kemudian dapat dianalisa kegiatan yang sensitif dalam pengerjaan proyek. Hal ini menimbulkan pemikiran membangun model *AweSim* dan mensimulasikan proses pengerjaan proyek. Penelitian yang dilakukan di *The Jagakarsa Residence* yaitu merancang dan melakukan simulasi model PERT untuk proyek pembangunan *Town House* dengan menggunakan *software AweSim13.0* serta menentukan waktu optimum dalam sistem pembangunan proyek dengan mensimulasikan proses pembangunan proyek yang dibuat pada tiga scenario penjadwalan yang berbeda dari masing-masing *activity sequencing*. Penelitian ini dilakukan dengan pengolahan dari data 30 unit townhouse *The Jagakarsa Residence* yang telah dibangun.

Dari tiga alternatif skenario yang diuji dalam penelitian tugas akhir ini diperoleh penjadwalan yang optimum sebesar 122 hari. Kegiatan kritis dari alternatif penjadwalan ini adalah pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan dinding lantai 1, pekerjaan pengecatan dan pekerjaan sanitasi dan instalasi. Aktivitas yang sensitif dari penjadwalan proyek *town house* adalah aktivitas pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan.

Kata Kunci : Analisa sensitivitas, Penjadwalan, *Town House*, *AweSim 3.0!*

Nama : Astrid Windyasziany Yumm
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : The Project Schedule Sensitivity Evaluation Based on Activity
Deviation of Town House Project

ABSTRACT

Town house is a group house with a typical design which is developed in the capital or major city. There are two project scheduling planning method that is CPM (Critical Path Method) for the determine duration and PERT for the probabilistic duration. PERT also uses the beta distribution (optimistic, most likely, and pessimistic). In fact, the distribution of the project activity distributed varies.

AweSim simulate the duration for each activity. AweSim is a software that can calculate the project completion time with various kind of distribution. It can also determine the deviation of each activity. Therefore, the activity sensitivity from its each completion time can be analyzed. The observation held in The Cilandak Residence is to design and simulate PERT model of townhouse project using *AweSim*!3.0 software from three scenarios that is different in its activity sequencing. Beside, it also estimates the time in its system by simulating the project process. The durations for each activity in the townhouse construction is collected from 30 town house units to be analyzed its distribution by using Minitab 14 software.

From the three scenarios observed, it is found that the optimum project completion time is 122 days with six critical activities. The sensitive activity at townhouse construction project is also detected, those sensitive activities are the preparation, soil, and first floor concrete activity. The benefit of this article is to support decision to design schedule for other project.

Key Words : Sensitivity Analysis, Scheduling, Town house, AweSim 3.0! Software.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. PERUMUSAN MASALAH	3
1.2.1. Identifikasi Masalah	3
1.2.2. Signifikasi Masalah	4
1.2.3. Rumusan Masalah	5
1.4. BATASAN PENELITIAN	5
1.5. MANFAAT PENELITIAN	6
1.6. KEASLIAN PENELITIAN	6
BAB 2. LANDASAN TEORI	7
2.1. MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI	7
2.1.1. Pengertian Manajemen Proyek Konstruksi	7
2.1.2. Sasaran Proyek Tiga Kendala	10
2.1.3. Siklus proyek	10
2.1.4. Inisiasi Proyek	12
2.1.5. Perencanaan Proyek	13
2.1.6. Pelaksanaan Proyek	15
2.1.7. Pengendalian atau <i>Control</i> Proyek	15
2.1.8. Penyelesaian Proyek	16
2.2. BIAYA DAN WAKTU	16
2.2.1. Biaya	16
2.2.2. Waktu	18
2.2.3. Konsep Hubungan Antara Waktu dan Sumber Daya pada Aktivitas	19
2.3. PENJADWALAN PROYEK	20
2.3.1. Pengertian Penjadwalan Proyek	20
2.3.2. Pembuatan Jadwal	21
2.3.3. <i>Critical Path Method</i>	24
2.3.3.1. <i>Activity on Arrow</i>	25
2.3.3.2. Diagram Logis	27
2.3.3.3. Analisa Jaringan	28
2.3.3.4. Kelebihan dan Kekurangan <i>I-J method</i>	31

2.3.4. Ketidakpastian dalam Penjadwalan	31
2.3.5. Pendekatan Terhadap Resiko Dalam Penjadwalan	33
2.4. SISTEM DAN MODEL	34
2.4.1. Eksperimen Dengan Sistem Nyata Vs Eksperimen Dengan Model	38
2.4.2. Model Fisik vs Model Matematik	38
2.4.3. Solusi Analitik vs Simulasi	38
2.4.4. Kelebihan dan Kekurangan Simulasi	39
2.4.5. Membangun Suatu Model Simulasi yang Valid dan Tepat	40
2.5. VISUAL SLAM DAN AWESIM	40
2.4.2. Elemen-elemen dari Visual SLAM dan AWESIM	41
2.5.2. Network	41
2.5.3. Controls	41
2.5.4. Hasil Simulasi dari Visual SLAM dan AWESIM	43
2.5.4.1. <i>Report Output</i>	43
2.5.4.2. <i>Report Error</i>	43
2.5.4.3. <i>Report Components</i>	43
2.5.4.4. <i>Report Graph</i>	44
2.6. TAHAPAN PROBABILISTIK DENGAN SIMULASI	44
2.6.1. Distribusi Uniform	45
2.6.2. Distribusi Triangular	45
2.6.3. Distribusi Normal	48
2.6.4. Distribusi Lognormal	49
2.6.5. Distribusi Eksponensial	49
2.6.6. Distribusi Beta	50
2.6.7. Distribusi Weibull	51
2.7. <i>TOWN HOUSE</i>	53
BAB 3. METODE PENELITIAN	54
3.1. PENDAHULUAN	54
3.2. KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESA	55
3.2.1. Kerangka Pemikiran	55
3.2.2. Hipotesa	58
3.3. PEMILIHAN METODE PENELITIAN	58
3.4. KERANGKA METODE PENELITIAN	59
3.4.1. Variabel Penelitian	59
3.4.2. Instrumen Penelitian	59
3.5. METODE PENGUMPULAN DATA	61
3.5.1. Data Sekunder	61
3.5.2. Data Primer	62
3.6. METODE ANALISA DATA	62
3.7. KESIMPULAN DAN SARAN	62
BAB 4. GAMBARAN UMUM PROYEK THE JAGAKARSA RESIDENCE	63
4.1. LATAR BELAKANG PROYEK	63
4.2. DATA UMUM PROYEK	63
4.3. ORGANISASI PROYEK	64
4.3.1. Struktur Organisasi Proyek	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Fase keterkaitan Proses	9
Gambar 2.2 Siklus Perjalanan Proyek	14
Gambar 2.3 Hubungan Kualitatif Waktu dan Sumber Daya Pada Aktifitas	20
Gambar 2.4 AOA	24
Gambar 2.5 PDM	25
Gambar 2.6 Cross Over Symbol	26
Gambar 2.7 Contoh Dummy	26
Gambar 2.8 Loop	26
Gambar 2.9 Waktu Event	29
Gambar 2.10 Dimensi Ketidakpastian dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi	32
Gambar 2.11 Siklus Analisis Keputusan	33
Gambar 2.12 Distribusi Uniform	45
Gambar 2.13 Distribusi Triangular	46
Gambar 2.14 Distribusi Normal	49
Gambar 2.15 Distribusi Bata	50
Gambar 2.16 Kurva Fungsi Kepadatan Kemungkinan Weibull	53
Gambar 2.17 Kurva Fungsi Distribusi Kumulatif Weibull	63
Gambar 2.18 <i>Town House</i>	64
Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian	58
Gambar 3.2 Flowchart Perancangan Model	59
Gambar 4.1 Lokasi Proyek	64
Gambar 4.2 Struktur Organisasi	66
Gambar 5.1 Diagram Jaringan (Altrnatif 1)	77
Gambar 5.2 Diagram Jaringan (Altrnatif 2)	79
Gambar 5.3 Diagram Jaringan (Altrnatif 3)	81
Gambar 5.4 Mencai Distribusi dengan Software Minitab14	82

Gambar 5.5	Tampilan Control Builder	84
Gambar 5.6	Tampilan Kolom Pengisian Gen Control	85
Gambar 5.7	Tampilan Kolom Pengisian Limits Control	86
Gambar 5.8	Tampilan Kolom Pengisian initialize Control	86



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Waktu Even dari gambar 2.9	30
Tabel 2.2 Faktor Dasar yang Mempengaruhi Efektivitas Fungsi Manajemen Proyek	33
Tabel 2.3 Perbandingan Ciri-ciri Distribusi	47
Tabel 2.4 Nilai-nilai parameter β dalam distribusi Weibull	52
Tabel 3.1 Strategi Penelitian untuk Masing-masing Situasi	59
Tabel 5.1 Elemen Kerja & Uraian Kegiatan Pekerjaan Proyek	75
Tabel 5.2 <i>Activity sequencing</i> proyek <i>The Jagakarsa Residence</i> (<i>Activity sequencing</i> pertama)	76
Tabel 5.3 <i>Activity sequencing</i> proyek <i>The Jagakarsa Residence</i> (<i>Activity sequencing</i> kedua)	78
Tabel 5.4 <i>Activity sequencing</i> proyek <i>The Jagakarsa Residence</i> (<i>Activity sequencing</i> ketiga)	80
Tabel 5.5 Durasi Pengerjaan pada proyek <i>The Jagakarsa Residence</i>	83
Tabel 5.6 Lintasan kritis dari model yang divalidasi (skenario 1)	89
Tabel 5.7 Durasi dan deviasi tiap aktivitas dari distribusi data durasi pada metode penjadwalan 1 menggunakan AweSim 3.0!	91
Tabel 5.8 Durasi dan deviasi tiap aktivitas dari distribusi data durasi pada metode penjadwalan 2 menggunakan AweSim 3.0!	92
Tabel 5.9 Durasi dan deviasi tiap aktivitas dari distribusi data durasi pada metode penjadwalan 3 menggunakan AweSim 3.0!	93
Tabel 6.1 Ranking deviasi pada Scenario 1	96
Tabel 6.2 Ranking deviasi pada Scenario 2	97
Tabel 6.3 Ranking deviasi pada scenario 3	98
Tabel 6.4 Perbandingan Durasi dan Deviasi tiap aktivitas Scenario 1, 2 dan 3	99
Tabel 6.5 Perbandingan durasi tiap aktivitas scenario 1, 2 dan 3	99
Tabel 6.6 Perbandingan persentase selisih durasi antar aktivitas scenario 1, 2 dan 3	101

\

Nama : Astrid Windyasziany Yumm
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Evaluasi Sensitivitas Penjadwalan Berdasarkan Deviasi Tiap Aktivitas Pada Proyek Townhouse

ABSTRAK

Town house adalah perumahan yang terdiri dari kelompok rumah yang membentuk kota kecil dan terdiri dari unit rumah yang sejenis dan merupakan salah satu tema perumahan yang cukup marak saat ini di daerah perkotaan. Terdapat 2 metoda dalam perencanaan penjadwalan proyek; CPM untuk waktu aktivitas yang pasti dan PERT untuk waktu aktivitas yang tidak pasti dan waktu berdistribusi beta (*optimistic, most likely, dan pessimistic*). Namun pada kenyataannya di lapangan, durasi aktivitas berdistribusi beragam.

AweSim merupakan *software* simulasi yang mensimulasikan waktu pengerjaan tiap aktivitas proyek serta mensimulasikan / menyatakan rata-rata waktu penyelesaian proyek. Kelebihan *AweSim* dalam membuat model *network* adalah dapat mensimulasikan model dengan data waktu / aktivitas dengan berbagai distribusi. Deviasi dari tiap aktivitas juga dapat diketahui dari running *Awesim*, sehingga kemudian dapat dianalisa kegiatan yang sensitif dalam pengerjaan proyek. Hal ini menimbulkan pemikiran membangun model *AweSim* dan mensimulasikan proses pengerjaan proyek. Penelitian yang dilakukan di *The Jagakarsa Residence* yaitu merancang dan melakukan simulasi model PERT untuk proyek pembangunan *Town House* dengan menggunakan *software AweSim* 3.0 serta menentukan waktu optimum dalam sistem pembangunan proyek dengan mensimulasikan proses pembangunan proyek yang dibuat pada tiga scenario penjadwalan yang berbeda dari masing-masing *activity sequencing*. Penelitian ini dilakukan dengan pengolahan dari data 30 unit townhouse *The Jagakarsa Residence* yang telah dibangun.

Dari tiga alternatif skenario yang diuji dalam penelitian tugas akhir ini diperoleh penjadwalan yang optimum sebesar 122 hari. Kegiatan kritis dari alternatif penjadwalan ini adalah pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan dinding lantai 1, pekerjaan pengecatan dan pekerjaan sanitasi dan instalasi. Aktivitas yang sensitif dari penjadwalan proyek *town house* adalah aktivitas pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan.

Kata Kunci : Analisa sensitivitas, Penjadwalan, *Town House*, *AweSim* 3.0!.

Nama : Astrid Windyasziany Yumm
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : The Project Schedule Sensitivity Evaluation Based on Activity
Deviation of Town House Project

ABSTRACT

Town house is a group house with a typical design which is developed in the capital or major city. There are two project scheduling planning method that is CPM (Critical Path Method) for the determine duration and PERT for the probabilistic duration. PERT also uses the beta distribution (optimistic, most likely, and pessimistic). In fact, the distribution of the project activity distributed varies.

AweSim simulate the duration for each activity. AweSim is a software that can calculate the project completion time with various kind of distribution. It can also determine the deviation of each activity. Therefore, the activity sensitivity from its each completion time can be analyzed. The observation held in The Cilandak Residence is to design and simulate PERT model of townhouse project using *AweSim!3.0* software from three scenarios that is different in its activity sequencing. Beside, it also estimates the time in its system by simulating the project process. The durations for each activity in the townhouse construction is collected from 30 town house units to be analyzed its distribution by using Minitab 14 software.

From the three scenarios observed, it is found that the optimum project completion time is 122 days with six critical activities. The sensitive activity at townhouse construction project is also detected, those sensitive activities are the preparation, soil, and first floor concrete activity. The benefit of this article is to support decision to design schedule for other project.

Key Words : Sensitivity Analysis, Scheduling, Town house, AweSim 3.0! Software.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan tempat tinggal yang semakin meningkat, menyemarakkan proyek pembangunan tempat tinggal, terutama di daerah perkotaan. *Developer* dalam usaha memenuhinya bersaing untuk menawarkan konsep perumahan yang menarik dan berbeda, mulai dari jenis fasilitas yang disediakan hingga tema perumahan. Tema perumahan yang cukup marak saat ini di daerah perkotaan adalah bentuk *Town house*, yaitu perumahan yang terdiri dari kelompok rumah membentuk kota kecil terdiri dari unit rumah yang sejenis. Unit-unit perumahan *town house* ini cenderung tipikal sehingga penyelesaian proyek tersebut dapat dilakukan dengan lebih efisien.

Proyek konstruksi termasuk jenis *townhouse* merupakan rangkaian kegiatan untuk menghasilkan suatu fasilitas fisik berupa bangunan dengan menggunakan sumber daya seperti tenaga kerja, material/bahan, peralatan, biaya, dan metoda pelaksanaan/manajemen dan berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan spesifikasi yang telah disepakati sebelumnya. Proyek konstruksi yang benar adalah proyek konstruksi yang memenuhi rencana anggaran biaya, durasi waktu yang tepat dan mutu hasil minimal sesuai dengan yang telah ditentukan. Pelaksanaan proyek terdiri dari empat tahap, yaitu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian / kontrol dan penyelesaian.

Dalam perencanaan suatu konstruksi, *planning* dan *scheduling* merupakan suatu langkah awal sangat penting dan diperlukan adanya perbaikan-perbaikan sesuai dengan batasan-batasan yang telah ditetapkan proyek. Dengan keterbatasan sumber daya, penggunaan maksimal dari sumber daya tersebut merupakan suatu keharusan. Proyek harus direncanakan secara efisien dengan menggunakan secara optimal sumber daya yang terbatas tersebut. Tujuan dari teknik perencanaan adalah agar pekerjaan dapat dilaksanakan sesuai dengan waktu yang dikehendaki, menekan anggaran biaya seminimum mungkin serta adanya pengontrolan dari kualitas pekerjaan. Dengan adanya penyesuaian terhadap jadwal proyek dan pengaturan sumberdaya yang tersedia, diharapkan akan diperoleh hasil yang

optimal dalam hal waktu, biaya dan kualitas dari suatu proyek secara keseluruhan. Unsur utama dalam perencanaan adalah peramalan (*forecasting*), sehingga perubahan – perubahan dapat terjadi di masa yang akan datang dan akan mempengaruhi pola perencanaannya itu sendiri¹.

Penjadwalan adalah bagian dari tahapan perencanaan. Penjadwalan bukan hal yang baru dalam perencanaan proyek, namun penjadwalan sering muncul kembali dengan keunikan lain. Penjadwalan dalam suatu proyek berperan sebagai alat untuk menentukan kegiatan- kegiatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek dan menentukan urutan waktu kegiatan dimana kegiatan tersebut harus diselesaikan untuk mencapai kesempurnaan baik dari segi waktu maupun ekonomi². Penjadwalan yang baik dan sesuai dengan tujuan proyek merupakan sarana bagi pengendalian proyek (*project control*), dimana keterlambatan-keterlambatan yang terjadi dapat segera diketahui dan tindakan-tindakan yang bersifat korelatif dapat segera diambil³. Kesulitan yang sering dihadapi pada waktu penyusunan jadwal proyek adalah bagaimana cara menyatukan (sinkronisasi) faktor-faktor yang saling berpengaruh dan saling ketergantungan serta menentukan durasi dari setiap kegiatan⁴. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu simulasi penjadwalan yang dapat mempelajari masalah-masalah yang timbul sehingga pelaksanaan dapat sesuai dengan perencanaannya.

Dalam tahapan penjadwalan dapat digunakan dua metode, yaitu CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). CPM digunakan pada waktu aktivitas yang pasti, sedangkan PERT digunakan pada waktu aktivitas yang tidak pasti dan waktu yang berdistribusi beta (*optimistic, most likely, dan pessimistic*). Namun, untuk analisa selanjutnya pada metoda PERT sama seperti pada metoda CPM hanya saja pada metoda PERT waktu yang dicapai untuk setiap kegiatan dilakukan dengan dasar statistik⁵.

Seiring dengan perkembangan teknologi, banyak *software* yang dikembangkan untuk dapat mensimulasikan metode CPM dan PERT. Simulasi

¹ Edi Nugroho Hadisusilo Ir. MT. Op. Cit. h. 1.

² Callahan. Michael T., Daniel G. Quackenbush, and James E. Rawling Construction project scheduling. Singapore: McGraw Hill inc. 1992:5.

³ Edi Nugroho Hadisusilo Ir. MT. Op. Cit. h. 2.

⁴ Ibid h.1.

⁵ Edi Nugroho Hadisusilo Ir. MT. Op. Cit. h. 15.

dilakukan untuk dapat mengestimasi durasi pengerjaan proyek konstruksi sehingga dapat digunakan sebagai pengontrol agar pelaksanaan proyek dapat berjalan sesuai jadwal. Proses penjadwalan yang umum dipakai selama ini menggunakan durasi deterministik, yaitu waktu secara pasti berdasarkan pengalaman dari *scheduler*. Beberapa *software* yang telah digunakan untuk mensimulasikan penjadwalan dengan durasi deterministik adalah *software Microsoft project* dan *Primavera*. Namun pada kenyataan yang ada di lapangan, durasi aktivitas pengerjaan proyek konstruksi mengandung ketidakpastian / probabilistik dengan berdistribusi bervariasi. Distribusi yang terjadi dalam pengerjaan suatu aktivitas dapat terdiri dari distribusi normal, lognormal, triangular, dan sebagainya. Sehingga untuk dapat mensimulasikan waktu pengerjaan tiap aktivitas proyek serta menyatakan rata-rata waktu penyelesaian proyek dengan durasi yang berdistribusi secara variasi dibutuhkan suatu *software* yang tepat yaitu *software AweSim 3.0!*. Distribusi yang bervariasi ini kemudian menjadi input durasi pada tiap aktivitas dalam rancangan model *AweSim*. Aktivitas yang sensitif dapat dianalisa dari deviasinya pada *running software AweSim 3.0!*. Tingkat kesensitifan dapat dianalisa dengan mengurutkan besar deviasi, dimana deviasi yang terkecil adalah yang sensitif terhadap jadwal. Dengan membuat beberapa skenario pemodelan yang berbeda dalam penyusunan *activity sequencing* dapat dilakukan perbandingan pemodelan penjadwalan dari pembangunan *townhouse*, sehingga dapat diketahui aktivitas yang sensitif dan jadwal yang optimum.

Adapun keunggulan dari *software AweSim* dari *software* lainnya adalah dapat mensimulasikan data yang berdistribusi bervariasi / beragam tersebut.⁶

1.2. Perumusan Masalah

1.2.1 Identifikasi Masalah

Dalam proyek konstruksi, banyak orang yang yang disertai tanggung jawab untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan pengerjaan suatu aktivitas dalam suatu jaringan hanya memiliki sedikit atau bahkan tidak memiliki pengalaman

⁶ Pritsker, Alan B. and Jean J. O'Reilly. Simulation with visual SLAM and AweSim, '2 nd ed., System Publishing Coporation, New York: 1999.

mengenai jenis pekerjaan yang sedang ia kerjakan dalam bentuk yang persis sama. Oleh karena itu, waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tiap aktivitas pada jaringan ini tidak dapat dihindari dengan hanya berdasarkan perkiraan. Namun, terdapat faktor ketidakpastian dalam memperkirakan waktu penyelesaian setiap aktifitas dalam suatu proyek. Tidak ada cara yang dapat digunakan untuk menghilangkan ketidakpastian, sebab merupakan kenyataan dalam dunia proyek. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya risiko waktu dan biaya dalam menyelesaikan masing-masing aktivitas yang berdampak terhadap lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh jaringan. Dibutuhkan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi probabilitas waktu penyelesaian suatu proyek yang menggunakan faktor risiko dan ketidakpastian sebagai salah satu parameter dalam menyusun jadwal yang baik. Pemikiran inilah yang kemudian oleh para ahli dikembangkan menjadi teknik dalam proses penjadwalan konstruksi.

Salah satu teknik yang berhasil dikembangkan adalah teknik PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). PERT merupakan metode yang paling sederhana untuk mendapatkan hasil yang paling optimis dibandingkan metode probabilistic lain yang menggunakan analisa risiko konstruksi jaringan kerja (Carlos, 1993). PERT kini telah didukung dengan penggunaan perangkat lunak berupa program komputer sehingga pihak pelaksana dengan cepat dan tepat dapat mengakses data dan menerima informasi yang dapat memperlihatkan kondisi dan status dari proyek. Adapun *software-software* telah dikembangkan untuk menangani kasus probabilistic seperti *Pertmaster*. Namun, pada kenyataannya dilapangan durasi aktivitas pengerjaan proyek konstruksi berdistribusi bervariasi / beragam. Dimana kondisi sampai saat ini, *software-software* yang banyak diaplikasikan untuk mensimulasikan penjadwalan hanya dengan durasi deterministik atau hanya dapat menangani data / durasi yang berdistribusi tunggal.

1.2.2 Signifikasi Masalah

Permasalahan yang telah dijabarkan sebelumnya mengakibatkan tidak akuratnya estimasi penjadwalan dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

Ketidakkuratan dari estimasi penjadwalan ini dapat merugikan proyek serta menambah persoalan dalam pengontrolan proyek.

Adanya risiko dan faktor ketidakpastian ini menyebabkan adanya perbedaan waktu penyelesaian dan biaya aktivitas pada proyek berulang dan tipikal. Perlu diketahui deviasi rata-rata waktu penyelesaian tiap-tiap jenis komponen/ aktivitas agar dapat dianalisa aktivitas yang memiliki deviasi besar.

1.2.3 Rumusan masalah

Analisa menggunakan *software AweSim 3.0!* dapat mengestimasi durasi pengerjaan proyek konstruksi sehingga dapat digunakan sebagai pengontrol agar pelaksanaan proyek dapat berjalan sesuai rencana penjadwalan. Model dan durasi berdasarkan deviasi dari penyelesaian tiap aktivitas dibutuhkan sehingga dapat diketahui sensitivitasnya terhadap pelaksanaan proyek. Pada proyek townhouse dimana unit-unit rumahnya tipikal dapat menjadi lebih efektif dengan mengetahui aktivitas- aktivitas yang sensitif.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan melakukan analisa model untuk proyek pembangunan *town house* dengan *Software AweSim 3.0!* dengan tiga skenario pemodelan penjadwalan yang berbeda dalam penyusunan *activity sequencing* dengan lintasan kritis yang berbeda.
2. Menentukan durasi optimum dalam sistem pembangunan *town house*.
3. Menentukan kegiatan sensitif dari deviasi penyelesaian tiap aktivitas

1.4 Batasan Masalah

Batasan dalam permasalahan yang ada sehingga permasalahan dapat lebih terarah dan tidak meluas mengingat adanya keterbatasan waktu dan informasi. Batasan tersebut adalah :

1. Penelitian dilakukan pada perumahan *The Jagakarsa Residence*, Jakarta.
2. Jenis proyek yang ditinjau adalah jenis proyek konstruksi sejenis (tipikal) berupa proyek pembangunan *town house*.
3. Penelitian dilakukan hanya dengan pertimbangan faktor durasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut:

- Untuk kontraktor proyek : Mengetahui durasi penjadwalan yang lebih akurat
- Untuk bidang IPTEK : Memanfaatkan kegunaan *software AweSim 3.0!* untuk mengestimasi durasi penjadwalan pada proyek konstruksi yang lebih efisien
- Untuk proyek konstruksi : Mendapatkan durasi penjadwalan proyek yang lebih tepat.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian skripsi ini mengacu kepada penelitian-penelitian serupa sebelumnya yang menggunakan aplikasi software AweSim 3.0!. Penggunaan software AweSim 3.0! pada bidang konstruksi khususnya untuk perumahan tipikal belum pernah dilakukan. Penelitian sebelumnya mengaplikasikan software AweSim pada lini perakitan kereta mainan yang dibuat oleh *Dorina Hetharia* (2005) pada Thesis dengan judul “Simulasi Sistem dan Perakitan Kereta Mainan”. Dimana pada thesis ini penelitian dilakukan untuk mengetahui waktu dalam sistem dan utilitas pada perakitan kereta mainan.

BAB II LANDASAN TEORI

Metode analisis jaringan kerja amat bermanfaat dalam perencanaan dan pengendalian proyek, khususnya menyusun jadwal pekerjaan berikut sumber daya yang diperlukan.

Pada aspek pengendalian, penggunaan metode dan teknik yang dapat memantau atau mengukur kinerja (*performance*) suatu pekerjaan sangat penting. Dimana harus terdapat keterkaitan yang menyatu dalam menganalisis kemajuan pekerjaan dengan jumlah biaya yang telah terpakai. Dengan mengetahui kinerja suatu pekerjaan pada setiap pelaporan rutin, akan dapat dibuat suatu perkiraan atau proyeksi keperluan dana sampai akhir penyelesaian proyek.

2.1 MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

2.1.1 Pengertian Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan (H Koontz, 2000).

Sebuah proyek merupakan suatu kesatuan aktivitas yang saling berhubungan dan dilakukan untuk mencapai suatu tujuan atau keperluan, dimana kondisi saat dimulai dan diakhirinya dapat dijelaskan dengan baik. (Mullen and McMilan, 2004).

Proyek adalah suatu usaha yang kompleks, di luar kebiasaan rutin, dibatasi oleh waktu, biaya, sumber daya, dan spesifikasi batasan yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. (Gray and Larson, 2000).

Proyek merupakan sebuah perjalanan sesaat yang dilakukan untuk menciptakan sebuah produk atau jasa yang unik. Sesaat di sini berarti bahwa semua proyek memiliki definisi awal dan akhir yang jelas dan pasti. Unik berarti produk atau servis yang diberikan berbeda dari produk-produk sejenis yang ada di pasaran. (Duncan, 1996).

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasannya telah digariskan dengan jelas.

Dari pengertian tersebut didapat bahwa ciri pokok proyek adalah:

- memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir
- bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh waktu selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas
- jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan telah ditentukan
- nonrutin, tidak berulang – ulang.
- Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung

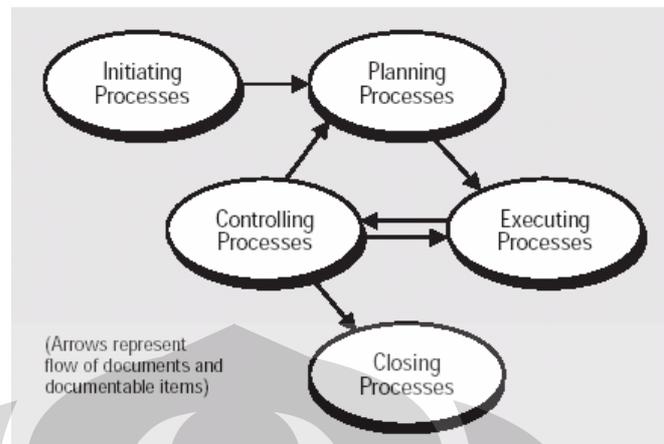
Untuk menjamin keberhasilan suatu proyek berdasarkan ukuran seluruh kriteria, dibutuhkan faktor – faktor penting sebagai berikut :

- Estimasi waktu dan biaya proyek yang realistis
- Kendali mutu dan perubahan
- Pernyataan tujuan dan kebutuhan proyek ditulis secara jelas dan disepakati
- Partisipasi sponsor proyek, client, dan tim dalam proyek

Proyek dapat pula didefinisikan sebagai pengorganisasian yang menghasilkan suatu kerja. Kerja itu sendiri meliputi antara operasi dan proyek yang saling berkaitan. Kedua hal ini memiliki karakteristik yang sama diantaranya;

- Membutuhkan tenaga kerja
- Dibatasi oleh sumberdaya yang terbatas
- Direncanakan, dilaksanakan, dan dikontrol

Proyek merupakan komposisi dari berbagai proses. Proses merupakan suatu serial tindakan yang menghasilkan output / hasil dalam suatu keterkaitan seperti ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Fase keterkaitan proses
(Sumber : Duncan, William R.,1996)

Manajemen proyek merupakan aplikasi dari pengetahuan, kemampuan, peralatan (tools), teknik kegiatan proyek untuk dapat memenuhi permintaan stakeholder serta harapan / target dari proyek. Dalam upaya pemenuhan permintaan stakeholder serta harapan / target dari proyek tersebut dibutuhkan keseimbangan permintaan meliputi:

- ruang lingkup, waktu, biaya, dan kualitas
- stakeholders dengan berbagai ragam permintaan dan kebutuhan
- kebutuhan teridentifikasi dan kebutuhan tidak teridentifikasi (harapan)

Sehingga, manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisasikan, memimpin dan mengendalikan sumber perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal. Hal ini yang menyebabkan manajemen proyek merupakan aspek yang sangat penting dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, karena tanpa manajemen yang baik waktu konstruksi dapat mengalami keterlambatan dari jadwal sebelumnya.

Manajemen proyek konstruksi dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengelola suatu proses konstruksi yang memanfaatkan sumber daya seoptimal mungkin untuk menghasilkan suatu proses konstruksi yang sesuai dengan tujuan penetapannya. Fungsi dasar dari manajemen proyek terdiri atas pengelolaan-pengelolaan lingkup pekerjaan,

waktu, mutu dan biaya. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan penyelenggaraan proyek.

2.1.2 Sasaran Proyek Dan Tiga Kendala

Didalam proses mencapai tujuan, telah ditentukan batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal dan mutu yang harus dipenuhi. Ketiga kendala (*triple constraint*) ini merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek (Iman, 2000).

- Anggaran; Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran
- Jadwal; Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan
- Mutu; Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan.

2.1.3 Siklus Proyek

(Iman Suharto, 2000)

Siklus hidup suatu proyek (Proyek Life Cycle) menggambarkan bahwa suatu proyek memiliki keterbatasan jangka waktu dan ada perubahan nilai usaha yang dapat diramalkan sehingga dapat difokuskan.

Berdasarkan UNIDO (United Nation Industrial Development Organization), siklus proyek terbagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap konseptual, tahap definisi / perencanaan dan pematapan (PP) serta tahap implementasi. Kegiatan selanjutnya, yaitu operasi bukan merupakan bagian dari siklus proyek. Perincian pembagian tersebut adalah sebagai berikut :

- A. Tahap Konseptual; Terdiri dari beberapa kegiatan, yaitu, menyusun dan merumuskan gagasan, menganalisis pendahuluan dan melakukan studi kelayakan.
- B. Tahap Definisi
 - melanjutkan evaluasi hasil – hasil kegiatan tahap konseptual, dalam arti lebih mendalam dan terperinci

- menyiapkan perangkat, seperti data criteria dan spesifikasi teknik, engineering dan komersial
- menyusun perencanaan dan membuat keputusan strategis yang berkaitan dengan garis besar proyek
- memilih peserta proyek yang terdiri dari staf pemilik, kontraktor, konsultan, arsitek, dan lain- lain

C. Tahap Implementasi

- mengkaji lingkup kerja proyek, membuat program implementasi dan mengkomunikasikan kepada peserta dan penanggung jawab proyek
- melakukan pekerjaan desain engineering terinci, pengadaan material dan peralatan, pabrikasi, instalasi (konstruksi)
- melakukan perencanaan dan pengendalian pada aspek biaya, jadwal dan mutu
- menutup proyek inspeksi akhir, uji coba, start-up dan pra-operasi
- menyerahkan hasil proyek kepada pemilik
- menyelesaikan masalah asuransi, klaim dan keuangan proyek
- menyusun laporan penutupan proyek

D. Tahap operasi atau utilisasi; Tahap ini tidak termasuk dalam siklus proyek, tetapi merupakan bagian dari kegiatan operasional.

Untuk memenuhi kriteria keberhasilan proyek, terdapat lima aktivitas proyek yang umumnya disebut sebagai “*proses proyek*”. Proses dari suatu proyek merupakan suatu rangkaian tindakan yang menuju kepada suatu hasil. Kelima kategori aktivitas proses proyek tersebut adalah :

1. Inisiasi Proyek,

Mencakup kegiatan memulai proyek dan memulai fase-fase lain didalam proyek.

2. Perencanaan Proyek,

Aktivitas perencanaan mencakup penyusunan rencana proyek, struktur perincian kerja, dan menyusun jadwal. Perencanaan merupakan unsur terpenting di dalam sebuah proyek.

3. Pelaksanaan Proyek,

Aktivitas pelaksanaan adalah aktivitas pelaksanaan kerja proyek actual dengan mengkoordinasikan tenaga kerja ataupun sumber daya lainnya yang tepat.

4. Pengendalian atau control,
Pengendalian adalah mengukur dan memonitor aktivitas pelaksanaan.
5. Penyelesaian,
Aktivitas penyelesaian atau penutupan mencakup pengakhiran fase.

2.1.4 Inisiasi Proyek

Kegiatan inisiasi proyek dilakukan dengan mendaftar kebutuhan yang diperlukan dalam proyek tersebut, untuk meninjau feasibilitas proyek untuk dijalankan. Ada beberapa pendekatan yang dilakukan untuk menilai feasibilitas proyek tersebut dan yang paling inklusif adalah menilai berdasarkan kategori pembatas. Kategori pembatas adalah:

1. Teknis.
Feasibelitas teknis yaitu membandingkan persyaratan teknis yang diperlukan dengan kemampuan teknis yang dimiliki perusahaan.
2. Finansial.
Feasibel financial yaitu melihat apakah perusahaan memiliki cukup uang atau tidak untuk melaksanakan proyek tersebut, apakah nilai proyek yang ada sesuai dengan kemampuan financial perusahaan.
3. Operasional.
Feasibilitas operasional yaitu melihat bagaimana proyek sesuai dengan hal-hal yang telah berjalan di perusahaan, selain itu juga melihat apakah suatu proyek berkonflik dengan proyek lainnya yang sedang dilaksanakan.
4. Geografis.
Feasibilitas geografis yaitu melihat kemungkinan pelaksanaan proyek dengan adanya suatu hambatan geografis. Ketika proyek dan atau anggota tim terpisah secara geografis, hal ini dapat menyulitkan koordinasi proyek dan bahkan membuat suatu solusi tertentu menjadi tidak feasible.
5. Waktu.

Feasibilitas waktu dari suatu proyek adalah salah satu pertimbangan paling kritis namun sulit terkuantifikasikan. Proyek masa lalu dengan cangkupan yang sama akan memberikan tambahan informasi tentang waktu meskipun masing-masing proyek bersifat unik.

6. Sumber daya manusia.

Feasibilitas sumber daya manusia bukanlah sekedar apakah perusahaan memiliki cukup sumber daya untuk proyek tersebut, namun apakah perusahaan memiliki sumber daya yang benar untuk proyek itu dan apakah sumber daya itu tetap tersedia selama rentang waktu proyek berjalan.

7. Legal.

Feasibilitas legal (hukum) dari suatu proyek dengan mempertimbangkan apakah proyek memenuhi peraturan yang ada baik peraturan pemerintah ataupun kontraktual.

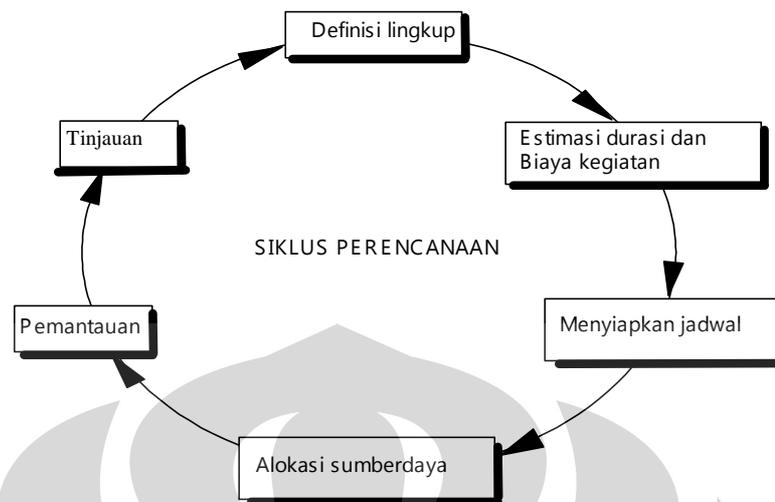
8. Politik.

Feasibilitas politik mencangkup apakah suatu proyek akan bertentangan dengan politik pemerintah atau perusahaan lainnya atau tidak.

Kualitas proyek didefinisikan sebagai kemampuan untuk memenuhi persyaratan proyek. Hal ini tidak selalu bisa memenuhi ekspektasi client, namun jika ditangani dengan benar akan dapat memenuhi ekspektasi client.

2.1.5 Perencanaan Proyek

Ada berbagai macam definisi dari kata perencanaan itu sendiri. Perencanaan dapat didefinisikan sebagai suatu tahapan yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran berikut penyiapan langkah-langkah kegiatan termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapai tujuan tersebut (gambar 2.2).



Gambar 2.2 Siklus perencanaan

Perencanaan adalah teknik manajemen yang digunakan untuk membantu dalam persiapan, pengorganisasian dan pengendalian lingkup, waktu, biaya dan organisasi suatu proyek. Perencanaan yang baik dapat membantu proyek dengan cara:

- Mendefinisikan secara jelas lingkup dari suatu proyek
- Membuat rincian interaksi yang logis antara beberapa komponen proyek
- Memprediksi dan menerapkan secara jelas waktu pelaksanaan proyek, dan tanggal-tanggal kritis
- Menggabungkan usulan anggaran dan perkiraan biaya proyek
- Menyediakan dokumen yang mengkomunikasikan secara jelas tujuan semula untuk menjadi acuan pada waktu yang akan datang

Tujuan dari perencanaan adalah:

- Membagi tujuan-tujuan umum dari proyek kedalam tugas-tugas yang dapat dikelola dan dapat dilaksanakan relatif dalam waktu singkat.
- Membantu dalam pencapaian tujuan proyek dengan memenuhi persyaratan fungsional dari suatu proyek sesuai standar, dalam waktu dan anggaran yang diijinkan.
- Perencanaan akan meningkatkan pemahaman, pengendalian dan komunikasi suatu proyek.

Sebelum dapat mengestimasi secara lebih rinci tentang berapa lama suatu proyek akan berlangsung dan berapa banyak biayanya, perlu didapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang pekerjaan yang dilakukan di dalam proyek.

Perencanaan proyek meliputi 5 langkah berikut :

1. Mendefinisikan Work Breakdown Structure (WBS).
2. Membuat jadwal.
3. Membuat diagram network.
4. Estimasi biaya.
5. Mengkaji risiko.

2.1.6 Pelaksanaan Proyek

Pelaksanaan proyek merupakan aktivitas actual yang dilakukan sesuai dengan aktivitas-aktivitas yang telah disusun pada tahap perencanaan sebelumnya.

Input yang dibutuhkan dalam tahap pelaksanaan proyek adalah perencanaan proyek, data-data atau informasi pendukung, kebijakan perusahaan dan aktivitas perubahan yang mendukung kemajuan proyek apabila diperlukan. Sedangkan output yang diberikan dari tahapan pelaksanaan proyek adalah hasil kerja serta perubahan sesuai dengan permintaan.

2.1.7 Pengendalian atau *Control* Proyek

Aktivitas pengendalian dan *control* proyek secara garis besar untuk melihat faktor mana yang mempengaruhi terciptanya perubahan dan memastikan bahwa perubahan yang tercipta bersifat menguntungkan, menentukan bahwa adanya suatu perubahan telah terjadi serta mengatur perubahan yang terjadi.

Input yang dibutuhkan dalam tahap pengendalian atau control proyek adalah perencanaan proyek, laporan perkembangan pelaksanaan proyek, serta perubahan sesuai permintaan. Sedangkan output yang diberikan dari tahapan pengendalian atau control proyek berupa perencanaan proyek terbaru, serta adanya aktivitas perubahan.

2.1.8 Penyelesaian Proyek

Aktivitas yang dilakukan dalam tahap penyelesaian adalah memverifikasi bahwa proyek telah benar-benar selesai. Verifikasi dilakukan dengan meninjau hasil proyek, membandingkannya dengan hasil yang terdaftar dalam rencana proyek, serta memastikan bahwa semuanya sesuai dengan kualitas dan persyaratan yang terdapat dalam perencanaan.

2.2 BIAAYA DAN WAKTU

2.2.1 Biaya

Beberapa unsur terpenting dalam suatu proyek termasuk di antaranya biaya dan waktu. Biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan sebuah proyek. Pada tahap awal, biaya diperkirakan besarnya untuk mengetahui dana atau jumlah investasi yang dibutuhkan untuk membangun proyek tersebut. Selanjutnya biaya memiliki spektrum yang amat luas yaitu merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, alat, tenaga kerja, dan waktu.

Meskipun kegunaannya sama, namun untuk masing-masing organisasi peserta proyek penekanannya berbeda-beda. Bagi pemilik, angka yang menunjukkan jumlah perkiraan biaya akan menjadi salah satu patokan untuk menentukan kelanjutan investasi. Untuk kontraktor, keuntungan finansial yang akan diperoleh tergantung kepada seberapa jauh kecakapannya membuat perkiraan biaya. Bila penawaran harga yang diajukan pada saat pelelangan terlalu tinggi, kemungkinan besar kontraktor tersebut akan mengalami kekalahan. Sebaliknya, jika kontraktor memenangkan lelang dengan harga yang terlalu rendah ia maka akan mengalami kesulitan dikemudian hari berkaitan dengan rugi yang diderita. Sedangkan bagi konsultan, angka tersebut mewakili kredibilitasnya, terkait dengan kebenaran atau ketepatan perkiraan angka yang dibuat.

Penentuan besarnya biaya (*Total Proyek Cost*) dibedakan berdasarkan hubungannya dengan kegiatan atau aktivitas proyek menjadi dua bagian, yaitu: biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tak langsung (*indirect cost*), masing-masing biaya tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Biaya Langsung (Direct Cost)

Biaya langsung atau yang umum dikenal sebagai *direct cost* adalah biaya yang dapat diasosiasikan kepada satu macam kegiatan proyek. Biaya ini merupakan perkalian dua faktor, yaitu: faktor kuantitas (*quantity*) dan faktor harga satuan (*unit price/ unit rate*)(Asiyanto, 2003).

Quantity pekerjaan ditentukan dengan bermacam-macam satuan tergantung jenis pekerjaan dan kesepakatan cara menghitung, seperti misalnya: m, m², m³, ton, kg, buah, unit. Umumnya satuan-satuan tersebut telah ditetapkan dalam *Standard of Measurement* (Asiyanto, 2003).

Berbeda dengan *quantity* dimana dalam perhitungannya aspek teknis lebih menonjol, pada perhitungan *unit price* ada satu tambahan aspek penting lainnya yaitu aspek bisnis. Sehingga *unit price* sangat tergantung strategi kontraktor dalam menghadapi persaingan dan dalam upaya memperoleh keuntungan yang lebih baik. *Unit price* sulit untuk distandarkan, walaupun harga pasar terkadang distandarkan untuk jangka waktu tertentu, dan untuk lokasi tertentu sehingga harga konstruksi relatif tetap, tetapi biaya yang dikeluarkan untuk proses konstruksi bersifat fluktuatif tergantung banyaknya faktor yang mempengaruhi. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan adanya perbedaan-perbedaan dari *unit price* yang diajukan kontraktor untuk pekerjaan yang sama (Asiyanto, 2003).

b. Biaya Tak Langsung (Indirect Cost)

Indirect Cost adalah biaya yang tidak dapat diasosiasikan dengan satu macam kegiatan proyek atau dapat juga didefinisikan sebagai biaya yang berhubungan dengan proyek secara keseluruhan. *Indirect Cost* yang terjadi di dalam lingkungan proyek memiliki dua karakteristik utama yaitu meningkat seiring dengan bertambahnya waktu dan peningkatannya cenderung linier. Yang termasuk dalam kategori ini secara umum adalah overhead, layanan listrik, layanan telepon, biaya sekretariat, peralatan yang basis permintaannya selama umur proyek, penerapan program K-3, supervisi pekerjaan, biaya yang muncul akibat klausul kontrak mengenai keterlambatan maupun bonus, dan lain sebagainya (Asiyanto, 2003).

Indirect Cost yang terjadi diluar lingkungan proyek, seperti biaya-biaya di kantor pusat atau cabang tidak dikendalikan oleh proyek. Biaya ini dianggarkan sebagai cadangan untuk kontribusi proyek kepada perusahaan. Versi *owner* yang diterjemahkan oleh konsultan umumnya hanya menetapkan suatu persentase dari *direct cost* sejumlah angka yang dianggap mencukupi sehingga sifatnya menjadi standar. Tetapi versi kontraktor berbeda karena mengandung banyak pertimbangan yang lebih bersifat bisnis (keuntungan usaha). Artinya, *indirect cost* yang terjadi diluar proyek tidak standar tetapi tergantung situasi dan kondisi saat itu, baik internal maupun eksternal (Asiyanto, 2003).

2.2.2 Waktu

Waktu pelaksanaan ditentukan oleh sumber daya seperti: tenaga kerja, metode, material, dan alat. Empat sumber daya inilah yang menghubungkan waktu pelaksanaan dengan biaya yang dibutuhkan. Artinya untuk menghasilkan sebuah produk konstruksi dengan waktu tertentu dibutuhkan sejumlah tenaga kerja, metode, material dan alat dengan biaya tertentu atau sebaliknya dengan perbandingan proporsional.

Faktor “tepat waktu” adalah salah satu dari faktor keberhasilan suatu proyek. Namun, persoalan dari estimasi waktu adalah bahwa ketepatan prediksi tentang apa yang akan terjadi akan sulit untuk didapatkan. Untuk mengatasi kesulitan yang terjadi, banyak perusahaan menggunakan level estimasi.

Dalam banyak kasus, hasil estimasi adalah sedikit lebih tinggi dari estimasi yang paling mungkin. Estimasi pekerjaan plus atau minus 10% dari actual sangatlah baik. Estimasi yang tetap mempertahankan proyek dalam kisaran 10% dianggap oleh banyak organisasi sebagai “on-time” (tepat waktu).

Hal-hal yang menjadi masukan dalam kegiatan mengestimasi waktu adalah :

1. Daftar pekerjaan.
2. Pembatas.
3. Asumsi.
4. Sumber daya yang tersedia.

5. Kemampuan sumber daya terutama untuk sumber daya manusia (tenaga kerja langsung, tenaga ahli) dan sumber daya alam (material)
6. Informasi historical mengenai estimasi waktu.

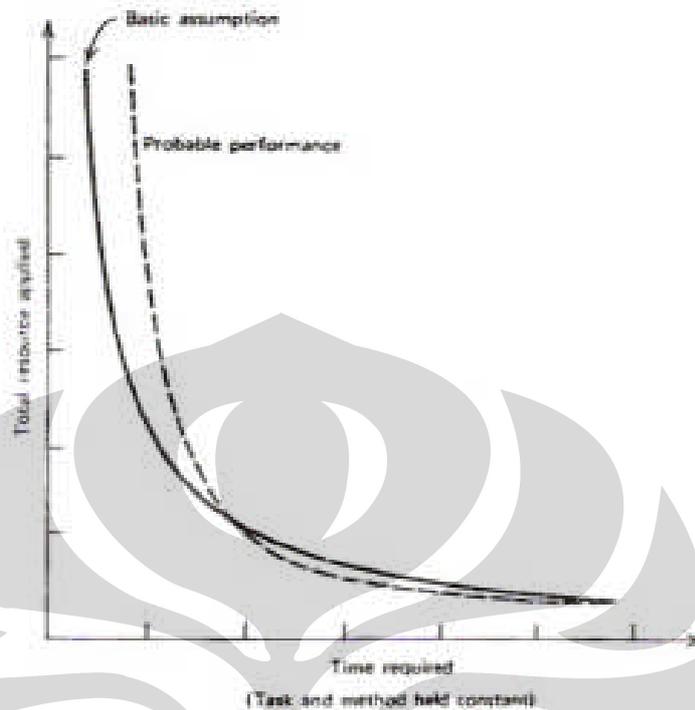
Beberapa cara yang digunakan untuk membuat estimasi waktu untuk setiap pekerjaan, yaitu :

1. Metode Statistik pada database historik, jika tim proyek memiliki akses pada data mengenai waktu aktivitas actual yang lalu.
2. Jika aktivitas merupakan pengulangan, dapat diperkirakan dengan model kurva belajar.
3. Untuk aktivitas yang baru pertama kali dilakukan, dapat diperkirakan oleh opini para ahli, para pakar berdasarkan pengalaman serupa.

Durasi waktu pengerjaan proyek yang lebih panjang akan membuat proyek menjadi lebih beresiko karena adanya faktor konsep perencanaan, Menyusun estimasi biaya dan waktu yang reliable lebih sulit untuk proyek berdurasi lama.

2.2.3 Hubungan Antara Waktu dan Sumber Daya Pada Aktivitas

Waktu suatu aktivitas (Harris, Robert B., 1978) sangat dipengaruhi oleh metode pelaksanaan yang digunakan selain kuantitas dari pekerjaan tersebut. Berdasarkan metode pelaksanaan ditentukan sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sejumlah kuantitas pekerjaan. Hubungan antara total sumber daya dengan waktu penyelesaian suatu aktivitas secara kualitatif dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hubungan Kualitatif Waktu dan Sumber Daya Pada Aktivitas

2.3 PENJADWALAN PROYEK

2.3.1 Pengertian Penjadwalan Proyek

Penjadwalan adalah perhitungan pengalokasian waktu yang tersedia kepada pelaksanaan masing-masing bagian pekerjaan atau kegiatan, dalam rangka penyelesaian suatu proyek sedemikian rupa, sehingga tercapai hasil yang optimal, dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Penjadwalan, digunakan sebagai alat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek dan urutan serta durasi di dalam aktivitas yang harus diselesaikan untuk mendapatkan penyelesaian yang tepat waktu dan ekonomis.

Penjadwalan merupakan pengalokasian waktu yang tersedia kepada aktifitas pekerjaan dalam rangka penyelesaian suatu proyek dengan mengikuti logika dari proses perencanaan, dan dilakukan sedemikian rupa sehingga tercapai hasil yang optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

2.3.2 Pembuatan Jadwal

Penjadwalan proyek berhubungan dengan daftar waktu dan penentuan tanggal-tanggal dimana beberapa sumber daya seperti SDM dan peralatan kerja bersama-sama melaksanakan kegiatan yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan proyek dan merupakan landasan dari sistem perencanaan dan penjadwalan (Shtub, A., Globerson, S., Band, J.F., 1994).

Kegiatan penjadwalan menyatupadukan informasi dari beberapa aspek proyek, termasuk didalamnya perkiraan durasi kegiatan, hubungan antarkegiatan, batasan yang ditimbulkan oleh ketersediaan sumber daya dan budget, dan jika perlu *deadline* kegiatan. Seluruh informasi tersebut diproses menjadi jadwal kerja yang dapat diterima.

Tujuan utama dari penjadwalan yang detail biasanya ialah untuk mengkoordinasikan aktivitas kedalam *master plan* untuk menyelesaikan proyek dengan :

1. Waktu terbaik
2. Biaya termurah
3. Risiko terkecil

Beberapa prinsip umum yang digunakan dalam menentukan penjadwalan adalah :

1. Mengusulkan sebuah aktifitas kegiatan yang logis
2. Tidak melampaui kapabilitas dari sumberdaya
3. Menjamin kelangsungan aktifitas pekerjaan
4. Melakukan pengontrolan aktifitas proyek atau aktifitas kritis sedini mungkin.

Dalam menyusun program penjadwalan proyek haruslah memperhatikan tentang beberapa hal, yaitu :

1. Urutan, kaitan dan ketergantungan setiap aktifitas yang direncanakan.
2. Metode yang dilukiskan pada rencana yaitu terdiri dari banyaknya sumber daya manusia, *type* dan banyaknya peralatan, modal yang tersedia baik untuk menyelesaikan dengan kecepatan normal, *crash* seluruhnya atau *crash* sebagian.

3. Sumberdaya yang dialokasikan seharusnya terbatas pada yang tersedia saja.
4. Durasi proyek jangan sampai terulur.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam sebuah proses penjadwalan adalah sebagai berikut :

1. Sasaran Proyek
2. Sasaran Perusahaan
3. Keterkaitan Dengan Proyek Lain
4. Dana Yang Diperlukan
5. Dana Yang Tersedia
6. Waktu Yang Diperlukan
7. Waktu Yang Tersedia
8. Perkiraan Waktu Yang Hilang
9. Hari-hari Libur
10. Kerja Lembur
11. Sumber Daya Yang Diperlukan
12. Sumber Daya Yang Tersedia
13. Keahlian Tenaga Kerja
14. Kecepatan Menyelesaikan Tugas
15. Urutan Kerja

Kriteria jadwal yang *implementable* adalah sebagai berikut:

- Secara teknis dapat dipertanggungjawabkan
- Berdasarkan perkiraan yang akurat
- Sesuai dengan sumber daya yang tersedia
- Koordinasi dengan pelaksanaan proyek lainnya
- Fleksibel terhadap perubahan-perubahan
- Cukup mendetail untuk dipakai sebagai alat pengukur hasil yang dicapai dan alat pengendali kemajuan proyek
- Dapat memperlihatkan pekerjaan kritis
- Kondisi lingkungan kerja dan Kondisi organisasi proyek

Penetapan *sequence* antar kegiatan adalah menggambarkan rencana pelaksanaan proyek semirip mungkin dengan pelaksanaan nantinya di lapangan dengan mengingat pembatasan-pembatasan yang ada. Pada umumnya terdapat lebih dari satu kemungkinan pola urutan keterkaitan antar kegiatan dalam rangka menyelesaikan satu pelaksanaan proyek konstruksi. Pembatasan-pembatasan yang sering berpengaruh dalam penetapan urutan keterkaitan antar kegiatan dapat berupa pembatasan dari segi fisik bangunan, cuaca, keterbatasan lokasi kegiatan, kontraktual, tahap pekerjaan dan ketersediaan sumber daya.

Perumusan kegiatan operasional proyek dirumuskan berdasarkan pengetahuan, pengalaman, bertanya kepada para ahli yang berkompeten, atau dengan membuat suatu perkiraan yang masuk akal. Suatu kegiatan harus mencerminkan satuan pekerjaan yang mudah dibedakan dengan yang lain, mudah diamati, dan sesuai dengan teknik penjadwalan yang akan dipakai. Oleh karena itu diperlukan pemahaman terhadap gambar-gambar disain, serta rencana dan spesifikasi pekerjaan serta pemahaman terhadap pengetahuan dan pengalaman dalam teknologi dan metode konstruksi yang akan dipakai.

Salah satu hal yang penting dalam penjadwalan adalah durasi kegiatan. Durasi kegiatan itu sendiri dapat diperoleh dari pengalaman proyek sebelumnya, data-data masa lalu, standar-standar dan *text book*, pekerja yang terlibat, pendapat para ahli serta perkiraan-perkiraan yang masuk akal. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam menentukan durasi kegiatan adalah sebagai berikut:

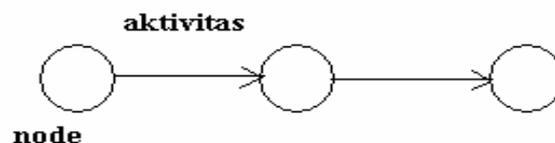
- Perkiraan durasi kegiatan hendaknya bebas dari pertimbangan pengaruh durasi kegiatan yang mendahului atau yang terjadi sesudahnya. Misalnya kegiatan memasang pondasi tergantung dari tersedianya semen, tetapi dalam memperkirakan durasi memasang pondasi jangan dimasukkan faktor kemungkinan terlambatnya penyediaan semen.
- Perkiraan durasi kegiatan dihasilkan dari asumsi bahwa sumber daya tersedia dalam jumlah yang normal.

- Pada tahap awal perkiraan durasi, dianggap tidak ada keterbatasan jumlah sumber daya, sehingga memungkinkan kegiatan dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan atau paralel, selain dapat dilaksanakan secara berurutan atau seri.
- Gunakan hari kerja normal, jangan dipakai asumsi kerja lembur, kecuali kalau hal tersebut telah direncanakan khusus untuk proyek yang bersangkutan, sehingga diklasifikasikan sebagai hal yang normal.
- Bebas dari pertimbangan mencapai target jadwal penyelesaian proyek, karena dikhawatirkan mendorong untuk menentukan durasi yang disesuaikan dengan target tersebut.
- Tidak memasukkan pengaruh kontingensi untuk hal-hal seperti adanya bencana alam (gempa bumi, banjir, badai, dll), pemogokan dan kebakaran.

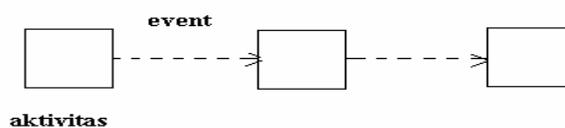
Secara garis besar teknik-teknik penjadwalan dapat dikelompokkan menjadi : *Bar Chart*, *Linier Method*, dan *Network Planning*.

2.3.3 *Critical Path Method Schedules* (Callahan, 1992)

Metode yang paling sering digunakan adalah metode PDM (precedence diagramming method) dan AOA (Activity on Arrow). Perbedaan utama kedua buah metode ini adalah pada metode AOA (Gambar 2.4) mendefinisikan setiap aktivitas sebagai anak panah diantara dua buah node, sedangkan pada metode precedence (Gambar 2.5) kegiatan aktivitas digambarkan sebagai node dan panah yang menghubungkannya mengindikasikan sebagai hubungan antar aktivitas. Kedua buah metode ini termasuk dalam Critical Path Method (CPM).



Gambar 2.4. AOA, dimana setiap node mewakili event sedangkan anak panah mewakili aktivitas



Gambar 2.5 PDM, dimana setiap node mewakili aktivitas dan anak panah mewakili event

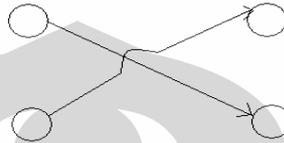
Elemen dari proyek konstruksi yang dibagi ke dalam jadwal jaringan disebut sebagai aktivitas. Aktivitas adalah langkah kerja satuan yang memiliki permulaan dan akhir yang didefinisikan dalam sistem hirarki dimana yang merupakan subpembagian dari elemen kerja proyek yang lebih besar.

Dalam metode AOA, aktivitas dipisahkan oleh event. Event merupakan titik point waktu yang merupakan akhir dari satu atau lebih aktivitas sebelumnya dan merupakan awal dari satu atau lebih aktivitas lainnya. Waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas untuk diselesaikan disebut durasi. Tidak ada standar yang dapat digunakan untuk menentukan seberapa lama suatu aktivitas dapat diselesaikan. Durasi aktivitas konstruksi dinyatakan dalam hari kerja, hari kalender, bulan, minggu, jam atau menit tergantung penjadwalan kerjanya. Semua aktivitas yang membutuhkan waktu ditandai dengan durasi. Jadwal jaringan merupakan simbol untuk mengindikasikan aktivitas yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek dan hubungan logis dari setiap aktivitasnya.

2.3.3.1 Activity on Arrow

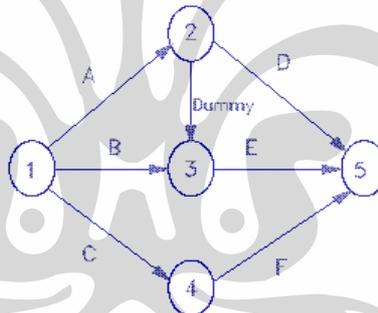
Diagram *activity on arrow* terdiri atas anak panah dan lingkaran dengan anak panah mewakili aktivitas, sedangkan lingkaran atau nodes mewakili even. Node yang berada di awal kepala anak panah disebut node I dan node yang berada di belakang anak panah disebut sebagai node J. Setiap aktivitas/ anak panah ini menyatakan deskripsi tertentu dan dicantumkan bersamaan dengan anak panah, baik di atas maupun di bawah anak panah tersebut. Pada umumnya deskripsi aktivitas itu dicantumkan dibawahanak panah, sedangkan durasi dan kode si penanggung jawab aktivitas dicantumkan di atasnya. Sementara itu, setiap node menjelaskan tentang waktu dan even. Node I adalah poin waktu ketika aktivitas dimulai dan poin J adalah waktu

ketika aktivitas itu berakhir. Setiap node ini diidentifikasi dengan angka. Dalam penggambaran suatu diagram logis, ada kemungkinan terjadi *crossover*. Jika hal ini terjadi, ada satu cara untuk menggambarkan terjadinya penyilangan antar aktivitas tersebut yakni dengan simbol *crossover* seperti pada gambar 2.6.



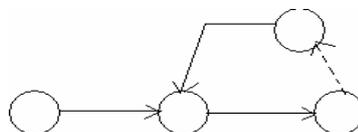
Gambar 2.6 *crossover symbol*

Dalam AOA, ada sebuah penghubung aktivitas yang disebut dengan *dummy*. *Dummy* ini membantu kita dalam mengidentifikasi logis secara benar dan unik. Penghubung ini tidak memiliki durasi, biaya dan tanggung jawab seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Contoh *Dummy*

Dalam penomoran dikenal istilah "*forward numbering*", artinya pemberian nomor dari depan ke belakang dimulai dari penomoran node I sebelum J. *Forward numbering* ini membantu mengurangi potensial terjadinya *loops*. *Loop* terjadi ketika panah suatu kegiatan berulang kembali kepada even sebelumnya, menyebabkan suatu even dan aktivitas terjadi secara berulang-ulang dan terus menerus (Gambar 2.8). Untuk membantu pencegahan terjadinya *loop* ini juga dikenal istilah penomoran dari belakang atau "*backbranching*".



Gambar 2.8 *Loop*

2.3.3.2 Diagram Logis

Bagian terpenting dari persiapan penjadwalan adalah menentukan urutan dari aktivitas hingga akhir pekerjaan selesai. Urutan harus logis, beralasan dan mungkin terjadi. Pembuat jadwal harus dapat merefleksikan rencana kegiatan kontraktor dan pada kerja tim, siapa yang akan melaksanakan tugas tersebut. Urutan pada sebuah diagram logis, pengurutan sangatlah diperlukan dalam pengertian sebuah konstruksi tidak hanya penjadwalan dan selalu terdapat lebih dari satu urutan yang benar dalam menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Penjadwal harus mengerti tentang material, penjualan, subkontraktor dan penyedia barang dalam penyelesaian suatu proyek. Penjadwal *junior* dalam memahami sebuah penjadwalan harus *me-review* kembali urutan yang dibuat dengan seseorang yang telah berpengalaman.

Dalam pengurutan selalu terjadi banyak alternatif yang benar. Perbedaan pengurutan sangat mungkin terjadi dan dapat diterima apabila pengurutan tersebut beralasan, logis dan masuk akal. Sebuah proses dalam merevisi setiap jadwal urutan pekerjaan yang terjadi secara kontinu di lapangan dikenal dengan istilah "*updating*". Satuan waktu dalam penjadwalan urutan tersebut selalu dibuat dengan dasar batas dari alat, material dan tenaga kerja.

Dalam pembuatan diagram logis, *dummies* yang dibuat terlalu banyak akan menyebabkan banyaknya masalah yang terjadi dan akan menyebabkan diagram menjadi sulit untuk dibaca dan dianalisa. Aktivitas *dummy* ini membutuhkan perhitungan tambahan dalam kalkulasi garis kritis dan waktu even aktivitas, akan menyebabkan perlambatan dalam kalkulasi dan analisa jaringan. Oleh karena itu, kehadiran *dummy* harus dibuat seminimum mungkin.

Pengendalian/ *restraint* dapat menyajikan banyak type dari batasan seperti fisik, tenaga kerja, cuaca, keramaian, urutan, alat, akses, fasilitas, kontrak, fase dan keperluan lainnya. Faktor-faktor tersebut merupakan hal yang harus dipertimbangkan dalam membuat suatu urutan jadwal pekerjaan.

2.3.3.3 Analisa Jaringan

Node mewakili poin dalam waktu yang dapat digambarkan dalam tanggal kalender. Dengan menentukan tanggal berapa proyek dimulai maka inisial node dapat diterjemahkan dalam penanggalan kalender. Penanggalan kalender ini harus memperhatikan jumlah hari kerja yang tersedia, dimana ada bagian hari liburnya.

Durasi dalam aktivitas dapat ditentukan pada setiap aktivitas individu. Dalam penentuan durasi harus memperhitungkan faktor penting alat, material dan tenaga kerja. Durasi yang dibuat ini haruslah beralasan. Perijinan harus dimasukan kedalam kontingensis dalam membuat suatu durasi. Setiap penjadwal harus membuat durasi dengan asumsi yang normal seperti dalam cuaca normal, jumlah tenaga kerja, durasi normal dalam penerimaan material serta poengeluaran perijinan serta harus dapat memprediksi kondisi yang dapat menyebabkan keterlambatan. Memberikan waktu ke dlaam jadwal adalah hanya merupakan langkah selanjutnya dalam proses persiapan jadwal.

Setelah durasi waktu telah ditetapkan, maka garis kritis/ *critical path* dapat dikalkulasikan. *Critical path* menentukan periode dimana proyek dapat diselesaikan dan periode waktu dari tiap aktivitas yang harus diselesaikan sesuai dengan prediksi awal. Kalkulasi garis kritis ini menentukan 4 even waktu dari setiap aktivitas yakni *Early start (ES)*, *Late Start (LS)*, *Early Finish (EF)* dan *Late Finish (LF)*.

Early Start adalah waktu yang paling awal dari setiap aktivitas itu dapat dimulai setelah aktivitas sebelumnya telah selesai. *Early Finish (EF)* adalah waktu tercepat aktivitas dapat diselesaikan jika aktivitas tersebut dimulai pada saat waktu *early start* dan telah selesai sesuai dengan estimasi waktunya. *Late Finish (LF)* adalah waktu terlambat dari setiap aktivitas dapat diselesaikan tanpa harus menunda waktu penyelesaian proyek. *Late Start (LS)* adalah waktu terlamabat suatu aktivitas dapat dimulai tanpa harus menunda suatu proyek. *Critical path* adalah seluruh aktivitas dimana *early start* dan *late start* identik, dan *early finish* dan *late finish* identik/ sama.

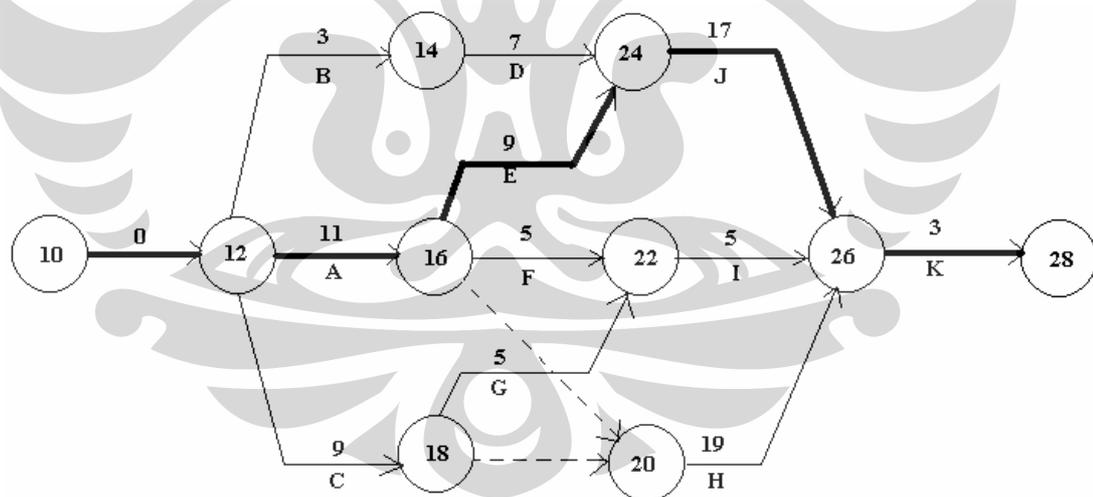
Perhitungan *early time* dimulai dari node pertama dan bekerja ke depan. Node pertama ini memiliki *early time* nol. Nilai dari seluruh sub urutan *early time* merupakan hasil jumlah dari waktu even dan durasi aktivitas. *Early time* dan *early finish* dihitung dengan metode *forward pass*, yaitu menghitung secara urutan dari depan ke belakang. Sedangkan dalam perhitungan *late start* dan *late finish* harus dihitung dari belakang/ akhir proyek ke belakang/ awal proyek yang dikenal dengan metode “*backward pass*“. Apabila terjadi percabangan maka pada *forward pass* diambil nilai yang paling terbesar sedangkan pada *backward pass* diambil nilai yang paling terkecil. Gambaran waktu *event* dapat dilihat pada gambar 2.9.

$$\text{Early start time} = \text{early event time}$$

$$\text{Early finish time} = \text{early start time} + \text{activity duration}$$

$$\text{Late finish time} = \text{late event time}$$

$$\text{Late start time} = \text{late finish time} - \text{activity duration}$$



Gambar 2.9 Waktu *Event*

Tabel 2.1. Waktu Even dari gambar 2.9

Node I	Node J	Durasi	Deskripsi aktivitas	ES	EF	LS	LF	FF	TF
10	12	0	<i>Start</i>	0	0	0	0	0	0
12	14	3	B	0	3	10	13	0	10
12	16	11	A	0	11	0	11	0	0
12	18	9	C	0	9	9	18	0	9
14	24	7	D	3	10	13	20	10	10
16	20	0	<i>Dummy</i>	11	11	18	18	0	7
16	24	9	E	11	20	11	20	0	0
16	22	5	F	11	16	27	32	0	16
18	20	0	<i>Dummy</i>	9	9	18	18	2	9
18	22	5	G	9	14	27	32	2	18
20	26	19	H	11	30	18	37	7	7
22	26	5	I	16	21	32	37	16	16
24	26	17	J	20	37	20	37	0	0
26	28	3	K	37	40	37	40	0	0

Tabel 2.1 menyajikan contoh perhitungan di ES, EF, LS dan LF seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Selain itu pada gambar 2.9, lintasan kritis digambarkan dengan garis yang tebal. Lintasan kritis ini ditentukan dengan cara mencari setiap aktivitas yang memiliki nilai ES dan LS serta EF dan LF identik atau sama.

Setiap aktivitas dengan *early* dan *late times* yang tidak sama adalah fleksibel. Aktivitas ini memiliki fleksibilitas waktu yang rentang dan disebut "float" atau "slack". *Float* ini mengukur jumlah waktu dari aktivitas dapat terlambat ketika masih diijinkan oleh proyek lain untuk diselesaikan dalam waktu jadwal. Cara menentukan *float* adalah dengan melihat ukuran dari kritis. Semakin banyak aktivitas *float* maka semakin sedikit jumlah aktivitas kritisnya. Aktivitas dimana tidak memiliki *float* adalah kritis dan tidak dapat diterlambatkan.

Ada dua macam jenis *float* yakni *total float* (TF) dan *free float* (FF). *Total float* adalah aktivitas dengan perbedaan/ selisih antara waktu ES dan LS atau EF dan LF. Sedangkan *free float* adalah perbedaan/ selisih antara EF dan ES untuk setiap penyelesaian aktivitas. Contoh perhitungan FF dan TF dapat dilihat pada tabel 2.1.

2.3.3.4 Kelebihan dan Kekurangan *I-J method*

Kelebihan *I-J method*:

1. Tersajikan dengan baik dan dapat dengan mudah dimengerti
2. Teknik penggambaran dan perhitungannya tidak ada variasi yang banyak antara penjadwal yang satu dengan yang lainnya
3. Banyak *software* pembantunya
4. Persiapan pembuatannya membantu kita memahami bagaimana cara kita menyelesaikan suatu proyek tersebut
5. Formatnya terstruktur
6. Meminimalis tingkat kesalahan
7. Menyajikan jadwal yang akurat
8. Menyajikan logis pekerjaan yang lengkap dalam jalan yang efisien dan akurat pula.
9. Dapat dikonversikan ke dalam type lain dari format jadwal

Kekurangan Penggunaan *I-J Method*

1. Tidak dapat memodelkan hubungan aktivitas tersebut dengan mudah
2. Logis yang terjadi kadang tidak fleksibel dan bersifat kaku
3. Membutuhkan aktivitas kegiatan yang banyak dan terperinci

2.3.4 Ketidakpastian dalam Penjadwalan

(Sumber: Mulholand, B. & Christian J., 1999)

Ketidakpastian dapat mempengaruhi proses penjadwalan tradisional yang nampaknya sudah terprediksi dengan presisi. Untuk menyediakan kerangka bagi penilaian ketidakpastian jadwal kerja yang terstruktur dan sistematis, telah

ditentukan empat dimensi ketidakpastian dalam penjadwalan (gambar 2.10), yakni:

- Tahap Perencanaan Teknik
Kendala ketidakpastian disini ditandai dengan derajat pengalaman yang berbeda-beda dari para desainer, jenis kontrak, dan perubahan rancangan.
- Tahapan Pengadaan
Ditandai dengan banyak sekali kegiatan pada lokasi yang berbeda-beda dimana membutuhkan SDM pada pelaksanaannya. Faktor resiko pada tahap ini menyangkut proses pemilihan kontraktor, *vendor*, dan pengantaran tepat yang waktu.
- Tahap Konstruksi
Satu dari faktor kritis untuk sukses pada tahap ini adalah kebutuhan akan strategi kontrak yang *fair* dalam mempertimbangkan resiko. Salah satu penyebab kegagalan pada proyek konstruksi adalah pemilihan format kontrak yang kurang sesuai dengan karakteristik proyek.
- Efektivitas Manajemen Proyek
Secara signifikan akan mempengaruhi apakah durasi kegiatan yang telah direncanakan akan tercapai. Tabel 2.2 akan memperlihatkan beberapa faktor dasar yang mempengaruhi keefektifan fungsi manajemen proyek.



Gambar 2.10 Dimensi Ketidakpastian dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi

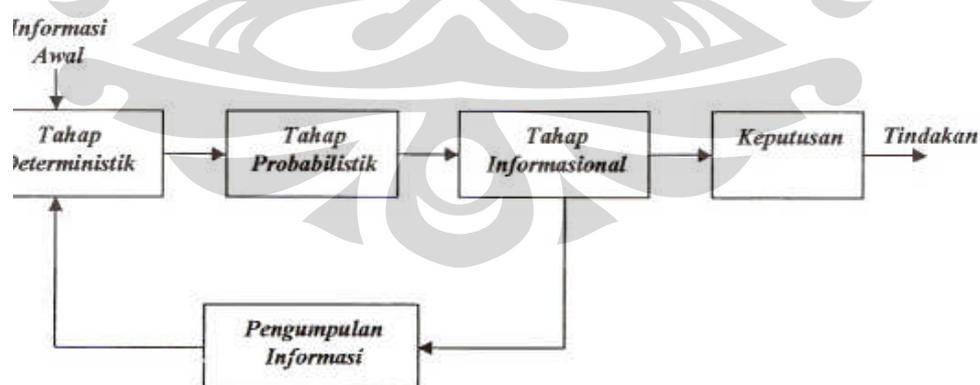
Tabel 2.2 Faktor Dasar yang Mempengaruhi Efektivitas Fungsi Manajemen
Proyek

Proyek yang Berhasil	Proyek yang Gagal
<ul style="list-style-type: none"> - Lingkup pekerjaan terdefinisi dengan baik - Perencanaan lebih awal dan ekstensif - Melibatkan hubungan yang positif dengan owner - Komunikasi yang baik dengan pekerja lapangan - Tanggapan cepat terhadap perubahan - Perancangan yang memperhatikan keseluruhan proyek 	<ul style="list-style-type: none"> - Lingkup pekerjaan keliru - Perencanaan buruk - Manajemen dan kontrol buruk - Komunikasi antarbidang buruk - Jadwal dan budget tidak realistik - Kualitas SDM buruk - Perubahan yang berlebihan

2.3.5 Pendekatan Terhadap Resiko Dalam Penjadwalan

(Sumber: Mangkusubroto, Kuntoro, Trisna C. Listriani, 1987).

Pendekatan resiko dalam penjadwalan dengan menentukan pasangan biaya dan waktu optimum secara deterministik dan dilanjutkan tahapan dengan teknik probabilitistik pada dasarnya adalah suatu implementasi konsep analisis keputusan yang jika digambarkan dalam bentuk diagram alir akan mengikuti tahapan-tahapan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Siklus Analisis Keputusan

Pada tahap Deterministik variabel-variabel yang mempengaruhi keputusan perlu didefinisikan dan saling dihubungkan, perlu dilakukan penetapan nilai, dan selanjutnya tingkat kepentingan variabelnya diukur, tanpa terlebih dahulu memperhatikan unsur ketidakpastiannya.

Dalam tahap Probabilistik penetapan besarnya ketidakpastian yang melingkupi variabel-variabel yang penting lalu menyatakannya dalam suatu nilai. Dalam tahap ini juga dilakukan penetapan preferensi atas resiko.

Tahap Informasional merupakan tahap peninjauan hasil dari dua tahap yang terdahulu guna menentukan nilai ekonomisnya bila kita ingin mengurangi ketidakpastian pada suatu variabel yang dianggap penting. Dengan demikian dari tahapan ini kita dapat menentukan apakah masih diperlukan pengumpulan informasi tambahan untuk mengurangi kadar ketidakpastian.

2.4 SISTEM DAN MODEL

Sistem adalah sekumpulan unsur dari suatu realitas yang terbatas yang menjadi objek telaahan. Sistem bersifat relatif karena tergantung pada tujuan mempelajari sistem tersebut.

Model adalah berbagai bagian dari perencanaan dan bagaimana bagian-bagian tersebut dihubungkan. Perencanaan proyek memodelkan proyek mereka sebagai kumpulan dari aktivitas yang saling berhubungan dimana pada setiap aktivitas tersebut terdapat prediksi waktu yang diperlukan, sumber daya yang digunakan dan biaya (Grey, Stephen, 1995). Beberapa jenis model antara lain model iconic (scaled physical object), graphical model, mathematical model dan logical model. Melalui suatu sistem model dipelajari. Dalam konteks ini pemodelan dapat dilakukan dengan teknik penjadwalan seperti CPM atau PDM.

Simulasi merupakan sebuah cara untuk melakukan percobaan-percobaan dengan model yang detail dari sistem yang sebenarnya untuk menentukan bagaimana sebuah sistem merespon terhadap perubahan pada struktur, lingkungan, atau asumsi-asumsi sistem tersebut. Simulasi komputer adalah suatu proses perancangan model logika matematika dari suatu sistem nyata dan bereksperimentasi dengan model secara abstrak pada komputer. Dengan suatu eksperimentasi secara abstrak tentang suatu sistem, dimungkinkan diperoleh suatu kesimpulan mengenai sistem yang dilakukan;

- a. tanpa harus membangun sistem, jika ingin mengevaluasi suatu sistem yang belum ada

- b. Tanpa mengganggu sistem, jika ingin mempelajari sistem yang tengah beroperasi dan melakukan suatu eksperimen pada sistem mahal atau berbahaya
- c. Tanpa harus menghancurkan sistem, jika mempunyai tujuan menentukan limit tekanan pada suatu sistem

Dari perspektif simulasi, sistem terdiri dari entiti – entiti, aktivitas – aktivitas, sumber daya – sumber dayadan controls. Dalam simulasi terdapat simulasi diskrit dan simulasi kontinu. Pada simulasi diskrit, variabel dependent berubah secara kontinu dengan berubahnya waktu.

Terdapat 3 jenis simulasi yaitu;

1. Simulasi menurut sifat dan waktu
 - a. Simulasi statis yaitu simulasi model yang menggambarkan suatu proses yang tidak dipengaruhi waktu atau suatu proses yang terjadi pada suatu waktu tertentu.
 - b. Simulasi dinamis yaitu simulasi yang menggambarkan proses yang dipengaruhi oleh waktu atau berlangsung pada suatu rentang waktu
2. Simulasi menurut ada tidaknya peubah acak
 - a. Simulasi deterministik yaitu simulasi yang menggambarkan suatu proses yang pasti terjadi
 - b. Simulasi stokastik / probabilistik yaitu simulasi yang menggambarkan suatu proses yang mengandung sifat ketidakpastian / random / probabilistik
3. Simulasi menurut peubah acak
 - a. Simulasi diskrit yaitu simulasi yang komponen sistemnya bersifat kontinu
 - b. Simulasi campuran yaitu simulasi yang komponen sistemnya ada yang bersifat deskrit dan ada yang bersifat kontinu

Model simulasi diskrit dapat diformulasikan dengan mendefinisikan perubahan yang terjadi pada *state* dalam setiap *event time*, mendeskripsikan aktivitas yang ada dalam sistem, mendeskripsikan proses yang dialami setiap entitas yang masuk ke dalam sistem.

Pada model simulasi kontinu, *state* sistem direpresentasikan oleh variabel dependent yang berubah secara kontinu dengan berubahnya waktu. Model dikonstruksikan dengan mendefinisikan suatu set persamaan yang perilaku dinamikanya merepresentasikan perilaku sistem nyata.

Perumusan masalah dalam simulasi merupakan tahapan penting dalam simulasi yang pada prinsipnya adalah pemilihan masalah yang akan disimulasikan. Berdasarkan kriteria dan kepentingan. Adapun tahapan-tahapannya adalah:

1. Identifikasi peubah keputusan dan peubah yang tidak terkontrol
2. Pelajari kendala/ *constrain* dari peubah keputusan
3. Definisikan tolak ukur untuk kinerja sistem
4. Definisikan fungsi tujuan
5. Kembangkan struktur model awal untuk mempelajari hubungan antar variabel.

Sedangkan variabel pada umumnya ada 2 macam yaitu:

1. Exogenous variabel yaitu variabel yang tidak termasuk dalam sistem/model yang berperan sebagai input ke dalam sistem tersebut.
2. Endogenous variabel yaitu variabel yang internal di dalam sistem yang nilainya dipengaruhi oleh variabel eksogenous dan berperan sebagai output variabel.

Model adalah gambaran / representasi dari suatu sistem dengan ciri-ciri model adalah memiliki karakteristik sama dengan sistem aslinya dan proporsional dengan sistem aslinya. Jenis-jenis model antara lain:

1. Model fisik yaitu representasi bentuk fisik dari suatu sistem. Yang termasuk model fisik adalah:
 - a. Model ikonik yaitu menggambarkan seperti apa bentuk fisik dari sistem tersebut. Contoh maket bangunan.
 - b. Model analog yaitu menggambarkan bagaimana sistem tersebut bekerja. Contoh alat peraga.
2. Model simbolik yaitu gambaran dari suatu sistem dalam bentuk simbol-simbol yang tercakup dalam model ini antara lain:

- a. Model matematis adalah penggambaran suatu sistem dengan menggunakan simbol-simbol dan operator matematika. Contoh model permintaan dan penawaran.
- b. Model grafik yaitu penggambaran suatu sistem dengan menggunakan gambar/grafik. Contoh histogram.

Penyusunan model ada beberapa tahapan yaitu:

- Konsultasi dengan expert.
- Mempelajari teori yang berkaitan dengan model.
- Membandingkan/merujuk ke hasil simulasi yang sama yang dikerjakan.
- Pengamatan terhadap sistem.
- Intuisi/pengalaman.

Selanjutnya bila model telah tersusun maka kegiatan berikutnya adalah:

1. Tes asumsi secara empiris melalui metoda yaitu statistik atau analisa sensitivitas. Analisa sensitivitas merupakan suatu studi seberapa besar variasi ketidakpastian dari output model matematis secara kualitatif maupun kuantitatif untuk membedakan variasi input dari model tersebut.
2. Tentukan apakah keluaran simulasi cukup representative sesuai dengan sistem yang ada. Dalam penelitian, hal ini dilakukan dengan validasi lapangan.

Pembangkit bilangan acak/random number digunakan untuk mensimulasikan nilai dari peubah acak dengan suatu metode transformasi. Bilangan acak umumnya bernilai antara 0 sampai dengan 1 dan berdistribusi seragam.

Adapun syarat-syarat pembangkit bilangan acak adalah:

1. Bersifat random artinya munculnya suatu bilangan acak tidak dipengaruhi oleh bilangan acak sebelumnya.
2. Tidak bersifat *degenerate* yang artinya tidak berulang dalam memberikan bilangan yang sama.
3. Merailiki periode ulang yang panjang.

Metode pembangkitan bilangan acak dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan manual, menggunakan tabel dan menggunakan komputer. Perbedaan pada simulasi menggunakan analitik dan komputer adalah hasil simulasi analitik berupa 1 kesimpulan sedangkan hasil simulasi komputer berupa tabel yang berisi berbagai macam kombinasi dari kondisi yang tidak terbatas. Ada beberapa jenis bilangan acak antara lain bilangan acak murni yaitu bilangan acak yang muncul dalam pembangkitan yang benar-benar tidak bisa diduga dan semua bilangan memiliki peluang yang sama untuk muncul. Dan bilangan acak tidak murni adalah bilangan acak yang muncul dan bisa diduga karena dihasilkan dengan rumus matematika.

2.4.1 Eksperimen dengan sistem nyata vs eksperimen dengan model

Jika mungkin dan biaya efektif untuk merubah suatu sistem secara fisik dan mengopersikannya, maka mungkin hal tersebut perlu dilakukan, dan tidak perlu dipertanyakan apakah apa yang dipelajari sudah valid. Akan tetapi eksperimen seperti ini biasanya memakan biaya dan sangat mengganggu sistem yang sudah ada.

Ketika seseorang menggunakan model, selalu akan ada pertanyaan apakah model tersebut sudah cukup akurat untuk menggambarkan sistem yang sebenarnya sebelum suatu keputusan diambil.

2.4.2 Model Fisik vs Model Matematik

Pada kebanyakan orang kata "model" akan menimbulkan suatu gambaran seperti seorang pilot yang berlatih dengan kokpit yang terpisah dari pesawat aslinya, atau miniatur lainnya. Ini adalah contoh model fisik ini bukanlah model yang diminati dalam penelitian operasional dan sistem analisis. Secara mayoritas, model dibuat untuk suatu analisa matematik.

2.4.3 Solusi Analitik vs Simulasi

Apabila telah dibuat suatu model matematik, maka harus diuji sejauh mana ia dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan tentang sistem tersebut. Jika suatu model cukup sederhana, maka kita bisa memperoleh suatu solusi analitik yang

tepat. Jika suatu solusi analitik untuk suatu model matematik tersedia dan secara perhitungan etisien, maka lebih diminati mempelajari model dengan jalan ini daripada melalui simulasi. Akan tetapi banyak sistem yang sangat kompleks sehingga menghindarkan kemungkinan solusi analitik. Pada kasus ini, suatu model harus dipelajari melalui sarana simulasi.

2.4.4 Kelebihan dan Kekurangan Simulasi

Beberapa kelebihan dari simulasi adalah:

1. Kebanyakan sistem nyata yang kompleks tidak bisa dijelaskan dengan akurat oleh model matematik yang bisa dievaluasi secara analitik. Jadi melalui simulasi adalah satu-satunya jenis penelitian yang mungkin dilakukan.
2. Simulasi dapat memperkirakan performansi dari suatu sistem nyata dibawah beberapa jenis operasi.
3. Alternatif usulan desain sistem dapat dibandingkan dengan simulasi untuk melihat mana yang terbaik yang sesuai dengan kebutuhan.
4. Simulasi membuat kita dapat mempelajari sistem yang memakan waktu lama dalam waktu yang lebih singkat.

Adapun berbagai kekurangan yang dimiliki oleh simulasi adalah:

1. Model simulasi biasanya mahal dan memakan waktu dalam mengembangkannya.
2. Jika suatu model tidak valid maka hasil simulasi tidak akan memberikan banyak informasi yang berarti terhadap sistem yang sebenarnya.

Pada beberapa kasus studi simulasi terdapat kegagalan-kegagalan yang dihadapi oleh operator Faktor-faktor yang menyebabkan gagalnya suatu studi simulasi yaitu:

1. Kegagalan mendefinisikan tujuan awal dari simulasi.
2. Kegagalan mengumpulkan data yang baik dari suatu sistem.
3. Kesalahan dalam penggunaan animasi.
4. Memakai ukuran performansi yang salah.

2.4.5 Membangun Suatu Model Simulasi yang Valid dan Tepat

Salah satu masalah tersulit yang dihadapi analis sistem adalah untuk menentukan apakah suatu model simulasi sudah tepat menggambarkan sistem nyata yang dipelajari. Verifikasi berhubungan dengan penentuan apakah model konseptual sudah tepat digambarkan dalam bahasa komputer. Validasi adalah proses penentuan apakah suatu model simulasi tersebut sudah memberikan gambaran yang tepat dari sistem tersebut, untuk tujuan utama dari studi.

Salah satu teknik yang dipakai untuk mengecek program simulasi komputer adalah dengan menjalankan simulasi pada input yang bervariasi, kemudian dilihat hasilnya apakah hasil outputnya masuk akal. Pada beberapa kasus, ukuran performansi yang sederhana bisa dihitung dan digunakan untuk perbandingan. Misalnya untuk sistem antrian dengan jumlah s server yang paralel, rata-rata utilisasi server bisa ditunjukkan dengan persamaan $\rho = \lambda(s\omega)$. Jadi, jika rata-rata utilisasi dari simulasi yang telah dijalankan mendekati faktor utilisasi ρ maka ini adalah suatu indikasi bahwa program tersebut telah benar.

Tes yang paling tepat untuk mengetahui validitas dari suatu model simulasi adalah dengan membuktikan bahwa hasil output dari simulasi secara dekat menyerupai dengan data dari sistem sebenarnya. Jika dua buah data dekat perbandingannya, maka model simulasi tersebut bisa dikatakan valid. Ide untuk membandingkan data output dari model dan sistem disebut sebagai validasi hasil. (Law & Kelton, 2000).

2.5 VISUAL SLAM DAN AWESIM

Visual SLAM dan AweSim merupakan suatu sistem komputer yang dapat digunakan untuk membangun suatu model simulasi. Dalam pendekatan pemodelan dengan menggunakan Visual SLAM, terdapat dua buah masalah umum yang akan dihadapi yaitu:

- Memutuskan rincian atau data apa saja yang akan dimasukkan ke dalam model.
- Memutuskan bagaimana menggambarkan rincian tersebut dengan menggunakan Visual SLAM,

2.5.1 Elemen-elemen dari Visual SLAM dan AWESIM

Elemen-elemen pada Visual SLAM dan AWESIM terbentuk dalam satu tempat yang biasanya disebut dengan skenario. Pada sebuah skenario biasanya terdapat Network dan Controls. Network digunakan untuk menggambarkan jalannya proses dari model yang akan disimulasikan dan Controls yang lebih mengarah kepada angka-angka yang digunakan untuk insialisasi variabel-variabel maupun batasan-batasan dari model tersebut.

2.5.2 Networks

Terdapat beberapa pilihan saat mengklik icon “networks”, diantaranya adalah Open, New, Copy, Delete, Export, Import dan Rename. Tampilan tabel awal dari networks adalah sebagai berikut:

- a. Open, digunakan untuk membuka network yang telah dibangun sebelumnya.
- b. New, digunakan untuk membuat network baru.
- c. Copy, digunakan untuk menyalin network dari skenario lain yang telah memiliki network.
- d. Delete, digunakan untuk menghapus network yang sudah dibuat.
- e. Export, digunakan untuk mengeluarkan network yang telah dibuat ke tempat yang diinginkan.
- f. Import, digunakan untuk mendatangkan atau memasukkan network dari skenario yang berbeda ke skenario yang sedang berjalan.

2.5.3 Controls

Terdapat beberapa pilihan saat mengklik icon "networks", diantaranya adalah Open, New, Set Current, Copy, Delete, Export, Import dan Rename. Tampilan tabel awal dari Controls adalah sebagai berikut:

- a. Open, digunakan untuk membuka controls yang telah dibuat sebelumnya.
- b. New, digunakan untuk membuat controls yang baru.
- c. Set Current, digunakan untuk memakai controls yang telah kita pilih sebagai bagian dari skenario.
- d. Copy, digunakan untuk mengcopy controls ke proyek lain.
- e. Delete, digunakan untuk menghapus controls.

- f. Export, digunakan untuk menciptakan file baru yang berisi kontrol yang diekspor, biasa digunakan untuk mencetak controls atau digunakan sebagai penyimpanan ganda.
- g. Import, digunakan untuk memasukkan data dari controls yang diekspor.
- h. Rename, digunakan untuk mengganti nama controls.

Untuk memulai perancangan controls, pertama-tama klik ikon controls, lalu klik ikon "new". Pada pertama hanya didapat empat komponen standar yang tersedia yaitu gen, limits, net dan fin.

1. Gen Control menggambarkan data-data dari pembuat projek, mulai dari nama pembuat, nama projek, tanggal pembuatan projek, dan sebagainya. Terdapat beberapa bagian yang sebaiknya diisi pada bagian Gen Control, bagian-bagian tersebut adalah:
 - a. Name, digunakan untuk mengisi nama dari pembuat model
 - b. Proyek, digunakan untuk mengisi nama proyek yang akan dibuat
 - c. Date, digunakan untuk mengisi tanggal dari pembuatan model
 - d. # of run, digunakan untuk menentukan banyaknya simulasi yang akan dilakukan.
 - e. Max Errors, digunakan untuk menentukan jumlah error yang dapat diterima selagi model disimulasikan.
2. Limits Control, berisikan mengenai batasan-batasan dari variabel-variabel yang digunakan di dalam pemodelan.
3. Network Controls, digunakan untuk membaca network yang akan digunakan, apakah network yang digunakan berasal dari network yang sedang eksis atau network yang digunakan mengambil dari network yang berasal dari projek lain. Dapat juga digunakan untuk menyimpan network yang akan dijalankan dengan menggunakan nama network yang berbeda.
4. Fin, digunakan untuk menandakan bahwa controls yang disusun telah selesai, di dalam fin tidak terdapat data-data yang diisikan.

2.5.4 Hasil Simulasi dari Visual SLAM dan AWESIM

Setelah simulasi dijalankan maka hasil yang diinginkan bisa didapatkan. Untuk menampilkan hasil yang diinginkan dilakukan dengan cara mengklik ikon "report" lalu pilih hasil report apa yang diinginkan.

2.5.4.1 Report Output

Di dalam report output terdapat empat bagian yang dapat dilihat hasil dari pemodelan. Hasil output yang dapat dilihat adalah:

1. Echo, digunakan untuk melihat jalannya pemodelan yang dimulai dari controls sampai dengan network.
2. Intermediate, digunakan untuk melihat apakah terdapat error selama simulasi berlangsung, biasanya error pada intermediate adalah error karena disebabkan oleh entiti yang diproses lebih dari 300 entiti.
3. Summary, digunakan untuk melihat hasil statistik yang dihasilkan pemodelan.
4. Multiple Run, digunakan untuk melihat hasil statistik dari beberapa simulasi yang digunakan secara keseluruhan.

2.5.4.2 Report Error

Di dalam report error terdapat tiga bagian yang dapat dilihat, report error sangat berguna sekali apabila pemodelan yang telah dibuat tidak dapat berjalan dengan baik. Report Error memiliki tiga bagian dalam menganalisa error dari suatu model, yaitu:

1. Translation, digunakan untuk melihat error yang terdapat pada model yang dibuat (controls dan network).
2. Run, digunakan untuk melihat error yang terjadi pada saat simulasi dijalankan.
3. Animation, digunakan untuk melihat error pada animasi yang dibuat.

2.5.4.3 Report Components

Dalam Report Components, seluruh komponen dari proyek yang telah dibuat mulai dari networks sampai pada animasi lebih diperlihatkan secara verbal, pada Report Components terdapat tujuh bagian yang dapat digunakan, yaitu:

1. Networks, digunakan untuk menampilkan networks secara tertulis.
2. Subnetworks, digunakan untuk menampilkan subnetworks secara tertulis.

3. Controls, digunakan untuk menampilkan controls.
4. Animations, digunakan untuk menuliskan semua komponen dari animasi secara tertulis.
5. User Inserts, digunakan untuk menampilkan user inserts yang telah dibuat sebelumnya.
6. User Data, digunakan untuk menampilkan user data yang telah dibuat sebelumnya.
7. Notes, digunakan untuk menampilkan notes yang telah dibuat sebelumnya.

2.5.4.4 Report Graph

Selain menampilkan hasil output secara statistik, pada report juga dapat diperlihatkan hasil yang digambarkan dengan menggunakan grafik. Dalam Visual SLAM And AWESIM terdapat empat macam grafik yang dapat ditampilkan, grafik-grafik tersebut adalah sebagai berikut ini:

1. Bar Chart, memiliki dua pilihan grafik batang yaitu grafik batang untuk satu hasil statistik/banyak skenario atau banyak hasil statistik/satu skenario.
2. Histogram.
3. Pie Chart, diagram pie yang biasa digunakan untuk melihat perbandingan utilitas pada model yang dijalankan.
4. Plot

2.6 TAHAPAN PROBABILISTIK DENGAN SIMULASI

Proses penentuan distribusi probabilitas (bentuk distribusi variabel acak) terkadang memunculkan kesulitan bagi praktisi. Untuk memilih distribusi secara benar, terdapat tiga aturan dasar:

1. Buat daftar mengenai semua hal yang diketahui mengenai variabel dan kondisi di sekitar variabel.
2. Pahami tipe-tipe dasar distribusi probabilitas.
3. Pilih distribusi probabilitas yang mewakili karakteristik variabel.

Beberapa tipe umum distribusi probabilitas (Edward Back, 1998):

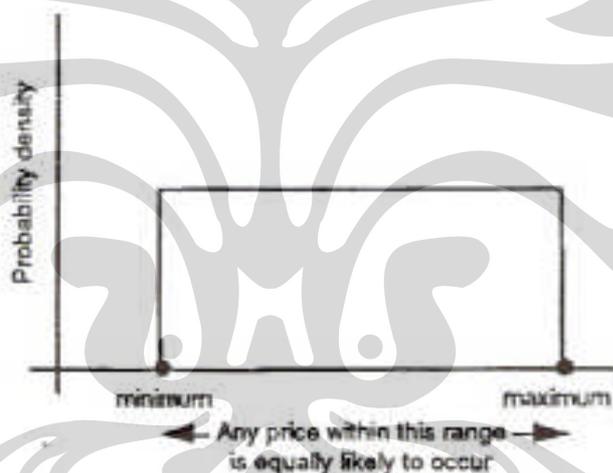
- | | |
|--------------|-----------|
| ○ Uniform | ○ Normal |
| ○ Triangular | ○ Poisson |

- Binomial
- Lognormal
- Eksponensial
- Beta
- Weibull

2.6.1 Distribusi Uniform

Pada distribusi uniform semua nilai yang berada di antara nilai minimum dan maksimum memiliki kemungkinan yang sama untuk muncul (gambar 2.12). Tiga kondisi yang mendasari distribusi uniform adalah:

- Nilai minimum dan maksimum bersifat tetap
- Semua nilai di antara nilai minimum dan maksimum memiliki kemungkinan yang sama untuk muncul.



Gambar 2.12 Distribusi Uniform

Distribusi uniform adalah distribusi kontinyu yang dibatasi pada kedua sistenya. Kepadatannya tidak bergantung pada nilai X. Perlu dicatat bahwa kedua nilai min dan max 0, titik akhir tidak akan terjadi.

$$Q_{pi} = \left[\frac{150.000}{(4 \times 4)} \right] = 6250 \text{ lembar}$$

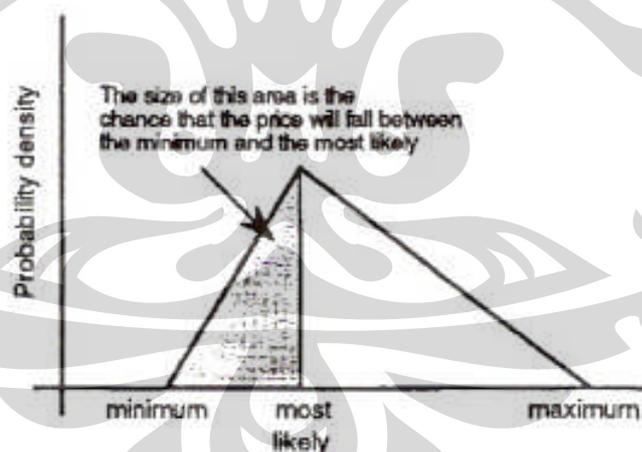
2.6.2 Distribusi Triangular

Selama pembangunan sistem estimasi biaya otomatis, beberapa faktor membawa pada pemilihan triangular probability density function (fungsi distribusi probabilitas triangular) untuk memodelkan biaya konstruksi historis. Probabilitas

triangular biasanya digunakan ketika parameter fungsi secara langsung diestimasi atau diperkirakan oleh para ahli. Sebuah contoh tipikal adalah untuk mengestimasi durasi aktivitas dengan mengidentifikasi nilai minimum, nilai *mostlikely*, dan nilai maksimum. Nilai ini kemudian digunakan untuk membuat fungsi distribusi triangular untuk menunjukkan durasi aktivitas yang tak pasti.

Metode estimasi biaya tradisional seringkali berorientasi ke arah pendekatan deterministik dan gagal menempatkan sifat *variability* (ketidaktetapan) pada dunia nyata, dimana metodologi probabilistik lebih baik digunakan. Sebagai sebuah teknik untuk menanggulangi pembatasan pendekatan deterministik, pengestimasian *range* (cakupan) telah menjadi prosedur yang diterima dalam profesi *cost engineering*.

Distribusi Triangular mendeskripsikan situasi dimana dapat diestimasi tiga nilai yaitu nilai maksimum, minimum, dan *mostlikely*. Nilai-nilai yang mendekati nilai minimum dan maksimum memiliki kemungkinan yang lebih kecil daripada yang mendekati *mostlikely*, seperti pada grafik gambar 2.13.



Gambar 2.13 Distribusi Triangular

Distribusi triangular dibatasi pada kedua sisinya. Distribusi triangular digunakan ketika ada atau sedikit data yang tersedia. Ini jarang mempresentasikan suatu set data yang akurat.

Ciri dari distribusi triangular mirip sekali dengan distribusi beta, yaitu:

1. Tiap estimasi ada nilai tertinggi dan terendah
2. Distribusi bersifat kontinu. Distribusi probabilitas diasumsikan bersifat diskrit.

3. Probabilitas pemunculan kejadian menurun ketika mendekati nilai tertinggi dan terendah, sehingga distribusi berbentuk konveks atau cembung (bukan konkav / cekung)
4. Bersifat unimodal, sehingga diharapkan hasil distribusi akan memiliki satu nilai most probable.
5. Karena data aktual memiliki nilai “bebas” untuk cenderung lebih meninggi daripada merendah sesuai hasil estimasi, maka distribusi kecondongan.

Tabel 2.3 membandingkan ciri-ciri tertentu dari distribusi normal, lognormal, uniform, gamma, triangular, dan beta sesuai dengan ciri distribusi triangular diatas.

Tabel 2.3 Perbandingan Ciri-ciri Distribusi

Distribusi	Batas	Unimodal	Condong
Normal	Tidak	Ada	Tidak
Lognormal	Pada satu ujung	Ada	Ada
Uniform	Ada	Tidak	Tidak
Gamma	Pada satu ujung	Ada	Ada
Triangular	Ada	Ada	Ada
Beta	Ada	Terkadang	Ada

(W. Edward Back: *Defining Triangular Probability Distribution From Historical Cost Data*)

Berdasarkan tabel 2.3 dapat dilihat bahwa distribusi triangular dan beta memiliki kemiripan. Kedua distribusi ini dapat digunakan untuk memodelkan data historis.

Pada dasarnya ada beberapa alasan untuk memilih distribusi triangular daripada distribusi beta adalah karena beta density function memiliki hasil bimodal.

Kekurangan dari distribusi beta dibandingkan distribusi triangular:

1. Beta density function memiliki hasil bimodal. Sehingga memiliki nilai most likely lebih dari satu. Misalnya, dua nilai most likely tentu sangat membingungkan.

2. Harus menetapkan empat parameter untuk distribusi beta dalam bentuk umumnya atau sebagai alternatif dapat menggunakan bentuk standar dari distribusi beta, yang mana hanya membutuhkan dua bentuk parameter membatasi dengan keras nilai.

Fungsi yang digunakan untuk menggambarkan distribusi triangular adalah:

$$f(x) = \frac{23(x - \min)}{(\max - \min)(\text{mod } \ell - \min)} = \frac{2(\max - x)}{(\max - \min)(\max - \text{mod } \ell)}$$

2.6.3 Distribusi Normal

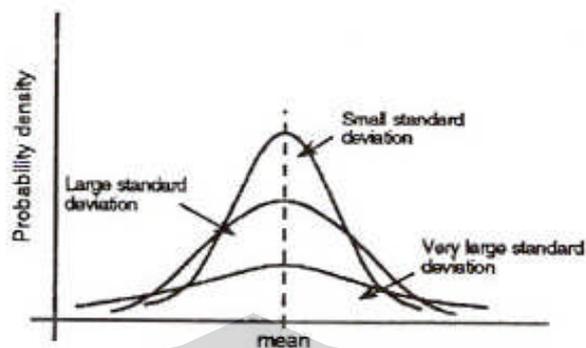
Distribusi normal dapat digunakan ketika memiliki tingkat kepercayaan yang baik mengenai sebuah nilai yang paling mungkin terjadi. Distribusi normal adalah distribusi yang tidak dibatasi (gambar 2.14). Kadangkala disebut sebagai distribusi Gaussian atau kurva lonceng. Karena sifatnya yang menggambarkan peningkatan jumlah kesalahan kecil yang bebas, maka distribusi normal sangat bermanfaat dalam statistik. Distribusi normal sering digunakan untuk menggambarkan data yang simetris. Fungsi yang digunakan untuk menggambarkan

adalah:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{[x - \mu]^2}{2\sigma^2}\right)$$

distribusi normal

Sebagai contoh ketika kita memiliki tingkat keyakinan harga yang paling mungkin untuk slab beton adalah £67/m³, harga slab beton kemungkinan juga berada diatas atau dibawah £67/m³. Berdasarkan pengalaman diketahui bahwa 68% peluang harga berada £10/m³ dari mean. Dengan kata lain di antara £57/m³ dan £77/m³, sehingga dalam kasus ini standar deviasinya adalah £10/m³.



Gambar 2.14 Distribusi Normal dengan Nilai Mean yang Sama dan Standar Deviasi yang Berbeda-beda

2.6.4 Distribusi Lognormal

Distribusi Lognormal adalah distribusi kontinyu yang dibatasi pada batas bawah. Itu selalu bernilai 0 pada batas bawah, lalu memuncak tergantung dari μ dan σ lalu menurun secara monoton seiring dengan pertambahan nilai X.

Distribusi Lognormal digunakan pada banyak area yang berbeda termasuk distribusi ukuran partikel, konsentrasi debu pada industri atmosfer, distribusi kemunculan mineral pada konsentrasi rendah, distribusi waktu hidup dalam ketahanan dan sebagainya.

Fungsi yang digunakan untuk menggambarkan distribusi lognormal adalah:

$$f(x) = \frac{1}{(x - \min)\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{[\ln(x - \min) - \mu]^2}{2\sigma^2}\right)$$

2.6.5 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial adalah distribusi kontinyu yang dibatasi pada batas bawah. Bentuknya selalu sama, mulai dari nilai yang terbatas pada minimum dan secara kontinyu berkurang pada nilai X yang lebih besar. Seperti yang ditunjukkan gambar di atas, distribusi eksponensial menu am dengan cepat soiling nilai X yang semakin besar.

Distribusi eksponensiai seringkali digunakan untuk merepresentasikan waktu diantara kejadian yang acak, seperti waktu antar kedatangan pada suatu

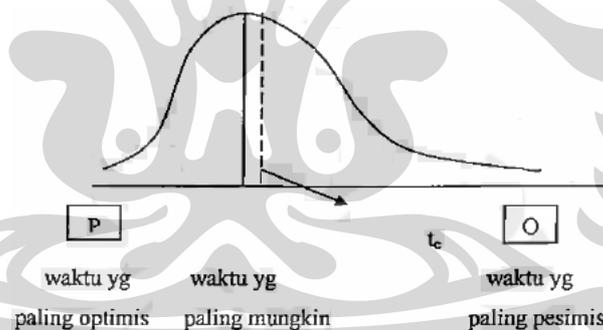
lokasi tertentu dalam suatu model antrian. Itu juga digunakan untuk menggambarkan waktu pelayanan suatu operasi tertentu.

Distribusi eksponensial digunakan untuk menggambarkan suatu peristiwa secara acak. Fungsi yang digunakan dalam distribusi eksponensial adalah:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} \exp\left(-\frac{[x - \text{min}]}{\beta}\right)$$

2.6.6 Distribusi Beta (Levin, 1977)

Tidak semua variabel dapat didistribusikan secara normal (daerah sisi kanan dan kiri rata-rata simetris). Pada kenyataannya banyak contoh kasus dimana variabelnya membentuk suatu distribusi yang tidak simetris (distribusi beta). Distribusi ini tidak simetris karena jarak titik P dengan nilai yang paling mungkin (rata-rata) adalah jauh lebih besar daripada jarak antar titik Q dengan nilai yang paling mungkin (gambar 2.15).



Gambar 2.15 Distribusi Beta, a- Simetris ke satu arah

(Levin, Richard I., Perencanaan dan Pengendalian dengan PERT dan CPM, Balai Aksara Jakarta, 1977, hal 43)

Distribusi beta dalam PERT karena memiliki sifat-sifat berikut :

1. Dengan kemungkinan yang kecil bagi tercapainya waktu yang paling optimis (waktu yang terpendek). Garis vertikal (ordinat) yang ditarik dari waktu yang paling optimis adalah pendek sekali. Ordinat ini menunjukkan kemungkinan yang berhubungan dengan waktu pada titik tersebut.

2. Dengan kemungkinan yang kecil bagi tercapainya waktu yang paling pesimis (waktu terpanjang). Ordinat yang ditarik dari waktu yang paling pesimis merupakan sebuah garis yang pendek, yang menyatakan sangat kecilnya kemungkinan suatu proyek akan membutuhkan waktu yang sedemikian lamanya.
3. Dengan satu, dan hanya satu-satunya, waktu yang paling mungkin, yang akan bergerak dengan bebas antara kedua ekstrim yang telah disebutkan diatas.

Distribusi Beta memiliki beberapa keunggulan. Yang pertama dapat diidentifikasi dengan mudah melalui kumpulan data yang terbatas, seperti distribusi normal yang dapat diidentifikasi melalui *mean* dan variannya. Yang kedua dapat dengan mudah diperbarui ketika data historis tambahan digunakan dalam analisis data. Yang ketiga distribusi beta memiliki bentuk yang fleksibel dan memiliki berbagai macam variasi bentuk.

Dengan persamaan:

$$F(x) = \frac{1}{B(p, q)} \frac{(x-a)^{p-1} (b-x)^{q-1}}{(b-a)^{p+q-1}}$$

$$(a \leq x \leq b); p, q > 0$$

2.6.7 Distribusi Weibull

Distribusi Weibull adalah distribusi probabilitas yang paling penting dalam *reliability*. Distribusi kegagalan Weibull biasa digunakan untuk memodelkan tingkat kegagalan yang meningkat (IFR) dan yang tingkat kegagalan menurun (DFR).

Distribusi *Weibull* merupakan distribusi yang paling banyak digunakan untuk waktu kerusakan, karena distribusi ini dapat digunakan baik untuk laju kerusakan yang meningkat maupun laju kerusakan yang menurun. Dua parameter yang digunakan dalam distribusi ini adalah θ yang disebut dengan parameter skala (*scale parameter*) dan β yang disebut parameter bentuk (*shape parameter*).

Dalam distribusi Weibull fungsi-fungsi yang digunakan adalah : (Ebeling, 1997)

$$\text{Hazard rate function} \quad : \quad \lambda(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta} \right)^{\beta-1}$$

$$\text{Probability density function} \quad : \quad f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

$$\text{Reliability function} \quad : \quad R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

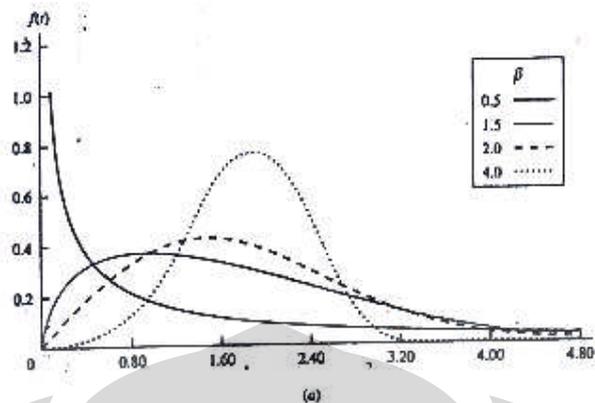
untuk $\theta > 0$, $\beta > 0$, dan $t \geq 0$

Distribusi Weibull sering digunakan dalam menentukan tingkat kegagalan. Yang menentukan hal ini adalah nilai parameter β yang berkaitan dengan laju kerusakan yang akan terjadi. Nilai-nilai β yang menunjukkan hal ini dituliskan dalam Tabel 2.4 (Ebeling, 1997).

Tabel 2.4 Nilai-nilai parameter β dalam distribusi Weibull

Nilai	Sifat Distribusi
$0 < \beta < 1$	<i>Decreasing Failure Rate (DFR)</i>
$\beta = 1$	<i>Constant Failure Rate (CFR)</i>
$1 < \beta < 2$	<i>Increasing Failure Rate (IFR), concave</i>
$\beta = 2$	<i>Rayleigh Distribution (LFR)</i>
$\beta > 2$	<i>Increasing Failure Rate (IFR), convex</i>
$3 \leq \beta \leq 4$	<i>Increasing Failure Rate (IFR), approaches normal</i>

Bila β (parameter bentuk) mempengaruhi bentuk kurva (laju kerusakan naik atau turun), maka θ (parameter skala) mempengaruhi nilai tengah dan sebaran dari distribusi tersebut. Dengan bertambahnya θ , nilai reliabilitas pada waktu tertentu juga akan meningkat, yang juga berarti menurunnya laju kerusakan. Grafik distribusi Weibull dapat dilihat pada gambar 2.23 (Ebeling, 1997)



Gambar 2.16 Kurva Fungsi Kepadatan Kemungkinan Weibull (*effect of β*)

2.7. *TOWN HOUSE* (Sumber : Rumah.wordpress.com)

Definisi *town house* atau “*Rumah Bandar*” adalah kompleks perumahan kecil yang eksklusif dan berharga mahal. Dari survey Tabloid RUMAH, kebanyakan rumah bandar yang ditawarkan di Jakarta dan sekitarnya memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Lokasinya di dalam kota.
- Dalam satu kompleks jumlah total unitnya hanya 10-30, dengan luas area umumnya di bawah 5000 m².
- Bentuk rumah bertingkat (biasanya 2 atau 3 lantai).
- Struktur rumah biasanya berdiri sendiri, bukan kopel.
- Tersedia fasilitas sosial dan fasilitas umum untuk digunakan bersama.
- Sebagian besar dipasarkan dengan sistem penjualan, bukan sewa.

Definisi ini sedikit berbeda dengan pengertian *town house* di luar negeri. Di Eropa dan Amerika, *town house* didefinisikan sebagai rumah tinggal yang dibangun berderet di mana dindingnya saling menempel antar unit rumahnya (kopel). Lokasi *town house* umumnya di tengah kota dan pemilik juga memiliki tanah di mana unit *town house*-nya berdiri. Jika status hunian dari bangunan seperti ini adalah sewa, maka namanya bukan lagi *town house* melainkan kondominium.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. PENDAHULUAN

Metode dan teknik penelitian yang tepat sangat penting digunakan untuk mendapatkan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian. Bab ini juga membahas mengenai metode dan teknik penelitian yang akan digunakan. Metodologi penelitian harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian agar penelitian yang dilakukan lebih terarah sehingga mempermudah analisis permasalahan yang ada.

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi oleh perusahaan, yaitu dengan meninjau langsung kondisi proyek yang sebenarnya untuk dijadikan ide dasar pemikiran pada tahap-tahap berikutnya. Setelah meninjau langsung ke proyek maka dapat diketahui bagaimana proses kegiatannya, struktur organisasinya hingga permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh proyek, untuk dijadikan bahan atau sumber informasi dalam melakukan penelitian.

Perancangan penelitian dimaksudkan untuk:

1. Membantu penyusunan kerangka berpikir serta alur proses penelitian yang jelas dan baik.
2. Rancangan penelitian membantu pembuktian proses pembenaran dari kerangka berpikir mengenai penelitian.
3. Sebagai pedoman dalam melangkah, bertindak serta menyelesaikan penelitian studi kasus.

Bab rancangan penelitian membahas tentang :

1. Kerangka berpikir
2. Pertanyaan penelitian, yang merupakan proses pembenaran dari kerangka berpikir yang telah disusun.
3. Hipotesa penelitian, merupakan jawaban atas pertanyaan penelitian.

Desain penelitian, yang berisikan tentang :

- a. Pemilihan strategi penelitian
 - b. Proses penelitian
 - c. Variabel penelitian
 - d. Instrumen penelitian
 - e. Metode pengumpulan data
 - f. Metode analisa data
4. Kesimpulan dari Bab rancangan penelitian.

3.2. KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESA

3.2.1 Kerangka Pemikiran

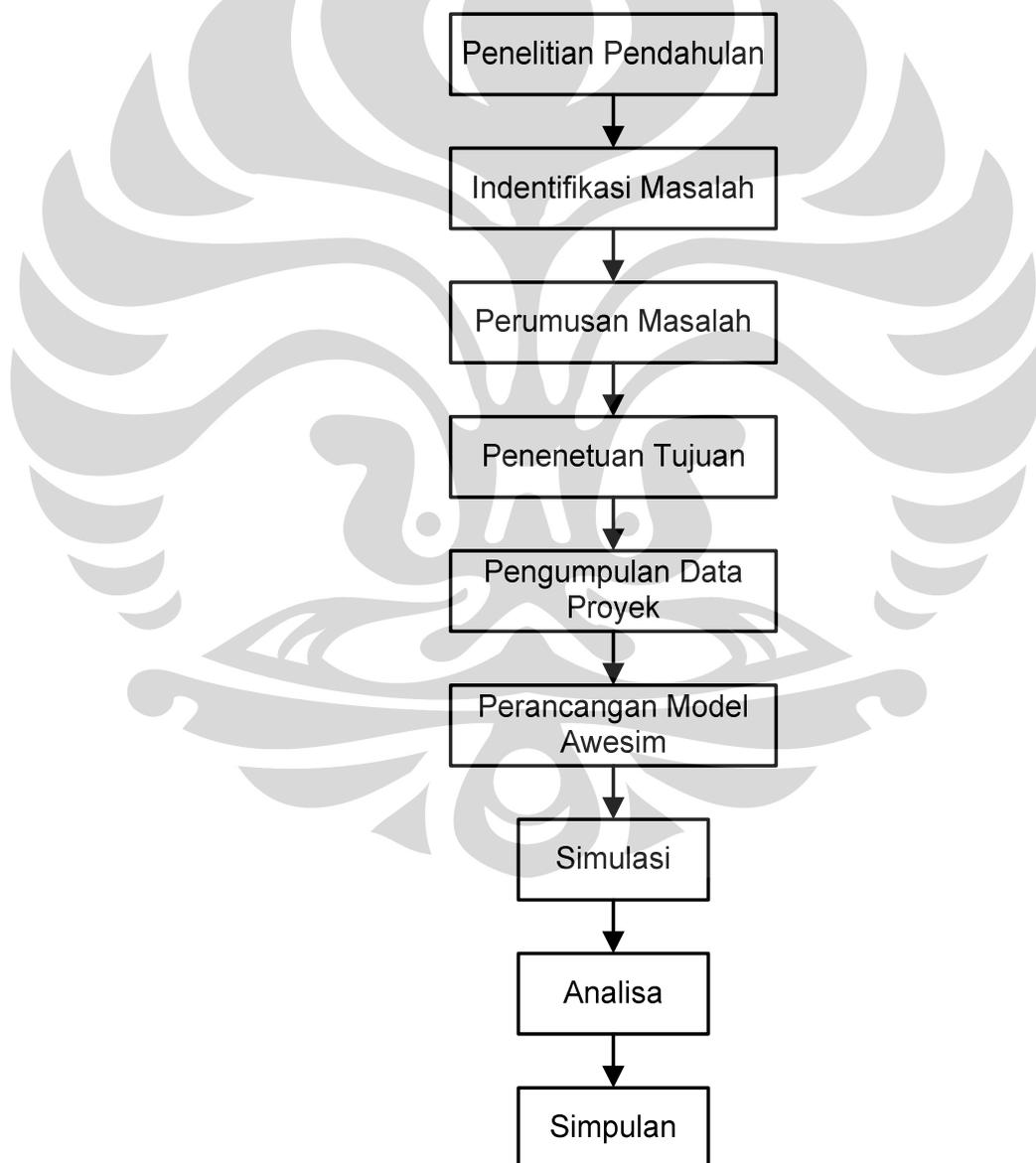
Kerangka berpikir yang dimaksud ialah tentang bagaimana cara dalam berpikir mengenai suatu permasalahan yang ada sehingga menghasilkan suatu topik atau bahasan khusus untuk dikaji.

Berdasarkan kajian teoritis tentang simulasi waktu pelaksanaan proyek konstruksi, disusunlah suatu kerangka pemikiran sebagai berikut (gambar 3.1):

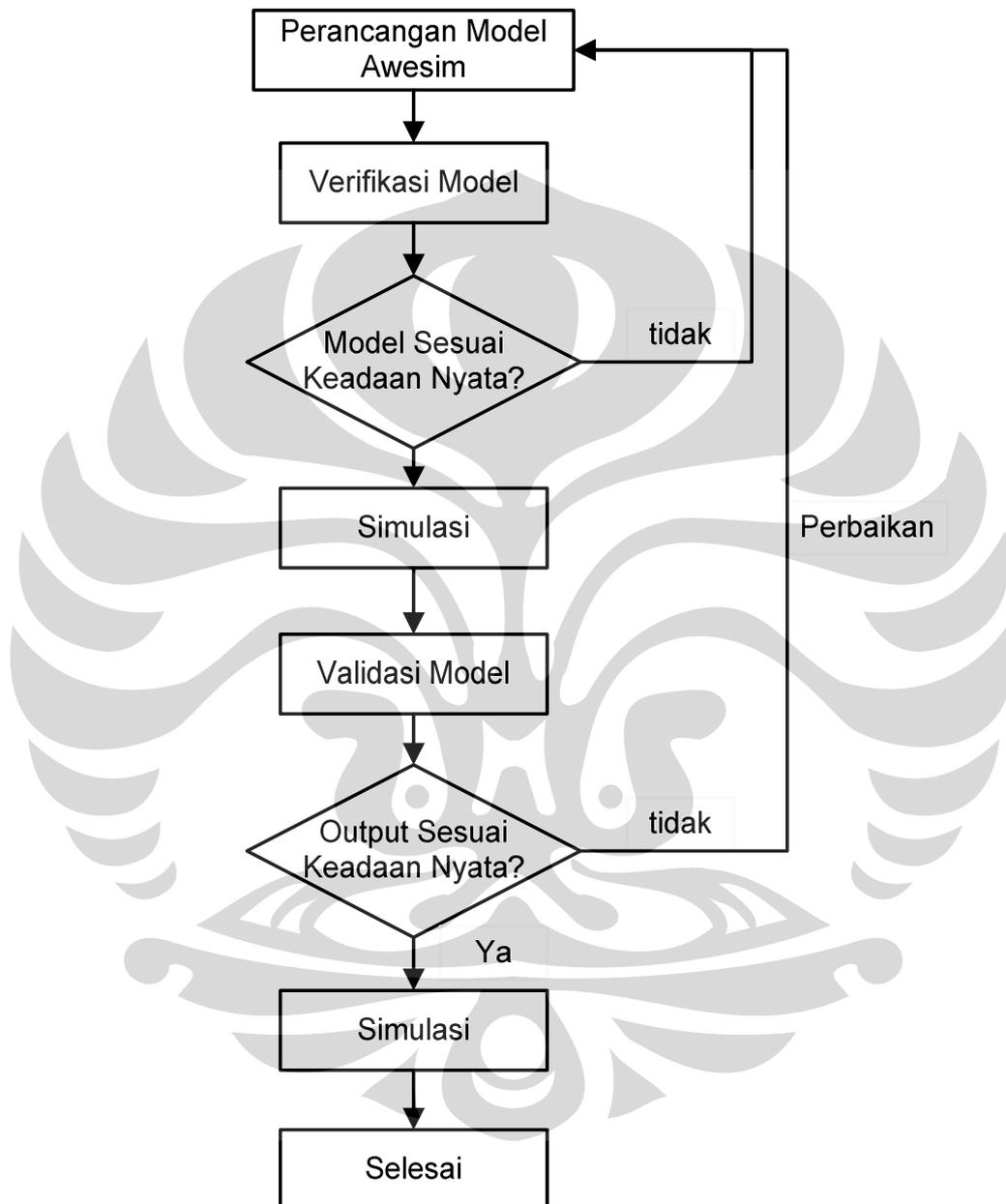
1. Pengidentifikasian setiap aktivitas yang akan dilakukan pada suatu proyek. Dari proses identifikasi ini akan diperoleh data durasi (waktu) untuk masing-masing aktivitas kegiatan.
2. Melakukan proses penentuan distribusi dari tiap jenis aktivitas menggunakan *software Minitab*. Data yang diambil berupa pengambilan durasi dari 30 unit *town house* yang telah dibangun pada proyek tersebut. Hasil dari *software Minitab14* berupa rata-rata waktu penyelesaian tiap aktivitas yang berdistribusi dan deviasi per aktivitas akan menjadi input pada *software AweSim 3.0!*
3. Membuat rancangan model pelaksanaan proyek dengan *software AweSim 3.0!* berdasarkan *Gantt chart microsoft project*. Dalam perancangan ini dilakukan verifikasi dan validasi. Validasi yang dilakukan adalah validasi model perancangan dan validasi lapangan untuk mengetahui apakah model yang dibuat telah sesuai dengan keadaan nyata dan dapat diaplikasikan pada proyek.

Pada validasi lapangan dilakukan dengan pengujian data tunggal kedalam rancangan model *AweSim* sehingga dapat disamakan hasil running dari *AweSim* dengan perhitungan manual durasi penyelesaian proyek. Validasi lapangan dilakukan dengan menanyakan pada pihak proyek apakah rancangan model optimum dapat diterapkan diproyek.

4. Melakukan analisa menggunakan *software AweSim 3.0!* untuk mengetahui kesensitifan kegiatan dan pemodelan penjadwalan yang optimum.
5. Memberikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 Flowchart Perancangan Model

3.2.2 Hipotesa Penelitian

Berdasarkan kerangka dasar pemikiran yang telah disusun menurut studi pustaka sebelumnya, maka dapat disimpulkan hipotesa sebagai berikut:

Berdasarkan hasil *running* perancangan program *Awesim*, dapat diketahui deviasi dari tiap pekerjaan sehingga dapat dianalisa kesensitifannya berdasarkan perankingan deviasi yang terkecil.

3.3. PEMILIHAN METODE PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah :

- a. Membuat rancangan dan analisa model yang sesuai untuk proyek pembangunan *town house*
- b. Menganalisis durasi optimum pembangunan *residence*
- c. Menganalisis dan menetapkan kegiatan sensitif dari deviasi penyelesaian tiap aktivitas

Untuk memilih Strategi penelitian, maka mempertimbangkan 3 hal, yaitu jenis pertanyaan yang akan digunakan, kendali terhadap peristiwa yang diteliti dan fokus terhadap peristiwa yang sedang berjalan/baru diselesaikan. Jenis-jenis strategi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Strategi Penelitian Untuk Masing-Masing Situasi

Strategi	Jenis pertanyaan yang digunakan	Kendali terhadap peristiwa yang diteliti	Fokus terhadap peristiwa yang sedang berjalan / baru diselesaikan
Eksperimen	Bagaimana, mengapa	Ya	Ya
Survey	Siapa, apa, dimana, berapa banyak, berapa besar	Tidak	Ya
Analisa	Siapa, apa, dimana,	Tidak	ya / tidak
Arsip	Berapa banyak, berapa besar,		
Sejarah	Bagaimana, mengapa	Tidak	Tidak
Studi kasus	Bagaimana, mengapa	Tidak	Ya

Sumber : Yin, R. K. Case Study Research : Design and method. S.age Publication. 1994. h. 6

Untuk mencapai tujuan penelitian digunakan suatu penelitian dengan menerapkan strategi penelitian eksperimen. Strategi penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan eksperimen dan analisa pada perancangan dan simulasi model PERT untuk proyek pembangunan *town house*.

3.4 KERANGKA METODE PENELITIAN

3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel yang dimaksud dalam penelitian ini adalah seluruh hal yang berpengaruh terhadap perancangan dan pembuatan simulasi model PERT untuk proyek pembangunan *town house*. Dalam penelitian ini variabel yang ditinjau adalah faktor durasi.

3.4.2. Instrumen Penelitian

Instrumen yang dimaksud adalah alat yang digunakan dalam pengumpulan data serta dalam pengolahan data. Adapun *software* yang digunakan dalam penelitian adalah:

- ✓ *Software Minitab* untuk mendapatkan jenis distribusi
- ✓ *Software Awesim 3.0!* untuk mensimulasikan PERT

Berikut node-node dalam *software AweSim* yang digunakan dalam penelitian:

a. CREATE node



Digunakan untuk menciptakan entiti masuk kedalam suatu sistem yang biasanya dilihat dari waktu kedatangan entiti. Komponen dari node create adalah:

1. Node label, menunjukkan nama dari node kedatangan
2. time between, menunjukkan waktu antar kedatangan
3. timeof first, menunjukkan waktu pertama kali kedatangan
4. Save TNOW, menunjukkan variabel yang akan digunakan untuk menyimpan entiti yang masuk kedalam sistem

b. COLCT node,



Digunakan agar nilai – nilai hasil perhitungan secara statistik dapat ditampilkan. Komponen dalam COLCT node adalah:

1. Node label, menunjukkan nama dari node COLCT
2. COLCT #, menunjukkan nomor untuk mengakses statistik
3. Value, menunjukkan pernyataan untuk menampung nilai
4. Identifier, menunjukkan deskripsi untuk pelaporan
5. Histogram information, diisi apabila hendak menggunakan tabel histogram.

c. Activity node,



Digunakan untuk menandakan aktivitas yang berlangsung. Komponen pada activity node adalah:

1. Activity number, menunjukkan nomor untuk mengakses statistik

2. Duration, menunjukkan durasi dari aktivitas. Durasi dapat berupa fungsi, yang dapat diisi dengan berbagai jenis distribusi.
3. End node label, menunjukkan nama dari node setelah aktivitas tersebut
4. # of server, menunjukkan nomor dari server
5. Identifier, menunjukkan deskripsi untuk pelaporan

d. Termin node,



Digunakan untuk mengakhiri suatu model. Komponen dalam termin node adalah:

1. Node label, menunjukkan nama dari node termin
2. term count, menunjukkan jumlah maksimum entiti yang keluar sistem

3.5 METODE PENGUMPULAN DATA

Informasi atau data-data yang diperlukan untuk membuat laporan ini dikumpulkan dengan metode sebagai berikut:

- Observasi atau pengamatan langsung di lapangan.
- Keterangan langsung dari para pelaksana di lapangan.
- Dokumen, data, dan gambar kerja proyek.
- Dokumentasi berupa foto-foto di lapangan.
- Data kepustakaan atau buku literatur yang berkaitan dengan penjadwalan dan simulasi sebagai pelengkap.

3.5.1. Data Sekunder

Data sekunder ini dibutuhkan untuk memberikan gambaran umum mengenai perusahaan. Adapun data-data itu adalah :

1. Data umum Proyek *The Jagakarsa Residence*.
2. Struktur Organisasi perusahaan.
3. *Job description* jabatan-jabatan yang berkaitan.
4. Urut-urutan aktivitas proyek.

3.5.2. Data Primer

Data primer adalah data yang dibutuhkan untuk melakukan pengolahan data dalam penelitian , yaitu berupa :

1. *Master schedule* proyek yang didalamnya menggambarkan menggambarkan metode konstruksi sebagai dasar perencanaan awal waktu penyelesaian pekerjaan.
2. Durasi tiap elemen aktivitas

3.6 METODE ANALISA DATA

Pada bab ini dilakukan analisa terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Analisa ini ditujukan untuk menganalisis pokok permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini, analisa data dilakukan pada hasil output *software Awesim 3.0!* yang merupakan program untuk mensimulasikan PERT. Setelah dilakukan perancangan model, dari hasil deviasi masing – masing aktivitas dapat analisa sensitivitasnya terhadap durasi pengerjaan proyek..

3.7 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan yang secara langsung akan menjawab tujuan dari penelitian. Saran yang bermanfaat diusulkan sebagai bahan pertimbangan perusahaan dalam pencapaian jadwal selesai proyek.

BAB IV

GAMBARAN UMUM PROYEK *THE JAGAKARASA RESIDENCE*

4.1. LATAR BELAKANG PROYEK

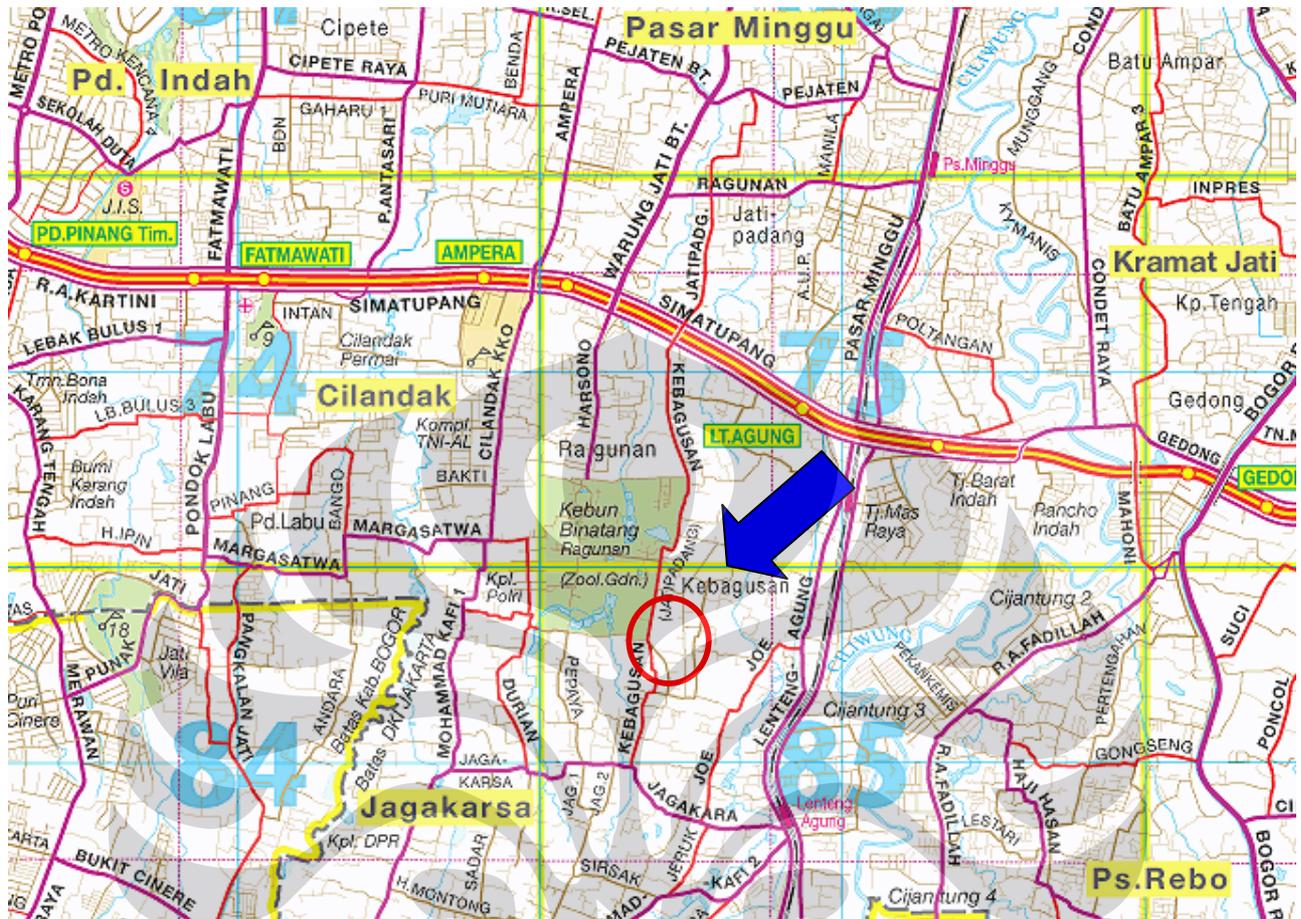
Sering dengan berjalannya waktu, kebutuhan manusia (khususnya penduduk Jakarta) akan kebutuhan tempat tinggal, dan strategisnya lokasi (berada dekat tol lingkar luar Jakarta) menjadikan pemilik lahan berpikir untuk menjadikannya sebagai sentra bisnis perumahan.

Karena lokasi proyek terletak di dalam kawasan Kebagusan, maka tercetuslah sebuah konsep untuk mengembangkan kawasan tersebut menjadi sebuah hunian nyaman dan eksklusif yang berbeda dari konsep perumahan disekitarnya. Maka, *townhouse* dipilih untuk mewakili pemikiran tersebut, yang kemudian proyek tersebut dikenal dengan *Jagakarsa Residence*. (Gambar 4.1)

4.2 DATA UMUM PROYEK

Nama Proyek	: Proyek Pembangunan <i>Jagakarsa Residence</i>
Lokasi Proyek	: Jl. Kebagusan Raya, Jakarta Selatan
Owner/Developer	: PT. Mandala Griya Cipta
Alamat Deleloper	: Jl. Pangeran Antasari No. 20 Jakarta Selatan
Kontraktor Pelaksana	: PT. GRA Kalakerta
Alamat Kontraktor	: Jl. Paseban Timur IX No.23 Salemba, Jakarta
No. SPP	: 012/Dir-MCG/SPK/RMH/VI/08
Jenis Kontrak	: <i>Lumpsum</i>
Nilai Kontrak	: Rp. 406,000,000,- terbilang

(*Empat Ratus Enam Juta Ribu Rupiah*).



Gambar 4.1 Lokasi Proyek *The Jagakarsa Residence*

4.3. ORGANISASI PROYEK

Organisasi dapat didefinisikan sebagai sekelompok orang atau badan hukum yang melaksanakan suatu pekerjaan secara bersama-sama dengan kemampuan dan keahlian masing-masing untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Suatu pekerjaan yang relatif sederhana mungkin dapat diselesaikan tanpa adanya suatu organisasi, namun bila pihak-pihak yang terlibat semakin banyak dan dengan bidang kerja yang berbeda-beda pula maka sudah barang tentu diperlukan suatu organisasi yang akan mengatur kegiatan antara satu pihak dan pihak lainnya secara terpadu. Dengan demikian, hasil yang diraih akan memiliki tingkat efektivitas dan efisiensi yang tinggi juga tepat waktu.

Pada suatu proyek rekayasa sipil terdapat banyak sumber daya yang terlibat diantaranya tenaga kerja, tenaga ahli, material, dana dan lain-lain. Oleh karena itu, untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan proyek diperlukan adanya struktur organisasi

proyek yang jelas, baik dalam pembagian tugas maupun tanggung jawab. Secara umum pembentukan struktur organisasi proyek memiliki maksud dan tujuan antara lain adalah:

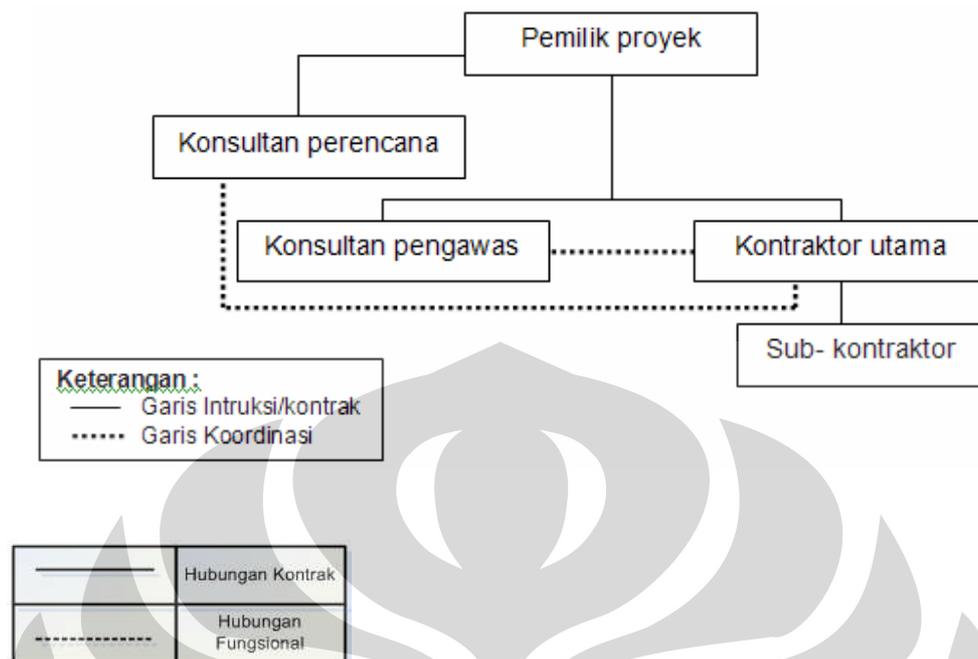
- Menggambarkan bentuk susunan organisasi.
- Menetapkan garis wewenang dan tanggung jawab secara sistematis dan terpadu.
- Memudahkan operasional proyek agar berjalan secara efektif, efisien dan sesuai dengan tujuan.
- Memudahkan pengawasan pelaksanaan proyek.

Dalam penyusunan struktur organisasi proyek beberapa faktor dan pertimbangan-pertimbangan harus diperhatikan terkait dengan tujuan yang ingin diraih organisasi. Hal inilah yang menyebabkan tiap-tiap organisasi proyek memiliki struktur organisasi yang berbeda-beda karena adanya penyesuaian atas kondisi dan kebutuhan dari proyek tersebut.

4.3.1 Struktur Organisasi Proyek

Struktur organisasi proyek memperlihatkan pihak-pihak terlibat dalam proyek yang bersangkutan lengkap dengan hubungan yang ada. Hubungan ini dapat berupa hubungan yang sejajar dan timbal balik ataupun hubungan antara atasan dan bawahan. Hubungan antara pihak-pihak yang terlibat dalam suatu proyek umumnya dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja. Hubungan fungsional adalah hubungan yang berdasarkan fungsi dari pihak-pihak tersebut. Sementara hubungan kerja adalah hubungan kerjasama yang dikukuhkan dengan adanya kontrak yang mengikat antara pihak-pihak yang bersangkutan, sehingga dapat juga disebut hubungan kontraktual.

Secara fungsional ada tiga pihak yang memegang peranan yang sangat penting dalam pelaksanaan pekerjaan suatu proyek, yaitu Pemilik Proyek (*owner*), Konsultan Manajemen Konstruksi, dan Kontraktor. (Gambar 4.2)



Gambar 4.2 Struktur Organisasi Proyek

4.3.1.1 Unsur-Unsur Pelaksana Proyek

a) Pemilik Proyek (*Owner*)

Pemilik proyek adalah seorang atau suatu badan swasta atau pemerintah, atau instansi yang memiliki gagasan pelaksanaan suatu pekerjaan proyek dan bertindak dalam penyediaan dana bagi proyek, dimana pembangunannya dapat dilaksanakan sendiri maupun karena alasan tertentu memberikan pekerjaan pembangunan tersebut kepada pihak. Yang menjadi owner dalam proyek ini yaitu PT. Mandala Griya Cipta.

b) Konsultan Manajemen Konstruksi (*Engineer*)

Konsultan Manajemen Konstruksi adalah pihak yang bertugas dalam bidang pengawasan konstruksi, yang ditunjuk dan menerima tugas dari pemilik proyek untuk mengawasi pembangunan proyek secara lengkap seperti yang diinginkan oleh pemilik proyek agar proyek berjalan sesuai dengan dokumen kontrak sampai pembayaran terakhir dilaksanakan.

Pada proyek ini struktur konsultan terdiri dari 3 divisi yang masing-masing menangani struktur, arsitektur dan M/E. Pada awalnya, dalam pelaksanaannya yang pertama kali membuat perencanaan adalah Konsultan Arsitektur.

Berdasarkan hasil rancangan dari Konsultan Arsitektur, Konsultan Struktur kemudian melakukan perhitungan untuk menentukan rencana struktur bangunan tersebut dan dilanjutkan oleh Konsultan M/E yang merencanakan desain teknis M/E yang akan diterapkan pada bangunan tersebut. Namun, ditengah pelaksanaannya fungsi perencanaan dari konsultan diambil alih oleh owner. Hal ini disebabkan terdapatnya perubahan-perubahan yang diinginkan dari pihak owner baik dari segi design dan ukuran unit rumah. Perubahan – perubahan ini dilatarbelakangi oleh segi marketing yang menuntut adanya perbaikan design guna menaikkan nilai jual per unit rumah. Dimana dari design sebelumnya, pihak marketing menilai bahwa design dan perhitungan nilai jual akan beresiko dengan persaingan yang ada.

Peranan dari konsultan Manajemen Konstruksi ini harus dapat mengawasi secara universal meliputi; memaparkan idenya dengan cermat ke elemen – elemen proyek (owner dan kontraktor), mengawasi / mengontrol kualitas kerja dari proses pembangunan, menghimpun dan memodifikasi semua rancangannya serta harus mempertimbangkan dan mengambil keputusan mengenai rancangannya serta harus mempertimbangkan dan mengambil keputusan mengenai rancangan dan manajemen konstruksi yang akan memberikan penafsiran mengenai biaya dan waktu.

c) Kontraktor

Kontraktor bertugas merealisasikan gagasan dan rancangan yang telah dibuat sebelumnya dengan gambar rencana dan spesifikasi. Kontraktor pada suatu proyek dapat diperoleh melalui suatu proses lelang atau ditunjuk oleh pemilik proyek (owner). Kontraktor juga bertugas dalam kegiatan pemeliharaan proyek setelah pekerjaan pembangunan selesai, hingga batas waktu yang ditentukan.

4.3.1.2 Tugas dan Tanggung Jawab Personil Lapangan

Secara umum setiap personil teknik harus dapat memahami tugas-tugas disiplin ilmunya serta memahami maksud gambar dan spesifikasi teknis dan mempunyai visi atau gambaran untuk mewujudkan yang ada dan yang akan dilaksanakan oleh kontraktor pelaksana.

Lebih jauh personil dapat memahami dan mengakomodasikan antara kontrak dengan pelaksanaan dalam kondisi situasi yang terjadi. Dengan demikian dapat mengatasi aspek-aspek lain yang timbul yang menghambat atau menyulitkan pelaksanaan. Hal tersebut dapat berupa keadaan moneter (inflasi), perubahan-perubahan peraturan yang berkaitan langsung, atau yang berkaitan dengan forces majeure. Bahkan lebih baik dapat mengoptimasi dengan metode Value Engineering, baik keadaan normal atau mengantisipasi kekurangan biaya untuk menyetujui pekerjaan tambah yang muncul secara tidak terduga.

4.3.1.3 Tugas dan Tanggung Jawab Personil Pengawas

Personil atau team pengawas mempunyai kriteria tertentu untuk dinyatakan sebagai personil yang berkompeten, sebagai berikut:

1. Penguasaan disiplin ilmu
2. Jenjang pendidikan
3. Pengalaman spesifik yang menunjang/masa kerja
4. Penguasaan konsep dan prosedur Manajemen Konstruksi
5. Jiwa kepemimpinan (Leadership)
6. Watak-watak khusus lainnya.

4.3.1.4 Tugas & Tanggung Jawab Pemilik Proyek (*Owner*)

Tugas dan wewenang dari Pemilik Proyek antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan jenis pelelangan yang akan dilaksanakan.
2. Memberikan gambaran atas perencanaan yang akan dibuat oleh perencana.
3. Menunjuk Pengawas untuk mengawasi jalannya pelaksanaan pekerjaan proyek. Pengawas yang ditunjuk bisa berupa Konsultan Pengawas atau dengan cara menunjuk orang *Owner* sendiri untuk mengawasi proyek.

4. Mengurus ijin-ijin dan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi kepada instansi-instansi pemerintah ataupun pihak-pihak lain yang terkait sehubungan dengan pembangunan proyek tersebut.
5. Menyediakan seluruh biaya pembangunan.
6. Memberikan keputusan terhadap perubahan dalam pekerjaan akibat adanya permasalahan di lapangan serta bila terjadi kondisi tak terduga pada saat pelaksanaan proyek.
7. Mengurus dan mengesahkan administrasi berupa ijin dan persyaratan resmi yang diperlukan dalam penyelenggaraan pembangunan sesuai dengan peraturan yang berlaku.
8. Menyediakan semua fasilitas yang diperlukan terkait pelaksanaan pekerjaan proyek dalam waktu sesingkat mungkin untuk mencegah terlambatnya pekerjaan.

4.3.1.5 Tugas & Tanggung Jawab Kontraktor Pelaksana

Pada proyek pembangunan *Jagakarsa Residence* ini PT. GRA Kalakerta berlaku sebagai kontraktor. Adapun tugas dan wewenang kontraktor pelaksana yaitu:

1. Kontraktor wajib melaksanakan tugasnya dalam pelaksanaan pekerjaan pembangunan dengan mempergunakan segala pengetahuan dan keahliannya serta disiplin yang kuat antara pegawai-pegawainya dan tidak akan mempekerjakan pegawai yang tidak sesuai atau tidak memiliki keahlian dalam tugas yang diberikan kepadanya.
2. Kontraktor wajib meneliti desain atau rancangan proyek beserta spesifikasinya. Bilamana terdapat perbedaan yang dapat membawa akibat terhadap segi konstruksi, arsitektural dan fungsi teknis, baik yang berhubungan dengan aspek kemudahan pelaksanaan, pelaksanaan, pelayanan, maupun perawatan maka kontraktor harus mempertimbangkan keseluruhan desain dan rancangan proyek.

3. Kontraktor harus menjamin semua material dan peralatan yang dipergunakan adalah baru, kecuali ada ketentuan lain dan bahwa pekerjaan akan memiliki mutu yang baik.
4. Kontraktor harus melaksanakan perbaikan atas kerusakan akibat kelalaian selama pelaksanaan pembangunan dan seluruh biaya perbaikan ditanggung oleh kontraktor.
5. Kontraktor wajib memelihara kesejahteraan pekerja dan menyiapkan perlengkapan serta akses pengobatan atau keselamatan bila terjadi kecelakaan kerja.
6. Kontraktor wajib memberikan laporan hasil pekerjaan berupa kemajuan pekerjaan setiap bulan sejak mulai sampai dengan selesai pekerjaan dan masa perawatan kepada pihak konsultan.

4.4. Spesifikasi proyek

4.4.1 Tinjauan umum

Pada pekerjaan sebuah proyek dibutuhkan suatu perencanaan berupa gambar untuk memastikan hasil proyek yang akan dicapai benar-benar sesuai dengan yang direncanakan. Gambar rencana proyek yang diturunkan dari pihak konsultan perencana merupakan planning utuh dari kelangsungan jalannya proyek. Dari gambar tersebut diperlukan adanya suatu penjabaran (*break down*) dari bagian-bagian tertentu yang akan dikerjakan. Upaya tersebut dilakukan agar informasi yang didapatkan dari gambar tersebut lebih mendetail dan memastikan semua rancangan dalam gambar dapat dikerjakan sepenuhnya.

Dari proses penjabaran (*break down*) gambar rencana didapatkan spesifikasi teknis pekerjaan lapangan yang disesuaikan dengan informasi yang didapat. Spesifikasi pekerjaan yang diperoleh tersebut pada umumnya dijadikan acuan untuk tugas tanggung jawab yang diberikan kepada kontraktor. Masing-masing pekerjaan diserahkan kepada penanggung jawab yakni kontraktor dan dikoordinasikan dengan seksama. Dengan demikian, jalannya teknis pengerjaan di lapangan dapat dikontrol dengan lebih mudah dan terarah.

Selain rencana kerja dan spesifikasi teknis, aspek-aspek penting lainnya seperti perjanjian kerja, perjanjian dengan tenaga kerja, jaminan pekerjaan, aspek hukum, dan sebagainya dari pelaksanaan proyek telah dijabarkan dalam kontrak yang telah disepakati sebelumnya. Kontrak tersebut bersifat mengikat secara hukum bagi kedua belah pihak yang berkaitan langsung dan yang saling bersepakat satu sama lain dalam hal ini adalah antara pemilik dengan kontraktor ataupun antara kontraktor dengan sub-kontraktor yang mempunyai suatu bidang keahlian yang khusus yang dalam pekerjaan akan membantu kontraktor. Adanya kekuatan hukum tersebut, terutama bertujuan untuk menjelaskan hak dan wewenang tiap-tiap komponen proyek dalam menjalankan fungsinya, serta menghindari adanya sengketa dikemudian hari yang mungkin timbul dalam pelaksanaan pekerjaan proyek.

Gambar kerja dan spesifikasi teknis telah dijabarkan dalam kontrak sebagai pedoman pelaksanaan konstruksi. Dengan adanya gambar kerja, pelaksanaan pekerjaan akan lebih terarah karena gambar kerja merupakan pedoman pelaksanaan pekerjaan yang akan diterapkan di lapangan. Keakuratan gambar kerja kelak akan membantu mudahnya pelaksanaan pekerjaan.

4.4.2 Metode Pelaksanaan

Dalam pelaksanaan kerja di proyek harus melalui Ijin Pentahapan Kerja (IPK), yang harus diajukan kepada pengawas konstruksi, berikut ini adalah tahapan pekerjaan Jagakarsa Residence yang harus dilaksanakan oleh kontraktor.

a. Persiapan dan pengukuran

Dalam pekerjaan persiapan yang dilakukan adalah dengan menyiapkan patok – patok untuk pematokan (stek out) , pemasangan bowplank dan pembuatan direksi keet + gudang material. Pengukuran dilakukan dengan alat ukur yang dilakukan oleh surveyor dari pihak developer, disaksikan oleh pengawas dan pelaksana kontraktor.

b. Galian dan urugan

Galian tanah pondasi baik kedalaman maupun lebar (dimensi) harus sesuai dengan gambar kerja, pengurugan galian hendaknya dilakukan setelah pondasi sudah terpasang dengan baik.

c. Pondasi

Pemasangan pondasi batu kali dan pondasi setempat (food plate) dilaksanakan setelah galian sudah benar dan telah di cek oleh pengawas, serta telah memenuhi syarat kepadatan dengan di stamper lebih dulu, selain itu galian pondasi telah diaplikasikan anti rayap. Batu yang digunakan harus memenuhi syarat, batu bulat tidak diijinkan untuk digunakan.

d. Pengecoran sloof

Pengecoran sloof dapat dilakukan bila begesting telah dipasang dengan benar dan kokoh sehingga kalau di cor tidak melendut, dimensi besi, cara pemasangan dan pengikatan telah sesuai dengan gambar.

e. Pengecoran kolom

Pengecoran dapat dilakukan bila dimensi begesting, pembesian telah sesuai gambar dan pemasangannya sudah tegak lurus/ lot dan cukup kokoh untuk menahan beton sehingga tidak bocor dan tidak melendut.

f. Pengecoran plat beton /kanopi/ tangga/ talang

Pengecoran plat beton /kanopi/ tangga/ talang dapat dilakukan bila : perancah dan bekisting cukup kokoh, rata/ waterpas, material besi maupun cara pemasangan telah sesuai dengan gambar kerja, beton decking telah terpasang pada plate maupun balok, elevasi sudah benar, pipa-pipa sparing telah terpasang, serta area yang akan di cor sudah bersih dari kotoran.

g. Pemasangan kusen & daun pintu + jendela

Kusen dapat dipasang bila bahan kayu kusen sudah sesuai dengan spesifikasi, dalam kondisi baik, lurus dan kadar air memenuhi syarat 14% +/- 2 serta telah diaplikasikan anti rayap.

h. Pekerjaan plesteran

Pekerjaan plesteran dapat dilakukan bila : permukaan bata yang akan diplester relatif rata dan lot baik vertikal maupun horizontal, sudut ruangan sudah dalam kondisi siku, instalasi pipa yang tertanam di dinding sudah terpasang.

i. Pemasangan rangka atap

Rangka atap dapat dipasang bila ring balk sudah dicor dalam keadaan rapi/ tidak ada yang keropos, elevasi sudah benar dan bahan / material atapsudah sesuai dengan spesifikasi maupun gambar.

j. Pemasangan genteng

Genteng dapat dipasang bila rangka atap baja ringan telah terpasang dengan baik, tidak ada yang cacat/ penyok dan alumunium foil telah terpasang dengan rapi / tanpa ada yang sobek.

k. Pemasangan plafond

Pemasangan rangka plafon dilakukan sesuai instruksi dari pengawas, hal ini dilakukan agar jarak rangka holo tidak menyimpang dari standar yang telah ditetapkan. Untuk pemasangan penutup plafon dilakukan setelah instalasi listrik dan instalasi air telah terpasang dan telah dilakukan pengetesan dengan hasil baik.

l. Pemasangan keramik

Keramik yang dipasang lebih dulu adalah keramik dinding, keramik sebelum dipasang dinding harus sudah diplester dan instalasi aiir sudah terpasang dengan baik. Untuk keramik lantai sebelum dipasang dipastikan bahwa lantai sudah di aplikasi anti rayap dan sudah di pasang lantai kerjadan untuk lantai kamar mandi lantai dua harus sudah diwater proofing serta telah dilakukan test rendam dengan hasil baik.

BAB V

PENGOLAHAN DATA DAN PERANCANGAN MODEL

5.1 PENGOLAHAN DATA

Penjadwalan proyek *The Jagakarsa Residence* menggunakan *activity sequencing* dari software *Microsoft project* untuk dapat menampilkan durasi dan keterkaitan antar kegiatan yang berlangsung dalam proyek yang didasarkan pada *Gantt chart* proyek, dengan jenis kegiatan yang tipikal untuk setiap unitnya. Penentuan distribusi durasi tiap aktivitas / elemen kerja diperoleh dengan menggunakan *Software Minitab 15*. Simulasi dilakukan pada pembangunan town house residence yang identik dengan *Software Visual SLAM and AweSim*. Tahapan simulasi adalah pembuatan model simulasi dengan membangun network, pembuatan *control builder* dan menjalankan simulasi.

5.1.1 Elemen kerja

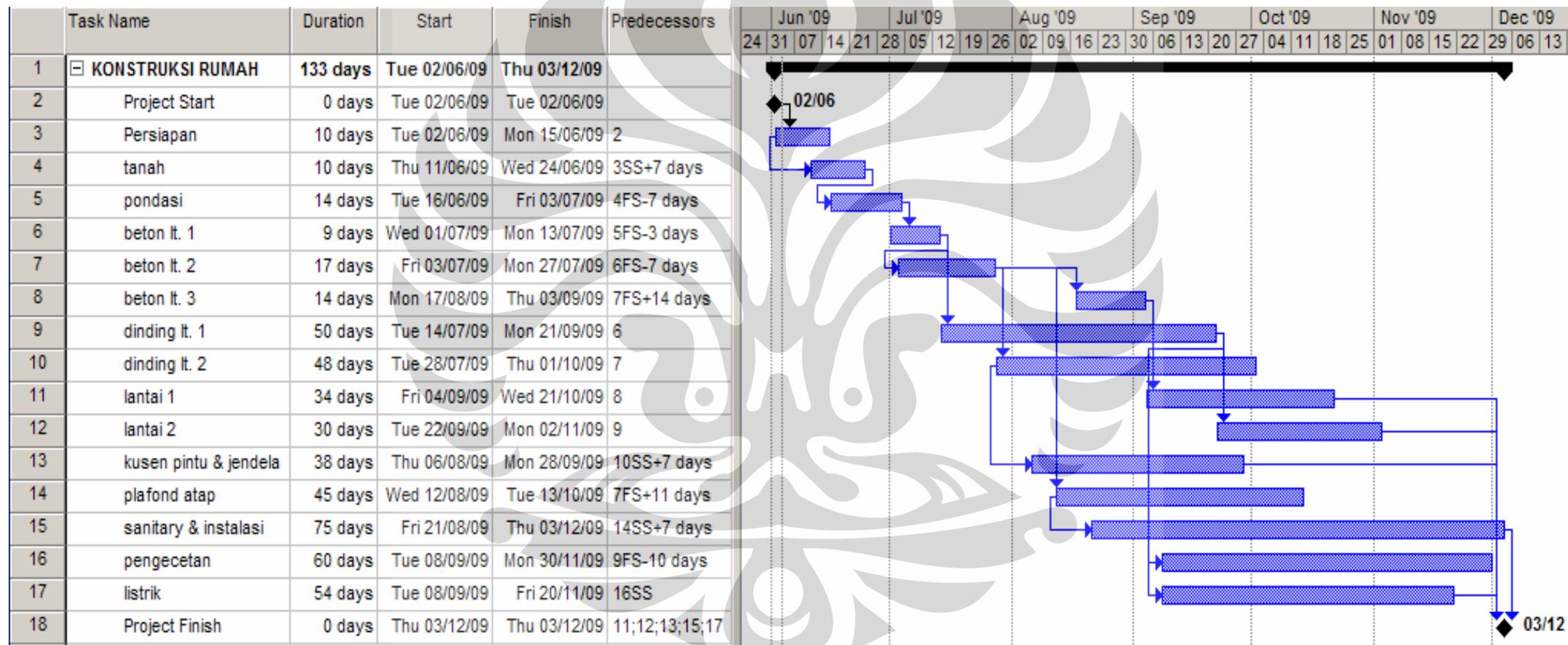
Elemen – elemen kerja dan uraian kegiatan pembangunan *The Jagakarsa Residence* dapat dilihat pada tabel 5.1.

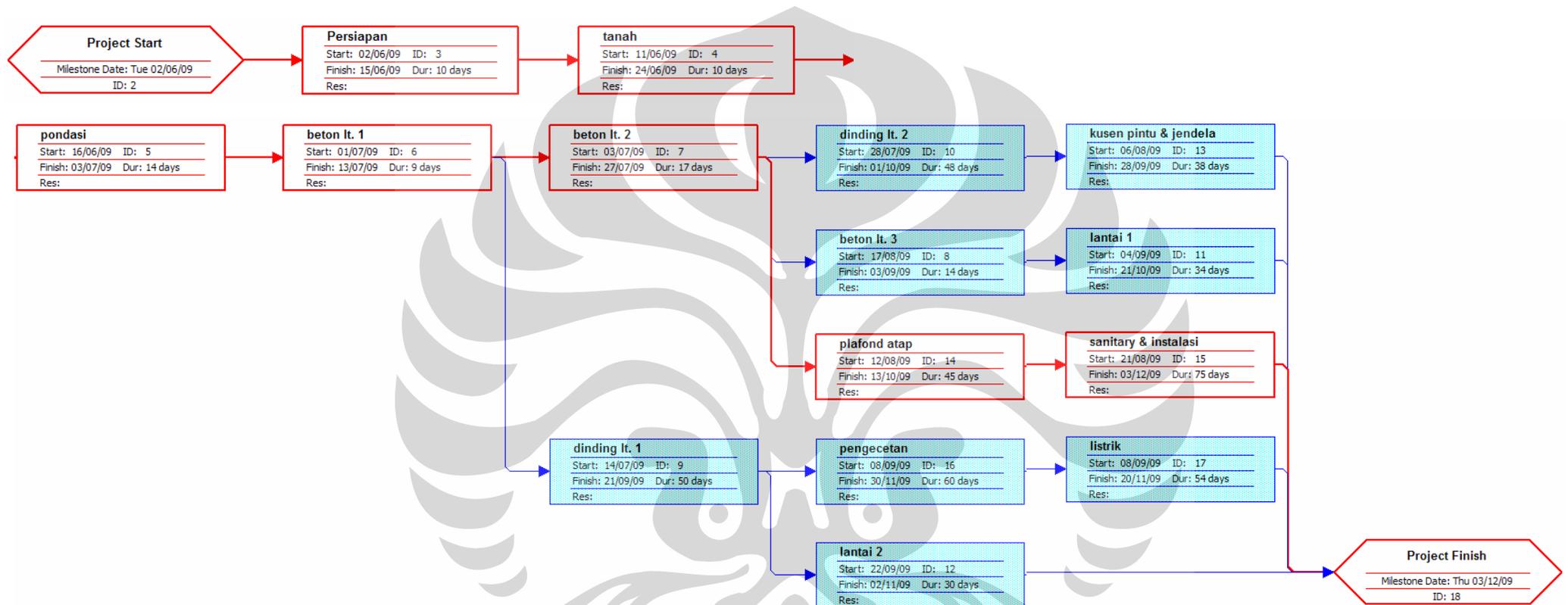
Tabel 5.1 Elemen Kerja & Uraian Kegiatan Pekerjaan Proyek

No.	Elemen Kerja	Uraian kegiatan
1	Elemen 1	Pekerjaan Persiapan
2	Elemen 2	Pekerjaan Tanah
3	Elemen 3	Pekerjaan Pondasi
4	Elemen 4	Pekerjaan Beton lt. 1
5	Elemen 5	Pekerjaan Beton lt. 2
6	Elemen 6	Pekerjaan Beton lt. 3
7	Elemen 7	Pekerjaan Dinding lt. 1
8	Elemen 8	Pekerjaan Dinding lt. 2
9	Elemen 9	Pekerjaan Lantai 1
10	Elemen 10	Pekerjaan Lantai 2
11	Elemen 11	Pekerjaan Kusen pintu & jendela
12	Elemen 12	Pekerjaan Plafond atap
13	Elemen 13	Pekerjaan Sanitary & instalasi
14	Elemen 14	Pekerjaan Pengecatan
15	Elemen 15	Pekerjaan Listrik

5.1.2 Activity sequencing town house The Jagakarsa Residence

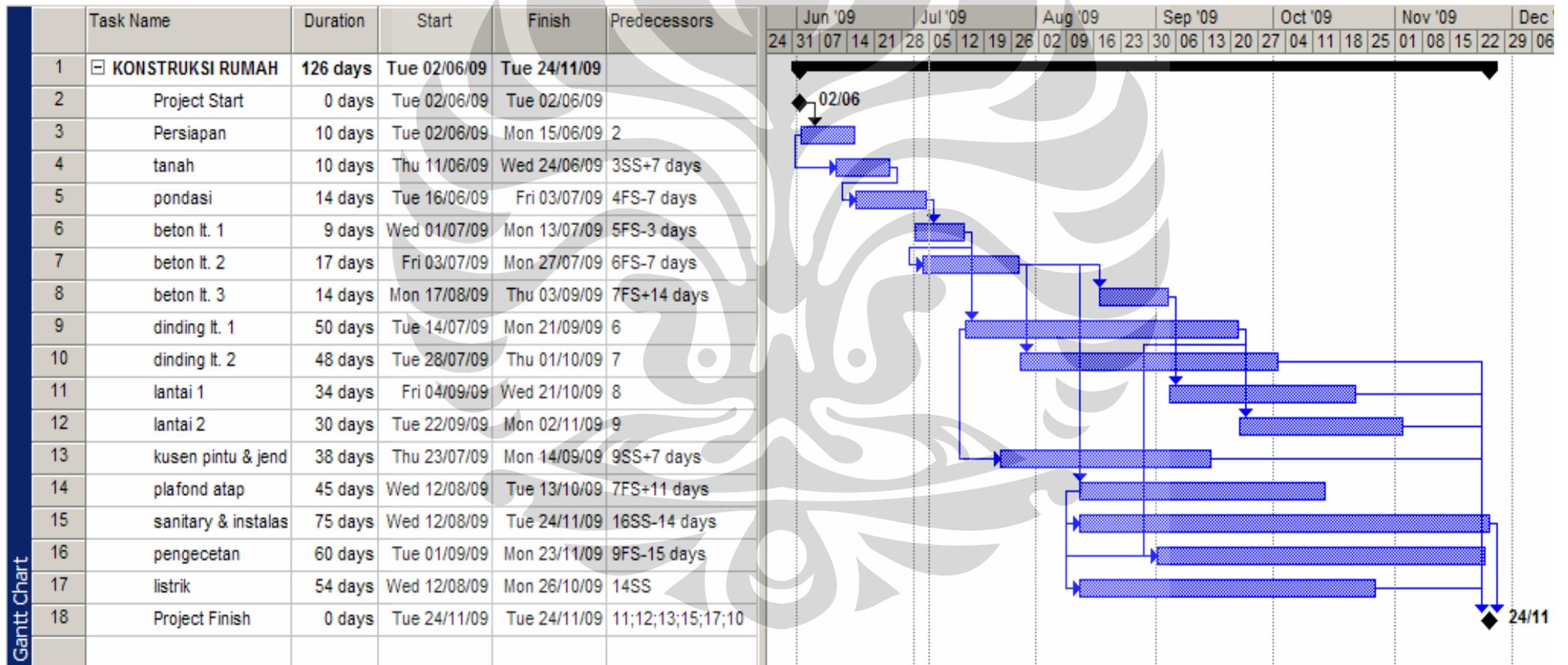
Pada penelitian ini, *Activity sequencing* dari pembangunan unit rumah dibedakan menjadi tiga. *Activity sequencing* yang pertama diperoleh dari data proyek *The Jagakarsa residence* yang telah ada. *Activity sequencing* yang kedua dan ketiga diperoleh dengan membuat alternatif *sequencing* yang baru yang dibuat secara logis dari hasil penelitian. Perbedaan dengan alternatif pertama, alternatif kedua dibuat pekerjaan pengecatan dilakukan setelah pekerjaan dinding Lt.1, pekerjaan sanitasi setelah pengecatan, dan pengecatan setelah pekerjaan plafond/ atap. Perbedaan dengan alternatif pertama, alternatif ketiga dibuat pekerjaan pengecatan dilakukan setelah pekerjaan lantai Lt.2 dilakukan setelah lantai 2 selesai, Ketiga alternatif *sequencing* dapat dilihat pada tabel 5.2, 5.3 dan 5.4.

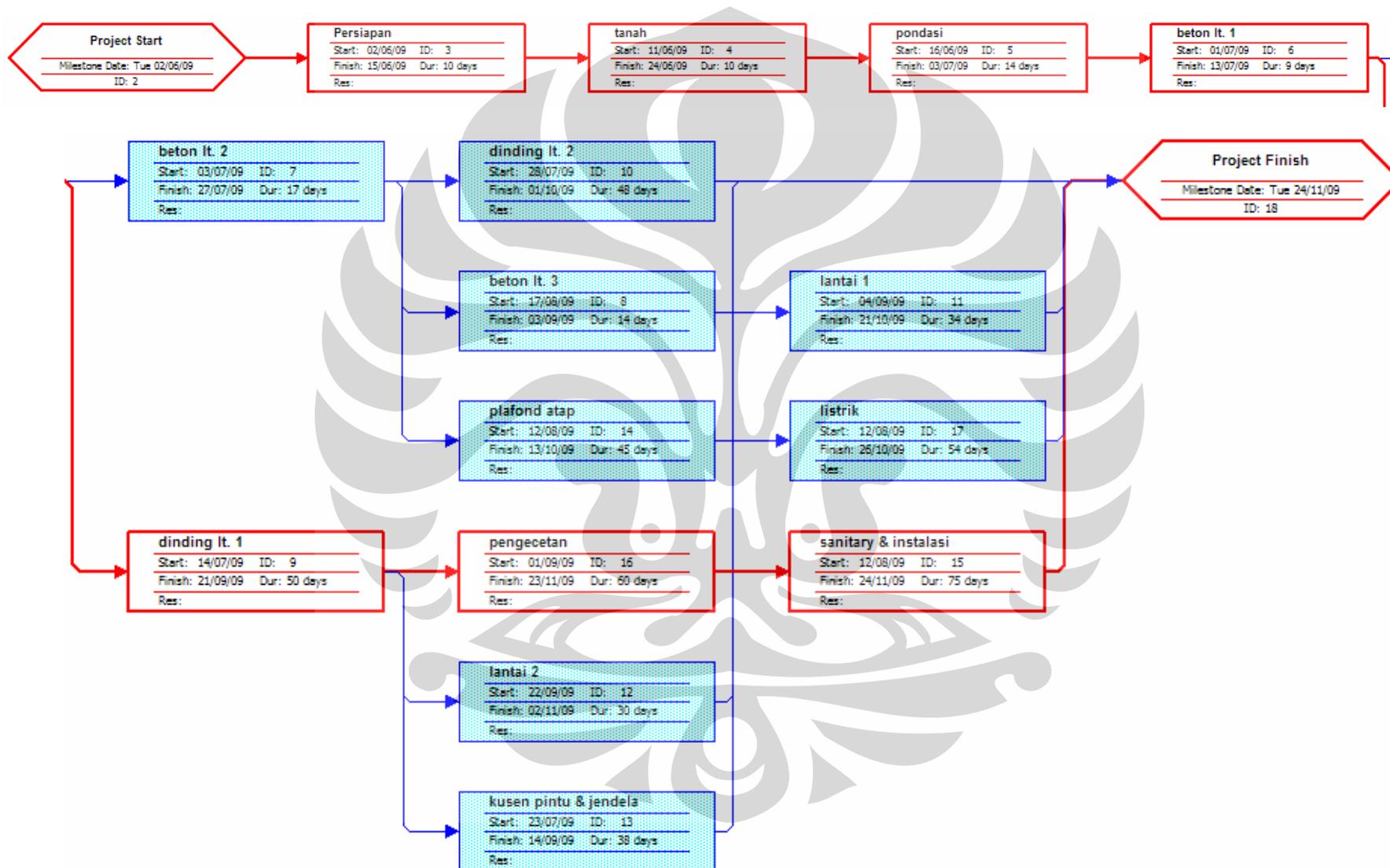
Tabel 5.2 Activity sequencing proyek *The Jagakarsa Residence* (Activity sequencing pertama)



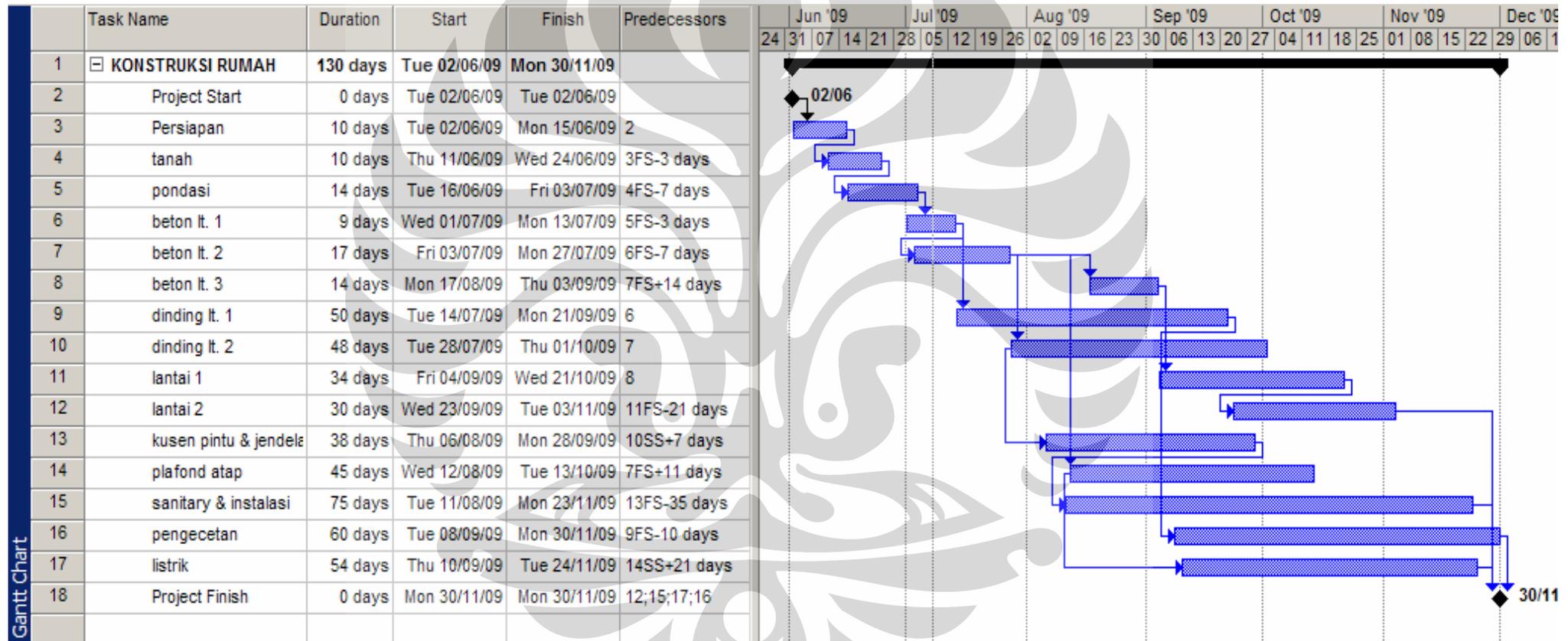
Gambar 5.1 Diagram Jaringan untuk pembangunan rumah *The Jagakarsa Residence* (alternatif pertama)

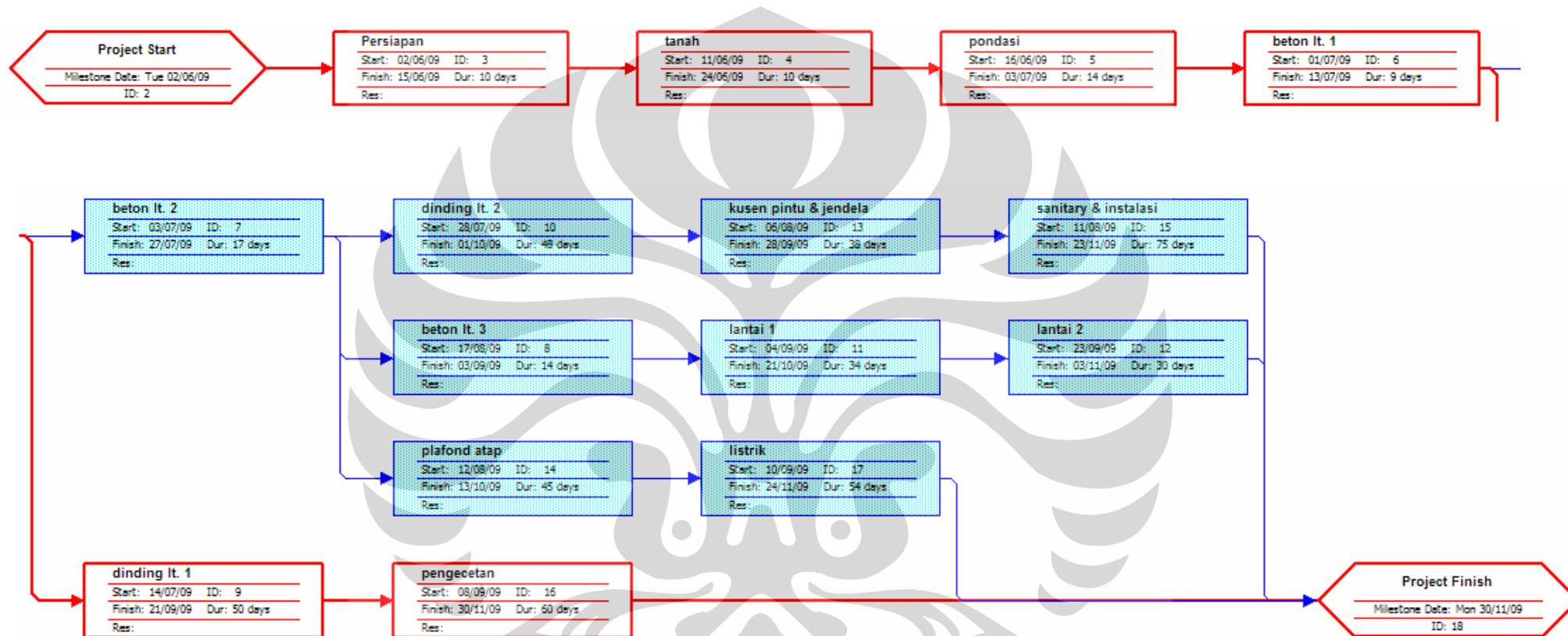
Tabel 5.3 Activity sequencing alternatif kedua proyek The Jagakarsa Residence (Activity sequencing kedua)





Gambar 5.2 Diagram Jaringan untuk pembangunan rumah *The Jagakarsa Residence* (alternatif kedua)

Tabel 5.4 Activity sequencing alternatif ketiga proyek *The Jagakarsa Residence* (Activity sequencing ketiga)



Gambar 5.3 Diagram Jaringan untuk pembangunan rumah *The Jagakarsa Residence* (alternatif ketiga)

5.2 PERANCANGAN MODEL

Langkah selanjutnya setelah pengumpulan data adalah menentukan distribusi data durasi dari masing-masing aktivitas dengan menggunakan MINITAB. Setelah itu dilakukan pembuatan model sistem pembangunan dengan menggunakan Visual Slam and AweSim.

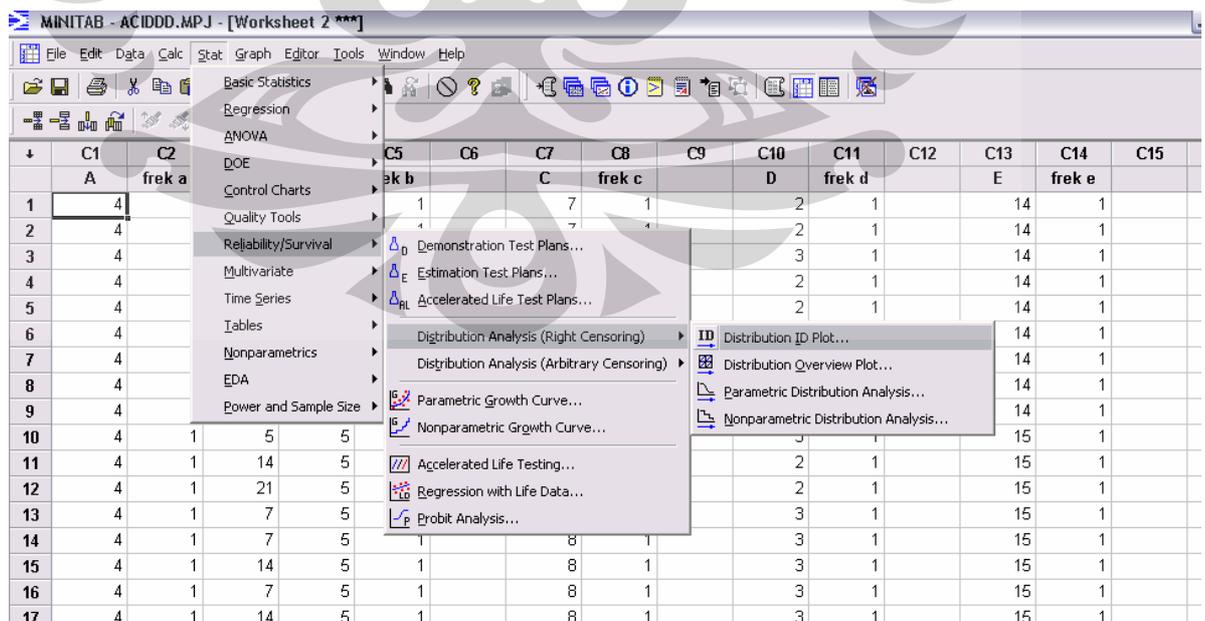
5.2.1 Pengujian Distribusi Data Durasi Aktivitas Setiap elemen kerja

Uji distribusi dilakukan untuk menentukan jenis distribusi yang terjadi dan data statistik yang dapat digunakan selanjutnya pada tahap pemodelan.

Waktu pembangunan diperoleh dari hasil pengamatan dan pengumpulan data pada setiap elemen kerja dari 30 unit rumah di proyek *The Jagakarsa Residence* yang terlampir pada lampiran 1. Tampilan penggunaan software *Minitab14* dapat dilihat pada gambar 5.4.

- Cara Menggunakan Minitab 14 untuk perhitungan durasi aktivitas yaitu :

**Menu : Stat > Reliability/Survival > Distribution Analysis (Right Sensoring)
> Distribution ID Plot**



Gambar 5.4 Cara Mencari durasi aktivitas dengan Software Minitab 14

Dari hasil output perhitungan Minitab 14 dapat ditentukan jenis distribusi dari tiap-tiap aktivitas dengan cara penentuan satu jenis distribusi dari yang memiliki koefisien korelasi yang terbesar. Disamping jenis distribusi, dapat diketahui *mean* dan *standard error* yang selanjutnya menjadi variabel dalam pengisian pada pemodelan AweSim 3.0!. Output dari *Minitab 14* terlampir pada lampiran 2 dan hasil dari distribusi peluang waktu pembangunan dari tiap pekerjaan dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Durasi Pengerjaan pada proyek *The Jagakarsa Residence*

No.	Elemen Kerja	Uraian kegiatan	Distribusi peluang waktu (<i>mean, deviasi</i>) pembangunan (hari)
1	Elemen 1	Pekerjaan Persiapan	Lognormal (6.587, 0.279)
2	Elemen 2	Pekerjaan Tanah	Lognormal (7.931, 0.135)
3	Elemen 3	Pekerjaan Pondasi	Normal (13.166, 0.120)
4	Elemen 4	Pekerjaan Beton lt. 1	Lognormal (10.500, 0.194)
5	Elemen 5	Pekerjaan Beton lt. 2	Normal (15.366, 0.184)
6	Elemen 6	Pekerjaan Beton lt. 3	Normal (11.533, 0.231)
7	Elemen 7	Pekerjaan Dinding lt. 1	Lognormal (46.433, 1.181)
8	Elemen 8	Pekerjaan Dinding lt. 2	Normal (42.933, 0.367)
9	Elemen 9	Pekerjaan Lantai 1	Lognormal (27.875, 0.543)
10	Elemen 10	Pekerjaan Lantai 2	Lognormal (26.427, 0.284)
11	Elemen 11	Pekerjaan Kusen pintu & jendela	Lognormal (30.389, 0.465)
12	Elemen 12	Pekerjaan Plafond atap	Normal (38.200, 0.469)
13	Elemen 13	Pekerjaan Sanitary & instalasi	Normal (70.933, 0.594)
14	Elemen 14	Pekerjaan Pengecatan	Lognormal (50.498, 0.664)
15	Elemen 15	Pekerjaan Listrik	Lognormal (46.904, 0.525)

5.2.2 Perancangan Model Menggunakan Visual Slam dan AweSim

5.2.2.1 Perancangan *Network Building*

Dalam perancangan *Network Building* dilakukan langkah-langkah awal yaitu;

1. meng-klik ikon “*new*”, lalu ketik nama *project* yang akan dibuat
2. meng-klik ikon “*network*”, lalu pilih “*new*” untuk membuat network yang baru

Tampilan *network* dari rangkaian pembangunan rumah untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada L.3

5.2.2.2 Control builder

Perancangan control digunakan untuk mengatur proses simulasi yang akan dijalankan. Control pada pemodelan pembangunan rumah terdiri dari nama pembuat dan nama project, batasan-batasan jumlah atribut dan variabel yang dipakai, serta inisialisasi masing-masing variabel yang digunakan.

Langkah-langkah membuat perancangan controls adalah:

1. klik ikon controls
2. klik ikon “*new*”, terdapat empat komponen standar; gen, limits, net, dan fin

Tampilan dari controls secara keseluruhan adalah sebagai berikut:



Gambar 5.5 Tampilan Control Builder

Gen berisikan nama pembuat, nama project, pembuatan jumlah simulasi yang akan dijalankan, dan maksimum eror yang diizinkan. Adapun pegisian gen dengan tabel *name* diisi dengan nama pembuat, *project* diisi dengan nama proyek, *date* diisi dengan tanggal pembuatannya, # of runs diisi dengan banyaknya simulasi yang akan dilakukan, dan *max error* diisi dengan jumlah eror yang diizinkan untuk pembuatan model tersebut.

Tampilan gen control:

GEN Control

Name: "ASTRID"

Project: "TUGAS AKHIR"

Date: 13/2/08

of runs: 1

Attempt Execution
 Yes No

Warn of Destroyed Entities
 Yes No

Max Errors:

OK Cancel

Analyst's name, used in reports

Gambar 5.6 Tampilan Kolom Pengisian Gen Control

Setelah pengisian tabel gen dilakukan pengisian tabel limits. Limits digunakan untuk memberikan batasan-batasan variabel maupun atribut dalam model. Max entities merupakan limit atau batasan yang dapat diizinkan pada model tersebut. Berikut adalah tampilan dari limit controls:

LIMITS Control

Globals

Max XX:

Max LL:

Max SZ:

Attributes

Max ATRIB:

Max LTRIB:

Max STRIB:

Max Entities:

Maximum STRIB index to allow

Gambar 5.7 Tampilan Kolom Pengisian Limits Control

Komponen initialize digunakan untuk mengisi waktu mulai dan waktu selesai dari model. Berikut tampilan INITIALIZE Control:

INITIALIZE Control

Begin Time:

Finish Time:

Clear statistics between runs

Yes No

Up to COLCT #:

Delete subnetwork instances between runs

Yes No

Beginning time of each run

Gambar 5.8 Tampilan Kolom Pengisian Initialize Control

Setelah semua komponen lengkap terisi maka pengisian control telah selesai dan di simpan (*save*).

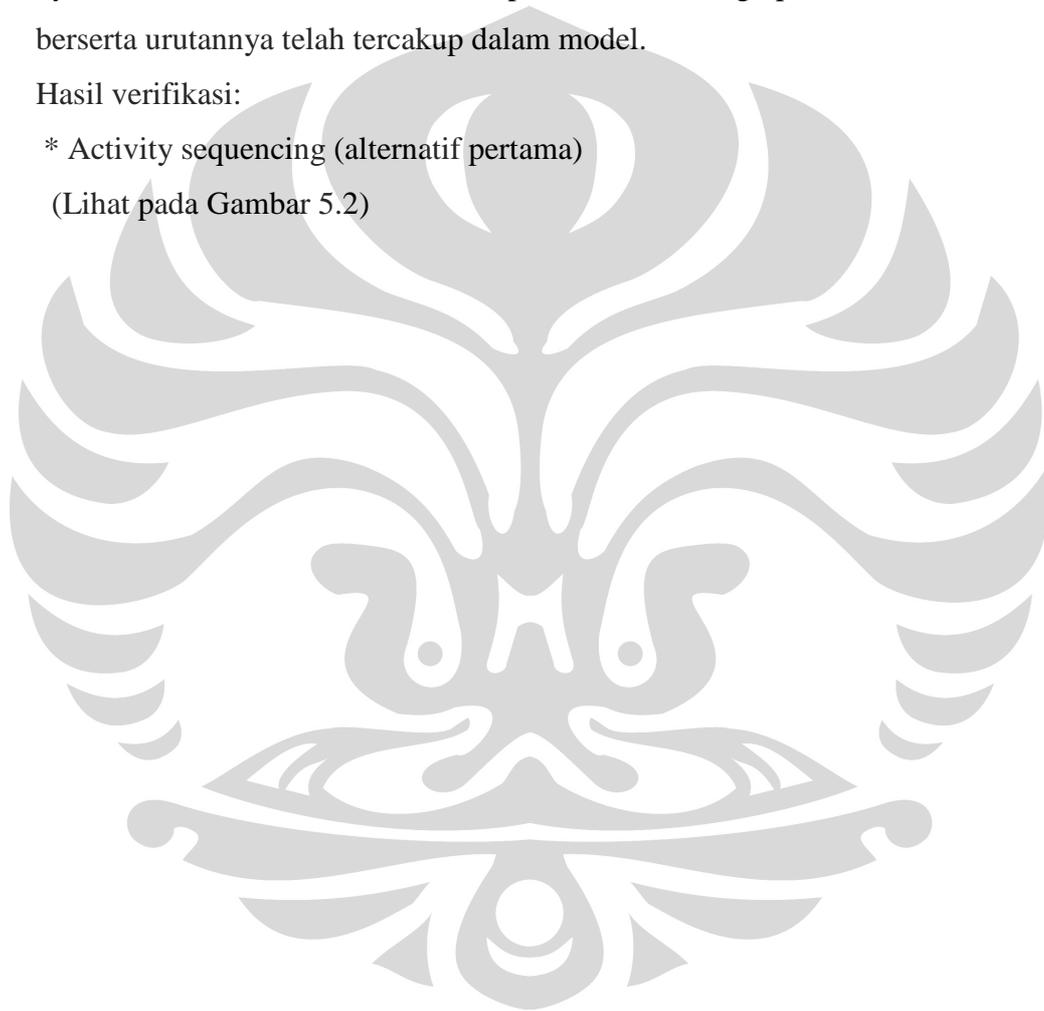
5.2.3 Verifikasi Model

Verifikasi untuk menyakinkan bahwa struktur model sesuai dengan keadaan nyata. Pada verifikasi ini dilakukan pemeriksaan ulang apakah semua elemen pekerjaan berserta urutannya telah tercakup dalam model.

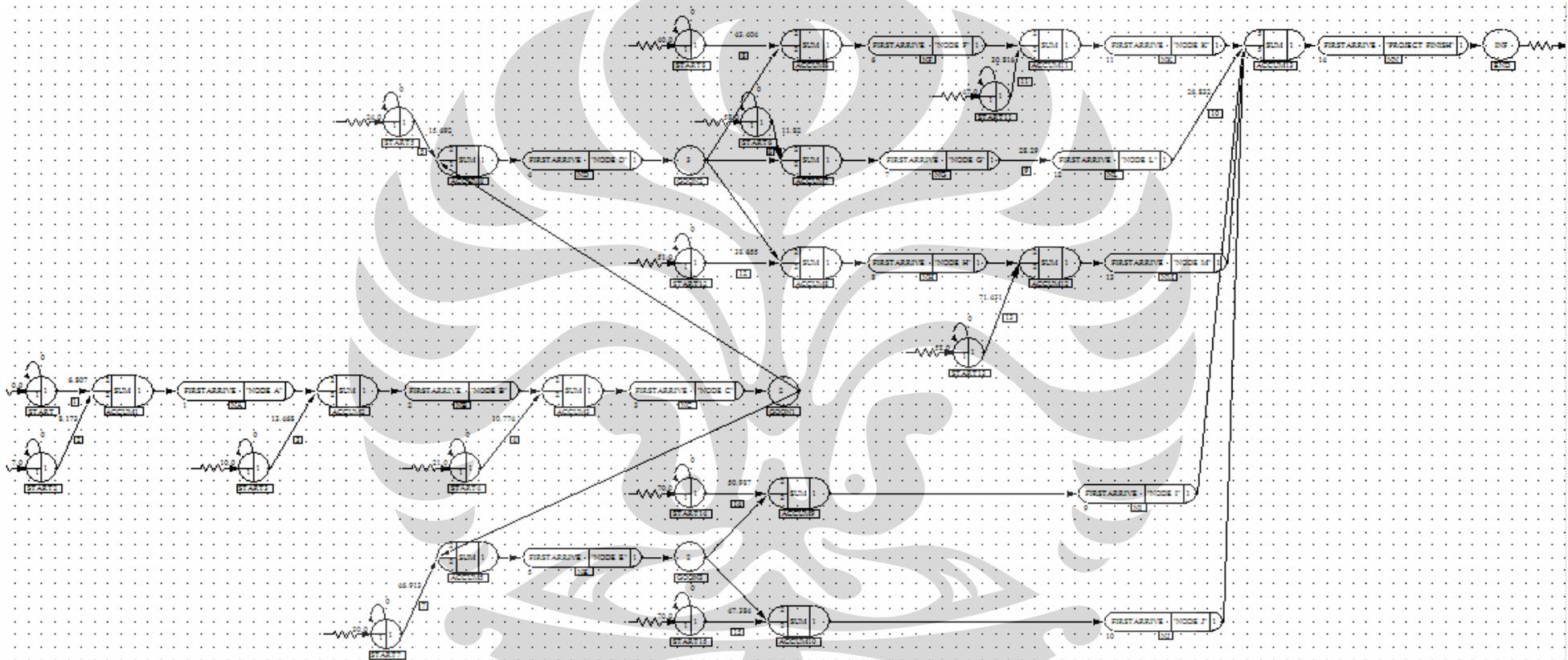
Hasil verifikasi:

* Activity sequencing (alternatif pertama)

(Lihat pada Gambar 5.2)



* Pemodelan AweSim



Dapat di lihat bahwa dengan jelas bahwa keterkaitan antara sistem nyata dan rancangan model tidak berbeda. Keseluruhan elemen pendukung sistem nyata sudah terwakili oleh rancangan model. Artinya bahwa rancangan model yang dibuat telah lolos proses verifikasi dan dapat dilanjutkan untuk divalidasi.

5.2.4 Validasi model

Validasi model dilakukan untuk melihat apakah output dari simulasi sudah sesuai dengan kondisi nyata, sehingga hasil simulasi diyakini dapat mewakili sistem nyata. Pada validasi ini diambil data durasi setiap pekerjaan dengan waktu tunggal kemudian dilakukan perhitungan manual dan simulasi awesim. Hasil simulasi dianggap valid apabila hasilnya sama dengan manual .

Hasil output untuk model ini yang akan dibandingkan dengan hasil output perhitungan manual. Hasil output untuk model awesim dengan data tunggal dapat dilihat pada L-7. Berdasarkan keterkaitan aktivitas proyek didapatkan perhitungan lintasan kritis dan durasi. Hasil Output Perhitungan Manual untuk validasi (durasi data tunggal) menghasilkan lintasan kritis dan durasi seperti pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Lintasan kritis dari model yang divalidasi (skenario 1)

Lintasan (aktivitas)	Durasi (hari)
1	10
2	10
4	14
5	9
12	45
13	75
Total	133

	Manual (Microsoft Project)	Awesim
Waktu penyelesaian proyek (hari)	133	133

Hasil simulasi dan perhitungan manual tidak menunjukkan selisih, maka model dianggap valid. Setelah model dinyatakan valid, maka untuk pemodelan pembangunan *The Jagakarsa Residence* dengan data berdistribusi dapat memakai pemodelan AweSim yang sama.

5.2.5 Skenario Pemodelan AweSim

Dalam penelitian ini digunakan tiga skenario pada running AweSim untuk mengetahui perbandingan durasi dan deviasi tiap aktivitas pada tiap skenario. Adapun skenario tersebut adalah:

Scenario 1 = simulasi awesim dengan scenario distribusi data durasi setelah berdeviasi pada metode penjadwalan 1.

Scenario 2 = simulasi awesim dengan scenario distribusi data durasi setelah berdeviasi pada metode penjadwalan 2

Scenario 3 = simulasi awesim dengan scenario distribusi data durasi setelah berdeviasi pada metode penjadwalan 3

5.2.5.1 Simulasi Awesim Dengan Distribusi Data Durasi yang Sebenarnya pada Metode Penjadwalan 1

Hasil simulasi Awesim dengan data durasi yang berdistribusi dari model yang telah dibuat, didapat durasi dan deviasi dari aktivitas – aktivitas. Adapun perincian *output* dapat dilihat pada L-8. Lintasan kritis dari skenario 1 ini adalah pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan beton lantai 2, pekerjaan plafond dan atap dan pekerjaan sanitasi dan instalasi. Dari hasil running AweSim untuk skenario 1, dapat dilihat pada tabel 5.7 deviasi dari tiap – tiap kegiatan serta durasi total pengerjaan proyek.

Tabel 5.7 Durasi dan deviasi tiap aktivitas dari distribusi data durasi pada metode penjadwalan 1 menggunakan AweSim 3.0!

No. aktivitas	Aktivitas	Standar Deviasi
1	Pekerjaan Persiapan	0.220
2	Pekerjaan Tanah	0.242
3	Pekerjaan Pondasi	0.302
4	Pekerjaan Beton lt. 1	0.274
5	Pekerjaan Beton lt. 2	0.326
6	Pekerjaan Beton lt. 3	0.287
7	Pekerjaan Dinding lt. 1	0.480
8	Pekerjaan Dinding lt. 2	0.471
9	Pekerjaan Lantai 1	0.415
10	Pekerjaan Lantai 2	0.405
11	Pekerjaan Kusen pintu & jendela	0.427
12	Pekerjaan Plafond atap	0.455
13	Pekerjaan Sanitary & instalasi	0.498
14	Pekerjaan Pengecetan	0.489
15	Pekerjaan Listrik	0.480
Durasi total		128.316

Dari tabel 5.7 dapat dilihat bahwa pengerjaan persiapan dengan deviasi terkecil sebesar 0,220 hingga pekerjaan sanitasi dan instalasi dengan deviasi terbesar yaitu sebesar 0,498. Durasi pengerjaan proyek sebesar 128.316 = 129 hari.

5.2.5.2 Simulasi Awesim Dengan Scenario Distribusi Data Durasi Setelah Berdeviasi pada Metode Penjadwalan 2

Hasil simulasi Awesim dengan data durasi yang berdistribusi dari model yang telah dibuat, didapat durasi dan deviasi dari aktivitas – aktivitas. Adapun perincian *output* dapat dilihat pada L-9. Lintasan kritis dari skenario 2 ini adalah pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan dinding lantai 1, pekerjaan pengecatan dan pekerjaan sanitasi dan instalasi. Dari hasil running AweSim untuk skenario 2, dapat dilihat pada tabel 5.8 deviasi dari tiap – tiap kegiatan serta durasi total pengerjaan proyek.

Tabel 5.8 Durasi dan deviasi tiap aktivitas dari distribusi data durasi pada metode penjadwalan 2 menggunakan AweSim 3.0!

No. aktivitas	Aktivitas	Durasi (hari)	Standar Deviasi
1	Pekerjaan Persiapan		0.226
2	Pekerjaan Tanah		0.248
3	Pekerjaan Pondasi		0.310
4	Pekerjaan Beton lt. 1		0.281
5	Pekerjaan Beton lt. 2		0.334
6	Pekerjaan Beton lt. 3		0.296
7	Pekerjaan Dinding lt. 1		0.485
8	Pekerjaan Dinding lt. 2		0.479
9	Pekerjaan Lantai 1		0.423
10	Pekerjaan Lantai 2		0.413
11	Pekerjaan Kusen pintu & jendela		0.432
12	Pekerjaan Plafond atap		0.463
13	Pekerjaan Sanitary & instalasi		0.494
14	Pekerjaan Pengecatan		0.492
15	Pekerjaan Listrik		0.488
Durasi total		121.316	

Dari tabel 5.8 dapat dilihat bahwa pengerjaan persiapan dengan deviasi terkecil sebesar 0,226 hingga pekerjaan sanitasi dan instalasi dengan deviasi terbesar yaitu sebesar 0,494. Durasi pengerjaan proyek sebesar $121.316 = 122$ hari.

5.2.5.3 Simulasi Awesim Dengan Scenario Distribusi Data Durasi Setelah Berdeviasi pada Metode Penjadwalan 3

Hasil simulasi Awesim dengan data durasi yang berdistribusi dari model yang telah dibuat, didapat durasi dan deviasi dari aktivitas – aktivitas. Adapun perincian *output* dapat dilihat pada L-10. Lintasan kritis dari skenario 3 ini adalah pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan dinding lantai 1, dan pekerjaan pengecatan. Dari hasil running AweSim untuk skenario 3, dapat dilihat pada tabel 5.9 deviasi dari tiap – tiap kegiatan serta durasi total pengerjaan proyek.

Tabel 5.9 Durasi dan deviasi tiap aktivitas dari distribusi data durasi pada metode penjadwalan 3 menggunakan AweSim 3.0!

No. aktivitas	Aktivitas	Durasi (hari)	Standar Deviasi
1	Pekerjaan Persiapan		0.223
2	Pekerjaan Tanah		0.245
3	Pekerjaan Pondasi		0.306
4	Pekerjaan Beton lt. 1		0.278
5	Pekerjaan Beton lt. 2		0.331
6	Pekerjaan Beton lt. 3		0.288
7	Pekerjaan Dinding lt. 1		0.483
8	Pekerjaan Dinding lt. 2		0.475
9	Pekerjaan Lantai 1		0.420
10	Pekerjaan Lantai 2		0.410
11	Pekerjaan Kusen pintu & jendela		0.432
12	Pekerjaan Plafond atap		0.462
13	Pekerjaan Sanitary & instalasi		0.496
14	Pekerjaan Pengecatan		0.490
15	Pekerjaan Listrik		0.486

Durasi total	124.142	
--------------	---------	--

Dari tabel 5.9 dapat dilihat bahwa pengerjaan persiapan dengan deviasi terkecil sebesar 0,223 hingga pekerjaan sanitasi dan instalasi dengan deviasi terbesar yaitu sebesar 0,496. Durasi pengerjaan proyek sebesar $124.142 = 125$ hari.



BAB VI

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 ANALISA

6.1.1 ANALISA SENSITIVITAS TIAP SKENARIO

Hasil yang diperoleh dari *running* AweSim kemudian dapat dianalisa kesensitifan dari tiap-tiap perkerjaannya. Analisa sensitifitas diawali dengan membuat ranking kesensitifan pada seluruh aktivitas yang terdiri dari sangat sensitif, sensitif, cukup sensitif, kurang sensitif dan tidak sensitif. Pemberian ranking didasarkan pada besar deviasi yang terjadi pada tiap aktivitas. Berdasarkan ketiga skenario yang telah dibuat yaitu;

Scenario 1 = simulasi awesim dengan scenario distribusi data durasi setelah berdeviasi pada alternatif metode penjadwalan 1.

Scenario 2 = simulasi awesim dengan scenario distribusi data durasi setelah berdeviasi pada alternatif metode penjadwalan 2

Scenario 3 = simulasi awesim dengan scenario distribusi data durasi setelah berdeviasi pada alternatif metode penjadwalan 3

Dari hasil skenario 1 dapat dilihat pada tabel 6.1, bahwa yang memiliki deviasi paling kecil yaitu tingkat sensitifitasnya paling besar adalah pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan.

Tabel 6.1 Ranking deviasi pada Scenario 1

Ranking	Pekerjaan	Deviasi
I (Sangat Sensitif)	- Pekerjaan Beton lt. 1	0.274
	- Pekerjaan Tanah	0.242
	- Pekerjaan Persiapan	0.220
II (Sensitif)	- Pekerjaan Beton lt. 2	0.326
	- Pekerjaan Pondasi	0.302
	- Pekerjaan Beton Lt.3	0.287
III (Cukup Sensitif)	- Pekerjaan Kusen pintu & jendela	0.427
	- Pekerjaan Lantai 1	0.415
	- Pekerjaan Lantai 2	0.405
IV (Kurang Sensitif)	- Pekerjaan Dinding lt. 1	0.480
	- Pekerjaan Lantai 2	0.471
	- Pekerjaan Plafond atap	0.455
V (Tidak Sensitif)	- Pekerjaan Sanitary & instalasi	0.498
	- Pekerjaan Pengecetan	0.489
	- Pekerjaan Listrik	0.480

Dari hasil skenario 2 dapat dilihat pada tabel 6.2, bahwa yang memiliki deviasi paling kecil yaitu tingkat sensitifitasnya paling besar adalah pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan.

Tabel 6.2 Ranking deviasi pada Scenario 2

Ranking	Pekerjaan	Deviasi
I (Sangat Sensitif)	- Pekerjaan Beton Lt. 1	0.281
	- Pekerjaan Tanah	0.248
	- Pekerjaan Persiapan	0.226
II (Sensitif)	- Pekerjaan Beton Lt. 2	0.334
	- Pekerjaan Pondasi	0.310
	- Pekerjaan Beton Lt.3	0.296
III (Cukup Sensitif)	- Pekerjaan Kusen pintu & jendela	0.432
	- Pekerjaan Lantai 1	0.423
	- Pekerjaan Lantai 2	0.413
IV (Kurang Sensitif)	- Pekerjaan Dinding Lt. 1	0.485
	- Pekerjaan Dinding Lt2	0.479
	- Pekerjaan Plafond atap	0.463
V (Tidak Sensitif)	- Pekerjaan Sanitary & instalasi	0.494
	- Pekerjaan Pengecetan	0.492
	- Pekerjaan Listrik	0.488

Dari hasil skenario 3 dapat dilihat pada tabel 6.3, bahwa yang memiliki deviasi paling kecil yaitu tingkat sensitifitasnya paling besar adalah pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan.

Tabel 6.3 Ranking deviasi pada scenario 3

Ranking	Pekerjaan	Deviasi
I (Sangat Sensitif)	- Pekerjaan Beton Lt. 1	0.278
	- Pekerjaan Tanah	0.245
	- Pekerjaan Persiapan	0.223
II (Sensitif)	- Pekerjaan Beton Lt. 2	0.331
	- Pekerjaan Pondasi	0.306
	- Pekerjaan Beton Lt.3	0.288
III (Cukup Sensitif)	- Pekerjaan Kusen pintu & jendela	0.432
	- Pekerjaan Lantai 1	0.420
	- Pekerjaan Lantai 2	0.410
IV (Kurang Sensitif)	- Pekerjaan Dinding Lt. 1	0.483
	- Pekerjaan Dinding Lt2	0.475
	- Pekerjaan Plafond atap	0.462
V (Tidak Sensitif)	- Pekerjaan Sanitary & instalasi	0.496
	- Pekerjaan Pengecetan	0.490
	- Pekerjaan Listrik	0.486

Dari keempat tabel diatas didapatkan beberapa item pekerjaan yang paling sensitif dari beberapa skenario. Perbandingan deviasi tiap aktivitas pada masing- masing skenario dapat dilihat pada tabel 6.4.

Tabel 6.4 Perbandingan Durasi dan Deviasi tiap aktivitas Skenario 1, 2 dan 3

No.	Aktivitas	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
		Standar Deviasi (durasi 128.316 hari)	Standar Deviasi (durasi 121.316 hari)	Standar Deviasi (durasi 124.142 hari)
1	Pekerjaan Beton Lt.1	0.274	0.281	0.278
2	Pekerjaan Tanah	0.242	0.248	0.245
3	Pekerjaan Persiapan	0.220	0.226	0.223

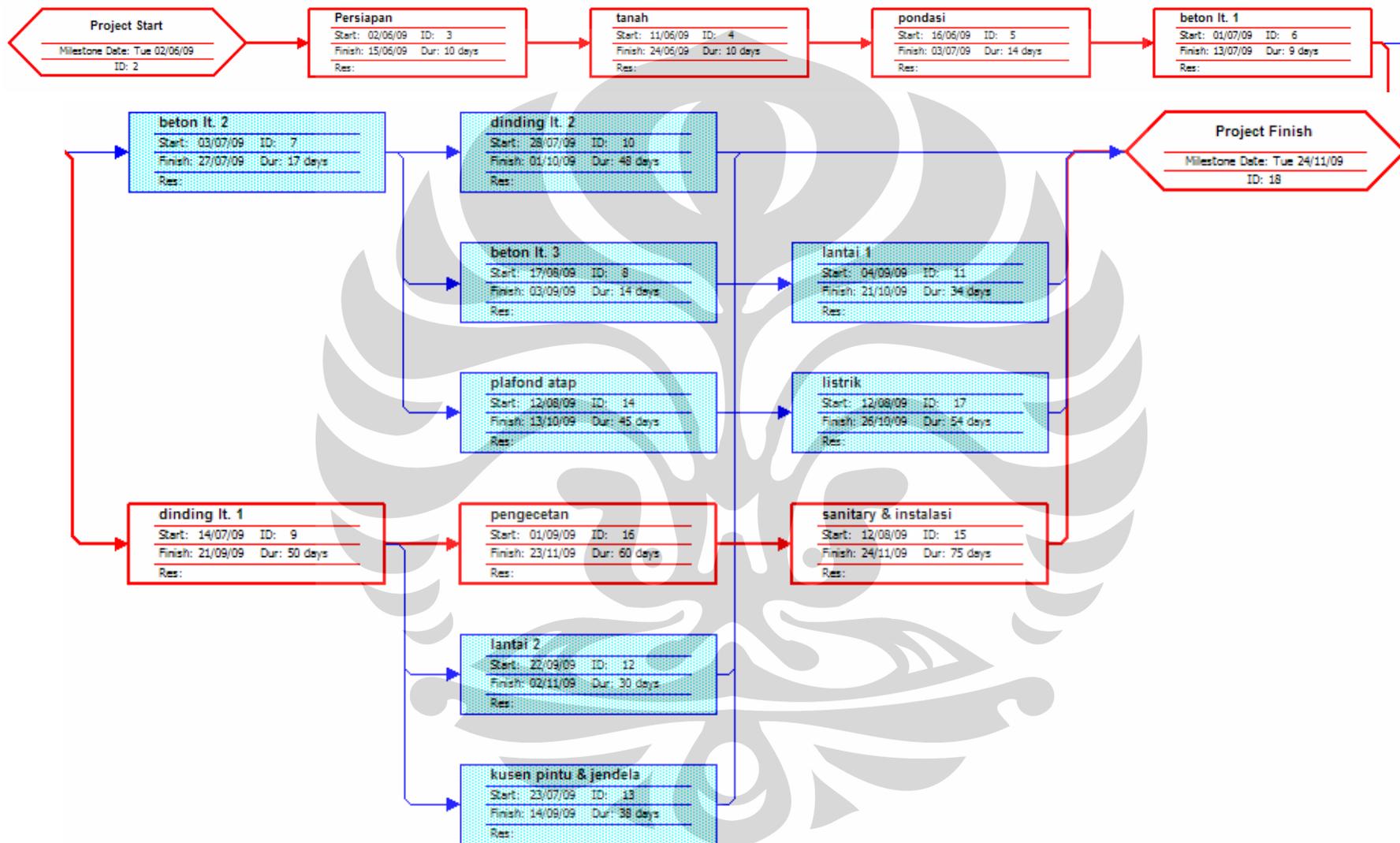
Dapat dilihat bahwa dari ketiga kegiatan dengan standar deviasi terbesar pada running keempat skenario, letak deviasi terkecil berada pada aktivitas pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan. Hal ini menunjukkan kesensitifan dari pembangunan unit town house adalah pada ketiga jenis pekerjaan tersebut. Ketiga kegiatan tersebut berada pada lintasan kritis dari tiap *activity sequencing*.

6.1.2 ANALISA PENJADWALAN OPTIMUM

Berdasarkan skenario 1, 2 dan 3 yang merupakan data durasi berdistribusi dari tiga alternatif *activity sequencing* didapat durasi pengerjaan yang lebih efisien pada alternatif kedua sebesar 121.316 hari (tabel 6.5). Semakin kecil deviasi durasi aktivitas, semakin tepat waktu yang dibutuhkan kegiatan tersebut untuk selesai sesuai rencana. Hal ini didefinisikan oleh pengertian nilai deviasi yang kecil adalah yang semakin mendekati nilai rata-rata suatu data. Namun dari hasil keempat skenario yang menunjukkan bahwa ranking I (sangat sensitif) menunjukkan deviasi terkecil berada pada aktivitas pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan. Pada ketiga kegiatan tersebut dibutuhkan ketepatan pengerjaan sehingga didapatkan hasil yang optimum.

Tabel 6.5 Perbandingan durasi tiap aktivitas skenario 1, 2 dan 3

No.	Skenario	Durasi (hari)
1	1	128.316
2	2	121.316
3	3	124.142



Gambar 6.1 Diagram Jaringan untuk pembangunan rumah *The Jagakarta Residence* (alternatif)

Dari perbandingan durasi pengerjaan sebagaimana pada tabel 6.5, dapat di persentasekan selisih durasi pengerjaan dari tiap-tiap *activity sequencing* tersebut (tabel 6.6).

Tabel 6.6 Perbandingan persentase selisih durasi antar aktivitas scenario 1, 2 dan3

No.	Skenario	Persentase selisih (hari)
1	1 vs 2	5.77 %
2	1 vs 3	3.36 %
3	2 vs 3	2.27 %

Dari perbandingan persentase tersebut, dapat dianalisa bahwa:

- Selisih antara *activity sequencing* 1 dengan 2 sebesar 5.77 %, yang berarti penyelesaian proyek dengan *activity sequencing* 2, dapat lebih cepat sebesar 5.77 % penyelesaian proyek dengan *activity sequencing* 1.
- Selisih antara *activity sequencing* 1 dengan 3 sebesar 3.36 %, yang berarti penyelesaian proyek dengan *activity sequencing* 3, dapat lebih cepat sebesar 3.36 % penyelesaian proyek dengan *activity sequencing* 1.
- Selisih antara *activity sequencing* 2 dengan 3 sebesar 2.27 %, yang berarti penyelesaian proyek dengan *activity sequencing* 2, dapat lebih cepat sebesar 2.27 % dari penyelesaian proyek dengan *activity sequencing* 3.

6.1.3 ANALISA VALIDASI LAPANGAN

Dari penelitian dan analisa yang dilakukan, diperoleh bahwa skenario kedua dengan durasi sebesar 122 hari memiliki durasi yang paling singkat diantara ketiga skenario serta deviasi terkecil berada pada aktivitas pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan sehingga pada ketiga kegiatan tersebut dibutuhkan ketepatan pengerjaan. Setelah melakukan diskusi secara langsung dilapangan dan melakukan validasi dari hasil penelitian dengan pengisian kuisisioner kepada pihak proyek, diperoleh hasil bahwa skenario kedua ini dapat diterapkan pada proyek. Namun dalam pelaksanaannya dibutuhkan penambahan sumber daya manusia sekitar 20-30%. Disamping itu menurut pihak proyek dengan adanya pemotongan jalur administrasi untuk pengadaan, material *on site* dapat lebih cepet tersedia sehingga memungkinkan untuk proyek selesai lebih cepat.

6.2 PEMBAHASAN

Dari keseluruhan pelaksanaan penelitian ini, beberapa temuan dari pengolahan data primer dan pengolahan permodelan arus kas dapat disimpulkan sebagai berikut:

6.2.1 Temuan dan Pembahasan Distribusi Durasi Pengerjaan *Town House*

Dari hasil pengolahan data durasi dari 30 unit rumah yang telah diuji distribusi durasi dari masing - masing aktivitas menggunakan *software Minitab14* didapatkan jenis distribusi durasi, besaran rata-rata durasi dan deviasi durasi dari tiap aktivitas. Durasi yang terjadi dalam pembangunan unit town house berdistribusi secara normal dan log normal. Durasi yang berdistribusi ini kemudian akan menjadi input variabel dalam permodelan.

6.2.2 Temuan dan Pembahasan Durasi Pengerjaan *Town House*

Dari hasil pemodelan yang dilakukan terhadap tiga skenario metode penjadwalan yang berbeda, diperoleh durasi pengerjaan proyek sebagai berikut:

- Alternatif Pertama = 129 Hari
- Alternatif Kedua = 122 Hari
- Alternatif KeTiga = 125 Hari

6.2.3 Temuan dan Pembahasan Deviasi Durasi Pengerjaan *Town House*

Dari *running* pemodelan yang dilakukan terhadap tiga skenario metode penjadwalan yang berbeda, diperoleh deviasi durasi pengerjaan proyek yang telah diperingkatkan berdasarkan tingkat sensitivitasnya. Masing- masing kelompok deviasi terkecil dari tiap alternatif metode adalah sebagai berikut:

- Alternatif Pertama = pekerjaan beton lantai 1 sebesar 0.274 , pekerjaan tanah sebesar 0.242, dan pekerjaan persiapan sebesar 0.220
- Alternatif Kedua = pekerjaan beton lantai 1 sebesar 0.281 , pekerjaan tanah sebesar 0.248, dan pekerjaan persiapan sebesar 0.226
- Alternatif Ketiga = pekerjaan beton lantai 1 sebesar 0.278 , pekerjaan tanah sebesar 0.245, dan pekerjaan persiapan sebesar 0.223

Ketiga alternatif skenario menunjukkan peringkat deviasi terkecil pada kegiatan pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan. Ketiga aktivitas ini

berada pada lintasan kritis pada masing-masing penjadwalan. Hal ini berkaitan dengan posisi ketiga aktivitas tersebut yang berada pada awal kegiatan proyek, sehingga ketiga kegiatan tersebut tidak dipengaruhi oleh kegiatan-kegiatan sebelumnya. Disamping itu, ketiga aktivitas tersebut merupakan kegiatan yang tidak memiliki tingkat ketelitian / kesulitan yang tinggi sehingga dalam pengerjaannya sangat diharapkan tepat sesuai rencana. Apabila ketiga kegiatan ini mengalami keterlambatan dari jadwal, maka keseluruhan durasi pengerjaan proyek akan berpengaruh.



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisa, didapat hasil sebagai berikut:

1. Hasil perancangan model AweSim terlampir pada L-6
Lintasan kritis dari skenario 2 ini adalah pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan dinding lantai 1, pekerjaan pengecatan dan pekerjaan sanitasi dan instalasi.
2. Durasi optimum dalam sistem pembangunan *town house* dari hasil perbandingan ketiga skenario didapat durasi optimum sebesar 122 hari.
3. Analisa sensitifitas dari deviasi yang terkecil dari penyelesaian tiap aktivitas dari ketiga skenario, letak deviasi terkecil berada pada aktivitas pekerjaan beton lantai 1, pekerjaan tanah, dan pekerjaan persiapan. Kesensitifan dari pembangunan unit *town house* adalah pada ketiga jenis pekerjaan tersebut, dimana ketiga kegiatan tersebut berada pada lintasan kritis dari tiap *activity sequencing*.

7.2 SARAN

Berdasarkan analisa dan kesimpulan mengenai perancangan yang telah dilakukan, maka dapat disarankan:

1. Perlu dilakukan penelitian serupa yang memperhatikan evaluasi sensitivitas berdasarkan sumber daya manusia dan biaya.
2. Proyek-proyek konstruksi mengefisiensikan dan mengefektifkan waktu pengerjaan proyek dengan memperhatikan data historis yang ada dan memperhatikan analisa sensitifitas dari tiap kegiatan
3. Penggunaan *software Awesim3.0!* dengan *commercial version*, sebab pada *student version* yang dilakukan pada penelitian ini sering terjadi eror dalam running sehingga harus dilakukan instal ulang.

DAFTAR PUSTAKA

Pritsker, Alan B. and Jean J. O'Reilly. Simulation with visual SLAM and AweSim, '2 nd ed., System Publishing Coporation, New York: 1999.

Law, A M. and W. D. Kelton, "simulation Modelling and Analysis,"3 rd ed., Mc Graw-Hill, Boston:2000.

Harrel, C., B. K. Ghosh and R. O. Bowden, Jr., Simulation using promodel, " 2nd ed., Mc Graw-Hill, Boston : 2000.

Harris, Robert B., 1978, *Precedence and Arrow Network Technique for Construction*, John Wiley & Sons, New York.

Flanagan, Roger, Foreman, George, 1993, Risk Management and Construction, Blackwell Science, UK.

Mulholand, B. & Christian J., *Risk Assessment in Construction Schedule*, ASCE Journal of Construction Engineering and management Vol. 125 No. 1, 1999.

Mangkusubroto, Kuntoro, Trisna C. Listriani, 1987, *Analisis keputusan*, Ganesa Exact Bandung, Bandung, hal 30).

Shtub, A., Globerson, S., Band, J.F., *Project Management: Engineering Technique and Implementation*, Prentice Hall, New Jersey, 1994.

Walpole, Ronald E. 1982. *Pengantar Statistika*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

¹ Yusuf Latief, *Perencanaan dan Penjadualan Proyek Konstruksi*, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2001 halaman 2-12

¹ Michael T. Callahan., *Construction Proyek Scheduling, Mc Graw Hill: USA*, 1992, page 27-40

Michael T. Callahan., *Construction Proyek Scheduling, Mc Graw Hill: USA*, 1992, page 45-85

W. Edward Back. *Defining Triangular Probability Distribution From Historical Cost Data*. Journal of Construction Engineering and Management.

Carlos F. Diaz, Fabian C. Hadipriono, Non Deterministic Networking Methods, Journal of Construction Engineering and Management. Vol 119, No. 1, March, 1993:1
123rumah.wordpress.com/.../townhouse-lain-di-manca-lain-di-sini/ - [Temblok](#) - [Mirip](#).

