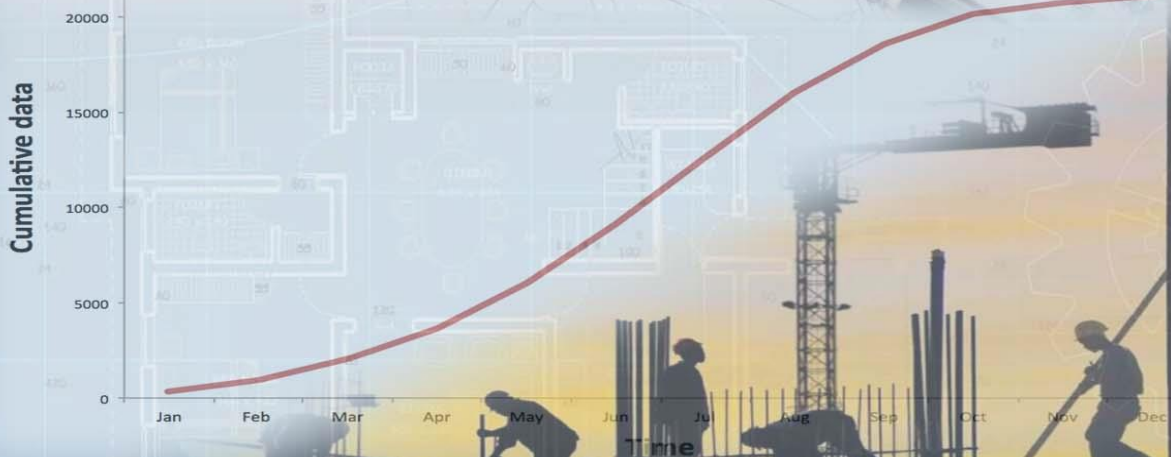


METODE PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PROYEK KONSTRUKSI

IDA AYU PUTU SRI MAHAPATNI



**METODE PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN
PROYEK KONSTRUKSI**

DISUSUN OLEH

IDA AYU PUTU SRI MAHAPATNI

EDITOR

Made Novia Indriani

UNHI PRESS

METODE PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PROYEK KONSTRUKSI

Penulis : **IDA AYU PUTU SRI MAHAPATNI**

ISBN : 978-623-91211-0-5

Editor : **Made Novia Indriani**

Penyunting : Ida Bagus Wirahaji
Desain Sampul dan Tata Letak : I Dewa Made Agung Pradnyana Putra
Penerbit : UNHI Press
Redaksi : Jl. Sangalangit, Tembau, Penatih, Denpasar -Bali
Telp. (0361) 464700/464800
Email : unhipress@unhi.ac.id

Distributor Tunggal : UNHI Press
Jl. Sangalangit, Tembau Penatih, Denpasar-Bali
Telp. (0361) 464700/464800
Email : unhipress@unhi.ac.id

Cetakan pertama, Juli 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

PRAKATA

Puji syukur dihadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan tuntunan dan melimpahkan anugrahNya kepada penulis sehingga proposal penulisan buku ajar ini dapat terselesaikan. Adapun Proposal penulisan buku ajar ini berjudul **“METODE PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PROYEK KONSTRUKSI”**

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. drh. I Made Damriyasa, MS, Rektor Universitas Hindu Indonesia.
2. Bapak I Komang Gede Santhyasa, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia.
3. Bapak I Putu Sastra Wibawa, SH.,MH selaku Ketua Lembaga Penelitian Universitas Hindu Indonesia.
4. Teman-teman dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah memberi bantuan dan semangat selama dalam penyelesaian proposal penulisan buku ajar ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal penulisan buku ajar ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan proposal penulisan buku ajar ini.

Denpasar, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

PRAKATA ii

DAFTAR ISI iii

BAB I MANAJEMEN PROYEK 1

Tujuan Instruksional Umum 1

1.1 Manajemen Proyek 1

1.1.1 Definisi Manajemen Proyek 1

1.1.2 Tujuan Manajemen Proyek 2

1.1.3 Fungsi Manajemen Proyek 3

1.1.4 Aspek-aspek dalam Manajemen Proyek 5

1.1.5 Elemen Penting dalam Manajemen Proyek 6

1.1.6 Manajer Proyek 7

1.1.7 Tim Proyek 10

1.1.8 Hubungan Kerja 12

1.2 Unsur-Unsur Pembangunan 13

1.3 Proyek Konstruksi 16

1.3.1 Definisi Proyek 16

1.3.2 Jenis-Jenis Proyek Konstruksi 19

1.3.3 Tiga Faktor Pembatas (*Triple Constraint*) 20

BAB II PERENCANAAN PROYEK 23

Tujuan Instruksional Umum 23

2.1 Perencanaan Proyek 23

2.1.1 Definisi Perencanaan Proyek 23

2.1.2 Tahap-tahap Perencanaan Proyek 24

2.2 Estimasi Biaya 25

2.2.1 Kualitas dan Jenis Estimasi 28

2.2.2 Proses Estimasi Biaya Detail 30

2.2.3	Penyusunan Anggaran Biaya Proyek	33
2.2.4	Penawaran Harga Pekerjaan	34
2.2.5	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Estimasi Biaya	35
2.2.6	Contoh Perhitungan Estimasi Biaya Proyek Gedung (Studi Kasus: Villa)	35
2.3	Perencanaan Waktu	39
2.3.1	Diagram Panah (<i>Arrow Diagram Method</i>)	41
2.3.2	Contoh Perhitungan <i>Arrow Diagram Method</i>	41
2.3.3	<i>Precedence Diagram Method</i>	47
2.3.4	Contoh Perhitungan <i>Precedence Diagram Method</i>	49
2.4	Penentuan Jalur Kritis	51
2.4.1	Langkah-langkah Perhitungan Lintasan Kritis	51
2.5	<i>Project Evaluation and Review Technique (PERT)</i>	53
2.5.1	Langkah-langkah Perhitungan PERT	54
2.5.2	Contoh Perhitungan PERT	55
2.5.3	Perhitungan PERT dengan <i>Quantitative Method (QM) for Windows versi 5.0</i>	59
2.5.4	Contoh Perhitungan PERT dengan <i>QM for Windows versi 5.0</i>	60

BAB III PENGENDALIAN PROYEK 65

Tujuan Instruksional Umum	65	
3.1	Pengendalian Proyek	63
3.1.1	Definisi Pengendalian	63
3.1.2	Proses Pengendalian	66
3.1.3	Fungsi Pengendalian Proyek	68
3.1.4	Faktor Penghambat Proses Pengendalian	69
3.1.5	Faktor Pendukung Proses Pengendalian	69
3.1.6	Langkah-langkah dalam Pengendalian	70
3.1.7	Aspek yang Berkaitan dengan Pengendalian Proyek	71
3.2	<i>Monitoring dan Updating</i>	71
3.3	Contoh Evaluasi <i>Time Schedule</i> pada Proyek Konstruksi Gedung	72

- 3.3.1 Langkah-langkah Mengevaluasi *Schedule* Pekerjaan 72
 - 3.3.1.1 Ruang Lingkup Pekerjaan 73
 - 3.3.1.2 Durasi Pekerjaan *Schedule* Rencana 75
 - 3.3.1.3 Durasi Pekerjaan *Schedule* Realisasi 76
- 3.3.2 Hasil Evaluasi *Time Schedule* pada Proyek Gedung 81

BAB IV FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PADA PROYEK 83

- Tujuan Instruksional Umum 83
 - 4.1 Penundaan (*Delay*) 83
 - 4.1.1 Definisi Penundaan 83
 - 4.1.2 Jenis-jenis Penundaan 84
 - 4.2 Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan Proyek 86
 - 4.2.1 Contoh analisis faktor keterlambatan proyek 87
 - 4.3 Contoh Menentukan Jenis *Delay* pada Proyek Konstruksi Gedung 89
 - 4.3.1 Penentuan Jenis *Delay* 91

BAB V PENGENDALIAN PROYEK DENGAN METODE *CRASHING* 93

- Tujuan Instruksional Umum 93
 - 5.1 Metode *Crashing* 93
 - 5.1.1 Definisi *Crashing* 93
 - 5.1.2 Proses *Crashing* 94
 - 5.1.3 Pertukaran Biaya dan Waktu (*Time Cost Trade Off*) 96
 - 5.1.4 Langkah-langkah Membuat *Network Planning* dengan Program *Microsoft Project* 2010 97
 - 5.1.5 Langkah-langkah Proses *Crashing* dengan Program *Quantitative Method For Windows Version 5.0* 105
 - 5.1.6 Hubungan Biaya Terhadap Waktu 109
 - 5.2 Contoh Perhitungan Analisis Optimasi *Crashing* pada Proyek Konstruksi Gedung 109
 - 5.2.1 Langkah-langkah Perhitungan Analisa Optimasi *Crashing* 110

5.2.2 Jadwal Pelaksanaan (<i>Time Schedule</i>) Proyek	110
5.2.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	113
5.2.4 Analisis <i>Normal Duration</i>	117
5.2.5 Analisis <i>Normal Cost</i>	118
5.3 Menentukan Jalur Kritis dengan Program <i>Microsoft Project</i>	120
5.4 Skenario <i>Crashing</i> dengan Menambah Jam Kerja/Lembur	123
5.4.1 Analisis <i>Crash Cost</i> dan <i>Crash Duration</i>	124
5.4.2 Perhitungan <i>Cost Slope</i>	125
5.5 Analisis <i>Time Cost Trade Off</i> (TCTO)	128
5.5.1 Kompresi Menggunakan Program QM for Windows V.5.0	129
5.5.2 Perhitungan Total Biaya Normal Proyek	134
5.6 Perhitungan Biaya dan Waktu Optimum Proyek	135

BAB VI PENGENDALIAN WAKTU DAN TENAGA KERJA DENGAN METODE *RESOURCE LEVELING* 140

Tujuan Instruksional Umum 140

6.1 Definisi <i>Resource Leveling</i>	140
6.2 Penjadwalan dengan Sumber Daya Terbatas	141
6.3 <i>Resource Sheet</i>	143
6.4 Langkah-langkah Perhitungan <i>Resource Leveling</i>	144
6.5 Contoh Perhitungan Pengendalian Waktu dan Tenaga Kerja dengan Metode <i>Resource Leveling</i> pada Proyek Konstruksi Jalan	144
6.5.1 Ruang Lingkup Pekerjaan	145
6.5.2 Perencanaan Volume dan Durasi Pelaksanaan Pekerjaan	146
6.5.3 Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja Berdasarkan Volume Pekerjaan	147
6.5.4 <i>Gantt Chart</i> dengan Program <i>Microsof Project</i>	150
6.5.4.1 <i>Gantt Chart</i> Rencana	150
6.5.4.2 <i>Gantt Chart</i> Realisasi	153
6.5.5 <i>Resource Graph</i>	157
6.5.5.1 <i>Resource Graph</i> Rencana	157

6.5.5.2 *Resource Graph Realisasi* 159

6.5.6 *Leveling Resource* 162

BAB VII PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE *EARNED VALUE* 168

Tujuan Instruksional Umum 168

7.1 Definisi *Earned Value Method* 168

7.2 Konsep *Cost Schedule Control System Criteria* 170

7.3 Aplikasi CPI pada Administrasi Proyek 175

7.4 Langkah-langkah Perhitungan dengan Metode *Earned Value* 176

7.5 Contoh Perhitungan Pengendalian Waktu dan Biaya
dengan Metode *Earned Value* Pada Proyek Konstruksi Jalan 177

7.5.1 Ruang Lingkup Pekerjaan 178

7.5.2 Perencanaan Volume dan Durasi Pelaksanaan Pekerjaan 179

7.5.3 Perhitungan BCWS, ACWP, BCWP 180

7.5.3.1 *Budgeted Cost for Work Schedule* (BCWS) 180

7.5.3.2 *Actual Cost of Work Performance* (ACWP) 184

7.5.3.3 *Budgeted Cost for Work Performance* (BCWP) 189

7.5.4 Analisis Varian 193

7.5.4.1 *Cost Variance* (CV) 193

7.5.4.2 *Schedule Variance* (SV) 194

7.5.5 Analisis *Indeks Performasi* 197

7.5.5.1 Indeks Kinerja Jadwal atau *Schedule Performance Index*
(SPI) 198

7.5.5.2 Indeks Kinerja Biaya atau *Cost Performance Index*
(CPI) 199

7.5.6 Analisis Perkiraan Biaya dan Waktu untuk Menyelesaikan
Proyek 201

Daftar Pustaka 203

BAB I

MANAJEMEN PROYEK

Tujuan Instruksional Umum:

Setelah mempelajari bagian ini dan mengikuti perkuliahan, maka diharapkan mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian tentang manajemen proyek
2. Memahami aspek-aspek manajemen proyek
3. Memahami elemen penting dalam manajemen proyek
4. Menjelaskan pengertian proyek
5. Memahami tentang jenis-jenis proyek konstruksi

1.1 Manajemen Proyek

1.1.1 Definisi Manajemen Proyek

Pada proyek konstruksi membutuhkan manajemen proyek baik dalam *progressing* maupun untuk memecahkan masalah.

Manajemen adalah ilmu dan seni mengatur proses pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber-sumber lainnya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Manajemen ini terdiri dari enam unsur (6 M) yaitu *Men, Money, Methode, Material, Machines dan Market*. (Hasibuan, 2013)

Menurut (Santosa, 2008), manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (*knowledges*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*) dan teknik (*technique*) dalam aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek. Manajemen proyek dilaksanakan melalui aplikasi dan integrasi tahapan proses manajemen proyek yaitu *initiating, planning, executing, monitoring* dan *controlling* serta akhirnya *closing* keseluruhan proses proyek tersebut. Dalam pelaksanaannya, setiap proyek selalu dibatasi oleh kendala-kendala yang sifatnya mempengaruhi dan biasa disebut sebagai segitiga *project constraint* yaitu lingkup pekerjaan (*scope*), waktu dan biaya. Dimana keseimbangan ketiga konstrain tersebut akan

menentukan kualitas suatu proyek. Perubahan salah satu atau lebih faktor tersebut akan mempengaruhi setidaknya satu faktor lainnya.

Menurut (Dimiyati, 2014), manajemen proyek merupakan tatacara mengorganisasikan dan mengelola sumber penghasilan yang penting untuk menyelesaikan proyek dari awal sampai akhir proyek.

Menurut (Erviyanto, 2009), manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

Manajemen proyek merupakan *planning, organizing, directing* dan *controlling* sumberdaya-sumberdaya perusahaan untuk tujuan relative jangka pendek yang telah ditetapkan untuk melengkapi goal dan objectives yang spesifik. Selebihnya, manajemen proyek memakai pendekatan sistem dengan mempunyai personil fungsional yang ditugaskan bagi proyek yang spesifik. (Tantyonimpuno, 2001)

Manajemen proyek merupakan sebagai ilmu dan seni berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal dan biaya, serta memenuhi keinginan para *stakeholder*.(Imam Heryanto, 2013)

Jadi definisi manajemen proyek adalah seni mengatur atau mengelola sumber daya proyek (*man, money, method, material, machine, market and time/6M+T*), dari tahap perencanaan, pelaksanaan sampai berakhirnya proyek, sehingga tercapai sasaran proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

1.1.2 Tujuan Manajemen Proyek

Menurut (Erviyanto, 2009), tujuan manajemen proyek pada umumnya dipandang sebagai pencapaian suatu sasaran tunggal dan dengan jelas terdefiniskan. Kendala-kendala yang selalu terlibat dalam proyek-proyek

rekayasa sipil biasanya berhubungan dengan persyaratan kinerja, waktu penyelesaian, batasan biaya, kualitas pekerjaan dan keselamatan kerja. Pelaksana proyek konstruksi berorientasi pada penyelesaian proyek sedemikian rupa sehingga jumlah sumber daya yang digunakan dalam pelaksanaan proyek berada pada posisi minimum.

Tujuan manajemen proyek adalah mengelola fungsi-fungsi manajemen sedemikian rupa sehingga diperoleh hasil optimum sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan serta penggunaan sumber daya yang efisien dan efektif mungkin. (Dimiyati, 2014).

Menurut (Imam Heryanto, 2013), tujuan dan manfaat yang bisa didapatkan dengan adanya manajemen proyek antara lain:

1. Efisiensi, baik dari sisi biaya, sumber daya maupun waktu.
2. Kontrol terhadap proyek.
3. Meningkatkan kualitas.
4. Meningkatkan produktifitas.
5. Bisa menekan risiko yang timbul sekecil mungkin.
6. Koordinasi internal yang lebih baik.
7. Meningkatkan semangat, tanggung jawab serta loyalitas tim terhadap proyek.

1.1.4 Fungsi Manajemen Proyek

Menurut (Ervianto, 2009) , manajemen pengelolaan setiap proyek rekayasa sipil meliputi delapan fungsi dasar manajemen, yaitu:

1. Penetapan tujuan (*goal setting*)
2. Perencanaan (*planning*)
3. Pengorganisasian (*organizing*)
4. Pengisian staf (*staffing*)
5. Pengarahan (*directing*)
6. Pengawasan (*supervising*)

7. Pengendalian (*controlling*)

8. Koordinasi (*coordination*)

Setiap fungsi di atas merupakan tahap yang harus dipenuhi. Jadi tidak mungkin salah satu dari fungsi tersebut ditinggalkan. Pengelolaan proyek akan berhasil baik jika semua fungsi manajemen dijalankan secara efektif. Ini dicapai dengan jalan menyediakan sumber daya yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap fungsi tersebut dan menyediakan kondisi yang tepat sehingga memungkinkan orang-orang untuk melaksanakan tugasnya masing-masing. Dari kedelapan fungsi manajemen tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok:

Tahap perencanaan:

1. Penetapan tujuan (*goal setting*)
2. Perencanaan (*planning*)
3. Pengorganisasian (*organizing*)

Tahap Pelaksanaan:

1. Pengisian staf (*staffing*)
2. Pengarahan (*directing*)

Tahap Pengendalian:

1. Pengawasan (*supervising*)
2. Pengendalian (*controlling*)
3. Koordinasi (*coordinating*)

Menurut (Hasibuan, 2013) fungsi-fungsi manajemen yang dikemukakan para penulis tidak sama, tergantung pada sudut pendekatan dan pandangan mereka. Sebagai bahan perbandingan dikemukakan pembagian fungsi-fungsi-fungsi manajemen pada tabel 1.1 di bawah ini:

Tabel 1.1: Fungsi – fungsi Manajemen

G.R.Terry	John F. Mee	Louis A. Allen	MC. Namara
------------------	--------------------	-----------------------	-------------------

<i>1. Planning</i> <i>2. Organizing</i> <i>3. Actuating</i> <i>4. Controlling</i>	<i>1. Planning</i> <i>2. Organizing</i> <i>3. Motivating</i> <i>4. Controlling</i>	<i>1. Leading</i> <i>2. Planning</i> <i>3. Organizing</i> <i>4. Controlling</i>	<i>1. Planning</i> <i>2. Prgramming</i> <i>3. Budgeting</i> <i>4. System</i>
Henry Fayol	Harold Koontz Cyril O'Dannel	Drs. P.Siagian	Prof. Drs. Oey Liang Lee
<i>1. Planning</i> <i>2. Organizing</i> <i>3. Commanding</i> <i>4. Coordinating</i> <i>5. Controlling</i>	<i>1. Planning</i> <i>2. Organizing</i> <i>3. Staffing</i> <i>4. Directing</i> <i>5. Controlling</i>	<i>1. Planning</i> <i>2. Organizing</i> <i>3. Motivating</i> <i>4. Controlling</i> <i>5. Evaluation</i>	1. Perencanaan 2. Pengorganisasian 3. Pengarahan 4. Pengkoordinasian 5. Pengontrolan
W.H. Newman	Luther Gullick	Lyndall F. Urwick	John. D. Millet
<i>1. Planning</i> <i>2. Organizing</i> <i>3. Assembling</i> <i>Resources</i> <i>4. Directing</i> <i>5. Controlling</i>	<i>1. Planning</i> <i>2. Organizing</i> <i>3. Staffing</i> <i>4. Directing</i> <i>5. Coordinating</i> <i>6. Reporting</i> <i>7. Budgeting</i>	<i>1. Forecasting</i> <i>2. Planning</i> <i>3. Organizing</i> <i>4. Commanding</i> <i>5. Coordinating</i> <i>6. Controlling</i>	<i>1. Directing</i> <i>2. Facilitating</i>

Sumber: (Hasibuan, 2013)

1.1.4 Aspek-aspek dalam Manajemen Proyek

Menurut (Dimiyati, 2014), beberapa aspek yang dapat diidentifikasi dan menjadi masalah dalam manajemen proyek serta membutuhkan penanganan yang cermat adalah sebagai berikut:

1. Keuangan

Berhubungan dengan pembelanjaan dan pembiayaan proyek. Keuangan bisa berasal dari bank atau investor dalam jangka pendek atau jangka panjang.

2. Anggaran Biaya

Berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian biaya selama proyek berlangsung.

3. Manajemen Sumber Daya Manusia

Berkaitan dengan kebutuhan dan alokasi SDM selama proyek berlangsung yang berfluktuatif.

4. Manajemen Produksi

Berkaitan dengan hasil akhir proyek. Hasil akhir proyek negative apabila proses perencanaan dan pengendaliannya tidak baik.

5. Harga

Masalah ini timbul karena kondisi eksternal dalam hal persaingan harga, yang dapat merugikan perusahaan.

6. Efektivitas dan Efisiensi

Masalah ini dapat merugikan apabila fungsi produk yang dihasilkan tidak terpenuhi/tidak efektif atau faktor efisiensi tidak terpenuhi sehingga usaha produksi membutuhkan biaya besar.

7. Pemasaran

Berkaitan dengan perkembangan faktor eksternal sehubungan dengan persaingan harga, strategi promosi, mutu produk serta analisis pasar yang salah terhadap produksi yang dihasilkan.

8. Mutu

Berkaitan dengan kualitas produk akhir yang akan meningkatkan daya saing serta memberikan kepuasan pelanggan.

9. Waktu

Masalah waktu dapat menimbulkan kerugian biaya apabila pengerjaan proyek lebih lambat dari direncanakan dan sebaliknya akan menguntungkan apabila dapat dipercepat.

1.1.5 Elemen Penting dalam Manajemen Proyek

Menurut (Dimiyati, 2014) Nicholas 2001, ada tiga elemen penting dalam manajemen proyek:

1. Manajer Proyek

Elemen yang paling penting dalam manajemen proyek adalah manajer proyek karena manajer proyek adalah orang yang bertanggung jawab untuk merencanakan, mengarahkan dan mengintegrasikan usaha kerja dari anggota untuk mencapai tujuan proyek.

2. Tim Proyek

Tim proyek merupakan kumpulan orang dari area fungsional berbeda yang saling bekerja sama dengan tujuan menyelesaikan pekerjaan proyek.

3. Sistem Manajemen Proyek

Manajer proyek dan tim proyek harus menjadi alat bantu dalam sistem manajemen proyek. Sistem manajemen proyek dibuat berdasarkan struktur organisasi, proses informasi, dan pelatihan serta vertikal dan horizontal. Sistem vertikal meliputi pemecahan tugas dalam proyek, sedangkan horizontal meliputi unit fungsional dan departemen yang terlibat dalam proyek.

1.1.6 Manajer Proyek

Manajer proyek adalah seorang yang ditunjuk atau ditetapkan untuk bertanggung jawab terhadap kegiatan atau pelaksanaan proyek setiap hari, sampai proyek selesai.

Menurut (Imam Heryanto, 2013) *Skill* yang dibutuhkan manajer proyek adalah

1. *Leadership* atau kepemimpinan

Sebuah proyek sangat membutuhkan kerja sama antar anggota tim, disini diperlukan seorang yang memiliki jiwa kepemimpinan proyek yang tangguh, seseorang yang bisa mengorganisasi dan bisa mengarahkan anggota tim agar apa-apa yang akan dikerjakan selalu merujuk pada tujuan proyek, agar semua komponen tim proyek tunduk pada satu aturan.

2. *Problem Solving Skill* atau keahlian memecahkan masalah

Manajer proyek dituntut untuk bisa memecahkan semua permasalahan yang terjadi selama proyek berlangsung. Manajer proyek harus bisa membuat suatu solusi masalah tanpa menimbulkan masalah yang baru.

3. *Written Skills* atau keahlian untuk menulis

Seorang manajer proyek harus memiliki kemampuan ini, pasalnya, jangan sampai anggota tim salah menangkap maksud. Kemampuan menulis yang dimaksud meliputi banyak aspek antara lain: penulisan *project definition*, *project management plan*, *project monitoring and controlling*. Dan juga penulisan dalam bentuk presentasi dan pelaporan-pelaporan proyek lainnya. Intinya dalam penulisan harus jelas dan lugas.

4. *Presentation Skills* atau keahlian melakukan presentasi

Seorang manajer proyek dituntut untuk bisa menuangkan ide-idenya dalam suatu bentuk orasi, dalam hal ini adalah presentasi di dalam suatu forum pertemuan rapat proyek (yang bersifat formal) maupun diluar kegiatan rapat (no formal).

5. *Communication Skill* atau keahlian berkomunikasi

Komunikasi yang baik maka akan terjalin hubungan yang baik antara anggota tim. Begitu juga sebaliknya, bila komunikasi kurang baik, maka permasalahan kecil atau sederhana bisa menjadi permasalahan besar. Untuk itu manajer proyek harus memiliki komunikasi yang baik, kemampuan komunikasi yang menghubungkan semua anggota tim agar dapat berkoordinasi dengan baik.

6. *Team Player Skills* atau keahlian menjalankan tim

Keahlian menjalankan tim adalah merupakan pekerjaan pekerjaan yang tidak mudah bagi seorang manajer proyek. Untuk menjalankan tim, seorang manajer proyek harus memiliki charisma yang tinggi, harus mempunyai wibawa.

7. *Professionalism* atau profesionalisme

Seorang manajer proyek harus bisa memilah-milah antara urusan kantor, urusan teman, urusan pribadi maupun urusan keluarga.. Seorang manajer proyek harus bisa membedakan kapan saat bertindak sebagai pemimpin suatu proyek dan kapan berlaku sebagai teman.

8. *Strong Admin Skills* atau kemampuan yang handal untuk mengatur

Kemampuan untuk mengatur orang lebih bersifat manajerial, lebih bersifat seni dan psikologi. Untuk itulah diperlukan seorang manajer proyek atau pimpinan proyek yang bisa mengatur timnya dengan baik.

9. *Knowledge of Project Management* atau pengetahuan tentang manajemen proyek

Pengetahuan tentang manajemen proyek tidak bisa dianggap remeh, karena pengetahuan ini merupakan peta manajemen proyek. Seseorang yang ingin

sampai pada tujuannya harus memiliki dan melaksanakan perjalanannya sesuai dengan peta yang benar.

Tugas dan tanggung jawab manajer proyek adalah

1. Mendefinisikan dan membatasi proyek dengan benar.
2. Mengidentifikasi dan memilih sumber daya proyek : sumber daya manusia, material, peralatan, dan metode pelaksanaan .
3. Memimpin tim proyek pada setiap fase proyek.
4. Mengestimasi dan membuat anggaran proyek.
5. Mengidentifikasi dan mengelola semua isu dan risiko pada sebuah proyek.
6. Membuat dan mengendalikan perencanaan proyek.
7. Mengelola semua perubahan yang terjadi pada sebuah proyek.
8. Meyakinkan bahwa semua penugasan *deliverable* proyek tetap berada pada *track* atau jalurnya dan tidak melebihi biaya yang telah ditetapkan.
9. Mengidentifikasi politik organisasi dan memerankan dengan baik
10. Mengelola berkas proyek dan dokumentasi terkait
11. Mengomunikasikan dan *me-maintain* kemajuan proyek melalui rapat (*meeting*) dan pelaporan (*reporting*).

Menurut (Santosa, 2008) tanggungjawab utama seorang manajer proyek adalah menyerahkan hasil akhir proyek dalam kriteria waktu, biaya dan performansi yang telah ditetapkan, termasuk profit yang ditargetkan.

Secara garis besar tanggungjawab manajer proyek adalah:

1. Merencanakan kegiatan-kegiatan dalam proyek, tugas-tugas dan hasil akhir, termasuk pemecahan pekerjaan, penjadwalan dana penganggaran
2. Mengorganisasikan, memilih dan menempatkan orang-orang dalam tim proyek. Mengorganisasikan dan mengalokasikan sumberdaya.
3. Memonitor status proyek.
4. Mengidentifikasi masalah-masalah teknis.

5. Titik temu dari para konstituen: subkontraktor, *user*, konsultan, *top management*.
6. Menyelesaikan konflik yang terjadi dalam proyek.
7. Merekomendasikan penghentian proyek atau pengeralahan kembali sumberdaya bila tujuan tidak tercapai.

Aryawati, seorang ahli manajemen proyek menyatakan syarat manajer proyek adalah memiliki kemampuan:

1. Memilih dan mengembangkan suatu tim operasional dari awal mulai.
2. Kepemimpinan dan manajemen
3. Mengantisipasi masalah, memecahkan masalah dan membuat keputusan.
4. Fleksibilitas operasional.
5. Merencanakan, mempercepat dan melaksanakan berbagai hal.
6. Melakukan negosiasi dan mengajak berperan.
7. Mengerti kondisi lingkungan dalam proyek yang sedang dikerjakan.
8. Mereview, memonitor dan melakukan pengendalian.
9. Didalam administrasi kontrak, lingkup pekerjaan dan perubahan lingkup.
10. Untuk mengelola didalam suatu lingkungan yang memiliki perubahan terus menerus.
11. membuat pelanggan puas.

1.1.7 Tim Proyek

Anggota tim proyek yang umumnya dalam pengelolaan proyek antara lain dapat dilihat seperti gambar 1.1 (Santosa, 2008):

1. *Contract Administrator*

Terlibat dalam penyiapan proposal, negosiasi kontrak, mengintegrasikan keperluan dalam kontrak dengan rencana proyek, mengidentifikasi dan mendefinisikan perubahan-perubahan terhadap lingkup proyek, mengkomunikasikan penyelesaian tahap-tahap penting, dokumentasi masalah hukum, modifikasi kontrak.

2. *Project Controlling*

Membantu manajer proyek dalam perencanaan, pengendalian, pelaporan dan evaluasi.

3. *Project Accountant*

Membantu pekerjaan akuntansi dan finansial kepada manajer proyek, membantu mengidentifikasi tugas yang perlu dikendalikan, menyiapkan estimasi biaya untuk pekerjaan-pekerjaan tertentu, menginvestigasi masalah-masalah finansial.

4. *Customer Liason*

Merupakan perwakilan teknis klien atau user dalam tm proyek. Berperan serta dalam pembahasan teknis dan mereview apa yang sedang berjalan dan membantu dalam perubahan kontrak, bertanggungjawa menjaga hubungan baik dengan kontraktor-customer.

5. *Production Coordinator*

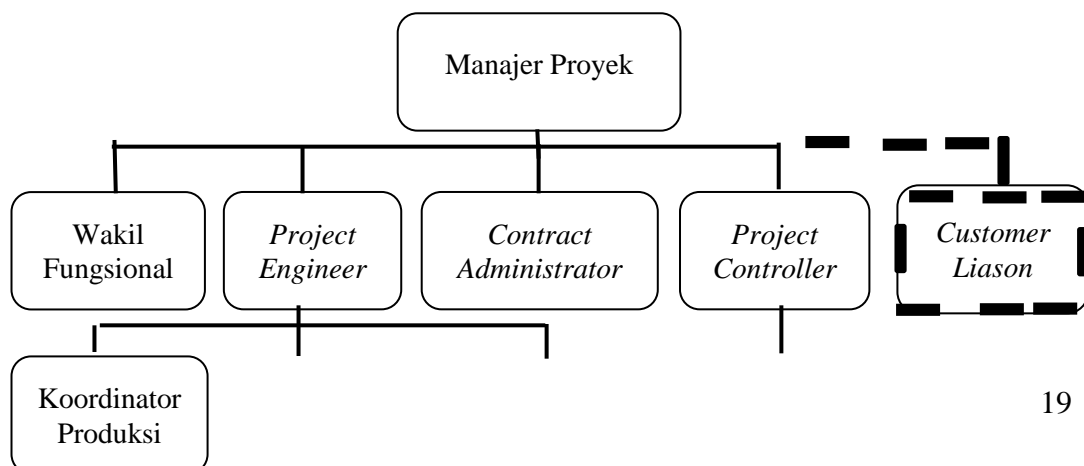
Merencanakan, memonitor dan mengkoordinasikan aspek-aspek produksi.

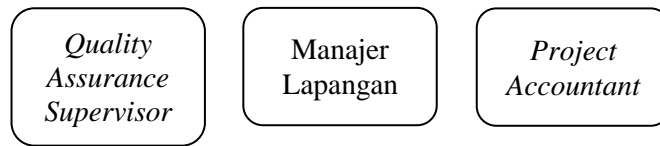
6. Manajer Lapangan

Mengawasi pemasangan, pengujian, pemeliharaan dan persyaratan hasil akhir proyek kepada pelanggan.

7. *Quality Assurance Supervisor*

Mengatur dan membuat prosedur pemeriksaan untuk memastikan pemenuhan kualitas sesuai dengan kebutuhan.

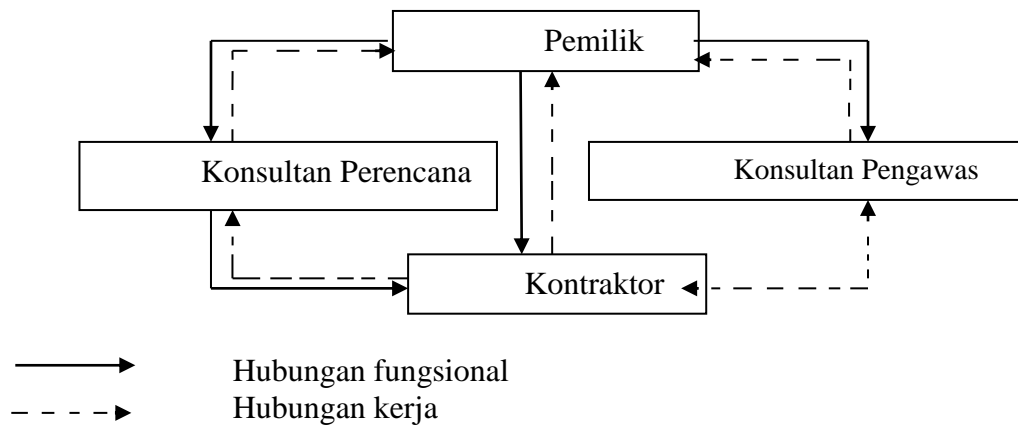




Gambar 1.1: Anggota Tim Proyek (Santosa, 2008)

1.1.8 Hubungan Kerja

Hubungan antara pihak-pihak yang terlibat dalam suatu proyek dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja. Hubungan fungsional adalah pola hubungan yang berkaitan dengan fungsi pihak-pihak tersebut. Hubungan kerja adalah pola hubungan kerjasama antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi yang dikukuhkan dengan suatu dokumen kontrak, dapat diskemakan seperti dalam gambar 1.2.



Gambar 1.2 Hubungan Fungsional dan Hubungan Kerja (Ervianto, 2009)

Hubungan antara konsultan perencana dengan pemilik proyek, diikat berdasarkan kontrak. Konsultan perencana memberikan layanan konsultasi dimana produk yang dihasilkan berupa gambar-gambar rencana dan peraturan

serta syarat-syarat, sedangkan pemilik proyek memberikan biaya jasa atas konsultasi yang diberikan oleh konsultan perencana.

Kontraktor dengan pemilik proyek, diikat juga berdasarkan kontrak. Kontraktor memberikan layanan jasa profesionalnya berupa bangunan sebagai realisasi dari keinginan pemilik proyek yang telah dituangkan ke dalam gambar rencana dan peraturan serta syarat-syarat oleh konsultan perencana, sedangkan pemilik proyek memberikan biaya jasa profesional kontraktor. Konsultan perencana dengan kontraktor, diikat berdasarkan peraturan pelaksanaan. Konsultan perencana memberikan gambar rencana dan peraturan serta syarat-syarat, kemudian kontraktor harus merealisasikan menjadi sebuah bangunan.

Hubungan antara pemilik proyek dengan konsultan pengawas, pemilik proyek memberi tugas pada konsultan pengawas untuk mengawasi pekerjaan di lapangan yang dilakukan oleh kontraktor dan kontraktor melaporkan kemajuan yang telah dicapai kepada konsultan pengawas. Konsultan pengawas melaporkan kemajuan tersebut kepada pemilik proyek. Kemudian pemilik proyek memberikan biaya jasa konsultasi kepada konsultan pengawas (Ervianto, 2009)

1.2 Unsur-Unsur Pembangunan

Usaha-usaha untuk mewujudkan sebuah bangunan diawali dari tahap ide hingga tahap pelaksanaan. Pihak-pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi dari tahap perencanaan sampai pelaksanaan dapat dikelompokkan menjadi tiga pihak, yaitu pihak pemilik proyek (*owner*), pihak konsultan dan pihak kontraktor. Dalam melaksanakan kegiatan perwujudan bangunan, masing-masing pihak sesuai posisinya berinteraksi satu sama lain sesuai hubungan kerja yang telah ditetapkan. (Ervianto, 2009)

a. Pemilik Proyek (*Owner*)

Owner merupakan faktor penentu dalam pencapaian keberhasilan suatu proyek. Pada umumnya *owner* mempunyai tiga tujuan yang ingin dicapai yaitu mutu kerja yang baik, biaya rendah, dan penyelesaian proyek yang cepat. Pemilik

proyek atau pemberi tugas atau pengguna jasa adalah orang/badan yang memiliki proyek dan memberikan pekerjaan atau menyuruh memberikan pekerjaan kepada pihak penyedia jasa dan membayar biaya pekerjaan tersebut.

Hak dan kewajiban pengguna jasa

1. Menunjuk penyedia jasa (konsultan dan kontraktor).
2. Meminta laporan secara periodik mengenai pelaksanaan pekerjaan yang telah dilakukan oleh penyedia jasa.
3. Memberikan fasilitas baik berupa sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh pihak penyedia jasa untuk kelancaran pekerjaan.
4. Menyediakan lahan untuk pelaksanaan pekerjaan.
5. Menyediakan dana dan kemudian membayar kepada pihak penyedia jasa sejumlah biaya yang diperlukan untuk mewujudkan sebuah bangunan.
6. Ikut mengawasi jalannya pelaksanaan pekerjaan yang direncanakan dengan cara menempatkan atau menunjuk suatu badan atau orang untuk bertindak atas nama pemilik.
7. Mengesahkan perubahan pekerjaan (bila terjadi). Menerima dan mengesahkan pekerjaan yang telah selesai dilaksanakan oleh penyedia jasa jika produknya telah sesuai dengan apa yang dikehendaki.

Wewenang pemberi tugas:

1. Memberitahukan hasil lelang secara tertulis kepada masing-masing kontraktor.
2. Dapat mengambil alih pekerjaan secara sepihak dengan cara memberitahukan secara tertulis kepada kontraktor jika telah terjadi hal-hal di luar kontrak yang ditetapkan.

b. Konsultan Perencana

Konsultan Perencana adalah orang/badan yang membuat perencanaan bangunan secara lengkap baik bidang arsitektur, sipil, dan bidang lain yang melekat erat membentuk sistem bangunan.

Hak dan kewajiban konsultan perencana adalah:

1. Membuat perencanaan secara lengkap yang terdiri dari gambar rencana, rencana kerja dan syarat-syarat, hitungan struktur, rencana anggaran biaya.
2. Memberikan usulan dan pertimbangan kepada pengguna jasa dan pihak kontraktor tentang pelaksanaan pekerjaan.
3. Memberikan jawaban dan penjelasan kepada kontraktor tentang hal-hal yang kurang jelas dalam gambar rencana, rencana kerja dan syarat-syarat.
4. Membuat gambar revisi bila terjadi perubahan perencanaan.
5. Menghadiri rapat koordinasi pengelolaan proyek.

c. Konsultan Pengawas

Konsultan pengawas adalah orang/badan yang ditunjuk pengguna jasa untuk membantu dalam pengelolaan pelaksanaan pekerjaan pembangunan mulai awal hingga berakhirnya pekerjaan tersebut.

Hak dan kewajiban konsultan pengawas adalah:

1. Menyelesaikan pelaksanaan pekerjaan dalam waktu yang telah ditetapkan.
2. Membimbing dan mengadakan pengawasan secara periodik dalam pelaksanaan pekerjaan.
3. Melakukan perhitungan prestasi pekerjaan.
4. Mengkoordinasi dan mengendalikan kegiatan konstruksi serta aliran informasi antara berbagai bidang agar pelaksanaan pekerjaan berjalan lancar.

5. Menghindari kesalahan yang mungkin terjadi sedini mungkin serta menghindari pembengkakan biaya.
6. Mengatasi dan memecahkan persoalan yang timbul di lapangan agar dicapai hasil akhir sesuai kualitas, kuantitas serta waktu pelaksanaan yang telah ditetapkan.
7. Menerima atau menolak material/peralatan yang didatangkan kontraktor.
8. Menghentikan sementara bila terjadi penyimpangan dari peraturan yang berlaku.
9. Menyusun laporan kemajuan pekerjaan (harian, mingguan, bulanan).
10. Menyiapkan dan menghitung adanya kemungkinan pekerjaan tambah/kurang.

d. Kontraktor

Kontraktor adalah orang/badan yang menerima pekerjaan dan menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan sesuai biaya yang telah ditetapkan berdasarkan gambar rencana dan peraturan serta syarat-syarat yang ditetapkan.

Hak dan kewajiban kontraktor adalah:

1. Melaksanakan pekerjaan sesuai gambar rencana, peraturan dan syarat-syarat, risalah penjelasan pekerjaan (*aanvullings*) dan syarat-syarat tambahan yang telah ditetapkan oleh pengguna jasa.
2. Membuat gambar-gambar pelaksanaan yang disahkan oleh konsultan pengawas sebagai wakil dari pengguna jasa.
3. Menyediakan alat keselamatan kerja seperti yang diwajibkan dalam peraturan untuk menjaga keselamatan pekerjaan dan masyarakat.
4. Membuat laporan hasil pekerjaan berupa laporan harian, mingguan, dan bulanan.
5. Menyerahkan seluruh atau sebagian pekerjaan yang telah diselesaikan sesuai ketetapan yang berlaku.

1.3 Proyek Konstruksi

1.3.1 Definisi Proyek

Menurut (Santosa, 2008), proyek didefinisikan sebagai suatu rangkaian aktifitas unik yang saling terkait untuk mencapai suatu hasil tertentu dan dilakukan dalam periode waktu tertentu pula. Menurut *PMBOK Guide* (2004) sebuah proyek memiliki karakteristik penting yang terkandung di dalamnya yaitu:

Sementara (*temporary*) berarti setiap proyek selalu memiliki jadwal yang jelas kapan dimulai dan kapan diselesaikan. Sebuah proyek berakhir jika tujuannya telah tercapai atau kebutuhan terhadap proyek itu tidak ada lagi sehingga proyek tersebut dihentikan. Unik artinya bahwa setiap proyek menghasilkan suatu produk, solusi, *service output* tertentu yang berbeda-beda satu sama lainnya. *Progressive elaboration* adalah karakteristik proyek yang berhubungan dengan dua konsep sebelumnya yaitu sementara dan unik. Setiap proyek terdiri dari langkah-langkah yang terus berkembang dan berlanjut sampai proyek berakhir. Setiap langkah semakin memperjelas tujuan proyek.

Menurut (Dimiyati, 2014), beberapa aspek yang perlu diperhatikan untuk memahami arti proyek, yaitu sebagai berikut:

- a. Tujuan: proyek adalah aktivitas yang berlangsung dalam kurun waktu tertentu dengan hasil akhir tertentu.
- b. Kompleksitas: proyek biasanya melibatkan beberapa fungsi organisasi, karena diperlukan bermacam-macam keterampilan dan bakat dari berbagai disiplin dalam menyelesaikan pekerjaan dalam proyek.
- c. Keunikan: suatu proyek adalah pekerjaan yang sekali terjadi, tidak pernah terulang dengan persis sama.
- d. Tidak permanen: proyek merupakan aktivitas temporer. Organisasi sementara dibentuk untuk mengelola personalia, material, dan fasilitas untuk mencapai tujuan tertentu, biasanya dalam jadwal tertentu, dan sekali

tujuan tercapai, organisasi akan dibubarkan dan dibentuk organisasi baru untuk mencapai tujuan lain lagi.

- e. Ketidakbiasaan: proyek biasanya menggunakan teknologi baru dan memiliki elemen yang tidak pasti dan berisiko.
- f. Siklus hidup: proyek adalah proses bekerja untuk mencapai tujuan, selama proses proyek akan melewati beberapa fase yang disebut siklus hidup proyek.

Menurut (Dimiyati, 2014) menyatakan bahwa proyek merupakan tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara konkret dan diselesaikan dalam periode tertentu dengan menggunakan tenaga dan alat-alat terbatas.

Menurut (Schwalbe, 2006), proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu.

Menurut (Gray C.F, 2000), proyek adalah kegiatan yang kompleks, tidak rutin, dan usaha satu waktu yang dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya, dan spesifikasi kinerja yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Menurut (Rakos, 1990), proyek adalah aktifitas yang menghasilkan produk atau jasa. Proyek selalu dimulai dengan adanya masalah, yaitu *user* mendatangi tim proyek untuk meminta solusi menyelesaikan masalahnya.

Menurut (Dimiyati, 2014), beberapa aspek yang perlu diperhatikan untuk memahami arti proyek, yaitu sebagai berikut:

- a. Tujuan: proyek adalah aktivitas yang berlangsung dalam kurun waktu tertentu dengan hasil akhir tertentu.
- b. Kompleksitas: proyek biasanya melibatkan beberapa fungsi organisasi, karena diperlukan bermacam-macam keterampilan dan bakat dari berbagai disiplin dalam menyelesaikan pekerjaan dalam proyek.

- c. Keunikan: suatu proyek adalah pekerjaan yang sekali terjadi, tidak pernah terulang dengan persis sama.
- d. Tidak permanen: proyek merupakan aktivitas temporer. Organisasi sementara dibentuk untuk mengelola personalia, material, dan fasilitas untuk mencapai tujuan tertentu, biasanya dalam jadwal tertentu, dan sekali tujuan tercapai, organisasi akan dibubarkan dan dibentuk organisasi baru untuk mencapai tujuan lain lagi.
- e. Ketidakbiasaan: proyek biasanya menggunakan teknologi baru dan memiliki elemen yang tidak pasti dan berisiko.
- f. Siklus hidup: proyek adalah proses bekerja untuk mencapai tujuan, selama proses proyek akan melewati beberapa fase yang disebut siklus hidup proyek.

Menurut (Ervianto, 2009), karakteristik proyek dapat dipandang dalam tiga dimensi yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya, dan membutuhkan organisasi. Tiga karakteristik proyek konstruksi:

1. Proyek bersifat unik, keunikan dari proyek konstruksi adalah tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis, proyek bersifat sementara dan selalu melibatkan grup pekerja yang berbeda-beda.
2. Membutuhkan sumber daya (*resources*), setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya dalam penyelesaiannya, yaitu pekerja dan “sesuatu” (uang, mesin, metoda, material).
3. Membutuhkan organisasi, setiap organisasi mempunyai keragaman tujuan dimana di dalamnya terlibat sejumlah individu dengan ragam keahlian, ketertarikan, kepribadian dan juga ketidakpastian.

Ciri-ciri proyek adalah sebagai berikut:

1. Bertujuan menghasilkan lingkup (*scope*) tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja.
2. Dalam proses mewujudkan lingkup yang dimaksud, maka ditentukan jumlah biaya, jadwal, kriteria mutu, serta sumber daya yang diperlukan.

3. Bersifat sementara. Dalam artian adanya batasan waktu yang telah ditentukan (yaitu dengan selesainya tugas). Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. Nonrutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

1.3.2 Jenis-Jenis Proyek Konstruksi

Jenis-jenis proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok yaitu:

1. Bangunan gedung meliputi rumah, kantor, hotel, restoran, pabrik dan lain-lain. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini menurut (Erviyanto, 2009) adalah sebagai berikut:
 - a. Proyek konstruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tinggal
 - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relative sempit dan kondisi pondasi umumnya sudah diketahui
 - c. Manajemen dibutuhkan, terutama untuk progressing pekerjaan
2. Bangunan sipil meliputi bangunan air, transportasi, jembatan dan infrastruktur lainnya.

Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah sebagai berikut:

- a. Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna bagi kepentingan manusia
- b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lain dalam suatu proyek
- c. Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan masalah

1.3.3 Tiga Faktor pembatas (*Triple Constraint*)

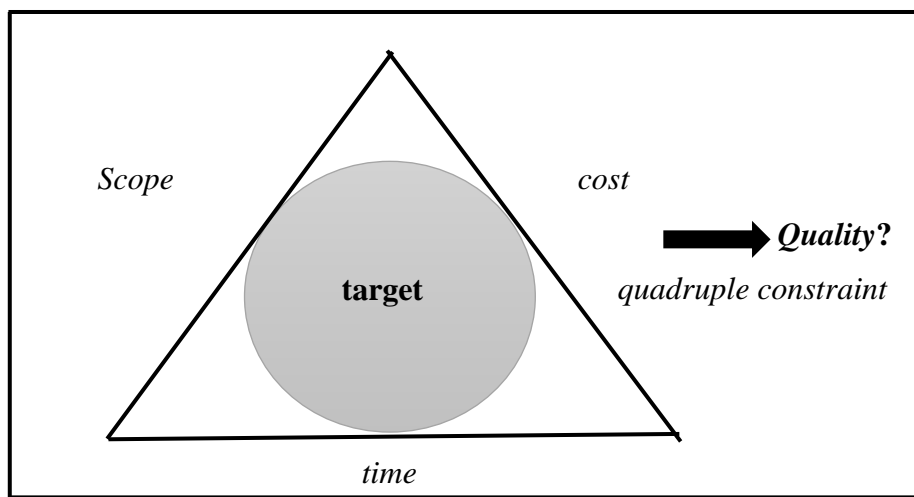
Menurut (Imam Heryanto, 2013) , tiga faktor pembatas di dalam lingkup manajemen proyek, yaitu meliputi:

1. *Scope* atau ruang lingkup membahas jenis dan batasa-batasan yang ada pada sebuah proyek. Sejauh mana Batasan-batasan atau ruang lingkup

suatu proyek ditentukan. Semakin besarnya ruang lingkup suatu proyek, maka secara umum akan makin bertambah pula waktu pengerjaan, ini tentu berdampak pada bertambahnya biaya yang harus dikeluarkan.

2. *Time* atau waktu adalah salah satu komponen yang menjadi target utama dalam sebuah proyek, bagaimana kita menentukan lamanya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah proyek.
3. *Cost* atau biaya adalah salah satu komponen utama dalam sebuah proyek, menentukan seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan untuk sebuah proyek.

Ketiga faktor pembatas atau *triple constraint* (*scope, time & cost*), serta kaitannya terhadap kualitas suatu target, dapat dilihat pada gambar 1.3

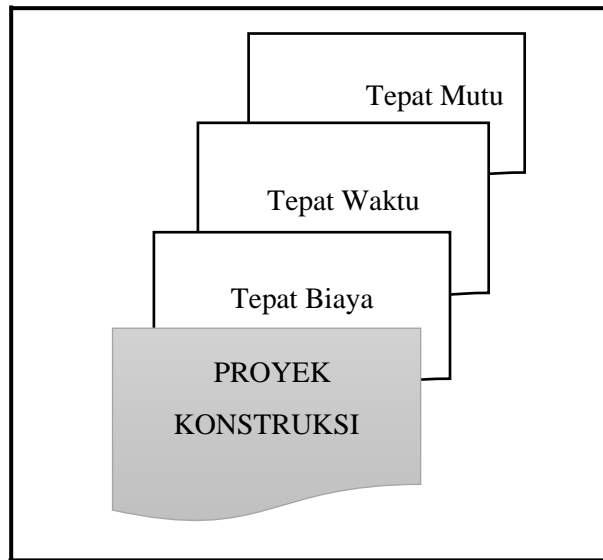


Gambar 1.3: *Triple Constraint + Quality Factor = Quadruple Constraint*

(Imam Heryanto, 2013)

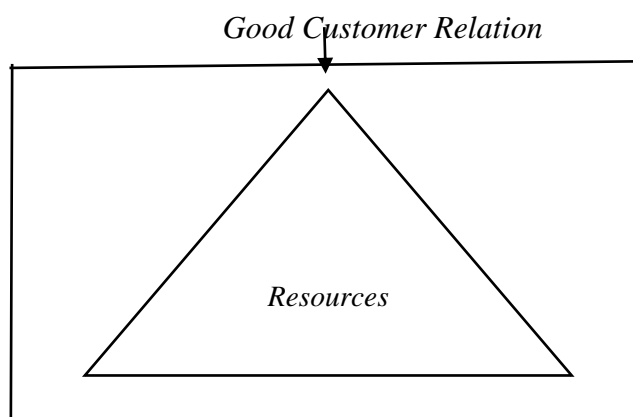
Optimasi *triple constraint* sangat diperlukan untuk mencapai keseimbangan dalam mencapai sebuah target. Untuk mencapai kualitas dari suatu target tertentu, maka setting atau optimasi ketiga komponen tersebut sangatlah diperlukan.

Menurut (Ervianto, 2009), keterkaitan antara ketiga faktor pembatas atau *triple constraint* dapat dilihat seperti pada gambar 1.4 di bawah ini:



Gambar 1.4: *Triple Constraint* (Ervianto, 2009)

Manajemen proyek yang didesain untuk mengontrol sumber perusahaan pada sebuah aktifitas, dalam waktu, biaya dan kinerja ketiga-tiganya merupakan kendala proyek. Kendala keempat adalah *good customer relations*. (Tantyonimpuno, 2001) Berikut ini gambar 1.5 manajemen proyek dengan *good customer relation*.



Time

Cost

Performance

Gambar 1.5: Manajemen Proyek dengan *Good Customer Relation*
(Tantyonimpuno, 2001)

Kemungkinan memmanage sebuah proyek secara internal dalam batas waktu, biaya maupun kinerja, tetapi dapat pula memutuskan hubungan/relasi sehingga tidak mendapat pekerjaan lanjutan, hingga dalam hal ini para eksekutif dalam memilih manajer proyek didasarkan pula terhadap siapa pelanggan itu dan jenis *customer relation* yang mana diperlukan.

BAB II

PERENCANAAN PROYEK

Tujuan Instruksional Umum:

Setelah mempelajari bagian ini dan mengikuti perkuliahan, maka diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan pengertian perencanaan proyek.
2. Memahami tahap-tahap perencanaan
3. Mengestimasi biaya proyek dan menyusun rencana anggaran biaya proyek.
4. Memahami tentang penjadwalan proyek, serta pendekatan-pendekatan yang digunakan dalam penjadwalan proyek.

2.1 Perencanaan Proyek**2.1.1 Definisi Perencanaan Proyek**

Perencanaan (*planning*) merupakan tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data dan informasi ataupun fakta kegiatan yang akan dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang. Perencanaan proyek adalah celah pertama pada langkah-langkah, sumber daya, dana dan jadwal yang diinginkan untuk menyelesaikan proyek. Perencanaan adalah tahapan dalam manajemen proyek yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran, sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administrative untuk diimplementasikan. (Dimiyati, 2014)

Perencanaan didefinisikan sebagai peramalan masa yang akan datang dan perumusan kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan berdasarkan peramalan tersebut. Perencanaan tersebut berupa perencanaan prosedur, perencanaan metode kerja, perencanaan standar, perencanaan hasil, perencanaan anggaran biaya, perencanaan program (rencana kegiatan beserta jadwal) (Erviyanto, 2009)

Perencanaan merupakan hal yang sangat penting dalam manajemen proyek. Dengan perencanaan yang baik, maka apa yang menjadi tujuan proyek

akan dapat tercapai. Perencanaan merupakan dasar dari kegiatan untuk memonitoring dan pengendalian proyek.

Menurut (Santosa, 2008) lingkup pekerjaan selama proses dari perencanaan dan pengendalian proyek adalah

1. Sebelum proyek mulai

Sebuah proses rencana dipersiapkan untuk menentukan tujuan proyek, tugas-tugas yang akan dikerjakan, jadwal dan anggaran.

2. Selama proyek

Rencana yang telah dibuat dibandingkan dengan performansi, waktu dan biaya yang sebenarnya terjadi (actual)

3. Jika ada perbedaan antara yang direncanakan dan yang akan terjadi sebenarnya, tindakan koreksi perlu dilakukan dan estimasi biaya dan waktu bisa diperbaharui.

2.1.2 Tahap-tahap Perencanaan Proyek

Tahap-tahap perencanaan proyek meliputi:

1. Penentuan tujuan proyek dan kebutuhan-kebutuhannya. Dalam hal ini perlu ditentukan hasil akhir proyek, waktu, biaya dan performansi yang ditargetkan.
2. Pekerjaan-pekerjaan apa saja yang yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek haruslah diuraikan dan didaftar.
3. Organisasi proyek dirancang untuk menentukan departemen-departemen yang ada, subkontraktor yang diperlukan dan manajer-manajer yang bertanggungjawab terhadap aktivitas pekerjaan yang ada.
4. Jadwal untuk setiap aktivitas pekerjaan dibuat, yang memperlihatkan waktu tiap aktivitas, waktu mulai dan batas selesai serta milestone.
5. Sebuah rencana anggaran dan sumberdaya yang dibutuhkan dipersiapkan.
6. Estimasi mengenai waktu, biaya dan performansi penyelesaian proyek.

Menurut (Santosa, 2008) tahap perencanaan dalam siklus hidup proyek akan meliputi kegiatan penyiapan rencana proyek secara detail dan penentuan spesifikasi proyek secara rinci, terdiri dari:

1. Jadwal pekerjaan
2. Anggaran dan sistem pengendalian biaya
3. *Work Breakdown Structure* secara rinci
4. Bagian-bagian yang berisiko tinggi dan cukup sulit dan rencana tentang pengatasan kemungkinan-kemungkinan yang akan muncul
5. Rencana sumber daya manusia dan pemakaian sumber daya lainnya
6. Rencana pengujian hasil proyek
7. Rencana dokumentasi
8. Rencana peninjauan pekerjaan
9. Rencana pelaksanaan hasil proyek

2.2 Estimasi Biaya

Salah satu tahap perencanaan yang penting adalah bagaimana mengestimasi biaya, waktu dan mutu yang tepat sehingga tujuan proyek tercapai secara efisien dan efektif.

Estimasi biaya merupakan unsur penting dalam pengelolaan biaya proyek secara keseluruhan, karena memiliki fungsi yang amat luas dalam merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti : material, tenaga kerja, waktu dan lain-lain. Estimasi bertujuan untuk memperkirakan besarnya biaya yang terjadi untuk melaksanakan suatu kegiatan di masa datang, oleh sebab itu perlu dilakukan seakurat mungkin. Kegiatan estimasi pada umumnya dilakukan dengan terlebih dahulu mempelajari gambar rencana dan spesifikasi. Berdasarkan gambar rencana, dapat diketahui kebutuhan material yang nantinya akan digunakan, sedangkan berdasarkan spesifikasi dapat diketahui kualitas bangunannya. (Erviyanto, 2009)

Estimasi biaya digunakan untuk menyusun anggaran dan dijadikan dasar untuk mengevaluasi performansi proyek. Kontraktor yang tidak mempunyai pemahaman tentang komponen biaya, termasuk biaya tidak langsung akan meningkatkan risiko mereka terhadap kegagalan yang tidak perlu. Sebagai suatu bidang usaha yang dikategorikan beresiko tinggi, keberhasilan kegiatan-kegiatan konstruksi tentunya sangat peka terhadap perubahan biaya, dan hal ini menjadi sangat penting untuk diperhatikan oleh para pelaku dibidang usaha tersebut. Dalam kondisi tersebut, maka kemampuan dan keberhasilan para kontraktor untuk bertahan dalam industri yang ketat persaingannya ini akan sangat tergantung pada sebaik apa mereka mampu mengatasi ketidakpastian, khususnya dalam aspek biaya. Keberhasilan kontraktor dalam persaingan ini tercermin dari kemampuannya memenangkan pelelangan dan menyelesaikan proyek-proyek konstruksi dengan tetap menghasilkan profit yang cukup. Kontraktor yang tidak mempunyai pemahaman tentang komponen biaya, termasuk biaya tidak langsung akan meningkatkan risiko mereka terhadap kegagalan yang tidak perlu. Sebagai suatu bidang usaha yang dikategorikan beresiko tinggi, keberhasilan kegiatan-kegiatan konstruksi tentunya sangat peka terhadap perubahan biaya, dan hal ini menjadi sangat penting untuk diperhatikan oleh para pelaku dibidang usaha tersebut. Dalam kondisi tersebut, maka kemampuan dan keberhasilan para kontraktor untuk bertahan dalam industri yang ketat persaingannya ini akan sangat tergantung pada sebaik apa mereka mampu mengatasi ketidakpastian, khususnya dalam aspek biaya. Keberhasilan kontraktor dalam persaingan ini tercermin dari kemampuannya memenangkan pelelangan dan menyelesaikan proyek-proyek konstruksi dengan tetap menghasilkan profit yang cukup.

Menurut (Santosa, 2008), biaya langsung adalah elemen biaya yang memiliki kaitan langsung dengan volume pekerjaan yang tertera dalam item pembayaran atau menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Komponen biaya langsung terdiri dari biaya upah pekerja, operasi peralatan, material. Termasuk kategori biaya langsung adalah semua biaya yang berada dalam kendali

subkontraktor. Biaya tidak langsung merupakan elemen biaya yang tidak terkait langsung dengan besaran volume komponen fisik hasil akhir proyek, tetapi mempunyai kontribusi terhadap penyelesaian kegiatan atau proyek. Elemen biaya ini umumnya tidak tertera dalam daftar item pembayaran dalam kontrak atau tidak dirinci. Yang termasuk dalam kategori biaya tidak langsung antara lain adalah

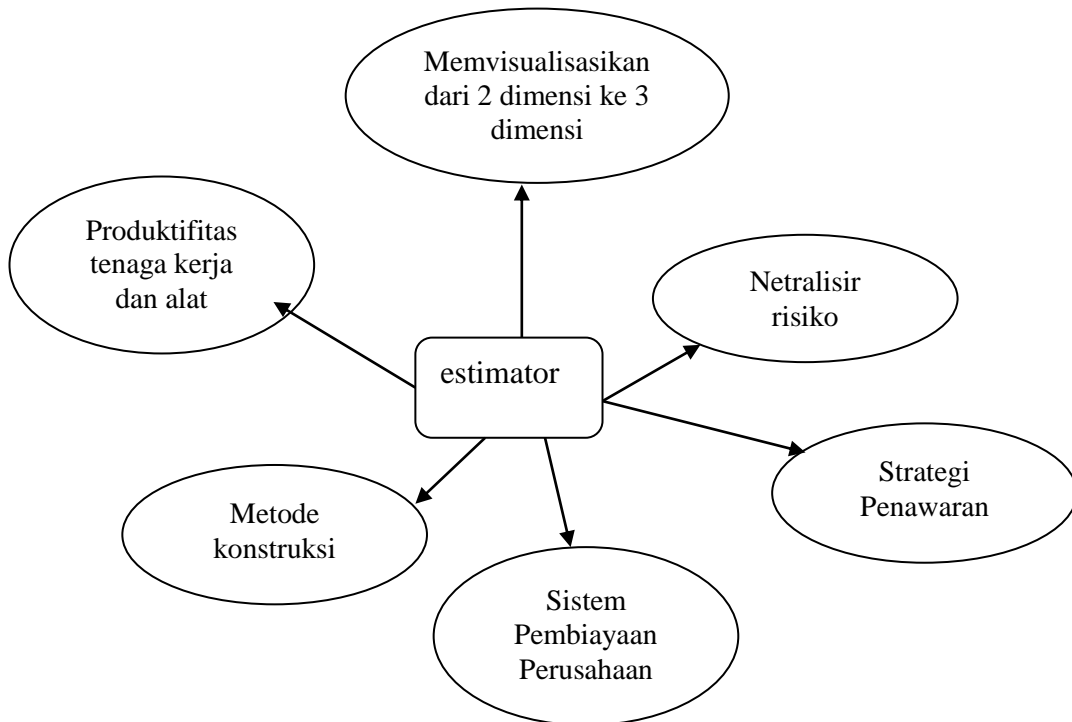
- biaya *overhead*, pajak (*taxes*),
- biaya umum (*general conditions*), dan
- biaya risiko.

Biaya risiko adalah elemen biaya yang mengandung dan/atau dipengaruhi ketidakpastian yang cukup tinggi, seperti biaya tak terduga (*contingencies*) dan keuntungan (*profit*). Komponen biaya tak langsung proyek konstruksi dalam proses penawaran biasanya dimasukkan oleh kontraktor dalam setiap jenis pekerjaan. Kontraktor nasional di Indonesia pada umumnya tidak melakukan identifikasi biaya tidak langsung secara detail sebelumnya. Kontraktor juga diyakini tidak memiliki mekanisme yang akurat dalam menentukan besarnya masing-masing variabel biaya tidak langsung. Penentuan alokasi biaya tidak langsung yang biasa dilakukan adalah melalui presentase yang besarnya berbeda-beda, tergantung pengalaman kontraktor. Penetapan besarnya persentase ini juga dipengaruhi oleh persepsi risiko oleh kontraktor terhadap tiap jenis proyek, karena tiap proyek memiliki karakteristik tertentu dan ketidakpastian yang berbeda.

Dalam menyikapi hal ini kontraktor-kontraktor di Indonesia cenderung tidak terlalu memperhatikan komponen biaya tidak langsung secara komprehensif dalam mengestimasi biaya konstruksi. Pada umumnya besarnya biaya tidak langsung ditetapkan sebagai proporsi (persentase) dari biaya langsung keseluruhan. Informasi mengenai bagaimana proporsi tersebut ditetapkan dan faktor apa saja yang dipertimbangkan tidak dapat dijelaskan. Berbagai kajian di atas perlu ditindaklanjuti dengan penelitian yang lebih mendalam dan lengkap untuk memperoleh gambaran yang lebih lengkap dan akurat tentang praktek estimasi biaya tidak langsung yang dilakukan oleh praktisi di industri konstruksi

di Indonesia. Melalui gambaran tersebut dapat mencerminkan karakteristik pola estimasi biaya tidak langsung dari para pelaku konstruksi di Indonesia.

Orang yang ahli dalam mengestimasi biaya disebut estimator. Pengetahuan yang harus dimiliki oleh seorang estimator adalah dapat dilihat seperti gambar 2.



Gambar 2.1: Pengetahuan yang Harus Dimiliki oleh Estimator

2.2.1 Kualitas dan Jenis Estimasi

Menurut (Ervianto, 2009), kualifikasi seorang estimator ditentukan oleh kemampuannya, di mana ia diharapkan:

1. Mampu membaca/menginterpretasikan gambar dan spesifikasi
2. Mampu memvisualisasikan bentuk tiga dimensi proyek dari gambar disain
3. Memahami hal-hal menyangkut produktivitas tenaga kerja dan kinerja peralatan

4. Kreatif dan mampu mencari alternatif metoda konstruksi
5. Mempunyai kemampuan berkomunikasi yang baik
6. Sabar dan teliti dalam melakukan pekerjaan
7. Mrmpunyai pengetahuan matematika dasar
8. Mempunyai pengetahuan tentang operasi dan prosedur lapangan
9. Mampu mengidentifikasi dan menetralsir risiko
10. Mampu membuat atau membantu jadwal konstruksi
11. Mampu mengatasi batas waktu
12. Mempunyai standar kode etik yang tinggi

Sumber informasi terbaik adalah pengalaman perusahaan dari proyek-proyek yang pernah dikerjakan antara lain: informasi mengenai jumlah material yang terpakai, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk suatu jenis pekerjaan, jam kerja peralatan dll.

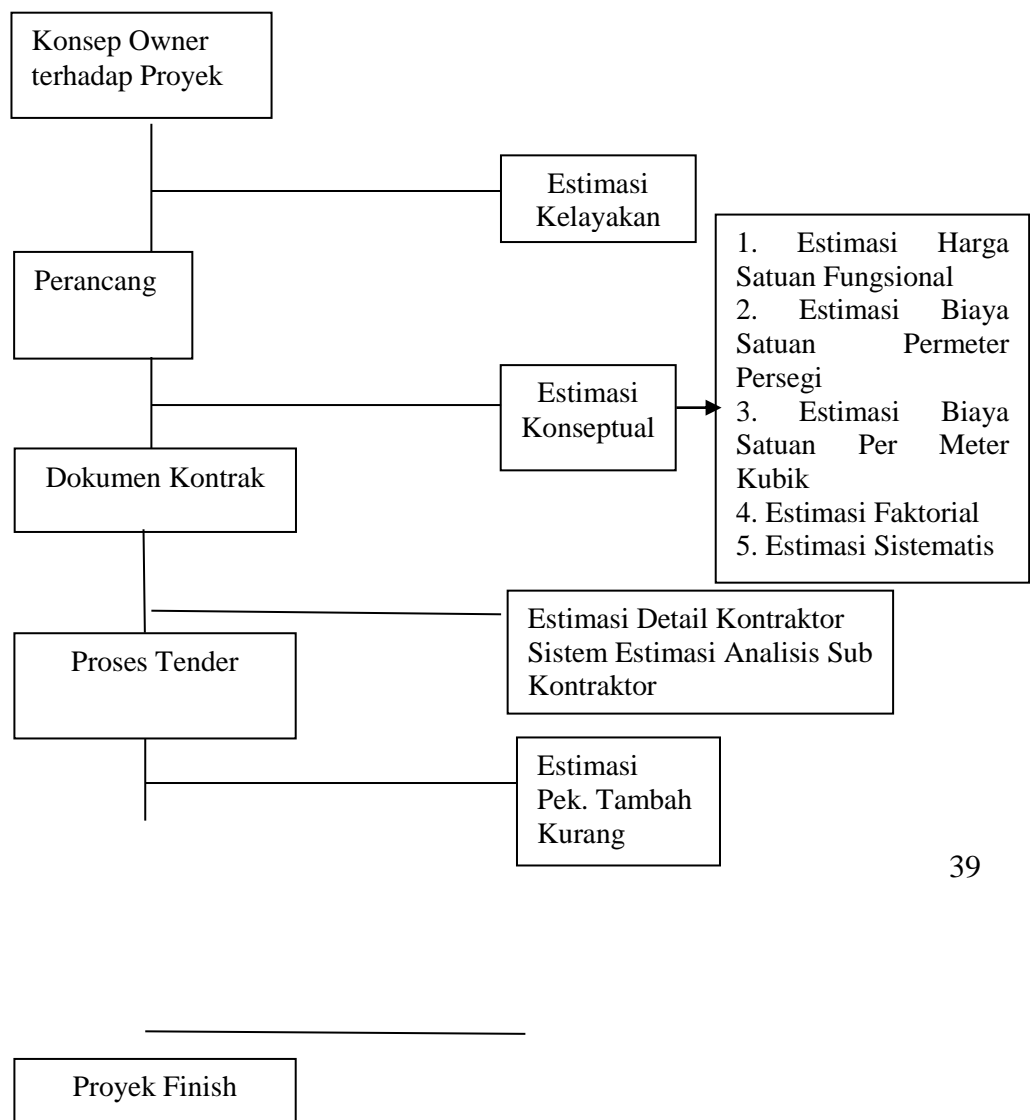
Terdapat beberapa jenis estimasi yang didasarkan pada cara memperkirakan biaya suatu konstruksi, yaitu :

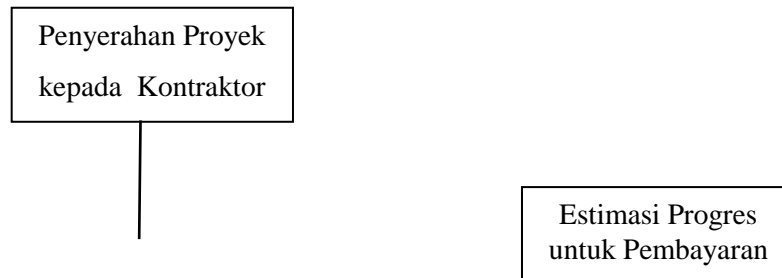
1. Estimasi Kelayakan adalah sebagaimana tujuan dari tahap studi kelayakan yaitunmenentukan apakah bangunan tersebut layak dibangun.
2. Estimasi Konseptual adalah estimasi biaya berdasarkan konsep bangunan yang akan dibangun. Estimasi biaya konseptual juga dapat dilakukan dengan menggunakan data masa lalu yang diperbaharui dengan menggunakan indeks biaya (harga).al penting dalam dunia industri konstruksi.
3. Estimasi Detail/Terperinci adalah memperkirakan biaya konstruksi secara lebih terinci dengan berpedoman pada gambar rencana, spesifikasi, gambar potongan dan gambar detail telah tersedia, demikian juga gambar kerja yang selanjutnya dari gambar kerja dapat dihitung material-material yang memerlukan potongan yang berpola, sehingga volume dari masing-masing detail bagian konstruksi maupun

potongan pola tersebut dapat dihitung lebih pasti. Atau disebut dengan metode harga satuan dan volume pekerjaan (*Quantity Take Off*).

4. Sistem Estimasi Subkontraktor, dipakai pada bagian konstruksi khusus yang disubkontraktorkan.
5. Estimasi Pekerjaan Tambah Kurang, di mana pekerjaan tambah kurang dapat terjadi karena kebutuhan pemilik, kesalahan dalam dokumen kontrak, atau perubahan kondisi lokasi proyek
6. Estimasi Kemajuan, berfungsi sebagai dasar permintaan pembayaran, sebagai pembanding terhadap keuntungan dari kerugian yang telah diramalkan sebelumnya. (Ervianto, 2009)

Sebagaimana tahapan proyek konstruksi data dan informasi akan semakin lengkap dari tahap studi kelayakan sampai dengan tahap pelaksanaan, atau dalam arti kualitas perkiraan biaya akan semakin mendekati ketepatannya. Jenis-jenis estimasi dapat dilihat seperti gambar 2.2.





Gambar 2.2: Jenis-Jenis Estimasi (Ervianto, 2007)

2.2.2 Proses Estimasi Biaya Detail

Dasar dalam proses estimasi meliputi ketersediaan material, jumlah dan tipe peralatan, jumlah tenaga kerja dengan keterampilan yang dimilikinya, dan produktivitas tenaga kerja yang sesuai dengan kondisi proyek. Penyesuaian ini berdasarkan pada ketersediaan material, jarak pengangkutan, kondisi lapangan, komposisi tanah, batasan pekerjaan dan kondisi lainnya yang berpengaruh pada produktivitas pekerjaan. Penentuan biaya peralatan dapat diperoleh dari informasi yang diberikan oleh pihak penyedia peralatan. Penentuan produktivitas tenaga kerja dapat ditentukan dari data-data proyek sebelumnya dan disesuaikan dengan kondisi ekonomi selama pelaksanaan proyek yang diperkirakan oleh *estimator*.

Menurut (Ervianto, 2009) estimasi biaya mempunyai dampak pada kesuksesan proyek dan perusahaan. Keakuratan dalam estimasi biaya tergantung pada keahlian dan kerajinan estimator dalam mengikuti seluruh proses pekerjaan dan sesuai dengan informasi terbaru. Secara umum komponen biaya yang tercantum dalam estimasi biaya konstruksi meliputi :

1. Estimasi biaya langsung

Adalah semua biaya yang menjadi komponen permanen hasil akhir proyek (material, labor & peralatan)

2. Estimasi biaya tak langsung

Adalah semua biaya yang mendukung pekerjaan tetapi tidak tercantum dalam mata pembayaran dari pekerjaan seperti :

- a. Biaya *Over head* adalah biaya tambahan yang harus dikeluarkan dalam pelaksanaan kegiatan atau pekerjaan namun tidak berhubungan langsung dengan biaya bahan, peralatan dan tenaga kerja. Contoh, ketika bagian logistik memesan semen dilakukan dengan menggunakan telepon genggam (HP). Biaya pulsa telepon tersebut tidak dapat ditambahkan pada harga semen yang dipesan. Contoh lain biaya operasional kantor proyek di lapangan (site office) seperti listrik, air, telepon, gaji tenaga administrasi, dst. tidak dapat dimasukkan ke biaya pekerjaan pondasi beton. Biaya overhead terbagi atas : *general overhead* dan *project overhead*
- b. Kontingensi : biaya tambahan yang dialokasikan untuk pekerjaan tambahan yang mungkin terjadi (meskipun belum pasti terjadi). Contoh: untuk pekerjaan pondasi beton diperlukan pemompaan lubang galian yang sebelumnya tidak diduga akan tergenang air hujan.
- c. Keuntungan (profit): tujuan estimator dalam menganalisis keuntungan adalah mengharapkan keuntungan yang maksimum.
- d. Pajak (*tax*):
berupa antara lain Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 10%, Pajak Penghasilan (PPH), dll.

Proses analisis biaya konstruksi adalah suatu proses untuk mengestimasi biaya langsung yang secara umum digunakan sebagai dasar penawaran. Salah satu metoda yang digunakan untuk melakukan estimasi biaya penawaran konstruksi adalah menghitung secara detail harga satuan pekerjaan berdasarkan nilai indeks atau koefisien untuk analisis biaya bahan dan upah kerja. Saat ini para estimator di Indonesia masih banyak mengacu pada BOW (*Burgerlijke Open bare Werken*) yang ditetapkan tanggal 28 Pebruari 1921 pada jaman pemerintah Belanda. Sudah

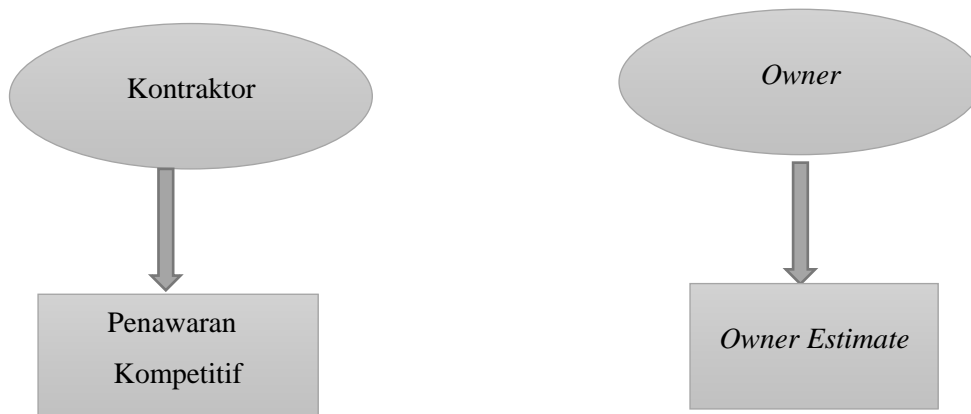
ada upaya yang dilakukan oleh Puslitbang Pemukiman, Departemen Kimpraswil untuk memperbaharui BOW tersebut dengan membuat Standar Nasional Indonesia (SNI), meskipun belum mencakup seluruh jenis pekerjaan. Pada kedua acuan tersebut yang dicantumkan adalah nilai-nilai indeks atau koefisien yang didefinisikan sebagai faktor pengali pada perhitungan biaya bahan dan upah ketja tukang pada setiap satuan jenis pekerjaan. Metode ini dapat dilakukan apabila rencana gambar teknis dan persyaratan teknis telah tersedia sehingga volume pekerjaan dapat dihitung

Pada awalnya estimasi biaya penawaran yang menggunakan panduan tersebut adalah untuk menstandarkan harga bangunan berdasarkan kualitas bangunan yang sarna. Hal ini sangat membatasi para estimator apabila harus memperhitungkan berbagai faktor resiko yang berbeda pada setiap daerah. Resiko ketidak-seragaman ketrampilan tukang, bervariasinya mutu bahan di setiap daerah, kendala-kendala teknis lainnya yang mempengaruhi pemilihan metoda konstruksi dan lain sebagainya adalah merupakan faktor yang berpengaruh secara signifikan pada estimasi biaya penawaran. (Ervianto, 2007)

2.2.3 Penyusunan Anggaran Biaya Proyek

Anggaran biaya proyek disusun dengan tujuan untuk mengetahui berapa *budgeting* dari proyek tersebut. Owner membuat estimasi tujuannya adalah untuk mendapatkan informasi yang sejelas-jelasnya tentang biaya yang harus dikeluarkan. Estimasi yang dibuat *owner* disebut *Owner Estimate* (OE) atau *Engineer Estimate* (EE). Anggaran biaya yang dibuat oleh kontraktor dengan tujuan untuk mengajukan penawaran harga pekerjaan. Dalam rangka memenangkan tender, kontraktor membuat anggaran, harus mendekati OE atau EE.





Gambar 2.3: Kegiatan Estimasi oleh pihak Kontraktor dan *Owner*

Penyusunan anggaran biaya proyek (Ervianto, 2007) adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data tentang jenis, harga serta kemampuan pasar untuk menyediakan bahan/material konstruksi secara kontinu.
2. Melakukan pengumpulan data tentang upah pekerja yang berlaku di daerah lokasi proyek dan atau upah pada umumnya jika pekerja didatangkan dari luar daerah lokasi proyek.
3. Melakukan perhitungan analisis bahan dan upah dengan menggunakan analisis yang diyakini baik oleh si pembuat anggaran. Di pasaran terdapat buku BOW (*Burgelijke Openbare Werken*).
4. Melakukan perhitungan harga satuan pekerjaan dengan memanfaatkan hasil analisis satuan pekerjaan dan daftar kuantitas pekerjaan.
5. Membuat rekapitulasi.

2.2.4 Penawaran Harga Pekerjaan

Dalam mengajukan penawaran harga pekerjaan, yang hendak dicapai oleh kontraktor adalah mengajukan penawaran dengan harga yang terbaik dimana memiliki peluang yang besar untuk memperoleh/memenangkan pekerjaan dan memberikan keuntungan maksimal (Partawijaya, 2001).

Besarnya harga penawaran adalah total biaya pekerjaan atau biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Besarnya total biaya pekerjaan merupakan penjumlahan dari harga masing-masing pekerjaan yang telah disusun sebelumnya.

Harga penawaran adalah jumlah dari total biaya pekerjaan (biaya langsung) dengan biaya tak langsung

$$\text{Total biaya pekerjaan} = \sum_{i=1}^n H.P_i \dots\dots\dots 1.1$$

Dimana:

$$H.P_i = \text{kuantitas pekerjaan (Q}_i\text{)} * \text{harga satuan pekerjaan (R}_i\text{)}$$

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan, upah tenaga kerja dan alat dalam mengerjakan satuan volume dari pekerjaan tersebut. Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja disetiap daerah berbeda-beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu bangunan/proyek di tempat tertentu, maka harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di tempat tersebut. Besarnya masing-masing biaya tergantung daripada kuantitas material dan tingkat produktivitas peralatan dan tenaga kerja yang digunakan sesuai dengan satuan kuantitas masing-masing pekerjaan seperti luas (m²), volume (m³), m. *lump sum*, unit dan lain-lain.

$$\text{Harga satuan pekerjaan (R)} = \text{biaya material} + \text{biaya alat} + \text{biaya upah} \dots\dots\dots 1.2$$

$$\text{Biaya upah} = \frac{\text{kuantitas pekerjaan}}{\text{tingkat produktivitas}} \times \text{harga satuan upah} \dots\dots\dots 1.3$$

$$\text{Biaya alat} = \frac{\text{kuantitas pekerjaan}}{\text{tingkat produktivitas alat}} \times \text{harga satuan alat} \dots\dots\dots 1.4$$

2.2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Estimasi Biaya

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi perkiraan biaya konstruksi, yaitu:

1. Produktivitas tenaga kerja

produktivitas adalah volume pekerjaan yang dapat dihasilkan oleh seorang atau kelompok pekerja dalam satuan waktu , makin besar produktivitas, maka makin cepat pekerjaan tersebut di selesaikan,.Hal ini berkaitan dengan jumlah upah yang dibayarkan, namun juga perlu analisis yang lebih mendalam karena dengan produktivitas makin besar harga satuan upah tenaga kerja juga makin mahal.

2. Ketersediaan material/ sumber daya proyek.

makin langka material dipasaran , maka makin mahal harga yang di tawarkan, ataupun jika diperlukan waktu pemesanan yang lebih lama, dengan biaya yang akan dibebankan kepada konsumen.

3. Pasar Finansial

nilai kurs akan mempengaruhi indeks harga tenaga kerja , maupun sumber daya proyek yang lain.

4. Cuaca

pelaksanaan proyek konstruksi yang dimungkinkan dikerjakan dalam waktu yang relatif lama akan sangat mempengaruhi biaya suatu pekerjaan. Misal pekerjaan beton yang dilaksanakan pada musim hujan, akan menambah biaya pembelian bahan pelindung beton setelah pengecoran.

5. Masalah konstruksibilitas

kesulitan ataupun menggunakan metode yang belum pernah di laksanakan , maka faktor resiko akan menjadi lebih tinggi, sehingga biaya akan makin mahal.

2.2.6 Contoh Perhitungan Estimasi Biaya Proyek Gedung (Studi Kasus: Villa)

Berikut ini diberikan contoh perhitungan estimasi biaya proyek gedung dengan studi kasus proyek Villa Jimbaran. Menghitung berapa besar dana yang harus disediakan oleh pihak *owner* untuk sebuah bangunan Villa.

Menurut (Ervianto, 2009), kegiatan konstruksi adalah kegiatan yang harus melalui suatu proses yang panjang dan di dalamnya dijumpai banyak masalah yang harus diselesaikan. Di samping itu, di dalam kegiatan konstruksi terdapat suatu rangkaian yang berurutan dan berkaitan. Dari lahirnya suatu kebutuhan (*need*), keputusan untuk membangun, penguangan dalam bentuk rancangan awal (*preliminary design*), pembuatan rancangan lebih rinci dan pasti (*design development* dan *detail design*), persiapan administrasi untuk pelaksanaan pembangunan dengan memilih calon pelaksana (*procurement*), proses konstruksi, pemeliharaan dan persiapan penggunaan bangunan (*maintenance, start up* dan *implementation*).

Untuk merancang estimasi biaya tidak lepas dari tahap-tahap kegiatan konstruksi dari keinginan untuk membangun villa, membeli lahan sampai tahap persiapan penggunaan bangunan, maka hal – hal yang mempengaruhi biaya total estimasi proyek konstruksi Villa di Jimbaran adalah sebagai berikut:

1. *Need*

Lahirnya suatu keinginan untuk membangun sebuah Villa. Pemilik proyek villa Goa Gong. Lokasi proyek berada di Jimbaran, Bali. Luas lahan 964,4 m². Villa didesain oleh Oliver G. Architek. Luas bangunan direncanakan untuk lantai I = 187,25 m² dan lantai II = 58,9 m². Sisa lahan digunakan untuk *swimming pool* (12m x 3m) dan *landscape*. Lahan seluas 964,4 m² dibeli oleh Johan bersama istrinya, harga per are Rp 120.000.000,-. Sehingga harga lahan Rp 1.156.800.000,-

2. *Preliminary Design, Design Development dan Detail Design*

Pada tahap ini biaya-biaya yang diestimasi adalah sebagai berikut:

a. Biaya Perijinan

Fungsi bangunan adalah sebagai tempat tinggal, untuk menyelesaikan proyek ini maka diperlukan perijinan yang dikenal dengan Ijin Mendirikan Bangunan (IMB). Dalam pembuatan IMB

tergantung lokasi proyek itu dibangun. Biaya perijinan rata-rata diambil 1,5 % dari harga bangunan. Jadi biaya perijinan $1.5\% \times \text{Rp } 1.107.675.000,- = \text{Rp } 16.615.125,-$

b. **Biaya Perencanaan**

Proyek Villa ini didesain oleh Oliver G. Architek. Biaya yang diperlukan untuk mendesain adalah sebesar 4% dari *Owner Estimate (OE)*. Dengan luas bangunan 246,15 m² dan per m² Rp 4.500.000,- , OE = Rp 1.107.675.000,- Jadi biaya untuk desain $4\% \times \text{Rp } 1.107.675.000,- = \text{Rp } 44.307.000,-$

3. Procurement

Kegiatan estimasi dalam proyek konstruksi dilakukan dengan tujuan tergantung dari pihak yang membuatnya. Pihak owner membuat estimasi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sejelas – jelasnya tentang biaya yang harus disediakan untuk merealisasikan proyeknya (*owner Estimate*). Sedangkan pihak kontraktor membuat estimasi dengan tujuan untuk kegiatan penawaran terhadap proyek konstruksi. Proyek ini rencananya tidak ditenderkan tetapi penunjukkan langsung. Kontraktor yang ditunjuk akan menugaskan estimatormya menghitung RAB (Rencana Anggaran Biaya) berdasarkan kontrak yang ada.

4. Construction

- a. Item pekerjaan pada proyek Villa Goa Gong berdasarkan perhitungan kontraktor:
1. Persiapan : pengukuran, pembuatan direksi kit, gudang dan lain-lain
 2. Pekerjaan pagar keliling : pekerjaan tanah dan pasir, pekerjaan pondasi, pekerjaan dinding, pekerjaan plesteran dan acian dan pekerjaan pintu masuk

3. Pekerjaan bangunan utama :pekerjaan tanah dan pasir, pondasi,beton, dinding, plesteran dan acian, atap dan kayu, plafond, lantai dan dinding, jendela dan daun pintu, *finishing*, *sanitary*, instalasi listrik, pemipaan dan drainase dan *furniture*
4. *Swimming Pool*: pekerjaan tanah dan pasir, beton, pemipaan, plesteran dan *waterproofing*, lantai dan *Pool Equipment*

Berdasarkan perhitungan dari estimator yang ditawarkan kontraktor adalah sebesar Rp 1.652.700.000,- + PPn 10% = Rp 1.817.970.000,- Biaya tersebut termasuk biaya konstruksi sipil, arsitektur,dan MEP (*Mechanical, Electrical and Plumbing*).

b. Pekerjaan interior terdiri dari :

1. Pembuatan *kitchen set* Rp 50.000.000,-
 2. Pembuatan sofa, tv cabinet dll Rp25.000.000,-
 3. Pembuatan 2 *bed room*, 2 almari dll Rp 100.000.000,-
- Total Rp175.000.000,- + PPn 10% = Rp 192.500.000,-

c. Pekerjaan *Landscape*

Luas *landscape* 718,25 m², dimana per m² Rp 150.000,- sehingga untuk biaya *landscape* sebesar Rp 107.737.500,- + PPn 10% = Rp 118.511.250,-

5. *Maintenance, start up dan implementation*

Proyek-proyek yang ada di Bali sebelum dan sesudah dibangun dilakukan upacara. Biaya upacara pemlaspasan di Villa ini direncanakan sebesar Rp 10.000.000,-

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Estimasi Biaya Proyek Villa Jimbaran

NO	URAIAN	TOTAL BIAYA
1	Harga lahan	Rp 1.156.800.000,00

2	Biaya prakonstruksi		
	Biaya perijinan	Rp	16.615.125,00
	Biaya perencanaan	Rp	44.307.000,00
3	Biaya konstruksi	Rp	1.817.970.000,00
4	Pekerjaan Interior	Rp	192.500.000,00
5	Pekerjaan <i>Landscape</i>	Rp	118.511.250,00
6	Biaya Upacara	Rp	10.000.000,00
	Total Biaya	Rp	3.356.703.375,00

Sumber: Hasil Perhitungan 2014

Jadi total biaya yang akan dikeluarkan oleh *owner* dari harga lahan, biaya desain, biaya konstruksi (sipil, arsitek, dan MEP), biaya interior, biaya *landscape* dan biaya upacara Rp 3.356.703.375,- (Tiga Millyar Tiga Ratus Lima Puluh Enam Juta Tujuh Ratus Tiga Ribu Tiga Ratus Tujuh Puluh Lima Rupiah).

Dengan studi kasus Villa Jimbaran maka perhitungan estimasi biaya di atas, dapat memberikan rancangan estimasi biaya yang dikeluarkan oleh *Owner*. Sehingga berdasarkan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap membuat keputusan untuk membangun proyek konstruksi, hendaknya dari pihak *owner* dan penyedia jasa dalam hal ini kontraktor harus mempunyai estimasi biaya, karena estimasi biaya berperan penting dalam hal menentukan berapa anggaran yang diperlukan.

2.3 Perencanaan Waktu

Selain menentukan anggaran biaya, bagian terpenting dari perencanaan adalah perencanaan waktu. Perencanaan waktu adalah menentukan jadwal proyek, durasi proyek setiap item pekerjaan dari awal mulai proyek sampai selesai proyek. Penjadwalan proyek bertujuan juga untuk memudahkan pengontrolan, dan pengontrolan bertujuan untuk menghindari keterlambatan proyek. Pada manajemen proyek, *time management* tertuang dalam penyusunan perencanaan waktu (*Time schedule*) . Perencanaan dapat dikatakan sebagai dasar dari pengendalian. Akan menjadi tidak bermakna apabila membuat rencana tanpa adanya usaha untuk melaksanakan pengendalian. Sebuah rencana merupakan

instrument yang dinamis, perencanaan memerlukan perbaikan (*update*) secara terus menerus, yang merefleksikan perubahan keadaan seperti perubahan design, keterlambatan (karena cuaca, isu-isu, industri), perubahan sumber daya (kelebihan atau kekurangan orang, peralatan, material), perubahan prioritas (keputusan pemilik).

Menurut (Santosa, 2008), setelah pekerjaan proyek dipecah-pecah menjadi paket-paket pekerjaan selanjutnya dapat dibuat penjadwalannya. Yang perlu diperhatikan disini adalah waktu pengerjaan tiap paket pekerjaan dan kejadian apa yang dihasilkan dari serangkaian paket kerja tertentu. Yang perlu dijadwalkan adalah paket pekerjaan dan aktivitas. Yang pertama dikembangkan dalam perencanaan dan penjadwalan adalah *Gantt Charts*. Apa yang diperlihatkan dalam *Gantt Charts* adalah hubungan antara aktivitas dan waktu pengerjaannya. *Gantt Charts* dibuat menyusul selesainya WBS (*Work Breakdown Structure*). Contoh *Gantt Charts* dapat dilihat seperti gambar 2.1 di bawah ini:

Aktivitas	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
A					
B					
C					
D					

Gambar 2.4: Contoh *Gantt Charts*

Gantt Charts tidak bisa secara eksplisit menunjukkan keterkaitan antar aktivitas dan bagaimana satu aktivitas berakibat pada aktivitas lain bila waktunya terlambat atau dipercepat. Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan yang ada pada *Gantt Charts*, cara baru dikenal sebagai jaringan kerja atau *network*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan jaringan kerja adalah:

1. Macam-macam aktivitas yang ada

2. Ketergantungan antar aktivitas, mana yang lebih dahulu diselesaikan mana yang menyusul.
3. Urutan logis dari masing-masing aktivitas.
4. Waktu penyelesaian tiap aktivitas

Ada dua pendekatan dalam hal menggambarkan diagram jaringan kerja:

1. Diagram panah (*Arrow Diagram*)
2. Diagram precedence (*Precedence Diagram*)

Suatu proyek akan berjalan sesuai dengan jadwal apabila semua kegiatan kerja disusun sesuai sasaran dan pencapaian target jelas. Pengendalian kegiatan yang terjadi lapangan harus dilakukan dari waktu ke waktu Untuk mengantisipasi adanya keterlambatan dalam sebuah proyek diperlukan adanya suatu jaringan kerja yang disusun secara tepat, jelas dan sesuai target. Dalam pelaksanaan suatu proyek terdapat berbagai macam teknik menyusun rencana kerja dan jadwal waktu.

2.3.1 Diagram Panah (*Arrow Diagram Method*)

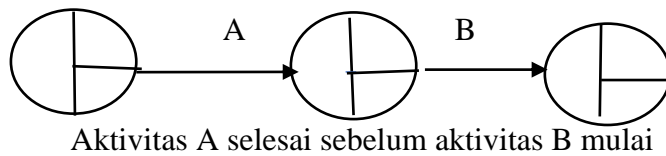
Terdiri dari anak panah dan lingkaran/segi empat. Anak panah menggambarkan kegiatan/aktivitas, sedangkan lingkaran/segiempat menggambarkan kejadian (*event*). Kejadian di awal anak panah disebut ‘I’, sedangkan kejadian di akhir anak panah disebut node ‘J’.

Pada penggambaran *network planning*, digunakan simbol yang dapat berbentuk segi empat ataupun lingkaran. Simbul-simbul ini dapat digunakan asalkan disertai legenda yang menjelaskan maksud oleh pembuatnya.

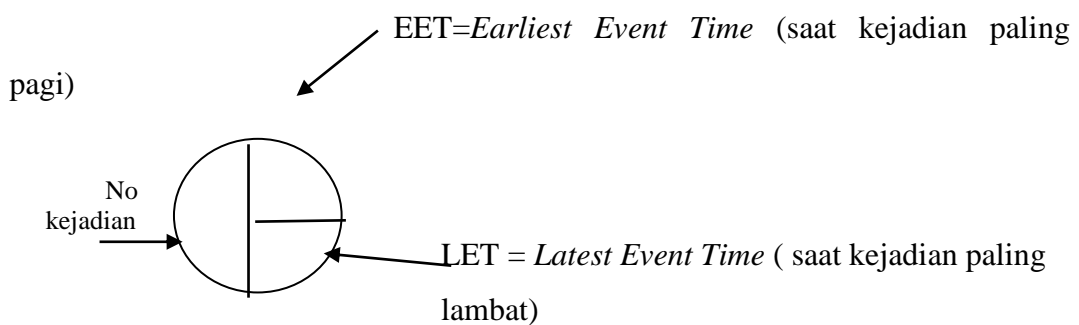
Anak panah 

Simpul 

Anak panah: aktivitas, Simpul : kejadian



Gambar 2.5: Simbul dalam *Arrow Diagram Method* (Santosa, 2008)





Gambar 2.6: Simbul Kejadian (Ervianto, 2009)

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu jaringan adalah sebagai berikut (Hayun, 2005):

- a. \longrightarrow (anak panah/busur), mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah *resources* (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
- b. \bigcirc (lingkaran kecil/simpul/node), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (event) didefinisikan sebagai

ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.

- c.  (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau *dummy activity*. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. *Dummy* di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan *dummy* ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan *dummy* tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.
- d.  (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut :

- a. Di antara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya

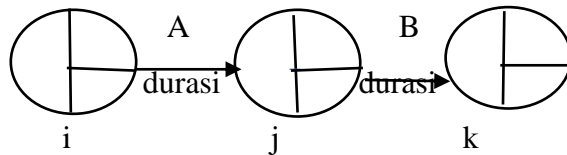
kejadian (*terminal event*)

Perhitungan *Earliest Event Time* (EET), digunakan perhitungan ke depan (*Forward Anlysis*), dimulai dari kegiatan paling awal dan dilanjutkan dengan kegiatan berikutnya.

$$EET_j = EET_i + \text{durasi} \dots\dots\dots 2.1$$

Perhitungan *Latest Event Time* (LET), digunakan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*), dimulai dari kegiatan paling akhir dan dilanjutkan dengan kegiatan-kegiatan sebelumnya.

$$LET_j = LET_i - \text{durasi} \dots\dots\dots 2.2$$



Gambar 2.7: Perhitungan EET dan LET (Ervianto, 2009)

Float, dari *network* yang terjadi, terbentuk jalur-jalur penyelesaian proyek dimulai dari kejadian awal samapai kejadian paling akhir. Jalur-jalur tersebut biasa disebut lintasan. *Float* dapat dfinisikan sebagai sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan penundaan atau perlambatan kegiatan tersebut secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya. *Float* dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *total float* dan *free float*. *Total float* adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk keterlambatan atau perlambatan pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan. *Free float* adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk keterlambatan

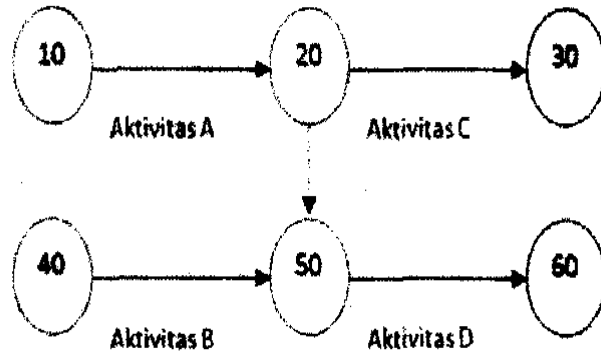
atau perlambatan pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

Perhitungan *float* dapat dilakukan sebagai berikut:

$$Total\ float = LET_j - Durasi - EET_i \dots\dots\dots 2.3$$

$$Free\ float = EET_j - Durasi - EET_i \dots\dots\dots 2.4$$

Total float dan *free float* yang mempunyai nilai = 0, berarti tidak ada tenggang waktu untuk terlambat sehingga kegiatan tersebut disebut kegiatan kritis. Lintasan yang menghubungkan antar kegiatan kritis disebut lintasan kritis.



Gambar 2.8: Contoh *Arrow Diagram Method* (Soeharto, 1995)

2.3.2 Contoh Perhitungan *Arrow Diagram Method*

Tabel 2.2 Perhitungan Ke Depan EET

No Kejadian	Kegiatan	EET i	Durasi	EET j	Keterangan
1	A	0	8	8	-
2	E	0	9	9	-
3	H	0	16	16	-
4	B	8	7	15	Diambil
	DUMMY	16	0	16	Nilai Terbesar 16
5	F	16	25	41	-
6	J	16	11	27	Diambil
	I	9	15	24	Nilai Terbesar 27
7	C	16	12	28	-
8	K	27	4	31	Diambil
	DUMMY	41	0	41	Nilai Terbesar 41
9	D	28	18	46	Diambil
	G	41	13	54	Nilai Terbesar 60
	L	41	19	60	-

Sumber: (Ervianto, 2009)

Tabel 2.3: Perhitungan Ke Belakang LET

No Kejadian	Kegiatan	LET i	Durasi	LET j	Keterangan
7	D	60	18	42	-
8	L	60	19	41	-
6	G	60	13	47	Diambil
	DUMMY	41	0	41	Nilai Terkecil 41
4	C	42	12	30	-
5	K	41	4	37	-
3	DUMMY	30	0	30	Diambil
	F	41	25	16	Nilai Terkecil 16
	J	37	11	26	-
1	B	30	7	23	-

2	I	37	15	22	-
0	A	23	8	15	Diambil
	E	16	16	0	Nilai Terkecil 0
	H	22	9	13	-

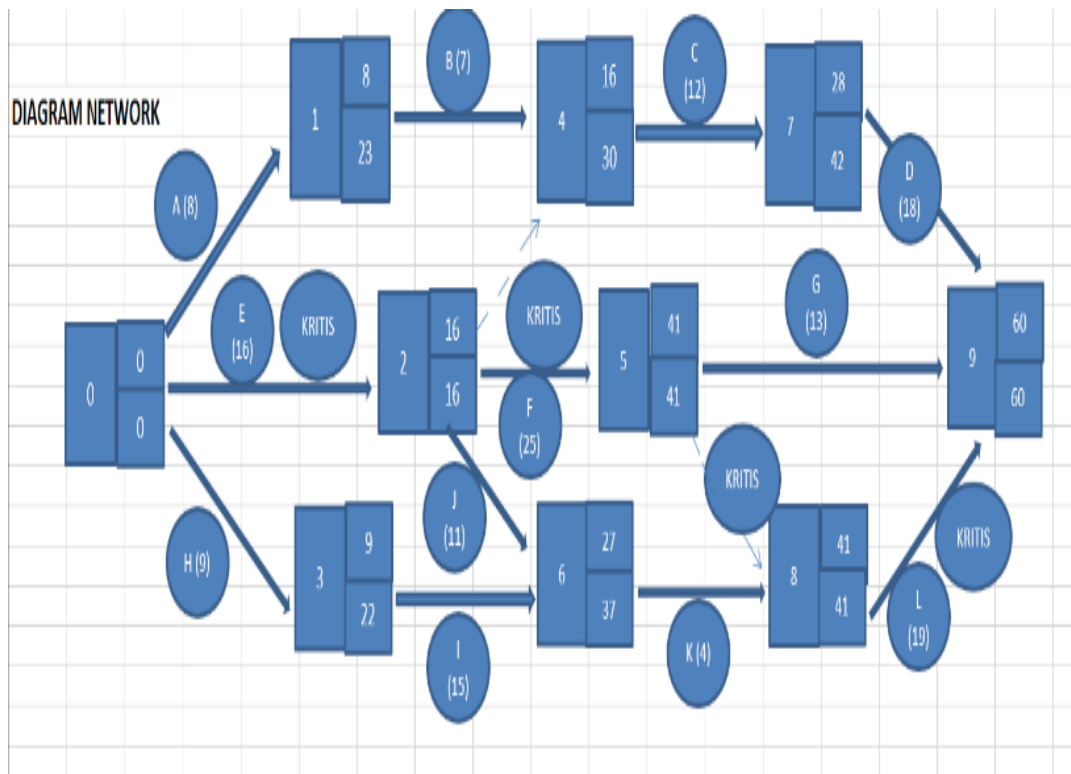
Sumber: (Ervianto, 2009)

Tabel 2.4: Perhitungan *Free Float* Dan *Total Float*

Kegiatan	Kejadian		Kejadian			<i>Free Float</i>	Total <i>Float</i>
	EET i	LET i	Durasi	EET j	LET j		
A	0	0	8	8	23	0	15
B	8	23	7	16	30	1	15
C	16	30	12	28	42	0	14
D	28	42	18	60	60	14	14
E	0	0	16	16	16	0	0
F	16	16	25	41	41	0	0
G	41	41	13	60	60	6	6
H	0	0	9	9	22	0	13
I	9	22	15	27	37	3	13
J	16	16	11	27	37	0	10
K	27	37	4	41	41	10	10
L	41	41	19	60	60	0	0

Sumber: (Ervianto, 2009)

Berdasarkan tabel 2.4, *Free float* dan *total float* = nol adalah kegiatan E, F dan L sehingga disebut kegiatan kritis. Lintasan yang menghubungkan antara kegiatan kritis disebut lintasan kritis. Jadi lintasan kritisnya adalah E-F-Dummy-L. Sehingga diagram networknya dapat digambarkan seperti gambar 2.7.



Gambar 2.7: *Network Arrow Diagram Method* (Ervianto, 2009)

2.3.3 *Precedence Diagram Method*

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan oleh sebuah lambing segi empat karena letak kegiatan ada di bagian *node* sehingga sering disebut juga *Activity On Node* (AON). Kelebihan *Precedence Diagram Method* dibandingkan dengan *Arrow Diagram Method* adalah:

1. Tidak memerlukan kegiatan fiktif/dummy sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana.
2. Hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

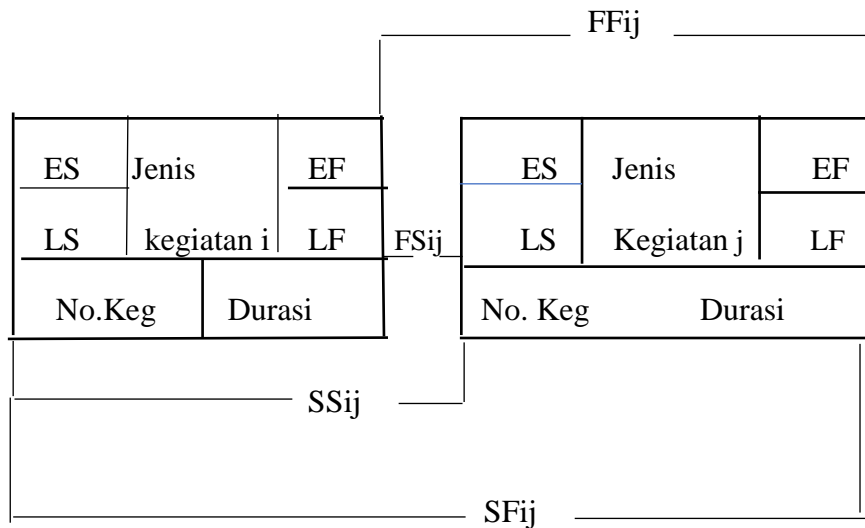
Kegiatan *Precedence Diagram Method* diwakili oleh sebuah lambing yang mudah diidentifikasi, misalnya seperti gambar 2.8 di bawah ini:

ES	Jenis	EF
LS	kegiatan	LF
No.Keg		Durasi

Gambar 2.8: Lambang Kegiatan
(Ervianto, 2009)

ES (*Earliest Start*) adalah perhitungan ke depan (*Forward Analysis*).

EF (*Earliest Finish*) adalah perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*).



Gambar 2.9: Hubungan Kegiatan i dan j
Sumber: (Ervianto, 2009)

Berdasarkan gambar 2.9, kegiatan i dan j dapat dibedakan menjadi :

1. *Start to Start (SS)*

Antara kegiatan i dan j, mulainya bersamaan.

2. *Start to Finish (SF)*

Kegiatan i dimulai, bersamaan dengan berakhirnya kegiatan j.

3. *Finish to Finish (FF)*

Berakhirnya kegiatan i dan j bersamaan.

4. *Finish to Start (FS)*

Berakhirnya kegiatan I, bersamaan dengan mulainya kegiatan j.

Perhitungan nilai ESj dan EFj

$$ES_j = ES_i + SS_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_i + ES_{ij} \dots\dots\dots 2.5$$

$$EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j + \text{Durasi (j)} \dots\dots\dots 2.6$$

2.3.4 Contoh Perhitungan Precedence Diagram Method

Tabel 2.5: Perhitungan Ke Depan ES dan EF

Kegiatan	ES	Durasi	EF	Keterangan
A	0	3	3	-
B	0	5	5	-
C	0	2	2	-
D	3	4	7	ES Diambil dari EF Keg.A
E	5	4	9	ES diambil dari EF terbesar keg.A,B
F	5	7	12	ES diambil dari EF terbesar keg.A,B,C
G	7	8	15	ES diambil dari EF keg.D
H	9	2	11	ES diambil dari EF keg.E
I	12	3	15	ES diambil dari EF keg.F
J	15	4	19	ES diambil dari EF keg.E,G
K	11	2	13	ES diambil dari EF keg.H
L	15	8	23	ES diambil dari EF terbesar keg.H,I
FINISH	23	-	23	ES diambil dari EF Terbesar Keg.J,K,L

Sumber: (Ervianto, 2009)

Tabel 2.6: Perhitungan ke Belakang LS dan LF

Kegiatan	LF	Durasi	LS	Keterangan
J	23	4	19	LF diambil dari finish
K	23	2	21	LF diambil dari finish
L	23	8	15	LF diambil dari finish
G	19	8	11	LF diambil dari nilai terkecil LS keg.J
H	15	2	13	LF diambil dari nilai terkecil LS keg.K,L
I	15	3	12	LF diambil dari nilai terkecil LS keg.L
D	11	4	7	LF diambil dari nilai terkecil LS keg.G
E	13	4	9	LF diambil dari nilai terkecil LS keg.J,H
F	12	7	5	LF diambil dari nilai terkecil LS keg.I
A	5	3	2	LF diambil dari nilai terkecil LS keg.D,E,F

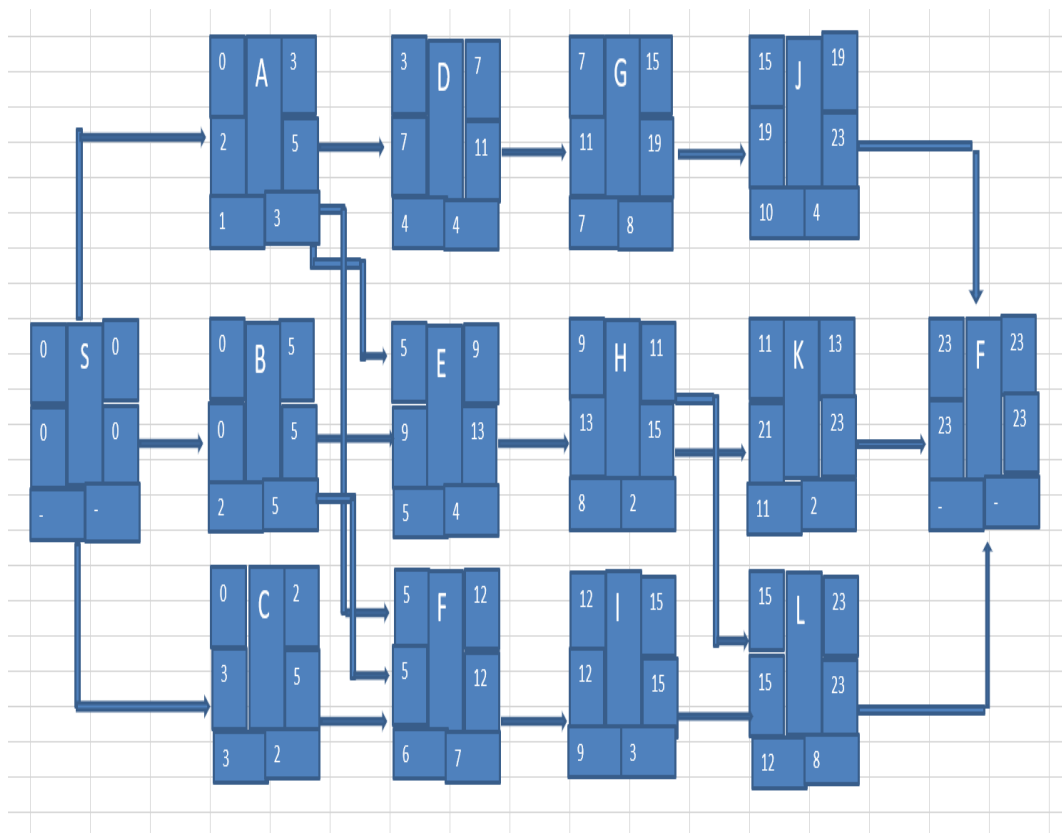
B	5	5	0	LF diambil dari nilai terkecil LS keg.E,F
C	5	2	3	ES diambil dari LS keg. F
START	0	-	0	ES diambil dari EF terbesar keg.A,B,C

Sumber: (Ervianto, 2009)

Tabel 2.7: Kegiatan Kritis

KEGIATAN	ES	EF	LF	LS	D	LF-ES	STATUS
A	0	3	5	2	3	5	
B	0	5	5	0	5	5	KRITIS
C	0	2	5	3	2	5	
D	3	7	11	7	4	8	
E	5	9	13	9	4	8	
F	5	12	12	5	7	7	KRITIS
G	7	15	19	11	8	12	
H	9	11	15	13	2	6	
I	12	15	15	12	3	3	KRITIS
J	15	19	23	19	4	8	
K	11	13	23	21	2	12	
L	15	23	23	15	8	8	KRITIS

Sumber: (Ervianto, 2009)



Gambar 2.10: *Network Precedence Diagram Method* (Ervianto, 2009)

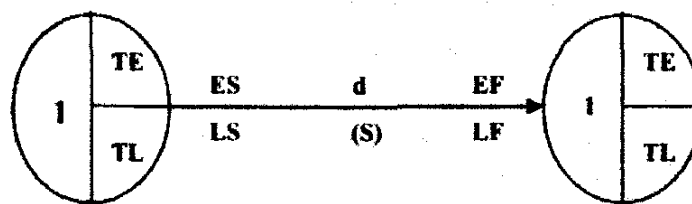
Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan kemudian menentukan jalur kritis dapat dilakukan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*). Perhitungan ke depan dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Yang merupakan kegiatan *predecessor* adalah kegiatan I, sedangkan kegiatan yang dianalisis adalah kegiatan J.

Lintasan kegiatan yang mempunyai *Total Float* = 0, dinamakan lintasan kritis (*Critical Path*). Lintasan inilah yang menentukan umur proyek dalam lintasan ini, semua kegiatan tidak bisa ditunda. Penundaan akan menyebabkan umur proyek mundur atau molor.

2.4 Penentuan Jalur Kritis

Pada metode jaringan kerja dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang

memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis. dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan



Gambar 2.11 istilah-istilah
(Soeharto, 1995)

2.4.1 Langkah-langkah Perhitungan Lintasan Kritis

Untuk menentukan lintasan kritis/jalan kritis diagram panah dikenal cara- cara perhitungannya yaitu:

1. Perhitungan maju
2. Perhitungan mundur
3. Perhitungan *float slack*

Berikut penjelasan serta perhitungan untuk masing-masing cara penentuan lintasan kritis secara rinci:

1. Perhitungan Maju

Dalam cara perhitungan maju dipakai beberapa anggapan sebagai berikut :

- a. Saat paling awal untuk terjadinya kejadian(*event*) yang pertama dari jaringan kerja disamakan dengan nol.($SA = 0$)
- b. Tiap-tiap aktifitas mulai paling awal (MA) disamakan dengan saat paling awal terjadinya event sebelumnya ($MA = SA$). Sehingga

dapat dituliskan rumusnya sebagai berikut :

$$BA = SA + d$$

- c. Untuk *merge event*, saat mulai paling awal terjadinya aktifitas disamakan dengan harga terbesar dari saat berakhir paling awal dari aktifitas-aktifitas sebelumnya.

2. Perhitungan Mundur

Sesudah langkah cara perhitungan maju selesai dilakukan sampai event yang terakhir, maka untuk pengecekan dan mengetahui apakah ada kesalahan atau tidak perlu dilakukan perhitungan mundur. Pokok-pokok pedoman yang harus diperhatikan dalam perhitungan mundur ialah:

- a. Saat paling lambat yang diijinkan pada event terakhir dari jaringan kerja tersebut disamakan dengan saat paling awal untuk event tersebut yang didapat dari cara perhitungan maju ($SL = SA$)
- b. Saat mulai (start paling lambat yang masih diijinkan untuk suatu aktifitas (ML) adalah sama dengan saat berakhir paling lambat (SL) yang diijinkan untuk kejadian berikutnya dikurangi waktu pelaksanaan aktifitas tersebut (d).

$$BL = SL - d$$

- c. Untuk *burst event*, saat paling lambat yang diijinkan untuk terjadinya suatu event sama dengan harga terkecil dari saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk aktifitas-aktifitas sesudahnya.

3. Pengertian *Float/Slack*

Kata "*slack*" atau "*float*" diartikan sebagai skala waktu yang longgar bagi pelaksanaan suatu aktifitas, sehingga aktifitas tersebut pelaksanaannya dapat diperlambat secara maksimum sesuai dengan besarnya *slack/float* tadi agar jadwal pelaksanaan proyek tidak terganggu. Suatu aktifitas dinamakan kritis apabila:

$$ES = LS \text{ atau}$$

$$MA = ML$$

$$EF = LF \text{ atau}$$

$$BA = BL$$

Ini berarti aktifitas tersebut tidak dapat digeser-geser ke kiri atau ke kanan secara skala waktu. Apabila aktifitas-aktifitas kritis tersebut saling berhubungan, maka terjadilah "jalur kritis" (*critical path*).

2.5 *Project Evaluation and Review Technique (PERT)*

Penjadwalan dengan metode CPM (*Critical Path Method*) atau ADM (*Arrow Diagram Method*) dan PDM (*Precedence Diagram Method*) diasumsikan bahwa durasi kegiatan dianggap diketahui dengan pasti. (Erviyanto, 2004).

Metode penjadwalan dengan ketidakpastian durasi disebut dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*). Metode ini pertama kali digunakan dalam proyek Sistem Rudal Polaris di Angkatan Laut Amerika Serikat. Proyek ini digunakan untuk proyek-proyek yang baru dilaksanakan untuk pertama kali, di mana estimasi waktu lebih ditekankan dari pada biayanya. (Santosa, 2008).

Ciri utama PERT adalah tiga perkiraan waktu:

1. Waktu Pesimis (b) adalah waktu maksimal yang diperlukan suatu kegiatan, situasi ini terjadi bila nasib buruk terjadi.
2. Waktu Paling Mungkin (m) / *Most Likely* adalah waktu normal untuk menyelesaikan kegiatan. Waktu ini paling sering terjadi seandainya kegiatannya bisa diulang.
3. Waktu optimis (a) adalah waktu minimum dari suatu kegiatan, di mana segala sesuatu akan berjalan baik, sangat kecil kemungkinan kegiatan sebelum waktu ini.

2.5.1 **Langkah-langkah perhitungan PERT**

Langkah-langkah dalam perhitungan PERT:

1. Mengitung durasi efektif kegiatan (te)

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots 2.7$$

2. Menghitung standar deviasi kegiatan (d)

$$d = \frac{b-a}{6}$$

.....2.8

3. Menghitung varian kegiatan (v)

$$v = d^2 \dots\dots\dots 2.9$$

4. Menghitung varian kejadian (*event*)

$$v = \sum V_{cp} \dots\dots\dots 2.10$$

Di mana

V_{cp} = *task variance* dari kegiatan kritis yang mendahului kejadian.

5. Deviasi kejadian (D)

$$D = \sqrt{v} \dots\dots\dots 2.11$$

6. Menghitung *Early Event Time* (Z)

$$Z = \frac{(Ts - Te)}{D} \dots\dots\dots 2.12$$

Di mana:

Ts = waktu yang diharapkan

Te = waktu kegiatan paling pagi

7. Menghitung probabilitas dengan menggunakan tabel nilai Z dan peluangnya. (Tabel 2.8)

Tabel 2.8: Nilai Z dan peluangnya

Z	Probabilitas	Z	Probabilitas
3.0	.999	-2	.421
2.8	.997	-4	.345
2.6	.995	-6	.274
2.4	.992	-8	.212
2.2	.986	-1.0	.159
2.0	.977	-1.2	.115
1.8	.964	-1.4	.081
1.6	.945	-1.6	.055
1.4	.919	-1.8	.036
1.2	.885	-2.0	.023
1.0	.841	-2.2	.014
.8	.788	-2.4	.008
.6	.726	-2.6	.005
.4	.655	-2.8	.003
.2	.579	-3.0	.001
0.0	.500	-0.0	

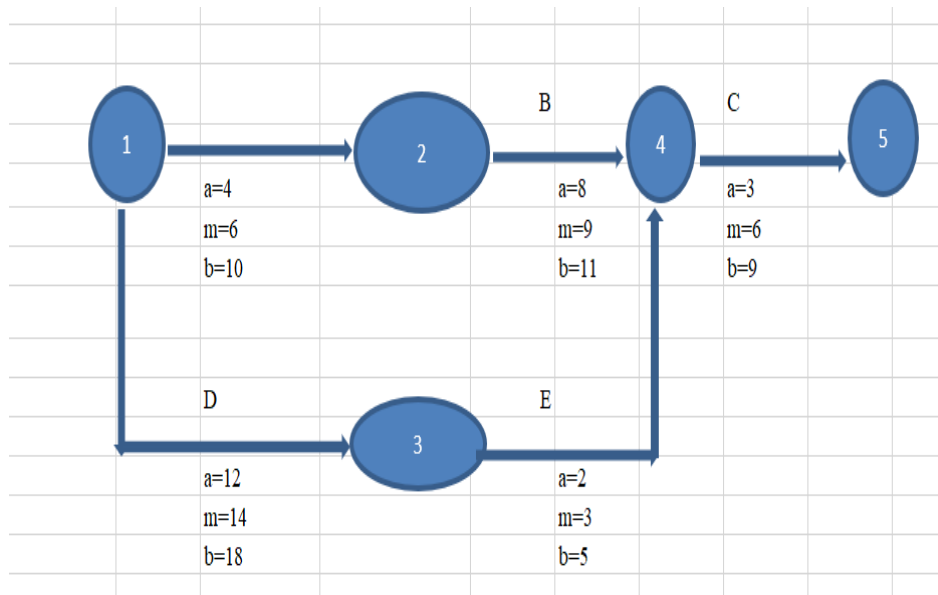
Sumber: (Santosa, 2008)

2.5.2 Contoh Perhitungan PERT

Berikut ini diberikan contoh perhitungan PERT (Ervianto, 2004), dengan data-data kegiatan, I node, J node, a, m, dan b seperti tabel 2.9.

Tabel 2.9 :Data Estimasi Durasi Kegiatan

KEGIATAN	I-NODE	J-NODE	a	m	b
A	1	2	4	6	10
B	2	4	8	9	11
C	4	5	3	6	9
D	1	3	12	14	18
E	3	4	2	3	5

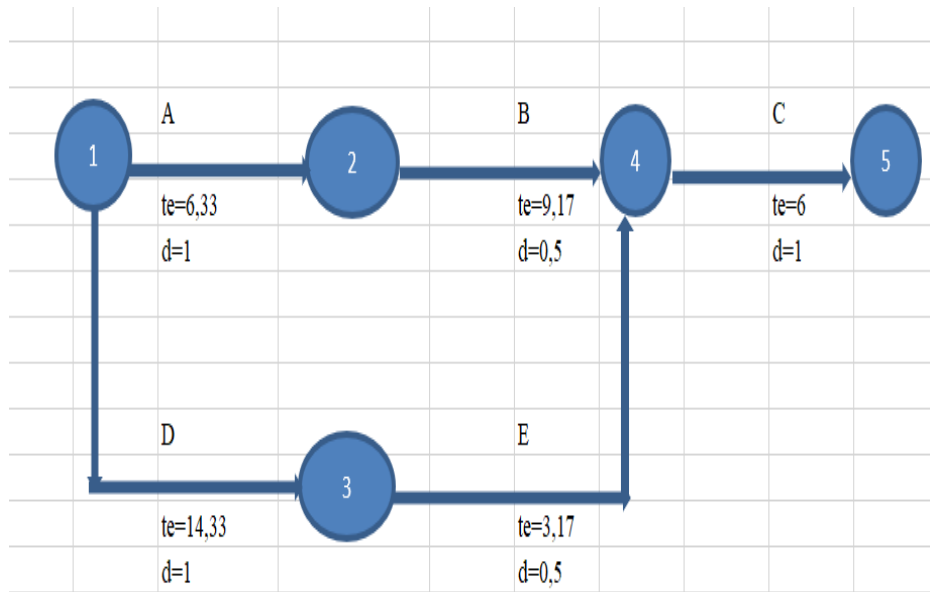


Gambar 2.12 : Network Diagram (Ervianto, 2004)

Tabel 2.10: Hasil Hitungan Waktu Kegiatan Efektif Dan Standar Deviasi Kegiatan

KEGIATAN	I-NODE	J-NODE	a	m	b	te	d
A	1	2	4	6	10	6.33	1
B	2	4	8	9	11	9.17	0.5
C	4	5	3	6	9	6.00	1
D	1	3	12	14	18	14.33	1
E	3	4	2	3	5	3.17	0.5

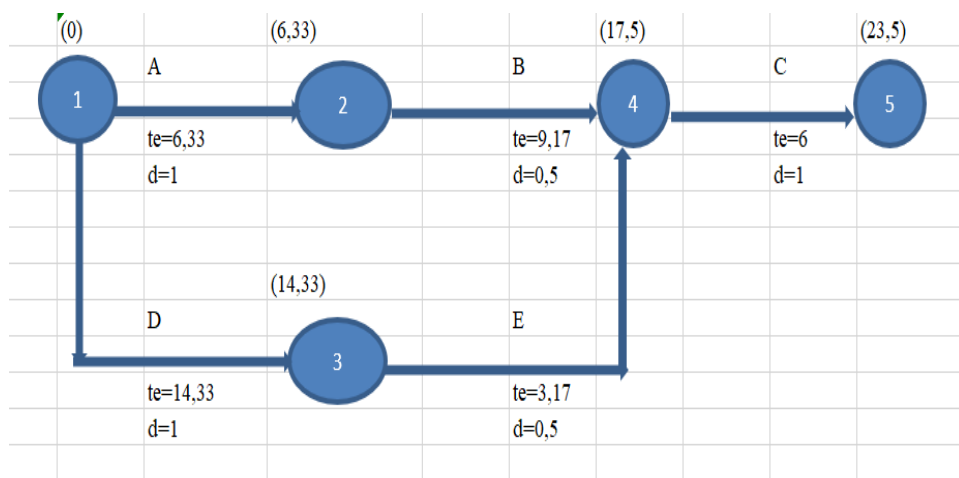
Sumber: (Ervianto, 2004)



Gambar 2.13: Network Diagram te dan d (Ervianto, 2004)

Tabel 2.11: Hasil Hitungan Waktu Kegiatan Paling Pagi (Te)

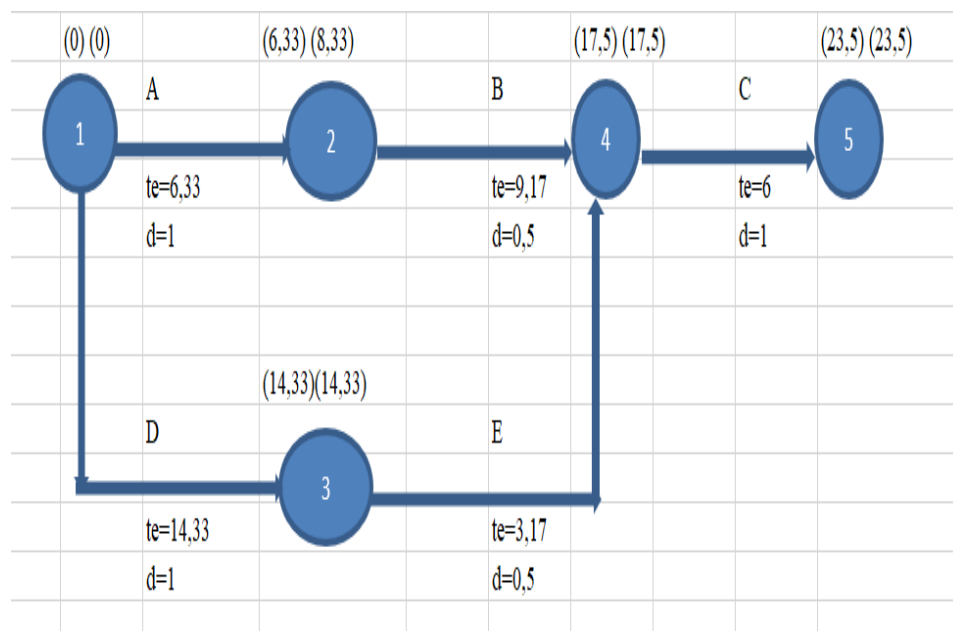
J-NODE	NODE I - J	te	Te
1	-	-	0
2	1-2	6.33	$0+6,33=6,33$
3	1-3	14.33	$0+14,33=14,33$
4	2-4	9.17	$9,17+6,33=15,5$
	3-4	3.17	$3,17+14,33=17,5$
5	4-5	6	$6+17,5 = 23,5$



Gambar 2.14: Network Diagram Te (Ervianto, 2004)

Tabel 2.12 : Hasil Hitungan Waktu Kegiatan Paling Lambat (TL)

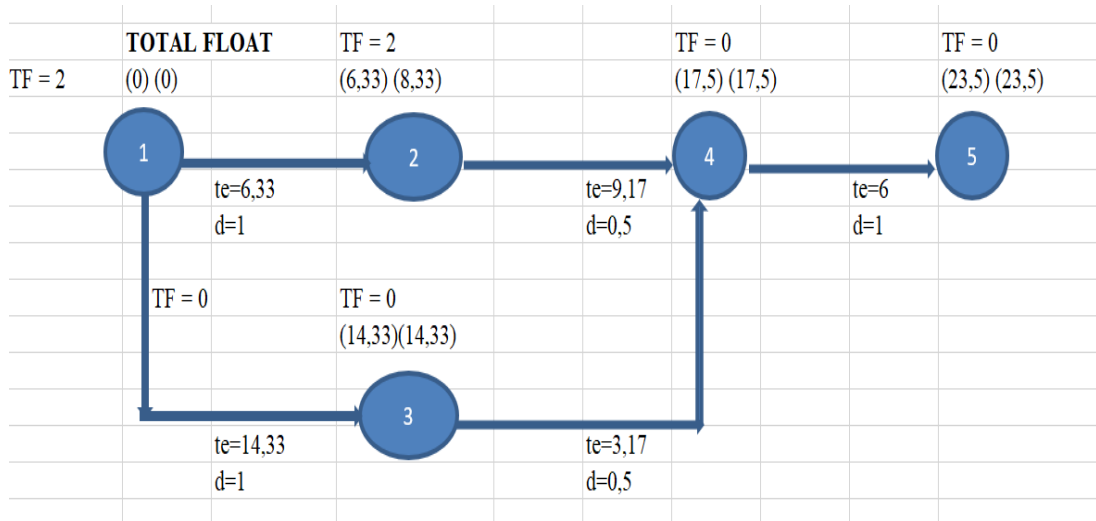
J-NODE	NODE I - J	te	TL
5	-	-	23.5
4	5-4	6	23,5-6=17,5
3	4-3	3.17	17,5-3,17=14,33
2	4-2	9.17	17,5-9,17=8,33
1	2-1	6.33	8,33-6,33=2
	3-1	14.33	14,33-14,33=0



Gambar 2.15: Network Diagram TL (Ervianto, 2004)

Tabel 2.13 : Perhitungan Float

NODE	TOTAL FLOAT
1	8,33 - 0 - 6,33 = 2
2	17,5 - 6,33 - 9,17 = 2
3	17,5 - 14,33 - 3,17 = 0
4	23,5 - 17,5 - 6 = 0



Gambar 2.16: Total Float (Ervianto, 2004)

Jadi durasi yang dihitung dengan metode PERT adalah 23.5 hari, dengan kegiatan kritisnya C-D-E (1-3, 3-4 dan 4-5)

Analisis Probabilitas

Contoh perhitungan analisis probabilitas berdasarkan gambar 2.16, misalkan ingin diketahui berapa peluang proyek berumur 20 hari, maka dengan rumus:

$$Z = (T_s - T_e) / D$$

$$T_s = 20 \text{ hari}$$

$$T_e = 23,5 \text{ hari}$$

$$D = \sqrt{1^2 + 0,5^2 + 1^2}$$

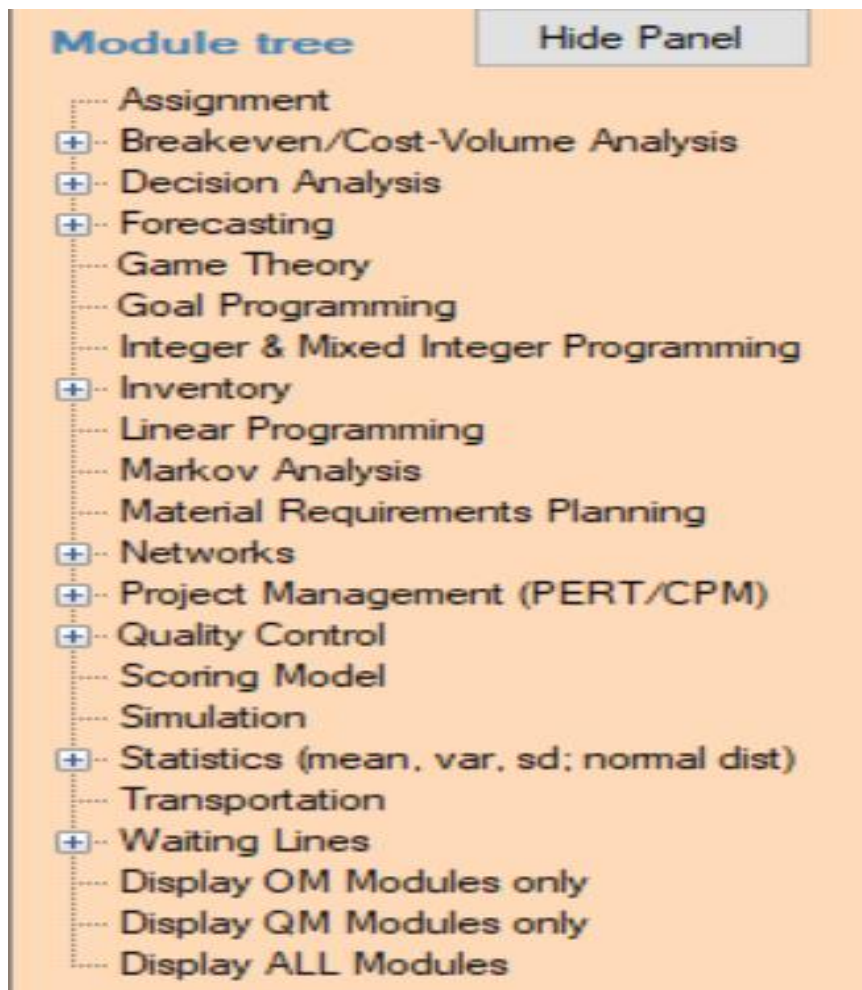
$$= 1,5 \text{ hari}$$

$$\text{Jadi } Z = (20 - 23,5) / 1,5 = - 2,33 \text{ standar deviasi}$$

Dengan demikian $Z = - 2,33$ bisa dicari peluangnya berdasarkan tabel 2.8 yaitu sekitar 10%. Sehingga probabilitas diselesaikan hari ke-20 hanya 10%.

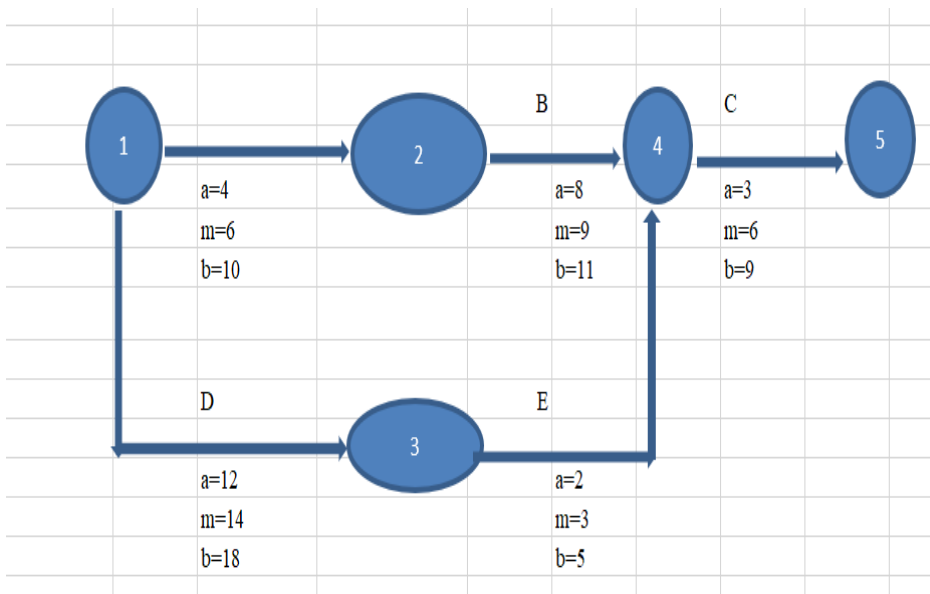
2.5.3 Perhitungan PERT dengan *Quantitative Method (QM) for Windows versi 5.0*

Perhitungan PERT dapat juga menggunakan program *Quantitative Method (QM) for Windows versi 5.0*. *QM for Windows* merupakan *software* yang dirancang untuk melakukan perhitungan yang diperlukan pihak manajemen untuk mengambil keputusan. *Module* yang terdapat pada *software* tersebut antara lain :



2.6.4 Contoh PERT dengan QM for Windows versi 5.0

Berikut ini diberikan contoh penggunaan program dengan menggunakan contoh kegiatan seperti gambar network diagram (gambar 2.12):



Langkah-langkah perhitungan PERT dengan QM for Windows Versi 5.0

1. Buka File QM for Windows versi 5.0

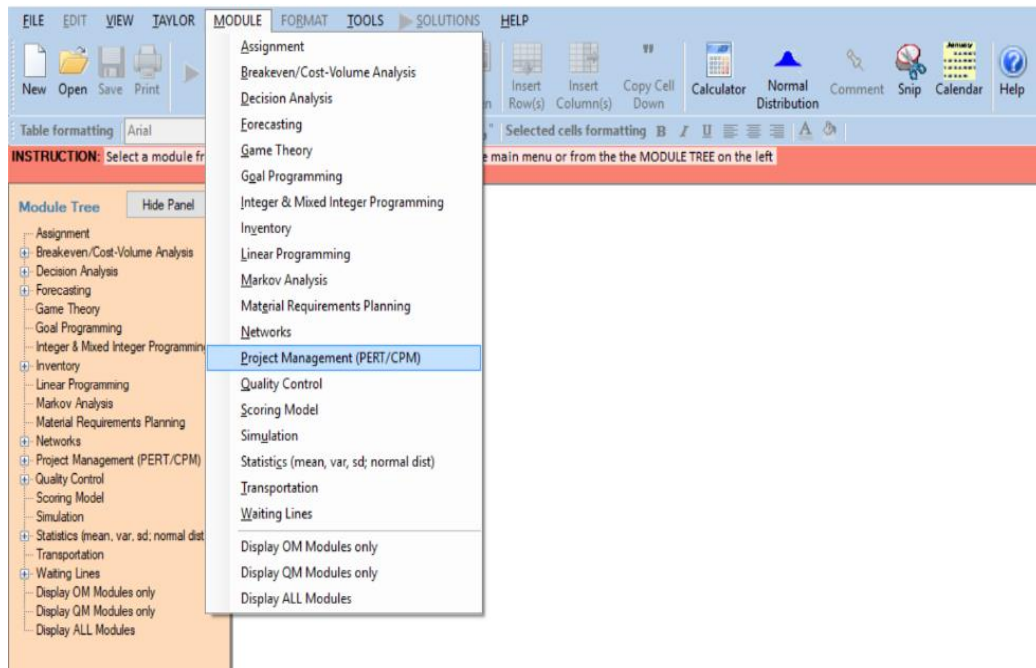
Quick Start Instructions
Version 5.2 Build 128

1. Select a module from the MODULE menu, the textbook menu or the Module Tree on the left.
2. Go to FILE,NEW or use the New icon on the toolbar. Enter number of rows and/or columns for the problem on the Creation screen.
3. Enter data in table; enter any information such as method or minimize/maximize in the panel above the data
4. Press Solve (or F9 or FILE, Solve or SOLUTIONS). The SOLUTIONS menu contains additional results.

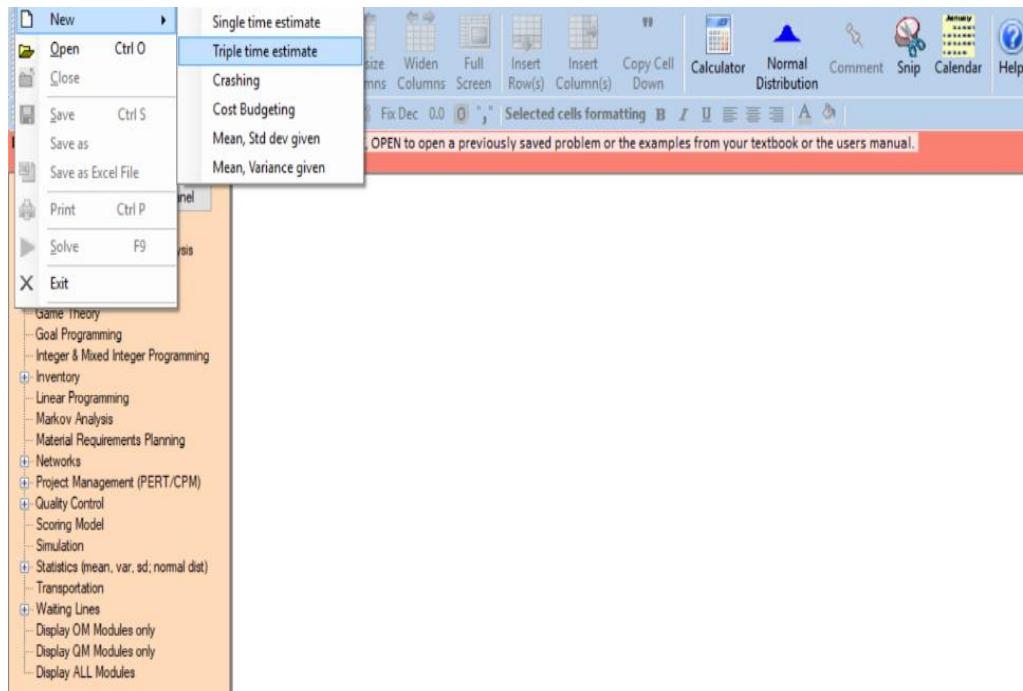
Please note that there are video tutorials available under the HELP menu.

Do not show at startup Close

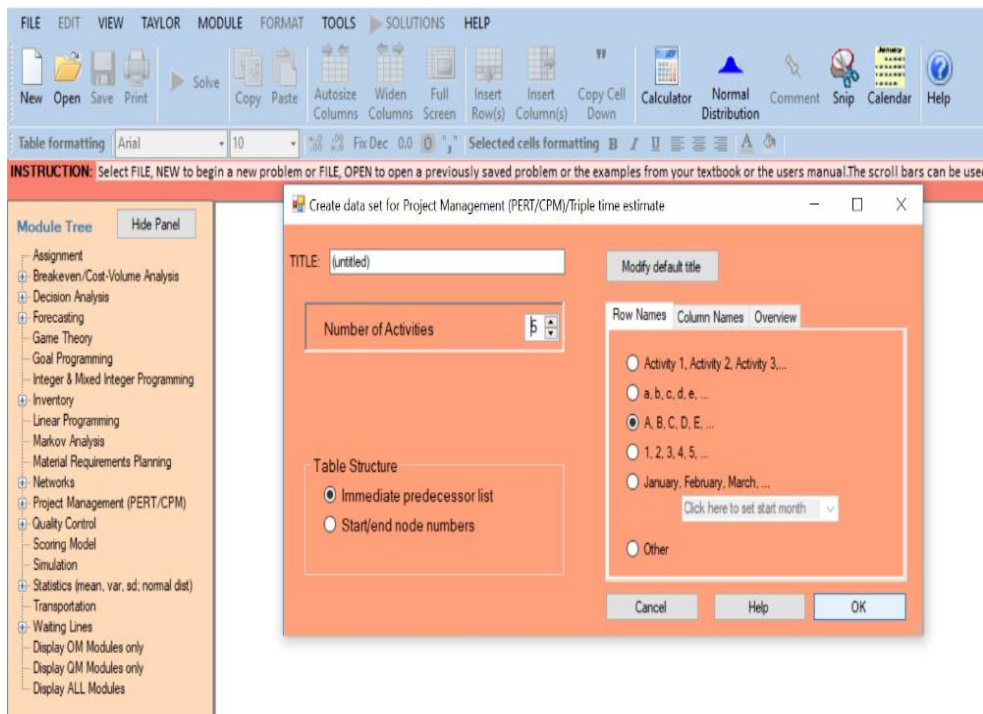
2. Klik *Module*



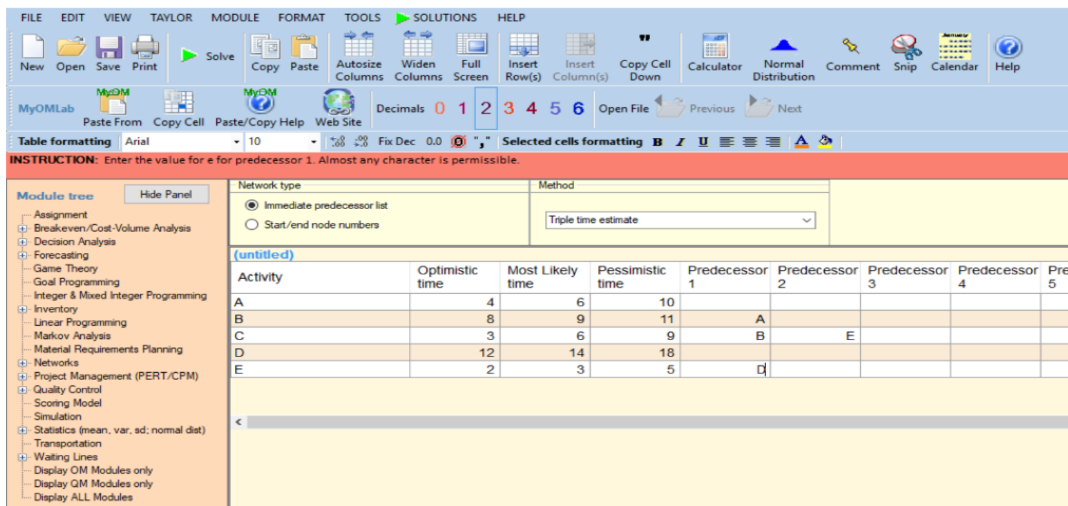
3. Pilih *Project Management (PERT/CPM)* Klik New pilih *Triple Time Estimate*



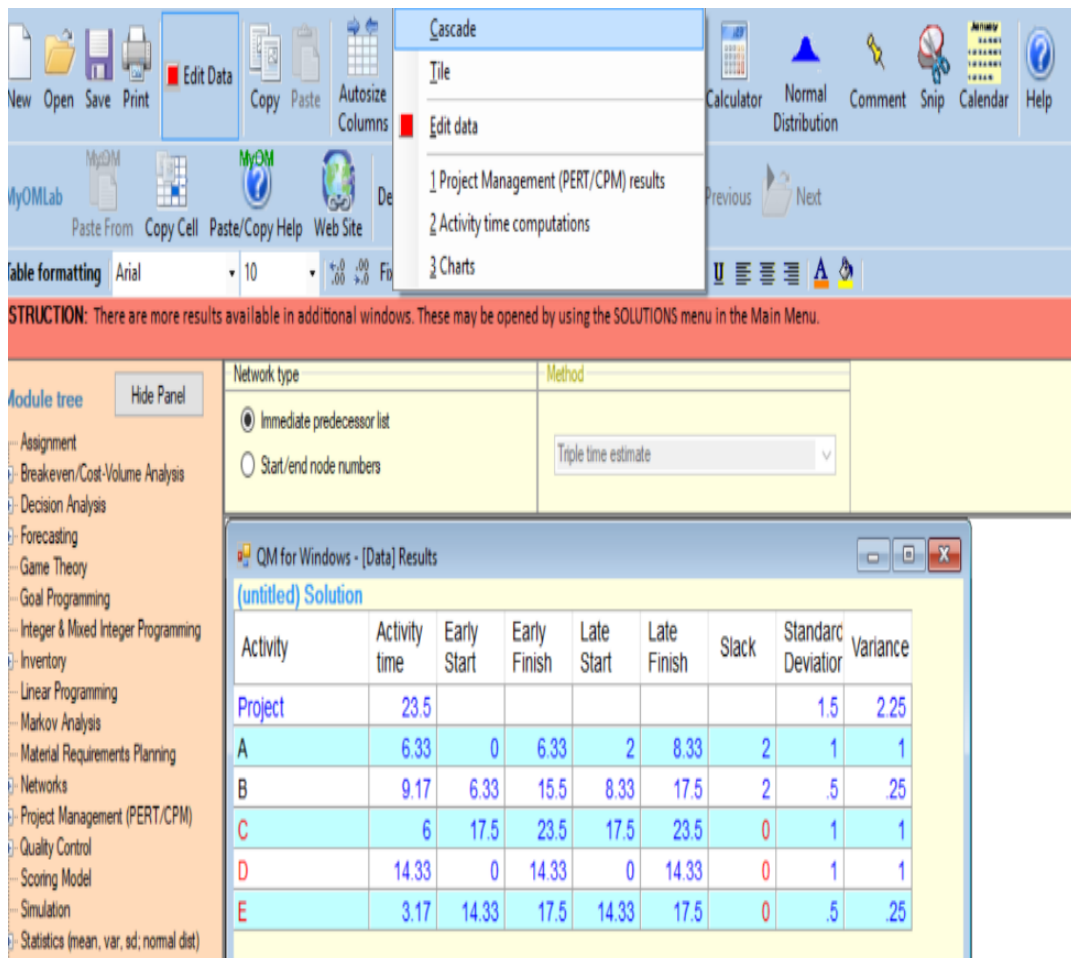
4. Ketik jumlah *activity*, sesuai dengan contoh di atas ada 5 kegiatan (A,B,C,D,E), setelah memasukkan jumlah kegiatan klik OK



5. Setelah klik OK akan muncul *kolom activity, optimistic time, most likely time, pessimistic time, dan predecessors.*



6. Klik *solution*, maka akan muncul seperti gambar di bawah.



Tanda merah adalah kegiatan kritis (C-D-E). Durasi yang dihitung dengan program *QM for windows versi 5.0* adalah 23.5 hari, *standard deviation* adalah 1.5 serta $variance = 2.25$.

BAB III

PENGENDALIAN PROYEK

Tujuan Instruksional Umum:

Setelah mempelajari bagian ini dan mengikuti perkuliahan, maka diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan pengertian pengendalian proyek
2. Memahami tentang proses pengendalian proyek
3. Memahami fungsi dan manfaat pengendalian proyek
4. Memahami aspek-aspek yang berkaitan dengan pengendalian
5. Menjelaskan cara memonitor dan *updating schedule*

3.1 Pengendalian Proyek

3.1.1 Definisi Pengendalian

Menurut (Ervianto, 2009), Karakteristik proyek dapat dipandang dalam tiga dimensi yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya, dan membutuhkan organisasi. Jadi pengendalian sangat diperlukan pada tahap pelaksanaan. Pengendalian (*control*) diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan. Tiap pekerjaan yang dilaksanakan harus diinspeksi dan dicek oleh pengawas lapangan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi atau belum. Pengendalian proyek adalah pengontrolan pelaksanaan proyek untuk mencapai keberhasilan proyek.

Menurut (Santosa, 2008), pengendalian dilakukan seiring pelaksanaan proyek dengan tujuan proyek tetap berjalan dalam batas waktu, biaya dan performansi yang ditetapkan dalam rencana.

Menurut (Dimiyati, 2014), pengendalian adalah melihat ke belakang, menentukan apa yang sebenarnya terjadi, dan membandingkan dengan hasil yang direncanakan sebelumnya. Menurut R.J. Mockler (1972) dalam (Dimiyati, 2014),

pengendalian adalah usaha sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemudian mengambil tindakan koreksi yang diperlukan sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran.

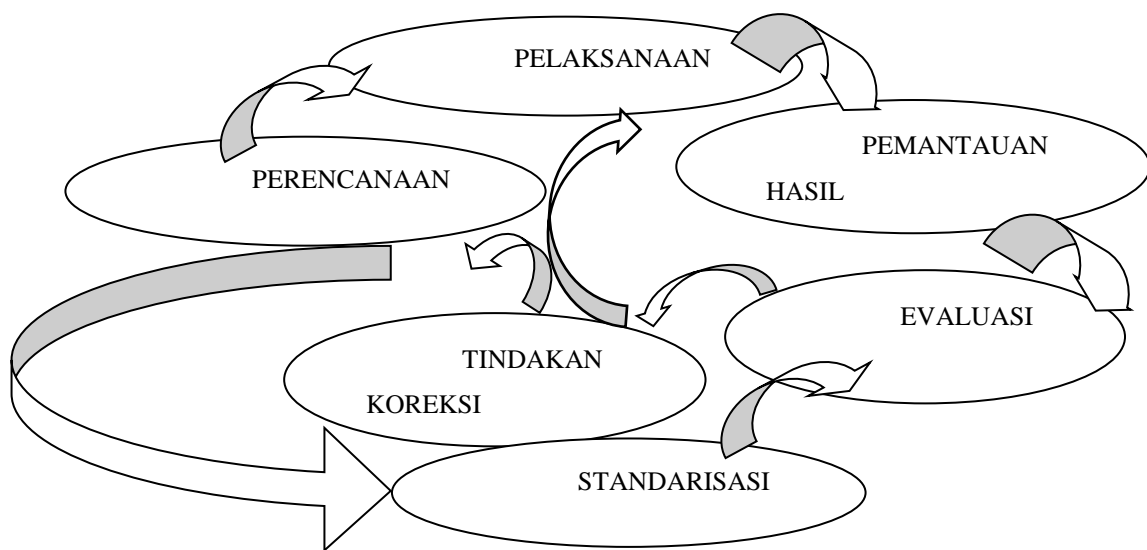
3.1.2 Proses Pengendalian

Menurut (Erviyanto, 2004), proses pengendalian berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik di dalam setiap tahap. Perencanaan dibuat sebagai bahan acuan bagi pelaksanaan pekerjaan. Bahan acuan tersebut selanjutnya akan menjadi standar pelaksanaan pada proyek yang bersangkutan, meliputi spesifikasi teknik, jadwal, dan anggaran.

Pemantauan harus dilakukan selama masa pelaksanaan proyek untuk mengetahui prestasi dan kemajuan yang telah dicapai. Informasi hasil pemantauan ini berguna sebagai menjadi bahan evaluasi performa yang telah dicapai pada saat pelaporan. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan kemajuan yang dicapai berdasarkan hasil pemantauan dengan standar yang telah dibuat berdasarkan perencanaan.

Hasil evaluasi berguna untuk pengambilan tindakan yang akurat terhadap permasalahan-permasalahan yang timbul selama masa pelaksanaan. Berdasarkan hasil evaluasi ini pula tindak lanjut pelaksanaan pekerjaan dapat diputuskan dengan tepat dengan melakukan koreksi terhadap performa yang telah dicapai. Proses di atas diperlihatkan secara skematis pada gambar 3.1.

Sepanjang daur hidup proyek hanya sekitar 20% kegiatan manajemen proyek berupa perencanaan, selebihnya adalah kegiatan pengendalian. Perencanaan sebagian besar dilakukan sebelum proyek dilaksanakan. Begitu proyek dimulai, fungsi manajemen didominasi oleh kegiatan pengendalian.



Gambar 3.1 Siklus Pengendalian Dalam Proyek Konstruksi
(Ervianto, 2004)

Menurut (Santosa, 2008) , menyatakan bahwa ada proses-proses tertentu yang perlu dilakukan untuk melakukan pengendalian dalam manajemen proyek. Proyek tersebut terdiri dari:

1. Orientasi Pekerjaan

Suatu pekerjaan akan muncul dari pihak manajemen tingkat atas. Untuk sampai di tingkat bawah agar dilaksanakan perlu adanya otorisasi, yakni pemberian wewenang ke tingkat manajemen di bawahnya hingga ke tim pekerja untuk melakukan pekerjaan yang menjadi tanggungjawabnya seperti apa yang ditetapkan dalam rencana, jadwal dan anggaran. Otoritas berlangsung hingga selesainya

pekerjaan dan manajemen yang memberi wewenang sudah menyatakan menerima hasilnya. Jika wewenang sudah diberikan maka seorang proyek manajer atau manajer fungsional, atau supervisor sudah bias mulai untuk mempergunakan dana proyek untuk membeli material ataupun membayar tenaga kerja. Untuk proyek-proyek berskala besar otorisasi ini akan melalui tahap-tahap pengeluaran kontrak (*contract release*), *project release*, dan *work order release*. Suatu perintah kerja merupakan hal yang penting dalam rangka pengendalian proyek.

Perintah kerja (*work order*) memuat:

- Pernyataan pekerjaan
- Anggaran berjalan untuk jam kerja langsung, material, dan biaya langsung yang lain
- Jadwal, kejadian penting, hubungan dengan paket kerja yang lain
- Posisi pekerjaan yang bersangkutan dalam WBS (*Work Breakdown Structure*)
- Spesifikasi dan kebutuhan-kebutuhan
- Tanda tangan pemberi wewenang dan penerima tanggungjawab.

2. Pengumpulan data

Perintah kerja dan rekening biaya yang bersangkutan adalah bagian penting dalam rangka proses pengendalian. Perkembangan pekerjaan dan biayanya untuk setiap paket kerja secara periodik dimasukkan ke dalam PCAS untuk kemudian diringkas dan dihitung untuk keseluruhan paket kerja dan departemen. Dari sini akan didapat rangkuman informasi mengenai biaya untuk departemen tertentu sampai saat tertentu, atau biaya untuk sekumpulan paket kerja tertentu.

3.1.3 Fungsi Pengendalian Proyek

Menurut (Ervianto, 2004), pengendalian memiliki dua fungsi yang sangat penting:

1. Fungsi Pemantauan

Dengan pemantauan yang baik terhadap semua kegiatan proyek akan memaksa unsur-unsur pelaksana untuk bekerja secara cakap dan jujur.

2. Fungsi Manajerial

Pada proyek-proyek yang kompleks dan mudah terjadi perubahan (dinamis) pemakaian pengendalian dan sistem informasi yang baik akan memudahkan manajer untuk segera mengetahui bagian-bagian pekerjaan yang mengalami kejanggalan atau memiliki performa yang kurang baik. Dengan demikian dapat segera dilakukan usaha untuk mengatasi atau meminimalkan kejanggalan tersebut.

3.1.4 Faktor Penghambat Proses Pengendalian

Menurut (Ervianto, 2004), ada beberapa faktor yang menyebabkan pengendalian menjadi tidak efektif yaitu:

1. Definisi proyek.

Definisi proyek yang dimaksud adalah keadaan proyek itu sendiri atau gambaran yang dibuat oleh perencana. Pada proyek yang kompleksitasnya tinggi mengakibatkan kesulitan dalam koordinasi dan komunikasi.

2. Faktor tenaga kerja

Pengawas yang kurang ahli dibidangnya atau kurang berpengalaman dapat menyebabkan pengendalian proyek menjadi tidak efektif dan kurang akurat.

3. Faktor sistem pengendalian

Penerapan sistem informasi dan pengawasan yang terlalu formal dengan mengabaikan hubungan kemanusiaan akan timbul kekakuan dan keterpaksaan.

3.1.5 Faktor Pendukung Proses Pengendalian

Menurut (Ervianto, 2004), ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan agar pengendalian dan system informasi berlangsung dengan baik yaitu:

1. Ketepatan waktu

Keterlambatan pemantauan hanya akan menghasilkan informasi yang sudah tidak sesuai lagi dengan kondisi.

2. Akses antar tingkat

Derajat kemudahan untuk akses dalam jalur pelaporan performa sangat berpengaruh untuk menjaga efektifitas sistem pengendalian.

3. Perbandingan data terhadap informasi

Data yang diperoleh dari pengamatan harus mampu memberikan informasi secara proporsional. Jangan sampai terjadi jumlah data yang didapat berjumlah ribuan bahkan ratusan ribu namun hanya memberikan satu dua informasi.

4. Data informasi yang dapat dipercaya

Masalah ini menyangkut kejujuran dan kedisiplinan semua pihak yang terlibat dalam proyek. Semua perjanjian dan kesepakatan yang telah dibuat seperti waktu pengiriman peralatan dan bahan, waktu pembayaran harus benar-benar ditepati.

5. Obyektifitas data

Data yang diperoleh harus sesuai dengan apa yang terjadi di lapangan. Pemakaian asumsi, kira-kira atau pendapat pribadi tidak boleh dimasukkan sebagai data hasil pengamatan.

3.1.6 Langkah-langkah dalam Pengendalian

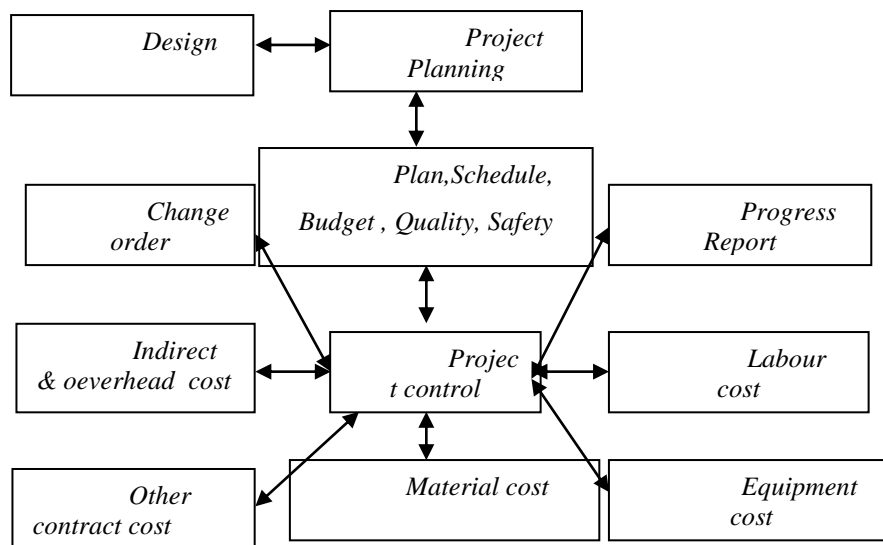
Menurut (Santosa, 2008), secara umum ada tiga langkah pokok dalam proses pengendalian, yaitu:

1. Menentukan standar performansi sesuatu yang akan dikendalikan. Standar ini bisa berupa spesifikasi teknis, biaya yang dianggarkan, jadwal dan kebutuhan sumberdaya.

2. Membandingkan antara performansi aktual dan performansi standar hasil pekerjaan dan pengeluaran yang sudah terjadi dibandingkan dengan jadwal, biaya dan spesifikasi performansi yang direncanakan.
3. Melakukan tindakan koreksi, bila performansi aktual secara signifikan menyimpang dari yang direncanakan tindakan koreksi perlu dilakukan. Tindakan koreksi bisa berupa perubahan pekerjaan, standar dan rencana diubah atau penambahan sumberdaya.

3.1.7 Aspek Yang Berkaitan dengan Pengendalian Proyek

Proses pengendalian proyek konstruksi terkait banyak faktor yang saling mempengaruhi. Faktor-faktor yang tersebut seperti dalam gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 3.2 Aspek Dalam Pengendalian Proyek Konstruksi (Ervianto, 2004)

3.2 Monitoring dan Updating

Jarang ditemui suatu keadaan dimana suatu rencana *schedule* (jadwal) dapat tepat dengan pelaksanaan di lapangan. Untuk dapat mencapai kondisi demikian dibutuhkan suatu perencanaan yang amat cermat dan didukung oleh

faktor luar (alam), supaya hal tersebut dapat dicapai. Penandaan prestasi pekerjaan dalam alat pengendalian (*schedule*) dilanjutkan dengan penyesuaian urutan kegiatan disebut dengan *updating*. Proses *updating* diperlukan terutama untuk mengetahui pengaruh yang terjadi akibat pelaksanaan di lapangan terhadap rencana *schedule* penyelesaian proyek.

Menurut (Erviyanto, 2004) , kontraktor melakukan *updating schedule* dengan mempertimbangkan berbagai faktor . Permasalahan yang tidak tampak atau tidak dapat diprediksi menjadi kendala utama dalam penyusunan rencana kegiatan, seperti perubahan cuaca, perubahan lingkup pekerjaan, dan kesalahan yang diketahui setelah dilaksanakan di lapangan. Dengan demikian mengaplikasikan *schedule* yang telah disusun guna penyelesaian proyek, maka sudah seharusnya selalu dilakukan evaluasi *schedule*. *Schedule* dievaluasi pada waktu proyek sedang berlangsung untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak dapat diprediksi. Sedangkan proyek yang telah dilaksanakan perlu dievaluasi *schedule* untuk identifikasi keterlambatan proyek yang sudah terjadi, sehingga lebih jelas mengetahui pihak-pihak yang bertanggung jawab.

3.3 Contoh Evaluasi *Time Schedule* pada Proyek Konstruksi Gedung

Time schedule yang dievaluasi adalah pekerjaan struktur baja kolom, balok dan atap, pada proyek renovasi Rumah Sakit Denpasar. Berdasarkan kontrak, jangka waktu pelaksanaan pekerjaan fisik adalah 91 (Sembilan puluh satu) hari kalender sejak ditandatangani kontrak dari tanggal 24 Pebruari 2015 sampai dengan 24 Mei 2015. Realisasi waktu penyelesaian proyek tanggal 11 Juli 2015, hal ini berarti waktu penyelesaian proyek tidak sesuai dengan kesepakatan yang tertulis dalam kontrak, harus ditinjau penyebab terjadi keterlambatan tersebut dengan mengevaluasi *time schedule*. *Schedule* yang telah disesuaikan sangat berarti bagi semua pihak yang terlibat dalam proyek. Masing-masing pihak mempunyai kepentingan tersendiri, sehingga harus mengetahui dengan pasti

tentang prestasi pekerjaan dari proyek tersebut. *Schedule* yang telah disesuaikan dapat membuktikan data-data yang penting terjadi pada waktu tertentu.

3.3.1 Langkah-langkah Mengevaluasi Schedule Pekerjaan

Langkah-langkah dalam mengevaluasi *schedule* adalah:

1. Data berupa analisis harga satuan dari kontraktor dipakai acuan dalam menentukan biaya upah, material, jumlah pekerja serta durasi yang disesuaikan dengan volume pekerjaan.
2. *Time schedule* pekerjaan untuk acuan menentukan durasi dan bobot pelaksanaan pekerjaan struktur baja kolom, balok dan atap, juga mengetahui jadwal kegiatan dari masing-masing item pekerjaan.
3. RAB proyek digunakan untuk mengetahui volume item pekerjaan, harga satuan pekerjaan dan biaya total proyek sebagai acuan dalam pembuatan *time schedule*.
4. Mengevaluasi *time schedule* serta membuat *Gantt Chart* dari pekerjaan proyek struktur baja balok, kolom dan atap. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui durasi keterlambatan dan penyebab keterlambatan.

3.3.1.1 Ruang Lingkup Pekerjaan

Pekerjaan yang dikerjakan sesuai dengan kontrak adalah pekerjaan struktur baja, beton, balok dan atap lantai IV. Ruang lingkup pekerjaan meliputi:

- a. Pekerjaan Persiapan:
 1. Pengukuran
 2. *Shop drawing*
 3. *As built drawing*
 4. Asuransi project
 5. Pakaian Kerja dan keselamatan kerja
 6. Pembersihan
 7. Pengangkutan baja, baja ringan dan atap genteng

- b. Pekerjaan Struktur Atap Utama
1. *Sloof H beam 250x250x9x14*
 2. Kolom WF 250x125x6x9
 3. Balok WF 250x125x6x9
 4. Kolom WF 200x100x5,5x8
 5. Balok Atap 1 WF 200x100x5,5x8
 6. Ring Balok Atap 1 WF 200x100x5,5x8
 7. Ring Balok Atap 2 WF 150x75x5x7
 8. Kuda-kuda Atap WF 150x75x5x7
 9. Gording CNP 125x50x2,3
 10. Plat Tapak , Sket Plat, Plat 10 mm
 11. Plat tatakan gording 6 mm
 12. Restang besi beton 12 mm
 13. Kait angin besi beton 12 mm
 14. Bondek 0,75
 15. Baut hilty
 16. Baut 5/8"x20"
 17. Baut 5/8"x5"
 18. Baut 1/2"x5"
 19. Baut 7/16"x1,5"
 20. Rangka baja ringan
 21. Genteng metal
 22. Bubungan metal
 23. Kalsiplank lebar 20 cm + cat
 24. Cat genteng *ex dulux weathershield*
 25. Cat bubungan *ex dulux weatherdhiel*
 26. Kawat ayam + *aluminium foil single face*
 27. Talang *zinc alumn*

28. Cat zincromate
29. *Wire mesh M7 1 layer*
30. Beton Plat atap K250 tebal 12 cm

c. Pekerjaan Struktur Atap Konsul

1. Kolom WF 200x100x5,5x8
2. Ring balok WF 150x75x5x7
3. Kuda-kuda atap WF 150x75x5x7
4. Gording CNP 125x50x2,3
5. Plat 8mm
6. Plat tatakan gording 6 mm
7. Baut hilty
8. Baut 5/8"x1 1/2"
9. Baut 1/2"x1,5"
10. Baut 3/16
11. Rangka baja ringan
12. Genteng metal
13. Bubungan metal
14. Cat genteng *ex dulux weathershield*
15. Cat bubungan *ex dulux weatherdhiield*
16. Talang zinc alumn
17. Cat zincromate
18. Kalsiplank lebar 20 cm + cat

3.3.1.2 Durasi Pekerjaan *Schedule Rencana*

Berdasarkan tabel 3.1 di bawah ini, diberikan durasi waktu sesuai dengan *time schedule* yang direncanakan oleh kontraktor.

Tabel 3.1 Durasi Pekerjaan Struktur Baja Kolom, Balok dan Atap

No	Aktivitas	Durasi (hari)
A	PERSIAPAN	

1	Pengukuran	8
2	<i>Shop drawing</i>	8
3	<i>As built drawing</i>	7
4	Asuransi project	8
5	Pakaian Kerja dan keselamatan kerja	91
6	Pembersihan	91
7	Ongkos angkut baja, baja ringan dan atap genteng	91
B	PEKERJAAN STRUKTUR ATAP UTAMA	
1	Sloof H Beam 250 x 250 x 9 X 14	8
2	Kolom WF 250 x 125 x 6 x 9	15
3	Balok WF 250 x 125 x 6 x 9	8
4	Kolom WF 200 x 100 x 5,5 x 8	8
5	Balok atap 1 WF 200 x 100 x 5,5 x 8	29
6	Ring Balok atap 1 WF 200 x 100 x 5,5 x 8	8
7	Ring balok atap 2 WF 150 x 75 x 5 x 7	8
8	Kuda-kuda atap WF 150 x 75 x 5 x 7	7
9	Gording CNP 125 x 50 x 2,3	15
10	Plat Tapak , Sket plat. plat10 mm	77
11	Plat tatakan gording 6 mm	15
12	Restang besi beton 12 mm	15
13	Kait angin besi beton 12 mm	8
14	Bondek 0.75	8
15	Baut hilty	16
16	Baut 5/8 " x 20"	77
17	Baut 5/8 " x 5 "	77
18	Baut 1/2" x 5"	77
19	Baut 7/16" x 1.5"	77
20	Rangka Baja ringan	23
21	Genteng metal	7
22	Bubungan metal	3
23	Kalsiplank lebar 20 cm + cat (tidak termasuk pada posisi yang ada talang)	8
24	Cat Genteng ex dulux weathershield	7
25	Cat Bubungan ex dulux weathershield	7
26	Kawat ayam + aluminium foil single face	14
27	Talang Zinc aluminium	7
28	Cat Zincromate	84
29	Wire Mesh M7 1 layer	8
30	Beton plat atap K 250 tebal 12 cm	8

C	PEKERJAAN STRUKTUR ATAP KONSOL	
1	Kolom WF 200 x 100 x 5,5 x 8	16
2	Ring balok WF 150 x 75 x 5 x 7	7
3	Kuda-kuda atap WF 150 x 75 x 5 x 7	14
4	Gording CNP 125 x 50 x 2,3	8
5	Plat plat 8 mm	31
6	Plat tatakan gording 6 mm	13
7	Baut hilty	8
8	Baut 5/8 " x 1 1/2 "	31
9	Baut 1/2 " x 1.5 "	23
10	Baut 3/16	8
11	Rangka Baja ringan	16
12	Genteng metal	7
13	Bubungan metal	3
14	Cat Genteng ex dulux weathershield	7
15	Cat Bubunganex dulux weathershield	7
16	Talang Zinc alumn	7
17	Cat Zincromate	91
18	Kalsiplank lebar 20 cm + cat	1

Sumber: Data Kontraktor 2015

3.3.1.3 Durasi Pekerjaan *Schedule Realisasi*

Dalam menyusun jadwal menggunakan program *Microsoft Excel*. Adapun *float* dari tiap aktivitas tidak dihitung karena proyek tersebut menggunakan metode *Gantt Chart*, termasuk jalur kritisnya tidak bisa ditemukan. Lama waktu penyelesaian proyek tersebut dihitung berdasarkan dari total durasi waktu setiap aktivitas yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan tabel di atas durasi perencanaan proyek tersebut adalah 91 hari kalender.

Permasalahan yang tidak tampak atau tidak dapat diprediksi menjadi kendala utama dalam penyusunan rencana kegiatan, seperti perubahan cuaca, perubahan lingkup pekerjaan dan kesalahan yang diketahui setelah dilaksanakan di lapangan. Sehingga kemungkinan tidak sesuai antara rencana, durasi kegiatan, serta waktu penyelesaian dengan pelaksanaan di lapangan adalah sangat besar. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk mengaplikasikan *schedule* yang telah disusun guna penyelesaian proyek, maka sudah seharusnya

selalu dilakukan evaluasi. *Schedule* yang telah disesuaikan sangat berarti bagi semua pihak yang terlibat dalam proyek (tidak hanya kontraktor saja). Karena masing-masing pihak mempunyai kepentingan tersendiri, sehingga harus mengetahui dengan pasti tentang prestasi pekerjaan dari proyek tersebut.

Berdasarkan data hasil pemantauan menunjukkan bahwa pada minggu ketiga mulai tanggal 13 April 2015 sampai dengan tanggal 19 April 2015 pelaksanaan proyek dihentikan, sehingga proyek yang pelaksanaan pada minggu ketiga, semua pekerjaan mengalami perubahan jadwal pelaksanaan. Item pekerjaan yang mengalami perubahan antara lain:

1. Pekerjaan persiapan: penggunaan pakaian kerja dan keselamatan kerja, pembersihan dan pekerjaan angkut baja ringan dan atap genteng.
2. Semua pekerjaan struktur kecuali pasang baut hilty pada pekerjaan struktur atap konsol, karena pekerjaan tersebut durasinya 8 hari dan dimulai tanggal 1 April 2015 sampai dengan 8 April 2015.

Pekerjaan-pekerjaan yang mengalami perubahan dan penundaan antara lain dapat dilihat pada tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Evaluasi *Time Schedule* pada Pekerjaan Struktur Baja Kolom, Balok dan Atap

No	Aktivitas	Perencanaan	Realisasi	Selisih durasi
A	PERSIAPAN			
1	Pengukuran	1 April sd 8 April	1 April sd 8 April	0
2	<i>Shop drawing</i>	1 April sd 8 April	1 April sd 8 April	0
3	<i>As built drawing</i>	24 Juni sd 30 Juni	5 Juli sd 11 Juli	11 hari
4	Asuransi project	1 April sd 8 April	1 April sd 8 April	0
5	Pakaian Kerja dan keselamatan kerja	1 April sd 30 Juni	1 April sd 11 Juli	11 hari
6	Pembersihan	1 April sd 30 Juni	1 April sd 11 Juli	11 hari
7	Ongkos angkut baja, baja ringan	1 April sd	1 April sd	9 hari

	dan atap genteng	30 juni	9 juli	
B	PEKERJAAN STRUKTUR ATAP UTAMA			
1	Sloof H Beam 250 x 250 x 9 X 14	9 april sd 16 april	9 april sd 23 april	7 hari
2	Kolom WF 250 x 125 x 6 x 9	Tahap I: 9 sd 16 april	Tahap I: 9 sd 23 april	7 hari
		Tahap II: 10sd16 mei	Tahap II: 17sd23 mei	7 hari
3	Balok WF 250 x 125 x 6 x 9	16 sd 23 april	24 sd 30 april	7 hari
4	Kolom WF 200 x 100 x 5,5 x 8	17sd23 mei	24 sd 30 mei	7 hari
5	Balok atap 1 WF 200 x 100 x 5,5 x 8	Tahap I: 17 april sd 1 mei	Tahap I: 24 april sd 8 mei	7 hari
		Tahap II: 10 mei sd 23 mei	Tahap II: 18 mei sd 30 mei	7 hari
6	Ring Balok atap 1 WF 200 x 100 x 5,5 x 8	24 sd 31 mei	31 mei sd 7 juni	7 hari
7	Ring balok atap 2 WF 150 x 75 x 5 x 7	1 sd 8 juni	8 sd 15 juni	7 hari
8	Kuda-kuda atap WF 150 x 75 x 5 x 7	9 sd 16 juni	16 sd 23 juni	7 hari
9	Gording CNP 125 x 50 x 2,3	Tahap I:24 sd 31 mei	Tahap I: 31 mei sd 7 juni	7 hari
		Tahap II: 9 sd 16 juni	Tahap II: 1 6 sd 23 juni	7 hari
10	Plat Tapak , Sket plat. plat10 mm	1 april sd 16 juni	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 23 juni	7 hari
11	Plat tatakan gording 6 mm	Tahap I:24 sd 31 mei	Tahap I: 31 mei sd 7 juni	7 hari
		Tahap II: 9 sd 16 juni	Tahap II: 16 sd 23 juni	7 hari
12	Restang besi beton 12 mm	Tahap I:24 sd 31 mei	Tahap I: 31 mei sd 7 juni	7 hari
		Tahap II: 9 sd 16 juni	Tahap II: 16 sd 23 juni	7 hari
13	Kait angin besi beton 12 mm	9 sd 16 juni	16 sd 23 juni	7 hari
14	Bondek 0.75	2 sd 9 mei	9 sd 16 mei	7 hari
15	Baut hilty	Tahap I:1 sd 9 april	Tahap I: 1 sd 9 april	0 hari

		Tahap II: 2 sd 9 mei	Tahap II: 9 sd 16 mei	7 hari
16	Baut 5/8 " x 20"	1 april sd 16 juni	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 23 juni	7 hari
17	Baut 5/8 " x 5 "	1 april sd 16 juni	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 23 juni	7 hari
18	Baut 1/2" x 5"	1 april sd 16 juni	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 23 juni	7 hari
19	Baut 7/16" x 1.5"	1 april sd 16 juni	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 23 juni	7 hari
20	Rangka Baja ringan	1 juni sd 23 juni	8 sd 30 juni	7 hari
21	Genteng metal	24 sd 30 juni	1 sd 8 juni	7 hari
22	Bubungan metal	28 sd 30 juni	6 sd 8 juni	7 hari
23	Kalsiplank lebar 20 cm + cat (tidak termasuk pada posisi yang ada talang)	1 sd 8 juni	8 sd 15 juni	7 hari
24	Cat Genteng ex dulux weathershield	16 sd 23 juni	23 sd 30 juni	7 hari
25	Cat Bubungan ex dulux weathershield	16 sd 23 juni	23 sd 30 juni	7 hari
26	Kawat ayam + aluminium foil single face	17 ad 30 juni	24 sd 8 juni	7 hari
27	Talang Zinc aluminium	16 sd 23 juni	23 sd 30 juni	7 hari
28	Cat Zincromate	1 april sd 23 juni	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 30 juni	7 hari
29	Wire Mesh M7 1 layer	2 sd 9 mei	9 sd 16 mei	7 hari
30	Beton plat atap K 250 tebal 12 cm	10 sd 16 mei	17 sd 23 mei	7 hari
C	PEKERJAAN STRUKTUR ATAP KONSOL			
1	Kolom WF 200 x 100 x 5,5 x 8	1 sd 16 april	Tahap I:	

			1 sd 12 april Tahap II: 20 sd 23 april	7 hari
2	Ring balok WF 150 x 75 x 5 x 7	17 sd 23 april	24 sd 30 april	7 hari
3	Kuda-kuda atap WF 150 x 75 x 5 x 7	18 april sd 1 mei	25 april sd 8 mei	7 hari
4	Gording CNP 125 x 50 x 2,3	24 sd 31 mei	31 sd 6 juni	7 hari
5	Plat 8 mm	1 april sd 1 mei	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 sd 8 mei	7 hari
6	Plat tatakan gording 6 mm	19 sd 31 mei	26 mei sd 6 juni	7 hari
7	Baut hilty	1 sd 8 april	1 sd 8 april	0 hari
8	Baut 5/8 " x 1 1/2 "	1 april sd 1 juni	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 8 mei	7 hari
9	Baut 1/2 " x 1.5 "	9 april sd 1 juni	Tahap I: 9 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 8 mei	7 hari
10	Baut 3/16	24 sd 30 juni	1 juli sd 7 juli	7 hari
11	Rangka Baja ringan	24 juni sd 8 juni	31 mei sd 2 juli	21 hari
12	Genteng metal	24 sd 30 juni	1 sd 7 juli	7 hari
13	Bubungan metal	28 sd 30 juni	5 sd 9 juli	9 hari
14	Cat Genteng ex dulux weathershield	16 sd 23 juni	23 sd 30 juni	7 hari
15	Cat Bubungan ex dulux weathershield	16 sd 23 juni	23 sd 30 juni	7 hari
16	Talang Zinc alumn	16 sd 23 juni	23 sd 9 juli	16 hari
17	Cat Zincromate	1 april sd 30 juni	Tahap I: 1 sd 12 april Tahap II: 20 april sd 8 juli	7 hari
18	Kalsiplank lebar 20 cm + cat	9 juni	3 juli	-

Sumber: Hasil Perhitungan 2015

3.3.2 Hasil Evaluasi *Time Schedule* pada Proyek Gedung

Berdasarkan tabel 3.2 maka tanggal penyelesaian proyek setelah dievaluasi sampai tahap pembersihan pada tanggal 11 juli 2015. Jadi proyek tersebut

mengalami keterlambatan yang semula direncanakan selesainya tanggal 30 juni 2015 menjadi tanggal 11 juli 2015, durasi total keterlambatannya adalah 11 hari (tidak dihitung karena perubahan kontrak). Kompensasi keterlambatan setelah dievaluasi adalah kontraktor mendapatkan penambahan waktu dan biaya. Keterlambatan tersebut kontraktor tidak dikenai sanksi karena akibat penundaan yang disebabkan oleh *Owner*. Sedangkan perubahan *design* dan mengakibatkan adanya pekerjaan tambah kurang pada pekerjaan struktur atap konsol diantaranya pekerjaan bongkaran tembok, konsol, pekerjaan baja ringan, pekerjaan pasang genteng, pasang bubungan, pasang talang dan pekerjaan pembersihan, menyebabkan biaya dan waktu bertambah. Sedangkan waktu penyelesaiannya pekerjaan-pekerjaan tersebut sesuai dengan tabel di atas selain dipengaruhi oleh penundaan kegiatan akreditasi selama 1 minggu juga dipengaruhi oleh perubahan *design* dan pekerjaan tambah kurang, terutama pada pekerjaan rangka baja ringan dengan durasi pelaksanaan 2 minggu, sehingga selisih durasi antara perencanaan dengan pelaksanaan pada pekerjaan baja ringan menjadi 21 hari (3 minggu). Pekerjaan pasang talang dipengaruhi oleh penundaan kegiatan akreditasi 7 hari dan akibat perubahan *design* 9 hari, sehingga selisih durasi antara perencanaan dengan realisasi adalah 16 hari. Pekerjaan pasang genteng selisihnya 9 hari. Pekerjaan pembersihan selisihnya 11 hari. Pekerjaan pemasangan kalsiplank lebar 20 cm + cat baru bisa dilaksanakan setelah pekerjaan rangka baja ringan selesai yaitu tanggal 2 Juli 2015, sehingga pekerjaan pemasangan kalsiplank dilaksanakan tanggal 3 juli 2015. Sedangkan pekerjaan-pekerjaan yang lainnya hanya dipengaruhi akibat adanya penundaan oleh *Owner* pada waktu kegiatan akreditasi selama 7 hari. Sehingga total durasi pelaksanaan proyek yang direncanakan 91 hari kalender realisasinya menjadi 102 hari kalender.

Berdasarkan perhitungan di atas, kontraktor hendaknya mengadakan evaluasi *time schedule* setiap hari, setiap minggu, setiap bulan pada waktu pelaksanaan proyek. Hal ini untuk menghindari kontraktor kehilangan kontrol terhadap proyeknya dan juga digunakan sebagai dasar analisis untuk mengajukan

perpanjangan waktu. Evaluasi *time schedule* sebaiknya menggunakan *network planning* dengan program *Microsoft Project*. Mengingat proyek gedung sangat kompleks dengan item pekerjaan mencapai puluhan bahkan ratusan item. *Network planning* akan mendapatkan kegiatan-kegiatan kritis, sehingga pekerjaan *updating schedule* menjadi lebih praktis dan efisien.

BAB IV

FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PADA PROYEK

Tujuan Instruksional Umum:

Setelah mempelajari bagian ini dan mengikuti perkuliahan, maka diharapkan mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian penundaan (*delay*)
2. Memahami jenis-jenis penundaan
3. Memahami analisis faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek
4. Memahami jenis *delay* dan menganalisis dan menentukan jenis *delay*

4.1 Penundaan (*Delay*)

4.1.1 Definisi Penundaan

Penundaan/keterlambatan adalah sebagian waktu pelaksanaan yang tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan rencana, sehingga menyebabkan beberapa kegiatan yang mengikuti menjadi tertunda atau tidak dapat diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan. Terjadinya *delay* dapat disebabkan oleh kontraktor atau faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap proyek konstruksi. *Delay* dapat juga disebabkan oleh pemilik proyek (*owner*), perencana (*designer*), kontraktor utama, subkontraktor, pemasok (*supplier*), pekerja, perusahaan fasilitas (PLN, PDAM, TELKOM), dan organisasi lain yang ambil bagian dalam proses konstruksi. Berbagai hal dapat terjadi dalam proyek konstruksi yang dapat menyebabkan bertambahnya durasi konstruksi, sehingga penyelesaian proyek menjadi terlambat.

Menurut (Ervianto, 2004), *Schedule* mempunyai peran penting terutama untuk mengukur pengaruh *delay*. *Schedule* dapat digunakan untuk mengukur / mengelompokkan jenis *delay*. Pengelompokkan itu berdasar apakah termasuk dalam *compensable/critical* atau dalam *noncompensable*, besarnya waktu penundaan, dan pengaruh penundaan terhadap kegiatan yang mengikuti usaha penyelesaian proyek konstruksi. Dengan melaksanakan evaluasi secara cermat akan sangat membantu kontraktor dan designer untuk menentukan besarnya penambahan waktu serta perubahan lingkup pekerjaan (biaya langsung, overhead dan biaya tidak langsung). Jalan yang terbaik untuk mengukur besarnya penundaan dan pengaruhnya adalah menggunakan *network schedule*. *Schedule* yang layak digunakan untuk besarnya pengaruh *delay* dalam proyek konstruksi harus memenuhi beberapa persyaratan tertentu, yaitu: *reliable* (dapat dipercaya), *schedule* harus lengkap, informasi dalam *schedule* harus *reliable*, *schedule* harus dapat mencerminkan rencana pelaksanaan sesungguhnya. *Schedule* harus disepakati bersama.

4.1.2 Jenis-jenis Penundaan

Penundaan dalam proyek konstruksi dapat digolongkan menjadi 2 (dua) kelompok:

1. *Excusable delay*

Adalah gagalnya pihak pengelola konstruksi menepati waktu penyelesaian proyek sesuai dengan perjanjian konstruksi menepati waktu penyelesaian proyek sesuai dengan perjanjian yang telah disepakati.

Kegagalan ini disebabkan oleh permasalahan desain, perubahan pekerjaan oleh pemilik proyek, pengaruh cuaca, perselisihan pekerja dan bencana alam. Konsep *excusable delay* diterapkan terhadap kinerja pemilik proyek dan desainer. Contoh penerapan konsep ini adalah kontraktor harus memaafkan pemilik proyek dan desainer terhadap waktu yang digunakan. Kompensasi dari hal ini adalah kontraktor mendapat tambahan waktu untuk menyelesaikan pekerjaannya.

2. *Non-excusable delay*

Adalah suatu kondisi saat terjadi penundaan pekerjaan disebabkan oleh pihak pelaksana konstruksi. Hal-hal yang dapat digolongkan dalam kelompok ini adalah perencanaan pelaksanaan yang tidak tepat oleh kontraktor, ketidakmampuan sumberdaya manusia yang dimiliki kontraktor, kegagalan subkontraktor dan lain sebagainya. *Non-excusable delay* dapat berakibat pemutusan hubungan kerja. Keterlambatan ini merupakan sepenuhnya tanggungjawab kontraktor, karena kontraktor memperpanjang waktu pelaksanaan pekerjaan sehingga melewati tanggal penyelesaian yang telah disepakati, yang sebenarnya penyebab keterlambatan dapat diramalkan dan dihindari oleh kontraktor. Dengan demikian pihak *owner client* dapat meminta *monetary damages* untuk keterlambatan tersebut. Adapun penyebab keterlambatan antara lain:

- a. Kesalahan mengkoordinasikan pekerjaan, bahan dan peralatan
- b. Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek

- c. Keterlambatan dalam penyerahan *shop drawing*/gambar kerja
- d. Kesalahan dalam mempekerjakan personil yang tidak cakap

Sedangkan *excusable delay* sendiri dapat dikategorikan menjadi 2 (dua) yaitu *compensable delay* dan *noncompensable delay*. Jika *delay* masuk dalam kategori *compensable*, maka pihak yang dirugikan akan mendapat tambahan waktu dan biaya ganti rugi sesuai dengan analisis yang telah disepakati. Pengertian *compensable* tidak selalu mendapat kompensasi berupa waktu dan biaya, akan tetapi ada kemungkinan, hanya mendapat salah satu saja (waktu saja atau biaya saja).

Menurut (Langford, 1996) Penyebab keterlambatan/penundaan yang termasuk *Excusable delay* dan *Compensable* adalah:

- a. Terlambatnya penyerahan secara total lokasi proyek
- b. Terlambatnya pembayaran kepada pihak kontraktor
- c. Kesalahan pada gambar dan spesifikasi
- d. Terlambatnya pendetailan pekerjaan
- e. Terlambatnya persetujuan atas gambar-gambar pabrikasi

Penyebab keterlambatan/penundaan yang termasuk *Excusable delay* dan *Non Compensable* adalah penyebab keterlambatan yang paling sering mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek. Keterlambatan type ini adalah:

- a. *Act of God*, seperti gangguan alam antara lain gempa bumi, tornado, letusan gunung api, banjir, kebakaran dan lain-lain.
- b. *Force Majeure*, termasuk didalamnya adalah semua penyebab *Act of God*, perang, huru hara, demo, pemogokan karyawan dan lain-lain.
- c. Cuaca, ketika cuaca menjadi tidak bersahabat dan melebihi kondisi normal maka hal ini menjadi sebuah faktor penyebab keterlambatan yang dapat dimaafkan

4.2 Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan Proyek

Penelitian mengenai keterlambatan dalam (Langford, 1996) pada proyek bangunan gedung di India, yang dibangun antara tahun 1978 sampai dengan tahun 1992 telah dapat mengidentifikasi beberapa penyebab keterlambatan, yaitu antara lain:

1. Keterlambatan pembayaran oleh *client owner*
2. Pelaksanaan tahapan pekerjaan yang jelek oleh kontraktor
3. Kesalahan pengelolaan material oleh kontraktor
4. Kekurangan tenaga kerja oleh kontraktor
5. Hujan deras/lokasi pekerjaan yang tergenang air
6. Keadaan tanah yang berbeda dari yang diharapkan
7. Pekerjaan tambahan yang diminta oleh client owner
8. Perubahan dalam pekerjaan plumbing, struktur, elektrik
9. Kesalahan dalam perencanaan dan spesifikasi
10. Ketidajelasan perencanaan dan spesifikasi
11. Perubahan-perubahan dalam perencanaan dan spesifikasi
12. Perubahan metode kerja oleh kontraktor
13. Kesalahan dalam menginterpretasikan gambar atau spesifikasi
14. Perencanaan schedule pekerjaan yang kurang baik oleh kontraktor
15. Produktifitas yang kurang baik oleh kontraktor
16. Perubahan scope pekerjaan konsultan
17. Pemogokan yang dilakukan oleh kontraktor
18. Memperbaiki pekerjaan yang sudah selesai
19. Memperbaiki kerusakan suatu pekerjaan akibat pemogokan
20. Terlambatnya persetujuan *shop drawing* oleh konsultan

4.2.1 Contoh Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek

Berikut ini adalah contoh bagaimana menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek gedung dengan mengambil studi kasus pada pelaksanaan proyek di Kabupaten Badung.

Faktor-faktor yang teridentifikasi berdasarkan hasil penelitian tahun 2014 adalah sebagai berikut:

1. Terlambatnya persetujuan bahan oleh *owner*
2. Keterlambatan persediaan bahan diakibatkan oleh supplier
3. Kesalahan penempatan bahan pada lokasi pekerjaan
4. Pemakaian barang yang memerlukan pemesanan
5. Kurang detailnya gambar pelaksanaan
6. Adanya perbedaan antara gambar rencana dengan lokasi pekerjaan
7. Adanya perbedaan antara gambar rencana dengan RAB
8. Waktu pelaksanaan yang terlalu sempit dalam dokumen kontrak
9. Adanya pekerjaan tambah kurang
10. Kurangnya pengawas di lapangan
11. Kurang terampilnya tenaga kerja
12. Kekurangan tenaga kerja
13. Kurangnya pelaksana di lapangan
14. Terlambatnya pembayaran tenaga kerja oleh kontraktor
15. Pengaturan tenaga kerja kurang bagus oleh kontraktor
16. Kurangnya peralatan pekerjaan di lapangan
17. Pemakaian peralatan pekerjaan kurang modern
18. Sistem pengerjaan di lapangan kurang modern
19. Terlalu lamanya persetujuan gambar shop drawing oleh konsultan/owner
20. Koordinasi kontraktor dengan direksi kurang cepat
21. Organisasi kontraktor kurang bagus
22. Birokrasi yang berbeli-belit untuk memulai pekerjaan
23. Ketidakpuasan hasil pekerjaan oleh konsultan/owner
24. Adanya hari raya agama (bulan puasa, Idul Fitri, Galungan, Kuningan), pada saat pelaksanaan pekerjaan
25. Adanya kenaikan harga bahan dan upah tenaga kerja pada saat pelaksanaan pekerjaan

26. Ruang kerja pada lokasi pekerjaan terbatas.

Faktor-faktor yang teridentifikasi kemudian dianalisis dengan menggunakan program computer SPSS. Analisis faktor digunakan untuk mereduksi data yaitu proses meringkas sejumlah variabel menjadi lebih sedikit dan menamakan sebagai faktor. Proses analisis dilakukan sebagai berikut:

1. Analisis diawali dengan pembuatan nama masing-masing faktor pada *variable view* dengan cara disingkat untuk memudahkan pembacaan
2. Masuk ke layar data *view*, angka hasil tabulasi data kuesioner dimasukkan secara berurutan sesuai dengan variabel masing-masing.
3. Setelah data lengkap selanjutnya dilakukan analisis selanjutnya dilakukan analisis, dengan memilih *Analyze* pada menu, kemudian *Data Reduction*, dan selanjutnya *Factor* pada sub menu tersebut.
4. Selanjutnya akan muncul layer *Factor Analysis* yang memperlihatkan nama-nama variabel yang selanjutnya diamsukkan ke kota *Variables*. Setelah semua variabel yang dianalisis telah berpindah ke kolom *variables*, pilih/klik kotak *Descriptives* untuk memilih analisis *KMO* and *Barlett's test of sphericity* dan *Anti-image*. Kemudian tekan kolom *continue* dan *Ok*.

Berdasarkan hasil Analisis faktor, maka peringkat faktor yang teridentifikasi sebagai penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek gedung di Kabupaten Badung adalah

1. Faktor bahan yaitu pemakaian barang yang memerlukan pemesanan dan terlambatnya persetujuan bahan oleh *owner*
2. Faktor SDM yaitu kurangnya SDM pelaksana di lapangan, pengaturan tenaga kerja kurang bagus oleh kontraktor dan metode kerja pelaksanaan kurang bagus oleh kontraktor
3. Faktor perencanaan yaitu kurang detailnya gambar pelaksanaan, adanya perbedaan antara gambar rencana dengan RAB, terlalu lamanya persetujuan gambar shop drawing oleh konsultan/owner, koordinasi

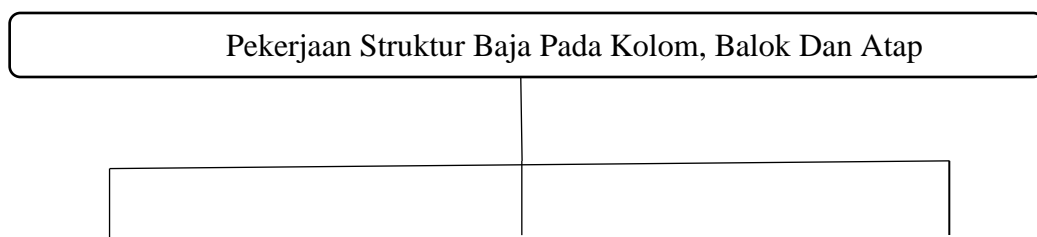
kontraktor dengan direksi kurang cepat dan organisasi kontraktorr kurang baik.

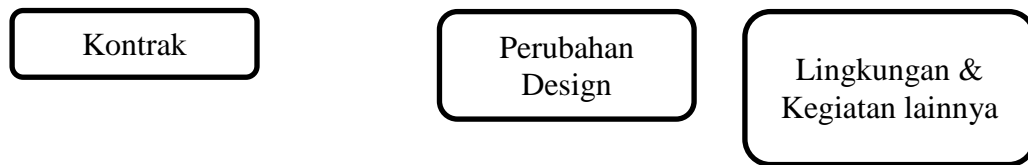
4. Faktor manajemen yaitu kekurangan tenaga kerja dan birokrasi yang berbelit-belit untuk memulai setiap item pekerjaan.
5. Faktor pelaksanaan yaitu kurang terampilnya tenaga kerja, pemakaian peralatan pekerjaan kurang modern, sistem pengerjaan di lapangan kurang modern, ketidakpuasan hasil pekerjaan oleh konsultan/owner dan adanya kenaikan harga bahan dan upah tenaga pada saat pelaksanaan pekerjaan.

Untuk mengurangi risiko keterlambatan dari faktor bahan hendaknya pelaksana konstruksi lebih awal menyiapkan dan membuat jadwal pemakaian bahan yang menjadi kebutuhan proyek. Pelaksana konstruksi juga menyiapkan tenaga teknik yang cukup dan mampu mengemban tugasnya di lapangan sehingga tenaga teknik dan tenaga kerja dapat bekerja maksimal.

4.3 Contoh Menentukan Jenis *Delay* pada Proyek Konstruksi Gedung

Contoh menentukan jenis *delay* pada pelaksanaan proyek gedung dengan studi kasus pada proyek gedung Rumah Sakit . Analsis *delay* menggunakan data proyek yang sama. Berdasarkan hasil evaluasi *Time Schedule* pada proyek gedung halaman 82, setelah dievaluasi maka hal-hal yang perlu dilakukan adalah dengan mengetahui faktor-faktor penyebab keterlambatan pada proyek tersebut dapat dilihat seperti gambar 4.1.





Gambar 4.1 Skema Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan

(Sumber: Hasil Survey 2015)

Gambar 4.1 di atas menunjukkan bahwa faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan proyek adalah perubahan kontrak, perubahan design, faktor lingkungan dan kegiatan lainnya (akreditasi).

1. Kontrak

Sesuai dengan kontrak jadwal pelaksanaan 24 Pebruari 2015 sampai dengan 24 Mei 2015. Tetapi realisasinya kontraktor diijinkan bekerja pada tanggal 1 april 2015.

2. Kegiatan Akreditasi

Dalam rangka akreditasi, pelaksanaan proyek ditunda selama 1 minggu, yaitu dari tanggal 13 april 2015 sampai dengan 19 april 2015, sebagian waktu pelaksanaan yang tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan rencana karena adanya kegiatan akreditasi, sehingga menyebabkan beberapa kegiatan yang mengikuti menjadi tertunda atau tidak dapat diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan.

3. Perubahan *design*

Pekerjaan tambahan yaitu pekerjaan kolom di Paseban, pekerjaan struktur atap konsol, pekerjaan kolom dak di lift, pekerjaan bobokan untuk kolom, pekerjaan cat genteng atap dan pekerjaan *waterproofing* atap beton. Adanya perubahan *design* pada struktur atap utama yaitu pada pekerjaan plat atap K250 tebal 12 cm. Pada waktu mendirikan kolom, beton plat yang baru harus menempel dan bertemu dengan plat beton yang lama,

sehingga terjadi pekerjaan pembongkaran beton yang lama kira-kira berkisar antara 10 – 18 cm. Sehingga pada pekerjaan tersebut ada pekerjaan tambah yaitu pekerjaan bongkaran. Perubahan *design* pada pekerjaan struktur rangka atap konsol , yaitu konsol eksisting dibongkar, perpanjangan overstek atap, dan pekerjaan rangka baja ringan. Akibat perubahan *design* terjadi pekerjaan tambah yaitu pekerjaan atap baja ringan, pekerjaan bongkaran pada konsol lama, pekerjaan pasang atap genteng metal, pekerjaan pasang bubungan metal, pekerjaan pasang talang *zinc alumn* dan pekerjaan pembersihan. Terjadinya perubahan *design* mengakibatkan adanya tambahan waktu penyelesaian selama 2 minggu untuk pekerjaan rangka baja ringan, pasang bubungan metal 2 hari dan pekerjaan pasang talang selama 1 minggu. Pekerjaan tersebut selain diakibatkan oleh penundaan pada waktu akreditasi juga mengalami penambahan waktu yang diakibatkan oleh perubahan *design*.

4.3.1 Penentuan Jenis *Delay*

Menentukan jenis *delay*, maka instrumen yang digunakan adalah *time schedule* serta data yang didapatkan berdasarkan kenyataan di lapangan. Berikut ini diberikan contoh seperti kasus-kasus seperti di atas dapat ditentukan jenis *delay* nya dengan cara melihat *delay* yang terjadi apakah disebabkan oleh kesalahan kontraktor, *owner* atau konsultan perencana. Jenis *delay* yang terjadi pada proyek tersebut adalah jenis *excusable delay* dan *compensable*.

1. Kasus pertama : jadwal mulai pekerjaan tidak sesuai kontrak

Perubahan yang terjadi adalah adanya penundaan mulai pekerjaan oleh *owner*. Jadwal mulainya pekerjaan tidak sesuai dengan kontrak, sehingga berhubungan dengan *time schedule*. Penundaan (*delay*) selama 1 bulan disebabkan oleh pihak *Owner*. Sehingga *time schedule* yang direncanakan dari tanggal 24 Pebruari 2015, menjadi tanggal 1 April 2015 sampai dengan 30 Juni 2015.

2. Kasus kedua: adanya kegiatan lain yang berhubungan dengan terganggunya *schedule* proyek.

Terjadinya penundaan (*delay*) selama 1 minggu disebabkan oleh pihak *Owner*. Kontraktor tidak diijinkan untuk melakukan kegiatan selama akreditasi. Kontraktor mendapat tambahan waktu selama 1 minggu untuk menyelesaikan pekerjaannya.

3. Kasus ketiga: perubahan *design*

Penundaan terjadi karena perubahan *design* disebabkan oleh pihak *Owner* dan konsultan perencanaan. Kontraktor mendapat tambahan waktu untuk menyelesaikan pekerjaannya dan kompensasi penambahan biaya.

Contoh penerapan konsep ini adalah kontraktor harus memaafkan pemilik proyek dan konsultan perencanaan. Kompensasi dari kasus ini adalah kontraktor mendapat tambahan waktu untuk menyelesaikan pekerjaannya.

BAB V

PENGENDALIAN PROYEK DENGAN METODE *CRASHING*

Tujuan Instruksional Umum:

Setelah mempelajari bagian ini dan mengikuti perkuliahan, maka diharapkan mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian dan proses *crashing*
2. Mengaplikasikan program *Microsoft Project*
3. Mengaplikasikan program *Quantitative Method*
4. Memahami analisis durasi-biaya dengan metode *Crashing*

5.1 Metode *Crashing*

5.1.1 Definisi *Crashing*

Kegiatan – kegiatan yang ada pada proyek konstruksi saling mempengaruhi, bila salah satu kegiatan mengalami keterlambatan, maka akan berpengaruh pada kegiatan yang lain sehingga tidak menutup kemungkinan pekerjaan tersebut akan terlambat secara keseluruhan dan berakibat pada ketidaksesuaian biaya dan waktu penyelesaian yang telah direncanakan. Sebaliknya semakin cepat suatu kegiatan diselesaikan maka kegiatan yang lain akan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu yang ditentukan sehingga secara keseluruhan penyelesaian proyek konstruksi tersebut tidak mengalami keterlambatan.

Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi proyek walaupun akan diikuti meningkatnya biaya proyek. Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Dimana *crashing* merupakan suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan

dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. (Ervianto, 2004)

Menurut (Heizer, 2006), ketika mengelola suatu proyek, lazim bagi seseorang manajer proyek menghadapi situasi seperti proyek tertinggal jadwal dan waktu penyelesaian proyek yang sudah dijadwalkan dimajukan. Dalam situasi manapun, beberapa atau semua kegiatan yang ada harus dipercepat untuk menyelesaikan proyek pada batas waktu yang diinginkan. Proses dimana kita memperpendek jangka waktu proyek dengan waktu terendah yang disebut *crashing* proyek. Seberapa banyak sebuah kegiatan bisa diperpendek (perbedaan waktu normal dan waktu *crash*) bergantung pada kegiatan dalam pertanyaan. Kita mungkin tidak bisa memendekkan beberapa kegiatan sama sekali.

5.1.2 Proses *Crashing*

Terminologi proses *crashing* adalah mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Proses *crashing* adalah cara melakukan perkiraan dari variabel *cost* dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Ervianto, 2004).

Kegiatan dalam suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara:

1. Menambah tenaga kerja
2. Menambah waktu kerja
3. Mengubah metode kerja
4. Menggunakan alat konstruksi yang membantu percepatan proyek

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu:

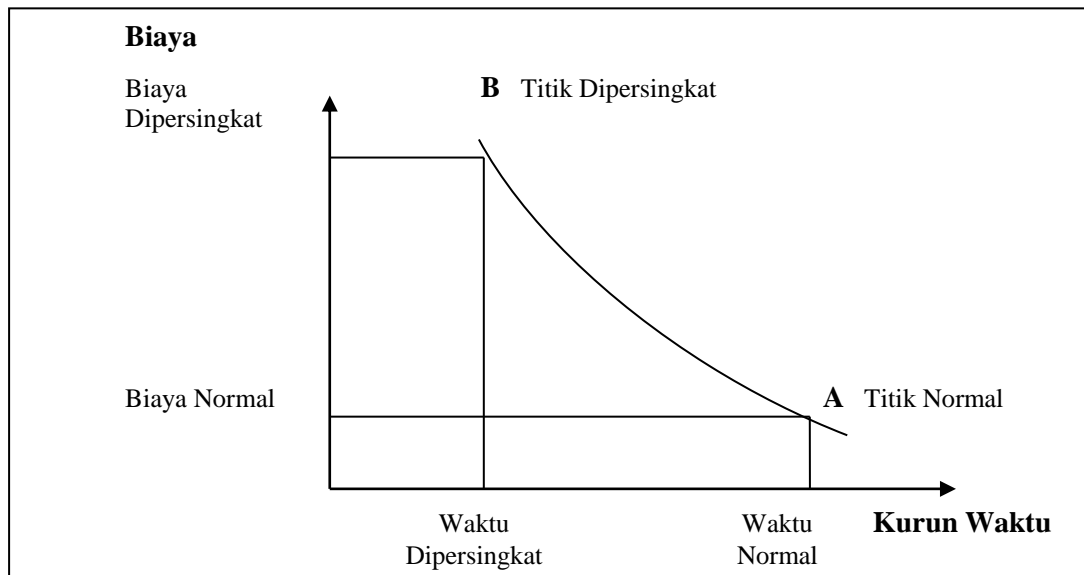
1. Kurun waktu normal / *Normal Duration* (ND)

2. Kurun waktu dipersingkat / *Crash Duration (CD)*
3. Biaya normal / *Normal Cost (NC)*,
4. Biaya untuk waktu dipersingkat / *Crash Cost (CC)*.
5. Kemiringan / *Slope segment*

Menghitung *Slope (S)* dengan rumus

$$S = (CC - NC) / (ND - CD) \dots\dots\dots 5.1$$

Grafik hubungan antara biaya dengan durasi dapat dilihat seperti gambar 5.1



Gambar 5.1 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan (Soeharto, 1997)

Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan. Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan titik B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu-biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus. Seandainya diketahui bentuk kurva waktu-biaya suatu kegiatan, artinya dengan

mengetahui berapa *slope* atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari.

Penambahan biaya langsung (*direct cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu disebut *cost slope*.

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut:

Produktifitas harian sesudah *crash* =

$$(8 \text{ jam} \times \text{prod. tiap jam}) + (a \times b \times \text{prod. tiap jam}) \dots\dots\dots 5.2$$

Dimana :

- a = jumlah jam kerja lembur
- b = koefisien penurunan produktivitas kerja lembur

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Prod. Harian sesudah crash}} \dots\dots\dots 5.3$$

$$\text{Normal cost pekerja perjam} = \text{harga per satuan pek.} \times \text{prod. tiap jam} \dots\dots 5.4$$

$$\text{Normal cost pekerja perhari} = 8 \text{ jam} \times \text{normal cost tiap jam} \dots\dots\dots 5.5$$

$$\text{Normal cost} = \text{normal duration} \times \text{normal cost pekerja perhari} \dots\dots\dots 5.6$$

$$\text{Crash cost pekerja} = \text{normal cost pekerja perhari} + \text{biaya lembur perhari} \dots\dots 5.7$$

$$\text{Crash cost} = \text{crash duration} \times \text{crash cost pekerja perhari} \dots\dots\dots 5.8$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \dots\dots\dots 5.9$$

Dengan menggunakan variabel waktu dan biaya pada saat normal maupun dipercepat, maka didapatkan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu yang disebut *cost slope*. Menggambarkan titik-titik dari suatu kegiatan yang dihubungkan oleh segmen-segmen garis yang dapat berfungsi

untuk menganalisis kegiatan apa masih layak untuk diadakan *crashing*. Cara yang digunakan adalah meninjau *slope* (kemiringan) dari masing-masing segment garis yang dapat memberikan identifikasi mengenai pengaruh biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek.

5.1.3 Pertukaran Biaya dan Waktu (*Time Cost Trade Off*)

Dalam proses mempercepat penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan (kompresi) waktu aktifitas, diusahakan agar penambahan biaya (*cost*) yang ditimbulkan seminimum mungkin. Pengendalian biaya di sini ditujukan pada biaya langsung (*direct cost*) karena biaya inilah yang akan bertambah. Disamping itu, harus diperhatikan pula bahwa kompresi hanya dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada di dalam lintasan kritis.

Apabila kompresi dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang tidak berada di lintasan kritis, waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan tidak akan berkurang. Kompresi dilakukan lebih dahulu pada aktifitas-aktivitas yang mempunyai *cost slope* terendah pada lintasan kritis.

Untuk lebih jelasnya, analisa TCTO dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyusun jaringan kerja proyek dengan menuliskan *cost slope* dari masing-masing aktifitas
2. Melakukan kompresi pada aktifitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan yang mempunyai *cost slope* terendah.
3. Menyusun kembali jaringan kerjanya.
4. Mengulangi langkah kedua. Langkah kedua akan berhenti bila terjadi perubahan lintasan kritis dan apabila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka langkah kedua dilakukan secara serentak pada semua lintasan kritis dan perhitungan *cost slope* nya dijumlahkan.

5. Langkah keempat dihentikan bila terdapat salah satu lintasan kritis dimana aktifitas-aktifitasnya telah jenuh seluruhnya (tidak dikompresi lagi) sehingga pengendalian biaya telah optimum (*crash*).

5.1.4 Langkah-langkah Membuat *Network Planning* dengan Program *Microsoft Project 2010*

Microsoft Project atau MP adalah suatu alat *project management* yang handal dalam mengerjakan tugas sehari-hari bagi seorang project manager. MP memberikan keseimbangan antara penggunaan, keunggulan dan fleksibilitas sehingga kita bisa mengerjakan tugas dengan lebih efisien dan efektif.

Dengan menggunakan MP pula kita dapat membuat jadwal, alokasi *resource* dan mengatur anggaran. *Microsoft Project 2010* (MP 2010) adalah *tools* (perangkat) atau alat bantu yang digunakan untuk keperluan pengelolaan/manajemen proyek. Istilah-istilah yang sering ditemui antara lain:

1. *Task*

Merupakan lembar kerja yang berisi tentang rincian pekerjaan. Jenis pekerjaan dalam suatu proyek sering disebut istilah *task*.

2. *Duration*

Jangka waktu atau waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Satuan waktu disini terbagi atas: *minutes, hours, days, weeks, months*

3. *Start*

Suatu nilai yang menyatakan tanggal waktu atau dimulainya suatu proyek tertentu. Pengisiannya dilakukan hanya sekali pada waktu awal proyek.

4. *Finish*

Suatu nilai yang menyatakan tanggal akhir atau diakhirinya suatu proyek tertentu. Pengisiannya dilakukan secara otomatis setelah ditentukan durasi pekerjaan. $Start + duration = finish$.

5. *Predecessor*

Hubungan keterkaitan antarpekerjaan, yaitu suatu keterhubungan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan sebelumnya.

6. *Resources*

Sumber daya, baik sumber daya personil maupun sumber daya non personil (material dll)

7. *Cost*

Biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek, yang meliputi biaya sumber daya personil maupun non personil, yang sifatnya biaya tetap maupun biaya variabel. Dapat dihitng per jam, harian, mingguan, bulanan maupun borongan.

8. *Gantt Chart*

Grafik yang ditampilkan dalam bentuk batang horisontal yang mempresentasikan pekerjaan atau task beserta durasi pekerjaan tersebut. Grafik ini juga menunjukkan keterkaitan antar *task* atau pekerjaan.

9. *PERT (Program Evaluation Review Technique) Chart*

Grafik yang ditampilkan dalam bentuk kotak (*node*) yang mempresentasikan nama pekerjaan, start dan finish pekerjaan, serta hubungan atau keterkaitan antar task.

10. *Baseline*

Suatu bentuk perencanaan (*scope, time/schedule, cost*), yang telah disetujui dan ditetapkan dalam suatu proyek. Digunakan sebagai acuan dan perbandingan antara rencana kerja yang dipunyai dengan kenyataan di lapangan.

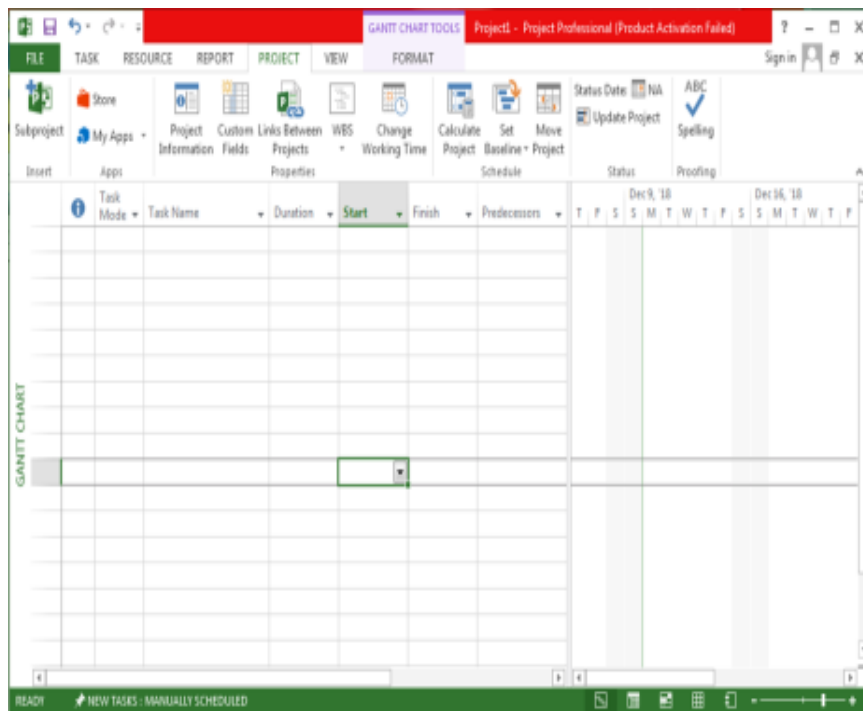
11. *Milestone*

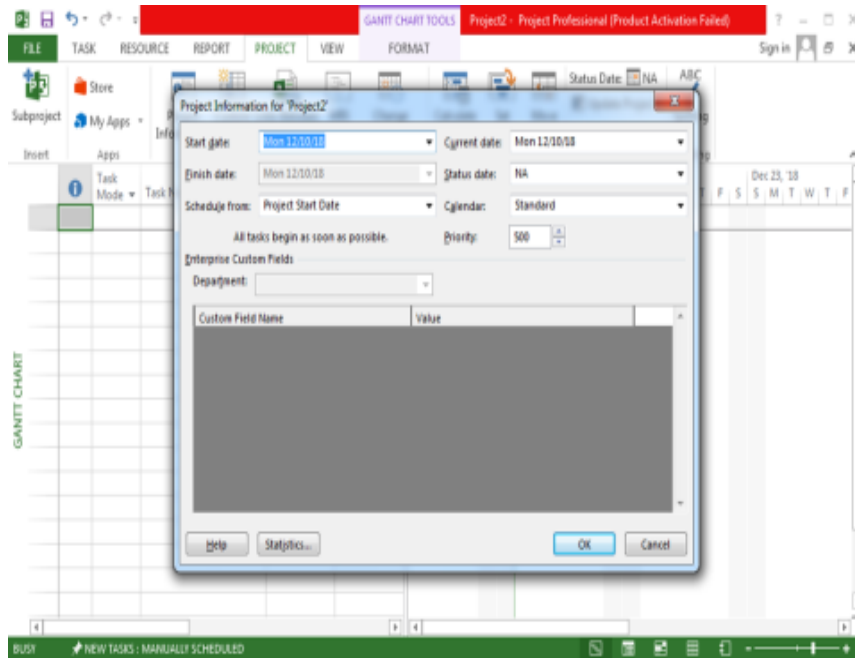
Suatu bentuk penanda pekerjaan, yang menunjukkan bahwa pekerjaan yang dimaksud.

Langkah-langkah pengoperasian MP adalah

1. *Project Information*

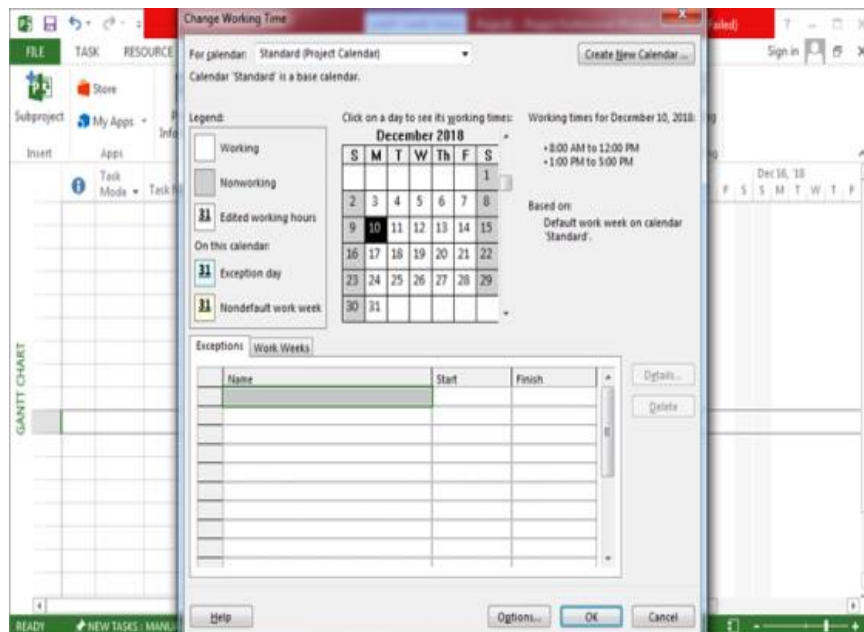
Menyusun Perencanaan Proyek dengan MP dimulai dari membuat proyek baru seperti tampilan di bawah ini . Dilanjutkan dengan memasukan *informasi project* yang ingin dibuat.





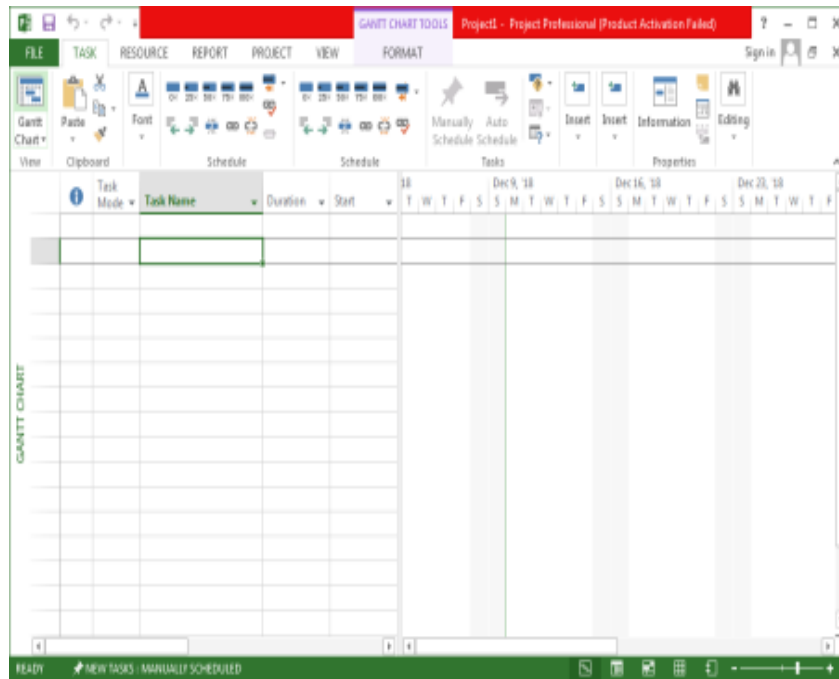
2. Change Working Time

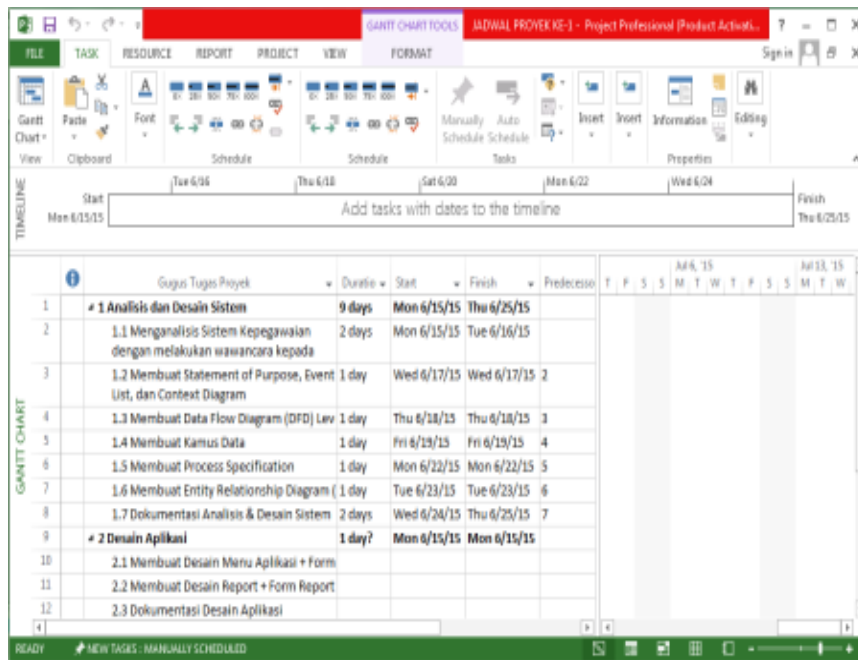
Tentukan waktu kerja yang akan digunakan untuk menyelesaikan proyek yang dilakukan.



3. Memasukkan nama pekerjaan pada MP

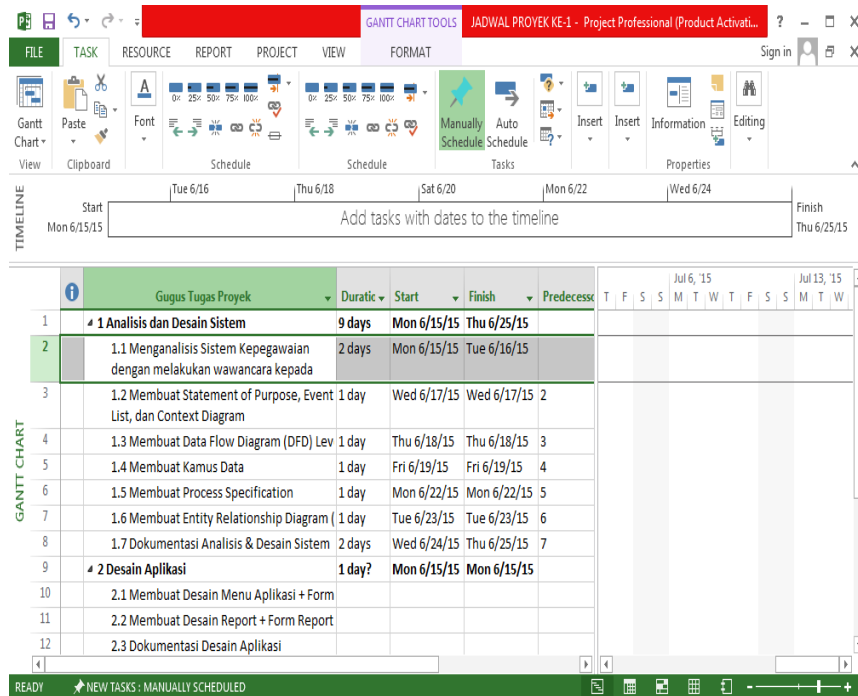
Masukan nama nama pekerjaan yang akan dilaksanakan pada Kolom *Task Name*





4. Memasukkan durasi pekerjaan

Durasi merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan (*task*) atau kegiatan. Pekerjaan dapat diisi pada kolom durasi, atau dapat melalui *Task Information*.



5. Memasukkan ketergantungan setiap pekerjaan

Hal-hal yang perlu diketahui:

a. Duration, start dan finish

Caranya adalah sebagai berikut:

Pilih menu *sub-task*, klik bagian *duration*, pilih jumlah hari yang dibutuhkan dengan penunjuk tanda panah. Kemudian isi *start* dan *finish*.

b. Membuat hari libur

Pilih menu *Project > Change Working Time > Create new calender> make a copy of 'standard' calender>ok*

c. Predecessor

Ketikkan langsung di kolom predecessor. Beberapa hal penying yang harus diketahui dalam penyusunan jadwal adalah jenis hubungan antar pekerjaan:

1. Finish to start

Hubungan ketergantungan yang menyatakan bahwa suatu pekerjaan bisa dilaksanakan setelah pekerjaan lain selesai.

2. *Finish to finish*

Hubungan ketergantungan yang menyatakan bahwa suatu pekerjaan harus selesai bersamaan dengan pekerjaan lain.

3. *Start to start*

Hubungan ketergantungan yang menyatakan bahwa suatu pekerjaan harus dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain.

4. *Start to finish*

Hubungan ketergantungan yang menyatakan bahwa suatu pekerjaan baru boleh selesai setelah pekerjaan lain mulai dikerjakan.

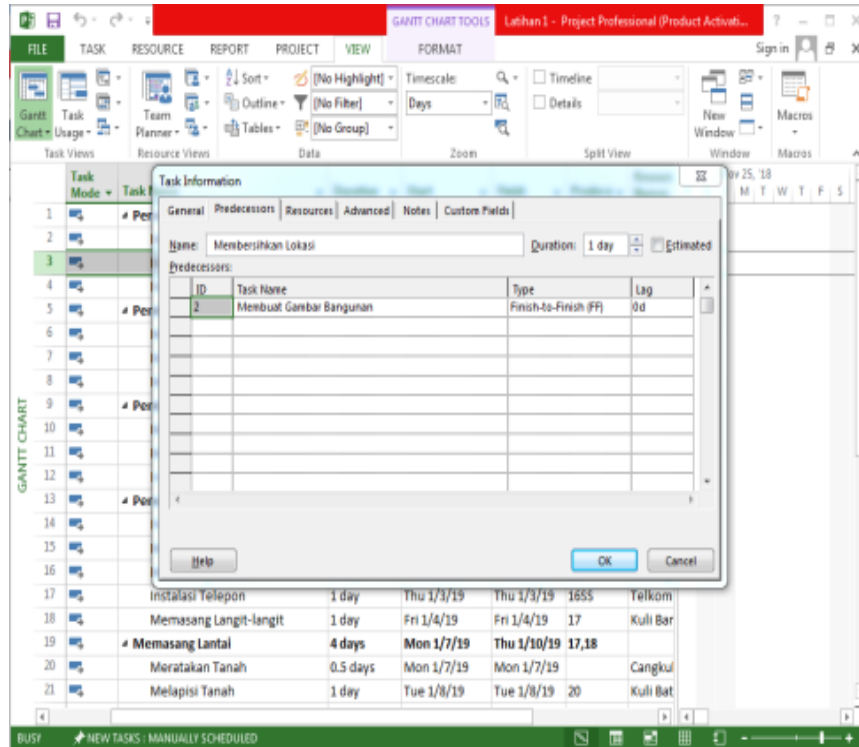
5. *Lag time*

Tenggang waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan lain. Penulisan *lag time* disimbolkan dengan tanda *plus* (+). Misalkan jenis hubungan antara pekerjaan *finish to start*, antara pekerjaan pertama dan pekerjaan kedua punya tenggang waktu 2 hari maka pada *predecessor* dituliskan 3FS+2d. Angka 3 menunjukkan *predecessor* pekerjaan kedua (misal pekerjaan pertama adalah *task* no 3). Sedangkan angka 2 pada 2d menunjukkan tenggang waktu atau *lag time* selama 2 hari.

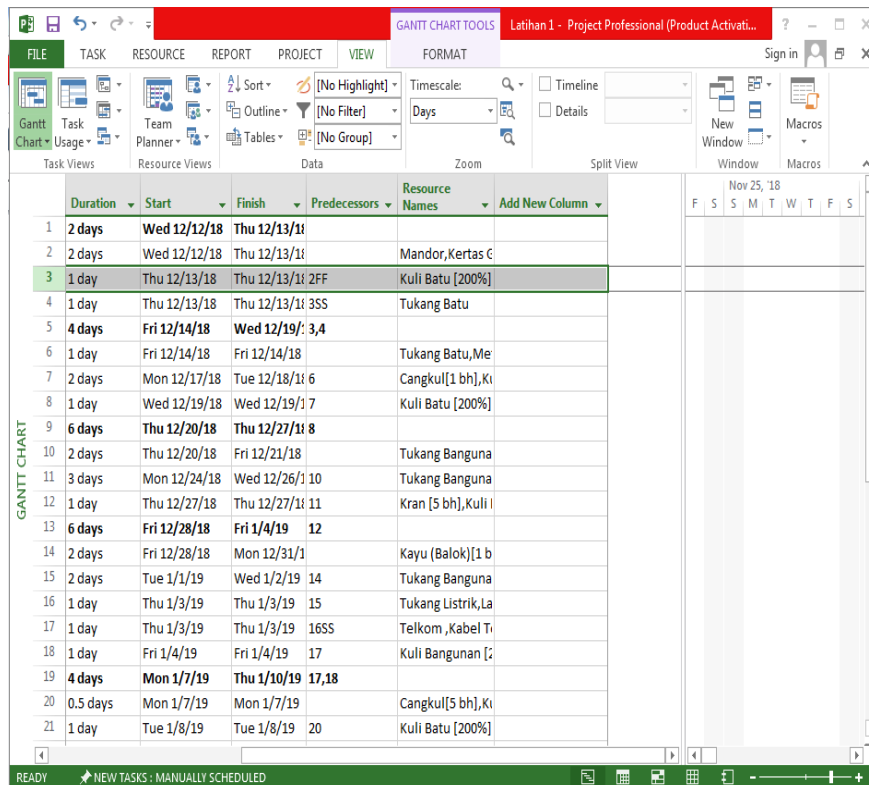
6. *Lead time*

Penumpukkan waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Dengan kata lain, pekerjaan yang baru (*task-2*) dimulai pada saat sebelum pekerjaan lama (*task-1*) belum selesai. Simbol untuk *lead time* adalah tanda *minus* (-). Misal, *task-2* dimulai 3 hari sebelum selesainya *task-1*, maka penulisannya adalah 1 FS-3d.

Ketergantungan dan hubungan dapat diinput langsung pada *Task Information*



Atau diinput pada kolom *predecessors*



6. Membuat Work Breakdown Structure

Hal-hal yang perlu diketahui:

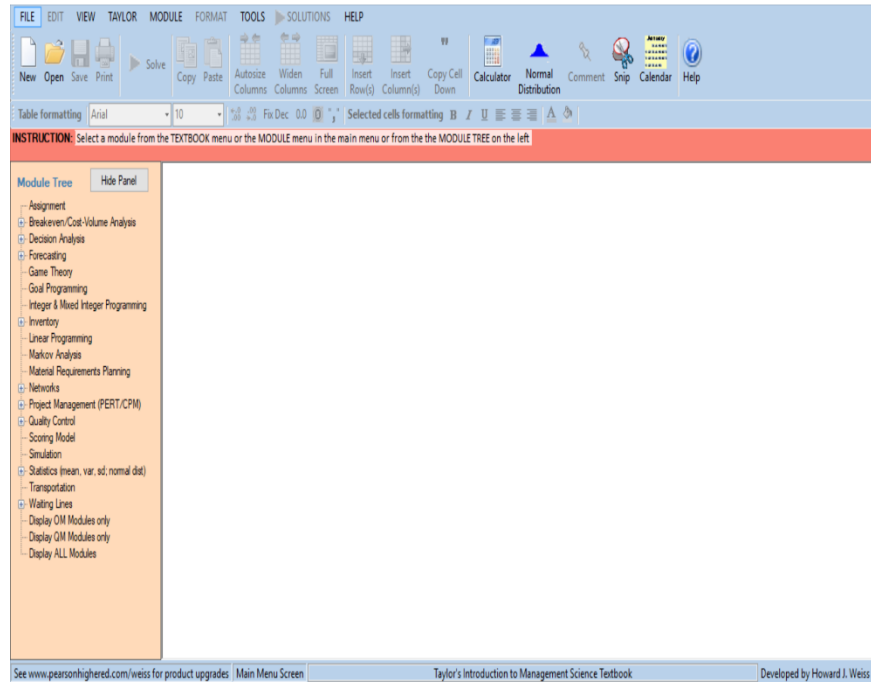
1. Menentukan tanggal proyek
2. Mengisi kolom *task name*
3. Mengedit pekerjaan
4. Menghapus dan menyisipkan *task name*
5. Mengganti judul kolom
6. Mengelompokkan pekerjaan (*outline*)

5.1.5 Langkah-langkah Proses Crashing dengan Program *Quantitative Methode For Windows Version 5.0*

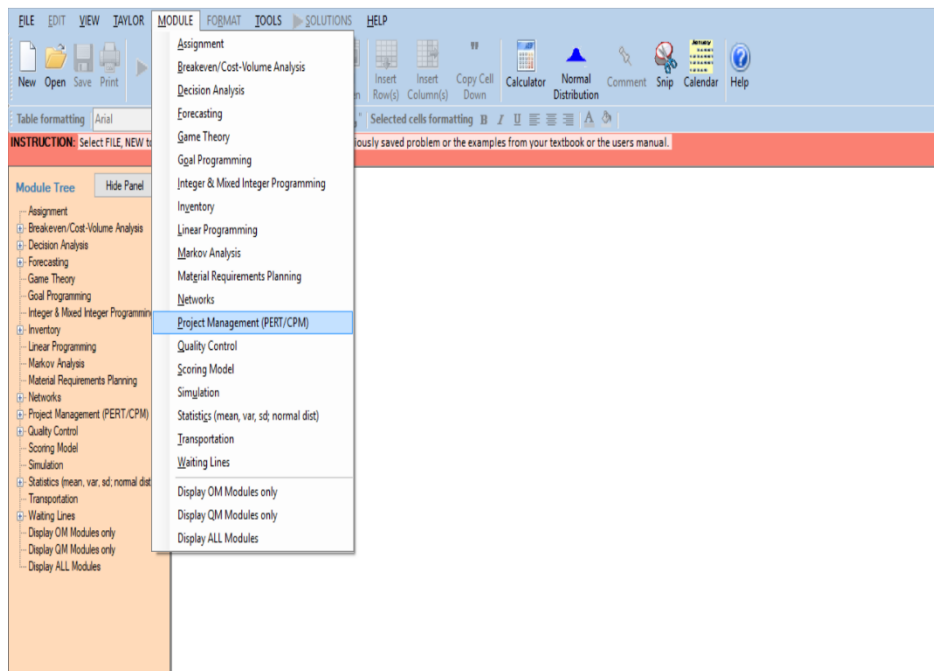
Program *Quantitative Methode (QM) For Windows Version 5.0* digunakan untuk mempermudah dalam menentukan aktivitas mana saja yang akan dipercepat dimulai dengan nilai *cost slope* terendah. *Normal cost, normal duration, crash cost* dan *crash duration* tiap aktivitas dianalisa dengan program QM.

Langkah QM:

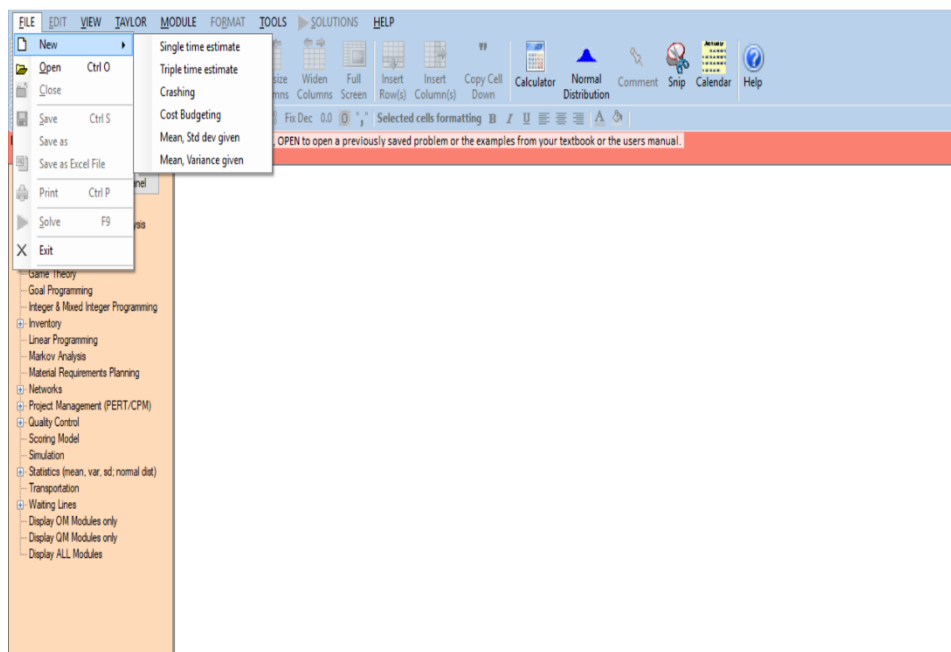
1. Buka program kemudian klik *Module*



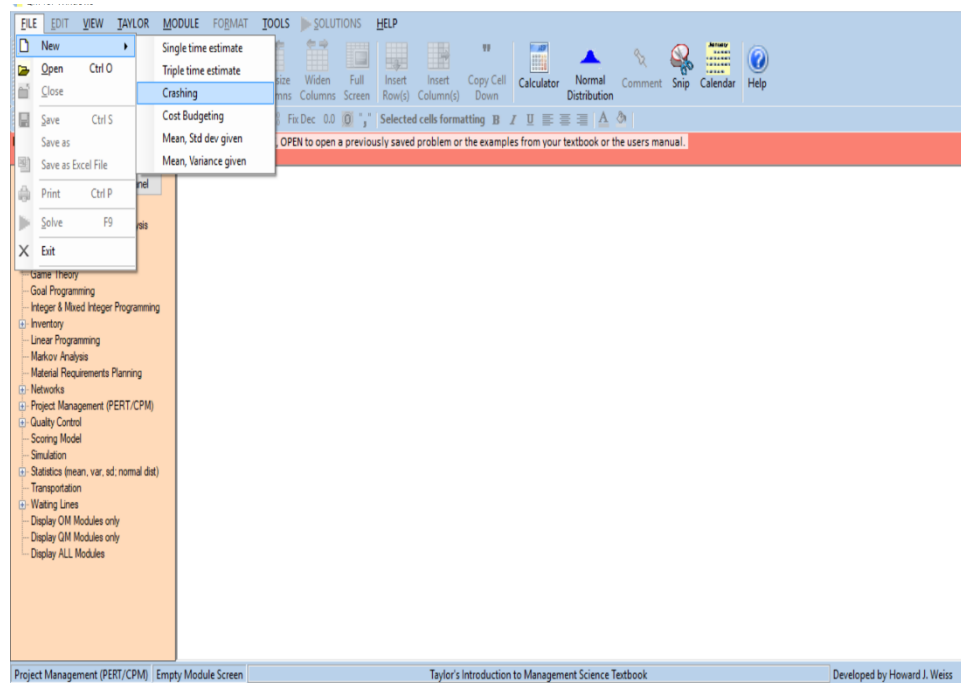
2. Pilih *Project Management (PERT/CPM)*



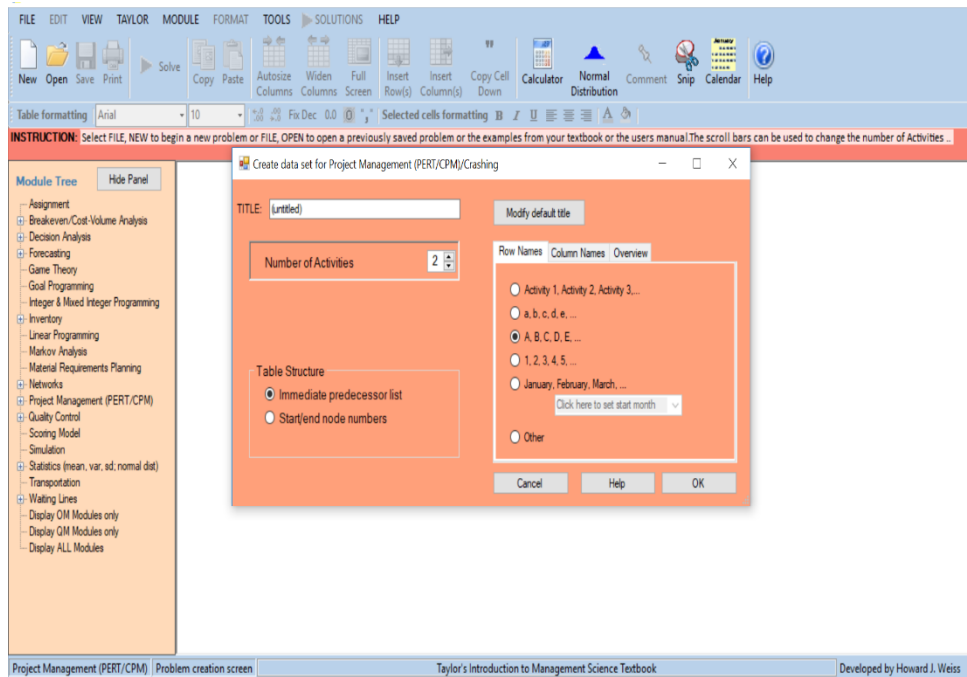
3. Klik File



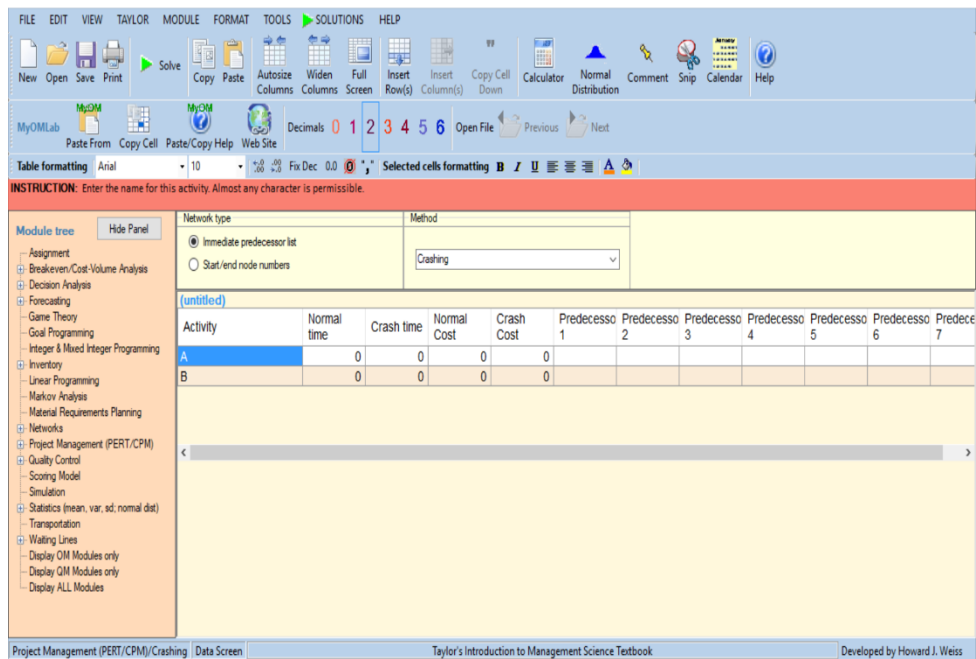
4. Klik *New* dan pindah cursor ke menu *crashing*



5. Klik *Crashing* dan klik Ok
Input data jumlah kegiatan

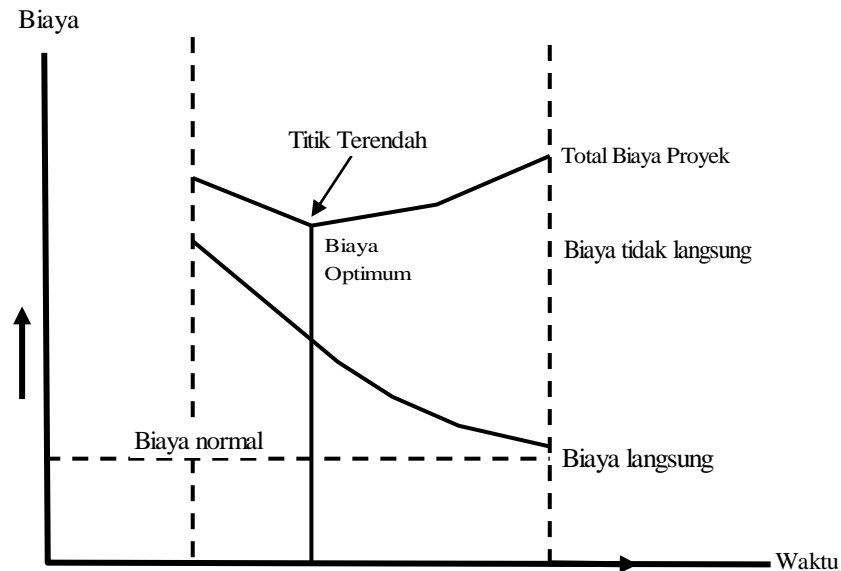


6. Mulai bekerja dengan input pada kolom *activity*, *normal time*, *crash time*, *normal cost*, *crash cost* beserta *predecessors*.



5.1.6 Hubungan Biaya Terhadap Waktu

Adapun hubungan antara biaya proyek, baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung dengan waktu yang diperlihatkan dapat dilihat pada gambar 5.2



Gambar 5.2 Grafik hubungan antara waktu dan biaya (Soeharto, 1995)

5.2 Contoh Perhitungan Analisis Optimasi *Crashing* pada Proyek Konstruksi Gedung

Perhitungan analisis optimasi crashing pada proyek konstruksi gedung dengan menggunakan studi kasus studi kasus pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar, yang berlokasi di Jl. Raya Sesetan, No.62 Denpasar Bali. Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar dikerjakan oleh PT. Pinea Karya sebagai kontraktor pelaksana dengan nilai proyek sebesar Rp 1.420.500.000,00 (terbilang : satu milyar empat ratus dua puluh juta lima ratus ribu rupiah,-), yang dikerjakan selama 150 (seratus lima puluh) hari kalender.

Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar dipilih untuk studi analisis karena dalam proyek tersebut terdapat tiga macam pekerjaan yaitu pekerjaan tembok penyengker yg berornamen style Bali dengan volume sebesar 136.59 m³, pekerjaan *drop off* dengan volume

sebesar 48 m² dan pekerjaan struktur gedung yaitu bangunan ruang baca dengan volume pekerjaan sebesar 154.5 m², yang dimana ketiganya merupakan satu kesatuan yang lengkap dalam pembangunan proyek suatu gedung konstruksi. Percepatan dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan biaya dan waktu terhadap percepatan yang dilakukan pada ketiga jenis pekerjaan konstruksi tersebut, yang nantinya dapat dijadikan sebagai acuan untuk proyek konstruksi lainnya khususnya konstruksi gedung secara keseluruhan.

5.2.1 Langkah-langkah Perhitungan Analisis Optimasi *Crashing*

Adapun langkah-langkah perhitungan analisis optimasi *crashing* adalah sebagai berikut:

- 1) Jadwal Pelaksanaan (*Time Schedule*) untuk mendapatkan *normal duration*
- 2) Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk mendapatkan normal cost
- 3) Menentukan lintasan kritis dengan menggunakan program *Microsoft Project*
- 4) Skenario *crashing* yaitu dari aktivitas normal menjadi aktivitas *crashing* dengan menambah jam kerja atau lembur.
- 5) Analisa *Crash Duration*, *Crash Cost* dan *Cost Slope*
- 6) Analisa *Time Cost Trade Off* (TCTO) dengan menggunakan nilai *Cost Slope* terendah pada kompresi dengan Program *Quantitative Methode For Windows Version 5.0*.
- 7) Grafik waktu dan biaya
- 8) Menentukan waktu dan biaya optimum
- 9) Hasil akhir kesimpulan dan saran penelitian berikutnya.

5.2.2 Jadwal Pelaksanaan (*Time Schedule*) Proyek

Waktu pelaksanaan merupakan penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan sesuai skala waktu untuk mencapai sasaran. Dalam hal ini yang dimaksud *time schedule* yaitu rancangan

waktu pelaksanaan kegiatan, mulai dari awal kegiatan hingga akhir pelaksanaan. Di dalam *time schedule* dijelaskan secara detil aktivitas apa saja yang harus dilakukan dan kapan harus terselesaikan. Jadi, *time schedule* ibaratnya adalah pedoman kegiatan yang harus dilalui sejak hari kesatu hingga terselesaikannya keseluruhan. Jadwal Pelaksanaan (*Time Schedule*), untuk mengetahui durasi normal proyek.

Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar tersebut diselesaikan dalam kurun waktu 22 minggu atau 150 hari kalender. Dimana terdapat tiga jenis pekerjaan pada proyek tersebut (dalam satu kontrak) yaitu :

1. Pekerjaan Tembok Penyengker, diselesaikan dalam kurun waktu 22 minggu.
2. Pekerjaan Drop off, diselesaikan selama 20 minggu.
3. Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu, diselesaikan selama 22 minggu.

Untuk lebih jelasnya mengenai jenis-jenis pekerjaan dan waktu yang diperlukan oleh masing-masing pekerjaan tersebut, seperti pada tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1. Jenis Pekerjaan dan Waktu Penyelesaian Proyek

o.	Jenis Pekerjaan	Waktu Penyelesaian (Minggu)
.	Pekerjaan Tembok Penyengker	22
	Pekerjaan persiapan dan pembersihan	4
	Pekerjaan galian tanah dan urugan	6
	Pekerjaan pondasi beton dan pasangan	14

	Pekerjaan tempelan dan tembok style bali	18
	Pekerjaan plesteran	16
I.	Pekerjaan Drop off	20
	Pekerjaan persiapan	1
	Pekerjaan galian tanah dan urugan	3
	Pekerjaan pondasi dan beton	4
	Pekerjaan baja	5
	Pekerjaan pasangan	9
	Pekerjaan atap dan penutup atap	8
	Pekerjaan langit-langit	5
	Pekerjaan finishing	2
	Pekerjaan instalasi listrik	3
II	Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu	22
	Pekerjaan persiapan dan pembersihan	10
	Galian tanah dan urugan	8
	Lantai 1	10
	Lantai 2	7
	Lantai atap/pelat	2
	Ring balok	1
	Pekerjaan dinding	8
	Pekerjaan plesteran dan acian	7
	Pekerjaan aluminium dan	5

	kaca	
0	Pekerjaan kap dan penutup atap	4
1	Pekerjaan langit-langit	2
2	Pekerjaan penggantung dan pengunci	3
3	Pekerjaan penutup lantai dan dinding	4
4	Pekerjaan finishing	6
5	Pekerjaan MEP	8

Sumber : PT. Pinia Karya

5.2.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Besarnya biaya total yang dikeluarkan pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar adalah sebesar Rp 1.420.500.000,00 (terbilang : satu milyar empat ratus dua puluh juta lima ratus ribu rupiah). Adapun rincian dari ketiga jenis pekerjaan pada proyek tersebut yaitu:

1. Pekerjaan Tembok Penyengker, dikeluarkan dana sebesar Rp 447.197.089,61
2. Pekerjaan Drop off, dikeluarkan dana sebesar Rp 195.222.359,69
3. Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu, dikeluarkan dana sebesar Rp 648.944.659,47

Untuk lebih jelasnya mengenai rencana anggaran biaya yang diperlukan oleh masing-masing pekerjaan tersebut, seperti pada tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2. Rencana Anggaran Biaya

o.	Jenis Pekerjaan	Jumlah (Rp)
.	Pekerjaan Tembok Penyengker	447.197.0 89,61
	Pekerjaan persiapan dan pembersihan	34.102.66 2,50
	Pekerjaan galian tanah dan urugan	1.017.971, 92
	Pekerjaan pondasi beton dan pasangan	83.742.05 3,99
	Pekerjaan tempelan dan tembok style bali	313.694.0 00,00
	Pekerjaan plesteran	14.640.40 1,21
I.	Pekerjaan Drop off	195.222.3 59,69
	Pekerjaan persiapan	2.286.700, 00
	Pekerjaan galian tanah dan urugan	1.832.493, 00
	Pekerjaan pondasi dan beton	30.607.67 1,71
	Pekerjaan baja	40.024.86 7,65
	Pekerjaan pasangan, plesteran dan acian	27.821.75 5,20
	Pekerjaan atap dan penutup atap	48.476.34 6,00
	Pekerjaan langit-langit	31.941.13

		4,50
	Pekerjaan finishing	8.881.391,63
	Pekerjaan instalasi listrik	3.350.000,00
II.	Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu	648.944.659,47
	Pekerjaan persiapan dan pembersihan	21.918.200,00
	Galian tanah dan urugan	6.856.525,58
	Lantai 1	180.998.823,00
	Lantai 2	100.393.621,19
	Lantai atap/pelat	15.179.263,20
	Ring balok	10.862.772,00
	Pekerjaan dinding	91.088.694,74
	Pekerjaan plesteran dan acian	38.920.169,09
	Pekerjaan aluminium dan kaca	47.416.250,00
0	Pekerjaan kap dan penutup atap	45.123.090,00
1	Pekerjaan langit-langit	15.135.988,00

2	Pekerjaan penggantung dan pengunci	8.855.000,00
3	Pekerjaan penutup lantai dan dinding	39.573.426,73
4	Pekerjaan finishing	15.392.835,95
5	Pekerjaan MEP	11.230.000,00

Sumber : PT. Pinia Karya

Dimana jumlah biaya total pekerjaan I,II,III yaitu sebesar Rp. 1.291.364.108,78, dengan PPN sebesar 10% yaitu Rp. 129.136.410,88. Maka total keseluruhan setelah PPN yaitu sebesar Rp 1.420.500.519,65 dan dibulatkan menjadi Rp. 1.420.500.00,00

Jenis biaya yang berhubungan dengan pembiayaan suatu proyek konstruksi, dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

- a. Biaya Langsung (*Direct Cost*), adalah biaya-biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan, seperti: Biaya bahan/material, pekerja/upah, dan peralatan. Biaya langsung (*Direct Cost*) biaya yang langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan. Biaya langsung dapat diperoleh dengan mengalikan volume suatu pekerjaan dengan harga satuan (*unit price*) pekerjaan tersebut.
- b. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*), adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut, pada penelitian ini yang termasuk biaya tidak langsung yaitu pajak sebesar 10% dan biaya untuk percepatan dengan lembur 1 dan 2 jam.

Adapun staf yang langsung terlibat dalam kerja lembur di lokasi proyek adalah pelaksana (satu orang) dan logistic (satu orang). Dengan rincian biaya seperti pada table 5.3 berikut :

Tabel 5.3. Biaya Tak Langsung, Gaji Staf Lembur

o.	Jenis Biaya (gaji per hari (Rp))	Jumlah (Rp/hari)
.	Gaji Pelaksana	120.000
.	Gaji Logistik	83.000
	TOTAL	203.000

Sumber : wawancara, 2014

$$\begin{aligned} \text{Total gaji per jam} &= \text{Rp } 203.000 / 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp } 25.375 / \text{jam} \end{aligned}$$

Total gaji lembur per hari (menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 11) sesuai persamaan (2-1).

Upah lembur pelaksana dan logistik lapangan :

- a. Lembur 1 jam = $(\text{Rp } 25.375,00 \times 1,5) = \text{Rp } 38.062.50,00$
- b. Lembur 2 jam = $(\text{Rp } 25.375,00 \times 1,5) + (1 \times (\text{Rp } 25.375,00 \times 2)) = \text{Rp } 88.812.50,00$

Harga Satuan Pekerjaan yang terdapat pada RAB adalah, jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan dalam suatu daftar yang dinamakan *Daftar Harga Satuan Bahan*. Upah tenaga kerja didapatkan dilokasi dikumpulkan dan dicatat dalam suatu daftar yang dinamakan *Daftar Harga Satuan Upah*.

Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja disetiap daerah berbeda – beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun Anggaran Biaya suatu bangunan / proyek, harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di pasaran dan lokasi pekerjaan.

Ada tiga istilah yang harus dibedakan dalam menyusun anggaran biaya bangunan yaitu : Harga Satuan Bahan, Harga Satuan Upah, dan Harga Satuan Pekerjaan. Yang dimaksud dengan analisis bahan suatu pekerjaan, adalah yang menghitung banyaknya/volume masing – masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan. Yang dimaksud dengan analisa upah suatu pekerjaan adalah, menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

Anggaran Biaya Suatu Bangunan atau Proyek ialah menghitung banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan atau proyek. Susunan *Estimate Real Of Coast* adalah jumlah dari masing – masing hasil perkalian Volume dengan Harga Satuan Pekerjaan yang bersangkutan. $RAB = (Volume \times Harga \text{ Satuan Pekerjaan})$.

5.2.4 Analisis Normal Duration

Kurun waktu normal atau normal duration adalah lamanya waktu normal atau yang direncanakan dalam menyelesaikan pekerjaan pada proyek tersebut. Untuk lebih jelasnya *normal duration* yang diperlukan oleh masing-masing pekerjaan pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar seperti tabel 5.4

Tabel 5.4: Perhitungan *Normal Duration*

No	Kegiatan Kritis		Volume Pek	Satuan	Normal Duration (hari)
	No. Kegiatan	Uraian Pekerjaan			
1	I.1	Pek.Uitset/pengukuran	1.00	Ls	7

2	I.2	Pek. Pasangan papan bowplank	36.00	M1	7
3	II.2	Pek.Galian Pondasi P1	14.50	M3	7
4	II.3	Pek.Urugan tanah kembali/pasir	4.56	M3	21
5	III.2	Pek.Beton lantai kerja	0.45	M3	7
6	III.3	Pek.Pelat pondasi P1	3.15	M3	7
7	III.4	Pek.Pedestal kolom K1	0.5	M3	7
8	III.5	Pek.Beton sloop 25/30	2.8	M3	7
9	IV.1	Baja WH 150	343	Kg	7
10	IV.2	Baja WH 150	688.8	Kg	14
11	IV.3	Baja WH 200	597.3	Kg	14
12	V.1	Pek.Pasangan bata pembungkus kolom baja	27.13	M2	14
13	V.2	Pek.Plesteran kolom	27.13	M2	14
14	V.3	Pek.Acian kolom	12.56	M2	14
15	VI.1	Pek.Usuk 5/7 kamper	126.3	M2	14
16	VI.2	Pek.Reng 3/4 kamper	126.3	M2	14
17	VI.3	Pek.Papan reuter 2/20 kamper	2	M1	7
18	VI.4	Pek.Genteng metal	126.3	M2	14
19	VI.5	Pek.Bubungan genteng	24	M1	7
20	IX.1	Pek.Instalasi titik lampu	14	Titik	7

Sumber: Hasil Analisis,2014

5.2.5 Analisis Normal Cost

Besarnya normal cost merupakan hasil perkalian antara normal duration dengan normal cost pekerja perhari, dimana : normal cost pekerja perjam = harga per satuan pekerjaan x produktivitas tiap jam, sehingga normal cost pekerja perhari = 8 jam x normal cost tiap jam.

Adapun contoh perhitungan normal cost adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Uraian pekerjaan : Galian pondasi P1

Volume pekerjaan : 14.50 M3

Normal durasi : 7 hari

Produktivitas/hari : volume pekerjaan /normal durasi

$$= 14.50/7 = 2.07 \text{ M3}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas/jam} &: (\text{produktivitas/hari}) / 8 \\ &= 2.07/8 = 0.26 \text{ M3} \end{aligned}$$

Harga satuan upah pekerja (Rp)/satuan volume pekerjaan : Rp 33.975,00

Normal cost per jam = (Harga satuan upah pekerja (Rp)/satuan volume pekerjaan) / Produktivitas/jam

$$= 33.975,00/0.26$$

$$= \text{Rp } 8.797.10,00$$

Normal cost per hari = Normal cost per jam x 8

$$= 8.797.10,00 \times 8$$

$$= \text{Rp } 70.376.79,00$$

Untuk lebih jelasnya normal cost yang diperlukan oleh masing-masing pekerjaan pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar 8, seperti tabel 5.5

Tabel 5.5: Perhitungan *Normal Cost*

No	Kegiatan Kritis	Produktivitas		Harga Satuan Upah Pekerja (Rp) /satuan vol pekerjaan	Normal Cost	
	No. Kegiatan	/hari	/jam		/jam	/hari
1	I.1	0.14	0.02	5,000.00	89.29	714.29
2	I.2	5.14	0.64	8,775.00	5,641.07	45,128.57
3	II.2	2.07	0.26	33,975.00	8,797.10	70,376.79
4	II.3	0.22	0.03	9,208.33	249.94	1,999.52
5	III.2	0.06	0.01	74,715.00	600.39	4,803.11
6	III.3	0.45	0.06	239,454.90	13,469.34	107,754.71
7	III.4	0.07	0.01	846,409.80	7,557.23	60,457.84
8	III.5	0.40	0.05	430,040.00	21,502.00	172,016.00
9	IV.1	49.00	6.13	2,926.50	17,924.81	143,398.50

10	IV.2	49.20	6.15	2,926.50	17,997.98	143,983.80
11	IV.3	42.66	5.33	2,926.50	15,607.13	124,857.03
12	V.1	1.94	0.24	15,825.00	3,833.32	30,666.59
13	V.2	1.94	0.24	24,210.00	5,864.44	46,915.52
14	V.3	0.90	0.11	12,050.00	1,351.32	10,810.57
15	VI.1	9.02	1.13	60,000.00	67,660.71	541,285.71
16	VI.2	9.02	1.13	60,000.00	67,660.71	541,285.71
18	VI.4	9.02	1.13	5,820.00	6,563.09	52,504.71
20	IX.1	2	0.25	50000	12,500.00	100,000.00

Sumber: Hasil Perhitungan ,2014

5.3 Menentukan Jalur Kritis dengan Program *Microsoft Project*

Adapun identifikasi pelaksanaan proyek dan hubungan antar aktivitas antara lain :

- a. Jadwal pelaksanaan proyek dimana jam kerja yaitu 8 jam perhari (08.00-17.00) dan hari kerja yaitu 7 hari dalam seminggu.
- b. Hubungan antar aktivitas Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar terdapat tiga jenis pekerjaan pada proyek tersebut (dalam satu kontrak) yaitu : Pekerjaan Tembok Penyengker, pekerjaan drop off dan pekerjaan ruang baca /tunggu, yang dimana ketiga jenis pekerjaan ini dikerjakan dalam waktu yang bersamaan dengan menggunakan sumber daya baik tenaga kerja, bahan dan peralatan yang berbeda. Masing-masing pekerjaan tersebut terdiri dari beberapa sub pekerjaan yg saling berkaitan antara satu kegiatan pekerjaan dengan pekerjaan yang lain dalam sub pekerjaannya. Oleh sebab itu hubungan antar aktivitas terjadi pada masing-masing pekerjaan dari tiga jenis

pekerjaan yang terdapat pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar.

Pada penelitian ini menggunakan aplikasi program MP 2010 untuk mencari jalur kritisnya. Data yang digunakan yaitu data time schedule pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar, kemudian diolah kedalam bentuk diagram *gant chart*, yang kemudian menghasilkan keluaran dari program berupa diagram *Network Palanning* yang didalamnya terdapat lintasan atau jalur kritisnya

Dari hasil Network Diagram, dapat diketahui lintasan kritis pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar, seperti pada tabel 5.6 berikut :

Tabel 5.6 Pekerjaan Pada Jalur Kritis

o.	Uraian Pekerjaan Yang Berada Pada Jalur Kritis
	Pada Pekerjaan Tembok Penyengker
	I. Pekerjaan pengukuran dan pasang papan bowplank. 1. Pada pekerjaan persiapan dan pembersihan.
	II. Pekerjaan Galian Tanah dan Urugan 1. Pekerjaan galian pasangan batako miring bagian barat pagar 2. pekerjaan galian pondasi candi bentar
	III. Pekerjaan pondasi beton dan pemasangan 1. Pondasi candi bentar
	IV. Pekerjaan tempelan dan tembok style bali 1. Pekerjaan candi bentar 2. Pekerjaan pengresek candi bentar dan style bali 3. Pekerjaan jaro atau lubang paras kelating pada pagar 4. Pekerjaan tempelan batu andesit
	V. Pekerjaan Plesteran 1. Pekerjaan plester dinding 2. Pekerjaan plester pondasi
	Pada Pekerjaan Drop Off
	I. Pekerjaan Persiapan 1. Pekerjaan Uitset/pengukuran 2. Pekerjaan pasangan papan bowplank
	II. Pekerjaan galian tanah dan urugan

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan galian pondasi P1 2. Pekerjaan urugan tanah kembali/pasir
	<ol style="list-style-type: none"> III. Pekerjaan pondasi dan beton <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan beton lantai kerja 2. Pekerjaan plat pondasi P1 3. Pekerjaan pedestal kolom K1 4. Pekerjaan beton sloop 25/30
	<ol style="list-style-type: none"> IV. Pekerjaan Baja <ol style="list-style-type: none"> 1. Baja WH 150 2. Baja WH 150 3. Baja WH 200
	<ol style="list-style-type: none"> V. Pekerjaan pasangan, plesteran dan acian <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pasangan bata pembungkus kolom baja 2. Pekerjaan plesteran kolom 3. Pekerjaan acian kolom
	<ol style="list-style-type: none"> VI. Pekerjaan atap dan penutup atap <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan usuk 5/7 kamper 2. Pekerjaan reng ¾ kamper 3. Pekerjaan papan reuter 2/20 kamper 4. Pekerjaan genteng metal 5. Pekerjaan bubungan genteng
	<ol style="list-style-type: none"> IX. Pekerjaan instalasi listrik <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan instalasi titik lampu
	Pada Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu
	<ol style="list-style-type: none"> I. Pekerjaan persiapan dan pembersihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pagar darurat (bahan seng t=2m dicat) 2. Pekerjaan pembersihan kembali
	<ol style="list-style-type: none"> II. Galian tanah dan urugan <ol style="list-style-type: none"> 1. Galian pondasi P1 2. Urugan pasir
	<ol style="list-style-type: none"> III. Lantai 1 <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan bor file diameter 30 cm 2. Beton lantai kerja 3. Pasangan batu kosong pon.pot 1 4. Pasangan batu kosong pon.pot 2 5. Pasangan batu kosong pon.pot 3 6. Pasangan batu kosong pon.pot 4 7. Pasangan batu kali pon.pot 1 8. Pasangan batu kali pon.pot 2 9. Pasangan batu kali pon.pot 3 10. Sloof <ol style="list-style-type: none"> a. Pembesian b. Begesting 11. Kolom K1 <ol style="list-style-type: none"> a. Pembesian b. Begesting
	<ol style="list-style-type: none"> IV. Lantai 2 <ol style="list-style-type: none"> 1. Balok B1,B2,B3,B4,BK 1, BK 2 <ol style="list-style-type: none"> a. Pembesian b. Begesting

	<ul style="list-style-type: none"> 2. Kolom K2 <ul style="list-style-type: none"> a. Pembesian 3. Plat tebal 12 cm <ul style="list-style-type: none"> a. Pembesian b. Begesting
	<ul style="list-style-type: none"> V. Lantai Atas/Pelat Dak <ul style="list-style-type: none"> 1. Balok B4 <ul style="list-style-type: none"> a. Pembesian b. Begesting 2. Pelat beton tebal 10 cm <ul style="list-style-type: none"> a. Pembesian b. Begesting
	<ul style="list-style-type: none"> VII. Pekerjaan Dinding <ul style="list-style-type: none"> a. Pekerjaan pasangan bata Lt.2 b. Pekerjaan plat beton pada J3
	<ul style="list-style-type: none"> VIII. Pekerjaan Plesteran Dan Acian <ul style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan plesteran dinding 1:6 Lt 1 2. Pekerjaan plesteran dinding 1:6 Lt 2 3. Pekerjaan acian dinding Lt.1 4. Pekerjaan tali air 5. Pekerjaan benangan sudut 6. Plesteran beton plat atap dan planter 7. Pekerjaan acian beton plat atap dan planter 8. Pekerjaan waterprofing plat atap 9. Pekerjaan plesteran kolom 10. Pekerjaan acian kolom
	<ul style="list-style-type: none"> IX. Pekerjaan Aluminium dan Kaca <ul style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan reling besi hollow lt1
	<ul style="list-style-type: none"> X. Pekerjaan Kap dan Penutup Atap <ul style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan kuda-kuda dan reng baja ringan setara Ex.Axis 2. Pekerjaan Listplank komplit kf+tatab 3. Pekerjaan genteng press Gemini 4. Pasangan wuwungan pres Ex. Karang pilang persegi 5. Pekerjaan menur paras jogya 6. Pekerjaan ikut celedu paras jogya
	<ul style="list-style-type: none"> XI. Pekerjaan Langit-langit <ul style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pasangan plafond gypsum 9 mm
	<ul style="list-style-type: none"> XII. Pekerjaan Penggantung Dan Pengunci <ul style="list-style-type: none"> 1. Pasangan kunci pintu setara DEKSON LHR-102-100-219 2. Pasangan engsel pintu setara NILON 4x3x3-4BB 3. Pasangan engsel jendela setara NILON 3x2.5x2-2BB 4. Pasangan grendel jendela setara NILON 2" 5. Pasangan kait angin jendela setara visio chrome 8" silver
	<ul style="list-style-type: none"> XIII. Pekerjaan Finishing <ul style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan cat tembok dan kolom setara catylac 2. Pekerjaan cat plafond gypsum tbl 9 mm setara catylac 3. Pekerjaan cat plafond dak setara catylac 4. Pekerjaan cat.listplank

Sumber : Hasil Output *Microsoft Project*

5.4. Skenario *Crashing* dengan Menambah Jam Kerja/Lembur

Pada penelitian ini digunakan scenario crashing dengan menambah jam kerja lembur, mengingat terbatasnya sumber daya manusia, sehingga alternative percepatan durasi proyek direncanakan dengan menambah jam kerja atau lembur hingga 2 jam. Digunakan jam kerja lembur dari 1 sampai 2 jam dikarenakan pada proyek konstruksi gedung tersebut terdiri dari tiga jenis pokok pekerjaan yaitu pekerjaan tembok penyengker berornamen style bali, pekerjaan drop off dan pekerjaan ruang tunggu/ruang baca yang berlantai 2. Dari perbedaan jam kerja lembur tersebut, mana yang paling efektif dan efisien untuk ketiga jenis pekerjaan tersebut. Asumsi lain yang digunakan yaitu tidak ada biaya tambahan pada penggunaan alat-alat kerja serta dengan asumsi bahan dan material sudah tersedia sesuai kebutuhan.

Koefisien pengurangan produktifitas akibat kerja lembur dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut:

Tabel 5.7 Koefisien Pengurangan Produktivitas

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (per jam)	Prosentase Prestasi Kerja (%)	Koefisien Pengurangan Produktivitas
a	B	$C = b * a$	D	$E = 100\% - d$
1	0,1	0,1	10	0,9
2	0,1	0,2	20	0,8

Sumber : Hasil Perhitungan

5.4.1 Analisis *Crash Cost* dan *Crash Duration*

Untuk mendapatkan percepatan waktu atau *crash duration* pada kegiatan kritisnya terlebih dulu harus diketahui besarnya volume pekerjaan, normal duration, produktivitas perhari dan perjam dalam keadaan normal, harga satuan upah pekerja/satuan volume pekerjaan, normal cost perhari dan perjam nya dan perhitungan crashing dengan lembur, baik perhitungan produktivitas harian setelah crashing dan biaya lembur perjamnya. *Crash duration* dicari dengan membagi volume pekerjaan dengan produktivitas harian sesudah *crashing*.

Untuk mendapatkan percepatan biaya atau *crash cost* pada kegiatan kritisnya terlebih dulu harus diketahui *crash cost* pekerja yg didapatkan dari penjumlahan normal cost pekerja perhari dengan biaya lembur perhari. Sedangkan *crash cost* didapatkan dari perkalian *crash duration* dengan *crash cost* pekerja perhari.

Adapun contoh perhitungan *crash cost* dan *crash duration* dengan menambah 1 jam kerja sebagai berikut :

Diketahui :

- Uraian pekerjaan : Pekerjaan pengukuran dan pemasangan papan bowplank
- Volume pekerjaan : 125.50 M
- *Normal duration* : 28 hari
- Produktivitas / hari : $= 125.50 / 28 = 4.48$
- Produktivitas / jam : $= 4.48 / 8 = 0.56$
- Harga satuan upah pekerja/satuan volume pekerjaan = Rp 8.775,00
- *Normal cost* / jam : $8775/0.56 = \text{Rp } 4.916.35,00$
- *Normal cost* / hari : $= 4.916.35,00 \times 8 = \text{Rp } 39.330.80$
- *Crashing* lembur 1 jam :
 - Produktivitas harian setelah *crashing* $= (8 \times 0.56) + (1 \times 0.9 \times 0.56) = 4.99$
 - Biaya Lembur / jam $= (1 \times 1.5 \times 4.916.35) = 7.374.53$
 - *Crash duration* : $125.50 / 4.99 = 25.168539$
 - *Crash cost* pekerja / hari $= 39.330.80 + 7.374.53 = 46.705.33$
 - *Crash cost* total $= 25.168539 \times 46.705.33 = 1.175.504.92$

Untuk lebih jelasnya *crash cost* dan *crash duration* yang diperlukan oleh masing-masing pekerjaan pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar, pada percepatan dengan menambah jam kerja lembur 1 jam sampai 2 jam.

5.4.2 Perhitungan *Cost Slope*

Dengan adanya percepatan durasi pelaksanaan pada aktivitas tertentu, maka akan terjadi penambahan biaya akibat percepatan durasi tersebut. Pertambahan biaya percepatan tersebut tergantung besarnya durasi percepatan yang direncanakan serta total biaya setelah percepatan (*crash cost*). Semakin besar *crash cost*nya, maka akan semakin besar nilai *cost slope*nya.

Asumsi batasan yang peneliti gunakan yaitu perubahan biaya yang terjadi akibat percepatan waktu hanya terjadi pada upah sumber daya manusia atau tenaga kerja. Dimana pemberlakuan waktu jam kerja lembur hingga 2 jam.

Contoh perhitungan analisis cost slope diuraikan sebagai berikut :

- Uraian Pekerjaan : Pekerjaan pasangan papan *bowplank*
- Volume : 36,00 m
- *Normal Duration* : 7 hari
- *Normal Cost/jam* : 5.641,07
- *Normal Cost/hari* : 45.128,57
- *Crashing* dengan lembur 1 jam :
 - Produktivitas harian setelah crashing 1 jam : 5.72
 - Biaya lembur / 1 jam : 8.461,61
 - Perhitungan *Crash Duration* : $= 36,00/5.72 = 6.2921$
 - Perhitungan *Crash Cost* : $= 45.128,57+8.461,61=53.59$
 - Perhitungan *Cost Slope* : $=(53.59-45.128,57)/(7-6.2921) = 11.953,70$
- *Crashing* dengan lembur 2 jam :
 - Produktivitas harian setelah crashing 2 jam : 6.17
 - Biaya lembur / 2 jam : 19.743,75
 - Perhitungan *Crash Duration* : $=36,00/6.17 = 5.8333$
 - Perhitungan *Crash Cost* : $= 45.128,57+19.743,75 = 64.872,32$
 - Perhitungan *Cost Slope* : $=(64.872,32-45.128,57)/(7-5.833)=16.923,3$

Untuk lebih jelasnya *cost slope* masing-masing pekerjaan pada Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan

Denpasar, pada percepatan dengan menambah jam kerja lembur 1 jam sampai 2 jam. *Crashing* menambah jam kerja lembur dapat dilihat seperti tabel 5.8

Tabel 5.8 Perhitungan *Crashing* Menambah Lembur 1 Jam

No	Kegiatan Kritis	<i>Crashing</i> (lembur 1 jam)		<i>Crash Duration</i>	<i>Crash Cost Pekerja/hari</i>	<i>Crash Cost Total</i>	<i>Cost Slope</i>
	No. Kegiatan	Prod.harian stlh <i>crashing</i>	Biaya lembur/1jam				
1	I.1	0.16	133.93	6.2921348	848.21	5,337.08	189.20
2	I.2	5.72	8,461.61	6.2921348	53,590.18	337,196.63	11,953.70
3	II.2	2.30	13,195.65	6.2921348	83,572.43	525,849.02	18,641.47
4	II.3	0.24	374.91	18.876404	2,374.43	44,820.77	176.55
5	III.2	0.07	900.58	6.2921348	5,703.69	35,888.38	1,272.25
6	III.3	0.50	20,204.01	6.2921348	127,958.71	805,133.47	28,542.17
7	III.4	0.08	11,335.85	6.2921348	71,793.69	451,735.57	16,014.13
8	III.5	0.45	32,253.00	6.2921348	204,269.00	1,285,288.09	45,563.76
9	IV.1	54.51	26,887.22	6.2921348	170,285.72	1,071,460.70	37,983.53
10	IV.2	54.74	26,996.96	12.58427	170,980.76	2,151,668.02	19,069.28
11	IV.3	47.46	23,410.69	12.58427	148,267.73	1,865,841.04	16,536.12
12	V.1	2.16	5,749.99	12.58427	36,416.57	458,276.00	4,061.50
13	V.2	2.16	8,796.66	12.58427	55,712.18	701,097.12	6,213.51
14	V.3	1.00	2,026.98	12.58427	12,837.55	161,551.24	1,431.76
15	VI.1	10.04	101,491.07	12.58427	642,776.79	8,088,876.40	71,688.14
16	VI.2	10.04	101,491.07	12.58427	642,776.79	8,088,876.40	71,688.14
17	VI.3	0.32	3,214.29	6.2921348	20,357.14	128,089.89	4,540.82
18	VI.4	10.04	9,844.63	12.58427	62,349.35	784,621.01	6,953.75
19	VI.5			6.2921348			

		3.81	15,499.29		98,162.14	617,649.44	21,895.82
20	IX.1	2.23	18,750.00	6.2921348	118,750.00	747,191.01	26,488.10

Sumber : Hasil Perhitungan 2014

Tabel 5.9 Perhitungan *Crashing* Lembur 2 Jam

No	Kegiatan Kritis	Crashing(lembur 2 jam)		Crash Duration	Crash Cost Pekerja/hari	Crash Cost Total	Cost Slope
	No. Kegiatan	Prod.harian stlh crashing	Biaya lembur/2 jam				
1	I.1	0.17	312.50	5.83333333	1,026.79	5,989.58	267.86
2	I.2	6.17	19,743.75	5.83333333	64,872.32	378,421.88	16,923.21
3	II.2	2.49	30,789.84	5.83333333	101,166.63	590,138.67	26,391.29
4	II.3	0.26	874.79	17.5	2,874.31	50,300.50	249.94
5	III.2	0.08	2,101.36	5.83333333	6,904.47	40,276.05	1,801.17
6	III.3	0.54	47,142.68	5.83333333	154,897.39	903,568.10	40,408.01
7	III.4	0.09	26,450.31	5.83333333	86,908.15	506,964.20	22,671.69
8	III.5	0.48	75,257.00	5.83333333	247,273.00	1,442,425.83	64,506.00
9	IV.1	58.80	62,736.84	5.83333333	206,135.34	1,202,456.17	53,774.44
10	IV.2	59.04	62,992.91	11.66666667	206,976.71	2,414,728.31	26,996.96
11	IV.3	51.20	54,624.95	11.66666667	179,481.98	2,093,956.48	23,410.69
12	V.1	2.33	13,416.63	11.66666667	44,083.22	514,304.26	5,749.99
13	V.2	2.33	20,525.54	11.66666667	67,441.06	786,812.39	8,796.66
14	V.3	1.08	4,729.63	11.66666667	15,540.20	181,302.29	2,026.98
15	VI.1	10.83	236,812.50	11.66666667	778,098.21	9,077,812.50	101,491.07
16	VI.2	10.83	236,812.50	11.66666667	778,098.21	9,077,812.50	101,491.07
17	VI.3	0.34	7,500.00	5.83333333	24,642.86	143,750.00	6,428.57

18	VI.4	10.83	22,970.81	11.6666667	75,475.53	880,547.81	9,844.63
19	VI.5	4.11	36,165.00	5.83333333	118,827.86	693,162.50	30,998.57
20	IX.1	2.40	43,750.00	5.83333333	143,750.00	838,541.67	37,500.00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

5.5 Analisis *Time Cost Trade Off* (TCTO)

Salah satu alternative yang dapat dipergunakan untuk melaksanakan percepatan proyek adalah dengan menggunakan kerja lembur. Salah satu metoda yang dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh percepatan proyek terhadap biaya yang harus dikeluarkan adalah dengan analisis pertukaran biaya dan waktu (*Time Cost Trade Off*). Dalam *Time Cost Trade off* akan dapat diketahui/dihitung percepatan yang paling maksimum dengan biaya yang paling minimum. Proyek Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar dipilih untuk studi analisa karena dalam proyek tersebut terdapat tiga macam pekerjaan yaitu pekerjaan tembok penyengker yang berornamen style bali, pekerjaan drop off dan pekerjaan struktur gedung ruang baca/tunggu, yang dimana ketiganya merupakan satu kesatuan yang lengkap dalam pembangunan proyek suatu gedung konstruksi. Percepatan dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan biaya dan waktu terhadap percepatan yang dilakukan pada ketiga jenis pekerjaan tersebut, yang nantinya dapat dijadikan sebagai acuan untuk proyek konstruksi gedung secara keseluruhan. Percepatan dilakukan dengan kerja lembur 1 jam sampai 2 jam sehari, mengingat adanya keterbatasan sumber daya manusia. Penerapan metode *time cost trade off* dapat sangat membantu untuk menentukan waktu optimum dengan biaya yang efisien. Kemudian dapat juga mengetahui pertukaran biaya dan waktu sehingga dapat merencanakan solusi yang terbaik apabila proyek melakukan percepatan dengan meminimalkan penambahan biaya.

5.5.1 Kompresi Menggunakan Program QM for Windows V. 5.0

Program *Quantitative Method For Windows* (QM) digunakan untuk mempermudah dalam menentukan aktivitas mana saja yang dipercepat dimulai dari *cost slope* terendah. *Normal duration*, *crash duration*, *normal cost* dan *crash cost* tiap aktivitas disertai dengan predecessor masing-masing dianalisa dengan program QM dan kemudian didapat outputnya atau yang dinamakan *Project Management* (PERT/CPM) Result dan crash solutionnya yang sudah melalui tahapan-tahapan iterasi melalui program komputasi tersebut. Adapun hasil output program QM pada, pekerjaan drop off dengan lembur 1 jam dan lembur 2 jam, pekerjaan struktur gedung ruang baca/tunggu dengan lembur 1 jam dan lembur 2 jam serta pekerjaan tembok penyengker yg berornamen style bali dengan lembur 1 jam dan lembur 2 jam dapat dilihat pada tabel 5.10, tabel 5.11, tabel 5.12, tabel 5.13, tabel 5.14, dan tabel 5.15.

Tabel 5.10 : Output pekerjaan drop off dengan lembur 1 jam

Module/submodel: Project Management (PERT/CPM)/Crashing
 Problem title: Pekerjaan Drop Off
 Method: Crashing
 Network type: Immediate predecessor list

Activity		Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost	*****
A	7	6	0	0		
B	7	6	45,128	53,590		
C	7	6	70,376	83,572		a, b
D	21	18.5	1,999	2,374		a, b
E	7	6	4,803	5,703		a, b
F	7	6	107,754	127,958		a, b
G	7	6	60,457	71,793		f
H	7	6	172,016	204,269		g
I	7	6	143,398	170,285		g
J	14	12.5	143,398	170,980		i
K	14	12.5	124,857	148,267		
L	14	12.5	30,666	36,416		
M	14	12.5	46,915	55,712		i
N	14	12.5	10,810	12,837		k, l
O	14	12.5	0	0		k, l
P	14	12.5	0	0		m
Q	7	6	0	0		n, o
R	14	12.5	52,504	62,349		q, p
S	7	6	82,662	98,162		r
T	7	6	0	0		r
NEW Activity	21					
	52	46.5	0	0		r

Tabel 5.11 : Output pekerjaan drop off dengan lembur 2 jam

Module/submodel: Project Management (PERT/CPM)/Crashing
 Problem title: Pekerjaan Drop Off
 Method: Crashing
 Network type: Immediate predecessor list

Activity		Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost	*****
A	7	5.5	0	0		
B	7	5.5	45,128	64,872		
C	7	5.5	70,376	101,166		a, b
D	21	17.5	1,999	2,874		a, b
E	7	5.5	4,803	6,904		a, b
F	7	5.5	107,754	154,897		a, b
G	7	5.5	60,457	86,908		f
H	7	5.5	172,016	247,273		g
I	7	5.5	143,398	206,135		g
J	14	11.5	143,983	206,976		i
K	14	11.5	124,857	179,481		
L	14	11.5	30,666	44,083		
M	14	11.5	46,915	67,441		i
N	14	11.5	10,810	15,540		k, l
O	14	11.5	0	0		k, l
P	14	11.5	0	0		m
Q	7	5.5	0	0		n, o
R	14	11.5	52,504	75,475		q, p
S	7	5.5	82,662	118,827		r
T	7	5.5	0	0		r

Tabel 5.12 : Output Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu untuk Lembur 1 jam

Module/submodel: Project Management (PERT/CPM)/Crashing
 Problem title: Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu
 Method: Crashing
 Network type: Immediate predecessor list

Activity		Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost	*****
A	14	12.5	0	0		
B	52	46.5	0	0		t, u, v
C	7	6	36,984	43,918		a
D	21	18.5	3,409	4,049		a
E	21	18.5	0	0		a
F	21	18.5	0	0		c
G	7	6	30,748	36,513		c
H	7	6	4,699	5,580		g
I	7	6	2,014	2,391		h
J	7	6	8,056	9,566		i
K	7	6	249,305	296,050		i
L	7	6	32,535	38,635		i
M	7	6	14,460	17,171		i
N	14	12.5	35,439	42,084		i
O	14	12.5	128,189	152,224	j, k, l, m	
P	14	12.5	64,682,27076,810,200			n
Q	21	18.5	113,925	135,286		n
R	21	18.5	52,669,03062,544,480			n
S	28	25	113,444	134,714		o
T	14	12.5	22,199	26,361		r
U	14	12.5	62,820,91074,599,830			r
V	14	12.5	277,028	328,971		r
W	7	6	9,104	10,811		t, u, v
X	7	6	119,099	141,430		t, u, v
Y	7	6	14,965	17,771		t, u, v
Z	7	6	251,717	298,914		t, u, v
AA	14	12.5	166,806	198,083		t, u, v
AB	7	6	0	0		t, u, v
AC	14	12.5	297,679	353,494		t, u, v
AD	14	12.5	510,381	606,077		ac
AE	14	12.5	148,163	175,943		ac
AF	21	18.5	0	0		ac
AG	21	18.5	0	0		ac
AH	14	12.5	113,614	134,916		ac
AI	14	12.5	56,548	67,151		an
AJ	14	12.5	0	0		ah
AK	14	12.5	76,953	91,381		ai
AL	14	12.5	38,301	45,483		ai
AM	3	2.5	0	0		ak, al
AN	7	6	0	0		aa, ac
AO	7	6	0	0		an
AP	14	12.5	86,900	103,193		an
AQ	7	6	92,995	110,432		ap
AR	7	6	0	0		ap
AS	7	6	0	0		ap
AT	14	12.5	46,390	55,088		aa, ac
AU	7	6	0	0		ap
AV	7	6	0	0		ap
AW	7	6	0	0		ap
AX	7	6	0	0		au, av, aw
AY	3	2.5	0	0		ax
AZ	38	34	44,750	53,140		ac
BA	21	18.5	18,100	21,493		an
BB	14	12.5	25,051	29,748		ap
BC	10	8.5	0	0		*****

Tabel 5.13 : Output Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu untuk Lembur 2 jam

Module/submodel: Project Management (PERT/CPM)/Crashing
 Problem title: Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu
 Method: Crashing
 Network type: Immediate predecessor list

Activity		Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost	*****
A	14	11.5	0	0		
B	52	46.5	0	0		t, u, v
C	7	5.5	36,984	53,164		a
D	21	17.5	3,409	4,901		a
E	21	17.5	0	0		a
F	21	17.5	0	0		c
G	7	5.5	30,748	44,200		c
H	7	5.5	4,699	6,755		g
I	7	5.5	2,014	2,895		h
J	7	5.5	8,056	11,580		i
K	7	5.5	249,305	358,377		i
L	7	5.5	32,535	46,769		i
M	7	5.5	14,460	20,786		i
N	14	11.5	35,439	50,944		i
O	14	11.5	128,189	184,272	j, k, l, m	
P	14	11.5	64,682,27092,980,770			n
Q	21	17.5	113,925	163,767		n
R	21	17.5	52,669,03075,711,740			n
S	28	23	113,444	163,075		o
T	14	11.5	22,199	31,911		r
U	14	11.5	62,820,91090,305,060			r
V	14	11.5	277,028	398,228		r
W	7	5.5	9,104	13,087		t, u, v
X	7	5.5	119,099	171,205		t, u, v
Y	7	5.5	14,965	21,513		t, u, v
Z	7	5.5	251,717	361,843		t, u, v
AA	14	11.5	166,806	239,784		t, u, v
AB	7	5.5	0	0		t, u, v
AC	14	11.5	297,679	427,913		t, u, v
AD	14	11.5	510,381	733,673		ac
AE	14	11.5	148,163	212,984		ac
AF	21	17.5	0	0		ac
AG	21	17.5	0	0		ac
AH	14	11.5	113,614	163,320		ac
AI	14	11.5	56,548	81,289		an
AJ	14	11.5	0	0		ah
AK	14	11.5	76,953	110,620		ai
AL	14	11.5	38,301	55,058		ai
AM	3	2.5	0	0		ak, al
AN	7	5.5	0	0		aa, ac
AO	7	5.5	0	0		an
AP	14	11.5	86,900	124,918		an
AQ	7	5.5	92,995	133,681		ap
AR	7	5.5	0	0		ap
AS	7	5.5	0	0		ap
AT	14	11.5	46,390	66,685		aa, ac
AU	7	5.5	0	0		ap
AV	7	5.5	0	0		ap
AW	7	5.5	0	0		ap
AX	7	5.5	0	0		au, av, aw
AY	3	2.5	0	0		ax
AZ	38	35	44,750	64,328		ac
BA	21	17.5	18,100	26,019		an
BB	14	11.5	25,051	36,011		ap
BC	10	8	0	0		*****

Tabel 5.14 : Output Pekerjaan Tembok Penyengker untuk Lembur 1 jam

Module/submodel: Project Management (PERT/CPM)/Crashing
 Problem title: Pekerjaan Tembok Penyengker
 Method: Crashing
 Network type: Immediate predecessor list

Activity	Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost	*****
A	28	25	39,330	46,705	
B	7	6	14,318	17,002	a
C	7	6	42,711	50,719	a
D	14	12	78,432	93,138	
E	70	62.5	0	0	c
F	119	106.5	0	0	c
G	112	100.5	38,328	45,514	d
H	112	100.5	0	0	d
I	84	75.5	14,505	17,225	d
J	80	71.5	84,455	106,228	d

Tabel 5.15 : Output Pekerjaan Tembok Penyengker untuk Lembur 2 jam

Module/submodel: Project Management (PERT/CPM)/Crashing
 Problem title: Pekerjaan Tembok Penyengker
 Method: Crashing
 Network type: Immediate predecessor list

Activity	Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost	*****
A	28	23	39,330	56,538	
B	7	5.5	14,318	20,582	a
C	7	5.5	42,711	61,397	a
D	14	11.5	78,432	112,746	
E	70	58	0	0	c
F	119	99	0	0	c
G	112	93	38,328	55,096	d
H	112	93	0	0	d
I	84	70	14,505	20,852	d
J	80	66.5	84,455	128,592	d

5.5.2 Perhitungan Total Biaya Normal Proyek

Total biaya normal proyek merupakan total biaya langsung dan tidak langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dalam waktu tertentu. Biaya langsung (*direct cost*) merupakan biaya yang dibutuhkan pada suatu konstruksi antara lain upah tenaga kerja, bahan serta alat sesuai dengan analisa harga satuan yang diperlukan pada Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar. Sedangkan yang termasuk biaya tidak langsung yaitu berupa PPN sebesar 10% dari biaya langsung. Adapun biaya langsung dan biaya tidak langsung serta biaya total seperti pada tabel berikut :

Tabel.5.16. Rekapitulasi Total Biaya Normal Proyek

No	Pekerjaan Konstruksi	Biaya Langsung (Rp)	Biaya tidak langsung (Rp)	Total Biaya Normal (Rp)
1	Tembok penyengker	444.179.089,21	44.719.848,92	491.916.938,13
2	Drop off	195.222.359,97	19.522.378,97	214.744.738,66

3	Ruang baca/tunggu	684.944.659,47	64.894.615,95	713.839.2 75,42
---	----------------------	----------------	---------------	--------------------

Sumber : Hasil Perhitungan,2014

Biaya total normal keseluruhan proyek yaitu Rp 1.420.500.951,-, dibulatkan menjadi Rp 1.420.500.000,-

5.5.2 Perhitungan Total Biaya Percepatan Proyek

Total biaya percepatan proyek merupakan total biaya langsung dan tidak langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dalam waktu tertentu. Biaya langsung percepatan (*direct cost*) merupakan biaya yang dibutuhkan pada suatu konstruksi antara lain upah tenaga kerja yang dipercepat dengan kerja lembur 1 jam dan 2 jam, bahan serta alat yang diasumsikan mengikuti kebutuhan yang diperlukan untuk aktivitas Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar. Sedangkan yang termasuk biaya tidak langsung ada dua jenis antara lain : biaya tidak langsung normal dan biaya akibat percepatan. Biaya tidak langsung normal yaitu berupa PPN sebesar 10% dari biaya langsung normal. Sedangkan biaya akibat percepatan didapat dari kumulatif hasil perkalian antara durasi percepatan dengan biaya percepatan. Adapun total biaya percepatan seperti pada tabell berikut :

Tabel 5.17 Rekapitulasi Total Biaya Percepatan Proyek

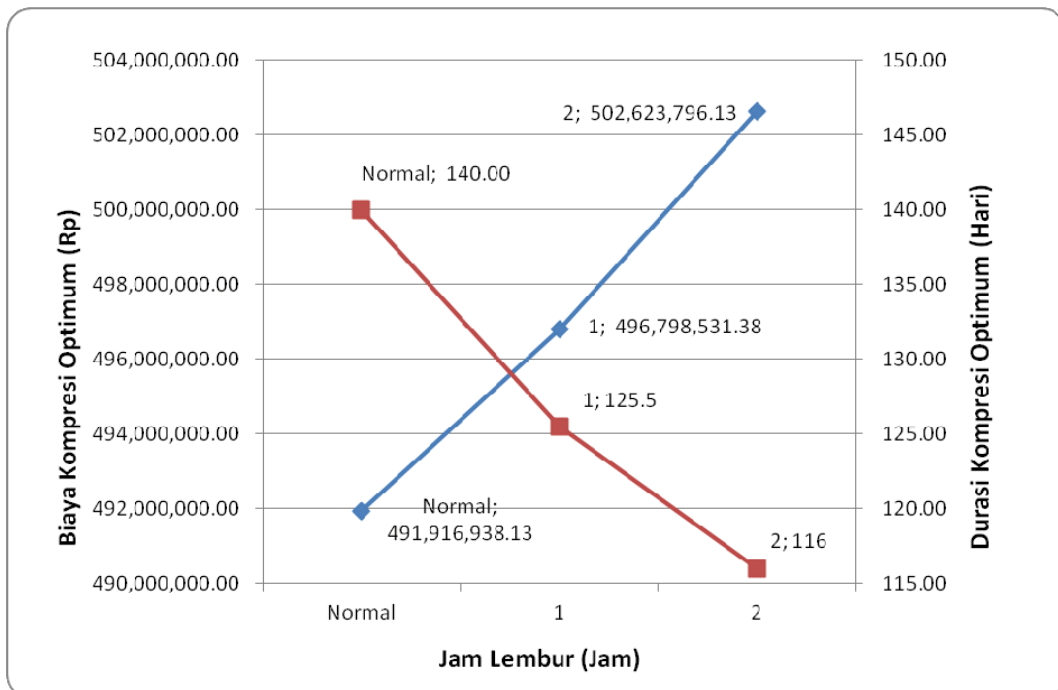
o	Pekerjaan Konstruksi	Biaya Total Percepatan Lembur 1 jam (Rp)	Biaya Total Percepatan Lembur 2 jam (Rp)
	Tembok Penyengker	496.798.531,38	502.623.796,13
	Drop Off	219.751.345,91	225.772.116,41
	Ruang baca/tunggu	761.547.899,54	875.269.055,91

Sumber : Hasil Perhitungan,2014

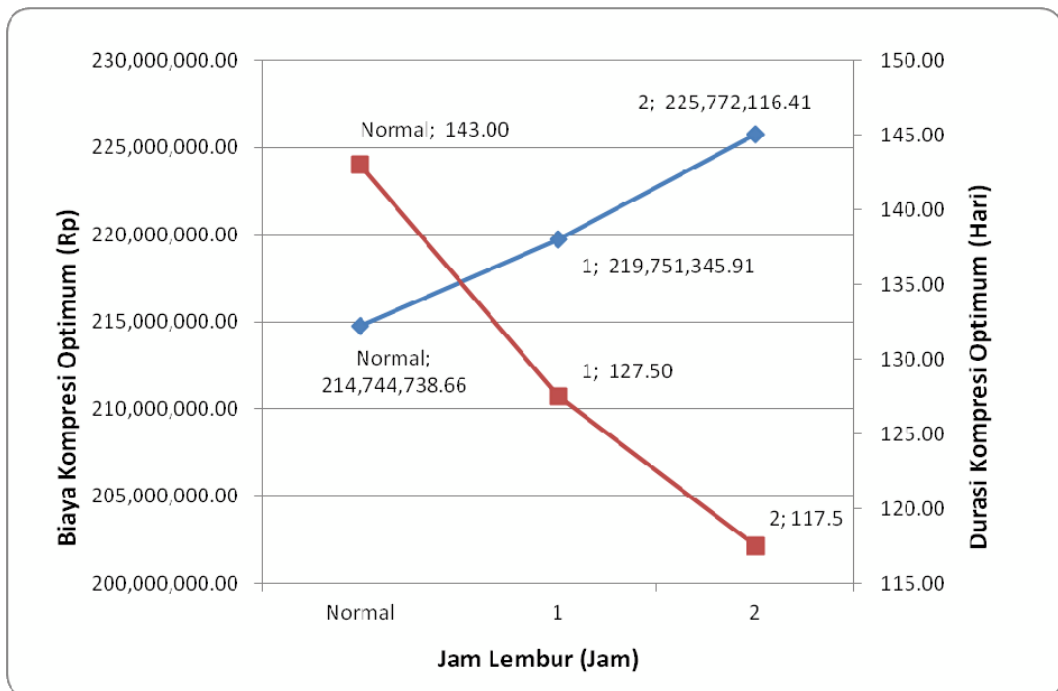
5.6 Perhitungan Biaya dan Waktu Optimum Proyek

Setelah diketahui biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total percepatan proyek, maka langkah selanjutnya yaitu membuat grafik hubungan

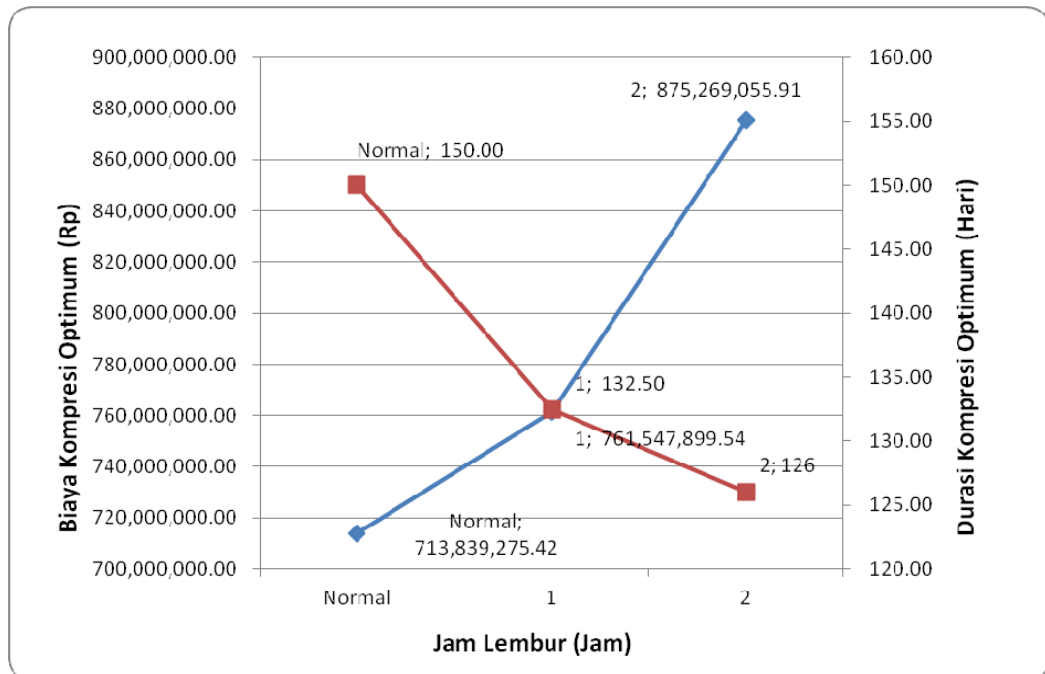
antara biaya total normal dan dengan percepatan tersebut sesuai dengan durasinya masing-masing. Dari grafik tersebut dapat diketahui berapa biaya dan waktu optimum untuk menyelesaikan proyek berikutnya. Dapat diketahui bahwa pada beberapa tahap crashing dengan adanya percepatan 1 jam dan 2 jam, durasi proyek akan berkurang, begitu juga total biaya proyek menjadi bertambah. Dari grafik 5.1, grafik 5.2, grafik 5.3. dan grafik 5.4, dapat diketahui berapa biaya dan waktu optimum pada masing-masing pekerjaan konstruksi dan total keseluruhan pekerjaan tersebut untuk dapat dilakukan percepatan.



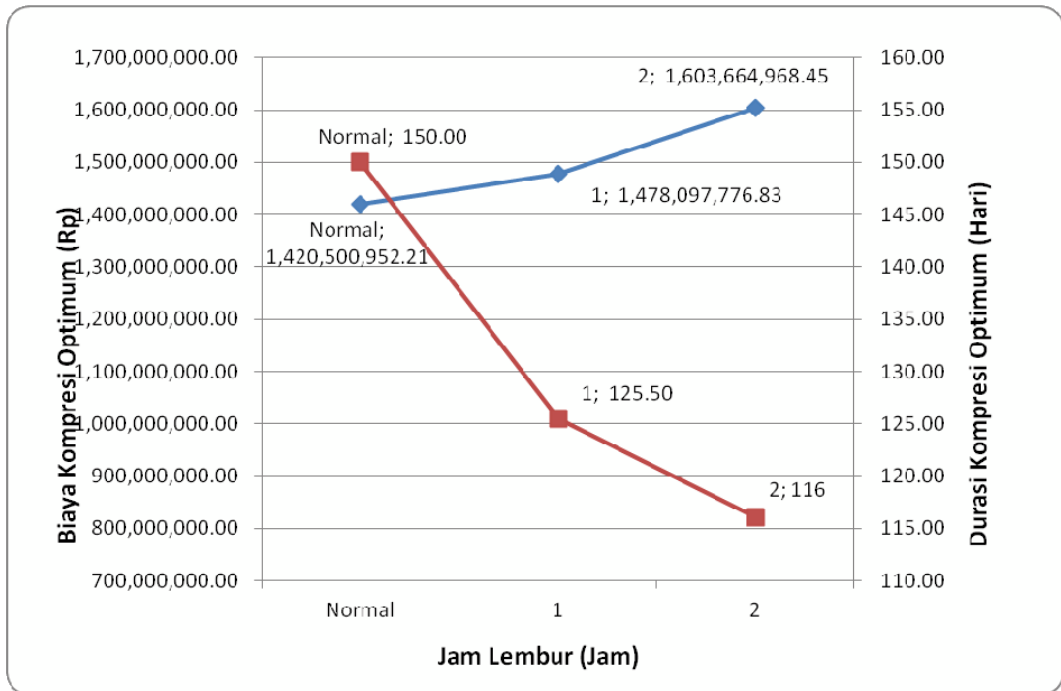
Gambar 5.1 Grafik Biaya dan Waktu Optimum Pekerjaan Tembok Penyengker



Gambar 5.2 Grafik Biaya dan Waktu Optimum Pekerjaan Drop Off



Gambar 5.3 Grafik Biaya dan Waktu Optimum Pekerjaan Ruang Baca/Tunggu



Gambar 5.4 Grafik Biaya dan Waktu Optimum Pekerjaan

Dari perhitungan, gambar 5.1 menunjukkan bahwa pada pekerjaan konstruksi tembok penyengker dengan durasi normal 140 hari dan biaya total sebesar Rp 491.916.938,13,-, jika dipercepat dengan menambah jam kerja 1 jam didapat pengurangan durasi 14.5 hari atau 10.35% sehingga durasi percepatannya menjadi 125.5 hari. Sedangkan untuk biaya total dengan percepatan 1 jam menjadi bertambah 0.99% atau Rp 4.881.593,25,- yaitu biaya total menjadi sebesar Rp 496.7978.531,38,-. Jika dipercepat dengan menambah jam kerja 2 jam didapat pengurangan durasi 24 hari atau 17.1% sehingga durasi percepatannya menjadi 116 hari. Sedangkan untuk biaya total dengan percepatan 2 jam menjadi bertambah 2.17% atau Rp 10.706.858,00,- yaitu biaya total menjadi sebesar Rp 502.623.796,13,-.

Dari perhitungan gambar 5.2 menunjukkan bahwa pada pekerjaan konstruksi drop off dengan durasi normal 143 hari dan biaya total sebesar Rp 214.744.738,66,-, jika dipercepat dengan menambah jam kerja 1 jam didapat pengurangan durasi 15.5 hari atau 10.83% sehingga durasi percepatannya menjadi 127.5 hari. Sedangkan untuk biaya total dengan percepatan 1 jam menjadi bertambah 2.33% atau Rp 5.006.607,25,- yaitu biaya total menjadi sebesar Rp 219.751.345,91,-. Jika dipercepat dengan menambah jam kerja 2 jam didapat pengurangan durasi 25.5 hari atau 17.83% sehingga durasi percepatannya menjadi 117.5 hari. Sedangkan untuk biaya total dengan percepatan 2 jam menjadi bertambah 5.13% atau Rp 11.027.377,75,- yaitu biaya total menjadi sebesar Rp 225.772.116,41,-.

Dari perhitungan gambar 5.3 menunjukkan bahwa pada pekerjaan konstruksi ruang baca/tunggu dengan durasi normal 150 hari dan biaya total sebesar Rp 713.839.275,42,-, jika dipercepat dengan menambah jam kerja 1 jam didapat pengurangan durasi 17.5 hari atau 11.66% sehingga durasi percepatannya menjadi 132.5 hari. Sedangkan untuk biaya total dengan percepatan 1 jam menjadi bertambah 6.68% atau Rp 447.708.624,12,- yaitu biaya total menjadi sebesar Rp 761.547.899,54,-. Jika dipercepat dengan menambah jam kerja 2 jam

didapat pengurangan durasi 24 hari atau 16% sehingga durasi percepatannya menjadi 126 hari. Sedangkan untuk biaya total dengan percepatan 2 jam menjadi bertambah 22.61% atau Rp 161.429.780,49,- yaitu biaya total menjadi sebesar Rp 875.269.055,91,-.

Gambar 5.4 menunjukkan bahwa pada total keseluruhan pekerjaan konstruksi dengan total durasi normal penyelesaian keseluruhan proyek konstruksi pada Pembangunan Ruang Tunggu, Pos Jaga dan Ruang Baca Sekolah Harapan Denpasar yaitu 150 hari dan dengan total biaya sebesar Rp 1.420.500.951,-. Jika dilakukan percepatan dengan menambah 1 jam kerja maka akan diperoleh durasi penyelesaian keseluruhan menjadi 125.5 hari dengan total biaya percepatan Rp 1.478.097.776,83,-. Sedangkan jika dilakukan percepatan dengan menambah 2 jam kerja maka akan diperoleh durasi penyelesaian keseluruhan menjadi 116 hari dengan total biaya percepatan Rp 1.603.664.968,45,-.

Ada beberapa hal yang dapat disarankan untuk menjadi pertimbangan dan masukan, yaitu jika akan melakukan optimalisasi percepatan durasi dan biaya proyek khususnya pada pekerjaan konstruksi gedung, agar menggunakan alternative percepatan dengan lembur 1 jam.

BAB VI

PENGENDALIAN WAKTU DAN TENAGA KERJA DENGAN METODE *RESOURCE LEVELING*

Tujuan Instruksional Umum:

Setelah mempelajari bagian ini dan mengikuti perkuliahan, maka diharapkan mahasiswa mampu:

1. Memahami pengertian *resource leveling*
2. Memahami penjadwalan dengan sumber daya terbatas
3. Memahami dan menerapkan proses *resource leveling*

6.1 Definisi *Resource Leveling*

Sukses atau tidaknya suatu proyek konstruksi tergantung efektifitas penggunaan sumber daya. Sedangkan sumber daya yang digunakan selama proses produksi adalah manusia, uang, metode, material dan mesin. Manusia dalam hal ini sebagai pekerja adalah salah satu sumber daya yang sangat sulit dilakukan pengontrolannya. Upah yang diberikan sangat bervariasi tergantung dari kecakapan masing-masing pekerja, karena tidak ada satu pekerja yang sama karakteristiknya. Biaya pekerja adalah fungsi dari waktu dan metode konstruksi yang digunakan, sedangkan kepala proyek adalah orang yang bertanggung jawab terhadap pengendalian waktu konstruksi dan pemilihan metode konstruksi yang akan digunakan. (Erviyanto, 2004)

Pengendalian diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan. Proses pengendalian berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik di dalam setiap tahap. Perencanaan dibuat sebagai bahan acuan bagi pelaksanaan pekerjaan. Pelaksanaan pekerjaan meliputi spesifikasi, jadwal dan anggaran. Dalam pengendalian waktu konstruksi peranan

sumber daya dalam hal ini tenaga kerja sangat penting, penyediaannya sering terbatas, baik karena faktor kualitas maupun hal-hal lain. Merekrut, menyeleksi dan melatih tenaga kerja memerlukan biaya mahal dan waktu lama sebelum mereka siap pakai. Setelah mereka bergabung dengan proyek, tidak mudah untuk melepas dan memanggil kembali untuk bekerja sesuai dengan naik turunnya pekerjaan yang tersedia. Adapun menahan mereka untuk *stand-by* akan menelan biaya yang dipandang tidak efisien. Oleh karena itu, diusahakan jangan terjadi keperluan yang bersifat naik turun secara tajam (*fluctuation*). (Dimiyati, 2014)

Sering terjadi pada saat tertentu proyek terlalu banyak menyedot sumber daya (tenaga kerja) dan pada saat yang lain terlalu sedikit membutuhkan sumber daya sehingga pemakaian sumber daya tidak merata. Untuk itu harus dilakukan perataan agar tidak ada sumber daya yang dibiarkan (terutama tenaga kerja) setelah pada saat tertentu diperlukan. Perataan sumber daya ini sering disebut *Resource Leveling*. (Santosa, 2008)

Resource Leveling merupakan kegiatan untuk meminimalkan fluktuasi penggunaan sumber daya manusia dalam keseluruhan aktivitas proyek. Karena *resource leveling* merupakan suatu teknik penjadwalan yang valid yang dapat digunakan pada proyek-proyek konstruksi, sehingga teknik ini merupakan teknik yang efisien dalam merencanakan tenaga kerja. Prinsipnya adalah dengan menggeser aktivitas-aktivitas non kritis dalam waktu tenggang yang tersedia. (Dimiyati, 2014)

6.2 Penjadwalan dengan Sumber Daya Terbatas

Menurut (Santosa, 2008), bila tenaga ahli atau peralatan terbatas, atau pada saat yang sama beberapa proyek membutuhkan tenaga yang sama maka harus dilakukan pengaturan. Untuk itu harus dilakukan perataan agar tidak ada sumber daya yang dibiarkan (terutama tenaga kerja) setelah pada saat tertentu diperlukan. Prosedur untuk perataan sumber daya yang dikenal dengan *resource leveling*.

Untuk melakukan *resource leveling* ada beberapa langkah yang bisa membantu:

1. Buat jaringan kerja, sertakan waktu tiap aktivitas.
2. Plot penggunaan sumber daya untuk setiap aktivitas, kemudian gambarkan jaringan kerja dan sumber daya yang dibutuhkan dalam grafik waktu-sumber daya, dengan menggunakan waktu paling awal (ES (*Earlies Start*), EF (*Earlies Finish*)).
3. Bila sumber daya tak tersedia seperti yang dibutuhkan, tunda kegiatan dengan memanfaatkan *Total Float* (TF) yang ada untuk kegiatan yang bersangkutan.

Menurut (Dimiyati, 2014), pemerataan sumber daya dengan CPM (*Critical Path Method*) dapat dikerjakan dengan *grafts*. Pertama-tama membuat koordinat x dan y, pada y dicantumkan sumber daya, misalnya tenaga kerja, sedangkan sumbu x menunjukkan kurun waktu. Dicari jalur kritis dan float jaringan kerja dari proyek yang diteliti, kemudian komponen-komponen kegiatan proyek digambarkan pada koordinat yang telah disiapkan. Komponen kegiatan nonkritis diatur dan menggeser-geser (sebatas float yang tersedia) serta mengusahakan tidak terjadi *fluctuation* yang tajam.

Ada dua metode untuk melakukan pemerataan sumber daya manusia (*resource leveling*) pada *Microsoft Project*, yaitu:

1. Trial-and-error approach

Dalam *Microsoft Project* sudah ada fasilitas untuk melakukan *resource leveling* yang dilakukan trial pada *MS.Project* adalah pada batasan maksimum unit jumlah tenaga yang tersedia di *resource sheet*. Dengan mengubah-ubah nilai batasan maksimum kemudian dilakukan *resource leveling* maka akan diperoleh beberapa histogram sumber daya setelah itu dipilih histogram yang ideal.

2. Block Schedule

Keterbatasan sumber daya yang terampil seringkali menjadi kendala tersendiri dalam menyusun kebutuhan sumber daya. Selain keterbatasan sumber daya yang ada, yang sering juga terjadi adalah keterbatasan ruang atau area kerja sehingga tidak memungkinkan sumber daya dengan jumlah yang banyak. Penyusunan grafik sumber daya yang baik juga dilakukan dengan membuat *block schedule*. Misal untuk sebuah kegiatan yang jumlah total kebutuhan tenaga adalah 60 orang, dengan durasi 4 hari, maka perharinya $60/4$ atau 15 orang per harinya. Namun sering terjadi di lapangan adalah keberadaan tenaga kerja yang pada awalnya tidak tersedia secara lengkap sehingga pembagian tenaga kerja tidak memungkinkan untuk merata. Misalnya tenaga kerja yang akan dipekerjakan didatangkan dari tempat lain, pada hari:

- a. Pertama, tenaga kerja yang datang hanya 5 orang sehingga hanya 5 orang yang bekerja pada hari pertama.
- b. Kedua, datang lagi 5 orang sehingga sampai pada hari kedua jumlah yang bekerja 10 orang.
- c. Ketiga, datang 10 orang lagi sehingga pada hari ketiga yang bekerja 20 orang.
- d. Keempat, datang lagi 5 orang sehingga berjumlah 25 orang.

Terlihat jumlah total kebutuhan tenaga kerjanya adalah sama, yaitu 60 orang dengan durasi yang sama yaitu 4 hari. Perbedaannya adalah pada jumlah tenaga kerja yang bekerja perharinya sehingga jumlah produktivitasnya berbeda.

6.3 Resource Sheet

Menurut (Imam Heryanto, 2013), *Resource sheet* adalah *sheet* atau lembar kerja yang digunakan untuk keperluan pendataan atau pembuatan daftar *resource* atau sumber daya.

Resource dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu *resource personil (work)* dan *resource non personil (material)*. Dengan menggunakan *Microsoft Project* maka

langkah yang dilakukan adalah pilih menu *view>Resource Sheet*. Selanjutnya muncul tabel yang berisi *resource name, type (work atau material), material label, initials, group, max unit* (menampilkan jumlah *resource* dalam bentuk persen (%)) misal dibutuhkan dalam proyek pekerja berjumlah 4 orang maka dituliskan 400%), *St rate* (harga satuan dari masing-masing *rate*), *ovt rate* (digunakan untuk mengisi harga lembur bagi *resource* bertipe *work*), *cost/use*(dikhususkan untuk *resource* dengan pekerjaan borongan), *accrue at* (menunjukkan pilihan cara pembayaran), *base calendar* (berisi pilihan tentang kalender yang akan digunakan di dalam proyek yang akan dijalankan) dan *code* (untuk memberikan *code* pada masing-masing *resource*). Memasukkan daftar *resource* yang telah dibuat ke dalam *task name* pilih menu *resource > assign resources > resource name>unit>close*.

6.4 Langkah-langkah Perhitungan *Resource Leveling*

Analisis data menggunakan program *Microsoft Project 2010*. Data-data yang telah dikumpulkan diolah dan dianalisis dengan tahapan sebagai berikut :

1. Data RAB dengan bantuan daftar analisa pekerjaan dan daftar upah dan bahan satuan pekerjaan, sehingga diperoleh durasi dan rincian kebutuhan tenaga kerja tiap jenis pekerjaan.
2. *Time Schedule* digunakan untuk menentukan hubungan ketergantungan antar kegiatan dengan mengaplikasikan program *Microsoft Project 2010*.
3. *Gantt Chart* rencana didapat sesuai dengan *Time Schedule* maka disesuaikan dengan realisasi pelaksanaan di lapangan dengan menggunakan data laporan harian, mingguan dan bulanan serta survey lapangan. Setelah itu didapat *schedule* realisasi di aplikasikan lagi ke *Microsoft Project 2010*, sehingga didapat *Gantt Chart* realisasi.
4. Metode *Resource Leveling* dilakukan dengan menggunakan metode *Trial-and-error approach* pada *Microsoft Project 2010*. Dalam

Microsoft Project 2010 sudah ada fasilitas untuk melakukan *resource leveling* yang dilakukan trial adalah pada batasan maksimum unit jumlah tenaga yang tersedia di *resource sheet*. Dengan mengubah-ubah nilai batasan maksimum kemudian dilakukan *resource leveling* maka akan diperoleh beberapa grafik sumber daya setelah itu dipilih grafik yang ideal.

6.5 Contoh Perhitungan Pengendalian Waktu dan Tenaga Kerja dengan Metode *Resource Leveling* pada Proyek Konstruksi Jalan

Pengendalian waktu dan tenaga kerja yang digunakan studi kasus adalah pada proyek pemeliharaan berkala jalan. Metode *resource leveling* akan digunakan untuk pengendalian waktu dan tenaga kerja pada proyek pemeliharaan berkala jalan Provinsi Denpasar-Sanur. Mulai pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak tanggal 22 Pebruari 2016, rencana penyelesaian proyek adalah 180 hari. Berdasarkan data di lapangan, pelaksanaan proyek seperti pekerjaan galian untuk selokan drainase menggunakan *excavator* dan *dump truck*, pekerjaan galian perkerasan beraspal dengan *cold milling machine* dan masih banyak item pekerjaan pada proyek tersebut menggunakan peralatan. Pengoperasian peralatan tersebut menggunakan tenaga kerja yang mempunyai keahlian khusus dan jumlahnya terbatas. Tenaga ahli atau peralatan terbatas atau pada saat yang sama beberapa proyek membutuhkan tenaga yang sama maka harus dilakukan pengaturan tenaga kerja. Selain itu, pada proyek tersebut penggunaan tenaga mengalami fluktuasi pada minggu ketiga, untuk mencegah terjadinya fluktuasi keperluan tenaga dalam hal ini tukang dan pekerja maka harus dilakukan

Menurut Peraturan Menteri No 13 Tahun 2011 pemeliharaan berkala jalan adalah kegiatan penanganan pencegahan terjadinya kerusakan yang lebih luas dan setiap kerusakan yang diperhitungkan dalam desain agar penurunan pada kondisi jalan dapat dikembalikan pada kondisi kemantapan sesuai rencana.

6.5.1 Ruang Lingkup Pekerjaan

Ruang lingkup pekerjaan berdasarkan kontrak no 602.1/803/BM-DPU sebagai pihak pertama dan kontrak no 001/Con/SJU/II/2016 sebagai pihak kedua adalah sebagai berikut:

1. Umum

Mobilisasi (Administrasi pelaporan, kalibrasi peralatan AMP, kalibrasi peralatan laboratorium, penyiapan stok material, penyiapan peralatan hampar, pengembalian/demobilisasi peralatan lapangan)

2. Drainase

- a. Galian untuk selokan drainase dan saluran air
- b. *Box* tangkapan air (*Precast*)
- c. *Frame* tutup *manhole* (*Precast*)

3. Perkerjaan tanah

- a. Galian Perkerasan beraspal dengan *cold milling machine*
- b. Timbunan biasa dari sumber galian

4. Pekerjaan aspal

- a. Lapis resap pengikat-aspal emulsi
- b. Lapis perekat-aspal emulsi
- c. Laston lapis aus (AC-WC)
- d. Laston lapis antara (AC-BC)

5. Struktur

- a. Beton mutu rendah $f_c' 15$ Mpa
- b. Beton siklop $f_c' 10$ Mpa
- c. Beton mutu rendah $f_c' 10$ Mpa
- d. Baja tulangan U 24 polos
- e. Pembongkaran beton
- f. Penyediaan dan pemasangan box culvert pracetak type 80/80
- g. Penyediaan dan pemasangan box culvert pracetak type 200/200

6. Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor

- a. Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor
- b. Lapis pondasi agregat kelas B untuk pekerjaan minor
- c. Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor
- d. Marka jalan termoplastik
- e. Kerb pracetak jenis 2 (15x30x50)
- f. Kerb pracetak jenis 3 (Type kursi)
- g. Perkerasan blok beton pada trotoar (full warna 20cmx20cm)
- h. Perkerasan tegel/ubin pada trotoar dan median

6.5.2 Perencanaan Volume dan Durasi Pelaksanaan Pekerjaan

Perencanaan durasi pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *time schedule* proyek dapat dilihat pada tabel 6.1 di bawah ini:

Tabel 6.1 Durasi Pelaksanaan Pekerjaan pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Durasi (hari)
1	Umum Mobilisasi	1 ls	63
2	Drainase a. Galian untuk selokan drainase dan saluran air b. <i>Box</i> tangkapan air (<i>Precast</i>) c. <i>Frame</i> tutup <i>manhole</i> (<i>Precast</i>)	360 m ³ 507 bh 507 bh	21 56 56
3	Perkerjaan tanah a. Galian Perkeran beraspal dengan <i>cold milling machine</i> b. Timbunan biasa dari sumber galian	175,65 m ³ 335 m ³	49 7
4	Pekerjaan aspal a. Lapis resap pengikat-aspal emulsi b. Lapis perekat-aspal emulsi c. Laston lapis aus (AC-WC) d. Laston lapis antara (AC-BC)	3500 liter 9049,82 liter 1425,16 liter 2019,84 liter	49 36 21 21
5	Struktur a. Beton mutu rendah fc'15 Mpa b. Beton siklop fc'10Mpa c. Beton mutu rendah fc'10 Mpa d. Baja tulangan U 24 polos e. Pembongkaran beton	229,76 m ³ 1643 m ³ 60,8 m ³ 23040 kg 20 m ³	63 56 56 28 7

	f. Penyediaan dan pemasangan box culvert pracetak type 80/80	10 m ³	14
	g. Penyediaan dan pemasangan box culvert pracetak type 200/200	10 m ³	14
6	Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor		
	a. Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor	36 m ³	49
	b. Lapis pondasi agregat kelas B untuk pekerjaan minor	36 m ³	49
	c. Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor	16 m ³	49
	d. Marka jalan termoplastik	470 m ³	7
	e. Kerb pracetak jenis 2 (15x30x50)	1520 m ³	42
	f. Kerb pracetak jenis 3 (Type kursi)	1520 m ³	49
	g. Perkerasan blok beton pada trotoar (full warna 20cmx20cm)	2107,52 m ²	56
	h. Perkerasan tegel/ubin pada trotoar dan median	790,32 m ²	36

(Sumber: Data Kontraktor 2016)

6.5.3 Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja berdasarkan Volume Pekerjaan

Aktivitas pekerjaan banyak menggunakan alat-alat berat maka banyak sumber daya yang digunakan adalah tenaga terampil/yang mempunyai keahlian khusus. Ketersediaan tenaga kerja terbatas dan keterbatasan penggunaan alat berat sangat berpengaruh terhadap pelaksanaan proyek. Peralatan-peralatan yang digunakan pada proyek tersebut adalah *asphalt finisher, asphalt sprayer, compressor, concrete mixer, excavator, tandem roller, tire roller, water tanker, pedestrian roller, tamper dan cold milling machine*. Tenaga kerja harian yang tersedia diatur dalam pembagian pekerjaan menurut kebutuhan kegiatan pekerjaan yang direncanakan.

Item pekerjaan yang dianalisis disesuaikan dengan perubahan-perubahan yang sudah mendapat persetujuan dari *Owner, Konsultan Perencana, Pengawas dan Kontraktor*. Perhitungan kebutuhan tenaga kerja pada tiap pekerjaan. Volume dan analisa harga satuan berdasarkan data Kontraktor. Misalnya di bawah ini adalah contoh perhitungan pada pekerjaan beton siklop $f'c=15$ Mpa.

Volume pekerjaan = 1643 m³

Koefisien analisa harga satuan tukang = 0,6827 jam

Koefisien analisa harga satuan pekerja = 8,1928 jam

Durasi pekerjaan = 56 hari = 56 x 7 jam kerja = 392 jam kerja

Maka untuk pekerjaan beton siklop f'c = 15 Mpa dengan volume pekerjaan = 1643 m³ kebutuhan tenaga kerjanya adalah

Tukang = 0,6827 x 1643 = 1121,68 per jam

Pekerja = 8,1928 x 1643 = 13460,8 per jam

Jadi kebutuhan tenaga kerja per hari adalah

Tukang = 1121,68 /392 = 2,86 ≈ 3 tukang / hari

Pekerja = 13460,8/392 = 34,3387 ≈ 35 pekerja / hari

Perhitungan jumlah kebutuhan tenaga untuk pekerjaan-pekerjaan lainnya

terdapat pada tabel 6.2 di bawah ini:

Tabel 6.2: Kebutuhan Tenaga Kerja Pekerja dan Tukang pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi

No	Item pekerjaan	Volume	Koefisien Pekerja	Tukang	Durasi hari	jam	Jumlah Pekerja(P)	Jumlah Tukang(T)	P	T
1	Mobilisasi	ls							5	
2	Galian untuk selokan drainase atau saluran air	360	0,8		21	147	288		2	
3	Galian perkerasan beraspal dengan cold milling	175,65	2,4		56	392	421,56		2	
4	Lapis resap pengikat aspal emulsi	3500	0,21		42	294	735		3	
5	Lapis perekat aspal emulsi	9049,8	0,21		42	294	1900,4622		6	
6	Laston lapis aus (AC-WC)	1425,2	0,4008		21	147	571,20413		4	
7	Laston lapis antara (AC BC)	2019,8	0,4008		21	147	809,55187		6	

8	Beton mutu rendah f'c=15Mpa	229,76	1,2639	0,9639	63	441	290,39366	221,46566	1	1
9	Beton siklop f'c=15Mpa	1643	8,1928	0,6827	56	392	13460,77	1121,6761	35	3
10	Beton mutu rendah f'c=10 Mpa	60	1,3655	1,3655	56	392	81,93	81,93	1	1
11	Baja tulangan U24 polos	23040	0,084	0,028	28	196	1935,36	645,12	10	4
12	Pembongkaran beton	20	12,5		7	49	250	0	6	
13	Penyediaan dan pemasangan box culvert type 80/80	10	5,6	1,4	14	98	56	14	1	1
14	Penyediaan dan pemasangan box culvert type 200/200	10	5,6	1,4	14	98	56	14	1	1
16	Pondasi agregat kls B untuk pekerjaan minor	36	0,1063		49	343	3,8268	0	1	
18	Marka jalan termoplastik	470	0,6	0,225	7	49	282	105,75	6	3
19	Kerb pracetak jenis 2	1520	0,52	0,21	42	294	790,4	319,2	3	2
20	Kerb pracetak jenis 2	1520	0,52	0,21	49	343	790,4	319,2	3	1
21	Perkerasan blok beton pada trotoar dan median	2107,52	0,23	0,93	56	448	484,7296	1959,9936	2	5
22	Tegel ubin pada trotoar	790,32	2,25	0,75	42	336	1778,22	592,74	6	2

Sumber: Hasil Perhitungan 2016

6.5.4 Gantt Chart dengan Program Microsoft Project

6.5.4.1 Gantt Chart Rencana

Kegiatan yang dilakukan pertama kali dalam pengoperasian program *Microsoft Project 2010* adalah dengan cara memilih *Project*, *Project Information*. Hal ini perlu dilakukan pada saat awal proyek, menentukan tanggal proyek. Pengisian kolom *task name* atau nama pekerjaan, bisa dilakukan dengan

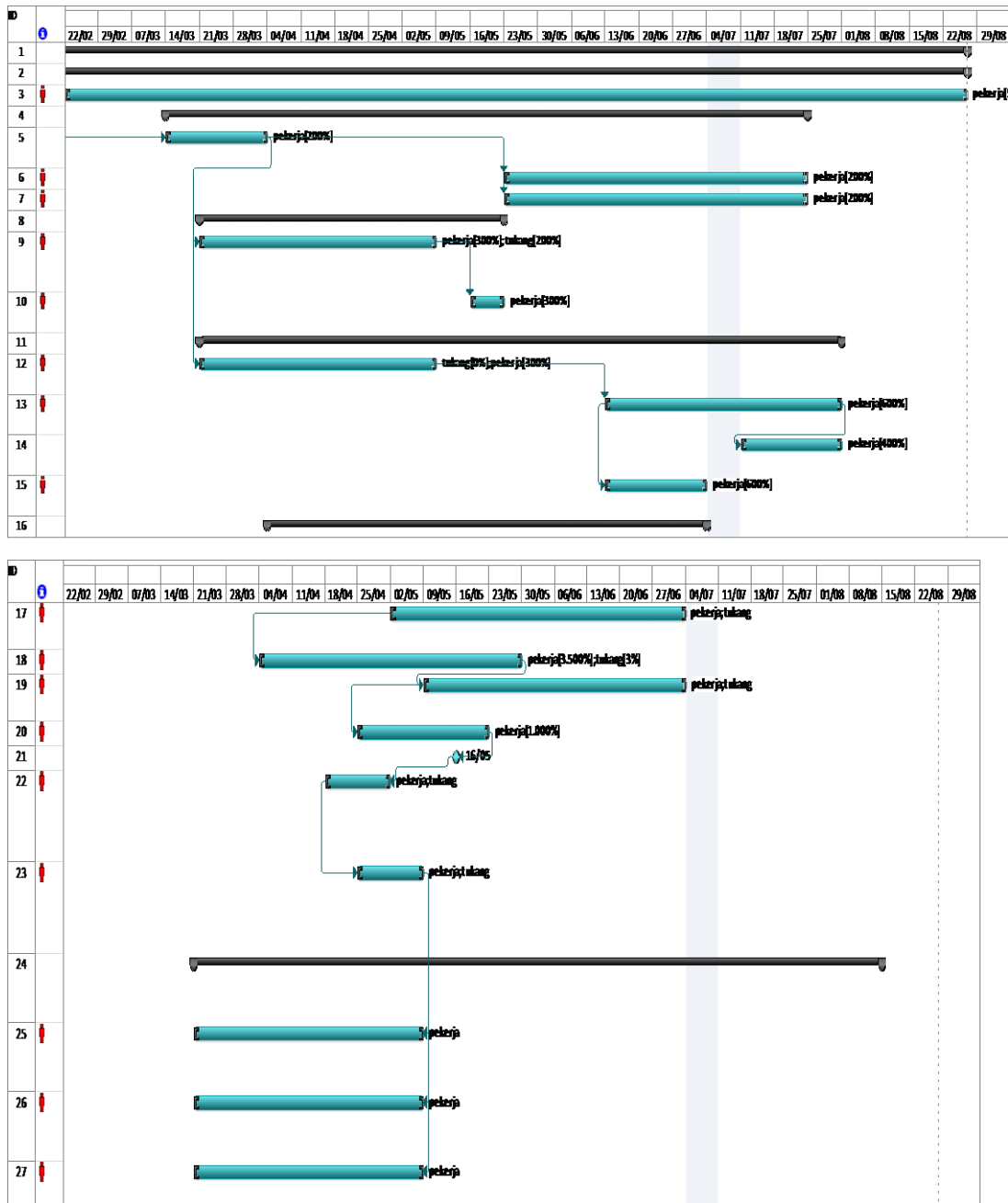
mengetikkan langsung ke dalam kolom yang telah disediakan. Urutan pekerjaan berdasarkan *time schedule* pelaksanaan proyek dengan cara memilih menu *Task*, *Gantt Chart*. Seperti tampilan pada tabel 6.3 di bawah ini:

Tabel 6.3: Durasi dan Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja Proyek

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
Start	180 days	Mon 22/02/16	Fri 26/08/16		
Divisi 1. Umum	180 days	Mon 22/02/16	Fri 26/08/16		
Mobilisasi	180 days	Mon 22/02/16	Fri 26/08/16		pekerja[500%]
Divisi 2. Drainase	126 days	Mon 14/03/16	Sun 24/07/16		
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	21 days	Mon 14/03/16	Sun 03/04/16	3SS+21 days	pekerja[200%]
Box tangkapan air	56 days	Mon 23/05/16	Sun 24/07/16	5FS+49 days	pekerja[200%]
Frame tutup manhole	56 days	Mon 23/05/16	Sun 24/07/16	5FS+49 days	pekerja[200%]
Divisi 3. Pekerjaan tanah	63 days	Mon 21/03/16	Sun 22/05/16		
Galian perkerasan beraspal dengan cold milling mschine	49 days	Mon 21/03/16	Sun 08/05/16	5FS-14 days	pekerja[300%];tukang[200%]
Timbunan biasa dari sumber galian	7 days	Mon 16/05/16	Sun 22/05/16	9FS+7 days	pekerja[300%]
Divisi 3 Pekerjaan aspal	126 days	Mon 21/03/16	Sun 31/07/16		
Lapis resap pengikat-aspal emulsi	49 days	Mon 21/03/16	Sun 08/05/16	5FS-14 days	tukang[0%];pekerja[300%]
lapis perekat-aspal emulsi	42 days	Mon 13/06/16	Sun 31/07/16	12FS+35 days	pekerja[600%]
Laston lapis aus (AC-WC)	21 days	Mon 11/07/16	Sun 31/07/16	13FS-21 days	pekerja[400%]
Laston lapis antara (AC-BC)	21 days	Mon 13/06/16	Sun 03/07/16	13SS	pekerja[600%]
Divisi 4. Struktur	91 days	Mon	Sun		

		04/04/16	03/07/16		
Beton mutu rendah fc'15 Mpa	63 days	Mon 02/05/16	Sun 03/07/16	12FS-7 days	pekerja;tukang
Beton siklop fc' 10Mpa	56 days	Mon 04/04/16	Sun 29/05/16	17SS-28 days	pekerja[3.500%];tukang[3%]
Beton mutu rendah fc' 10Mpa	56 days	Mon 09/05/16	Sun 03/07/16	18FS-21 days	pekerja;tukang
Baja Tulangan U24 polos	28 days	Mon 25/04/16	Sun 22/05/16	19SS-14 days	pekerja[1.000%]
Pembongkaran beton	0 days	Mon 16/05/16	Mon 16/05/16	20FF	tukang[0%];pekerja[600%]
Penyediaan dan pemasangan box culvert pracetak tipe 80/80	14 days	Mon 18/04/16	Sun 01/05/16	21SF-14 days	pekerja;tukang
Penyediaan dan pemasangan box culvert pracetak tipe 200/200	14 days	Mon 25/04/16	Sun 08/05/16	22SS+7 days	pekerja;tukang
Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor	49 days	Mon 21/03/16	Sun 08/05/16	23FF	pekerja
Lapis pondasi agregat kelas B untuk pekerjaan minor	49 days	Mon 21/03/16	Sun 08/05/16	23FF	pekerja
Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor	49 days	Mon 21/03/16	Sun 08/05/16	23FF	pekerja
Marka jalan untuk termoplastik	7 days	Mon 08/08/16	Sun 14/08/16	13FS+7 days	pekerja[600%]
Kerb pracetak jenis 2(15x30x50)	42 days	Mon 09/05/16	Sun 19/06/16	27	tukang[300%];pekerja[200%]
Kerb pracetak jenis 3(Type kursi))	49 days	Mon 16/05/16	Sun 03/07/16	29SS+7 days	pekerja[300%]
Perkerasan blok beton pada trotoar(full warna 20 cmx20cm)	56 days	Mon 09/05/16	Sun 03/07/16	30SS-7 days	tukang[500%];pekerja[200%]
Perkerasan tegel /ubin pada trotoar dan median	42 days	Mon 23/05/16	Sun 03/07/16	31SS+14 days	pekerja[600%];tukang[200%]

Sumber: Output Project 2010



Gambar 6.1 : Gantt Chart Rencana

Berdasarkan tabel 6.3 dan gambar 6.1 di atas durasi pekerjaan disesuaikan dengan *time schedule* dengan perencanaan penyelesaian proyek 180 hari, mulai

proyek tanggal 22 Pebruari 2016, selesai proyek tanggal 26 Agustus 2016. Pada kolom *task mode* merupakan kolom otomatis yang muncul setelah mengisi kolom *task name* dan *duration*, *task name* merupakan kolom nama pekerjaan, *duration* adalah kolom durasi proyek, *start* adalah kolom tanggal mulainya pekerjaan, *finish* adalah kolom tanggal selesainya proyek, dan *predecessor* adalah pekerjaan pendahulu. Misalnya pada pekerjaan galian selokan drainase dan saluran air dengan durasi 21 hari, mulai hari senin tanggal 14 Maret 2016 dan selesai hari minggu tanggal 3 April 2016. Sedangkan yang merupakan *predecessor* adalah mobilisasi. Pekerjaan galian selokan drainase dan saluran mulai, setelah mobilisasi mulai 21 hari sehingga muncul 3SS+21 *days*. Sedangkan kolom *resource name* adalah jumlah kebutuhan tenaga kerja dalam bentuk persen, misalnya pekerja berjumlah 6 orang maka pada tabel di atas dituliskan 600%.

6.5.4.2 Gantt Chart Realisasi

Data-data yang digunakan dalam penyusunan *Gantt Chart* berdasarkan laporan harian , mingguan dan bulanan. Dapat dilihat pada tabel 6.4 di bawah ini.

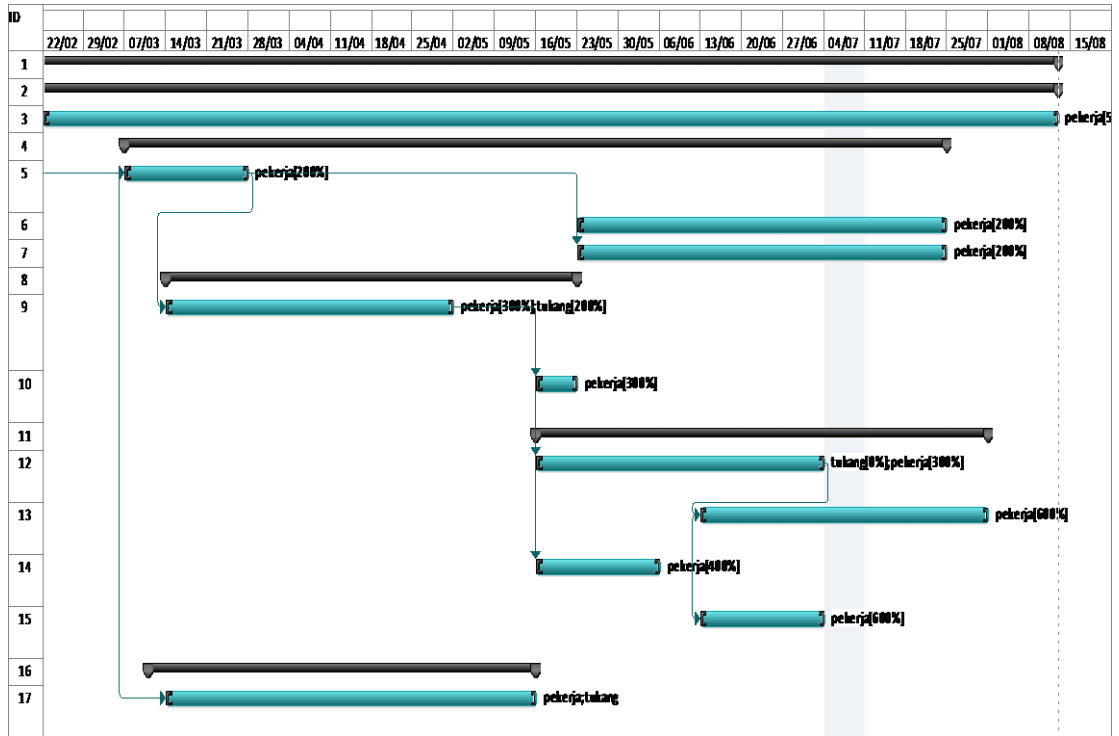
Tabel 6.4 Durasi Pelaksanaan Proyek

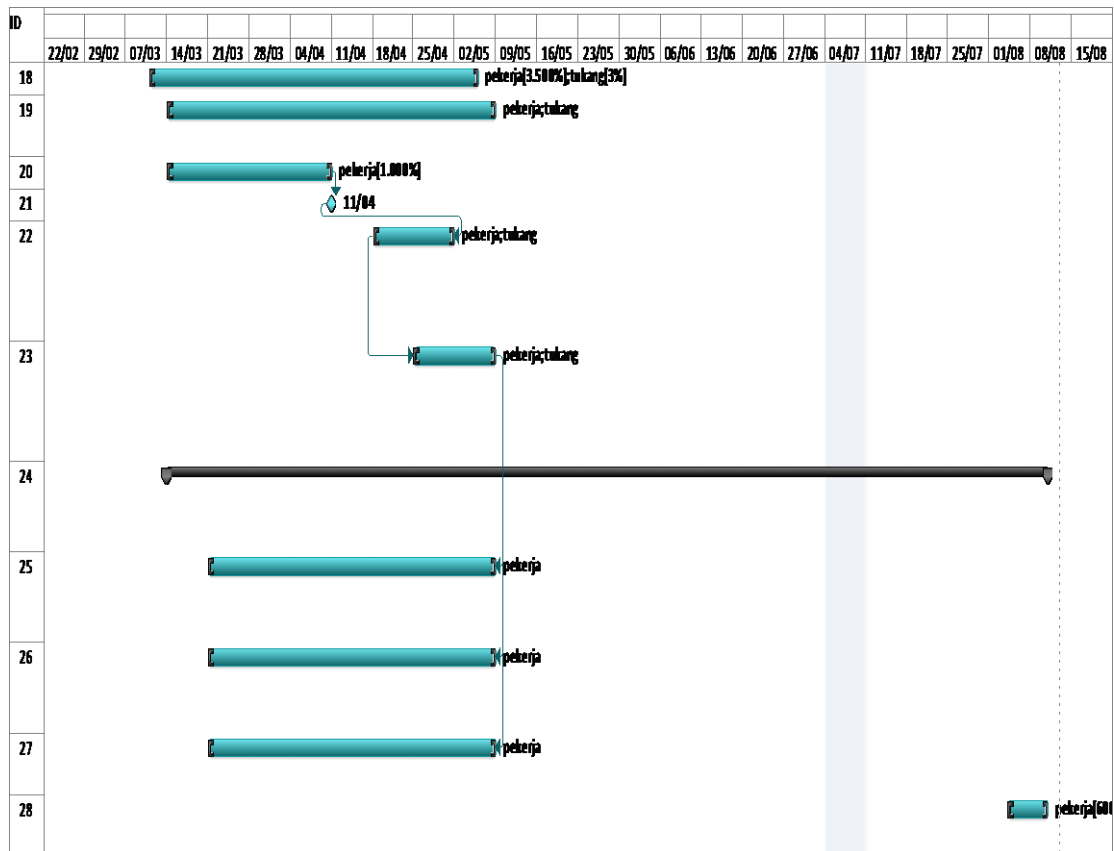
Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
Start	166 days	Mon 22/02/16	Fri 12/08/16		
Divisi 1. Umum	166 days	Mon 22/02/16	Fri 12/08/16		
Mobilisasi	166 days	Mon 22/02/16	Fri 12/08/16		pekerja[500%]
Divisi 2. Drainase	133 days	Mon 07/03/16	Sun 24/07/16		
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	21 days	Mon 07/03/16	Sun 27/03/16	3SS+14 days	pekerja[200%]
Box tangkapan air	56 days	Mon 23/05/16	Sun 24/07/16		pekerja[200%]
Frame tutup manhole	56 days	Mon 23/05/16	Sun 24/07/16	5FS+49 days	pekerja[200%]

Divisi 3. Pekerjaan tanah	70 days	Mon 14/03/16	Sun 22/05/16		
Galian perkerasan beraspal dengan cold milling mschine	49 days	Mon 14/03/16	Sun 01/05/16	5FS-14 days	pekerja[300%];tukang[200%]
Timbunan biasa dari sumber galian	7 days	Mon 16/05/16	Sun 22/05/16	9FS+7 days	pekerja[300%]
Divisi 3 Pekerjaan aspal	70 days	Mon 16/05/16	Sun 31/07/16		
Lapis resap pengikat-aspal emulsi	49 days	Mon 16/05/16	Sun 03/07/16	9FS+14 days	tukang[0%];pekerja[300%]
lapis perekat-aspal emulsi	42 days	Mon 13/06/16	Sun 31/07/16	12FS+35 days	pekerja[600%]
Laston lapis aus (AC-WC)	21 days	Mon 16/05/16	Sun 05/06/16	9FS+14 days	pekerja[400%]
Laston lapis antara (AC-BC)	21 days	Mon 13/06/16	Sun 03/07/16	13SS	pekerja[600%]
Divisi 4. Struktur	66 days	Fri 11/03/16	Sun 15/05/16		
Beton mutu rendah fc'15 Mpa	63 days	Mon 14/03/16	Sun 15/05/16	5SS+7 days	pekerja;tukang
Beton siklop fc' 10Mpa	56 days	Fri 11/03/16	Thu 05/05/16	5SS+4 days	pekerja[3.500%];tukang[3%]
Beton mutu rendah fc' 10Mpa	56 days	Mon 14/03/16	Sun 08/05/16	5SS+7 days	pekerja;tukang
Baja Tulangan U24 polos	28 days	Mon 14/03/16	Sun 10/04/16	5SS+7 days	pekerja[1.000%]
Pembongkaran beton	0 days	Mon 11/04/16	Mon 11/04/16	20	tukang[0%];pekerja[600%]
Penyediaan dan pemasangan box culvert	14 days	Mon 18/04/16	Sun 01/05/16	21SF-14 days	pekerja;tukang

pracetak tipe 80/80					
Penyediaan dan pemasangan box culvert pracetak tipe 200/200	14 days	Mon 25/04/16	Sun 08/05/16	22SS+7 days	pekerja;tukang
Divisi 5. Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor	143 days	Mon 14/03/16	Wed 10/08/16		
Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor	49 days	Mon 21/03/16	Sun 08/05/16	23FF	Pekerja
Lapis pondasi agregat kelas B untuk pekerjaan minor	49 days	Mon 21/03/16	Sun 08/05/16	23FF	Pekerja
Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor	49 days	Mon 21/03/16	Sun 08/05/16	23FF	Pekerja
Marka jalan untuk termoplastik	7 days	Thu 04/08/16	Wed 10/08/16	13FS+3 days	pekerja[600%]
Kerb pracetak jenis 2(15x30x50)	42 days	Mon 14/03/16	Sun 24/04/16	5SS+7 days	tukang[300%];pekerja[200%]
Kerb pracetak jenis 3(Type kursi))	49 days	Mon 14/03/16	Sun 01/05/16	5SS+7 days	pekerja[300%]
Perkerasan blok beton pada trotoar(full warna 20 cmx20cm)	56 days	Mon 14/03/16	Sun 08/05/16	5SS+7 days	tukang[500%];pekerja[200%]
Perkerasan tegel /ubin pada trotoar dan median	42 days	Mon 21/03/16	Sun 01/05/16	31SS+7 days	pekerja[600%];tukang[200%]

(Sumber: Data Kontraktor 2016)





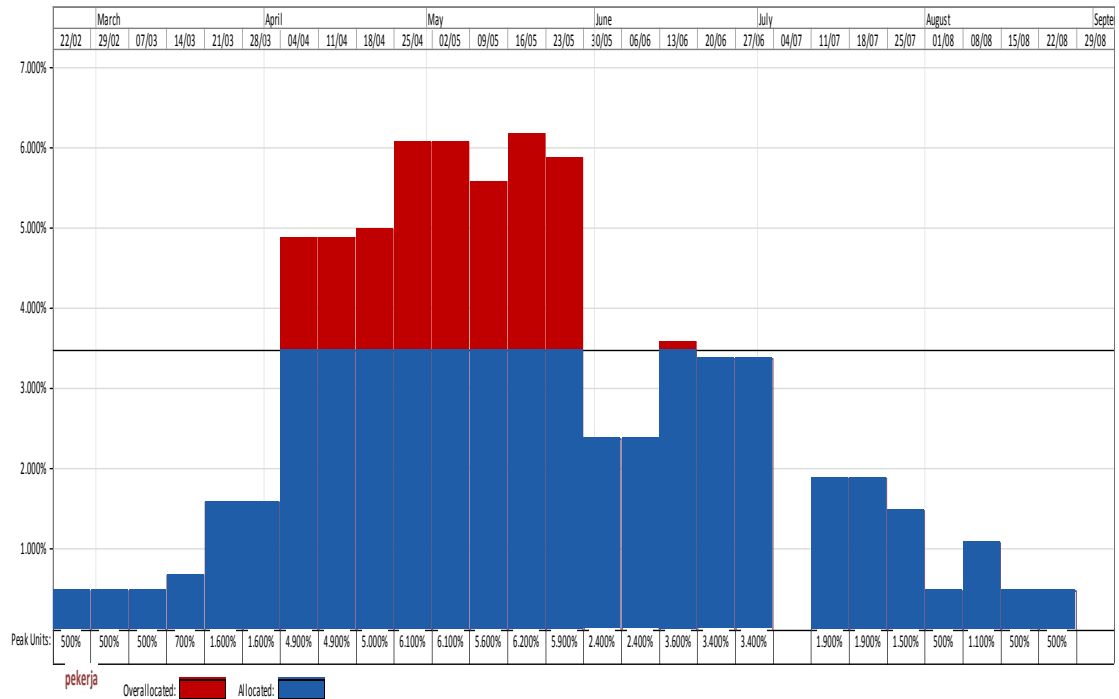
Gambar 6.2 : *Gantt Chart* Realisasi
(Sumber: *Schedule* Realisasi Kontraktor

Berdasarkan tabel 6.4 dan gambar 6.2 di atas durasi penyelesaian proyek 166 hari, dari mulai tanggal 22 Pebruari 2016 dan selesai tanggal 12 Agustus 2016. Jadi ada selisih durasi antara perencanaan dengan realisasi 14 hari. Hal ini disebabkan karena tanggal mulai proyek pada pekerjaan-pekerjaan tersebut mengalami kemajuan. Misalnya pada pekerjaan galian selokan drainase dan saluran air, berdasarkan rencana mulai pekerjaan tanggal 14 Maret 2016 dan selesai tanggal 3 April 2016. Sedangkan realisasi di lapangan pekerjaan tersebut dimajukan menjadi tanggal 7 Maret 2016 dan selesai tanggal 27 Maret 2016, dengan durasi yang sama yaitu 21 hari.

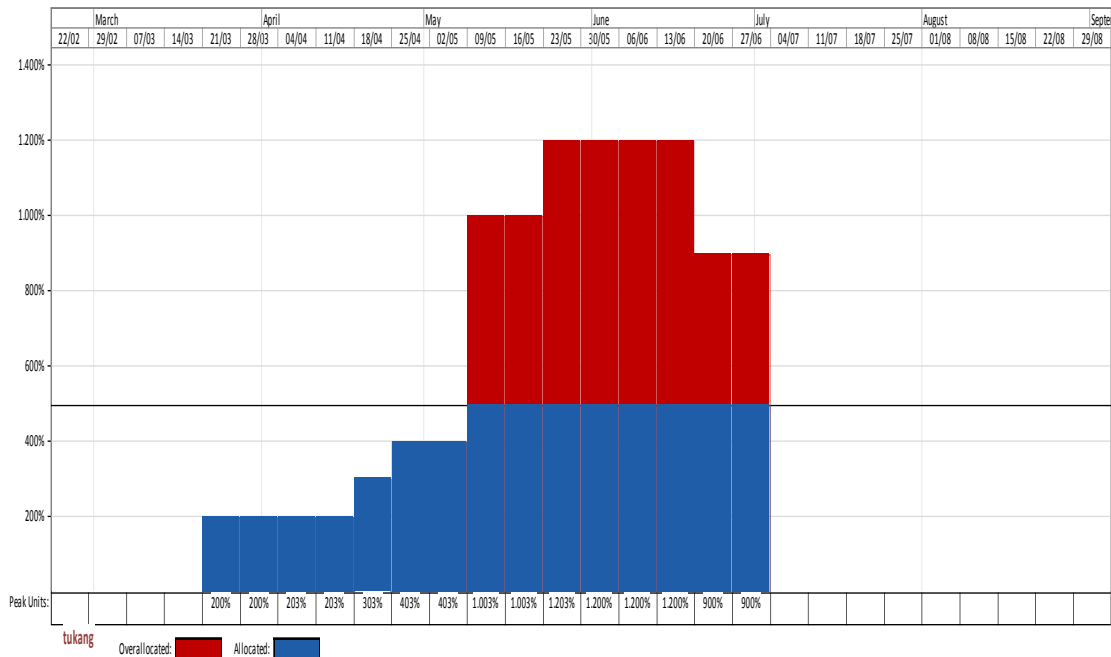
6.5.5 *Resource Graph*

6.5.5.1 *Resource Graph* Rencana

Microsoft Project menyediakan laporan dalam bentuk grafik. Fasilitas laporan dalam bentuk grafik ini, disediakan pada bagian 'task> Resource graph'. Resource graph yang disediakan untuk menampilkan laporan dalam bentuk grafik yang menggambarkan kebutuhan tenaga kerja setiap hari selama waktu pelaksanaan proyek.



Gambar 6.3: Resorce Graph Rencana pada Pekerja



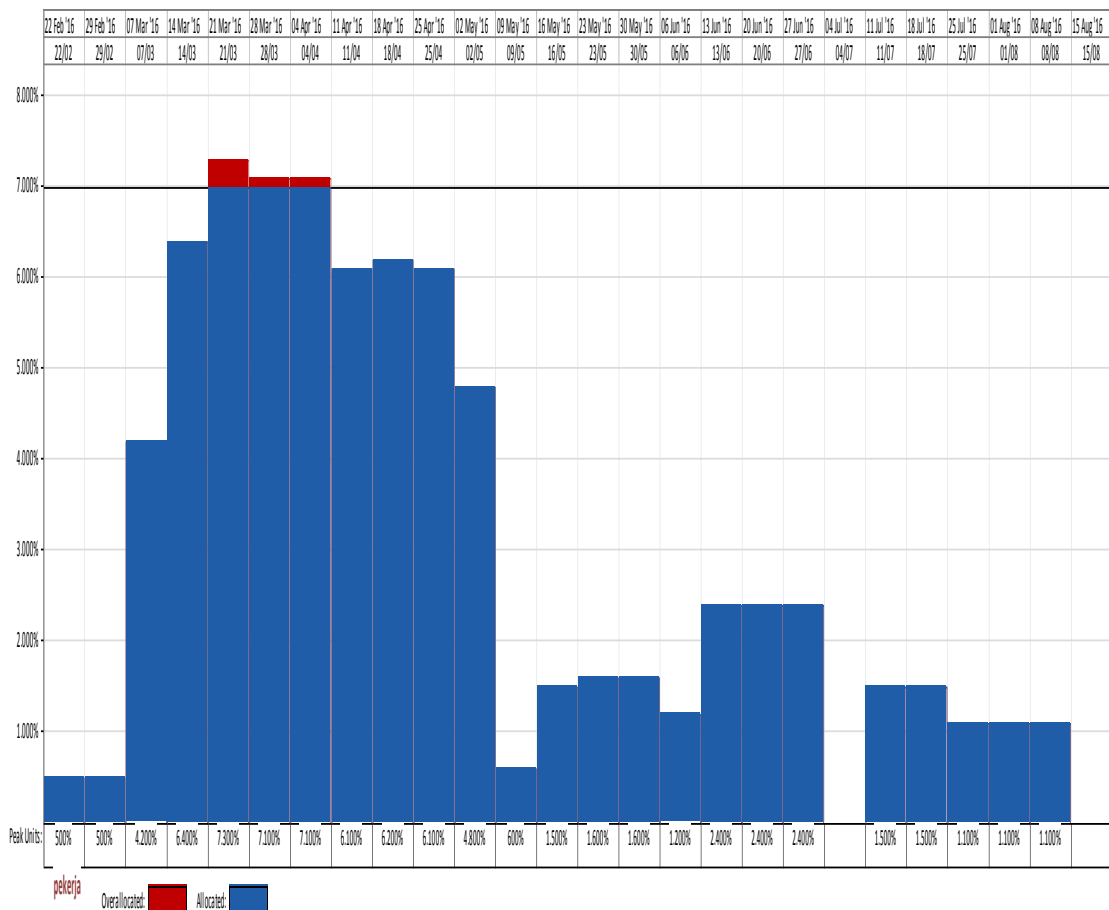
Gambar 6.4 : *Resource Graph* Rencana pada Tukang

Berdasarkan gambar 6.3, jumlah pekerja maksimum yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan pekerja maksimum pada pekerjaan beton siklop f^c 15 Mpa adalah 35 orang. Tetapi setelah diolah datanya maka terjadi *overlocated* dan fluktuasi pada minggu kelima dari tanggal 21 maret 2016 sampai dengan tanggal 3 April 2016 kebutuhan pekerja 18 orang, tetapi pada minggu ketujuh tanggal 4 April 2016 mengalami fluktuasi (kenaikan tajam jumlah pekerja) dari 18 orang menjadi 49 orang. Pada minggu keempat belas tanggal 23 mei 2016 terjadi fluktuasi lagi (penurunan tajam jumlah pekerja) dari 59 orang menjadi 24 orang. Sedangkan kebutuhan tukang berdasarkan gambar 6.4 dapat dijelaskan bahwa kebutuhan maksimum adalah 5 orang . Setelah diolah datanya terjadi *overlocated* dan fluktuasi (kenaikan jumlah tukang) dari tanggal 2 Mei 2016 jumlahnya 4 orang pada tanggal 9 mei 2016 menjadi 10 orang dan tanggal 3 juli 2016 sampai 12 orang. Maka berdasarkan data grafik sumber daya yang diperoleh maka diperlukan perataan tenaga kerja (*resource leveling*). Jumlah jam kerja rencana untuk pekerja 40.912 jam dan tukang 5.893,43 jam. Data awal yang dimasukkan yaitu data awal proyek, data aktivitas pada proyek, durasi, hubungan antar

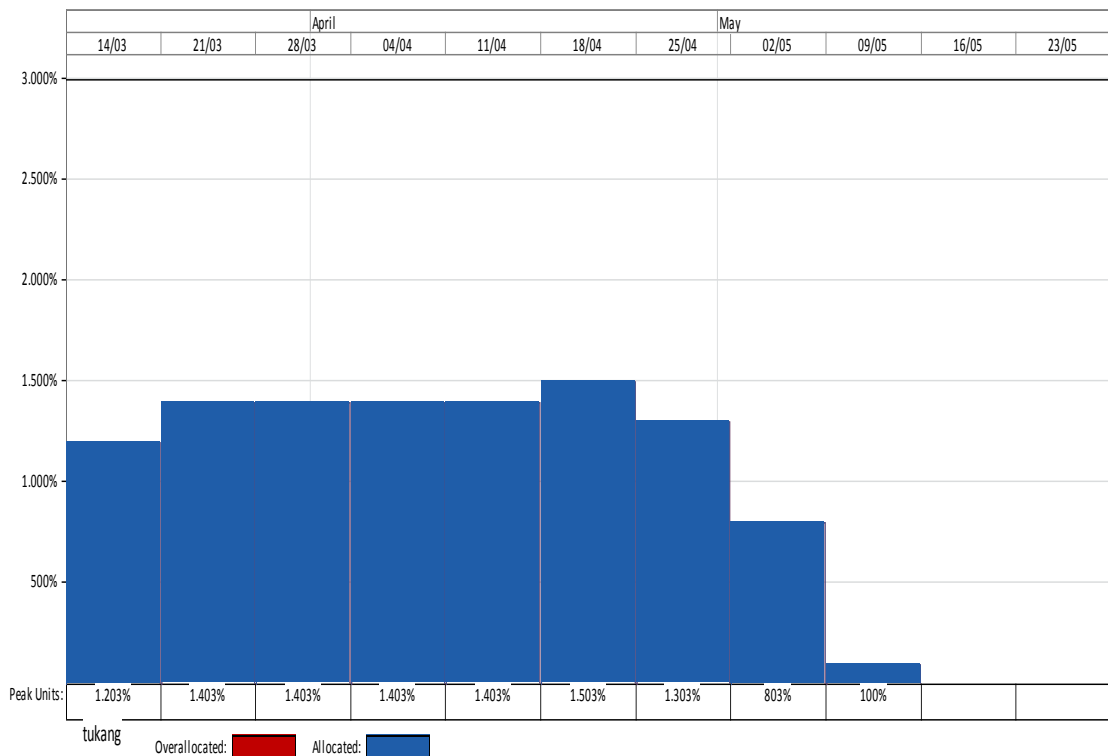
pekerjaan dan kebutuhan sumber daya tenaga kerja menyebabkan jumlah maksimum sumber daya tenaga kerja seperti pekerja dan tukang menjadi berubah-ubah.

6.5.5.2 Resource Graph Realisasi

Proses leveling diadakan berdasarkan realisasi yaitu setelah adanya perubahan-perubahan jadwal mulainya aktivitas pekerjaan. Berdasarkan realisasi penyelesaian proyek 166 hari. Sesuai dengan laporan harian, mingguan dan bulanan dari Kontraktor maka pada penyusunan *resource sheet* digunakan tenaga pekerja maksimum 70 orang dan tukang 30 orang. Berdasarkan data tersebut maka gambar *resource graph* realisasi pekerja dan tukang dapat dilihat pada gambar 6.5 dan 6.6



Gambar 6.5: Resource Graph Realisasi pada Pekerja



Gambar 6.6: *Resource Graph* Realisasi pada Tukang

Berdasarkan gambar 6.5, proses leveling dilakukan pada pekerja karena pada pekerja maksimum unitnya 70 orang masih terjadi *overlocated* dan terjadi fluktuasi. *Overlocated* pada minggu kelima dari tanggal 21 Maret 2016 73 orang sampai minggu keenam menjadi 71 orang. Fluktuasi (kenaikan yang tajam jumlah pekerja) terjadi pada minggu kedua jumlah 5 orang menjadi 42 orang pada minggu ketiga tanggal 14 maret 2016, 64 orang pada minggu keempat tanggal 14 Maret 2016. Fluktuasi (penurunan yang tajam jumlah pekerja) terjadi pada minggu kesebelas tanggal 9 Mei 2016 dari 48 orang menjadi 6 orang .Sedangkan pada tukang berdasarkan gambar 6.6, maksimum unitnya 30 orang tidak terjadi *overlocated* dan masih sedikit mengalami fluktuasi tetapi tetap dilakukan proses leveling.

Sebelum dilakukan proses leveling jumlah kebutuhan tenaga pada minggu kelima, keenam dan ketujuh terjadi *overlocated* dengan maksimum unit tenaga

pekerja 70 orang menjadi 73. Sedangkan jumlah kebutuhan tenaga pekerja dari minggu ke minggu berikutnya mengalami fluktuasi. Jumlah jam kerja sampai proyek selesai untuk pekerja 40.352 jam sedangkan tukang 5.893,43 jam. Jumlah kebutuhan tenaga sebelum proses leveling dapat dilihat pada tabel 6.5 di bawah ini:

Tabel 6.5 Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja Sebelum Proses Leveling

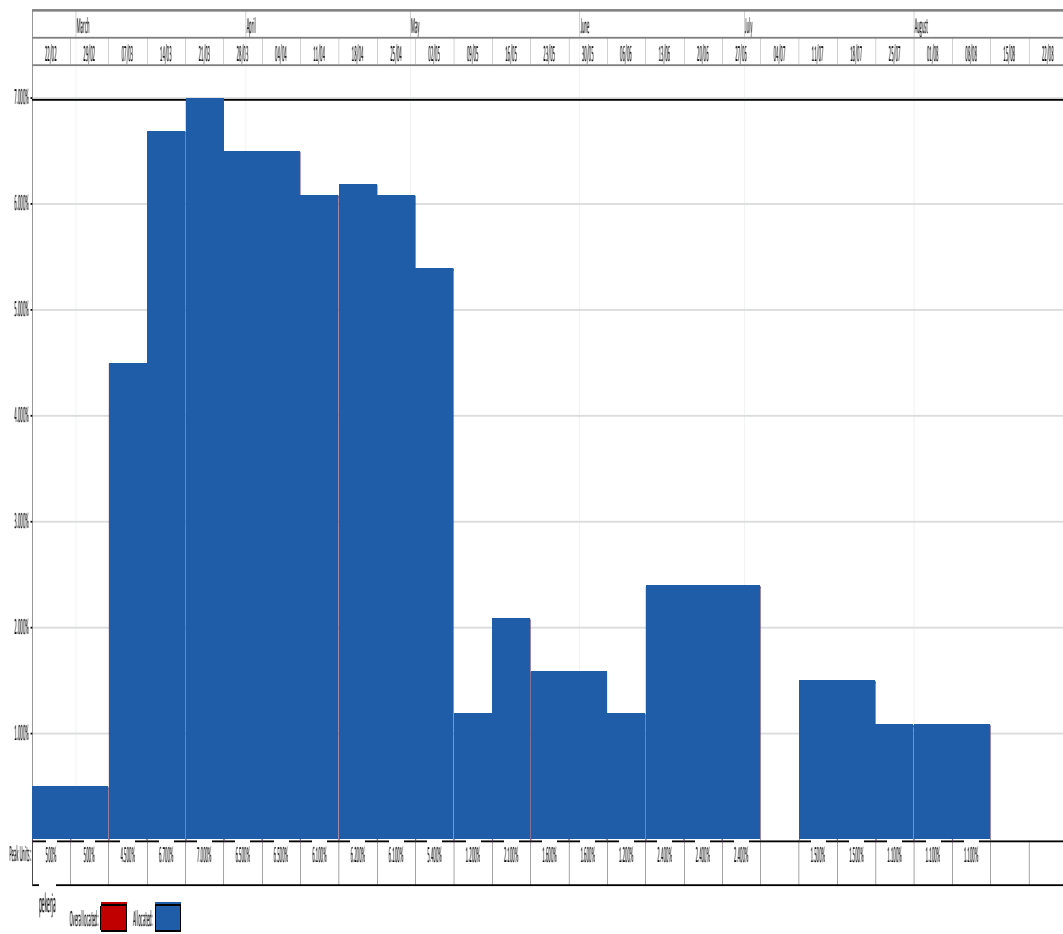
Minggu ke	Pekerja	Tukang
1	5	
2	5	
3	42	
4	64	12
5	73	14
6	71	14
7	71	14
8	71	14
9	61	15
10	62	13
11	61	8
12	48	1
13	6	
14	15	
15	16	
16	16	
17	12	
18	24	
19	24	
20	24	
21	15	

22	15	
23	11	
24	11	
Total	823	105

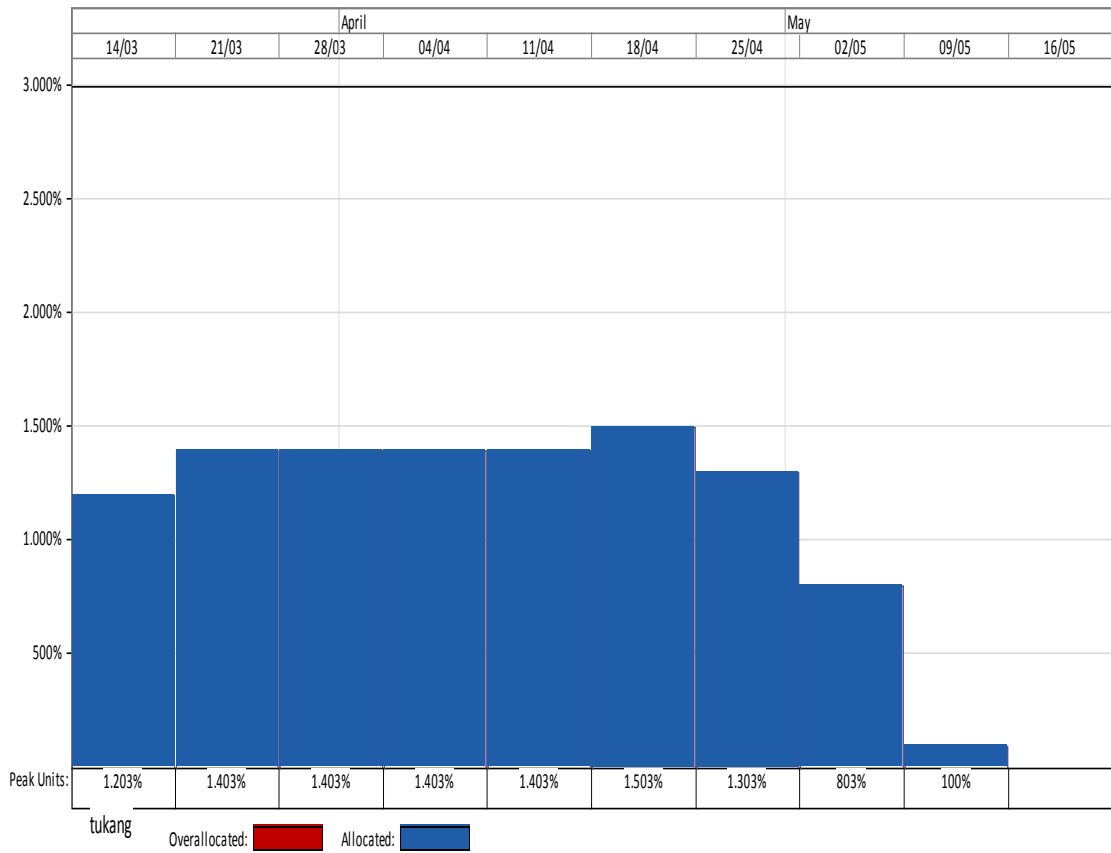
Sumber: Hasil Perhitungan 2016

6.5.6 Leveling Resource

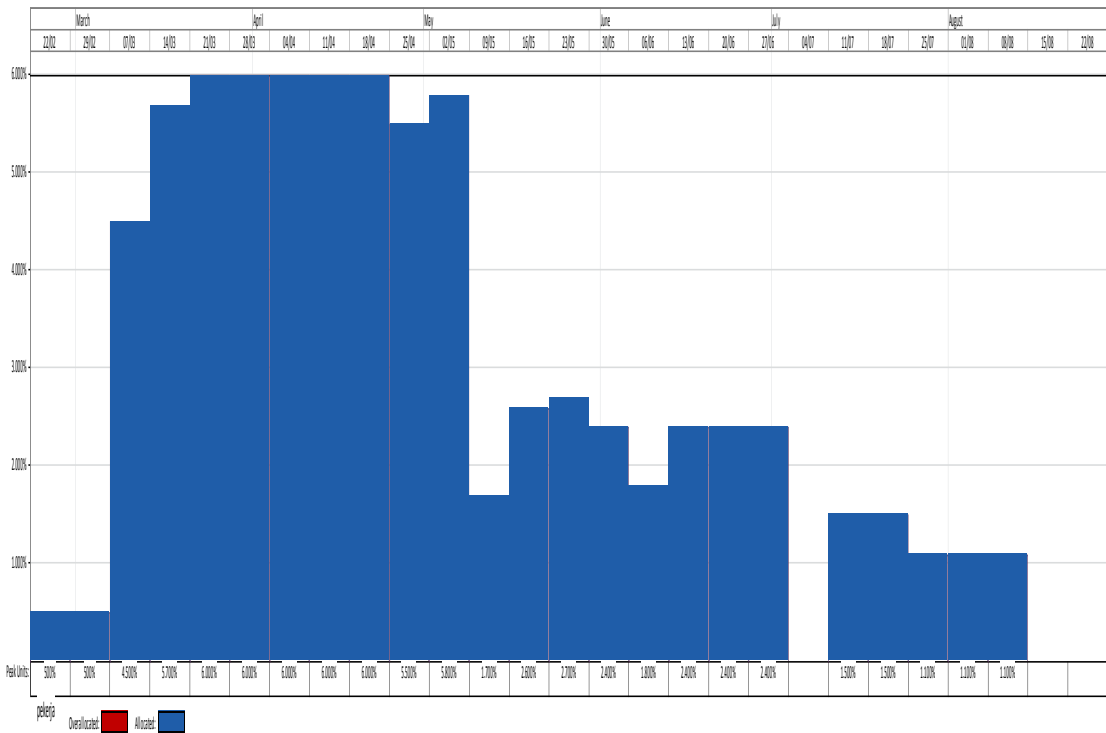
Proses leveling pada *Microsoft Project* adalah dengan metode *trial-and-error approach*. Proses leveling sumber daya dilakukan dengan mengubah batas maksimum penggunaan tenaga kerja yang ada pada *resource sheet*, dengan memilih bagian *max-unit*. Pada *max-unit* dilakukan perubahan secara bertahap sehingga yang dapat dilakukan leveling karena masih mengalami *overlocated* dan fluktuasi. Proses leveling sumber daya pada *Microsoft Project 2010* dapat dilakukan dengan memilih menu *resource >level resource* dan dapat dilihat pada gambar 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 4.11, 6.12 di bawah ini:



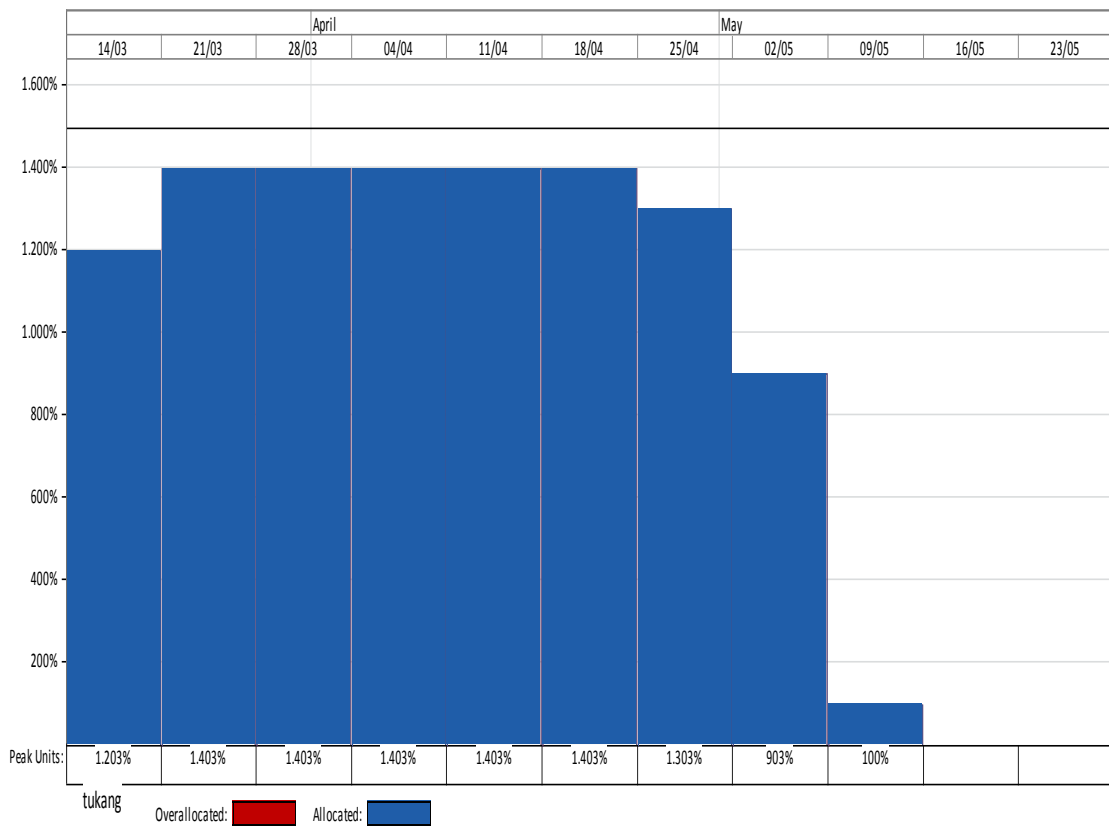
Gambar 6.7: Resource Graph Leveling Pertama pada Pekerja



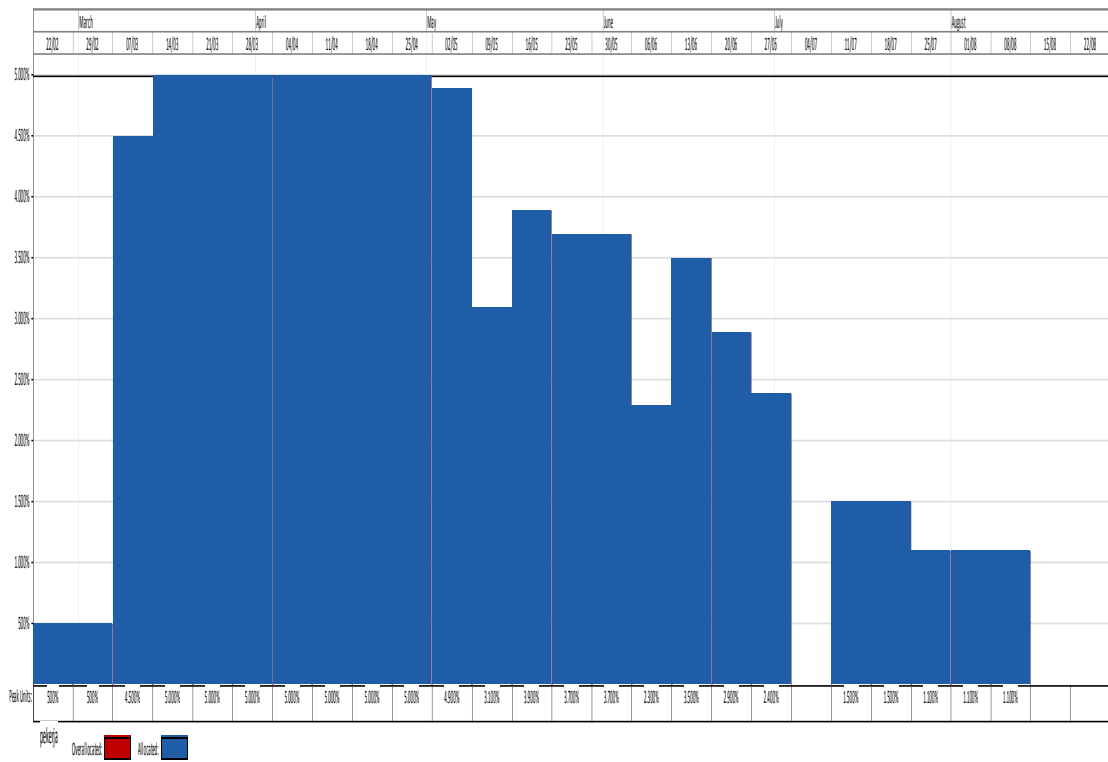
Gambar 6.8: Resource Graph Leveling Pertama pada Tukang



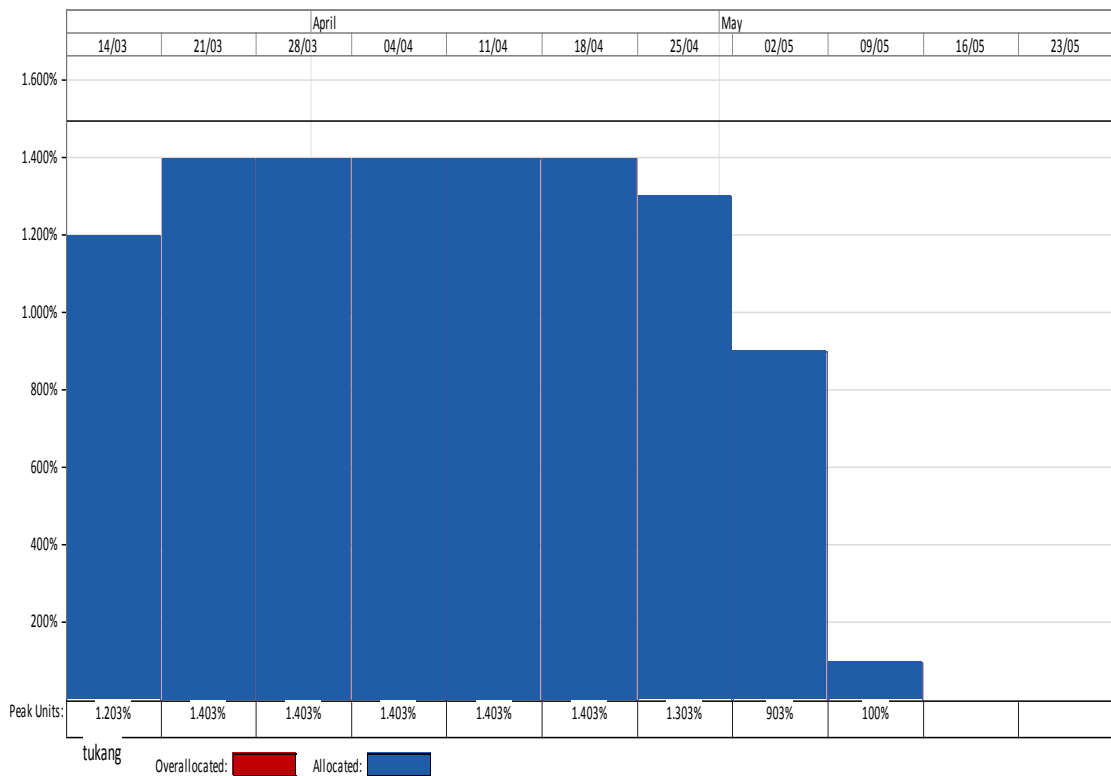
Gambar 6.9: Resource Graph Leveling Kedua pada Pekerja



Gambar 6.10: Resource Graph Leveling Kedua pada Tukang



Gambar 6.11: Resource Graph Leveling Ketiga pada Pekerja



Gambar 6.12: *Resource Graph Leveling* Ketiga pada Tukang

Proses leveling pertama menggunakan pekerja maksimum 70, tukang 30. Jumlah jam kerja 40.856 jam untuk pekerja dan 5.893 jam untuk tukang. Proses leveling kedua menggunakan pekerja maksimum 60 dan tukang 15. Jumlah jam kerja 40.856 jam untuk pekerja dan 5.893 jam untuk tukang. Proses leveling ketiga menggunakan pekerja maksimum 50 pekerja dan 15 tukang. Jumlah jam kerja 40.856 jam untuk pekerja dan 5.893 jam untuk tukang. Jadi berdasarkan *resource graph leveling* ketiga yang dianggap ideal tidak mengalami *overlocated* dan sedikit fluktuasi. *Resource graph* yang baik dan ideal adalah apabila jumlah tenaga kerja meningkat awal proyek atau rata atau banyak kemudian sedikit demi sedikit menurun. Jumlah tenaga kerja berdasarkan gambar 6.11 di atas, pada awal proyek selama 2 minggu masih pekerjaan mobilisasi saja, seperti menyiapkan agregat, menyiapkan alat-alat keperluan proyek. Sedangkan untuk pekerjaan-pekerjaan yang lain sampai minggu kedua belum dimulai. Hal ini disesuaikan

dengan kondisi di lapangan. Jadi kebutuhan tenaga kerja setelah proses leveling dapat dilihat pada tabel 6.6 di bawah ini:

Tabel 6.6 Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja Setelah Proses Leveling

Minggu ke	Pekerja	Tukang
1	5	
2	5	
3	45	
4	50	12
5	50	14
6	50	14
7	50	14
8	50	14
9	50	14
10	50	13
11	49	9
12	31	1
13	39	
14	37	
15	37	
16	23	
17	35	
18	29	
19	24	
20	15	
21	15	
22	11	
23	11	

24	11	
Total	772	105

Sumber: Hasil Perhitungan 2016

Jadi perbandingan jumlah waktu pekerja sebelum dengan setelah proses leveling adalah dari 40.352 jam menjadi 40.856 jam. Setelah dilakukan proses leveling terjadi selisih jam kerja pekerja adalah 504 jam. Kemunduran jadwal jam kerja diakibatkan karena proses leveling dengan tujuan untuk menghindari *overlocated* dan fluktuasi. Hal ini tidak berpengaruh terhadap durasi penyelesaian proyek yang mana penyelesaian proyek adalah 166 hari, karena perataan dilakukan pada jadwal yang mengalami *overlocated* dan fluktuasi yaitu dari minggu ketiga sampai minggu kesebelas. Sedangkan jumlah jam tukang sebelum dengan setelah proses leveling adalah sama 5.893,43 jam. Jumlah kebutuhan maksimum pekerja sebelum leveling 70 orang, setelah proses leveling 50 orang. Jumlah kebutuhan maksimum tukang sebelum leveling 30 orang. Jumlah kebutuhan tukang setelah leveling 14 orang. Jadi selisih kebutuhan pekerja sebelum dan setelah proses leveling adalah dari 823 orang menjadi 772 orang adalah 51 orang. Sedangkan untuk kebutuhan tukang baik sebelum dan setelah proses leveling adalah tidak ada selisih dengan jumlah total kebutuhan tukang adalah 105 orang. Meskipun terjadi pengurangan penggunaan tenaga kerja terutama pekerja, tidak mempengaruhi durasi penyelesaian proyek, karena proses leveling dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang dimulai dari awal bulan Maret sampai dengan akhir bulan Juni. Aktivitas yang dilakukan leveling diantaranya adalah pekerjaan tanah, pekerjaan struktur dan pekerjaan aspal. Sehingga dalam perhitungan ini, *Gantt Chart* yang dihasilkan sesuai dengan *Time Schedule* (Kurva S) yang ideal adalah di awal proyek pelan, pertengahan cepat dan pelan lagi di akhir proyek.

BAB VII
PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE *EARNED*
VALUE

Tujuan Instruksional Umum:

Setelah mempelajari bagian ini dan mengikuti perkuliahan, maka diharapkan mahasiswa mampu:

1. Memahami tentang Metode *Earned Value*
2. Memahami konsep *Cost Schedule Control System Criteria*

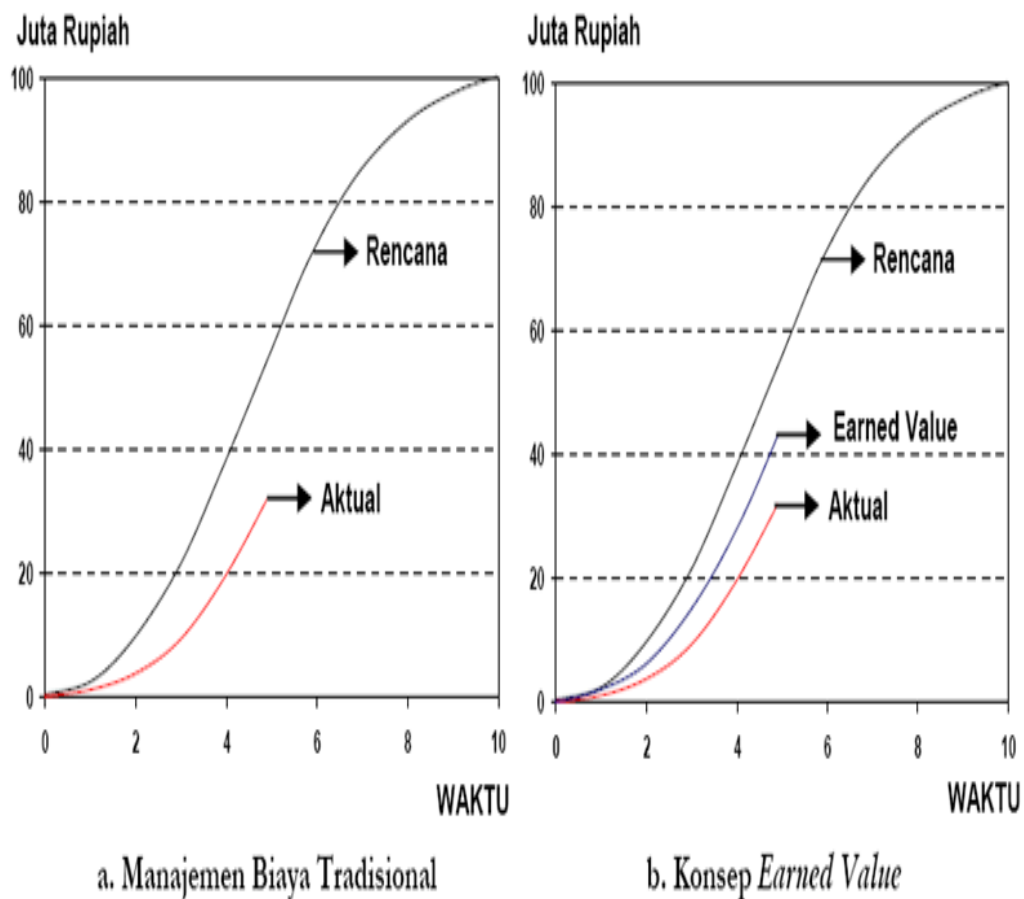
3. Memahami aplikasi *Cost Performance Index / CPI* pada Administrasi Proyek
4. Memahami perhitungan pengendalian waktu dan biaya dengan metode *earned value*

7.1 Definisi *Earned Value Method*

Metode *Earned Value* (EV) adalah salah satu teknik untuk menentukan keuntungan dan kerugian yang nyata pada proyek-proyek dan menyediakan sarana untuk menyeimbangkan keuntungan / kerugian dan memaksimalkan keuntungan. EV merupakan alat untuk mengontrol kinerja secara simultan fisik, biaya, dan jadwal (waktu) secara terpadu, kemajuan biaya dan manajemen informasi yang berkaitan dengan lingkup pengadaan, kualitas dan resiko secara metode yang luas untuk mengevaluasi, menganalisis dan memprediksi kinerja biaya proyek. Mengelola proyek dengan metode EV disebut sebagai “mengelola proyek secara terbuka”, karena manajer proyek dengan jelas dapat melihat apa yang direncanakan, apa yang dilakukan dan berapa biaya yang sebenarnya. (Valle,2012)

Menurut (Santosa, 2008), penggunaan konsep *earned value* dimulai pada akhir abad 20 di industri manufaktur. Tinjauan EVM dimasukkan dalam *PMBOK Guide First Edition* pada tahun 1987 dan edisi-edisi berikutnya. EVM mencapai momentumnya pada tahun 2000, ketika beberapa Negara bagian di Amerika Serikat mengharuskan penggunaan EVM pada semua proyek pemerintah. Flemming dan Koppelman (1994) menjelaskan konsep *earned value* dibandingkan manajemen biaya tradisional. Seperti dijelaskan pada gambar 7.1, manajemen biaya tradisional hanya menyajikan dua dimensi saja yaitu hubungan yang sederhana antara biaya aktual dengan biaya rencana. Dengan manajemen biaya tradisional, status kinerja tidak dapat diketahui. Biaya aktual memang lebih rendah, namun kenyataan bahwa biaya aktual yang lebih rendah dari rencana ini tidak dapat menunjukkan bahwa kinerja yang telah dilakukan telah sesuai dengan

target rencana. Sebaliknya, konsep *earned value* memberikan dimensi yang ketiga selain biaya aktual dan biaya rencana. Dimensi yang ketiga ini adalah besarnya pekerjaan secara fisik yang telah diselesaikan atau disebut *earned value/percent complete*.



Gambar 7.1 Perbandingan Manajemen Biaya Tradisional dengan Konsep *Earned Value* (Santosa, 2008)

7.2 Konsep *Cost Schedule Control System Criteria*

Indikator – indikator yang dipakai dalam *konsep nilai hasil* yaitu:

1. *BCWS* atau *budgeted cost of work scheduled*

Merupakan anggaran biaya yang telah direncanakan berdasarkan jadwal pelaksanaan proyek. Untuk setiap periode yang diinginkan

anggaran biaya pada jadwal pekerjaan dihitung pada level cost account dengan menjumlahkan seluruh anggaran paket pekerjaan.

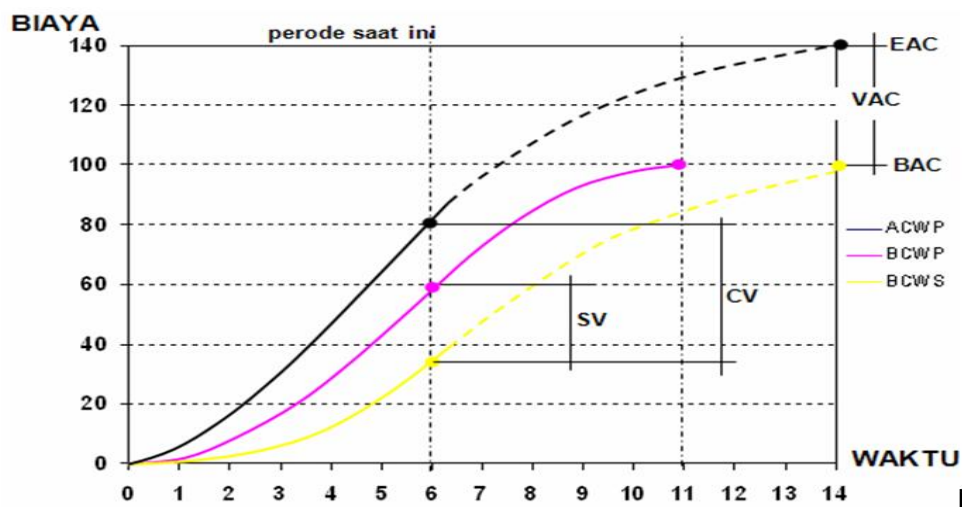
2. *BCWP* atau *budgeted cost for work performed*

Anggaran biaya dari seluruh aktual pekerjaan yang sudah dilaksanakan sepanjang periode konstruksi.

3. *ACWP* atau *actual cost of work performed*

Biaya actual yang dikeluarkan untuk penyelesaian pekerjaan pada periode waktu yang bersangkutan.

Varians yang dihasilkan dari 3 indikator tersebut adalah varians biaya atau *Cost Variance (CV)* dan varians jadwal atau *Schedule Variance (SV)*. CV didapat dari selisih antara BCWP dengan ACWP. Sedangkan SV didapat dari selisih antara BCWP dengan BCWS. Penggunaan konsep *earned value* dalam penilaian kinerja proyek dijelaskan melalui Gambar 7.2 'S' Curve Earned Value.



Gambar 7.2 'S' Curve Earned Value

(Sumber: Ervianto, 2004)

Beberapa istilah yang terkait dengan penilaian ini adalah:

1. *Cost Variance (CV)*

Cost variance merupakan selisih antara nilai yang diperoleh setelah menyelesaikan paket-paket pekerjaan dengan biaya actual yang terjadi selama

pelaksanaan proyek. *Cost variance* positif menunjukkan bahwa nilai paket-paket pekerjaan yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk mengerjakan paket-paket pekerjaan tersebut. sebaliknya nilai negatif menunjukkan bahwa nilai paket-paket pekerjaan yang diselesaikan lebih rendah dibandingkan dengan biaya yang sudah dikeluarkan. Rumus untuk *Cost Variance* adalah:

$$CV = BCWP - ACWP \dots\dots\dots 7.1$$

2. *Schedule Variance (SV)*

Schedule variance digunakan untuk menghitung penyimpangan antara BCWS dengan BCWP. Nilai positif menunjukkan bahwa paket-paket pekerjaan proyek yang terlaksana lebih banyak dibanding rencana. Sebaliknya nilai negatif menunjukkan kinerja pekerjaan yang buruk karena paket-paket pekerjaan yang terlaksana lebih sedikit dari jadwal yang direncanakan. Rumus untuk *Schedule Variance* adalah:

$$SV = BCWP - BCWS \dots\dots\dots 7.2$$

Tabel 7.1 Analisis Varians Terpadu

o	Varians Jadwal (SV)	Varians Biaya (CV)	Keterangan
	Positif	Positif	Pekerjaan terlaksana lebih cepat dari pada jadwal dengan biaya lebih kecil dari pada anggaran
	Nol	Positif	Pekerjaan terlaksana tepat sesuai jadwal dengan biaya lebih rendah dari pada anggaran
	Positif	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai anggaran dan selesai lebih cepat dari pada jadwal
	Nol	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan anggaran
f	Negati	Negatif	Pekerjaan selesai terlambat dan biaya lebih tinggi dari anggaran
	Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan menelan biaya diatas anggaran. Anggaran
	Negati	Nol	Pekerjaan selesai terlambat dengan biaya

	f		sesuai anggaran
	Positif	Negatif	Pekerjaan selesai lebih cepat dari pada anggaran dengan biaya lebih tinggi dari anggaran
	Negati	Positif	Pekerjaan selesai terlambat dari pada rencana dengan biaya lebih rendah dari pada anggaran

(Sumber : Soeharto 1995)

3. Cost Performance Index (CPI)

Faktor efisiensi biaya yang telah dikeluarkan dapat diperlihatkan dengan membandingkan nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (BCWP) dengan biaya yang telah dikeluarkan dalam periode yang sama (ACWP). Rumus untuk CPI adalah :

$$CPI = BCWP / ACWP \dots\dots\dots 7.3$$

Nilai CPI ini menunjukkan bobot nilai yang diperoleh (relatif terhadap nilai proyek keseluruhan) terhadap biaya yang dikeluarkan. CPI kurang dari 1 menunjukkan kinerja biaya yang buruk, karena biaya yang dikeluarkan (ACWP) lebih besar dibandingkan dengan nilai yang didapat (BCWP) atau dengan kata lain terjadi pemborosan.

Dimana:

CPI = 1 = biaya sesuai rencana

CPI > 1 = biaya lebih kecil / hemat

CPI < 1 = biaya lebih besar / boros

Tabel 7.2 Analisis Indeks Performansi

Indeks	Nilai	Keterangan
CP I	>1	ACWP yang dikeluarkan lebih kecil dari nilai pekerjaan yang didapat (BCWP)
CP I	<1	ACWP yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat (BCWP)

CP I	-1	ACWP yang dikeluarkan sama dengan dari nilai pekerjaan yang didapat (BCWP)
---------	----	--

(Sumber: Soeharto, 1995)

4. *Schedule Performance Index (SPI)*

Faktor efisiensi kinerja dalam menyelesaikan pekerjaan dapat diperlihatkan oleh perbandingan antara nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (BCWP) dengan rencana pengeluaran biaya yang dikeluarkan berdasar rencana pekerjaan (BCWS). Rumus untuk *Schedule Performance Index* adalah:

$$SPI = BCWP / BCWS \dots\dots\dots 7.4$$

Nilai SPI menunjukkan seberapa besar pekerjaan yang mampu diselesaikan (relatif terhadap proyek keseluruhan) terhadap satuan pekerjaan yang direncanakan. Nilai SPI kurang dari 1 menunjukkan bahwa kinerja pekerjaan tidak sesuai dengan yang diharapkan karena tidak mampu mencapai target pekerjaan yang sudah direncanakan.

Dimana:

SPI = 1 = proyek tepat waktu

SPI > 1 = proyek lebih cepat

SPI < 1 = proyek terlambat

Tabel 7.3 Analisis Indeks Performansi

Indeks	Nilai	Keterangan
SP I	>1	Kinerja proyek lebih cepat dari jadwal rencana

SP I	<1	Kinerja proyek lebih lambat dari jadwal rencana
SP I	-1	Kinerja proyek sama dengan dari jadwal rencana

(Sumber: Soeharto, 1995)

5. *Budget Estimate to Complete (BETC)*

Bila dianggap kinerja biaya pada pekerjaan tersisa adalah tetap, maka BETC adalah merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersisa, sehingga BETC adalah anggaran pekerjaan tersisa dibagi dengan indeks kinerja biaya. Perkiraan biaya pekerjaan tersisa dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$BETC = \frac{(BAC - BCWP)}{CPI} \dots\dots\dots 7.5$$

6. *Budget Estimate at Complete (BEAC)*

Jumlah pengeluaran sampai pada saat pelaporan ditambah perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa. Perkiraan biaya total diperlukan untuk mengetahui apakah dana yang tersisa cukup untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa. Rumus untuk menghitung perkiraan biaya total proyek sebagai berikut:

$$BEAC = ACWP + BETC \dots\dots\dots 7.6$$

7. *Schedule Estimate to Complete (SETC)*

Bila dianggap kinerja jadwal pada pekerjaan tersisa tetap, seperti pada saat pelaporan, maka SETC adalah waktu pekerjaan tersisa dibagi indek kinerja jadwal atau seperti ditunjukkan pada persamaan berikut ini:

$$SETC = \frac{(SAC - (tBCWP - SV))}{SPI} \dots\dots\dots 7.7$$

8. *Schedule Estimate at Completion (SEAC)*

Jumlah waktu pelaksanaan pekerjaan sampai pada saat pelaporan ditambah perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersisa. Hal ini dimaksudkan agar pelaksana dapat memprediksi selesainya pekerjaan. Adapun perhitungannya dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$SEAC = tBCWP + SETC \dots\dots\dots 7.8$$

Atau

$$TE = ATE + ((OD - (ATE \times SPI)) / SPI) \dots\dots\dots 7.9$$

Dimana:

TE (*Time Estimated*) : Perkiraan waktu penyelesaian

ATE (*Actual Time Expended*): Waktu yang telah ditempuh

OD (*Original Duration*) : Waktu yang direncanakan

7.3 **Aplikasi CPI pada Administrasi Proyek**

Proses pembayaran dalam proyek konstruksi melalui beberapa tahap yang tergantung dari jenis pemilik pekerjaan (pemerintah atau swasta), secara umum dapat digambarkan berikut ini:

Untuk menilai kinerja dari unsur-unsur proyek tersebut dapat digunakan CPI yang ditinjau dari ketiga unsur proyek, yaitu CPI kontraktor, CPI supervise dan CPI *Owner*.

CPI supervisi = (BAPP/BCWP) <1 (pengawas lapangan lambat)

CPI kontraktor = (SPP/BCWP) <1 (kontraktor tidak menagih)

CPI *owner* = (SPM/BCWP) <1 (*owner* tidak tertib administrasi)

Keterangan:

BAPP = Berita Acara Prestasi Pekerjaan

BCWP = *Budgeted Cost Work Performance*

SPP = Surat Permohonan Pembayaran

SPM = Surat Perintah Membayar

7.4 Langkah-langkah Perhitungan dengan Metode *Earned Value*

Langkah-langkah perhitungan dengan metode *Earned Value* adalah sebagai berikut :

1. Analisis *Cost Schedule Control System Criteria*

Metode analisis dari sistem ini menggunakan 3 (tiga) parameter utama, agar dapat mengevaluasi setiap *cost account* dan level-level di atasnya dengan tepat. Parameter yang digunakan adalah BCWS, BCWP dan ACWP. Dari ketiga parameter tersebut dapat menunjukkan kemajuan dan kinerja pelaksanaan proyek seperti: *Cost Variance (CV)*, *Schedule Variance (SV)*, *Cost Performance Index (CPI)* dan *Schedule Performance Index (SPI)*

2. Analisis *Varians*

- a. *Cost Variance (CV)* CV merupakan selisih antara biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang sudah dikerjakan dengan biaya actual dari pekerjaan yang sudah dikerjakan. Bila harga besaran ini negatif berarti performansi proyek dari segi biaya kurang bagus karena biaya aktual lebih besar dari yang direncanakan.

- b. *Schedule Variance (SV)*

SV merupakan pengurang biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang sudah dilaksanakan dengan biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang dijadwalkan. Besar angka dari variabel ini menunjukkan apakah dalam pelaksanaan pekerjaan telah terjadi ketertinggalan atau justru melampaui jadwal. Bila besaran ini berharga positif berarti pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dari yang direncanakan.

3. Analisis Indeks Performansi

Kegiatan proyek tergantung pada efisiensi penggunaan sumber daya yang meliputi tenaga kerja, waktu dan biaya. Untuk mengetahui performa tersebut, ada dua perhitungan yang digunakan yaitu

a. Indeks Kinerja Jadwal atau *Schedule Performance Index* (SPI)

Dimana, $SPI = 1$: proyek tepat waktu

$SPI > 1$: proyek lebih cepat

$SPI < 1$: proyek terlambat

b. Indeks Kinerja Biaya atau *Cost Performance Index* (CPI)

Dimana $CPI = 1$: biaya sesuai rencana

$CPI > 1$: biaya lebih kecil/hemat

$CPI < 1$: biaya lebih besar/boros

4. Analisis Prakiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian Akhir Proyek

Metode Earned Value juga berfungsi untuk memperkirakan biaya akhir proyek dan waktu penyelesaian proyek. Variabel yang digunakan untuk analisis ini adalah BETC, BEAC, BAC, BCWP, CPI dan SPI

7.5 Contoh Perhitungan Pengendalian Waktu dan Biaya dengan Metode *Earned Value* pada Proyek Konstruksi Jalan

Menganalisis pengendalian waktu dan biaya dengan metode *Earned Value* dilakukan pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi, dengan menggunakan data-data perencanaan yang berdasarkan kontrak, seperti Rencana Anggaran Biaya, analisa harga satuan, dan *time schedule*. Besar nilai proyek berdasarkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah Rp 16.169.998.000 (Enam Belas Milyar Seratus Enam Puluh Sembilan Juta Sembilan Ratus Sembilan Puluh Delapan Ribu Rupiah). Mulai pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak tanggal 17 Maret 2017 sampai tanggal 12 September 2017, rencana penyelesaian proyek adalah 180 hari atau sampai minggu ke 26. Berdasarkan Permen PU 13 tahun 2011 proyek pemeliharaan berkala jalan adalah kegiatan penanganan yang lebih luas dan setiap kerusakan yang diperhitungkan dalam desain agar penurunan kondisi jalan dapat

dikembalikan pada kondisi kemantapan sesuai rencana. Adapun bagian-bagian konstruksi yang perlu dipelihara adalah struktur perkerasan jalan, bahu jalan, fasilitas pejalan kaki/trotoar, fasilitas drainase, perlengkapan jalan, lereng/talud jalan dan struktur pendukung lain. Berdasarkan data lapangan proyek tersebut mengalami banyak masalah yang tidak sesuai antara pelaksanaan dengan perencanaan, seperti adanya banyak pohon besar yang menghalangi pekerjaan trotoar, adanya kurang lebih 50 lobang dari pekerjaan DSDP yang sangat mempengaruhi kinerja pengaspalan, adanya perbaikan pipa yang dilakukan oleh PDAM karena terjadi kebocoran pipa, sehingga pada proyek tersebut terjadi banjir dan jalan menjadi macet akibatnya pekerjaan trotoar dan pengaspalan menjadi terhambat, adanya keterlambatan pengiriman material dan banyaknya pekerja libur lebih awal tidak sesuai dengan *time schedule* yang telah direncanakan. Masalah-masalah yang terjadi pada saat mulai pekerjaan maka diperlukan pengendalian proyek dengan menganalisis proyek perminggu, sehingga lebih cepat mengontrol biaya dan waktu supaya sesuai antara perencanaan dengan pelaksanaan dengan menggunakan *Earned Value Method*.

7.5.1 Ruang Lingkup Pekerjaan

Ruang lingkup pekerjaan berdasarkan kontrak no. 002.1/1872/BM/DISPUR sebagai pihak pertama dan kontrak no SMR.017/ASP-DP-III/2017 sebagai pihak kedua adalah sebagai berikut:

1. Umum
Mobilisasi (Administrasi pelaporan, kalibrasi peralatan AMP, kalibrasi peralatan laboratorium, penyiapan stok material, penyiapan peralatan hampar, pengembalian/demobilisasi peralatan lapangan)
2. Drainase
 - d. Pasangan batu dengan mortar
 - e. *Box* penangkap air (*Precast*)
 - f. *Frame* tutup *manhole* (*Precast*)

3. Perkerjaan tanah
 - Galian Perkerasan beraspal dengan *cold milling machine*
4. Pelebaran perkerasan dan bahu jalan
 - Lapis pondasi bawah beton kurus
5. Pekerjaan aspal
 - a. Lapis resap pengikat-aspal emulsi
 - b. Lapis perekat-aspal emulsi
 - c. Laston lapis aus (AC-WC)
 - d. Laston lapis antara (AC-BC)
6. Struktur
 - a. Beton mutu rendah $f_c'20$ Mpa
 - b. Beton mutu rendah $f_c'15$ Mpa
 - c. Beton mutu rendah $f_c'10$ Mpa
 - d. Baja tulangan U 24 polos
 - e. Pembongkaran beton
7. Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor
 - a. Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor
 - b. Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor
 - c. Marka jalan termoplastik
 - d. Kerb pracetak jenis 2 (15x30x50)
 - e. Kerb pracetak jenis 3 (Type kursi)
 - f. Perkerasan blok beton pada trotoar (full warna 20cmx20cm)
 - g. Perkerasan tegel/ubin pada trotoar dan median
8. Pekerjaan Pemeliharaan rutin
 - a. Pemeliharaan rutin perkerasan
 - b. Pemeliharaan selokan, saluran air, galian dan timbunan

7.5.2 Perencanaan Volume dan Durasi Pelaksanaan Pekerjaan

Perencanaan durasi pelaksanaan pekerjaan berdasarkan *time schedule* proyek dapat dilihat pada tabel 7.1 di bawah ini:

Tabel 7.1 Durasi Pelaksanaan Pekerjaan pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Durasi (hari)
1	Umum Mobilisasi	1 Ls	42
2	Drainase a. Pasangan batu dengan mortar b. <i>Box</i> tangkapan air (<i>Precast</i>) c. <i>Frame</i> tutup <i>manhole</i> (<i>Precast</i>)	117,6 m ³ 1459,00 bh 973 bh	28 49 56
3	Perkerjaan tanah Galian Perkeran beraspal dengan <i>cold milling machine</i>	61,75 m ³	7
4	Pelebaran perkerasan dan bahu jalan Lapis pondasi bawah beton kurus	16 m ³	7
5	Pekerjaan aspal a. Lapis resap pengikat-aspal emulsi b. Lapis perekat-aspal emulsi c. Laston lapis aus (AC-WC) d. Laston lapis antara (AC-BC)	237,5 liter 12662,3 liter 1961,03 ton 2783,67 ton	7 35 14 21
6	Struktur a. Beton mutu rendah fc'20 Mpa b. Beton mutu rendah fc'15Mpa c. Beton mutu rendah fc'10 Mpa d. Baja tulangan U 24 polos e. Pembongkaran beton	140,91 m ³ 507,01 m ³ 105,00 m ³ 126810,00 kg 20 m ³	42 49 28 42 14
7	Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor a. Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor b. Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor c. Marka jalan termoplastik d. Kerb pracetak jenis 2 (15x30x50) e. Kerb pracetak jenis 3 (Type kursi) f. Perkerasan blok beton pada trotoar (full warna 20cmx20cm) g. Perkerasan tegel/ubin pada trotoar dan	47,50 m ³ 19,00 m ³ 645,50 m ² 5250,00 m ³ 3500,00 m ³ 6221,60 m ³	14 7 7 56 56 56

	median	1535,94 m'	56
8	Pekerjaan pemeliharaan rutin a. Pemeliharaan rutin perkerasan b. Pemeliharaan selokan, saluran air, galian dan timbunan	1 Ls 1 Ls	180 180

(Sumber: Data Kontraktor 2017)

7.5.3 Perhitungan BCWS, ACWP, BCWP

7.5.3.1 Budgeted Cost for Work Schedule (BCWS)

Anggaran biaya yang telah direncanakan berdasarkan jadwal pelaksanaan proyek setelah ada pekerjaan tambah/kurang maka anggaran biaya proyek yang semula ditetapkan Rp 16.169.998.000,00 menjadi Rp 16.157.678.340,76. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7.2 di bawah ini:

Tabel 7.2: Tabel Anggaran Biaya Proyek

No	Uraian Pekerjaan	Harga Pekerjaan (Rp)	Harga Pekerjaan setelah perubahan kontrak (Rp)
1	Mobilisasi	53.045.000	40.725.000
2	Drainase a. Pasangan batu dengan mortar b. <i>Box</i> tangkapan air (<i>Precast</i>) c. <i>Frame</i> tutup <i>manhole</i> (<i>Precast</i>)	108.912.2014,59 861.845.593,64 1.861.692.917,07	107.967.557,91 640.329.419,81 1.915.266.813,97
3	Perkerjaan tanah Galian Perkeran beraspal dengan <i>cold milling machine</i>	11.620.805,80	11.564.141,43
4	Pelebaran perkerasan dan		

	bahu jalan Lapis pondasi bawah beton kurus	19.226.502,79	19.226.502,78 62.813.056,99
5	Pekerjaan aspal a. Lapis resap pengikat- aspal emulsi b. Lapis perekat-aspal emulsi c. Laston lapis aus (AC- WC) d. Laston lapis antara (AC- BC)	3.297.077,42 175.783.493,39 2.766.096.641,79 3.842.926.642,19	581.673,87 184.277.765,57 2.821.842.661,84 3.915.102.474,00
6	Struktur a. Beton mutu rendah fc'20 Mpa b. Beton mutu rendah fc'15Mpa c. Beton mutu rendah fc'10 Mpa d. Baja tulangan U 24 polos e. Pembongkaran beton	189.170.967,74 601.676.979,04 109.124.434,94 2.292.508.384,03 9.971.858,57	132.945.666,95 701.589.582,46 376.978.155,11 1.197.281.992,48 53.095.958,14
7	Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor a. Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor b. Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor c. Marka jalan termoplastik d. Kerb pracetak jenis 2 (15x30x50) e. Kerb pracetak jenis 3 (Type kursi) f. Perkerasan blok beton pada trotoar (full warna 20cmx20cm) g. Perkerasan tegel/ubin pada trotoar dan median	26.852.780,58 62.321.666,55 67.765.791,57 820.706.267,44 704.211.771,70 1,248.252.884,39 308.579.063,32	4.737.395,82 62.321.666,55 91.825.534,58 829.095.124,31 1.007.042.953,87 1.515.995.714,73 308.579.063,32
8	Pekerjaan pemeliharaan rutin a. Pemeliharaan rutin perkerasan b. Pemeliharaan selokan, saluran air, galian dan timbunan	12.726.544,72 11.678.067,49	12.726.544,72 11.678.067,49

--	--	--	--

Sumber: Data dari kontraktor, 2017

Berdasarkan tabel 7.2 di atas, dapat dijelaskan bahwa perubahan-perubahan yang terjadi setelah proyek berjalan, yaitu adanya pekerjaan tambah kurang, yaitu perubahan volume. Perubahan-perubahan volume item pekerjaan berpengaruh terhadap bobot pekerjaan. Jadwal proyek / *time schedule* Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Denpasar – SP. Pesanggaran dilaksanakan pada tanggal 17 Maret 2017 sampai dengan 12 September 2017. Untuk penelitian ini peninjauan dilakukan 20 (duapuluh) minggu prestasi proyek sampai tanggal 30 juli 2017. Data perencanaan BCWS proyek duapuluh minggu dapat dilihat seperti pada tabel 7.3 di bawah ini:

Tabel 7.3: Tabel BCWS Duapuluh Minggu

MINGGU	BOBOT RENCANA %	NILAI PROYEK Rp	PAJAK 10% (Rp)	BCWS Rp	BCWS KUMULATIF Rp
I	0.043	16,157,678,340.76		6,947,801.69	6,947,801.69
II	0.043	16,157,678,340.76		6,947,801.69	13,895,603.37
III	0.043	16,157,678,340.76		6,947,801.69	20,843,405.06
IV	0.043	16,157,678,340.76		6,947,801.69	27,791,206.75
V	0.374	16,157,678,340.76		60,429,716.99	88,220,923.74
VII	2.903	16,157,678,340.76		469,057,402.23	1,031,344,608.49
VIII	2.986	16,157,678,340.76		482,468,275.26	1,513,812,883.75
IX	3.127	16,157,678,340.76		505,250,601.72	2,019,063,485.46
X	7.152	16,157,678,340.76		1,155,597,154.93	3,174,660,640.39
XI	7.684	16,157,678,340.76		1,241,556,003.70	4,416,216,644.10
XII	5.124	16,157,678,340.76		827,919,438.18	5,244,136,082.28
XIII	5.124	16,157,678,340.76		827,919,438.18	6,072,055,520.46

XIV	5.124	16,157,678,340.76		827,919,438.18	6,899,974,958.64
XV	0.006	16,157,678,340.76		969,460.70	6,900,944,419.34
XVI	0.006	16,157,678,340.76		969,460.70	6,901,913,880.04
XVII	5.124	16,157,678,340.76		827,919,438.18	7,729,833,318.22
XVIII	5.124	16,157,678,340.76		827,919,438.18	8,557,752,756.40
XIX	4.362	16,157,678,340.76		704,797,929.22	9,262,550,685.62
XX	8.151	16,157,678,340.76	1,189,867,590.69	1,317,012,361.56	11,769,430,637.87

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Bedasarkan tabel 7.3 di atas dapat dijelaskan bahwa jumlah bobot rencana perminggu yang diperoleh berdasarkan *time schedule* dari data kontraktor. Pada minggu pertama sampai minggu keempat rencana pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan hanya mobilisasi dan pekerjaan pemeliharaan rutin. Sedangkan minggu kelima sampai minggu keempatbelas rencana item pekerjaan yang dikerjakan mulai bertambah sehingga bobot yang direncanakan juga bertambah. Pada minggu kelimabelas dan enambelas bertepatan dengan Hari Raya Idul Fitri, proyek diliburkan maka bobot rencana hanya 0,006%. Sedangkan minggu ketujuhbelas sampai minggu duapuluh bobot yang direncanakan bertambah. Bobot pekerjaan yang direncanakan sampai minggu keduapuluh adalah sebesar 65,477%. Perhitungan pajak dihitung pada minggu keduapuluh sebesar 10% dari nilai proyek yaitu $10\% \times \text{Rp } 16.157.678.340,76$ menjadi Rp 1.189.867.590,69. Nilai BCWS dihitung berdasarkan bobot rencana perminggu dikalikan dengan nilai proyek. Kemudian dihitung BCWS kumulatifnya dengan menjumlahkan antara BCWS tiap minggu.

7.5.3.2 Actual Cost of Work Performance (ACWP)

Biaya aktual yang dikeluarkan untuk penyelesaian pekerjaan pada periode waktu tertentu yaitu dari minggu pertama sampai minggu duapuluh. Anggaran

biaya aktual dihitung berdasarkan biaya langsung dan biaya tak langsung (*Overhead*). Biaya langsung proyek antara lain biaya tenaga, biaya bahan/material dan biaya peralatan dapat dilihat pada tabel 7.4. Sedangkan biaya tak langsung proyek adalah 10% dari biaya tenaga. Biaya-biaya proyek aktual dihitung berdasarkan laporan harian kontraktor. Biaya tenaga terdiri dari site manajer, pengawas proyek, pelaksana, administrasi teknik dan keuangan proyek, logistik, surveyor, operator, mekanik, sopir, pekerja, tukang dan mandor. Biaya bahan/material proyek terdiri dari pasir, batu kali, agregat kasar, agregat halus, *paving block*, semen, baja tulangan, kawat beton, kerb pracetak jenis 2, kerb pracetak jenis 3, *frame*, *cover*, tegel/ubin, paku, kayu perancah, udith 30x30 tangkapan air, aspal, aspal minyak, pasir beton. Sedangkan biaya sewa peralatan per jam terdiri dari *concrete mixer*, *dump truck*, *water tanker*, *tamper*, *flat bed truck*, *crane 10:15 ton*, *wheel loader*, *genset*, *pedestrian roller*, dan *AMP* .

Tabel 7.4 Biaya Langsung Proyek

MINGGU	TENAGA Rp	BAHAN Rp	ALAT Rp	TOTAL Rp
I	3,285,000.00		56,000.00	3,341,000.00
II	7,665,000.00		56,000.00	7,721,000.00
III	7,665,000.00		56,000.00	7,721,000.00
IV	19,640,000.00	14,410,953.25	27,039,687.92	61,090,641.17
V	111,180,000.00	142,369,594.52	93,274,132.64	346,823,727.16
VII	90,010,000.00	146,684,801.07	156,643,676.32	393,338,477.39
VIII	308,400,000.00	377,814,777.30	113,898,313.52	800,113,090.82
IX	432,525,000.00	396,398,802.66	81,334,251.76	910,258,054.42
X	96,335,000.00	142,600,708.71	156,643,676.32	395,579,385.03
XI	59,950,000.00	405,219,403.58	71,698,259.60	536,867,663.18
XII	59,790,000.00	299,751,596.75	78,993,124.64	438,534,721.39
XIII	159,550,000.00	271,143,280.20	86,875,032.32	517,568,312.52

XIV	323,205,000.00	410,299,380.78	86,324,185.60	819,828,566.38
XV	5,565,000.00			5,565,000.00
XVI	5,565,000.00			5,565,000.00
XVII	323,115,000.00	410,265,821.68	86,011,858.96	819,392,680.64
XVIII	323,115,000.00	410,265,821.68	86,011,858.96	819,392,680.64
XIX	323,115,000.00	410,265,821.68	86,011,858.96	819,392,680.64
XX	323,115,000.00	410,265,821.68	86,011,858.96	819,392,680.64

Sumber : Analisis data 2017

Berdasarkan jumlah biaya langsung dan biaya tak langsung 10% dari biaya tenaga, maka dapat dihitung nilai ACWP sedangkan untuk pajak dijumlahkan pada minggu kedupuluh. Setelah dijumlahkan kemudian ACWP kumulatif dihitung berdasarkan ACWP antara minggu pertama dengan kedua dan seterusnya. Tabel ACWP dapat dilihat pada tabel 7.5 di bawah ini:

Tabel 7.5 Tabel ACWP

MINGGU	BIAYA LANGSUNG (Rp)	BIAYA TAK LANGSUNG (Rp)	PAJAK 10% Rp	ACWP Rp	ACWP KUMULATIF (Rp)
I	3,341,000.00	328,500.00		3,669,500.00	3,669,500.00
II	7,721,000.00	766,500.00		8,487,500.00	12,157,000.00
IV	61,090,641.17	1,964,000.00		63,054,641.17	83,699,141.17
V	346,823,727.16	11,118,000.00		357,941,727.16	441,640,868.33
VI	406,105,570.35	9,508,500.00		415,614,070.35	857,254,938.68
VII	393,338,477.39	9,001,000.00		402,339,477.39	1,259,594,416.07
VIII	800,113,090.82	30,840,000.00		830,953,090.82	2,090,547,506.89
IX	910,258,054.42	43,252,500.00		953,510,554.42	3,044,058,061.31
X	395,579,385.03	9,633,500.00		405,212,885.03	3,449,270,946.34
XI	536,867,663.18	5,995,000.00		542,862,663.18	3,992,133,609.52

XII	438,534,721.39	5,979,000.00		444,513,721.39	4,436,647,330.91
XIII	517,568,312.52	15,955,000.00		533,523,312.52	4,970,170,643.43
XIV	819,828,566.38	32,320,500.00		852,149,066.38	5,822,319,709.81
XV	5,565,000.00	556,500.00		6,121,500.00	5,828,441,209.81
XVI	5,565,000.00	556,500.00		6,121,500.00	5,834,562,709.81
XVII	819,392,680.64	32,311,500.00		851,704,180.64	6,686,266,890.45
XVIII	819,392,680.64	32,311,500.00		851,704,180.64	7,537,971,071.09
XIX	819,392,680.64	32,311,500.00		851,704,180.64	8,389,675,251.73
XX	819,392,680.64	32,311,500.00	924,137,943.24	1,775,842,123.88	10,165,517,375.61

Sumber : Analisis data 2017

Contoh perhitungan ACWP diambil minggu X (Sepuluh). Pada minggu kesepuluh mulai tanggal 15 Mei 2017 sampai dengan 21 Mei 2017. Item pekerjaan yang dilaksanakan berdasarkan data lapangan adalah mobilisasi, pekerjaan drainase, pekerjaan struktur, pengembalian kondisi dan pekerjaan minor serta pekerjaan pemeliharaan rutin. Berdasarkan laporan harian dan mingguan proyek maka didapat biaya-biaya kebutuhan tenaga, kebutuhan bahan dan kebutuhan alat yang disebut biaya langsung proyek.

1. Biaya kebutuhan tenaga

Tanggal 15 Mei 2017 tenaga yang dibutuhkan adalah :

- a. Site Manajer 1 x Rp 150.000,00 = Rp 150.000,00
- b. Pengawas Mutu 1 x Rp 125.000,00 = Rp 125.000,00
- c. Pelaksana 1 x Rp 110.000,00 = Rp 110.000,00
- d. Administrasi Teknik dan Keuangan 2 x Rp 100.000,00= Rp 200.000,00
- e. Logistik 1 x Rp 100.000,00 = Rp 100.000,00
- f. Surveyor 1 x Rp 110.000,00 = Rp 110.000,00
- g. Operator 2 x Rp 100.000,00 = Rp 200.000,00
- h. Mekanik 3 x Rp 100.000,00 = Rp 300.000,00

- i. Sopir 1 x Rp 90.000,00 = Rp 90.000,00
- j. Pekerja 85 x Rp 85.000,00 = Rp 7.225.000,00
- k. Tukang 44 x Rp 90.000,00 = Rp 3.960.000,00
- l. Mandor 15 x Rp 100.000,00 = Rp 1.500.000,00

Sehingga total biaya tenaga yang dibutuhkan pada tanggal 15 Mei 2017 adalah Rp 14.070.000,00. Untuk perhitungan biaya tenaga per hari selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 1 dan biaya kebutuhan tenaga per minggu pada tabel 4.4. Berdasarkan tabel 4.4 jumlah biaya tenaga minggu X adalah Rp 96.335.000,00.

2. Biaya kebutuhan bahan

Bahan-bahan yang diperlukan pada pekerjaan tanggal 15 Mei 2017 adalah

- a. Batu kali 1,04 m³ x Rp 317,700,00 = Rp 330.408,00
- b. Semen 1591,89 kg x Rp 1.425,00 = 2.268.443,25
- c. Pasir 4,38 m³ x Rp 235.000,00 = Rp 1.029.300,00
- d. *Frame* 2 unit x Rp 633.360,00 = Rp 1.266.720,00
- e. *Cover* 2 unit x Rp 435.625,00 = Rp 873.250,00
- f. Agregat kasar 2,72 m³ x Rp 348.416,00 = Rp 947.691,52
- g. Kayu perancah 0,15 m³ x Rp 750.000,00 = Rp 112.500,00
- h. Paku 0,15 kg x Rp 15.500,00 = Rp 2.325,00
- i. Kerb pracetak jenis 2 = 62 bh x 54.000,00 = 3.348.000,00
- j. Kerb pracetak jenis 3 = 43 bh x 66.000,00 = 2.838.000,00
- k. *Paving block* 24,26 m² x 110.000,00 = 2.668.600,00

Jadi total biaya bahan pada pekerjaan tersebut pada tanggal 15 Mei 2017 adalah Rp 15.685.237,77. Untuk perhitungan harian selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 2 dan kebutuhan bahan per minggu dapat dilihat pada tabel 4.4. Berdasarkan tabel 4.4 total kebutuhan bahan pada minggu X adalah Rp 142.600.708,71.

3. Biaya kebutuhan alat

Alat-alat yang digunakan pada pekerjaan tersebut adalah sewa per jam. Dalam satu hari dihitung 8 jam. Rincian dari pekerjaan yang dikerjakan pada tanggal 15 Mei 2017 adalah

- a. *Concrete Mixer* = 1 unit x 8 jam x Rp 74.027,00 = Rp 592.216,00
- b. *Water Tanker* = 1 unit x 8 jam x Rp 264.377,00 = Rp 2.115.016,00
- c. *Flat Bed Truck* = 1 unit x 8 jam x Rp 440.968,57 = Rp 3.527.748,56
- d. *Tamper* = 1 unit x 8 jam x Rp 40.883,00 = Rp 327.064,00
- e. *Crane 10-15 ton* = 1 unit x 8 jam x Rp 851.814,37 = Rp 6.814.514,96
- f. Alat bantu = 8 jam x Rp 1.000,00 = Rp 8.000,00

Jadi total kebutuhan alat pada pekerjaan tersebut adalah Rp 13.384.559,00. Untuk perhitungan kebutuhan harian dapat dilihat pada lampiran 3, sedangkan biaya kebutuhan tenaga per minggu dapat dilihat pada tabel 4.4. Berdasarkan tabel 4.4 biaya total kebutuhan sewa alat pada minggu X adalah Rp 156.643.676,32.

Biaya langsung proyek pada minggu X

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 96.335.000,00 + \text{Rp } 142.600.708,71 + \text{Rp } 156.643.676,32 \\ &= \text{Rp } 395,579,385.03 \end{aligned}$$

Biaya tak langsung diambil 10% dari biaya tenaga.

Total biaya tak langsung pada minggu X adalah

$$10\% \times \text{Rp } 96.335.000,00 = 9.633.500,00.$$

Nilai ACWP pada minggu X adalah

jumlah biaya langsung dengan biaya tak langsung

$$= \text{Rp } 395,579,385.03 + \text{Rp } 9.633.500,00$$

$$= \text{Rp } 405,212,885.03.$$

Sedangkan nilai ACWP kumulatif sampai minggu ke sepuluh adalah

$$\text{Rp } 3,449,270,946.34.$$

7.5.3.3 Budgeted Cost for Work Performance (BCWP)

BCWP adalah anggaran biaya dari seluruh aktual pekerjaan yang sudah dilaksanakan sepanjang periode konstruksi. Berdasarkan data lapangan, data laporan harian dan laporan mingguan dari kontraktor maka bobot aktual dari proyek tersebut dapat dihitung. Hasil perhitungan BCWP dapat dilihat pada tabel 7.6 di bawah ini:

Tabel 7.6 BCWP

MINGGU	PROGRESS AKTUAL %	HARGA PROYEK Rp	BCWP KUMULATIF (Rp)
I	0.036	16,157,678,340.76	5,816,764.20
II	0.073	16,157,678,340.76	11,795,105.19
III	0.109	16,157,678,340.76	17,611,869.39
IV	0.278	16,157,678,340.76	44,918,345.79
V	1.74	16,157,678,340.76	281,143,603.13
VI	3.219	16,157,678,340.76	520,115,665.79
VII	18.767	16,157,678,340.76	3,032,311,494.21
VIII	34.716	16,157,678,340.76	5,609,299,612.78
IX	37.888	16,157,678,340.76	6,121,821,169.75
X	41.673	16,157,678,340.76	6,733,389,294.94
XI	43.96	16,157,678,340.76	7,102,915,398.60
XII	46.644	16,157,678,340.76	7,536,587,485.26
XIII	49.714	16,157,678,340.76	8,032,628,210.33
XIV	60.521	16,157,678,340.76	9,778,788,508.61
XV	60.521	16,157,678,340.76	9,778,788,508.61
XVI	60.521	16,157,678,340.76	9,778,788,508.61
XVII	60.994	16,157,678,340.76	9,855,214,327.16
XVIII	62.472	16,157,678,340.76	10,094,024,813.04
XIX	63.782	16,157,678,340.76	10,305,690,399.30
XX	75.68	16,157,678,340.76	12,228,130,968.29

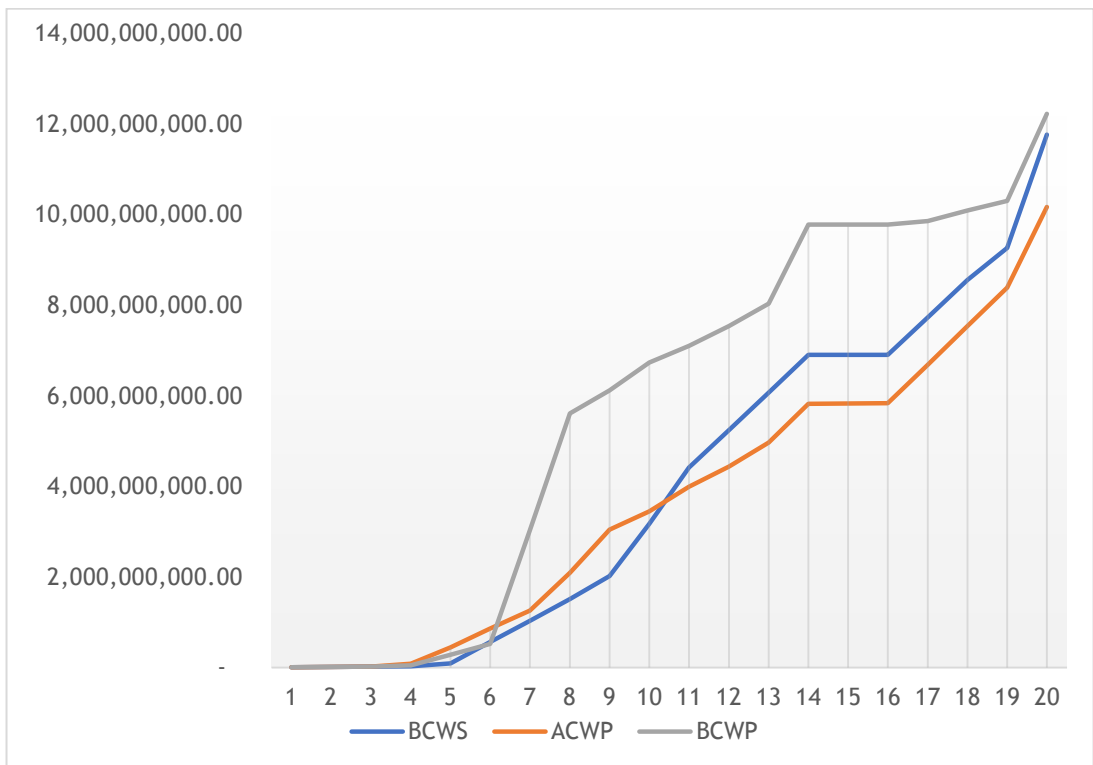
Sumber : Hasil Perhitungan 2017

Berdasarkan tabel 7.6 di atas dapat dijelaskan bahwa kemajuan proyek sampai minggu kedua puluh adalah 75,68%. Sedangkan kemajuan proyek yang direncanakan sampai minggu kedua puluh adalah 65,477%. Dari nilai BCWP dengan BCWS terjadi selisih bobot pekerjaan antara aktual dengan rencana sebesar 10,203%. Hal ini berarti proyek mengalami kemajuan sampai minggu kedua puluh. Perhitungan BCWS, ACWP dan BCWP dapat dilihat pada tabel 7.7. Sedangkan kurva dan grafik BCWS, ACWP dan BCWP dapat dilihat pada gambar 7.5 'S' Curve Earned Value dan gambar 7.6 di bawah ini:

Tabel 7.7 : BCWS, ACWP dan BCWP

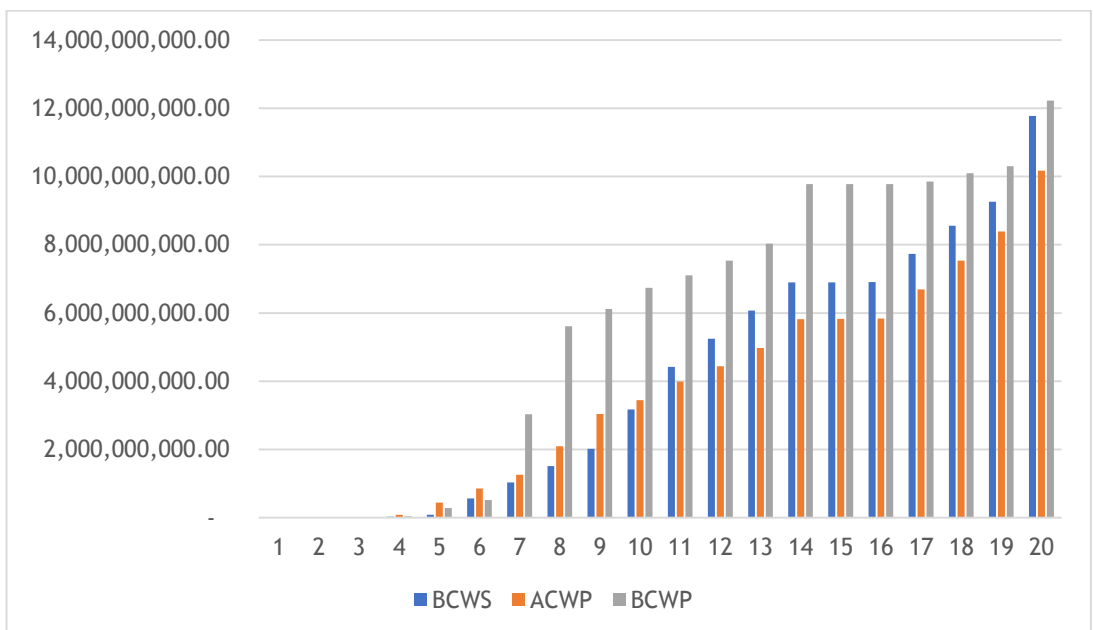
MINGGU	BCWS Rp	ACWP Rp	BCWP Rp
I	6,947,801.69	3,669,500.00	5,816,764.20
II	13,895,603.37	12,157,000.00	11,795,105.19
III	20,843,405.06	20,644,500.00	17,611,869.39
IV	27,791,206.75	83,699,141.17	44,918,345.79
V	88,220,923.74	441,640,868.33	281,143,603.13
VI	562,287,206.26	857,254,938.68	520,115,665.79
VII	1,031,344,608.49	1,259,594,416.07	3,032,311,494.21
VIII	1,513,812,883.75	2,090,547,506.89	5,609,299,612.78
IX	2,019,063,485.46	3,044,058,061.31	6,121,821,169.75
X	3,174,660,640.39	3,449,270,946.34	6,733,389,294.94
XI	4,416,216,644.10	3,992,133,609.52	7,102,915,398.60
XII	5,244,136,082.28	4,436,647,330.91	7,536,587,485.26
XIII	6,072,055,520.46	4,970,170,643.43	8,032,628,210.33
XIV	6,899,974,958.64	5,822,319,709.81	9,778,788,508.61
XV	6,900,944,419.34	5,828,441,209.81	9,778,788,508.61
XVI	6,901,913,880.04	5,834,562,709.81	9,778,788,508.61
XVII	7,729,833,318.22	6,686,266,890.45	9,855,214,327.16
XVIII	8,557,752,756.40	7,537,971,071.09	10,094,024,813.04
XIX	9,262,550,685.62	8,389,675,251.73	10,305,690,399.30
XX	11,769,430,637.87	10,165,517,375.61	12,228,130,968.29

Sumber: Hasil Perhitungan 2017



Gambar 7.5: 'S' Curve Earned Value

(Sumber: Hasil Perhitungan 2017)



Gambar 7.6: Grafik Histogram BCWS, ACWP dan BCWP

(Sumber: Hasil Perhitungan 2017)

Berdasarkan gambar 7.5 dan 7.6 dijelaskan bahwa perbandingan antara BCWP dengan BCWS adalah BCWP pada minggu keempat sampai minggu keduapuluh selalu berada di atas BCWS, hal ini berarti bahwa banyak kegiatan menurut *jadwal/schedule* yang seharusnya belum dikerjakan tetapi sudah dikerjakan terlebih dahulu. Perbandingan antara BCWS dengan ACWP dari minggu pertama sampai minggu kesepuluh ACWP selalu berada di atas BCWS, berarti pada minggu-minggu tersebut biaya aktual proyek yang dikeluarkan lebih besar dari biaya yang direncanakan. Sedangkan dari minggu kesebelas sampai keduapuluh biaya aktual yang dikeluarkan lebih kecil dari biaya yang direncanakan semula. Perbandingan antara BCWP dengan ACWP pada minggu pertama sampai keenam nilai BCWP selalu dibawah dari nilai ACWP berarti biaya aktual yang dikeluarkan pada proyek tersebut lebih besar dari biaya yang seharusnya dikeluarkan. Hal ini berarti pada minggu tersebut mengalami kerugian dari segi waktu dan biaya. Pekerjaan-pekerjaan yang dikerjakan pada minggu-minggu tersebut banyak mengalami hambatan, seperti adanya pohon-pohon besar yang menghalangi pekerjaan trotoar, adanya pekerjaan lain di luar proyek seperti proyek PDAM dan DSDP, yang mempengaruhi pekerjaan pengaspalan dan pekerjaan trotoar. Sedangkan pada minggu ketujuh sampai keduapuluh ACWP berada di bawah BCWP, berarti biaya aktual yang dikeluarkan pada proyek tersebut lebih kecil dari biaya yang seharusnya dikeluarkan dalam kontrak. Biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari biaya yang seharusnya dikeluarkan berarti proyek tersebut berjalan baik dan mendapat keuntungan. Jadi perjalanan proyek, berdasarkan kurva dan grafik histogram tersebut menjelaskan bahwa pada awal proyek mengalami kerugian, tetapi pada pertengahan sudah dapat menunjukkan kemajuan proyek yang signifikan sehingga pada pelaksanaan proyek perbandingan antara biaya aktual yang dikeluarkan lebih kecil dibandingkan

dengan biaya yang seharusnya dikeluarkan. Demikian juga biaya aktual yang dikeluarkan lebih kecil dibandingkan dengan biaya yang direncanakan. Sehingga pada proyek tersebut sampai minggu kedua puluh sudah menunjukkan perjalanan proyek yang baik sesuai dengan yang diharapkan.

7.5.4 Analisis Varian

Analisis varian terdiri dari perhitungan *Cost Variance* (CV) dan *Schedule Variance* (SV).

7.5.4.1 Cost variance (CV)

CV merupakan selisih antara nilai yang diperoleh setelah menyelesaikan paket-paket pekerjaan dengan biaya aktual yang terjadi selama pelaksanaan proyek.

Contoh perhitungan nilai CV digunakan minggu kesepuluh:

$$\text{BCWP} = \text{Rp } 6,733,389,294.94$$

$$\text{ACWP} = \text{Rp } 3,449,270,946.34$$

$$\text{CV} = \text{BCWP} - \text{ACWP}$$

$$= \text{Rp } 6,733,389,294.94 - \text{Rp } 3,449,270,946.34$$

$$= \text{Rp } 3,231,232,711.10$$

Berdasarkan hasil perhitungan CV minggu kesepuluh menunjukkan nilai positif. *Cost variance* positif menunjukkan bahwa nilai paket-paket pekerjaan yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk mengerjakan paket-paket pekerjaan tersebut, sebaliknya nilai negatif menunjukkan bahwa nilai paket-paket pekerjaan yang diselesaikan lebih rendah dibandingkan dengan biaya yang sudah dikeluarkan. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 7.8. Berdasarkan tabel 7.8 dapat dijelaskan bahwa pada minggu kedua, ketiga, keempat, kelima, keenam dan kedua puluh menghasilkan

Cost Variance negatif. Sedangkan minggu pertama, ketujuh, kedelapan, kesembilan, kesepuluh, kesebelas, keduabelas, ketigabelas, keempatbelas, kelimabelas, keenambelas, ketujuhbelas, kedelapanbelas dan kesebelanbelas menghasilkan *Cost Variance* positif.

Tabel 7.8: *Cost Variance* (CV)

MINGGU	BCWP Rp	ACWP Rp	CV Rp
I	5,816,764.20	3,669,500.00	2,147,264.20
II	11,795,105.19	12,157,000.00	(361,894.81)
III	17,611,869.39	20,644,500.00	(3,032,630.61)
IV	44,918,345.79	83,699,141.17	(38,780,795.38)
V	281,143,603.13	441,640,868.33	(160,497,265.20)
VI	520,115,665.79	857,254,938.68	(337,139,272.89)
VII	3,032,311,494.21	1,259,594,416.07	1,772,717,078.14
VIII	5,609,299,612.78	2,110,884,544.39	3,498,415,068.39
IX	6,121,821,169.75	3,090,726,611.31	3,031,094,558.44
X	6,733,389,294.94	3,502,156,583.84	3,231,232,711.10
XI	7,102,915,398.60	4,045,019,247.02	3,057,896,151.58
XII	7,536,587,485.26	4,489,532,968.41	3,047,054,516.85
XIII	8,032,628,210.33	5,023,056,280.93	3,009,571,929.39
XIV	9,778,788,508.61	5,875,205,347.31	3,903,583,161.30
XV	9,778,788,508.61	5,881,326,847.31	3,897,461,661.30
XVI	9,778,788,508.61	5,887,448,347.31	3,891,340,161.30
XVIII	10,094,024,813.04	7,590,856,708.59	2,503,168,104.45
XIX	10,305,690,399.30	8,442,560,889.23	1,863,129,510.07

XX	12,228,130,968.29	10,223,691,576.86	2,004,439,391.43
----	-------------------	-------------------	------------------

(Sumber: Hasil Perhitungan 2017)

7.5.4.2 Schedule Variance (SV)

SV digunakan untuk menghitung penyimpangan antara BCWS dengan BCWP.

Contoh perhitungan nilai CV digunakan minggu kesepuluh:

$$BCWP = \text{Rp } 6,733,389,294.94$$

$$BCWS = \text{Rp } 3,174,660,640.39$$

$$SV = BCWP - BCWS$$

$$= \text{Rp } 6,733,389,294.94 - \text{Rp } 3,174,660,640.39$$

$$= \text{Rp } 3,558,728,654.55$$

Nilai positif menunjukkan bahwa paket-paket pekerjaan proyek yang terlaksana lebih banyak dibanding rencana. Sebaliknya nilai negatif menunjukkan kinerja pekerjaan yang buruk karena paket-paket pekerjaan yang terlaksana lebih sedikit dari jadwal yang direncanakan. SV negatif terdapat pada minggu pertama, kedua, ketiga, keenam dan kedupuluh. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 7.9 di bawah ini:

Tabel 7.9 : Schedule Variance (SV)

MINGGU	BCWS Rp	BCWP Rp	SV Rp
I	6,947,801.69	5,816,764.20	(1,131,037.48)
II	13,895,603.37	11,795,105.19	(2,100,498.18)
III	20,843,405.06	17,611,869.39	(3,231,535.67)
IV	27,791,206.75	44,918,345.79	17,127,139.04
V	88,220,923.74	281,143,603.13	192,922,679.39
VI	562,287,206.26	520,115,665.79	(42,171,540.47)
VII	1,031,344,608.49	3,032,311,494.21	2,000,966,885.72
VIII	1,513,812,883.75	5,609,299,612.78	4,095,486,729.03
IX	2,019,063,485.46	6,121,821,169.75	4,102,757,684.29

X	3,174,660,640.39	6,733,389,294.94	3,558,728,654.55
XI	4,416,216,644.10	7,102,915,398.60	2,686,698,754.50
XII	5,244,136,082.28	7,536,587,485.26	2,292,451,402.99
XIII	6,072,055,520.46	8,032,628,210.33	1,960,572,689.87
XIV	6,899,974,958.64	9,778,788,508.61	2,878,813,549.97
XV	6,900,944,419.34	9,778,788,508.61	2,877,844,089.27
XVI	6,901,913,880.04	9,778,788,508.61	2,876,874,628.57
XVII	7,729,833,318.22	9,855,214,327.16	2,125,381,008.94
XVIII	8,557,752,756.40	10,094,024,813.04	1,536,272,056.64
XIX	9,262,550,685.62	10,305,690,399.30	1,043,139,713.68
XX	11,769,430,637.87	12,228,130,968.29	458,700,330.42

(Sumber: Hasil Perhitungan 2017)

Berdasarkan tabel 7.8 dan tabel 7.9 dijelaskan bahwa pada minggu pertama menghasilkan CV positif dan SV negatif, hal ini berarti pada minggu pertama dari segi biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari yang dianggarkan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan lebih lambat dari yang direncanakan. Pada minggu kedua, ketiga dan keenam menghasilkan CV negatif dan SV negatif, hal ini berarti pada minggu kedua, ketiga dan keenam dari segi biaya yang dikeluarkan lebih besar dari yang dianggarkan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan lebih lambat dari yang direncanakan. Pada minggu keempat dan kelima menghasilkan CV negatif dan SV positif, hal ini berarti pada minggu keempat dan kelima dari segi biaya yang dikeluarkan lebih besar dari yang dianggarkan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dari yang direncanakan. Pada minggu keenam, kinerja proyek menghasilkan CV negatif dan SV positif, berarti kinerja proyek pada minggu keenam pekerjaan selesai lebih cepat dari pada anggaran dengan biaya lebih tinggi dari anggaran. Pada minggu ketujuh sampai dengan minggu kedupuluh menghasilkan CV positif dan SV positif, berarti dari segi biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari yang dianggarkan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dari yang direncanakan. Berdasarkan hasil

analisis data dengan menggunakan metode *Earned Value* pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Denpasar-Pesanggaran, menunjukkan penggunaan metode tersebut sangat penting dilaksanakan dalam pengendalian proyek terutama pengendalian biaya dan waktu. Pengendalian biaya dan waktu bertujuan untuk mengendalikan proyek supaya tujuan proyek dapat tercapai yaitu kesesuaian antara perencanaan dengan pelaksanaan. Hasil analisis menunjukkan kondisi proyek dapat diketahui tiap hari, tiap minggu, tiap bulan sampai proyek selesai. Untuk memudahkan melihat kondisi proyek berdasarkan harga varian biaya dan varian jadwal serta artinya maka dapat dilihat pada tabel 7.10 di bawah ini:

Tabel 7.10 : Harga Varian Biaya dan Varian Jadwal

M INGGU	S V	C V	Arti
I	N egatif	P ositif	Dari segi jadwal pelaksanaan pekerjaan lebih lambat dari yang direncanakan dengan biaya yang dihabiskan lebih kecil dari yang dianggarkan
II ,III&VI	N egatif	N egatif	Dari segi jadwal pelaksanaan pekerjaan lebih lambat dari yang direncanakan dengan biaya yang dihabiskan lebih besar dari yang dianggarkan
I V&V	P ositif	N egatif	Dari segi jadwal pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dari yang direncanakan dengan biaya yang dihabiskan lebih besar dari yang dianggarkan
V II-XX	P ositif	P ositif	Dari segi jadwal pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dari yang direncanakan dengan biaya yang dihabiskan lebih kecil dari yang dianggarkan

(Sumber : Hasil Analisi, 2017)

7.5.5 Analisis Indeks Performansi

Kegiatan proyek tergantung pada efisiensi penggunaan sumber daya yang meliputi tenaga kerja, waktu dan biaya. Untuk mengetahui performa tersebut, ada dua perhitungan yang digunakan yaitu Indeks Kinerja Jadwal atau *Schedule*

Performance Index (SPI) dan Indeks Kinerja Biaya atau *Cost Performance Index* (CPI)

7.5.5.1 Indeks Kinerja Jadwal atau *Schedule Performance Index* (SPI)

SPI dapat dihitung dengan membandingkan nilai BCWP dengan BCWS.

Contoh perhitungan digunakan minggu kesepuluh:

$$\text{BCWP} = \text{Rp } 6,733,389,294.94$$

$$\text{BCWS} = \text{Rp } 3,174,660,640.39$$

$$\text{SPI} = \text{BCWP}/\text{BCWS}$$

$$= 2,121 > 1$$

Hal ini berarti bahwa pada minggu kesepuluh proyek berjalan lebih cepat.

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 7.11 di bawah ini:

Tabel 7.11 *Schedule Performance Index* (SPI)

MINGGU	BCWS Rp	BCWP Rp	SPI
I	6,947,801.69	5,816,764.20	0.8372
II	13,895,603.37	11,795,105.19	0.8488
III	20,843,405.06	17,611,869.39	0.8450
IV	27,791,206.75	44,918,345.79	1.6163
V	88,220,923.74	281,143,603.13	3.1868
VI	562,287,206.26	520,115,665.79	0.9250
VII	1,031,344,608.49	3,032,311,494.21	2.9402
VIII	1,513,812,883.75	5,609,299,612.78	3.7054
IX	2,019,063,485.46	6,121,821,169.75	3.0320
X	3,174,660,640.39	6,733,389,294.94	2.1210
XI	4,416,216,644.10	7,102,915,398.60	1.6084
XII	5,244,136,082.28	7,536,587,485.26	1.4371
XIII	6,072,055,520.46	8,032,628,210.33	1.3229
XVI	6,901,913,880.04	9,778,788,508.61	1.4168
XVII	7,729,833,318.22	9,855,214,327.16	1.2750
XVIII	8,557,752,756.40	10,094,024,813.04	1.1795

XIX	9,262,550,685.62	10,305,690,399.30	1.1126
XX	11,769,430,637.87	12,228,130,968.29	1,039

(Sumber: Hasil Perhitungan 2017)

7.5.5.2 Indeks Kinerja Biaya atau *Cost Performance Index (CPI)*

CPI dapat dihitung dengan membandingkan nilai BCWP dengan ACWP.

Contoh perhitungan digunakan minggu kesepuluh:

$$\text{BCWP} = \text{Rp } 6,733,389,294.94$$

$$\text{ACWP} = \text{Rp } 3,502,156,583.84$$

$$\text{CPI} = \text{BCWP/ACWP}$$

$$= 1,9226 > 1$$

Hal ini berarti bahwa pada minggu kesepuluh biaya lebih kecil dari yang dianggarkan. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 7.12 di bawah ini:

Tabel 7.12 *Cost Performance Index (CPI)*

MINGGU	BCWP Rp	ACWP Rp	CPI
I	5,816,764.20	3,669,500.00	1.5852
II	11,795,105.19	12,157,000.00	0.9702
III	17,611,869.39	20,644,500.00	0.8531
IV	44,918,345.79	83,699,141.17	0.5367
V	281,143,603.13	441,640,868.33	0.6366
VI	520,115,665.79	857,254,938.68	0.6067
VII	3,032,311,494.21	1,259,594,416.07	2.4074
VIII	5,609,299,612.78	2,110,884,544.39	2.6573
IX	6,121,821,169.75	3,090,726,611.31	1.9807
X	6,733,389,294.94	3,502,156,583.84	1.9226
XI	7,102,915,398.60	4,045,019,247.02	1.7560
XII	7,536,587,485.26	4,489,532,968.41	1.6787
XIV	9,778,788,508.61	5,875,205,347.31	1.6644
XV	9,778,788,508.61	5,881,326,847.31	1.6627
XVI	9,778,788,508.61	5,887,448,347.31	1.6610
XVII	9,855,214,327.16	6,739,152,527.95	1.4624

XVIII	10,094,024,813.04	7,590,856,708.59	1.3298
XIX	10,305,690,399.30	8,442,560,889.23	1.2207
XX	12,228,130,968.29	10,223,691,576.86	1.1961

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2017)

Berdasarkan tabel 7.11 dan 7.12 dijelaskan bahwa pada minggu pertama nilai SPI lebih kecil dari 1 dan CPI mempunyai nilai lebih besar dari satu, berarti pekerjaan lebih lambat dari jadwal dengan biaya yang lebih kecil dari yang dianggarkan. Pada minggu kedua, ketiga dan keenam nilai SPI dan CPI lebih kecil dari 1, berarti terjadi keterlambatan dan pembengkakan biaya. Minggu keempat dan kelima nilai SPI lebih besar dari 1 dan CPI lebih kecil dari 1, berarti pekerjaan lebih cepat dari jadwal dengan biaya yang lebih besar dari yang dianggarkan. Sedangkan pada minggu ketujuh sampai dengan duapuluh nilai SPI dan CPI masing-masing lebih besar dari 1 bahwa pekerjaan lebih cepat dari jadwal dengan biaya yang lebih kecil dari yang dianggarkan. Hasil analisis indeks kinerja jadwal dan indeks kinerja biaya pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Denpasar-Pesanggaran dapat digunakan untuk menilai atau evaluasi dari berbagai pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi. Hal yang sangat sensitif dalam proyek konstruksi jika berkaitan dengan masalah sumberdaya berupa uang, sehingga kelancaran pembayaran kepada kontraktor harus terjamin. Lancar dan tidaknya arus uang dalam proyek konstruksi tergantung dari berbagai unsur pengelola proyek misalnya kontraktor, *owner*, dan pengawas lapangan. Manajer proyek yang ingin mengetahui status proyek pada saat tertentu bisa melihat nilai-nilai besaran CPI dan SPI. Untuk memudahkan melihat status proyek berdasarkan analisis indeks kinerja jadwal dan analisis indeks kinerja biaya maka dapat dilihat pada tabel 7.13 di bawah ini:

Tabel 7.13 : Tabel SPI dan CPI

Minggu	SPI	CPI	Arti
--------	-----	-----	------

I	<1	>1	Kinerja proyek lebih lambat dari jadwal rencana dan biaya aktual yang dikeluarkan lebih kecil dari nilai pekerjaan yang didapat
II,III,VI	<1	<1	Kinerja proyek lebih lambat dari jadwal rencana dan biaya aktual yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat
IV-V	>1	<1	Kinerja proyek lebih cepat dari jadwal rencana dan biaya aktual yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat
VII-XX	>1	>1	Kinerja proyek lebih cepat dari jadwal rencana dan biaya aktual yang dikeluarkan lebih kecil dari nilai pekerjaan yang didapat

(Sumber: Hasil Analisis 2017)

7.5.6 Analisis Perkiraan Biaya dan Waktu untuk Menyelesaikan Proyek

Biaya dan waktu penyelesaian proyek sesuai dengan kontrak adalah Rp 16,157,678,340.76. Pada penelitian ini ditinjau sampai minggu kedua puluh, maka untuk menganalisis perkiraan biaya untuk menyelesaikan proyek dianalisis berdasarkan minggu kedua puluh. Bila dianggap kinerja biaya pada pekerjaan

tersisa adalah tetap, maka BETC adalah merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersisa, sehingga BETC adalah anggaran pekerjaan tersisa dibagi dengan indeks kinerja biaya. Parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung BETC adalah BAC, BCWP dan CPI.

$$\begin{aligned} \text{BETC} &= (\text{BAC}-\text{BCWP})/\text{CPI} \\ &= (\text{Rp } 16,157,678,340.76 - \text{Rp}12,228,130,968.29)/1,1961 \\ &= \text{Rp } 3,285,414,629.35 \end{aligned}$$

Jumlah pengeluaran sampai pada saat pelaporan ditambah perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa. Perkiraan biaya total diperlukan untuk mengetahui apakah dana yang tersisa cukup untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa. Parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung BEAC adalah ACWP dan BETC.

$$\begin{aligned} \text{BEAC} &= \text{ACWP} + \text{BETC} \\ &= \text{Rp } 10,223,691,576.86 + \text{Rp } 3,285,414,629.35 \\ &= \text{Rp } 13,450,932,004.96 < \text{BAC} = \text{Rp } 16,157,678,340.76 \end{aligned}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan tidak mengalami kerugian.

Bila dianggap kinerja jadwal pada pekerjaan tersisa tetap, seperti pada saat pelaporan, maka SETC adalah waktu pekerjaan tersisa (6 minggu) dibagi indeks kinerja jadwal (SPI = 1.039).

$$\begin{aligned} \text{SETC} &= 6/1.039 \\ &= 5.77 \text{ minggu} \end{aligned}$$

Menghitung Jumlah waktu pelaksanaan pekerjaan sampai pada saat pelaporan ditambah perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersisa. (SEAC). Parameter-parameter yang digunakan adalah tBCWP= 20 minggu dan SETC=5.77 minggu.

$$\begin{aligned}\text{SEAC} &= 20 + 5.77 \\ &= 25.77 \text{ minggu} < 26 \text{ minggu}\end{aligned}$$

Jadi estimasi waktu penyelesaian proyek adalah 25.77 minggu. Hal ini berarti pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan tidak mengalami keterlambatan, karena waktu penyelesaian proyek sesuai dengan *time schedule* yang direncanakan yaitu durasi rencana penyelesaian proyek 26 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Dimiyati, H. D. H. A. M., Nurjaman, Kadar SE.,MM 2014. *Manajemen Proyek*, Bandung: CV Pustaka Setia.
- Ervianto, W. I. 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Ervianto, W. I. 2007. *Cara Tepat Menghitung Biaya*, Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Ervianto, W. I. 2009. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Gray C.F, L., E.W 2000. *Project Management*.
- Hasibuan, M. H. S. P. 2013. *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Hayun, A. A. 2005. *Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM studi kasus Fly Over Ahmad Karawang. The Winners*, 6(
- Heizer, J., Render, Barry 2006. *Manajemen Operasi*, Jakarta: Salemba Empat.
- Imam Heryanto, T. T. 2013. *Manajemen Proyek Berbasis Teknologi Informasi*, Informatika Bandung.
- Langford 1996. *Tata Guna Manajemen Proyek dalam Bidang Konstruksi*, Jakarta: Erlangga.
- Partawijaya, Y. 2001. *Analisis Variabel Ketidakpastian pada Estimasi Harga Satuan Pekerjaan Proyek Konstruksi. Institut Teknologi Bandung*.
- Rakos, J. J. 1990. *Software Project Management: For Small to Medium Sized Projects*, New Jersey.
- Santosa, B. 2008. *Manajemen Proyek Konsep dan Implementasi*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Schwalbe, K. 2006. *Information Technology Project Management: Thomson Learning*.
- Soeharto, I. 1995. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek*, Jakarta: Erlangga.

Tantyonimpuno, S. 2001. *Manajemen Proyek*, Surabaya: Institut Teknolgi Sepuluh Nopember.

