

TUGAS AKHIR

OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE LEAST COST SCHEDULING (Studi Kasus Proyek Pembangunan Zest Hotel)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Raden Abdurrahman S
07.511.077**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
DESEMBER 2014**

TUGAS AKHIR

OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE LEAST COST SCHEDULING (Studi Kasus Proyek Pembangunan Zest Hotel)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Raden Abdurrahman S
07.511.077**

Disahkan Oleh:

Pembimbing

Ketua Jurusan

**(Ir. Faisol A.M., M.S.)
Tanggal:**

**(Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.)
Tanggal:**

TUGAS AKHIR

OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE LEAST COST SCHEDULING (Studi Kasus Proyek Pembangunan Zest Hotel)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Raden Abdurrahman S
07.511.077**

Disetujui Oleh:

**Pembimbing/Penguji:
Ir. Faisol A.M., M.S.**

**Penguji:
Zaenal Arifin, S.T., M.T.**

**Penguji:
Ir. Tuti Sumarningsih, S.T., M.T.**

From the deepest of my heart, I dedicate this thesis to

My beloved Father who has gone to a better place,

My dearest Mother, and my little Sister.

MOTTO

*“Sesungguhnya dibalik dan sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan)
kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain.
Dan hanya kepada tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”*
(QS. Al Insyirah 94:6-8)

“Be as you wish to seem.”
(Socrates)

"By three methods we may learn wisdom:
First, by reflection, which is noblest;
Second, by imitation, which is easiest;
and third by experience, which is the bitterest."
(Confucius)

"Never forget that the key to the situation lies in the will
and not in the imagination."
(Evelyn Underhill)

"A man must be big enough to admit his mistakes,
smart enough to profit from them,
and strong enough to correct them."
(John C. Maxwell)

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, percepatan waktu penyelesaian proyek dari rencana awal adalah hal yang sering ditemui. Baik untuk mengembalikan kondisi proyek ke situasi yang normal akibat keterlambatan atau membuat kondisi yang lebih baik untuk mempercepat penyelesaian proyek konstruksi tersebut. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mengoptimalkan suatu kondisi percepatan proyek dan hubungannya dengan biaya adalah dengan menggunakan metode *Least Cost Scheduling*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan *Least Cost Scheduling Method* pada suatu proyek pembangunan gedung hotel sehingga didapatkan durasi proyek setelah proyek mengalami proses percepatan, dan berapa biaya yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan tersebut. Data penelitian diambil dari Proyek Pembangunan Zest Hotel di Yogyakarta. Hal yang diteliti dalam penelitian terbatas pada hubungan antara kinerja waktu dan biaya. Metode percepatan proyek yang digunakan adalah dengan menggunakan waktu lembur yang berimbas pada meningkatnya biaya untuk upah lembur.

Optimasi penjadwalan dimulai dengan merubah data waktu pengerjaan berupa barchart, menjadi network planning dalam bentuk Precedence Diagram Method (PDM). Dengan menggunakan PDM, dapat ditentukan item kegiatan proyek yang kondisinya kritis. Item kegiatan yang kritis inilah yang kemudian dipercepat dengan metode waktu lembur. Dengan mengaplikasikan metode *Least Cost Scheduling* pada proses percepatan dapat ditentukan waktu percepatan yang optimal dengan biaya yang rendah. Durasi optimal yang didapat adalah pada durasi 81 hari dengan biaya total sebesar Rp 3.624.817.031,37.

Kata kunci: *least cost scheduling method, crash program, precedence diagram method*

ABSTRACT

The acceleration of project completion from the initial time is a frequent occasion to be encountered in a construction projects. Whether to recover the project from its tardiness to get it back to normal condition or to create a better condition in order to accelerate the construction project. One of the methods that is commonly used to optimize the acceleration of project completion time and its cost is by using the Least Cost Scheduling method.

This research was aimed to applied the Least Cost Scheduling method into a hotel construction project, to get the project duration after it went through the acceleration process and the cost needed in order to do that process. The collected data were came from the construction project of Zest Hotel in Yogyakarta. The case that were examined in this research is the relation between the project time management and its cost. The method of the acceleration project is by using the cause of an overtime which cost an overtime fee.

The scheduling optimization was begin with changing the data from the time of the process in the form of a barchart, to became a network planning in the form of Precedence Diagram Method (PDM). Therefore, the project activity item that is in critical state can be found by using the PDM. Thus the critical item that was found is being accelerate by using the overtime method. Having the Least Cost Scheduling applied in the acceleration process, an optimal acceleration time with a low cost can be determined. The obtained optimal duration was 81 days at a total cost of Rp 3.624.817.031,37.

Keywords: *least cost scheduling method, crash program, precedence diagram method*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji dan Syukur penyusun haturkan kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya hingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam semoga selalu dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai inspirasi akhlak dan pribadi mulia.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama menyusun laporan Tugas Akhir, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, dan dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Faisol A.M., M.S., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Zaenal Arifin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I.
3. Ibu Ir. Tuti Sumarningsih, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II.
4. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
5. Yang selalu menginspirasi, kurindu dan kucintai, Ayahandaku Bapak H.R. Kadir Sultan yang sudah pergi ke tempat yang lebih baik di sisi-Nya;
Dan Ibundaku tercinta yang tiada henti memberi support dan motivasi kepada diriku yang dipenuhi kekurangan ini, Ibu Hj. Triharsi Dyah Pangesti, S.E.
Karena mereka berdualah aku yang sekarang ini ada.
6. Adikku satu-satunya, Rr. Noor'aini Dyah Rahmawati, S.H. Yang selalu memberi dukungan dalam bentuk kritik dan saran sehingga aku selalu bisa terus berjalan maju.

7. Kedua Bibiku: Ibu Hj. Ir. Zubaidah Achmad dan Ibu Hj. Wawang A. Kadir Aboe atas bantuan dan support mereka maka aku dapat melewati saat-saat yang sulit.
8. Saudara-saudaraku atas support dan doanya.
9. Teman-teman dari UII atas dorongan dan motivasinya.
10. Semua pihak yang tidak dapat kusebutkan namanya satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan laporan Tugas Akhir ini dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya serta bagi semua pihak yang membutuhkan pada umumnya.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Desember 2014

Raden Abdurrahman S
07.511.077

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 BATASAN PENELITIAN	2
1.5 MANFAAT TUGAS AKHIR	3
BAB II STUDI PUSTAKA	4
2.1 PENDAHULUAN	4
2.2 PENELITIAN TERDAHULU	4
2.3 KEASLIAN PENELITIAN	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 ANALISA PERENCANAAN PROYEK	8
3.2 ANALISA WAKTU	9
3.2.1 Durasi Normal Kegiatan	10
3.2.2 Durasi Kegiatan Dipercepat	11
3.3 ANALISA BIAYA	15
3.4 PENJADWALAN PROYEK	17

3.5 JARINGAN KERJA	18
3.6 JENIS-JENIS NETWORK PLANNING	19
3.6.1 Gantt Chart/Bar Chart	19
3.6.2 Precedence Diagram Method (PDM)	20
3.7 METODE LEAST COST SCHEDULING	31
BAB IV METODE PENELITIAN	38
4.1 PENDAHULUAN	38
4.2 JENIS PENELITIAN	38
4.3 METODE PENGUMPULAN DATA	38
4.4 METODE ANALISIS DATA	39
4.5 TAHAPAN PENELITIAN	39
4.6 BAGAN ALIR PENELITIAN	40
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	41
5.1 DATA PROYEK	41
5.1.1 Gambaran Umum Proyek	41
5.1.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	42
5.1.3 Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)	53
5.1.4 Kurva S dan Barchart	57
5.1.5 Hari Kerja, Jam Kerja, dan Upah Kerja	59
5.2 ANALISIS	60
5.2.1 Precedence Diagram Method (PDM)	60
5.2.2 Durasi Crash	65
5.2.3 Upah Lembur	67
5.2.4 Biaya Langsung (Direct Cost) Durasi Normal	68
5.2.5 Biaya Langsung (Direct Cost) Durasi Crash	70
5.2.6 Project Crashing	73
5.2.7 Biaya Overhead	85
5.3 PEMBAHASAN	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	93
6.1 KESIMPULAN	93
6.2 SARAN	93
DAFTAR PUSTAKA	95

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan Judul Penelitian	5
Tabel 5.1 Rekapitulasi RAB Proyek	43
Tabel 5.2 Volume dan Harga Satuan Pekerjaan	44
Tabel 5.3 Rekapitulasi RAP Proyek	55
Tabel 5.4 Kurva S Pekerjaan Arsitektur Proyek	58
Tabel 5.5 Barchart Pekerjaan Arsitektur Proyek	59
Tabel 5.6 Upah Personil Kerja Proyek	59
Tabel 5.7 Daftar Kegiatan, Durasi, Predecessor, dan Konstrain	62
Tabel 5.8 Pekerjaan Kritis dan Durasi Normal Pekerjaan Jalur Kritis A	64
Tabel 5.9 Pekerjaan Kritis dan Durasi Normal Pekerjaan Jalur Kritis B	64
Tabel 5.10 Durasi Normal dan Durasi Kritis Pekerjaan Jalur Kritis A	66
Tabel 5.11 Durasi Normal dan Durasi Kritis Pekerjaan Jalur Kritis B	67
Tabel 5.12 Upah Lembur Personil Kerja Per Jam	68
Tabel 5.13 Direct Cost Pekerjaan Kritis Jalur A pada Durasi Normal	69
Tabel 5.14 Direct Cost Pekerjaan Kritis Jalur B pada Durasi Normal	70
Tabel 5.15 Direct Cost Pekerjaan Kritis Jalur A pada Durasi Crash	72
Tabel 5.16 Direct Cost Pekerjaan Kritis Jalur B pada Durasi Crash	72
Tabel 5.17 Rangkuman Data Durasi dan Biaya Jalur A	74
Tabel 5.18 Rangkuman Data Durasi dan Biaya Jalur B	75
Tabel 5.19 Direct Cost Pekerjaan Setelah Project Crashing	83
Tabel 5.20 Cost Slope Pekerjaan Setelah Project Crashing	84
Tabel 5.21 Hubungan Durasi dengan Direct Cost	87
Tabel 5.22 Hubungan Durasi dengan Biaya Overhead	89
Tabel 5.23 Hubungan Durasi dengan Biaya Total	91

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Kegiatan Seri	12
Gambar 3.2 Kegiatan Paralel	12
Gambar 3.3 Kegiatan Seri	12
Gambar 3.4 Kegiatan Overlap	13
Gambar 3.5 Contoh Bar Chart	20
Gambar 3.6 Contoh PDM	21
Gambar 3.7 Konstrain Finish to Start	22
Gambar 3.8 Konstrain Start to Start	22
Gambar 3.9 Konstrain Finish to Finish	22
Gambar 3.10 Konstrain Start to Finish	23
Gambar 3.11 Forward Pass dengan Konstrain Finish to Start	24
Gambar 3.12 Forward Pass dengan Konstrain Start to Start	24
Gambar 3.13 Forward Pass dengan Konstrain Finish to Finish	25
Gambar 3.14 Forward Pass dengan Konstrain Start to Finish	25
Gambar 3.15 Ilustrasi Forward Pass	26
Gambar 3.16 Backward Pass dengan Konstrain Finish to Start	27
Gambar 3.17 Backward Pass dengan Konstrain Start to Start	27
Gambar 3.18 Backward Pass dengan Konstrain Finish to Finish	27
Gambar 3.19 Backward Pass dengan Konstrain Start to Finish	28
Gambar 3.20 Ilustrasi Backward Pass	28
Gambar 3.21 Contoh Precedence Diagram Method	29
Gambar 3.22 Forward Pass Precedence Diagram Method	29
Gambar 3.23 Backward Pass Precedence Diagram Method	30
Gambar 3.24 Critical Path	30
Gambar 3.25 Total Float	31
Gambar 3.26 Grafik Hubungan Jam Lembur – Produktivitas	32
Gambar 3.27 Hubungan Durasi – Cost Linear Biaya Langsung	33
Gambar 3.28 Hubungan Durasi – Cost Biaya Tak Langsung	34

Gambar 3.29 Kurva Perubahan Durasi	35
Gambar 5.1 Peta Lokasi Proyek	41
Gambar 5.2 PDM Pekerjaan Arsitektur	61
Gambar 5.3 Indeks Produktivitas Karena Kerja Lembur	66
Gambar 5.4 PDM Setelah Crash Kegiatan Pekerjaan Lain-lain Facade	77
Gambar 5.5 PDM Setelah Crash Konstrain	78
Gambar 5.6 PDM Setelah Crash Kegiatan Pekerjaan Tampak Depan Facade	79
Gambar 5.7 Grafik Hubungan Durasi - Biaya Langsung	89
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Durasi - Biaya Overhead	90
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Durasi - Biaya Total	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Menurut Soeharto (1995) proyek konstruksi adalah sebuah kegiatan yang pelaksanaannya membutuhkan sumber daya tertentu yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sebaik-baiknya. Untuk mencapai hasil pekerjaan yang baik tersebut, dibutuhkan berbagai macam elemen pendukung yang saling berkaitan dalam pelaksanaan pekerjaan. Secara teknis, proyek konstruksi dimulai dengan membuat perencanaan pada awal rencana proyek, sehingga pada saat itulah akan ditentukan jenis konstruksi serta manfaat yang diinginkan oleh pemilik proyek konstruksi. Semua itu akan berpengaruh terhadap faktor-faktor teknis, seperti metode pelaksanaan, alokasi biaya, alokasi tenaga kerja, alokasi bahan dan material, perencanaan waktu dan proses pengendaliaanya. Elemen-elemen tersebut di atas didukung oleh tiga aspek yaitu, besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, penjadwalan proyek, dan pemenuhan standar mutu yang ada. Ketiga aspek ini saling mempengaruhi satu sama lain.

Kushandayani (2005) menuliskan dalam pelaksanaan proyek konstruksi sering kali durasi proyek diperpendek karena kondisi tertentu, misalnya pemilik proyek menginginkan agar proyek dapat selesai lebih awal dari rencana semula, atau pemilik proyek menjanjikan bonus jika proyek dapat selesai lebih awal dari rencana. Bisa juga sebuah proyek yang sedang berjalan dan ternyata dalam pelaksanaannya terlambat dari rencana yang ada, maka perlu dilakukan usaha untuk mengembalikan *progress* rencana semula. Untuk kebutuhan tersebut perlu dilakukan usaha percepatan waktu setiap kegiatan agar *progress* yang direncanakan dapat tercapai sesuai dengan awal rencana. Usaha percepatan waktu pada kondisi tertentu agar *progress* kegiatan dapat tercapai seperti rencana semula menyebabkan terjadinya peningkatan biaya langsung (*direct cost*).

Percepatan dilakukan selain untuk meningkatkan peluang mendapatkan keuntungan dengan mengoptimalkan pemanfaatan alokasi sumber daya, juga dapat mengurangi biaya *overhead* proyek. Salah satu metode yang digunakan

untuk mendapatkan optimasi tersebut yaitu dengan menggunakan metode *least cost scheduling*.

Metode *least cost scheduling* merupakan cara untuk menentukan durasi optimal dimana total biaya proyek diminimalisir. Menentukan waktu optimal untuk biaya terendah proyek pada umumnya dengan dibantu teknik *Network Planning Precedence Diagram Method* (PDM) karena teknik ini memungkinkan proyek mempunyai waktu mulai tercepat dan waktu mulai terlama, tutur Latief (2001). Dan dikatakan oleh Asiyanto (2005) tidak ada solusi *least cost* yang dapat dibuktikan secara absolut karena baik durasi aktivitas maupun biaya tidak dapat diketahui secara pasti di awal.

Dengan metode *least cost scheduling* dimana sebuah model penjadwalan PDM yang didasarkan kepada kondisi deterministik, informasi yang berasal dari metode *least cost scheduling* menggambarkan kondisi optimum biaya dan penjadwalan rencana percepatan durasi. Dengan informasi ini, maka owner maupun kontraktor dapat menentukan konsep percepatan dengan lebih baik, tutur Budiarmo (2008).

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Dalam menggunakan metode *least cost scheduling*, pekerjaan atau kegiatan apa saja yang dipercepat?
2. Berapa durasi waktu yang dapat dipercepat dan berapa besar biayanya?
3. Berapa besar rasio perbandingan waktu dan biaya sebelum percepatan proyek dibandingkan dengan ketika proyek dipercepat?

1.3 TUJUAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pekerjaan yang bisa dipercepat.
2. Mengetahui durasi dan biaya percepatan proyek.
3. Mengetahui rasio perbandingan waktu dan biaya sebelum percepatan proyek dibandingkan dengan ketika proyek dipercepat.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Batasan dalam melakukan pendekatan studi kasus dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup penelitian pada Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel.
2. Penelitian dibatasi pada hubungan antara kinerja waktu dan biaya.
3. Percepatan dan sumber daya yang akan digunakan pada analisa dengan metode *least cost scheduling*, menggunakan waktu lembur dan upah kerja lembur yang sesuai dengan peraturan sebagai acuan penelitian.
4. Perhitungan biaya menggunakan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) yang diasumsikan sebesar 90% dari data Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.5 MANFAAT TUGAS AKHIR

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi Masyarakat dan Praktisi di Lapangan
 Penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan proses dan langkah-langkah optimasi dengan menggunakan metode *least cost scheduling*, serta hubungan yang optimal antara total biaya proyek dan waktu.
2. Bagi Institusi Pendidikan
 Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tambahan dan memperluas wawasan peneliti lain di institusi pendidikan seperti Universitas, Politeknik, Sekolah Menengah Kejuruan, dan lain-lain.
3. Bagi Peneliti
 Menambah wawasan dan pengetahuan yang lebih lanjut akan konsep-konsep manajemen proyek, khususnya *network planning* dan percepatan durasi pekerjaan.

BAB II

STUDI PUSTAKA

1.6 PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan referensi dari penelitian terdahulu yang relevan dengan subyek yang diteliti. Termasuk di dalamnya buku dan jurnal yang memuat materi dan teori yang menjadi kunci utama kelanjutan dan penyelesaian penelitian.

1.7 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa literatur yang digunakan sebagai referensi untuk membantu penyelesaian penelitian ini antara lain:

1. Leny Maharany dan Fajawati (2006) dengan topik “Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis”. Tujuan penelitian adalah menentukan durasi dan biaya optimum pada kondisi percepatan dengan menggunakan metode least cost analysis. Metode yang digunakan adalah studi kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium SD Model Kabupaten Kuningan. Hasil penelitian adalah diketahui bahwa percepatan durasi pembangunan gedung adalah 42 hari atau 24% dari durasi normal dengan pengurangan total biaya proyek sebesar Rp 22.370.583,82 atau 1,20% dari total biaya proyek normal.
2. Tri Budiarto (2008) dengan topik “Tinjauan Optimalisasi Biaya dan Waktu Menggunakan Metode Least Cost Scheduling (Studi Kasus: Proyek Flyover Arif Rahman Hakim Depok)”. Tujuan dari penelitian adalah menentukan durasi dan biaya optimum pada kondisi diperlukannya percepatan waktu dengan menggunakan metode least cost scheduling. Metode penelitian yang digunakan adalah berupa studi kasus dengan memperhatikan data-data aktual pekerjaan pier IV Proyek Flyover Arif Rahman Hakim, Depok. Hasil penelitian adalah dilakukan crashing pada pekerjaan pembesian sehingga durasi proyek pada pekerjaan pier IV dapat diselesaikan dalam jangka waktu 63 hari dengan

biaya Rp 1.735.480.447,00 menggunakan strategi waktu. Dan biaya optimum terjadi pada Rp 1.725.811.984,00 pada durasi normal 67 hari dengan menggunakan strategi biaya.

3. Yurry Widyatmoko (2008) dengan topik “Analisa Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing pada Kegiatan Pemancangan di Proyek Dermaga 115 Tanjung Priok dengan Aplikasi Program PERTMaster”. Tujuan penelitian adalah menentukan durasi proyek yang optimal dengan total biaya proyek yang minimal. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan jenis metode studi kasus. Hasil yang didapat dari penelitian berupa metode least cost analysis menghasilkan waktu optimum pada durasi 216 hari sedangkan simulasi dengan menggunakan program PERTMaster menghasilkan waktu optimum pada 211 hari.
4. Eka D annyanti (2010) dengan topik “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)”. Tujuan penelitian adalah menentukan jaringan kerja, menganalisa waktu optimal penyelesaian proyek, dan menganalisis perkiraan biaya percepatan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan jenis metode studi kasus. Hasil penelitian menunjukkan durasi dan biaya proyek optimal untuk menyelesaikan proyek pembangunan Twin Tower Building adalah selama 150 hari kerja dan biaya sebesar Rp 21.086.217.636,83 dengan menggunakan alternatif subkontrak.

Tabel 2.1 Perbandingan Judul Penelitian

No.	Nama Peneliti dan Judul	Tujuan dan Metode	Hasil
1	Leny Maharany dan Fajawati Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis	Menentukan durasi dan biaya optimum pada kondisi percepatan dengan menggunakan metode least cost analysis. Studi kasus Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium SD Model Kabupaten Kuningan.	Diketahui bahwa percepatan durasi pembangunan gedung adalah 42 hari atau 24% dari durasi normal dengan pengurangan total biaya proyek sebesar Rp 22.370.583,82 atau 1,20% dari total biaya proyek normal.
2	Tri Budiarto	Untuk menentukan	Strategi waktu dapat

	Tinjauan Optimalisasi Biaya dan Waktu Menggunakan Metode Least Cost Scheduling	durasi dan biaya optimum. Studi Kasus Proyek Flyover Arif Rahman Hakim, Depok.	menyelesaikan pier IV dalam jangka waktu 63 hari. Strategi biaya menyelesaikannya dalam durasi optimum 67 hari.
3	Yurry Widyatmoko Analisa Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing pada Kegiatan Pemancangan di Proyek Dermaga 115 Tanjung Priok dengan Aplikasi Program PERTMaster	Menentukan durasi proyek yang optimal dengan total biaya proyek yang minimal. Studi Kasus Proyek Dermaga 115 Tanjung Priok.	Metode least cost analysis menghasilkan waktu optimum pada durasi 216 hari. Program PERTMaster menghasilkan waktu optimum pada 211 hari.
4	Eka Danyanti Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM	Menentukan jaringan kerja, menganalisa waktu optimal penyelesaian proyek, dan menganalisis perkiraan biaya percepatan. Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip.	Durasi dan biaya proyek optimal untuk menyelesaikan proyek pembangunan Twin Tower Building adalah selama 150 hari kerja dan biaya sebesar Rp 21.086.217.636,83 dengan menggunakan alternatif subkontrak.
5	Raden Abdurrahman S Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek Dengan Metode Least Cost Scheduling	Mencari pekerjaan yang bisa dan layak dipercepat. Menentukan durasi proyek yang optimal dengan total biaya proyek yang minimal. Studi Kasus Proyek Pembangunan Zest Hotel dengan pendekatan kuantitatif.	

1.8 KEASLIAN PENELITIAN

Studi kasus dalam penelitian berbeda dari penelitian terdahulu dari segi objek penelitian yang ditinjau. Adapun hal-hal yang membedakan tugas akhir ini dengan penelitian sebelumnya antara lain:

1. Objek penelitian dalam tugas akhir ini adalah Proyek Pembangunan Zest Hotel di Yogyakarta, sementara penelitian terdahulu masing-masing mengambil Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium SD Model Kabupaten Kuningan di Jawa Barat, Proyek Flyover Arif Rahman Hakim di Depok Jakarta, Proyek Dermaga 115 di Tanjung Priok Jakarta, dan Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip di Jawa Tengah.
2. Pencarian pekerjaan kritis untuk dipercepat di penelitian ini dilakukan dengan membuat Precedence Diagram Method dari data yang tersedia, sementara penelitian terdahulu menggunakan CPM, PERT, dan program PERTMaster untuk mencari kegiatan kritis tersebut.
3. Metode percepatan yang dilakukan adalah dengan waktu dan upah lembur yang disesuaikan dengan peraturan yang berlaku, sementara penelitian terdahulu menggunakan penambahan peralatan dan alternatif subkontrak sebagai metode percepatannya.

BAB III

LANDASAN TEORI

1.9 ANALISA PERENCANAAN PROYEK

Proyek dapat dikatakan sebagai kegiatan terencana dan berurutan yang hanya berlangsung sekali dimana dalam kegiatan tersebut memiliki awal dan saat akhir. Proyek adalah serangkaian kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya yang tersedia dan bertujuan untuk melaksanakan tugas yang telah ditetapkan. Perencanaan sangat penting di dalam pelaksanaan proyek. Perencanaan yang tidak sesuai akan mengakibatkan kesulitan di dalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, perencanaan proyek harus sesuai dengan batasan yang dimiliki dan tujuan yang ingin dicapai. Fungsi perencanaan proyek yaitu sebagai sarana komunikasi bagi seluruh pihak terkait, dasar dalam pengalokasian sumber daya dan tolak ukur di dalam pengendalian.

Dari uraian di atas dapat dikatakan bahwa manajemen proyek sangat penting diterapkan. Manajemen proyek adalah usaha merencanakan, mengorganisir, mengarahkan dan mengkoordinasi serta mengawasi kegiatan dalam proyek sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jadwal, waktu dan anggaran yang telah ditetapkan.

Baker (1974) mengatakan bahwa penjadwalan merupakan alokasi dari sumber daya terhadap waktu untuk menghasilkan sebuah kumpulan pekerjaan. Penjadwalan dibutuhkan untuk memproduksi order dengan pengalokasian sumber daya yang tepat seperti urutan pengerjaan dan kebutuhan material. Dengan pengaturan penjadwalan yang efektif dan efisien maka order yang tepat waktu dan sesuai dengan kualitas yang ditentukan dapat terpenuhi. Penjadwalan diperlukan ketika beberapa pekerjaan tidak bisa diproses pada saat yang bersamaan. Penjadwalan yang baik akan mengoptimalkan efektivitas pemanfaatan sumber daya yang ada.

Santosa (2009) menjelaskan hubungan waktu dan biaya pada keadaan normal dan *crash* sehingga umur proyek dapat dipersingkat dengan penambahan

sumber daya tenaga kerja, peralatan ataupun modal untuk kegiatan-kegiatan tertentu (*crashing*).

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada perencanaan proyek yaitu penerapan tujuan yang meliputi pelaksanaan proyek yang diinginkan, serta waktu dan biaya yang ditargetkan. Kedua, dibuat urutan kerja yang berisi seluruh urutan dan deskripsi pekerjaan-pekerjaan yang perlu dilakukan untuk mencapai tujuan proyek. Ketiga, dirancang organisasi proyek untuk menentukan departemen-departemen yang diperlukan di dalam pelaksanaan proyek. Keempat, jadwal kegiatan berisi waktu pelaksanaan tiap aktivitas, batas selesai dan milestone dibuat. Kelima, rancangan anggaran dan sumber daya yang berisikan jumlah anggaran dan sumber daya yang dibutuhkan untuk terlaksananya tujuan proyek. Terakhir yaitu ramalan mengenai performa penyelesaian proyek. Tahap ini berisi performa yang diharapkan di dalam penyelesaian proyek.

1.10 ANALISA WAKTU

Agar suatu proyek dapat berjalan dengan lancar serta efektif, maka diperlukan pengaturan waktu atau penjadwalan dari kegiatan-kegiatan yang terlibat di dalamnya.

Sehubungan dengan itu maka pihak pelaksana dari suatu proyek membuat suatu jadwal waktu kegiatan (*Time Schedule*). Jenis kegiatan adalah urutan-urutan kerja yang berisi antara lain:

1. Jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan.
2. Waktu dimana suatu pekerjaan dimulai dan diakhiri.
3. Urutan dari pekerjaan.

Dengan adanya jadwal waktu ini pimpinan proyek dapat mengetahui dengan jelas rencana kerja yang akan dilaksanakan, sehingga kelangsungan atau kontinuitas proyek dapat dipelihara. Hal ini memudahkan pimpinan proyek untuk mengkoordinasikan unit-unit pekerjaan sehingga diperoleh efisiensi kerja yang tinggi seperti kata Suharto (1995). Tujuan dari pembuatan jadwal waktu ini antara lain untuk:

1. Dipakai sebagai pedoman pelaksanaan guna memudahkan pekerjaan agar dapat berjalan lancar dan mencapai sasaran yang telah ditetapkan.

2. Memperkirakan alokasi sumber daya yang harus disediakan setiap kali diperlukan agar proyek dapat berjalan lancar dan efektif.
3. Mengontrol kemajuan pekerjaan sehingga bila ada keterlambatan di dalam pelaksanaan pekerjaan, dapat diketahui untuk mengambil tindakan penanggulangan.
4. Menentukan lamanya target waktu yang diminta oleh pemilik, agar penyelesaian proyek dapat terpenuhi.
5. Mengetahui urutan dari masing-masing pekerjaan.
6. Sebagai alat pengendali proyek.

3.2.1 Durasi Normal Kegiatan

Durasi normal kegiatan adalah jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan dengan tingkat produktifitas kerja yang normal, yaitu sesuai dengan sumber daya dan kemampuan yang ada pada saat itu. Menurut Suharto (1995), untuk menentukan durasi ada banyak faktor yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Jenis kegiatan.
2. Setiap kegiatan mempunyai karakteristik sendiri sehingga harus ditangani secara tersendiri pula. Semakin sulit penanganannya maka semakin lama durasi yang dibutuhkan.
3. Metode yang digunakan.
4. Penggunaan sumber daya (tenaga kerja, material dan peralatan) tergantung pada metode pelaksanaan yang dipakai. Dengan demikian penggunaan metode pelaksanaan yang berbeda dapat menghasilkan durasi kegiatan yang berbeda pula.
5. Situasi dan kondisi lapangan, dimaksudkan untuk mengetahui hambatan-hambatan atau kemudahan-kemudahan yang terdapat di lapangan. Misalnya medan proyek yang berat, terpencil atau pada ketinggian yang lebih tinggi akan memperlambat pelaksanaan kegiatan.
6. Lokasi sumber daya.
7. Semakin dekat lokasi sumber daya dengan lokasi proyek akan memperlancar pelaksanaan suatu kegiatan sehingga waktu pelaksanaannya lebih singkat.

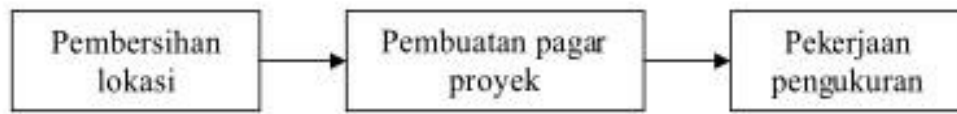
8. Faktor cuaca yang akan berpengaruh terhadap prestasi kerja. Iklim dan cuaca yang jelek akan memperlambat penyelesaian kegiatan. Seperti contohnya apabila hujan terus menerus sehingga mengakibatkan pekerjaan seperti penghamparan aspal untuk pekerjaan jalan menjadi terhambat.
9. Dana material yang tersedia.
10. Durasi kegiatan akan lebih lama bila dana yang masuk ke dalam kas perusahaan tersendat-sendat. Begitu juga akan mengakibatkan tersendatnya material yang masuk.
11. Macam dan volume pekerjaan yang akan dilaksanakan. Volume pekerjaan yang lebih besar membutuhkan durasi yang lebih lama. Volume ini dapat dihitung dari dokumen rencana kerja dan syarat-syarat yang diberikan oleh pemilik proyek.
12. Sosial dan politis.
13. Termasuk dalam bagian ini adalah peraturan pemerintah di bidang tenaga kerja.
14. Sumber daya yang dimiliki oleh pelaksana seperti tenaga kerja, kemampuan dan keterampilan tenaga kerja serta kapasitas alat-alat kerja. Yang perlu ditinjau di sini adalah produktifitas tenaga kerja dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya, seperti: kualitas dan kuantitas tenaga kerja, efisiensi tenaga kerja, jam kerja, kondisi lingkungan dan lain-lain.

3.2.2 Durasi Kegiatan Dipercepat

Pada awalnya yaitu pada saat proyek direncanakan, durasi kegiatan direncanakan dengan sumber daya yang tersedia (sumber daya normal). Bila kemudian hari penyelesaian pekerjaan ingin dipercepat karena alasan tertentu maka ada beberapa cara yang dapat ditempuh, yaitu:

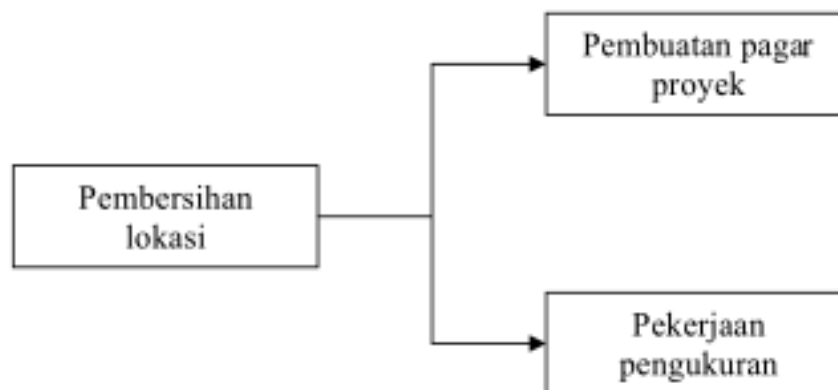
1. Perubahan logika jaringan kegiatan.
 - a. Kegiatan seri dijadikan kegiatan paralel

Diambil potongan suatu jaringan kegiatan berikut:



Gambar 3.1 Kegiatan Seri

Dari kegiatan di atas dapat dilihat bahwa kegiatan pengukuran dapat dilaksanakan bila pembuatan pagar proyek telah selesai. Namun pekerjaan pengukuran dapat dilaksanakan bersamaan dengan pembuatan pagar proyek. Sehingga waktu penyelesaian pekerjaan untuk potongan jaringan kegiatan itu dapat dipersingkat seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Kegiatan Paralel

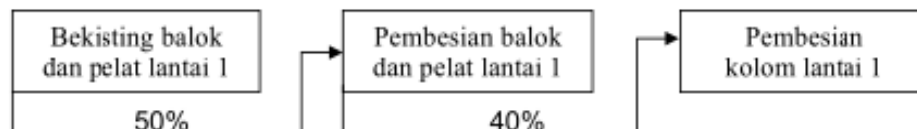
b. Kegiatan seri dijadikan kegiatan overlap

Pekerjaan bekisting balok dan pelat lantai 1 diselesaikan pada area kerja, lalu diikuti oleh pelaksanaan pekerjaan pembesian balok dan pelat lantai 1, dengan jaringan kerja sebagai berikut:



Gambar 3.3 Kegiatan Seri

Bila pekerjaan di atas dibagi-bagi atas beberapa lokasi/seksi sehingga pekerjaan bekisting balok dan pelat lantai dapat dilaksanakan secara overlap dengan pekerjaan pembesian balok dan pelat lantai, maka penyelesaian kegiatan itu dapat dipersingkat.



Gambar 3.4 Kegiatan Overlap

Maksud dari kegiatan overlap di atas adalah, di saat kegiatan bekisting balok dan pelat lantai 1 sudah berlangsung 50%, kegiatan pembesian balok dan pelat lantai dimulai. Kemudian di saat kegiatan pembesian balok dan pelat lantai 1 berlangsung 40%, kegiatan pembesian kolom lantai 1 dimulai.

2. Penambahan sumber daya.

Penambahan sumber daya dapat dilakukan dengan cara:

a. Penambahan jam kerja

Kerja lembur dapat dilakukan dengan cara menambah jam kerja setiap hari, tanpa menambah jumlah tenaga kerja. Kerja lembur ini mengandung bahaya dan pekerjaan akan menjadi sangat berat. Oleh sebab itu kerja lembur harus mendapat tambahan yang lebih besar dari pada upah kerja normal, biasanya 1,5 sampai 2 kali upah kerja normal. Selain itu perlu disediakan peralatan tambahan lainnya seperti lampu, keamanan kerja, fasilitas kesehatan dan peningkatan pengawasan kualitas akibat menurunnya kemampuan kerja para tenaga kerja.

b. Pembagian giliran kerja

Membuat giliran kerja hampir sama dengan penambahan jam kerja. Namun disini terjadi penambahan jumlah pekerja, karena unit pekerja giliran pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja giliran sore sampai malam.

Dengan demikian dianggap produktivitas kerja hampir sama. Untuk menjaga agar produktivitas itu tetap maka:

- 1) Giliran kerja dirotasikan secara tetap.
- 2) Diusahakan suatu upaya agar seorang pekerja dapat bekerja sama dengan menghasilkan produktifitas yang tinggi.

c. Penambahan tenaga kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu kegiatan tanpa menambah jam kerja. Penambahan tenaga kerja yang optimum akan meningkatkan produktivitas kerja, namun penambahan yang terlalu banyak justru menurunkan produktivitas kerja karena terlalu sempitnya lahan untuk bekerja atau karena hal-hal lain, untuk itu perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Daya tampung tempat untuk menampung jumlah tenaga kerja.
- 2) Kemudahan/keleluasaan dalam melaksanakan pekerjaan.
- 3) Pengawasan terhadap tenaga kerja.
- 4) Keamanan kerja.

d. Penambahan/penggantian peralatan

Penambahan/penggantian peralatan dimaksudkan untuk menambah produktivitas kerja, mendapatkan ketelitian kerja yang lebih dan mengurangi jumlah tenaga kerja manusia. Penambahan alat perlu memperhatikan faktor-faktor berikut:

- 1) Penambahan operator dan mekanik peralatan.
- 2) Daya tampung tempat.
- 3) Biaya dan waktu yang diperlukan untuk mobilisasi dan demobilisasi peralatan.

e. Penggantian atau perbaikan metode kerja

Penggantian atau perbaikan metode kerja dilakukan bila metode yang sudah dilakukan terlalu lambat dan tidak efisien. Misalnya pengadukan campuran beton secara manual akan memakan waktu yang lebih lama dari pada menggunakan beton molen. Namun penggantian metode kerja kadang kala juga merubah logika jaringan kegiatan atau bahkan jenis kegiatannya sendiri.

f. Konsentrasi pada kegiatan tertentu

Percepatan penyelesaian proyek dapat dilakukan dengan melakukan konsentrasi khusus pada kegiatan –kegiatan dalam jalur kritis. Konsentrasi ini diartikan sebagai penambahan/pemindahan tenaga kerja dan atau peralatan pada kegiatan itu. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- 1) Pemindahan tenaga kerja ke kegiatan baru akan menurunkan produktivitas kerja pada awalnya karena ada fase belajar.
- 2) Keterlambatan kegiatan non kritis tidak melebihi *float* yang dimilikinya.
- 3) Penambahan tenaga kerja dan atau peralatan ke kegiatan kritis harus memperhatikan jumlah optimumnya.

g. Kombinasi dari alternatif yang ada

Dalam pelaksanaannya, percepatan durasi ini dapat dilakukan dengan mengkombinasikan alternatif-alternatif yang ada sehingga menghasilkan suatu cara yang sesuai dengan proyek itu. Terutama sekali pada proyek-proyek besar yang mempunyai banyak kegiatan.

Dari dasar-dasar pertimbangannya diatas, maka dapat dibuat uraian pekerjaan, urutannya serta waktu pelaksanaannya.

1.11 ANALISA BIAYA

Biaya adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi dan mengimplementasikan produk. Penghasil produk selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, realibilitas, dan *maintainability* karena akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai.

Biaya pengembangan merupakan komponen yang cukup besar dari total biaya. Sedangkan perhatian terhadap biaya produksi amat diperlukan karena sering mengandung sejumlah biaya yang tidak perlu (*unnecessary cost*).

Dikatakan oleh Humpreys bahwa estimasi biaya untuk modal proyek terdiri dari dua komponen biaya utama, yaitu:

1. Biaya langsung (*direct cost*), adalah biaya yang timbul dan berhubungan langsung dengan aktivitas proyek yang sedang berjalan. Biaya langsung meliputi:
 - a. Biaya bahan atau material

Bahan atau material yang akan dipakai harus dihitung secara cermat kuantitasnya dengan telah memperhitungkan material yang hilang. Biaya material untuk satu tempat dengan tempat lain mungkin dapat berbeda, hal ini dipengaruhi oleh kelangkaan material, biaya transportasi dan stock material.

b. Biaya upah

Biaya upah tenaga kerja bervariasi dan tergantung terhadap keahlian dan standar gaji dimana proyek tersebut berada. Upah pekerja ini termasuk biaya tanggungan kesehatan dan asuransi kecelakaan kerja. Lokasi proyek dimana biaya hidup tinggi maka standar gajinya juga akan tinggi. Untuk daerah yang cukup sulit mendapatkan tenaga kerja yang memiliki keahlian yang diharapkan, maka sangatlah mungkin untuk mendatangkan tenaga kerja dari daerah lain yang mana akan menambah biaya mobilisasi pekerja dan biaya penginapan pekerja yang cukup besar.

c. Biaya alat

Untuk peralatan umum yang biasa digunakan perlu untuk dipertimbangkan untuk menyewa atau membeli alat tersebut. Karena dengan suatu analisis dan pertimbangan yang tepat dapat menekan biaya peralatan.

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan proyek, tetapi tidak berhubungan langsung dengan kegiatan yang bersangkutan dan dihitung pada awal proyek sampai akhir proyek. Bila pelaksanaan akhir proyek mundur dari waktu yang sudah direncanakan maka biaya tidak langsung ini akan menjadi besar sedangkan jumlah pekerjaan dan nilai kontrak tetap, sehingga keuntungan kontraktor akan berkurang bahkan untuk kondisi tertentu akan mengalami kerugian. Biaya tidak langsung tersebut meliputi:

a. Biaya Overhead

Biaya overhead adalah biaya-biaya operasional yang menunjang pelaksanaan pekerjaan selama proyek berlangsung, yang diantaranya adalah:

- 1) Fasilitas sementara
- 2) Operasional petugas lapangan

3) Biaya untuk K3

b. Biaya Tidak Terduga

Biaya tidak terduga adalah biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin terjadi, mungkin juga tidak terjadi.

c. Keuntungan

Keuntungan kontraktor yang direkomendasikan dalam kontrak kerja pada umumnya sebesar 10%, selain itu juga tergantung besarnya resiko pekerjaan tersebut, semakin besar resikonya maka akan semakin besar pula profit yang ditetapkan. Bagi kontraktor profit akan sangat dipengaruhi oleh seberapa besar efisiensi yang dapat dilakukan kontraktor yang bersangkutan dengan tidak mengurangi kualitas, spesifikasi dan waktu pelaksanaan proyek.

1.12 PENJADWALAN PROYEK

Penjadwalan proyek memegang peranan penting dalam suatu proses pelaksanaan konstruksi, aktivitas-aktivitas yang telah direncanakan berjalan sesuai tahapan dan durasinya. Penjadwalan ini berfungsi untuk mengevaluasi *progress* dari pekerjaan tersebut.

Kegiatan di dalam sebuah proyek erat kaitannya dengan optimasi, dimana optimasi bertujuan untuk menciptakan sebuah situasi yang efektif bagi sumber daya yang ada sehingga pelaksanaan proyek dapat mencapai tujuan akhirnya, serta *constraint* yang ada dapat diatasi. Pada umumnya kegiatan optimasi dalam sebuah proyek dapat dikategorikan ke dalam tiga bagian, yaitu:

1. Optimasi sumber daya
2. Optimasi biaya
3. Optimasi waktu

Ketiga bagian optimasi tersebut saling terkait satu dengan yang lainnya, baik dalam tahap perencanaan dan juga penjadwalan. Untuk melakukan optimasi terdapat beberapa macam metode, salah satu metode yang umum dipakai yaitu metode *least cost scheduling*.

1.13 JARINGAN KERJA

Jaringan adalah kerangka dari sistem informasi proyek yang akan digunakan oleh manajer proyek dalam pengambilan keputusan dengan memperhatikan waktu, biaya, dan performansi. Jaringan mudah dimengerti oleh setiap individu karena jaringan berisi tampilan grafis dari aliran dan urutan tiap pekerjaan. Pengembangan jaringan dapat dengan mudah dilakukan. Sebagai contoh jika material untuk suatu kegiatan tertunda, dampak kejadian tersebut dapat dengan cepat ditaksir dan peninjauan kembali terhadap proyek secara utuh dapat dilakukan.

Jaringan kerja adalah suatu alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengawasi kemajuan dari suatu proyek. Jaringan dikembangkan dari informasi yang diperoleh dari *Work Breakdown Structure* (WBS) dan gambar diagram alir dari rencana kerja proyek. Jaringan menggambarkan beberapa hal yaitu kegiatan-kegiatan proyek yang harus dilakukan, urutan kegiatan yang logis, ketergantungan antar kegiatan, waktu kegiatan melalui lintasan kritis. Manfaat jaringan kerja adalah sebagai berikut:

1. Merupakan dasar dalam perhitungan penyelesaian waktu pelaksanaan proyek.
2. Merupakan dasar dalam penjadwalan tenaga kerja dan kelompok.
3. Alat komunikasi antara seluruh manajer dan kelompok.
4. Alat perhitungan waktu apabila terjadi penundaan proyek.
5. Dasar dalam menggambarkan cash flow dari suatu proyek.
6. Alat untuk mengidentifikasi kegiatan yang kritis sehingga tidak terjadi keterlambatan dalam penyelesaian.

Jaringan kerja dikembangkan dari WBS. Jaringan kerja merupakan visualisasi diagram alir dari urutan, hubungan-hubungan, dan ketergantungan dari seluruh kegiatan-kegiatan yang harus dipenuhi untuk melengkapi proyek. Suatu kegiatan merupakan elemen pada proyek yang menghabiskan waktu.

Paket pekerjaan dari WBS digunakan untuk membangun kegiatan pada jaringan kerja. Suatu kegiatan dapat meliputi satu atau lebih paket pekerjaan. Kegiatan-kegiatan ditempatkan sesuai urutannya di dalam penyelesaian proyek. Jaringan dibangun dengan menggunakan node (kotak) dan anak panah (garis).

Node menggambarkan suatu kegiatan dan panah menunjukkan keterkaitan dan aliran proyek.

1.14 JENIS-JENIS NETWORK PLANNING

1.14.1 Gantt Chart/Bar Chart

Bar chart adalah suatu bagan balok yang disusun secara grafis yang menguraikan suatu proyek yang terdiri dari sejumlah kegiatan yang telah dirumuskan dengan baik, dimana penyelesaian pekerjaan merupakan titik akhirnya.

Kegiatan digambarkan dengan balok horizontal. Panjang balok menyatakan lama kegiatan dalam skala waktu yang dipilih. Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek dan digambarkan sebagai balok, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, atau bulan sebagai durasinya. Di sini, waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan kanan dari balok-balok yang bersangkutan.

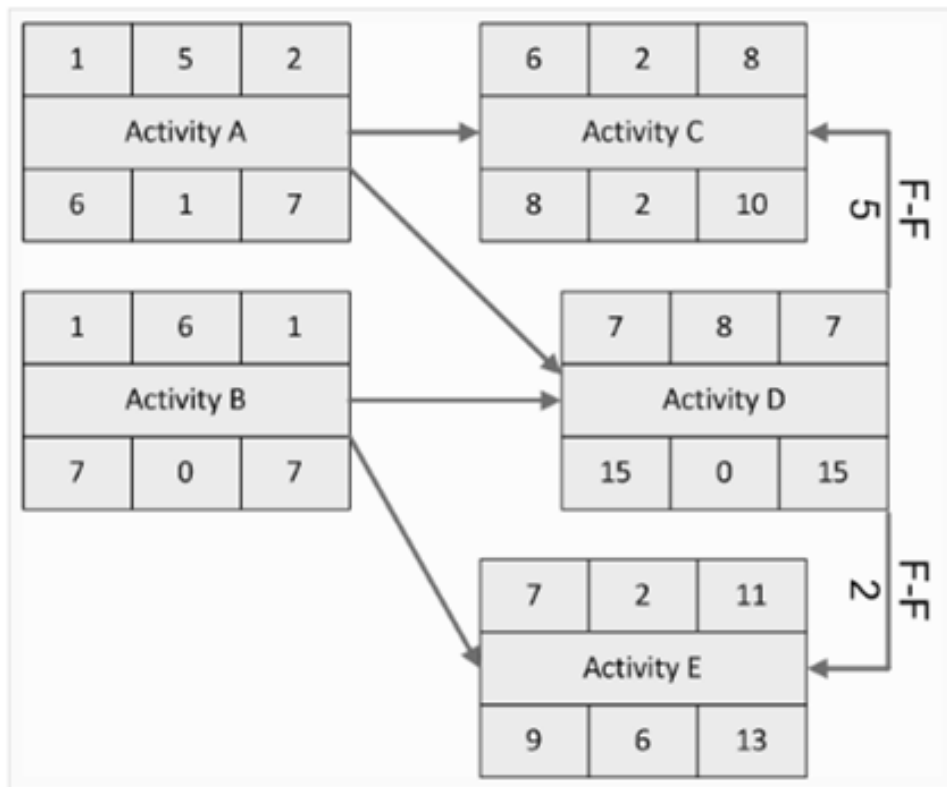
Pada bagan balok juga dapat ditentukan *milestone* atau tonggak kemajuan sebagai bagian target yang harus diperhatikan guna kelancaran produktivitas proyek secara keseluruhan. Sedangkan untuk proses *updating*, bagan balok dapat diperpendek atau diperpanjang yang menunjukkan bahwa durasi kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhan dalam proses perbaikan jadwal. Format bagan balok ini sangat informatif, mudah dibaca, dan efektif untuk komunikasi dengan berbagai pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi, serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana baik dengan manual maupun dengan menggunakan komputer.

No.	Deskripsi	Nilai (Rp)	Durasi (minggu)	Bobot	Minggu									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pekerjaan persiapan	1,000,000	2	2.22%	1.111	1.111								
2	Pekerjaan galian tanah	500,000	2	1.11%		0.556	0.556							
3	Pekerjaan pondasi	1,500,000	3	3.33%			1.111	1.111	1.111					
4	Pekerjaan beton bertulang	10,000,000	2	22.22%				11.11	11.11					
5	Pekerjaan pemasangan/plesteran	2,000,000	3	4.44%					1.481	1.481	1.481			
6	Pekerjaan pintu jendela	6,000,000	2	13.33%						6.667	6.667			
7	Pekerjaan atap	7,000,000	2	15.56%							7.778	7.778		
8	Pekerjaan langit-langit	2,000,000	2	4.44%								2.222	2.222	
9	Pekerjaan lantai	5,000,000	2	11.11%									5.556	5.556
10	Pekerjaan finishing	10,000,000	2	22.22%										11.11
NILAI NOMINAL		45,000,000		100%										
PRESTASI PER MINGGU					1.111	1.667	1.667	12.22	13.7	8.148	15.93	15.56	18.89	11.11
PRESTASI KUMULATIF					1.111	2.778	4.444	16.67	30.37	38.52	54.44	70	88.89	100

Gambar 3.5 Contoh Bar Chart
(Sumber: Ervianto, 2005)

1.14.2 Precedence Diagram Method (PDM)

Precedence Diagram Method (PDM) merupakan jaringan kerja yang berisi mengenai waktu kegiatan (durasi), identitas kegiatan (nomor dan nama kegiatan), serta waktu mulai dan waktu selesai kegiatan (Early Start, Early Finish, Late Start, Late Finish, dst). Pada PDM, metode yang dipakai adalah *Activity on Node* (AON) dimana kegiatan dan durasi diletakkan pada node sedangkan tanda panah hanya menyatakan keterkaitan antara kegiatan. Kegiatan dari peristiwa pada PDM ditulis dalam bentuk node yang berbentuk kotak segi empat. Hubungan antar aktivitas ditunjukkan dengan menghubungkan tanda panah. Menurut Iman Soeharto (1995) agar mendapatkan waktu penyelesaian yang lebih efektif pada metode ini, dibutuhkan kegiatan yang mendahului (*predecessors*) dan kegiatan yang didahului (*successors*) disamping menggunakan bentuk hubungan logika ketergantungan serta tidak menggunakan garis *dummy* atau kegiatan semu antar pekerjaan.

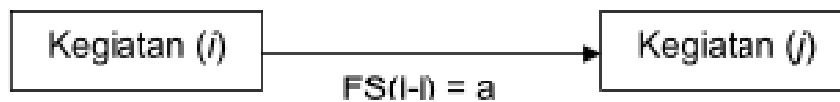


Gambar 3.6 Contoh PDM
(Sumber: cpmtutor.com, 2014)

PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM (kegiatan boleh mulai setelah kegiatan yang mendahuluinya selesai), maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node. Karena setiap node memiliki dua ujung, yaitu ujung awal atau mulai dan ujung akhir atau selesai, maka ada empat macam konstrain, yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF), dan akhir ke awal (FS). Pada garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (lead) atau terlambat tertunda (lag).

1. Konstrain Selesai ke Mulai/Finish to Start (FS)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai $FS (i-j)=a$ yang berarti kegiatan (j) mulai a hari setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.



Gambar 3.7 Konstrain Finish to Start

2. Konstrain Mulai ke Mulai/Start to Start (SS)

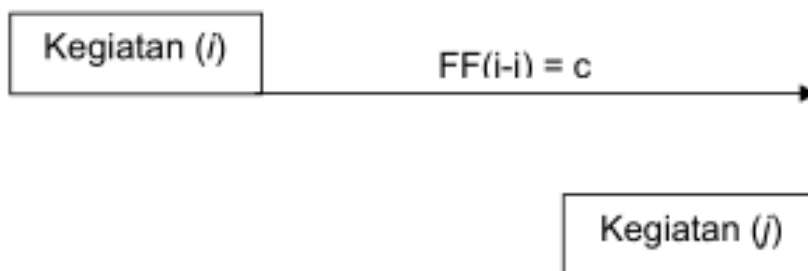
Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai $SS(i-j)=b$ yang berarti kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan yang terdahulu (i) mulai.



Gambar 3.8 Konstrain Start to Start

3. Konstrain Selesai ke Selesai/Finish to Finish (FF)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai $FF(i-j)=c$ yang berarti kegiatan (j) mulai setelah c hari kegiatan yang terdahulu (i) selesai.



Gambar 3.9 Konstrain Finish to Finish

4. Konstrain Mulai ke Selesai/Start to Finish (SF)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai $SF(i-j)=d$ yang berarti kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan yang (i) terdahulu mulai.



Gambar 3.10 Konstrain Start to Finish

Dari ilustrasi di atas b dan d disebut sebagai lead time sedangkan a dan c disebut dengan lag time.

Dengan bertambahnya parameter, perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena semakin banyak faktor yang perlu diperhatikan. Untuk itu dilakukan analisis serupa dengan metode *Activity on Arrow* (AOA) atau CPM dengan memperhatikan konstrain yang terkait:

1. Hitungan Maju (Forward Pass)

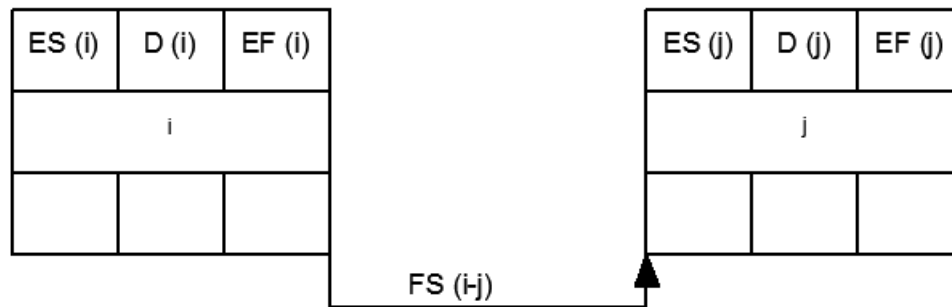
Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Menghasilkan Earliest Start (ES) dan Earliest Finish (EF) serta kurun waktu (durasi) penyelesaian proyek.
- Diambil angka ES terbesar bila ada lebih dari satu kegiatan bergabung.
- Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu (predecessor) dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau.
- Waktu awal dianggap nol.
- Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau ES (j) adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan terdahulu ES (i) atau EF (j) ditambah konstrain yang bersangkutan. Karena terdapat empat konstrain maka bila ditulis dengan rumus menjadi:

1) Hubungan Kegiatan Finish to Start (FS)

$$ES(j) = EF(i) + FS(i-j) \quad (3.1)$$

$$EF(j) = ES(j) + D(j) \quad (3.2)$$

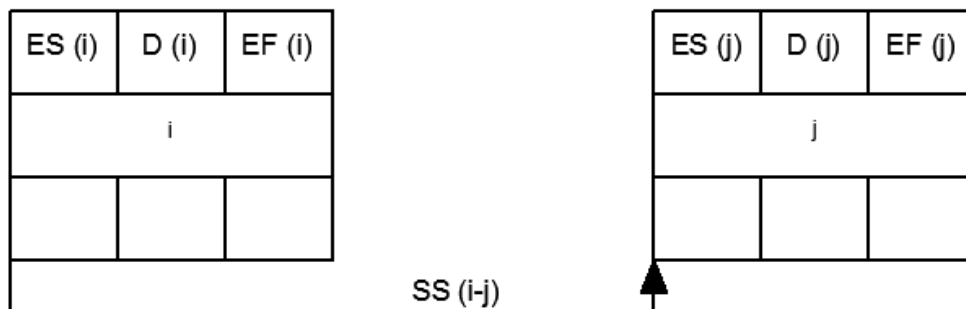


Gambar 3.11 Forward Pass dengan Konstrain Finish to Start

2) Hubungan Kegiatan Start to Start (SS)

$$ES(j) = ES(i) + SS(i-j) \quad (3.3)$$

$$EF(j) = ES(j) + D(j) \quad (3.4)$$

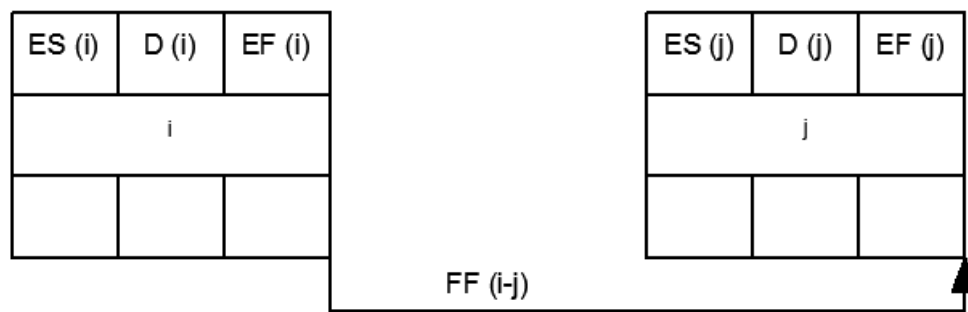


Gambar 3.12 Forward Pass dengan Konstrain Start to Start

3) Hubungan Kegiatan Finish to Finish (FF)

$$EF(j) = EF(i) + FF(i-j) \quad (3.5)$$

$$ES(j) = EF(j) - D(j) \quad (3.6)$$



Gambar 3.13 Forward Pass dengan Konstrain Finish to Finish

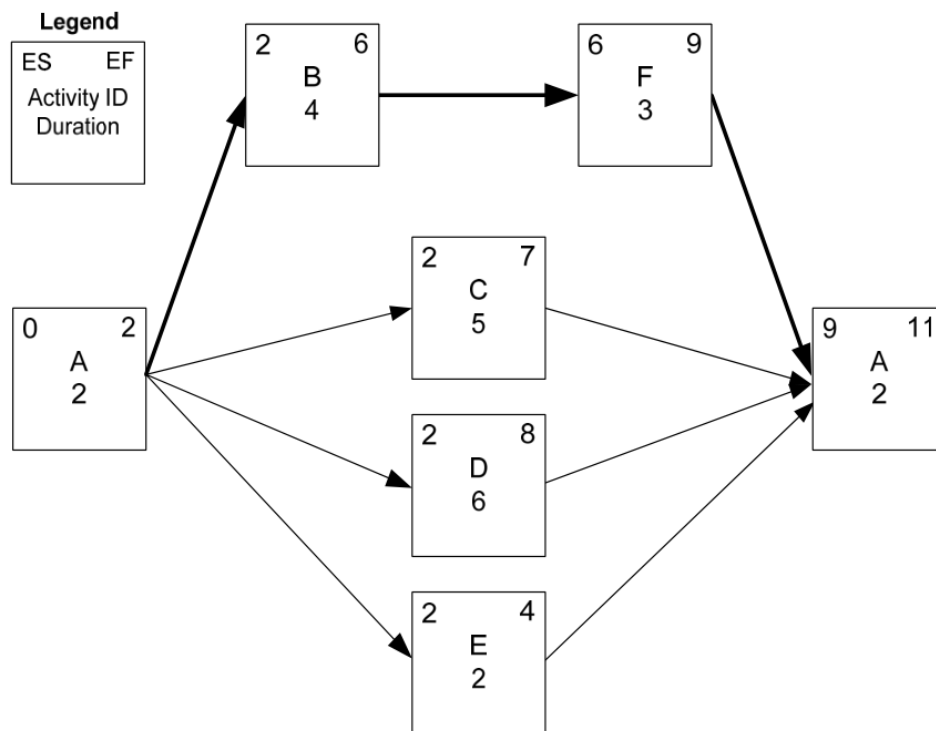
4) Hubungan Kegiatan Start to Finish (SF)

$$EF (j) = ES (i) + SF (i-j) \quad (3.7)$$

$$ES (j) = EF (j) - D (j) \quad (3.8)$$



Gambar 3.14 Forward Pass dengan Konstrain Start to Finish



Gambar 3.15 Ilustrasi Forward Pass

2. Hitungan Mundur (Backward Pass)

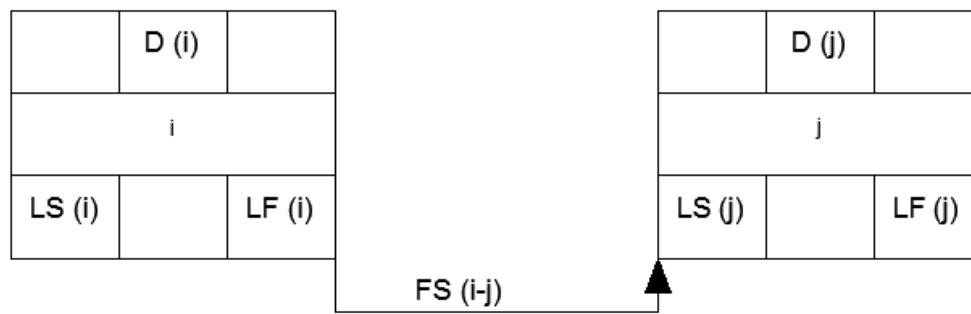
Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Menentukan Latest Start (LS) dan Latest Finish (LF) serta kurun waktu float.
- Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil.
- Notasi (i) bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan (j) adalah kegiatan berikutnya.
- Karena terdapat empat konstrain maka bila ditulis dengan rumus menjadi:

1) Hubungan Kegiatan Finish to Start (FS)

$$LF(i) = LS(j) - FS(i-j) \quad (3.9)$$

$$LS(i) = LF(i) - D(i) \quad (3.10)$$

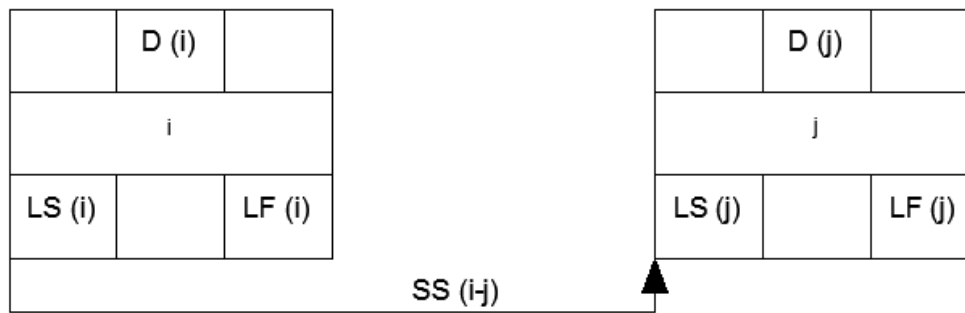


Gambar 3.16 Backward Pass dengan Konstrain Finish to Start

2) Hubungan Kegiatan Start to Start (SS)

$$LS(i) = LS(j) - SS(i-j) \quad (3.11)$$

$$LF(i) = LS(i) + D(i) \quad (3.12)$$



Gambar 3.17 Backward Pass dengan Konstrain Start to Start

3) Hubungan Kegiatan Finish to Finish (FF)

$$LF(i) = LF(j) - FF(i-j) \quad (3.13)$$

$$LS(i) = LF(i) - D(i) \quad (3.14)$$



Gambar 3.18 Backward Pass dengan Konstrain Finish to Finish

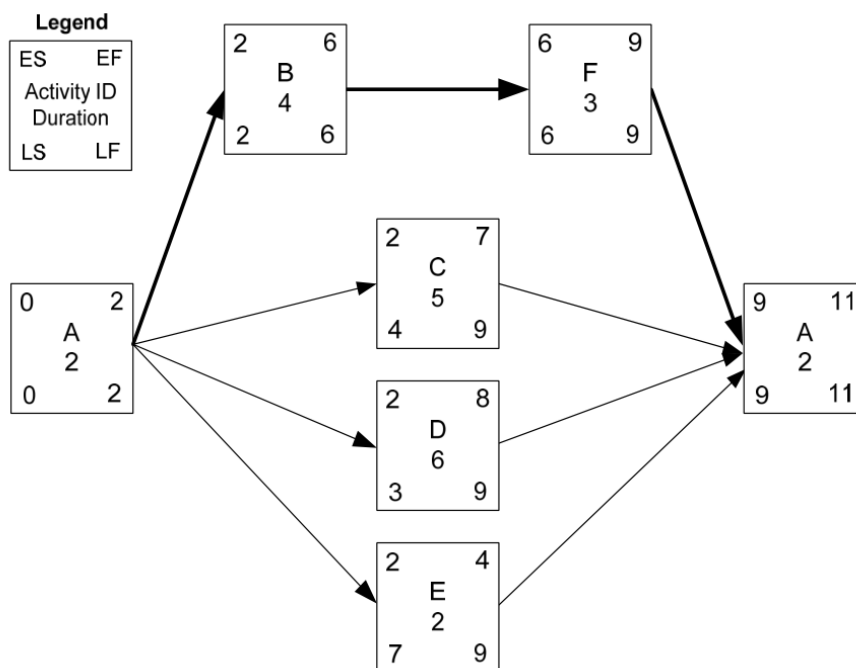
4) Hubungan Kegiatan Start to Finish (SF)

$$LS(i) = LF(j) - SF(i-j) \quad (3.15)$$

$$LF(i) = LS(i) + D(i) \quad (3.16)$$

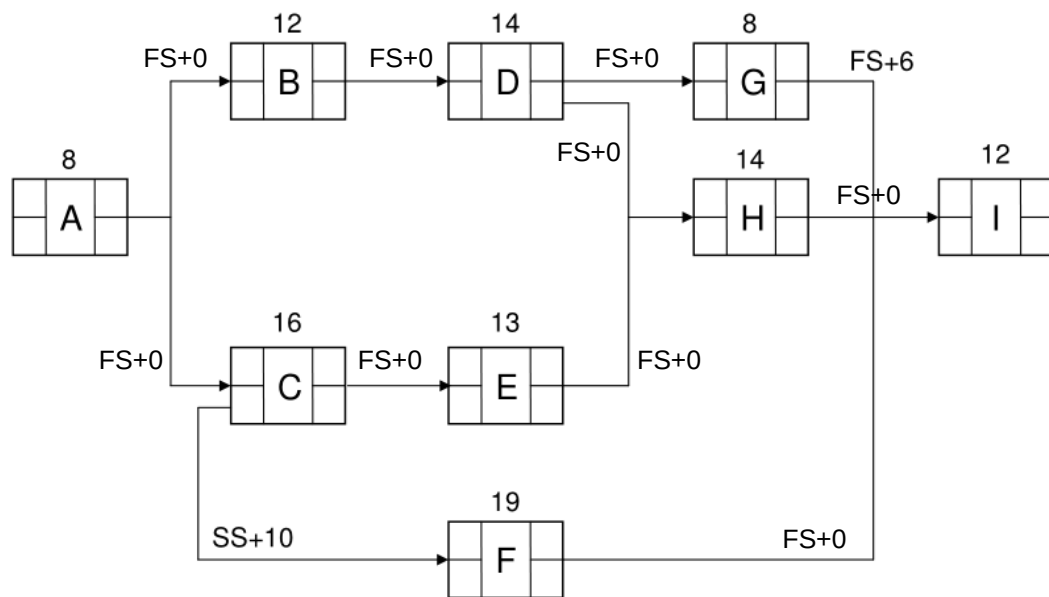


Gambar 3.19 Backward Pass dengan Konstrain Start to Finish



Gambar 3.20 Ilustrasi Backward Pass

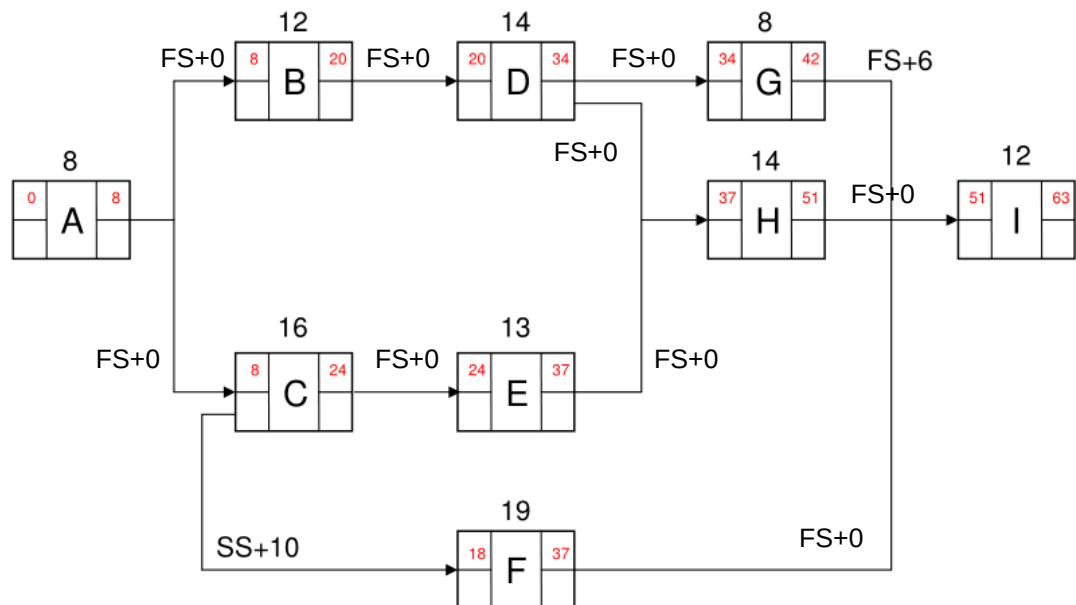
Aplikasi PDM dapat dicontohkan dengan ilustrasi yang dapat dilihat pada seri Gambar 3.13 sampai 3.17.



1. Calculate the forward and backward passes
2. Identify the critical path
3. Calculate the float for each apth

Gambar 3.21 Contoh Precedence Diagram Method

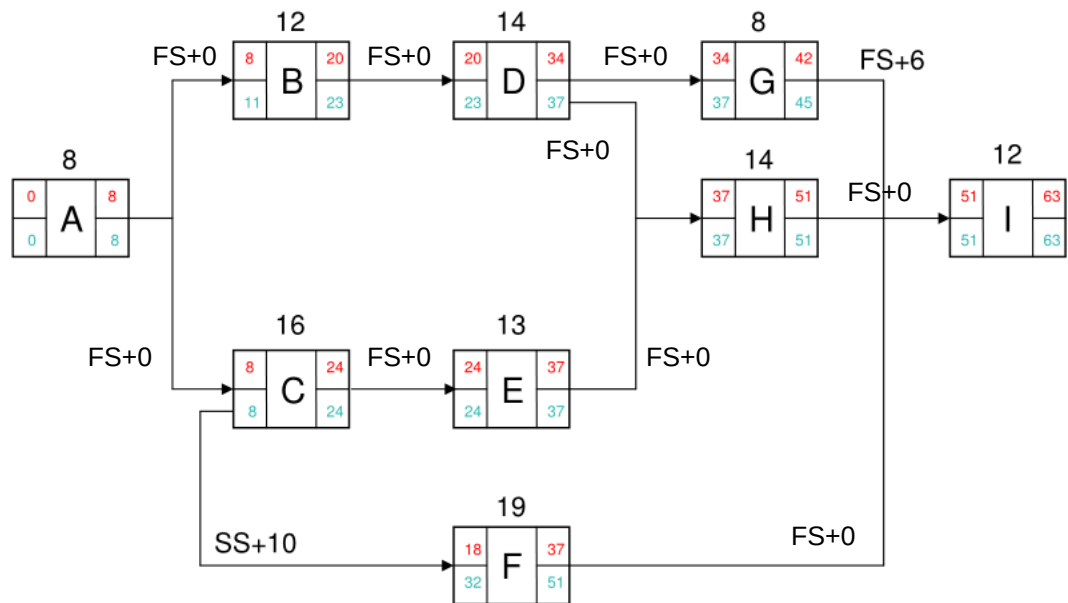
(Sumber: Network Logic and Scheduling, IBM Corporation 2007)



1. Calculate the **forward** and backward passes
2. Identify the critical path
3. Calculate the float for each apth

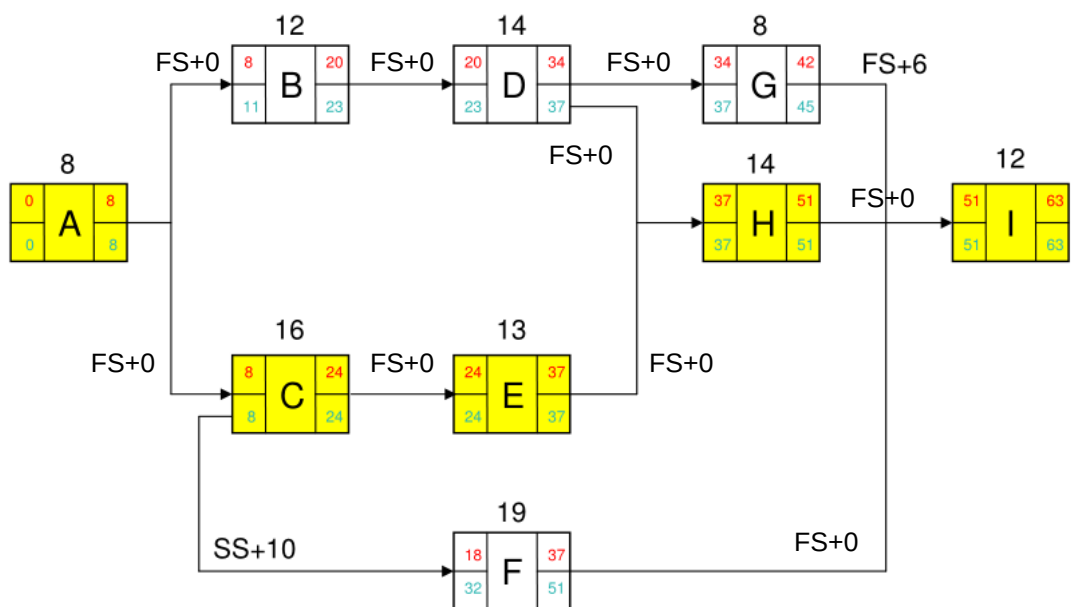
Gambar 3.22 Forward Pass Precedence Diagram Method

(Sumber: Network Logic and Scheduling, IBM Corporation 2007)



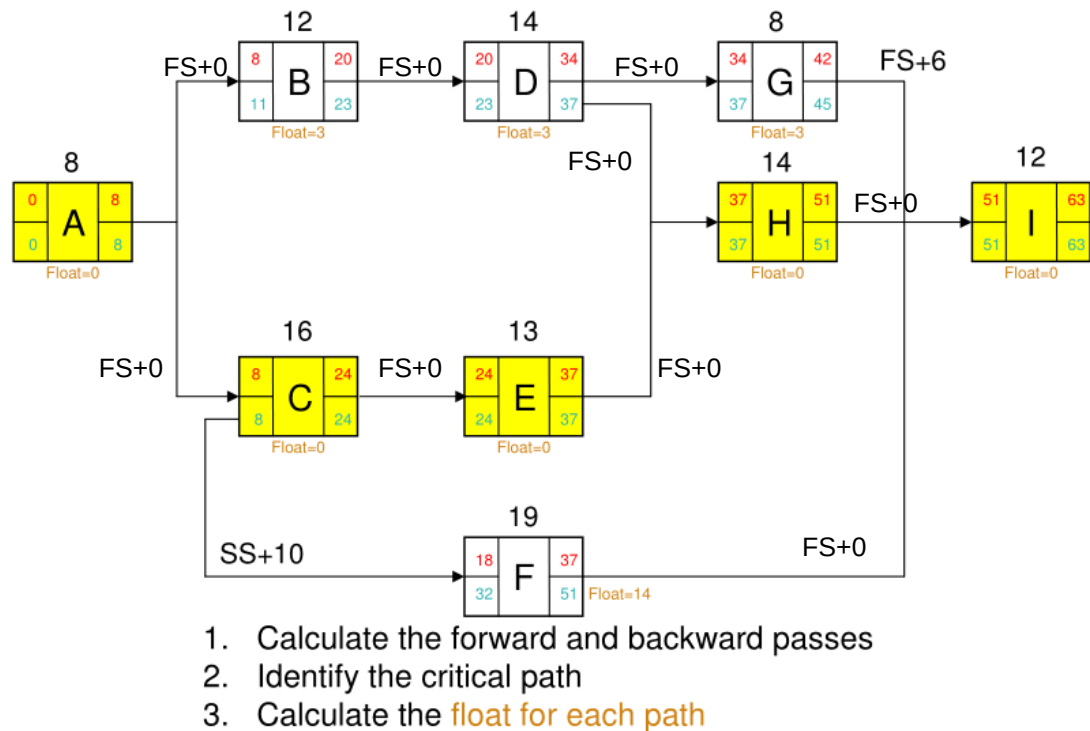
1. Calculate the forward and backward passes
2. Identify the critical path
3. Calculate the float for each apth

Gambar 3.23 Backward Pass Precedence Diagram Method
(Sumber: Network Logic and Scheduling, IBM Corporation 2007)



1. Calculate the forward and backward passes
2. Identify the critical path
3. Calculate the float for each apth

Gambar 3.24 Critical Path
(Sumber: Network Logic and Scheduling, IBM Corporation 2007)



Gambar 3.25 Total Float

(Sumber: Network Logic and Scheduling, IBM Corporation 2007)

1.15 METODE LEAST COST SCHEDULING

Perencanaan waktu (*time scheduling*) proyek didasarkan pada durasi (waktu) normal untuk kegiatan (pekerjaan). Durasi normal adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan berdasarkan pengalaman pada proyek-proyek sebelumnya dengan menggunakan sumber daya secara normal

Dalam keadaan tertentu durasi normal proyek dijadikan durasi *crash*. Durasi *crash* adalah durasi/waktu untuk setiap kegiatan yang dipersingkat dari waktu normalnya. Jika setiap kegiatan dilakukan durasi *crash* (pemendekan durasi) maka waktu total proyek akan menjadi lebih singkat (durasi *crash* proyek). Akibat penerapan durasi *crash* maka *cost* setiap kegiatan yang *dicrash* dan *cost* total proyek akan berubah.

Akibat pemendekan durasi maka:

1. Biaya langsung proyek akan meningkat/menurun/tetap
2. Biaya tak langsung (*overhead*) proyek akan menurun

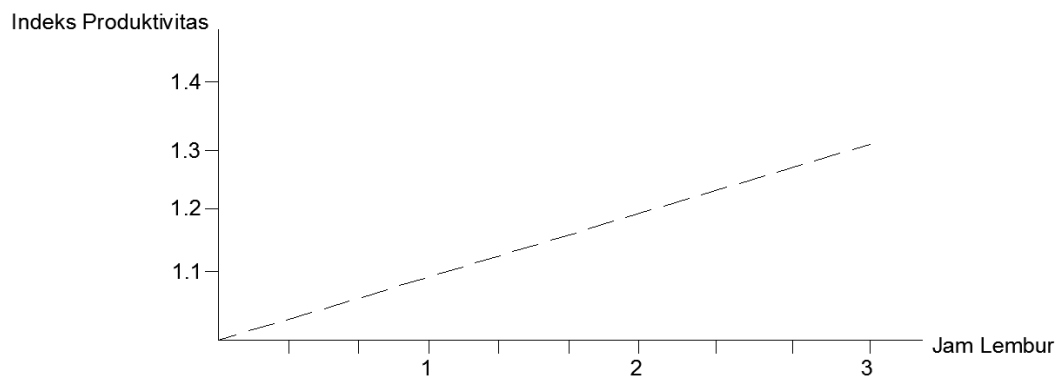
Durasi *crash* dapat dilakukan dengan:

1. Shift tenaga kerja

Malam hari tetap ada aktivitas yang diatur dengan sistem shift. Produktivitas menurun, biaya upah tenaga lebih besar.

2. Kerja lembur

Produktivitas lebih kecil dan upah lebih besar. Berdasarkan penelitian kerja lembur mempunyai indikasi penurunan produktivitas.



Gambar 3.26 Grafik Hubungan Jam Lembur – Produktivitas
(Sumber: Soeharto, 1995)

3. Penambahan tenaga kerja

Produktivitas menurun akibat kepadatan tenaga kerja, *cost* meningkat.

4. Penambahan alat

5. Kombinasi alat dan tenaga kerja

Penurunan biaya tak langsung (*overhead*) proyek akibat durasi *crash* yaitu pada:

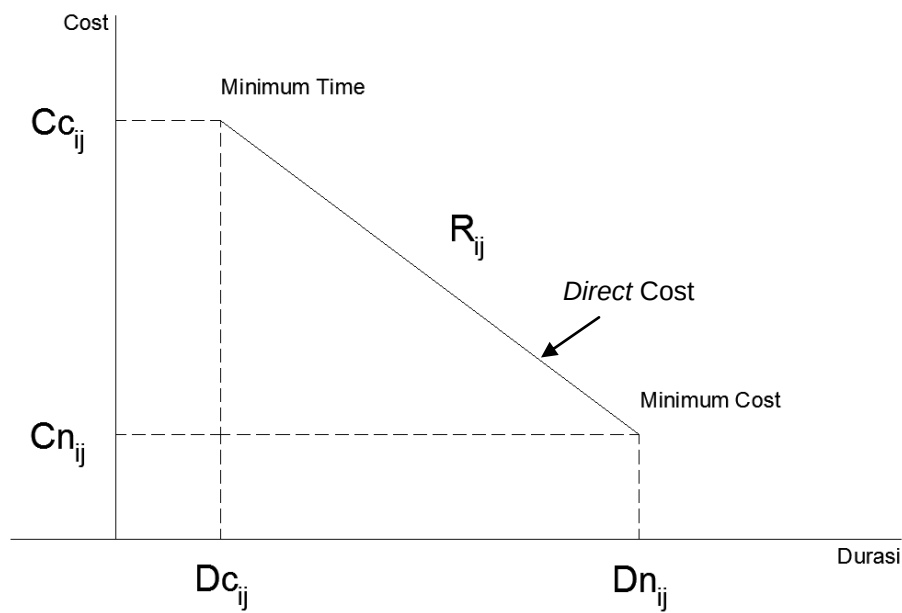
1. Gaji pegawai harian/tetap

2. Biaya konsumsi pegawai

3. Biaya sewa kantor

4. Biaya listrik, telepon, dsb

Hubungan antara perubahan durasi (waktu) dengan *cost* (biaya) langsung yang dianggap linear dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.27 Hubungan Durasi – Cost Linear Biaya Langsung
(Sumber: Soeharto, 1995)

$$R_{ij} = \frac{C_{c_{ij}} - C_{n_{ij}}}{D_{n_{ij}} - D_{c_{ij}}} \quad (3.11)$$

Keterangan:

R_{ij} = Cost slope = Arah kemiringan biaya

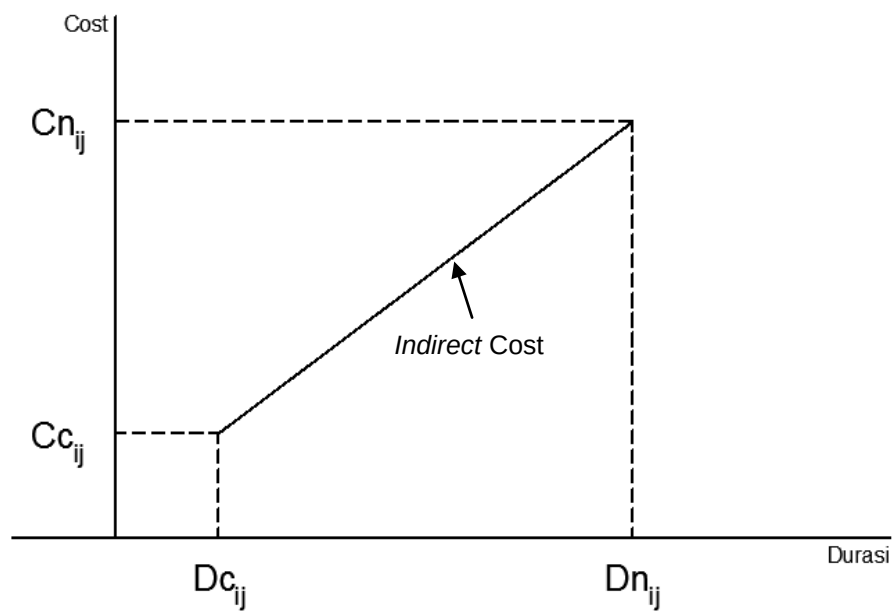
$D_{n_{ij}}$ = Durasi normal

$D_{c_{ij}}$ = Durasi *crash*

$C_{n_{ij}}$ = Cost normal

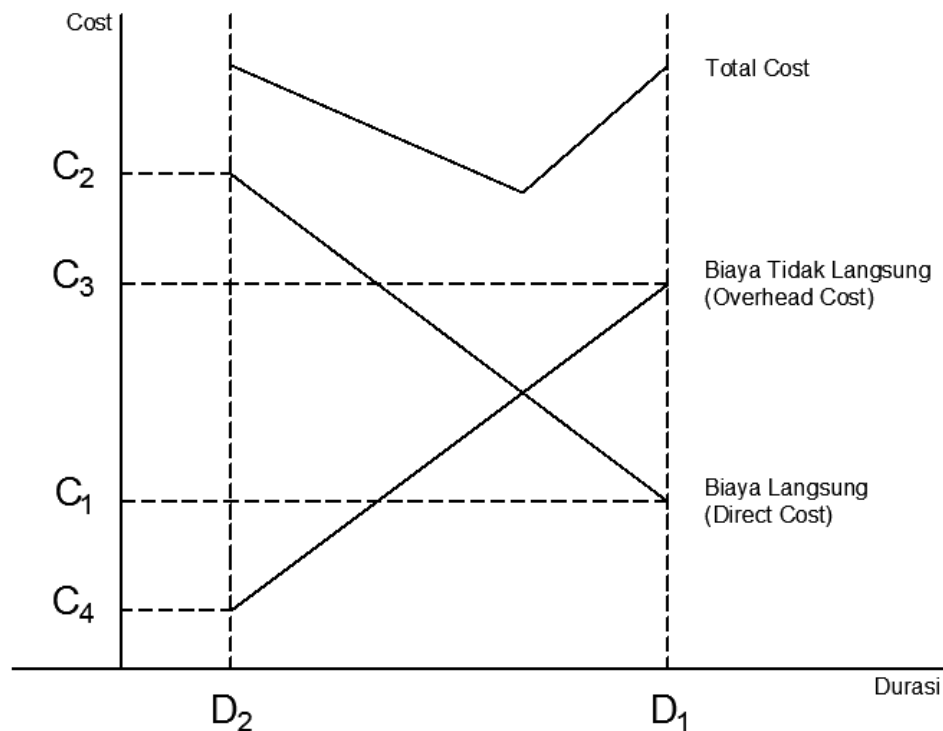
$C_{c_{ij}}$ = Cost *crash*

Untuk biaya tak langsung (overhead) hubungan durasi-cost dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.28 Hubungan Durasi – Cost Biaya Tak Langsung
(Sumber: Soeharto, 1995)

Jika pertambahan biaya langsung *crash* lebih kecil dibanding pengurangan biaya tak langsung *crash*, maka biaya total *crash* akan lebih kecil dibanding biaya normal. *Crash* untuk suatu kegiatan, biaya totalnya dapat meningkat, menurun, atau tetap yang bergantung pada besarnya biaya langsung, biaya tak langsung, dan durasi *crash*.



Gambar 3.29 Kurva Perubahan Durasi Terhadap Biaya Langsung dan Tak Langsung
(Sumber: Soeharto, 1995)

Untuk melakukan *crashing* harus dilakukan secara selektif kegiatan-kegiatan mana yang dilakukan *crash* agar pertambahan biayanya minimal (*minimal cost*). Pertambahan biaya minimal ditunjukkan oleh *Cost Slope* (R_{ij}) paling kecil.

Jalur dan kegiatan kritis PDM mempunyai sifat sama seperti CPM atau AOA, yaitu:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES = LS$)
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ($EF = LF$)
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF - ES = D$)

Menurut Shtub dan F. Bard (1994), *crashing* adalah suatu cara mempersingkat waktu dari aktivitas pekerjaan dengan menambah sumber daya dan biaya langsung. Pada saat *crashing* harus ditetapkan aktivitas mana dan berapa besar biaya aktivitas tersebut. Dalam rangka percepatan waktu kita membutuhkan informasi berikut ini untuk tiap-tiap pekerjaan:

1. Biaya yang dibutuhkan masing-masing pekerjaan dalam situasi normal.
2. Penyelesaian waktu proyek dalam kondisi percepatan, yaitu waktu paling singkat yang dapat dilakukan di bawah kondisi percepatan.
3. Biaya pekerjaan dalam kondisi percepatan

Metode ini pada dasarnya mengkaji hubungan antara waktu selesainya suatu bagian pekerjaan dengan biaya proyek. Tujuan utama dari *least cost scheduling* atau sering disebut juga *minimum cost project scheduling* menurut Dregar (1992) adalah:

1. Meyakinkan klien
2. Meningkatkan cara pencapaian mutu
3. Mencapai batas waktu yang telah ditentukan
4. Mengendalikan pengeluaran biaya
5. Mengembangkan *minimum cost schedule* sesuai dengan permintaan klien dan komitmen proyek.

Dalam metode *least cost scheduling* hubungan antara waktu dan kegiatan dengan biaya langsung dan tidak langsung yang akan terjadi dihubungkan sehingga pada akhirnya dengan mengurangi atau menambah waktu pelaksanaan proyek (dengan mengurangi durasi dari kegiatan kritis) akan didapat harga pelaksanaan proyek yang paling rendah.

Least cost scheduling adalah prosedur yang didasarkan pada sifat-sifat deterministik yang akan menghasilkan durasi proyek yang paling singkat dengan biaya paling minimum yang masih memungkinkan.

Pada metode ini jaringan kerja PDM (*Precedence Diagram Method*) dapat digunakan untuk menganalisis masalah tersebut, yaitu dengan memperkirakan:

1. Jadwal yang ekonomis bagi suatu proyek, yang didasarkan atas biaya langsung untuk mempersingkat waktu penyelesaian komponen-komponennya.
2. Jadwal yang optimal dengan memperhatikan biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara waktu dan biaya suatu kegiatan, dipakai definisi sebagai berikut:

1. Waktu normal: adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tetapi diluar pertimbangan adanya kerja lembur, penambahan tenaga kerja, maupun menyewa peralatan canggih.
2. Biaya normal: adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan waktu normal.
3. Waktu dipersingkat (*crash time*): adalah waktu dipersingkat yang secara teknis masih memungkinkan.
4. Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*): adalah jumlah biaya langsung yang menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang dipersingkat.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut maka diterapkan prosedur *least cost scheduling*:

1. Menghitung waktu penyelesaian proyek memakai jaringan kerja dengan memakai kurun waktu normal.
2. Menghitung biaya normal masing-masing kegiatan.
3. Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan.
4. Menghitung slope biaya masing-masing komponen kegiatan.
5. Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai slope biaya terendah.
6. Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepatan kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi slope biaya terendah.
7. Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik proyek dipercepat.
8. Membuat tabulasi biaya versus waktu yang kemudian digambarkan kedalam grafik.
9. Menghitung biaya tidak langsung proyek dan kemudian dimasukkan kedalam grafik.
10. Menjumlahkan biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk mendapatkan biaya total.
11. Memeriksa grafik biaya total untuk mencapai waktu yang optimal, yaitu kurun waktu penyelesaian dengan biaya terendah.

BAB IV

METODE PENELITIAN

1.16 PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimanakah menentukan durasi dan biaya yang optimal pada kondisi diperlukannya percepatan waktu dengan menggunakan metode *least cost scheduling*.

Pada bab ini akan dijabarkan jenis penelitian, cara mengumpulkan data dan cara menganalisa data.

1.17 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah Penelitian Deskriptif dengan pendekatan secara Kuantitatif.

Penelitian deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penelitian Studi Kasus yang bertujuan untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara matematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

Mempelajari hubungan antara fakta-fakta yang ada, apakah sesuai dengan teori, serta pencarian dari setiap penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya kemudian menganalisa data tersebut untuk mendapatkan hasil yang kuantitatif dan kesimpulan-kesimpulan yang didapatkan dari evaluasi teori-teori yang ada beserta literturnya membuat penelitian ini penelitian dengan pendekatan kuantitatif.

1.18 METODE PENGUMPULAN DATA

Data yang diperlukan dalam penelitian ini didapat dari proyek yang mencakup beberapa data, antara lain:

1. Data RAB proyek dikumpulkan dengan melihat file dokumen dari proyek.
2. Barchart dan Time Schedule dikumpulkan dengan melihat file dokumen dari proyek.
3. Realisasi pekerjaan di lapangan dilihat di file dokumen dari proyek.

1.19 METODE ANALISIS DATA

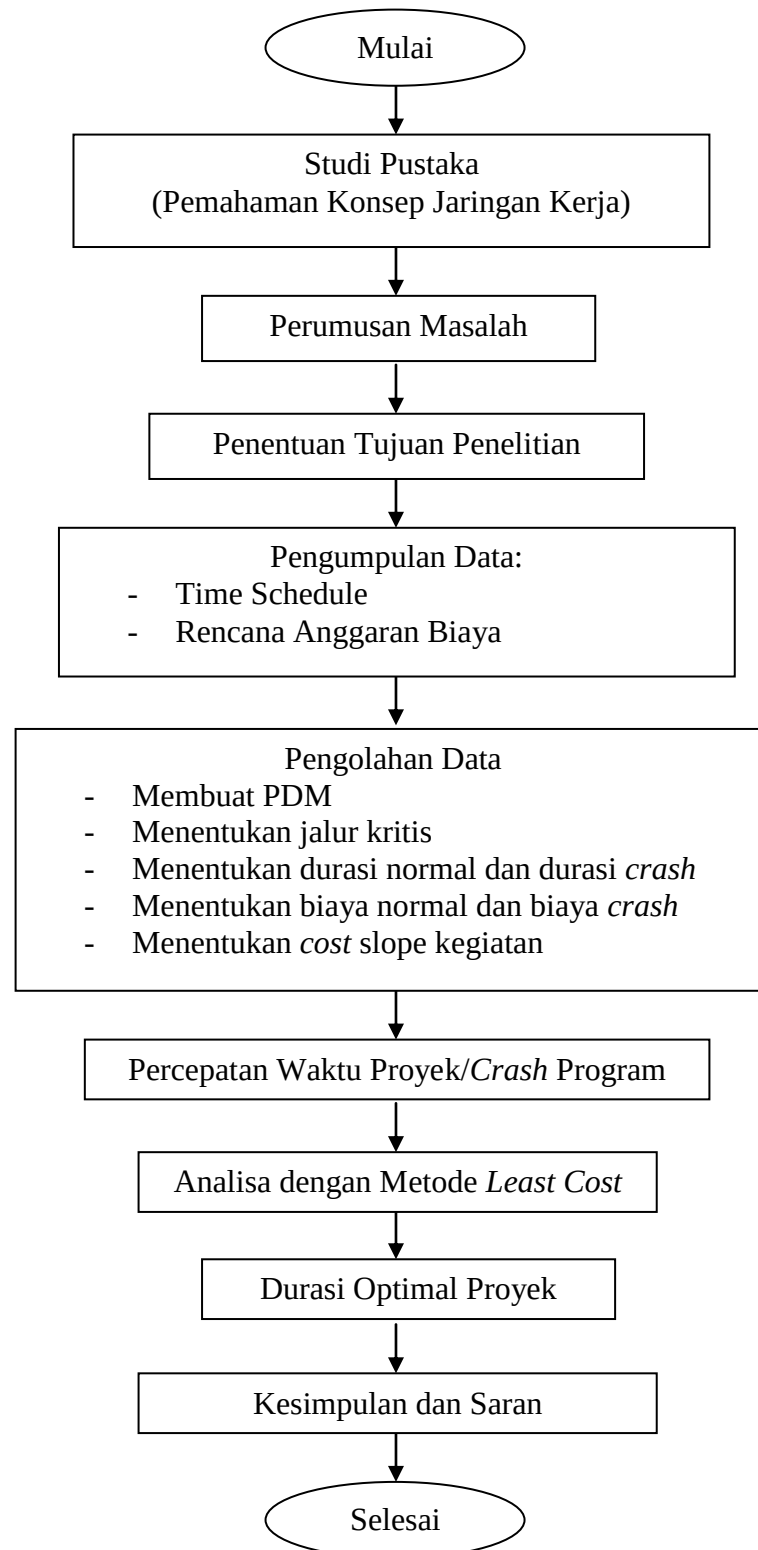
Metode yang digunakan untuk menganalisa data dalam penelitian ini adalah metode *crash program* atau disebut juga *time-cost trade off*, dan metode *least cost scheduling* untuk mendapatkan durasi optimal.

1.20 TAHAPAN PENELITIAN

Data-data yang telah diperoleh kemudian dianalisa dan diolah melalui beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Tahapan-tahapan tersebut adalah:

1. Mendapatkan file dokumen yang relevan dengan penelitian.
2. Dari data bar chart dan time schedule dibuat Precedence Diagram Method (PDM) proyek yang diteliti.
3. Kegiatan yang dipercepat diambil dari jalur kritis yang tampak dari dibuatnya PDM.
4. Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
5. Melakukan *crash* pada kegiatan di jalur kritis dengan metode kerja lembur hingga diperoleh durasi *crash* dari masing-masing kegiatan.
6. Memperhitungkan biaya *crash* dengan data RAP dan durasi *crash* yang didapat.
7. Menghitung slope biaya kegiatan yang ada di jalur kritis.
8. Meneruskan mempersingkat waktu yang memungkinkan untuk proyek yang diteliti.
9. Membuat tabulasi data.
10. Menganalisa hasil perhitungan dengan Metode *Least Cost Scheduling*.

1.21 BAGAN ALIR PENELITIAN



BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1.22 DATA PROYEK

Proyek yang menjadi objek penelitian ini adalah proyek pembangunan sebuah hotel di kota Yogyakarta. Hotel yang akan dibangun adalah hotel dengan struktur beton konvensional yaitu menggunakan beton bertulang yang dikerjakan di tempat tersebut (*insitu*) dari mulai perakitan tulangan hingga pengerjaan pengecoran.

Struktur bawah pada proyek gedung Zest Hotel menggunakan pondasi borpile. Sedangkan struktur atas menggunakan balok, kolom, dan pelat yang dicetak di tempat (*insitu*).

5.1.1 Gambaran Umum Proyek

1. Nama Proyek : Proyek Pembangunan Zest Hotel
Yogyakarta
2. Lokasi Proyek : Jalan Gajah Mada No.28 Yogyakarta



Gambar 5.1 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Zest Hotel di Jalan Gajah Mada No.28, Yogyakarta

3. Pemilik Proyek : I Wayan Sudiarsa/PT. Indra Anggira
4. Pelaksana Proyek : PT. Dwi Guna Utama
5. Konsultan Perencana : PT. Cipta Sinergi Consultindo
6. Konsultan Perencana Struktur : Ir. Ketut Yasa Bagiarta, M.T.
7. Konsultan Perencana Arsitektur : PT. Cipta Sinergi Kreasi
8. Konsultan Perencana MEP : PT. Sinar Bali Indah
9. Konsultan Manajemen Konstruksi : CV. Multi Struktur
10. Sub Kontraktor : PT. Sinar Bali Indah (MEP)
11. Tipe Proyek : Pembangunan Hotel
12. Luas Lahan : 1027 m²
13. Luas Bangunan : 5132 m²
14. Jenis Pekerjaan : Struktur, Arsitektur, Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing
15. Biaya Pekerjaan Arsitektur : ± Rp 4.100.000.000,-
16. Jenis Kontrak : Unit Price
17. Mulai Proyek : 1 September 2014
18. Waktu Pelaksanaan : 102 hari

5.1.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya dalam proyek bangunan adalah sebuah perhitungan biaya bangunan berdasarkan gambar bangunan dan spesifikasi pekerjaan konstruksi yang akan dibangun, sehingga dengan adanya RAB dapat dijadikan acuan pelaksanaan pekerjaan nantinya.

Untuk menghitung RAB diperlukan data-data, antara lain:

1. Gambar Rencana Bangunan
2. Spesifikasi Teknis Pekerjaan yang biasa disebut juga sebagai Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)
3. Volume masing-masing pekerjaan yang akan dilaksanakan
4. Daftar harga bahan bangunan dan upah pekerja saat pekerjaan dilaksanakan
5. Analisa BOW atau harga satuan pekerjaan
6. Metode kerja pelaksanaan

Tabel 5.1 Rekapitulasi RAB Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

No.	URAIAN KEGIATAN	BIAYA	
I	Ground Floor		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	408.452.905,79
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	78.165.799,92
3	Pekerjaan Kusen	Rp	116.550.919,32
4	Pekerjaan Lantai	Rp	111.592.775,49
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	2.807.139,22
6	Pekerjaan Area Swimming Pool	Rp	53.970.383,23
	JUMLAH	Rp	771.539.922,97
II	Lantai 01		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	274.343.920,33
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	56.047.039,10
3	Pekerjaan Kusen	Rp	117.049.456,05
4	Pekerjaan Lantai	Rp	81.565.493,11
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	17.328.399,99
	JUMLAH	Rp	546.334.308,59
III	Lantai 02		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	303.033.796,62
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	62.296.255,35
3	Pekerjaan Kusen	Rp	130.691.273,98
4	Pekerjaan Lantai	Rp	90.476.462,79
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	15.801.040,06
	JUMLAH	Rp	602.298.829,79
IV	Lantai 03		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	297.039.293,11
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	61.172.569,59
3	Pekerjaan Kusen	Rp	126.302.785,68
4	Pekerjaan Lantai	Rp	85.705.212,72
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	15.798.722,41
	JUMLAH	Rp	586.018.583,51
V	Lantai 04		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	297.266.493,42
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	86.975.804,73
3	Pekerjaan Kusen	Rp	126.399.392,53
4	Pekerjaan Lantai	Rp	85.770.767,18
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	15.810.806,59
	JUMLAH	Rp	612.223.264,44
VI	Basement		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	336.641.129,54
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	61.951.703,54

3	Pekerjaan Kusen	Rp	102.947.385,00
4	Pekerjaan Lantai	Rp	98.328.268,71
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	2.339.400,00
	JUMLAH	Rp	602.207.886,79
VII	Lantai Atap		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	72.531.408,32
2	Pekerjaan Ceiling dan Atap	Rp	117.104.603,50
3	Pekerjaan Kusen	Rp	13.646.500,00
	JUMLAH	Rp	203.282.511,82
VIII	Facade		
1	Pekerjaan Tampak Depan	Rp	90.207.270,00
2	Pekerjaan Lain-lain	Rp	26.570.352,12
	JUMLAH	Rp	116.777.622,12
	TOTAL BIAYA PROYEK	Rp	4.040.682.930,03
	DIBULATKAN	Rp	4.040.683.000,00

Volume masing-masing kegiatan dan harga satuan untuk Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta dijabarkan di Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Volume dan Harga Satuan Pekerjaan

No	KEGIATAN	UNIT	QTY	HARGA SATUAN
I	PEKERJAAN GROUND FLOOR			
IA	PEKERJAAN DINDING			
1	Dinding bata ringan	m2	600,81	Rp 150.612,80
2	Kolom 20x30 cm (Pagar Keliling)	m1	148,49	Rp 182.711,24
3	Balok Lintel 15x25 cm (Pagar Keliling)	m1	73,66	Rp 161.973,18
4	Balok Middle 20x25 cm (Pagar Keliling)	m1	73,66	Rp 161.973,18
5	Balok Capping 30x50 cm (Pagar Keliling)	m1	73,66	Rp 176.146,15
6	Dinding batako boundary	m2	330,73	Rp 59.005,80
7	Plesteran dinding	m2	1.863,09	Rp 40.631,80
8	Plesteran beton	m2	232,22	Rp 40.631,80
9	Acian dinding	m2	1.716,50	Rp 19.369,00
10	Acian beton	m2	232,22	Rp 19.369,00
11	Cat dinding ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	1.806,12	Rp 16.710,00
12	Granite dinding lift	m2	71,81	Rp 577.463,30
13	Dinding kitchen ex. Roman 20x20	m2	35,73	Rp 187.720,14
14	Dinding bathroom ex. Roman Gol. A uk. 25x45	m2	38,88	Rp 191.585,72
15	Waterproofing	m2	74,61	Rp 46.788,00

16	Kolom praktis	m1	247,49	Rp	90.111,46
IB	PEKERJAAN CEILING				
1	Gypsum 9 mm ex. Elephan	m2	372,053	Rp	94.690,00
2	Drop ceiling gypsum 9 mm Elephan	m1	101,995	Rp	50.130,00
3	Shadow line	m1	217,039	Rp	27.850,00
4	Cat ceiling ex. propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	383,813	Rp	16.710,00
5	Plesteran beton	m2	399,820	Rp	40.631,80
6	Acian Beton	m2	399,820	Rp	19.369,00
7	Plafond kamar mandi kalsibord 6 mm	m2	11,759	Rp	116.970,00
IC	PEKERJAAN KUSEN				
1	D.02	unit	1,200	Rp	3.538.249,00
4	D.05	unit	1,800	Rp	5.416.121,00
5	D.06 B	unit	2,400	Rp	1.884.640,00
6	D.08	unit	2,400	Rp	3.634.053,00
7	D.09	unit	1,800	Rp	13.646.500,00
8	D.10	unit	2,400	Rp	2.089.240,00
9	D.11	unit	3,000	Rp	2.240.000,00
10	D.12	unit	0,600	Rp	23.485.821,00
11	Railing Tangga	m1	20,159	Rp	668.400,00
12	Partisi dinding toilet	m2	14,279	Rp	1.782.400,00
ID	PEKERJAAN LANTAI				
1	Lantai Homogenous ex. Niro granite Grey Code 826 60x60 cm (lobby & Pre-Function)	m2	72,24	Rp	577.463,30
2	Lantai Homogenous Tile ex. Roman Granit Metropolitan Brown GT 602101 CR uk. 30x60 cm Gol.A (Restaurant)	m2	21,12	Rp	411.455,90
3	Lantai Homogenous Tile ex. Roman Granit Cedar Beige GT 912201 R uk. 15x90 cm Gol.A (Restaurant)	m2	9,84	Rp	553.490,90
4	Lantai Tile ex. Roman Veneto Bone G362217 uk. 33.3x33.3 cm Gol. A (IT. Room, FOH, & Storage)	m2	37,26	Rp	206.925,50
5	Lantai Homogenous Tile ex. Roman Adelaide Smoke G362243 uk. 33.3x33.3 cm Gol. A (Kitchen)	m2	17,04	Rp	206.925,50
6	Vinyl Novalis wood series , (Coridor)	m2	20,04	Rp	155.589,05
7	Vinyl Novalis wood series , (Meeting Room)	m2	58,44	Rp	155.589,05
8	Vinyl Novalis wood series , (Coridor)	m2	27,09	Rp	155.589,05
9	Vinyl Novalis wood series , (Coridor)	m2	19,41	Rp	155.589,05
10	Lantai Finish Exposed Concrete	m2	11,70	Rp	80.208,00

	With Propan Stonkote Heavy Duty Floor Coating SFC-633 (Lantai Tangga)				
11	Lantai Tile ex. Roman Granity Smoke G223003 20x20 cm GOL. B (Toilet)	m2	12,90	Rp	270.445,78
12	Plin Lantai Homogenous ex. Niro granite uk. 10x60 cm	m1	21,84	Rp	137.151,97
13	Plin Lantai Homogenous ex. Roman 10x60 cm	m1	71,10	Rp	137.151,97
14	Plin Lantai Vinyl	m1	77,40	Rp	50.130,00
15	Step nozing	m1	45,00	Rp	89.120,00
IE	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Meja Beton Lavatory + Citatah marble	bh	2,400	Rp	1.169.700,00
IF	PEKERJAAN AREA SWIMMING POOL				
1	Pool deck bengkirai 25/100 (upah Pasang)	m2	40,042	Rp	278.500,00
2	Lantai loose pable Open Shower	m2	2,310	Rp	274.768,10
3	Lantai loose pable Over Flow	m2	3,900	Rp	274.768,10
4	Toping lantai batu Jogja	m2	1,620	Rp	419.838,00
5	lantai ex. Keramik uk. 100 x 100	m2	47,782	Rp	274.768,10
6	dinding dalam ex. Keramik uk. 100x100	m2	31,528	Rp	274.768,10
7	dinding luar ex. Keramik uk. 100x100	m2	21,047	Rp	274.768,10
8	Trap tangga batu jogja 300x300x20	m2	3,774	Rp	232.351,80
9	Finished Top Over Flow Jogja Stone 300x300x40 mm	m2	5,700	Rp	348.527,70
10	Pas. Batu jogja dinding open shower 20x500	m2	5,778	Rp	232.351,80
11	Pas batako	m3	0,882	Rp	590.057,95
12	Beton 50 mm	m3	2,004	Rp	435.198,03
13	Pasangan batu bata	m2	40,042	Rp	126.633,95
14	Pasir urug	m3	2,004	Rp	121.426,00
15	Tanah urug	m3	16,019	Rp	121.426,00
II	PEKERJAAN LANTAI 01				
IIA	PEKERJAAN DINDING				
1	Dinding bata ringan	m2	628,94	Rp	150.612,80
2	Beton kolom 15/15 d 10" bgl 6	m1	353,04	Rp	90.111,46
3	Plesteran	m2	1.257,88	Rp	40.631,80
4	Acian	m2	997,90	Rp	19.369,00
5	Cat dinding ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	755,27	Rp	16.710,00
6	Cat dinding dasar belakang wall drop	m2	72,23	Rp	8.355,00
7	Dinding bathroom ex. Roman	m2	250,84	Rp	191.585,72

	twinkle white w40206 (20x40) Gol. A				
8	Dinding kamar mandi venus mozaic tile type cascara white green A0025	m2	9,13	Rp	429.313,32
9	Waterprofing dinding	m2	259,98	Rp	46.788,00
IIB	PEKERJAAN CEILING				
1	Gypsum board ex. elepan board 9 mm	m2	255,8751	Rp	94.690,00
2	Drop ceiling gypsum board ex. Elephan 9mm	m1	164,0611	Rp	50.130,00
3	Plafond kamar mandi ex. Kalsibord 6mm	m2	40,9781	Rp	116.970,00
4	Shadow line	m1	398,5190	Rp	27.850,00
5	Cat ceiling Ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	460,9143	Rp	16.710,00
IIC	PEKERJAAN KUSEN				
1	D.01 (uk. 800x2200mm)	unit	11,7080	Rp	5.450.596,00
2	D.01B (uk.800x2200mm)	unit	0,4503	Rp	5.991.294,00
3	D.06,Pintu shaft (uk.435x2100mm)	unit	11,7080	Rp	1.827.640,00
4	D.08 (uk. 900x2200mm)	unit	0,4503	Rp	3.634.053,00
5	D.09 (uk. 1010x2200mm)	unit	0,9006	Rp	13.646.500,00
6	D.10 (uk. 758x2100mm)	unit	1,8012	Rp	2.089.240,00
7	Railing Tangga	m1	7,5652	Rp	668.400,00
8	Benangan/ tali air	m1	478,0932	Rp	13.368,00
IID	PEKERJAAN LANTAI				
1	Vinyl Novalis wood series	m2	255,88	Rp	155.589,05
2	Roman Granity Smoke-G 22 30 03 uk. 20x20 Gol. B	m2	40,98	Rp	206.925,50
3	Waterprofing lantai kamar mandi	m2	40,98	Rp	46.788,00
4	Lantai tangga ex. Roman Granity Smoke	m2	10,54	Rp	169.539,66
5	Step Nosing	m1	23,15	Rp	89.120,00
6	Plesteran Perataan Lantai / screed	m2	255,88	Rp	47.474,00
7	Plin Lantai vinyl Novalis wood series,type Rock Maple WW 100	m1	299,98	Rp	50.130,00
8	Plin lantai tangga, ex. Roman Granity Smoke-G 22 30 03 Gol. B	m1	4,83	Rp	66.840,00
IIE	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Water proofing membran Canopy	m2	27,1807	Rp	133.680,00
2	Meja beton lavatory + Citatah marble cream t=20mm	unit	11,7080	Rp	1.169.700,00
III	PEKERJAAN LANTAI 02				
IIIA	PEKERJAAN DINDING				
1	Dinding bata ringan	m2	691,56	Rp	150.612,80
2	Beton kolom 15/15 d 10" bgl 6	m1	392,25	Rp	90.111,46
3	Plesteran	m2	1.383,11	Rp	40.631,80

4	Acian	m2	1.093,87	Rp	19.369,00
5	Cat dinding ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	839,15	Rp	16.710,00
6	Cat dinding dasar belakang wall drop	m2	80,25	Rp	8.355,00
7	Dinding bathroom ex. Roman twinkle white w40206 (20x40) Gol. A	m2	278,70	Rp	191.585,72
8	Dinding kamar mandi venus mozaic tile type cascara white green A0025	m2	10,54	Rp	429.313,32
9	Waterprofing dinding	m2	289,24	Rp	46.788,00
IIIB	PEKERJAAN CEILING				
1	Gypsum board ex. elepan board 9 mm	m2	282,666	Rp	94.690,00
2	Drop ceiling gypsum board ex. Elephan 9mm	m1	182,281	Rp	50.130,00
3	Plafond kamar mandi ex. Kalsibord 6mm	m2	47,280	Rp	116.970,00
4	Shadow line	m1	441,767	Rp	27.850,00
5	Cat ceiling Ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	512,227	Rp	16.710,00
IIIC	PEKERJAAN KUSEN				
1	D.01 (uk. 800x2200mm)	unit	13,51	Rp	5.450.596,00
2	D.06,Pintu shaft (uk.435x2100mm)	unit	13,51	Rp	1.827.640,00
3	D.08 (uk. 900x2200mm)	unit	0,50	Rp	3.634.053,00
4	D.09 (uk. 1010x2200mm)	unit	1,00	Rp	13.646.500,00
5	D.10 (uk. 758x2100mm)	unit	2,00	Rp	2.089.240,00
6	Railing Tangga	m1	8,41	Rp	668.400,00
7	Benangan/ tali air	m1	531,09	Rp	13.368,00
IIID	PEKERJAAN LANTAI				
1	Vinyl Novalis wood series	m2	282,67	Rp	155.589,05
2	Roman Granity Smoke-G 22 30 03 uk. 20x20 Gol. B	m2	47,28	Rp	206.925,50
3	Waterprofing lantai kamar mandi	m2	47,28	Rp	46.788,00
4	Lantai tangga ex. Roman Granity Smoke	m2	11,71	Rp	169.539,66
5	Step Nosing	m1	25,72	Rp	89.120,00
6	Plesteran Perataan Lantai / screed	m2	282,67	Rp	47.474,00
7	Plin Lantai vinyl Novalis wood series,type Rock Maple WW 100	m1	328,08	Rp	50.130,00
8	Plin lantai tangga, ex. Roman Granity Smoke-G 22 30 03 Gol. B	m1	5,36	Rp	66.840,00
IIIE	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Meja beton lavatory + Citatah marble cream t=20mm	unit	13,51	Rp	1.169.700,00
IV	PEKERJAAN LANTAI 03				

IVA	PEKERJAAN DINDING				
1	Dinding bata ringan	m2	672,44	Rp	150.612,80
2	Beton kolom 15/15 d 10" bgl 6	m1	392,19	Rp	90.111,46
3	Plesteran	m2	1.344,87	Rp	40.631,80
4	Acian	m2	1.055,67	Rp	19.369,00
5	Cat dinding ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	790,96	Rp	16.710,00
6	Cat dinding dasar belakang wall drop	m2	80,24	Rp	8.355,00
7	Dinding bathroom ex. Roman twinkle white w40206 (20x40) Gol. A	m2	278,66	Rp	191.585,72
8	Dinding kamar mandi venus mozaic tile type cascara white green A0025	m2	10,54	Rp	429.313,32
9	Waterprofing dinding	m2	289,20	Rp	46.788,00
IVB	PEKERJAAN CEILING				
1	Gypsum board ex. elephan board 9 mm	m2	276,821	Rp	94.690,00
2	Drop ceiling gypsum board ex. Elephan 9mm	m1	182,255	Rp	50.130,00
3	Plafond kamar mandi ex. Kalsibord 6mm	m2	43,772	Rp	116.970,00
4	Shadow line	m1	441,702	Rp	27.850,00
5	Cat ceiling Ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	502,847	Rp	16.710,00
IVC	PEKERJAAN KUSEN				
1	D.01 (uk. 800x2200mm)	unit	13,51	Rp	5.450.596,00
2	D.06,Pintu shaft (uk.435x2100mm)	unit	13,51	Rp	1.827.640,00
3	D.08 (uk. 900x2200mm)	unit	0,50	Rp	3.634.053,00
4	D.09 (uk. 1010x2200mm)	unit	1,00	Rp	13.646.500,00
5	Railing Tangga	m1	8,41	Rp	668.400,00
6	Benangan/ tali air	m1	516,89	Rp	13.368,00
IVD	PEKERJAAN LANTAI				
1	Vinyl Novalis wood series	m2	276,821	Rp	155.589,05
2	Roman Granity Smoke-G 22 30 03 uk. 20x20 Gol. B	m2	43,772	Rp	206.925,50
3	Waterprofing lantai kamar mandi	m2	43,772	Rp	46.788,00
4	Lantai tangga ex. Roman Granity Smoke	m2	11,706	Rp	169.539,66
5	Step Nosing	m1	25,713	Rp	89.120,00
6	Plesteran Perataan Lantai / screed	m2	276,821	Rp	47.474,00
7	Plin Lantai vinyl Novalis wood series,type Rock Maple WW 100	m1	274,348	Rp	50.130,00
8	Plin lantai tangga, ex. Roman Granity Smoke-G 22 30 03 Gol. B	m1	5,363	Rp	66.840,00
IVE	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Meja beton lavatory + Citatah	unit	13,51	Rp	1.169.700,00

	marble cream t=20mm				
V	PEKERJAAN LANTAI 04				
VA	PEKERJAAN DINDING				
1	Dinding bata ringan	m2	672,950	Rp	150.612,80
2	Beton kolom 15/15 d 10" bgl 6	m1	392,493	Rp	90.111,46
3	Plesteran	m2	1.345,900	Rp	40.631,80
4	Acian	m2	1.056,482	Rp	19.369,00
5	Cat dinding ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	791,564	Rp	16.710,00
6	Cat dinding dasar belakang wall drop	m2	80,301	Rp	8.355,00
7	Dinding bathroom ex. Roman twinkle white w40206 (20x40) Gol. A	m2	278,875	Rp	191.585,72
8	Dinding kamar mandi venus mozaic tile type cascara white green A0025	m2	10,543	Rp	429.313,32
9	Waterprofining dinding	m2	289,418	Rp	46.788,00
VB	PEKERJAAN CEILING				
1	Gypsum board ex. elepan board 9 mm	m2	277,033	Rp	94.690,00
2	Drop ceiling gypsum board ex. Elephan 9mm	m1	182,394	Rp	50.130,00
3	Plafond kamar mandi ex. Kalsibord 6mm	m2	43,805	Rp	116.970,00
4	Shadow line	m1	1.431,247	Rp	27.850,00
5	Cat ceiling Ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	395,932	Rp	16.710,00
VC	PEKERJAAN KUSEN				
1	D.01 (uk. 800x2200mm)	unit	13,51	Rp	5.450.596,00
2	D.06,Pintu shaft (uk.435x2100mm)	unit	13,51	Rp	1.827.640,00
3	D.08 (uk. 900x2200mm)	unit	0,50	Rp	3.634.053,00
4	D.09 (uk. 1010x2200mm)	unit	1,00	Rp	13.646.500,00
5	Railing Tangga	m1	8,41	Rp	668.400,00
6	Benangan/ tali air	m1	517,29	Rp	13.368,00
VD	PEKERJAAN LANTAI				
1	Vinyl Novalis wood series	m2	277,03	Rp	155.589,05
2	Roman Granity Smoke-G 22 30 03 uk. 20x20 Gol. B	m2	43,81	Rp	206.925,50
3	Waterprofining lantai kamar mandi	m2	43,81	Rp	46.788,00
4	Lantai tangga ex. Roman Granity Smoke	m2	11,71	Rp	169.539,66
5	Step Nosing	m1	25,73	Rp	89.120,00
6	Plesteran Perataan Lantai / screed	m2	277,03	Rp	47.474,00
7	Plin Lantai vinyl Novalis wood series,type Rock Maple WW 100	m1	274,56	Rp	50.130,00
8	Plin lantai tangga, ex. Roman Granity Smoke-G 22 30 03 Gol. B	m1	5,37	Rp	66.840,00

VE	PEKERJAAN LAIN-LAIN			
1	Meja beton lavatory + Citatah marble cream t=20mm	unit	13,51	Rp 1.169.700,00
VI	PEKERJAAN BASEMENT			
VIA	PEKERJAAN DINDING			
1	Dinding bata ringan	m2	616,72	Rp 150.612,80
2	Plesteran dinding	m2	1.278,03	Rp 40.631,80
3	Plesteran beton	m2	1.293,96	Rp 40.631,80
4	Acian dinding	m2	1.278,03	Rp 19.369,00
5	Acian beton		1.293,96	Rp 19.369,00
6	Cat dinding ex. Propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	2.616,58	Rp 16.710,00
7	Granite dinding lift	m2	31,73	Rp 577.463,30
8	Dinding bathroom ex. Roman Gol. A uk. 25x45	m2	34,40	Rp 191.585,72
9	Waterprofig	m2	34,40	Rp 46.788,00
10	Siku-siku pengaman kolom	unit	59,00	Rp 111.400,00
11	Kolom praktis	m1	140,00	Rp 90.111,46
VIB	PEKERJAAN CEILING			
1	Gypsum 9 mm ex elephan (Musolah & BOH)	m2	116,49	Rp 94.690,00
2	Shadow line	m1	90,40	Rp 27.850,00
3	Cat ceiling ex. propan Eco. Emulsion EE-4010	m2	713,34	Rp 16.710,00
4	Plesteran beton	m2	585,05	Rp 40.631,80
5	Acian Beton	m2	585,05	Rp 19.369,00
6	Plafond kamar mandi kalsibord 6 mm	m2	11,80	Rp 116.970,00
VIC	PEKERJAAN KUSEN			
1	D.02	unit	5,00	Rp 3.538.249,00
2	D.07A	unit	1,00	Rp 13.925.000,00
3	D.07B	unit	2,00	Rp 13.925.000,00
4	D.09	unit	1,00	Rp 13.646.500,00
5	D.11	unit	2,00	Rp 2.240.000,00
6	Railing Tangga	m1	16,60	Rp 668.400,00
7	Partisi dinding Toilet	m2	8,00	Rp 1.782.400,00
VID	PEKERJAAN LANTAI			
1	Step nozing	m1	20,00	Rp 89.120,00
2	Lantai homogenius Tile ex. Roman Veneto G362217 Bone 33.3x33.3 cm GOL. A (Musolah & BOH)	m2	116,46	Rp 206.925,50
3	Lantai homogenius Tile ex. Roman Granity Smoke G223003 20x20 cm GOL. B (Toilet)	m2	13,70	Rp 187.720,14
4	Plin Lantai Homogenius Tile 10x33.3 cm (Musolah & BOH)	m1	77,20	Rp 68.975,17

5	Expose concrete w/ propan stonkote heavy duty floor coating Stair area	m2	45,04	Rp	80.208,00
6	Expose concrete (Ruang GWT)	m2	54,22	Rp	100.260,00
7	Dust Proof paint (R. Genzet, Engineering/LVMDP, Travo & Hydrant)	m2	80,40	Rp	46.788,00
8	Floor hardener area parkir ex Fosroc	m2	560,83	Rp	27.850,00
9	Tutup Gutter	m1	28,76	Rp	334.200,00
10	Anti rayap	m2	1.228,00	Rp	11.140,00
11	Marka parkir	m1	217,00	Rp	33.420,00
12	Step nozing	m1	28,00	Rp	89.120,00
13	Lantai tangga keramik 30x30 ex roman	m2	17,60	Rp	175.109,66
VIE	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Meja beton lavatory + Citatah marble	bh	2,00	Rp	1.169.700,00
VII	PEKERJAAN LANTAI ATAP				
VIIA	PEKERJAAN DINDING				
1	Dinding bata ringan	m2	189,16	Rp	150.612,80
2	Plesteran dinding	m2	378,32	Rp	40.631,80
3	Plesteran beton	m2	11,60	Rp	40.631,80
4	Acian dinding	m2	378,32	Rp	19.369,00
5	Acian beton	m2	153,09	Rp	19.369,00
6	Cat Dinding ex propan Decorshield DW - 500	m2	404,25	Rp	30.350,00
7	Kolom praktis	m1	62,55	Rp	90.111,46
VIIB	PEKERJAAN ATAP & CEILING				
1	Atap Baja Ringan	m2	161,38	Rp	200.520,00
2	Atap Canopy Genteng Metal ex. Global Rainbow	m2	193,65	Rp	133.680,00
3	List Plank ex. Kalsiplank l = 35 cm	m1	133,60	Rp	167.100,00
4	Bubungan	m1	10,15	Rp	222.800,00
5	Talang air	m1	4,35	Rp	194.950,00
6	Ornamen sudut bubungan	bh	7,00	Rp	1.169.700,00
7	Plafond Kalsiboard 6 mm	m2	118,77	Rp	119.470,00
8	List Plafond	m2	267,20	Rp	27.850,00
9	Cat Plafond ex. Propan Decorshield DW - 500	m2	118,77	Rp	30.350,00
VIIC	PEKERJAAN KUSEN				
1	D.09	unit	1,00	Rp	13.646.500,00
VIII	PEKERJAAN FACADE				
VIIIA	PEKERJAAN TAMPAK DEPAN				
1	Cat Dinding ex propan Decorshield DW - 500	m2	1.524,40	Rp	30.350,00
2	List aluminium 10x10	m'	1.577,80	Rp	27.850,00

VIIIB	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Grass block parkir depan lobby	m2	75,86	Rp	200.520,00
2	Toping Jogja Stone 20x40x5 cm	m1	43,44	Rp	232.351,80
3	Finished Cement Texture	m2	26,06	Rp	48.555,20

5.1.3 Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)

RAP adalah rencana anggaran yang dibuat kontraktor untuk memperkirakan berapa sebenarnya biaya sesungguhnya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kontrak kerja proyek konstruksi. Dengan perbandingan RAB yang merupakan rencana anggaran biaya bangunan yang dibuat oleh konsultan perencana sebagai dasar untuk melakukan kontrak kerja konstruksi, dapat dilihat bahwa selisih antara RAP dan RAB merupakan gambaran awal untuk memperkirakan laba rugi perusahaan kontraktor. Fungsi dari RAP antara lain:

1. Sebagai pedoman general kontraktor untuk melakukan perjanjian kontrak dengan sub kontraktor atau pemborong.
2. Sebagai acuan untuk negosiasi harga antara general kontraktor dengan mandor atau sub kontraktor.
3. Untuk mengetahui perkiraan keuntungan atau kerugian yang akan dialami jika menggunakan suatu metode kerja.
4. Jika ternyata diperkirakan mengalami kerugian maka kontraktor bisa mencari jalan agar tetap untung.
5. Sebagai dasar untuk membuat jadwal pendatangan material dan tenaga kerja.

Dalam penelitian ini, perhitungan biaya menggunakan RAP sebagai acuan perhitungannya. Besarnya RAP diasumsikan sebesar 90% dari RAB yang datanya didapatkan dari dokumen proyek.

$$\text{RAP} = 90\% \times \text{RAB} \quad (5.1)$$

Diambil contoh perhitungan pekerjaan dinding ground floor dan pekerjaan ceiling ground floor.

1. RAP Pekerjaan Dinding Ground Floor

Diketahui RAB untuk pekerjaan dinding ground floor adalah sebesar Rp 408.452.905,79 yang bisa dilihat di Tabel 5.1. Maka besar dari RAP pekerjaan dinding ground floor adalah:

$$\begin{aligned}\text{RAP} &= 90\% \times 408.452.905,79 \\ &= \text{Rp } 367.607.615,21\end{aligned}$$

2. RAP Pekerjaan Ceiling Ground Floor

Diketahui RAB untuk pekerjaan dinding ground floor adalah sebesar Rp 408.452.905,79 yang bisa dilihat di Tabel 5.1. Maka besar dari RAP pekerjaan dinding ground floor adalah:

$$\begin{aligned}\text{RAP} &= 90\% \times 78.165.799,92 \\ &= \text{Rp } 70.349.219,93\end{aligned}$$

Data rekapitulasi RAP Pekerjaan Arsitektur dari Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta dapat dilihat di Tabel 5.3.

Termasuk di dalam RAP adalah besaran *direct cost* dan *indirect cost*. Menurut Biemo W. Soemardi dan Rani G. Kusumawardani (2010), semakin besar nilai proyek maka semakin kecil nilai persentase biaya tidak langsung. Dalam penelitian ini diestimasikan *direct cost* sebesar 97% dan biaya *overhead* proyek sebesar 3% dari besaran RAP.

Direct cost dibagi lagi menjadi biaya material, biaya alat, dan upah pekerja. Dalam penelitian ini percepatan menggunakan waktu lembur sebagai metode percepatannya sehingga upah pekerja menjadi relevan dalam perhitungan. Menurut Iman Soeharto (1995) porsi tenaga kerja dapat mencapai 25%-35% dari biaya. Maka untuk besarnya upah pekerja diasumsikan sebesar 25% dari besar *direct cost*, sedangkan besaran biaya material dan alat tetap.

Tabel 5.3 Rekapitulasi RAP Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

No.	URAIAN KEGIATAN	BIAYA	
I	Ground Floor		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	367.607.615,21
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	70.349.219,93
3	Pekerjaan Kusen	Rp	104.895.827,39
4	Pekerjaan Lantai	Rp	100.433.497,94
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	2.526.425,30
6	Pekerjaan Area Swimming Pool	Rp	48.573.344,91
	JUMLAH	Rp	694.385.930,67
II	Lantai 01		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	246.909.528,30
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	50.442.335,19
3	Pekerjaan Kusen	Rp	105.344.510,45
4	Pekerjaan Lantai	Rp	73.408.943,80
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	15.595.559,99
	JUMLAH	Rp	491.700.877,73
III	Lantai 02		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	272.730.416,96
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	56.066.629,82
3	Pekerjaan Kusen	Rp	117.622.146,58
4	Pekerjaan Lantai	Rp	81.428.816,51
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	14.220.936,05
	JUMLAH	Rp	542.068.946,81
IV	Lantai 03		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	267.335.363,80
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	55.055.312,63
3	Pekerjaan Kusen	Rp	113.672.507,11
4	Pekerjaan Lantai	Rp	77.134.691,45
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	14.218.850,17
	JUMLAH	Rp	527.416.725,16
V	Lantai 04		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	267.539.844,08
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	78.278.224,26
3	Pekerjaan Kusen	Rp	113.759.453,28
4	Pekerjaan Lantai	Rp	77.193.690,46
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	14.229.725,93
	JUMLAH	Rp	551.000.938,00
VI	Basement		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	302.977.016,59
2	Pekerjaan Ceiling	Rp	55.756.533,19

3	Pekerjaan Kusen	Rp	92.652.646,50
4	Pekerjaan Lantai	Rp	88.495.441,84
5	Pekerjaan Lain-lain	Rp	2.105.460,00
	JUMLAH	Rp	541.987.098,11
VII	Lantai Atap		
1	Pekerjaan Dinding	Rp	65.278.267,49
2	Pekerjaan Ceiling dan Atap	Rp	105.394.143,15
3	Pekerjaan Kusen	Rp	12.281.850,00
	JUMLAH	Rp	182.954.260,64
VIII	Facade		
1	Pekerjaan Tampak Depan	Rp	81.186.543,00
2	Pekerjaan Lain-lain	Rp	23.913.316,91
	JUMLAH	Rp	105.099.859,91
	TOTAL BIAYA PROYEK	Rp	3.636.614.637,03
	DIBULATKAN	Rp	3.636.615.000,00

5.1.4 Kurva S dan Barchart

Time Schedule dalam manajemen proyek adalah sebuah daftar yang berisi aktivitas dalam kegiatan proyek yang biasanya dilengkapi dengan perkiraan tanggal mulai dan selesainya sebuah kegiatan. Selain itu time schedule juga dilengkapi dengan perkiraan alokasi sumber daya, anggaran biaya, dan juga durasi yang saling berkaitan dengan progress sebuah kegiatan proyek.

Kurva S Pekerjaan Arsitektur dari Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta dapat dilihat di Tabel 5.4 dan Barchart dapat dilihat di Tabel 5.5.

Tabel 5.4 Kurva S Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

REMAINING SCHEDULE

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN ZEST HOTEL YOGYAKARTA
LOKASI : Jalan Gajah Mada no. 28 Yogyakarta

KEGIATAN	BOBOT	SEPTEMBER					OKTOBER					NOPEMBER				DESEMBER			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		01-Sep	08-Sep	15-Sep	22-Sep	29-Sep	06-Okt	13-Okt	20-Okt	27-Okt	03-Nop	10-Nop	17-Nop	24-Nop	01-Des	08-Des	15-Des	22-Des	
PEKERJAAN ARSITEKTUR																			
LANTAI GROUND FLOOR	18,992	0,291	1,167	1,462	1,462	1,753	1,753	1,753	1,753	1,753	1,462	1,462	1,462	1,462					
LANTAI 01	13,530	0,271	1,081	1,353	1,353	1,624	1,624	1,624	1,624	1,624	1,353								
LANTAI 02	14,916	0,229	0,919	1,148	1,148	1,376	1,376	1,376	1,376	1,376	1,148	1,148	1,148	1,148					
LANTAI 03	14,520	0,210	0,829	1,038	1,038	1,243	1,243	1,243	1,243	1,243	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038				
LANTAI 04	15,168	0,190	0,757	0,948	0,948	1,138	1,138	1,138	1,138	1,138	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948		
LANTAI BASEMENT	14,916					2,486	2,486	2,486	2,486	2,486	2,486								
LANTAI ATAP	5,048								1,010	1,010	1,010	1,010	1,010						
FAÇADE	2,910					0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	
JUMLAH	100,000																		
MINGGUAN		1,191	4,753	5,948	5,948	9,844	9,844	9,844	10,853	10,853	9,668	5,829	5,829	4,820	2,210	1,172	1,172	0,224	
KUMULATIF		1,191	5,944	11,892	17,840	27,684	37,528	47,372	58,225	69,078	78,746	84,575	90,404	95,224	97,433	98,605	99,777	100,000	

Tabel 5.5 Barchart Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

	SEPTEMBER					OKTOBER					NOPEMBER				DESEMBER		
	1 01-Sep	2 08-Sep	3 15-Sep	4 22-Sep	5 29-Sep	6 06-Okt	7 13-Okt	8 20-Okt	9 27-Okt	10 03-Nov	11 10-Nov	12 17-Nov	13 24-Nov	14 01-Dec	15 08-Dec	16 15-Dec	17 22-Dec
PEKERJAAN ARSITEKTUR																	
LANTAI GROUND FLOOR	0,291	1,167	1,462	1,462	1,753	1,753	1,753	1,753	1,753	1,462	1,462	1,462	1,462				
PEKERJAAN DINDING																	
PEKERJAAN KUSEN																	
PEKERJAAN CEILING																	
PEKERJAAN LANTAI																	
PEKERJAAN LAIN-LAIN																	
PEKERJAAN AREA SWIMMING POOL																	
LANTAI 01	0,271	1,081	1,353	1,353	1,624	1,624	1,624	1,624	1,624	1,353							
PEKERJAAN DINDING																	
PEKERJAAN KUSEN																	
PEKERJAAN CEILING																	
PEKERJAAN LANTAI																	
PEKERJAAN LAIN-LAIN																	
LANTAI 02	0,229	0,919	1,148	1,148	1,376	1,376	1,376	1,376	1,376	1,148	1,148	1,148	1,148				
PEKERJAAN DINDING																	
PEKERJAAN KUSEN																	
PEKERJAAN CEILING																	
PEKERJAAN LANTAI																	
PEKERJAAN LAIN-LAIN																	
LANTAI 03	0,210	0,829	1,038	1,038	1,243	1,243	1,243	1,243	1,243	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038			
PEKERJAAN DINDING																	
PEKERJAAN KUSEN																	
PEKERJAAN CEILING																	
PEKERJAAN LANTAI																	
PEKERJAAN LAIN-LAIN																	
LANTAI 04	0,190	0,757	0,948	0,948	1,138	1,138	1,138	1,138	1,138	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948	
PEKERJAAN DINDING																	
PEKERJAAN KUSEN																	
PEKERJAAN CEILING																	
PEKERJAAN LAIN-LAIN																	
PEKERJAAN LANTAI																	
LANTAI BASEMENT					2,486	2,486	2,486	2,486	2,486	2,486							
PEKERJAAN DINDING																	
PEKERJAAN KUSEN																	
PEKERJAAN CEILING																	
PEKERJAAN LANTAI																	
PEKERJAAN LAIN-LAIN																	
LANTAI ATAP								1,010	1,010	1,010	1,010	1,010					
PEKERJAAN DINDING																	
PEKERJAAN KUSEN																	
PEKERJAAN CEILING																	
FAÇADE					0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224
PEKERJAAN TAMPAK DEPAN																	
PEKERJAAN LAIN-LAIN																	
MINGGUAN	1,191	4,753	5,948	5,948	9,844	9,844	9,844	10,853	10,853	9,668	8,829	8,829	4,820	2,210	1,172	1,172	0,224
KUMULATIF	1,191	5,943	11,892	17,840	27,684	37,527	47,371	58,225	69,078	78,746	84,575	90,404	95,223	97,433	98,605	99,776	100

5.1.5 Hari Kerja, Jam Kerja, dan Upah Kerja

Dasar yang dipakai dalam perhitungan penelitian ini adalah Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep. 102/MEN/VI/2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur.

Dalam penelitian ini digunakan 6 hari kerja dalam satu minggu, dan 7 jam kerja tiap harinya sebagai acuan perhitungan. Data upah pekerja yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Upah Personil Kerja Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

No	Personil Kerja	Upah normal per hari
1	Mandor	Rp 80.000,00
2	Kepala Tukang	Rp 70.000,00
3	Tukang	Rp 60.000,00
4	Pekerja	Rp 45.000,00

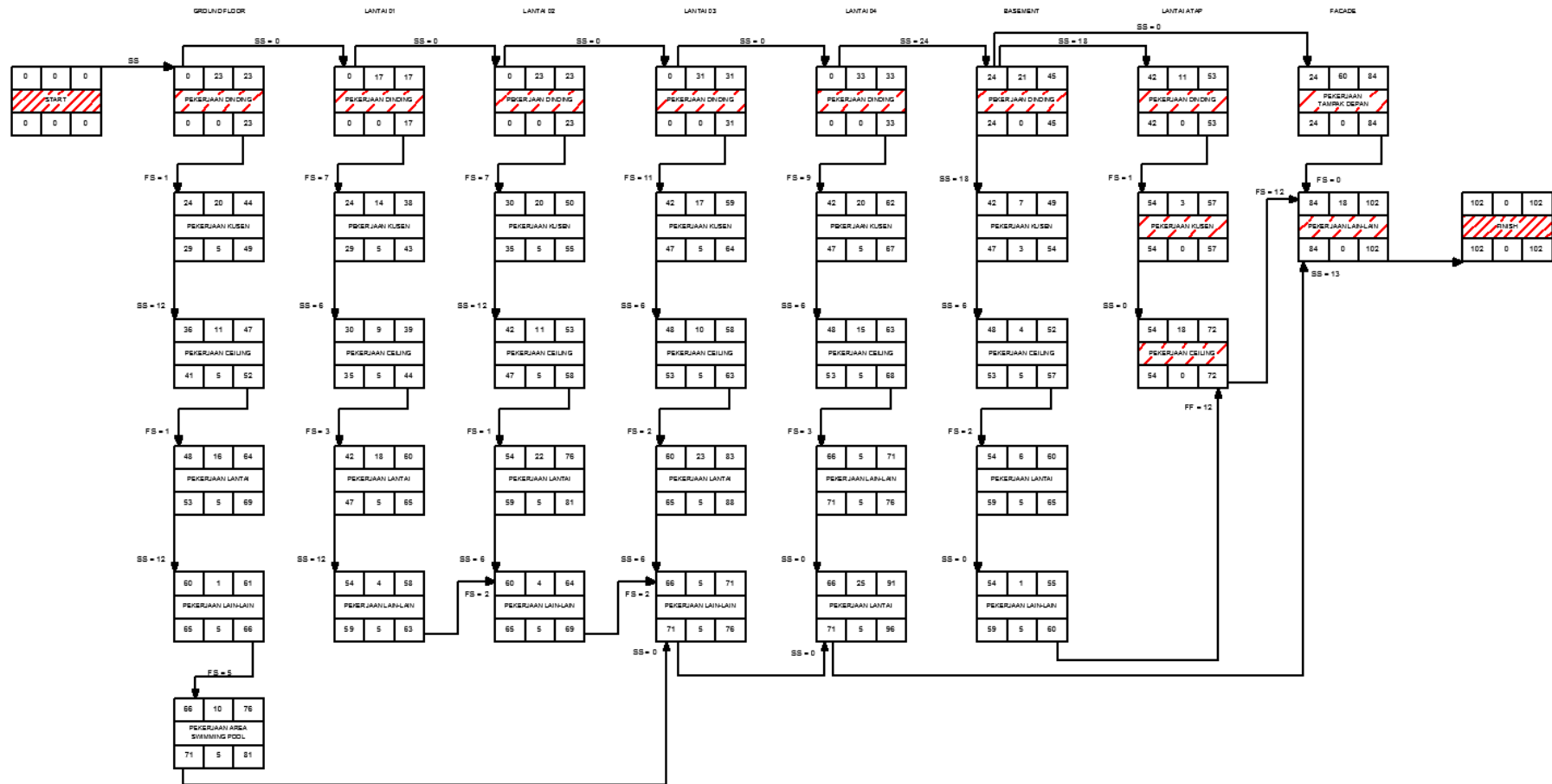
1.23 ANALISIS

Dalam melakukan proses optimasi dengan metode *Least Cost*, hal yang harus dipertimbangkan adalah bahwa durasi proyek diperpendek dimulai dari lintasan kritis yang memiliki *slope* biaya terendah. Proses pemendekan durasi terus dilakukan sampai pada satu titik dimana proyek tidak dapat lagi dipercepat. Apabila muncul lintasan kritis baru selama proses *crashing* berlangsung maka dicari kombinasi *slope* biaya terendah untuk dipercepat.

5.2.1 Precedence Diagram Method (PDM)

Dari data barchart yang didapatkan dapat dibuat Precedence Diagram Methodnya. Dengan adanya PDM tersebut dapat diketahui pekerjaan mana saja yang kritis. Pekerjaan kritis tersebut yang nantinya akan mengalami *crashing* sebagai bagian dari proses optimasi penjadwalan dengan metode *Least Cost Scheduling*.

Bentuk PDM dari Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta dapat dilihat di Gambar 5.2.



Gambar 5.2 PDM Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

Tabel 5.7 Daftar Kegiatan, Durasi, Predecessor, dan Konstrains Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

No.	KEGIATAN	DURASI	PREDECESSOR	HUBUNGAN	KETERANGAN
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	23	-	-	Kritis
2	Pekerjaan Kusen Ground Floor	20	Pekerjaan Dinding Ground Floor	FS+1	
3	Pekerjaan Ceiling Ground Floor	11	Pekerjaan Kusen Ground Floor	SS+12	
4	Pekerjaan Lantai Ground Floor	16	Pekerjaan Ceiling Ground Floor	FS+1	
5	Pekerjaan Lain-lain Ground Floor	1	Pekerjaan Lantai Ground Floor	SS+12	
6	Pekerjaan Area Swimming Pool	10	Pekerjaan Lain-lain Ground Floor	FS+5	
7	Pekerjaan Dinding Lantai 01	17	Pekerjaan Dinding Ground Floor	SS+0	Kritis
8	Pekerjaan Kusen Lantai 01	14	Pekerjaan Dinding Lantai 01	FS+7	
9	Pekerjaan Ceiling Lantai 01	9	Pekerjaan Kusen Lantai 01	SS+6	
10	Pekerjaan Lantai Lantai 01	18	Pekerjaan Ceiling Lantai 01	FS+3	
11	Pekerjaan Lain-lain Lantai 01	4	Pekerjaan Lantai Lantai 01	SS+12	
12	Pekerjaan Dinding Lantai 02	23	Pekerjaan Dinding Lantai 01	SS+0	Kritis
13	Pekerjaan Kusen Lantai 02	20	Pekerjaan Dinding Lantai 02	FS+7	
14	Pekerjaan Ceiling Lantai 02	11	Pekerjaan Kusen Lantai 02	SS+12	
15	Pekerjaan Lantai Lantai 02	22	Pekerjaan Ceiling Lantai 02	FS+1	
16	Pekerjaan Lain-lain Lantai 02	4	Pekerjaan Lain-lain Lantai 01 Pekerjaan Lantai Lantai 02	FS+2 SS+6	
17	Pekerjaan Dinding Lantai 03	31	Pekerjaan Dinding Lantai 02	SS+0	Kritis
18	Pekerjaan Kusen Lantai 03	17	Pekerjaan Dinding Lantai 03	FS+11	
19	Pekerjaan Ceiling Lantai 03	10	Pekerjaan Kusen Lantai 03	SS+6	
20	Pekerjaan Lantai Lantai 03	23	Pekerjaan Ceiling Lantai 03	FS+2	
21	Pekerjaan Lain-lain Lantai 03	5	Pekerjaan Lain-lain Lantai 02 Pekerjaan Lantai Lantai 03 Pekerjaan Area Swimming Pool	FS+2 SS+6 SS+0	
22	Pekerjaan Dinding Lantai 04	33	Pekerjaan Dinding Lantai 03	SS+0	Kritis

23	Pekerjaan Kusen Lantai 04	20	Pekerjaan Dinding Lantai 04	FS+9	
24	Pekerjaan Ceiling Lantai 04	15	Pekerjaan Kusen Lantai 04	SS+6	
25	Pekerjaan Lain-lain Lantai 04	5	Pekerjaan Ceiling Lantai 04	FS+3	
26	Pekerjaan Lantai Lantai 04	25	Pekerjaan Lain-lain Lantai 03 Pekerjaan Lain-lain Lantai 04	SS+0 SS+0	
27	Pekerjaan Dinding Basement	21	Pekerjaan Dinding Lantai 04	SS+24	Kritis
28	Pekerjaan Kusen Basement	7	Pekerjaan Dinding Basement	SS+18	
29	Pekerjaan Ceiling Basement	4	Pekerjaan Kusen Basement	SS+6	
30	Pekerjaan Lantai Basement	6	Pekerjaan Ceiling Basement	FS+2	
31	Pekerjaan Lain-lain Basement	1	Pekerjaan Lantai Basement	SS+0	
32	Pekerjaan Dinding Lantai Atap	11	Pekerjaan Dinding Basement	SS+18	Kritis
33	Pekerjaan Kusen Lantai Atap	3	Pekerjaan Dinding Lantai Atap	FS+1	Kritis
34	Pekerjaan Ceiling Lantai Atap	18	Pekerjaan Kusen Lantai Atap Pekerjaan Lain-lain Basement	SS+0 FF+12	Kritis
35	Pekerjaan Tampak Depan Facade	60	Pekerjaan Dinding Basement	SS+0	Kritis
36	Pekerjaan Lain-lain Facade	18	Pekerjaan Tampak Depan Facade Pekerjaan Ceiling Lantai Atap Pekerjaan Lantai Lantai 04	FS+0 FS+12 SS+13	Kritis

Dibuatnya PDM harus mengacu pada aturan agar memenuhi syarat sebagai diagram network. Aturan tersebut adalah hanya ada satu titik START tempat dimulainya pekerjaan dan satu titik FINISH yang merupakan akhir dari pekerjaan. Pekerjaan kritis dalam gambar 5.2 ditandai dengan arsiran pada node pekerjaannya. Sedangkan total penyelesaian proyek adalah 102 hari.

Dari PDM pada Gambar 5.2 terlihat bahwa ada 2 buah jalur kritis, yaitu:

1. Jalur Kritis A = Pekerjaan Dinding Ground Floor – Pekerjaan Dinding Lantai 01 – Pekerjaan Dinding Lantai 02 – Pekerjaan Dinding Lantai 03 – Pekerjaan Dinding Lantai 04 – Pekerjaan Dinding Basement – Pekerjaan Tampak Depan Facade – Pekerjaan Lain-lain Facade.
2. Jalur Kritis B = Pekerjaan Dinding Ground Floor – Pekerjaan Dinding Lantai 01 – Pekerjaan Dinding Lantai 02 – Pekerjaan Dinding Lantai 03 – Pekerjaan Dinding Lantai 04 – Pekerjaan Dinding Basement – Pekerjaan Dinding Lantai Atap – Pekerjaan Kusen Lantai Atap – Pekerjaan Ceiling Lantai Atap – Pekerjaan Lain-lain Facade.

Pekerjaan-pekerjaan kritis ditabulasikan seperti yang dapat dilihat di Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 untuk nantinya dicari jalur kritis yang memiliki *cost slope* terendah.

Tabel 5.8 Pekerjaan Kritis dan Durasi Normal Pekerjaan Jalur Kritis A

No.	KEGIATAN	DURASI NORMAL (hari)
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	23
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	17
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	23
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	31
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	33
6	Pekerjaan Dinding Basement	21
7	Pekerjaan Tampak Depan Facade	60
8	Pekerjaan Lain-lain Facade	18

Tabel 5.9 Pekerjaan Kritis dan Durasi Normal Pekerjaan Jalur Kritis B

No.	KEGIATAN	DURASI NORMAL (hari)
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	23
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	17
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	23
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	31
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	33

6	Pekerjaan Dinding Basement	21
7	Pekerjaan Dinding Lantai Atap	11
8	Pekerjaan Kusen Lantai Atap	3
9	Pekerjaan Ceiling Lantai Atap	18
10	Pekerjaan Lain-lain Facade	18

5.2.2 Durasi *Crash*

Crashing di dalam penelitian ini menggunakan metode penambahan jam kerja sebagai cara optimasi penjadwalannya. Pekerjaan-pekerjaan kritis mengalami penyesuaian harga satuan dan durasi pekerjaan akibat penambahan jam kerja.

Durasi pekerjaan yang dipercepat (D_c) dapat dihitung dengan formula 5.3.

$$D_c = \frac{D_n \times h}{h + (h_0 \times e)} \quad (5.3)$$

Keterangan:

D_c = Durasi *Crash*

D_n = Durasi Normal

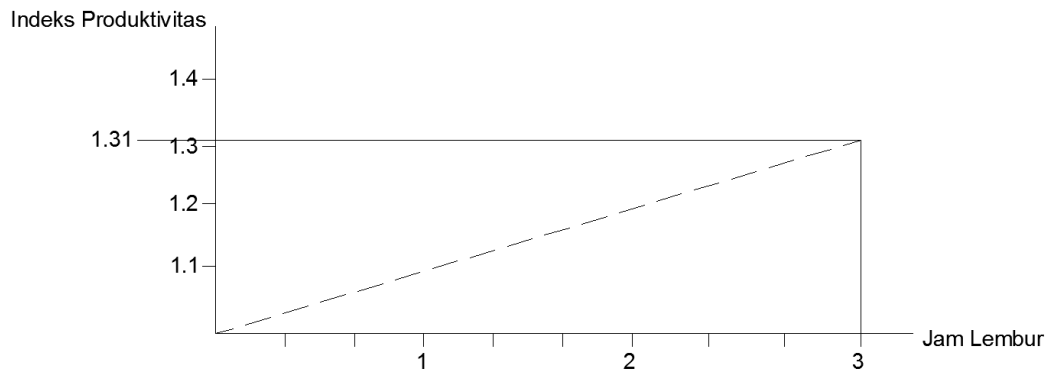
h = Jam kerja normal

h_0 = Jam kerja lembur

e = Efisiensi lembur

1. Durasi *Crash* Pekerjaan Dinding Ground Floor

Pekerjaan dinding untuk ground floor dengan durasi normal 23 hari dengan jam kerja normal 7 jam untuk 6 hari kerja dan waktu lembur selama 3 jam. Indeks produktivitas ditentukan sebesar 1,31 yang didapat dari grafik Gambar 5.3. Dengan kata lain efisiensi lemburnya adalah kebalikan dari indeks produktivitas $1/1,31 = 0,76$.



Gambar 5.3 Indeks Produktivitas Karena Kerja Lembur
(Sumber: Soeharto, 1995)

$$Dc = \frac{23 \times 7}{7 + (3 \times 0,76)} = 17,349 = 18 \text{ hari}$$

2. Durasi *Crash* Pekerjaan Dinding Lantai 01

Pekerjaan dinding untuk ground floor dengan durasi normal 23 hari dengan jam kerja normal 7 jam untuk 6 hari kerja dan waktu lembur selama 3 jam. Indeks produktivitas ditentukan sebesar 1,31 yang didapat dari grafik Gambar 5.3. Dengan kata lain efisiensi lemburnya adalah kebalikan dari indeks produktivitas $1/1,31 = 0,76$.

$$Dc = \frac{17 \times 7}{7 + (3 \times 0,76)} = 13,823 = 13 \text{ hari}$$

Tabel 5.10 Pekerjaan Kritis, Durasi Normal, dan Durasi Kritis Pekerjaan Jalur Kritis A

No.	KEGIATAN	DURASI NORMAL (hari)	DURASI <i>CRASH</i> (hari)
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	23	18
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	17	13
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	23	18
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	31	24
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	33	25
6	Pekerjaan Dinding Basement	21	16
7	Pekerjaan Tampak Depan Facade	60	47
8	Pekerjaan Lain-lain Facade	18	14

Tabel 5.11 Pekerjaan Kritis, Durasi Normal, dan Durasi Kritis Pekerjaan Jalur Kritis B

No.	KEGIATAN	DURASI NORMAL (hari)	DURASI <i>CRASH</i> (hari)
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	23	18
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	17	13
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	23	18
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	31	24
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	33	25
6	Pekerjaan Dinding Basement	21	16
7	Pekerjaan Dinding Lantai Atap	11	9
8	Pekerjaan Kusen Lantai Atap	3	3
9	Pekerjaan Ceiling Lantai Atap	18	14
10	Pekerjaan Lain-lain Facade	18	14

5.2.3 Upah Lembur

Dasar yang dipakai dalam perhitungan penelitian ini adalah Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep. 102/MEN/VI/2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur.

Upah lembur adalah upah yang berhak diterima oleh pekerja atau buruh di luar waktu kerja yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini digunakan waktu kerja 7 jam sehari selama satu minggu untuk 6 hari kerja. Formula yang digunakan untuk menghitung upah lembur dapat dilihat pada formula 5.2 dan formula 5.3

$$\text{Upah Lembur Jam ke } - 1 = 1,5 \times \frac{\text{Upah Harian} \times 25}{173} \quad (5.2)$$

$$\text{Upah Lembur Jam ke } - 2 = 2 \times \frac{\text{Upah Harian} \times 25}{173} \quad (5.3)$$

Faktor perkalian 25 adalah faktor hari kerja dalam satu bulan jika satu minggu kerja terdiri dari 6 hari. Angka 1/173 didasarkan pada perhitungan dalam satu tahun ada 52 minggu. Jadi dalam satu bulan ada 52/12 minggu atau 4,333 minggu. Dengan total jam kerja per minggu yang 40 jam, maka total jam kerja

dalam satu bulan adalah $40 \times 4,333 = 173,333$ dibulatkan menjadi 173. Maka untuk menghitung upah per jam, upah perbulan dikalikan dengan $1/173$.

Dalam penelitian ini akan digunakan upah harian pekerja sebesar Rp 60.000,00 setiap harinya sebagai acuan upah normal pekerjaan. Dengan besar upah normal sebesar Rp 60.000,00 maka dapat dihitung upah lembur per jamnya yaitu:

$$\text{Upah Lembur Jam ke } - 1 = 1,5 \times \frac{60.000 \times 25}{173} = 13005,78$$

$$\text{Upah Lembur Jam ke } - 2 = 2 \times \frac{60.000 \times 25}{173} = 17341,04$$

Jika pekerja tersebut bekerja lembur selama 3 jam maka breakdown upah perjamnya sesuai dengan peraturan yang berlaku dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Upah Lembur Personil Kerja Per Jam

No.	Waktu	Upah lembur
1	Jam pertama	Rp 13.005,78
2	Jam kedua	Rp 17.341,04
3	Jam ketiga	Rp 17.341,04
	TOTAL UPAH LEMBUR	Rp 47.687,86

Maka total upah perharinya jika pekerja tersebut melakukan lembur pada durasi *crash* adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Total upah pada durasi } crash &= \text{Upah normal} + \text{Upah lembur 3 jam} \\
 &= 60000 + 47687,86 \\
 &= 107.687,86 \\
 &= \text{Rp } 107.700,00
 \end{aligned}$$

5.2.4 Biaya Langsung (*Direct Cost*) Durasi Normal

Biaya langsung pada penelitian ini adalah sebesar 97% dari besaran RAP masing-masing item pekerjaan yang dapat dilihat pada Tabel 5.3. Diambil contoh

perhitungan biaya langsung untuk pekerjaan dinding ground floor dan pekerjaan dinding lantai 01.

1. *Direct Cost* Pekerjaan Dinding Ground Floor

Diketahui RAP untuk pekerjaan dinding ground floor adalah sebesar Rp 367.607.615,21 yang bisa dilihat di Tabel 5.3. Maka besar dari *direct cost* pekerjaan dinding ground floor adalah:

$$\begin{aligned}\text{Biaya langsung durasi normal} &= 97\% \times 367.607.615,21 \\ &= \text{Rp } 356.579.386,75\end{aligned}$$

2. *Direct Cost* Pekerjaan Dinding Lantai 01

Diketahui RAP untuk pekerjaan dinding ground floor adalah sebesar Rp 246.909.528,30 yang bisa dilihat di Tabel 5.3. Maka besar dari *direct cost* pekerjaan dinding lantai 01 adalah:

$$\begin{aligned}\text{Biaya langsung durasi normal} &= 97\% \times 246.909.528,30 \\ &= \text{Rp } 239.502.242,45\end{aligned}$$

Direct cost pada durasi normal masing-masing item pekerjaan kritis pada kondisi normal ditunjukkan pada Tabel 5.13 untuk Jalur Kritis A dan Tabel 5.14 untuk Jalur Kritis B.

Tabel 5.13 *Direct Cost* Pekerjaan Kritis Jalur Kritis A pada Durasi Normal

No.	KEGIATAN	BIAYA NORMAL
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	Rp 356.579.386,75
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	Rp 239.502.242,45
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	Rp 264.548.504,45
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	Rp 259.315.302,89
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	Rp 259.513.648,76
6	Pekerjaan Dinding Basement	Rp 293.887.706,09
7	Pekerjaan Tampak Depan Facade	Rp 78.750.946,71
8	Pekerjaan Lain-lain Facade	Rp 23.195.917,40

Tabel 5.14 *Direct Cost* Pekerjaan Kritis Jalur Kritis B pada Durasi Normal

No.	KEGIATAN	BIAYA NORMAL
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	Rp 356.579.386,75
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	Rp 239.502.242,45
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	Rp 264.548.504,45
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	Rp 259.315.302,89
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	Rp 259.513.648,76
6	Pekerjaan Dinding Basement	Rp 293.887.706,09
7	Pekerjaan Dinding Lantai Atap	Rp 63.319.919,46
8	Pekerjaan Kusen Lantai Atap	Rp 11.913.394,50
9	Pekerjaan Ceiling Lantai Atap	Rp 102.232.318,86
10	Pekerjaan Lain-lain Facade	Rp 23.195.917,40

5.2.5 Biaya Langsung (*Direct Cost*) Durasi *Crash*

Diasumsikan besaran upah adalah sebesar 25% dari *direct cost*, maka bisa diperkirakan jumlah pekerja per hari untuk kegiatan tersebut.

1. Biaya *Crash* Pekerjaan Dinding Ground Floor

Diketahui durasi normal pekerjaan dinding ground floor adalah 23 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 356.579.386,75 pada kondisi durasi normal.

Upah harian sebesar Rp 60.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam menjadi sebesar Rp 107.700,00. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya per hari} &= \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal} \\
 &= 356.579.386,75 / 23 \\
 &= \text{Rp } 15.503.451,60
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \\
 &= 15.503.451,60 \times 25\% \\
 &= \text{Rp } 3.875.862,90
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \\
 &= 3.875.862,90 / 60.000 \\
 &= 64,56 = 65 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Upah } \textit{crash} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } \textit{Crash} \\
 &= 65 \times 107.700 \times 18
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 126.009.000,00 \\
 \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah normal} \times \text{Durasi normal} \\
 &= 65 \times 60.000 \times 23 \\
 &= \text{Rp } 89.700.000,00 \\
 \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } crash - \text{Upah normal} \\
 &= 126.009.000,00 - 89.700.000,00 \\
 &= \text{Rp } 36.309.000,00 \\
 \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \\
 &= 356.579.386,75 + 36.309.000,00 \\
 &= \text{Rp } 392.888.386,75
 \end{aligned}$$

2. Biaya *Crash* Pekerjaan Dinding Lantai 01

Diketahui durasi normal pekerjaan dinding ground floor adalah 17 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 239.502.242,45 pada kondisi durasi normal.

Upah harian sebesar Rp 60.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam sebesar Rp 107.700,00. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya per hari} &= \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal} \\
 &= 239.502.242,45 / 17 \\
 &= \text{Rp } 14.088.367,20 \\
 \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \\
 &= 14.088.367,20 \times 25\% \\
 &= \text{Rp } 3.522.091,80 \\
 \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \\
 &= 3.522.091,80 / 60.000 \\
 &= 58,70 = 59 \text{ orang} \\
 \text{Upah } crash &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } Crash \\
 &= 59 \times 107.700 \times 13 \\
 &= \text{Rp } 82.605.900,00 \\
 \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah normal} \times \text{Durasi normal} \\
 &= 59 \times 60.000 \times 17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 60.180.000,00 \\
 \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } crash - \text{Upah normal} \\
 &= 82.605.900,00 - 60.180.000,00 \\
 &= \text{Rp } 22.425.900,00 \\
 \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \\
 &= 239.502.242,45 + 22.425.900,00 \\
 &= \text{Rp } 261.928.142,45
 \end{aligned}$$

Biaya *crash* masing-masing item pekerjaan kritis pada kondisi normal ditunjukkan pada Tabel 5.15 untuk Jalur Kritis A dan Tabel 5.16 untuk Jalur Kritis B.

Tabel 5.15 *Direct Cost* Pekerjaan Kritis Jalur Kritis A pada Durasi *Crash*

No.	KEGIATAN	BIAYA CRASH
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	Rp 392.888.386,75
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	Rp 261.928.142,45
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	Rp 291.361.304,45
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	Rp 284.683.302,89
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	Rp 283.026.148,76
6	Pekerjaan Dinding Basement	Rp 321.216.506,09
7	Pekerjaan Tampak Depan Facade	Rp 87.522.346,71
8	Pekerjaan Lain-lain Facade	Rp 25.762.717,40

Tabel 5.16 *Direct Cost* Pekerjaan Kritis Jalur Kritis B pada Durasi *Crash*

No.	KEGIATAN	BIAYA CRASH
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	Rp 392.888.386,75
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	Rp 261.928.142,45
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	Rp 291.361.304,45
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	Rp 284.683.302,89
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	Rp 283.026.148,76
6	Pekerjaan Dinding Basement	Rp 321.216.506,09
7	Pekerjaan Dinding Lantai Atap	Rp 70.743.119,46
8	Pekerjaan Kusen Lantai Atap	Rp 14.346.094,50
9	Pekerjaan Ceiling Lantai Atap	Rp 112.499.518,86
10	Pekerjaan Lain-lain Facade	Rp 25.762.717,40

5.2.6 Project Crashing

Untuk melakukan *crashing* harus dilakukan secara selektif kegiatan-kegiatan mana yang dilakukan *crash* agar pertambahan biayanya minimal (*minimal cost*). Pertambahan biaya minimal ditunjukkan oleh *Cost Slope* (R_{ij}).

$$R_{ij} = \frac{C_{cij} - C_{nij}}{D_{nij} - D_{cij}} \quad (5.4)$$

Keterangan:

R_{ij} = *Cost slope* = Arah kemiringan biaya

D_{nij} = Durasi normal

D_{cij} = Durasi *crash*

C_{nij} = *Cost* normal

C_{cij} = *Cost crash*

1. *Cost Slope* Pekerjaan Dinding Ground Floor

$$R = \frac{392.888.386,75 - 356.579.386,75}{23 - 18} = 7.261.800,00$$

2. *Cost Slope* Pekerjaan Dinding Lantai 01

$$R = \frac{261.928.142,45 - 239.502.242,45}{17 - 13} = 5.606.475,00$$

Untuk melakukan selektif *crash* maka kegiatan kritis, durasi normal, durasi *crash*, *cost* normal, *cost crash*, dan *cost slope* disusun dalam sebuah tabel. Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel di Yogyakarta mempunyai data waktu (durasi) dan biaya (*cost*) kegiatan seperti dalam Tabel 5.17 untuk Jalur Kritis A dan Tabel 5.18 untuk Jalur Kritis B.

Tabel 5.17 Rangkuman Data Durasi dan Biaya Pekerjaan Arsitektur Jalur Kritis A Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

No	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)		BIAYA		DURASI CRASH MAKSIMAL	COST SLOPE
		NORMAL	CRASH	NORMAL	CRASH		
1	2	3	4	5	6	(3-4)	(6-5) / (3/4)
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	23	18	Rp 356.579.386,75	Rp 392.888.386,75	5	Rp 7.261.800,00
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	17	13	Rp 239.502.242,45	Rp 261.928.142,45	4	Rp 5.606.475,00
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	23	18	Rp 264.548.504,45	Rp 291.361.304,45	5	Rp 5.362.560,00
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	31	24	Rp 259.315.302,89	Rp 284.683.302,89	7	Rp 3.624.000,00
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	33	25	Rp 259.513.648,76	Rp 283.026.148,76	8	Rp 2.939.062,50
6	Pekerjaan Dinding Basement	21	16	Rp 293.887.706,09	Rp 321.216.506,09	5	Rp 5.465.760,00
7	Pekerjaan Tampak Depan Facade	60	47	Rp 78.750.946,71	Rp 87.522.346,71	13	Rp 674.723,08
8	Pekerjaan Lain-lain Facade	18	14	Rp 23.195.917,40	Rp 25.762.717,40	4	Rp 641.700,00

Tabel 5.18 Rangkuman Data Durasi dan Biaya Pekerjaan Arsitektur Jalur Kritis B Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta

No	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)		BIAYA		DURASI <i>CRASH</i> MAKSIMAL	<i>COST SLOPE</i>
		NORMAL	<i>CRASH</i>	NORMAL	<i>CRASH</i>		
1	2	3	4	5	6	(3-4)	(6-5) / (3/4)
1	Pekerjaan Dinding Ground Floor	23	18	Rp 356.579.386,75	Rp 392.888.386,75	5	Rp 7.261.800,00
2	Pekerjaan Dinding Lantai 01	17	13	Rp 239.502.242,45	Rp 261.928.142,45	4	Rp 5.606.475,00
3	Pekerjaan Dinding Lantai 02	23	18	Rp 264.548.504,45	Rp 291.361.304,45	5	Rp 5.362.560,00
4	Pekerjaan Dinding Lantai 03	31	24	Rp 259.315.302,89	Rp 284.683.302,89	7	Rp 3.624.000,00
5	Pekerjaan Dinding Lantai 04	33	25	Rp 259.513.648,76	Rp 283.026.148,76	8	Rp 2.939.062,50
6	Pekerjaan Dinding Basement	21	16	Rp 293.887.706,09	Rp 321.216.506,09	5	Rp 5.465.760,00
7	Pekerjaan Dinding Lantai Atap	11	9	Rp 63.319.919,46	Rp 70.743.119,46	2	Rp 3.711.600,00
8	Pekerjaan Kusen Lantai Atap	3	3	Rp 11.913.394,50	Rp 14.346.094,50	0	-
9	Pekerjaan Ceiling Lantai Atap	18	14	Rp 102.232.318,86	Rp 112.499.518,86	4	Rp 2.566.800,00
10	Pekerjaan Lain-lain Facade	18	14	Rp 23.195.917,40	Rp 25.762.717,40	4	Rp 641.700,00

Cost slope terendah ada di Jalur Kritis A, yaitu Pekerjaan Lain-lain Facade dengan *cost slope* Rp 641.700. Oleh karena itu untuk selanjutnya penelitian ini akan menggunakan Jalur Kritis A sebagai acuan Project *Crashing*.

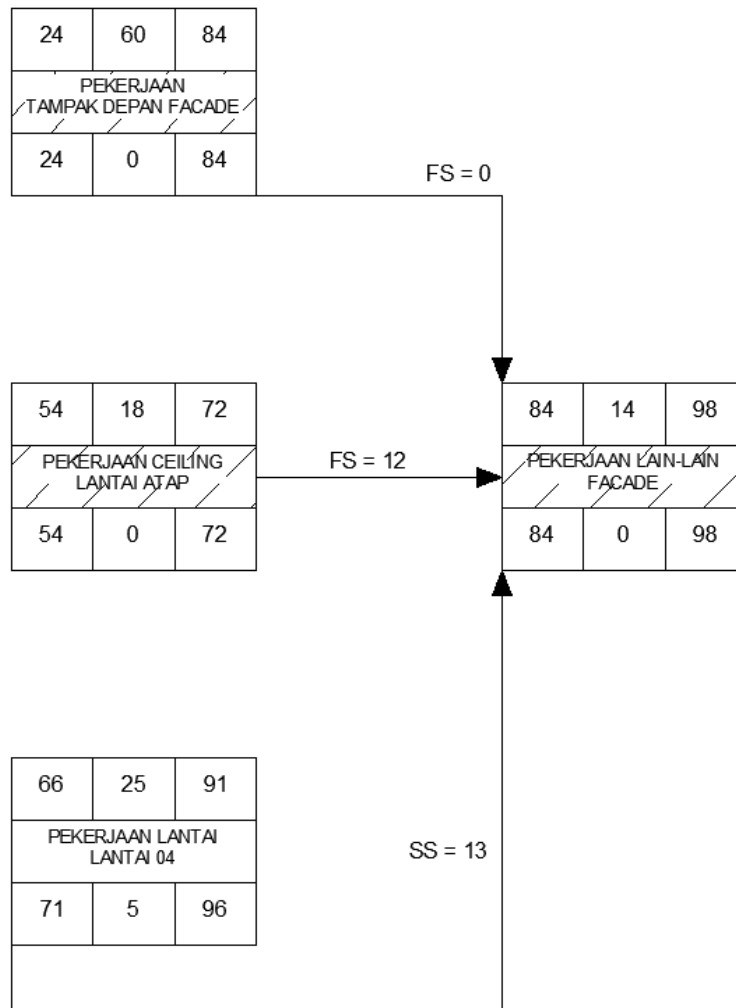
Dengan metode jalur kritis Heuristic *Crash*, yaitu metode jalur kritis secara bertahap dengan tetap mempertahankan jalur kritisnya, data dari Tabel 5.17 dan PDM yang telah dibuat, dapat diolah lebih lanjut sehingga dapat diketahui durasi *crash* optimal yang akan menghasilkan biaya/*cost* minimal.

Crash dilakukan dari kegiatan pada jalur kritis dengan *cost slope* terkecil. Dari Tabel 5.17 diketahui kegiatan tersebut adalah Pekerjaan Lain-lain Facade.

1. *Crashing* Pekerjaan Lain-lain Facade

Pengurangan waktu maksimal Pekerjaan Lain-lain Facade adalah 4 hari. Karena tidak ada kegiatan yang paralel maka tidak akan mempengaruhi kondisi kritis.

Durasi Normal	= 18 hari
Pengurangan Waktu	= 4 hari
Durasi <i>Crash</i>	= 18 – 4
	= 14 hari

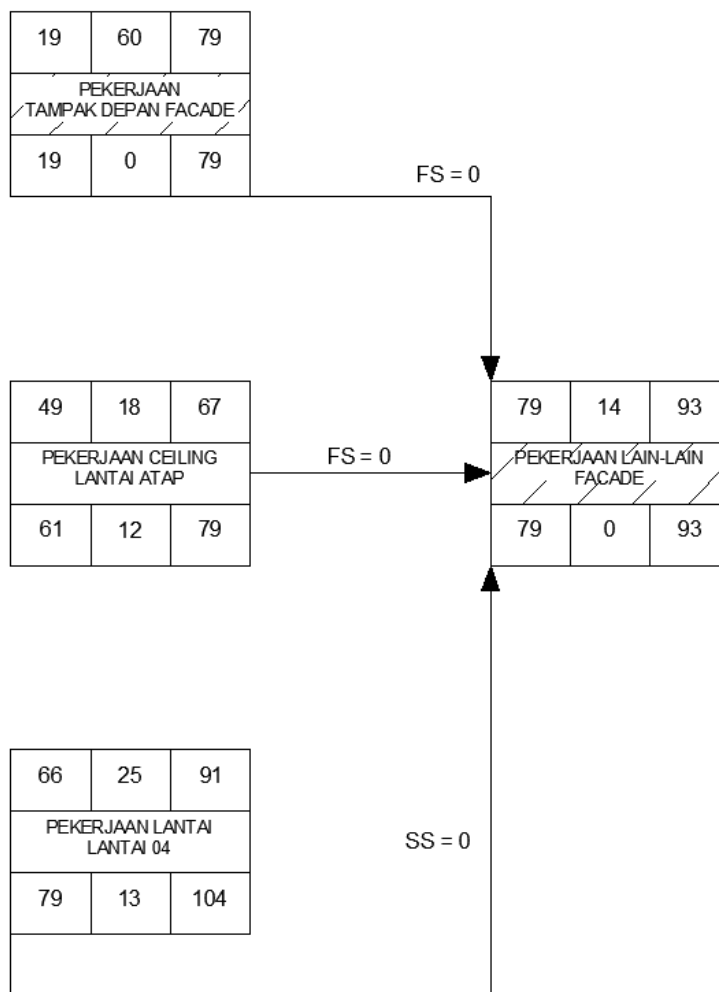


Gambar 5.4 PDM Setelah *Crash* Kegiatan Pekerjaan Lain-lain Facade

2. *Crashing* Pekerjaan Tampak Depan Facade

Pengurangan waktu maksimum Pekerjaan Tampak Depan Facade adalah 14 hari. Ditentukan kemungkinan lintasan yang dapat kritis pada proyek agar dapat dianalisis setelah *dicrash* waktu berkurang dengan penambahan biaya minimal, sehingga tidak terjadi biaya bertambah tetapi waktu tidak berkurang.

Untuk mempertahankan kondisi kritis maka konstrain Pekerjaan Ceiling Lantai Atap ke Pekerjaan Lain-lain Facade *dicrash* menjadi FS = 0, konstrain Pekerjaan Lantai Lantai 04 ke Pekerjaan Lain-lain Facade *dicrash* menjadi SS = 0, dan konstrain Pekerjaan Dinding Lantai 04 ke Pekerjaan Dinding Basement *dicrash* dari SS+24 menjadi SS+15.



Gambar 5.5 PDM Setelah *Crash* Konstrain

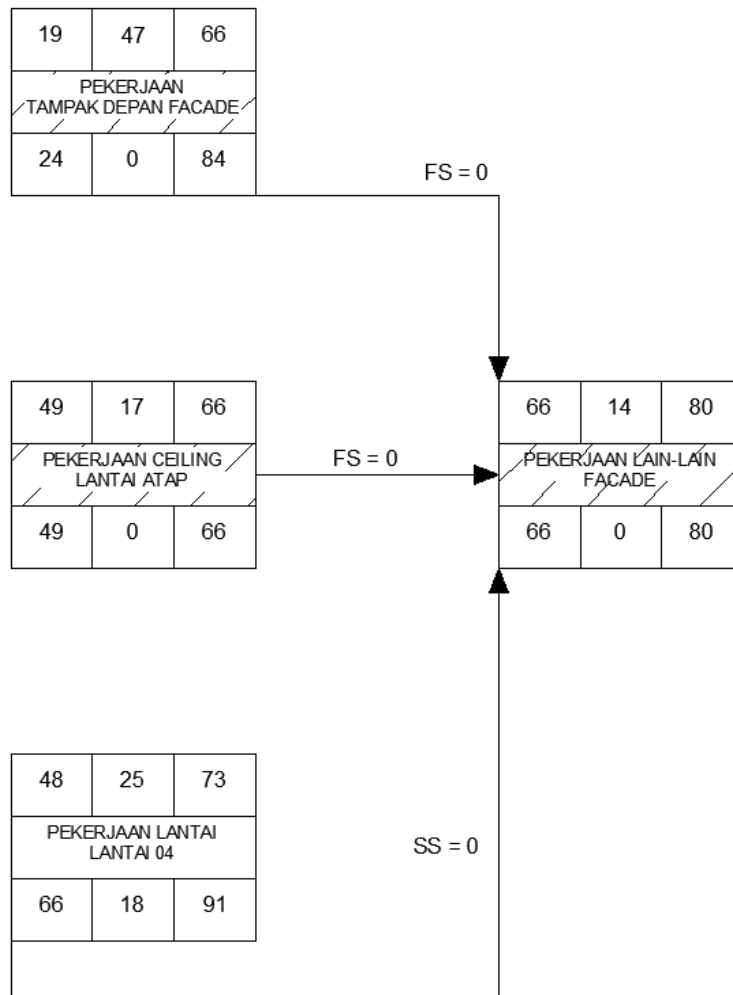
Durasi Normal = 60 hari
 Pengurangan Waktu = 13 hari
 Durasi *Crash* = 60 – 13
 = 47 hari

Dipertimbangkan juga pengaruh kegiatan Pekerjaan Ceiling Lantai Atap. Durasi normal Pekerjaan Ceiling Lantai Atap adalah 18 hari, durasi *crash* maksimum Pekerjaan Ceiling Atap adalah:

$$Dc = \frac{18 \times 7}{7 + (3 \times 0,69)} = 13,892 = 14 \text{ hari}$$

Agar kegiatan Pekerjaan Tampak Depan Facade tetap pada jalur kritis maka kegiatan Pekerjaan Ceiling Lantai Atas dicrash selama 1 hari. Dan dilakukan *crash* konstrain pada Pekerjaan Lantai 03 dan Pekerjaan Lantai 04 untuk menjaga agar Pekerjaan Lain-lain Facade tetap menjadi titik akhir kegiatan.

Durasi Normal = 18 hari
 Pengurangan Waktu = 1 hari
 Durasi *Crash* = 18 – 1
 = 17 hari



Gambar 5.6 PDM Setelah *Crash* Kegiatan Pekerjaan Tampak Depan Facade

Ketiga kegiatan tersebut dipilih sebagai kegiatan yang mengalami *crash* dengan alasan:

1. *Cost slope* kecil.
2. Durasi kegiatan relatif besar.
3. Besarnya efek terhadap durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Efek *crash* pada kegiatan yang lain di jalur kritis tidak terlalu mempengaruhi durasi akhir proyek. Maka durasi akhir maksimum proyek jika dipercepat adalah 80 hari.

Tiga item kegiatan yang mengalami proses *crash*, yaitu Pekerjaan Lain-lain Facade, Pekerjaan Tampak Depan Facade, dan Pekerjaan Ceiling Lantai Atap dihitung biaya *crash*nya.

1. Biaya *Crash* Pekerjaan Lain-lain Facade

Diketahui durasi normal Pekerjaan Lain-lain Facade adalah 18 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 23.195.917,40 pada kondisi durasi normal.

Upah harian sebesar Rp 60.000,00 dan upah lembur selama 3 jam sebesar Rp 107.700,00. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut.

Biaya per hari	=	Biaya normal / Durasi normal
	=	23.195.917,40 / 18
	=	Rp 1.288.662,08
Upah per hari	=	Biaya per hari × 25%
	=	1.288.662,08 × 25%
	=	Rp 322.165,52
Jumlah pekerja	=	Upah per hari / Upah harian
	=	322.165,52 / 60.000
	=	5,54 = 6 orang
Upah <i>crash</i>	=	Jumlah pekerja × Upah lembur × Durasi <i>Crash</i>
	=	6 × 107.700 × 14
	=	Rp 9.046.800,00
Upah normal	=	Jumlah pekerja × Upah normal × Durasi normal
	=	6 × 60.000 × 18
	=	Rp 6.480.000,00
Kenaikan biaya	=	Upah <i>crash</i> – Upah normal
	=	9.046.800,00 – 6.480.000,00

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 2.566.800,00 \\
 \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \\
 &= 23.195.917,40 + 2.566.800,00 \\
 &= \text{Rp } 25.762.717,40
 \end{aligned}$$

2. Biaya *Crash* Pekerjaan Tampak Depan Facade

Diketahui durasi normal Pekerjaan Tampak Depan Facade adalah 60 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 78.750.946,71 pada kondisi durasi normal.

Upah harian sebesar Rp 60.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam sebesar Rp 107.700,00. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya per hari} &= \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal} \\
 &= 78.750.946,71 / 60 \\
 &= \text{Rp } 1.312.515,78 \\
 \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \\
 &= 1.312.515,78 \times 25\% \\
 &= \text{Rp } 328.128,94 \\
 \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \\
 &= 321.363,40 / 60.000 \\
 &= 5,47 = 6 \text{ orang} \\
 \text{Upah } crash &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } Crash \\
 &= 6 \times 107.700 \times 47 \\
 &= \text{Rp } 30.371.400,00 \\
 \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah normal} \times \text{Durasi normal} \\
 &= 6 \times 60.000 \times 60 \\
 &= \text{Rp } 21.600.000,00 \\
 \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } crash - \text{Upah normal} \\
 &= 30.371.400,00 - 21.600.000,00 \\
 &= \text{Rp } 8.771.400,00 \\
 \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \\
 &= 78.750.946,71 + 8.771.400,00
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 87.522.346,71$$

3. Biaya *Crash* Pekerjaan Ceiling Lantai Atap

Diketahui durasi normal Pekerjaan Ceiling Lantai Atap adalah 18 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 102.232.318,86 pada kondisi durasi normal.

Upah harian sebesar Rp 60.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam sebesar Rp 107.700,00. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya per hari} &= \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal} \\
 &= 102.232.318,86 / 18 \\
 &= \text{Rp } 5.679.573,27 \\
 \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \\
 &= 5.679.573,27 \times 25\% \\
 &= \text{Rp } 1.419.893,32 \\
 \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \\
 &= 1.419.893,32 / 60.000 \\
 &= 23,66 = 24 \text{ orang} \\
 \text{Upah } crash &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } Crash \\
 &= 24 \times 107.700 \times 17 \\
 &= \text{Rp } 43.941.600,00 \\
 \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah normal} \times \text{Durasi normal} \\
 &= 24 \times 60.000 \times 18 \\
 &= \text{Rp } 25.920.000,00 \\
 \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } crash - \text{Upah normal} \\
 &= 43.941.600,00 - 25.920.000,00 \\
 &= \text{Rp } 18.021.600,00 \\
 \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \\
 &= 102.232.318,86 + 18.021.600,00 \\
 &= \text{Rp } 120.253.918,86
 \end{aligned}$$

Biaya *crash* masing-masing pekerjaan setelah melalui proses *crashing* ditunjukkan pada Tabel 5.19 dan *cost slopenya* pada Tabel 5.20.

Tabel 5.19 *Direct Cost* Pekerjaan Setelah Project *Crashing*

No.	KEGIATAN	BIAAYA CRASH
1	Pekerjaan Lain-lain Facade	Rp 25.762.717,40
2	Pekerjaan Tampak Depan Facade	Rp 87.522.346,71
3	Pekerjaan Ceiling Lantai Atap	Rp 120.253.918,86

Tabel 5.20 *Cost Slope* Pekerjaan Setelah Project *Crash*

No	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)		BIAYA		SELISIH DURASI	<i>COST SLOPE</i>
		NORMAL	<i>CRASH</i>	NORMAL	<i>CRASH</i>		
1	2	3	4	5	6	(3-4)	(6-5) / (3/4)
1	Pekerjaan Lain-lain Facade	18	14	Rp 23.195.917,40	Rp 25.762.717,40	4	Rp 641.700,00
2	Pekerjaan Tampak Depan Facade	60	47	Rp 78.750.946,71	Rp 87.522.346,71	13	Rp 674.723,08
3	Pekerjaan Ceiling Lantai Atap	18	17	Rp 102.232.318,86	Rp 120.253.918,86	1	Rp 18.021.600,00
	JUMLAH			Rp 204.179.182,97	Rp 233.538.982,97		

5.2.7 Biaya Overhead

Menurut Biemo W. Soemardi dan Rani G. Kusumawardani (2010), semakin besar nilai proyek maka semakin kecil nilai persentase biaya tidak langsung. Bentuk kecenderungan seperti ini dikarenakan untuk mengakomodir penggunaan sumber daya yang sedikit akan mengakibatkan biaya tidak langsung yang cukup besar dibandingkan penggunaan sumber daya yang banyak. Misalnya untuk membeli material dalam jumlah yang banyak harganya jauh lebih murah dibandingkan membeli dalam jumlah sedikit. Pada kontraktor menengah dan kecil, besarnya proporsi biaya tidak langsung terhadap nilai proyek relatif tetap pada kisaran 12% hingga 10% pada nilai kontrak hingga Rp 1 Milyar. Dan berkisar di antara 10% hingga 2% untuk proyek dengan nilai kontrak di atas Rp 1 Milyar.

Perhitungan biaya yang berhubungan dengan proyek secara keseluruhan atau biaya tak langsung (*overhead*) untuk penelitian diestimasi dari besaran RAP sebesar Rp 3.636.615.000,00. Dengan estimasi *direct cost* sebesar 97% dari RAP dan biaya *overhead* sebesar 3% dari RAP. Maka perhitungan biaya *overhead* adalah sebagai berikut:

$$\text{Total biaya overhead} = 3\% \times \text{Rp } 3.636.615.000 = \text{Rp } 109.098.450 \quad (\text{A})$$

$$\text{Durasi pelaksanaan proyek direncanakan selama 102 hari.} \quad (\text{B})$$

$$\text{Biaya Overhead Proyek Zest Hotel per hari} = \frac{(\text{A})}{(\text{B})} = \text{Rp } 1.069.592,65$$

1.24 PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa terhadap waktu dan biaya pada Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta dengan menggunakan Metode *Least Cost Scheduling* dihasilkan percepatan maksimum yang memungkinkan selama 22 hari, yang berarti durasi *crash* maksimum yaitu 80 hari. Kenaikan *direct cost* pada beberapa kegiatan untuk mempercepat waktu proyek menjadi 80 hari dihitung dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Kenaikan Biaya} &= \text{Direct Cost Crash} - \text{Direct Cost Normal} \\ &= 233.538.982,97 - 204.179.182,97 \\ &= \text{Rp } 29.359.800,00\end{aligned}$$

Dari durasi *crash* 80 hari dapat ditemukan biaya *overhead* proyek yang dipercepat dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Biaya Overhead (80 hari)} &= \text{Durasi Crash Proyek} \times \text{Biaya Overhead per Hari} \\ &= 80 \times 1.069.592,65 \\ &= \text{Rp } 85.567.411,76\end{aligned}$$

Dengan biaya RAP seluruh kegiatan Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Zest Hotel Yogyakarta sebesar Rp 3.636.615.000,00 untuk durasi normal 102 hari, dapat ditentukan *direct cost*nya untuk durasi *crash* maksimum selama 80 hari yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Direct Cost Normal Proyek} &= 97\% \times \text{RAP} \\ &= 97\% \times 3.636.615.000,00 \\ &= \text{Rp } 3.527.516.550,00 \\ \text{Direct Cost Crash Proyek} &= \text{Direct Cost Normal Proyek} + \text{Kenaikan Biaya} \\ &= 3.527.516.550,00 + 29.359.800,00 \\ &= \text{Rp } 3.556.876.350,00 \\ \text{RAP Crash Proyek} &= \text{Direct Cost Crash Proyek} + \text{Biaya Overhead (80 hari)}\end{aligned}$$

$$= 3.556.876.350,00 + 85.567.411,76$$

$$= \text{Rp } 3.642.443.761,76$$

Direct cost proyek dan hubungannya dengan durasi proyek dapat dimasukkan ke dalam tabel dan grafik, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan Gambar 5.7.

Tabel 5.21 Hubungan Durasi dengan *Direct Cost*

Durasi	<i>Cost Slope</i>	<i>Direct Cost</i> (Kumulatif)
102	-	3.527.516.550,00
101	0	3.527.516.550,00
100	0	3.527.516.550,00
99	0	3.527.516.550,00
98	0	3.527.516.550,00
97	0	3.527.516.550,00
96	641.700,00	3.528.158.250,00
95	641.700,00	3.528.799.950,00
94	641.700,00	3.529.441.650,00
93	641.700,00	3.530.083.350,00
92	674.723,08	3.530.758.073,08
91	674.723,08	3.531.432.796,16
90	674.723,08	3.532.107.519,24
89	674.723,08	3.532.782.242,32
88	674.723,08	3.533.456.965,40
87	674.723,08	3.534.131.688,48
86	674.723,08	3.534.806.411,56
85	674.723,08	3.535.481.134,64
84	674.723,08	3.536.155.857,72
83	674.723,08	3.536.830.580,80
82	674.723,08	3.537.505.303,88
81	674.723,08	3.538.180.026,96
80	674.723,08 + 18.021.600	3.556.876.350,04

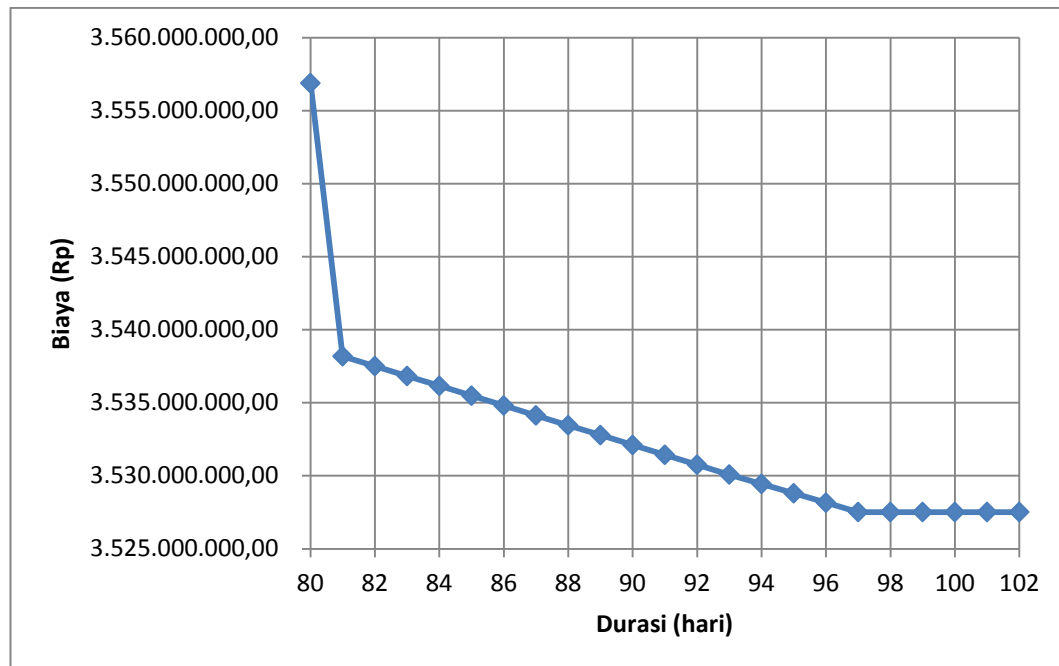
Tabel 5.21 menunjukkan hubungan antara *direct cost* dengan durasi. Pada durasi normal 102 hari, *direct cost* proyek adalah sebesar Rp 3.527.516.550,00. Ketika proyek dipercepat dengan metode *least cost scheduling*, digunakan *cost slope* yang paling kecil terlebih dahulu. *Cost slope* dengan nilai Rp 0 dikarenakan pergeseran jadwal tanpa biaya yang diakibatkan oleh *crash* konstrain. Kemudian

Pekerjaan Lain-lain Facade dengan *cost slope* sebesar Rp 641.700,00 dan waktu percepatan selama 4 hari dijumlahkan dengan *direct cost* normal secara bertahap.

<i>Direct Cost</i> 102 hari	= Rp 3.527.516.550,00
<i>Direct Cost</i> 101 hari	= Rp 3.527.516.550,00
<i>Direct Cost</i> 96 hari	= 3.527.516.550,00 + 641.700,00 = Rp 3.528.158.250,00
<i>Direct Cost</i> 95 hari	= 3.528.158.250,00 + 641.700,00 = Rp 3.528.799.950,00

Maka pada durasi 93 hari *direct cost* proyek meningkat menjadi Rp 3.530.083.350,00. Durasi 92 hari dan seterusnya menggunakan *cost slope* dari Pekerjaan Tampak Depan Facade dengan *cost slope* sebesar Rp 674.723,08 dan waktu percepatan 13 hari hingga durasi penyelesaian menjadi 80 hari.

Namun perlu diingat bahwa percepatan Pekerjaan Tampak Depan Facade dilakukan secara bersamaan dengan Pekerjaan Ceiling Lantai Atap untuk mempertahankan kondisi kritis Pekerjaan Tampak Depan Facade dengan *cost slope* Rp 18.021.600,00 dan waktu percepatan 1 hari. Oleh karena itu percepatan dengan *cost slope* Rp 674.723,08 berlangsung selama 12 hari hingga durasi 81 hari, dan *cost slope* hasil percepatan bersama Pekerjaan Tampak Depan Facade dengan Pekerjaan Ceiling Lantai Atap merupakan hasil penjumlahan Rp 674.723,08 dengan Rp 18.021.600,00 yang berlangsung selama 1 hari hingga durasi 80 hari.



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Durasi - Biaya Langsung

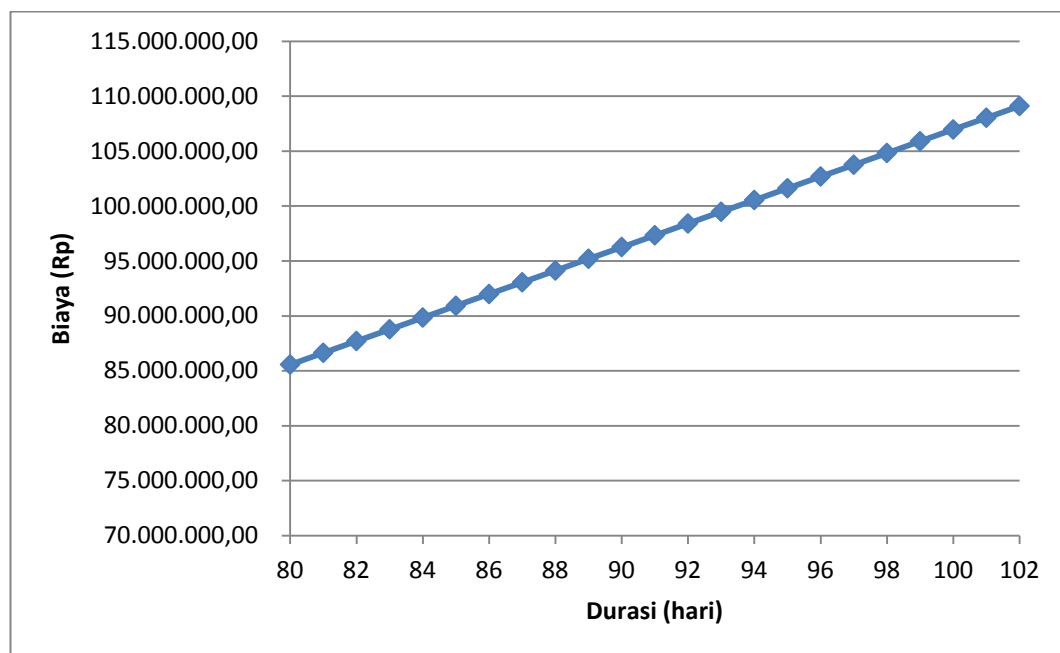
Biaya *Overhead* proyek dan hubungannya dengan durasi proyek hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan Gambar 5.8.

Tabel 5.22 Hubungan Durasi dengan Biaya *Overhead*

Durasi (hari)	Biaya <i>Overhead</i> Per Hari	Biaya <i>Overhead</i> Total
(1)	(2)	(1)*(2)
102	1.069.592,65	109.098.450,00
101	1.069.592,65	108.028.857,35
100	1.069.592,65	106.959.264,71
99	1.069.592,65	105.889.672,06
98	1.069.592,65	104.820.079,41
97	1.069.592,65	103.750.486,76
96	1.069.592,65	102.680.894,12
95	1.069.592,65	101.611.301,47
94	1.069.592,65	100.541.708,82
93	1.069.592,65	99.472.116,18
92	1.069.592,65	98.402.523,53
91	1.069.592,65	97.332.930,88
90	1.069.592,65	96.263.338,24
89	1.069.592,65	95.193.745,59
88	1.069.592,65	94.124.152,94
87	1.069.592,65	93.054.560,29
86	1.069.592,65	91.984.967,65
85	1.069.592,65	90.915.375,00

84	1.069.592,65	89.845.782,35
83	1.069.592,65	88.776.189,71
82	1.069.592,65	87.706.597,06
81	1.069.592,65	86.637.004,41
80	1.069.592,65	85.567.411,76

Biaya *overhead* adalah hasil perkalian dari durasi dengan biaya *overhead* per hari yang jumlahnya sebesar Rp 1.069.592,65. Karena itu jumlah biaya *overhead* pada durasi normal 102 hari adalah Rp 109.098.450,00, ketika proyek dipercepat dan durasi mengecil maka biaya *overhead* juga akan mengecil secara linear hingga akhirnya pada durasi *crash* 80 hari biaya *overhead*nya sebesar Rp 85.567.411,76.

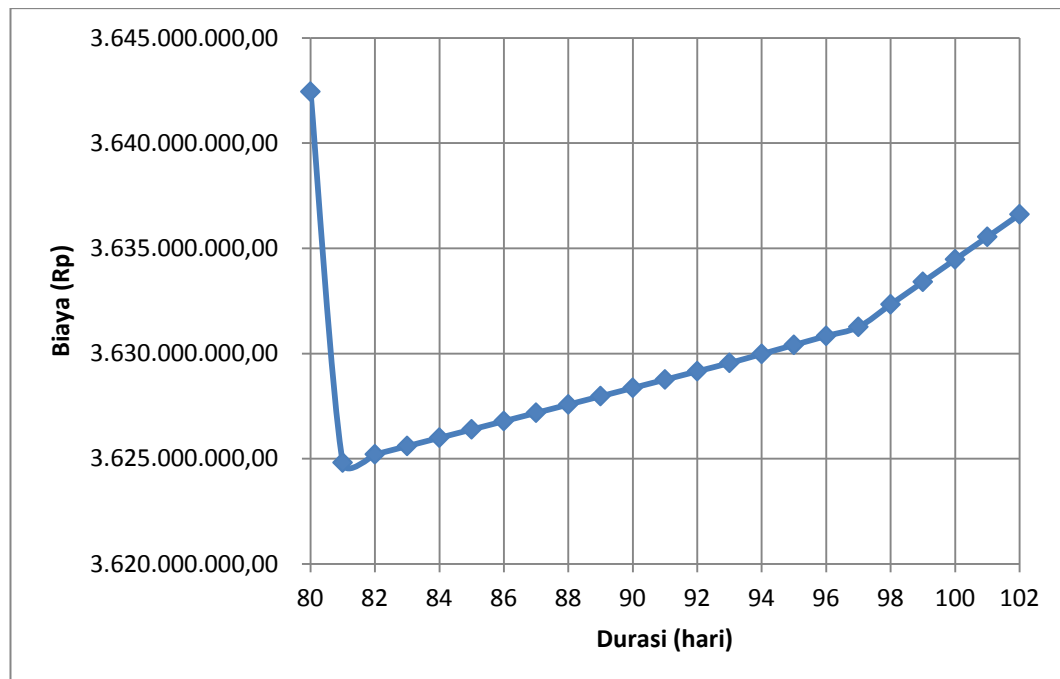


Gambar 5.8 Grafik Hubungan Durasi - Biaya *Overhead*

Total biaya adalah hasil dari penjumlahan dari *direct cost* dengan biaya *overhead* proyek dan hubungannya dengan durasi proyek dapat dilihat pada Tabel 5.23 dan Gambar 5.9.

Tabel 5.23 Hubungan Durasi dengan Biaya Total

Durasi (hari)	<i>Direct Cost</i>	<i>Biaya Overhead</i>	Biaya Total
102	3.527.516.550,00	109.098.450,00	3.636.615.000,00
101	3.527.516.550,00	108.028.857,35	3.635.545.407,35
100	3.527.516.550,00	106.959.264,71	3.634.475.814,71
99	3.527.516.550,00	105.889.672,06	3.633.406.222,06
98	3.527.516.550,00	104.820.079,41	3.632.336.629,41
97	3.527.516.550,00	103.750.486,76	3.631.267.036,76
96	3.528.158.250,00	102.680.894,12	3.630.839.144,12
95	3.528.799.950,00	101.611.301,47	3.630.411.251,47
94	3.529.441.650,00	100.541.708,82	3.629.983.358,82
93	3.530.083.350,00	99.472.116,18	3.629.555.466,18
92	3.530.758.073,08	98.402.523,53	3.629.160.596,61
91	3.531.432.796,16	97.332.930,88	3.628.765.727,04
90	3.532.107.519,24	96.263.338,24	3.628.370.857,48
89	3.532.782.242,32	95.193.745,59	3.627.975.987,91
88	3.533.456.965,40	94.124.152,94	3.627.581.118,34
87	3.534.131.688,48	93.054.560,29	3.627.186.248,77
86	3.534.806.411,56	91.984.967,65	3.626.791.379,21
85	3.535.481.134,64	90.915.375,00	3.626.396.509,64
84	3.536.155.857,72	89.845.782,35	3.626.001.640,07
83	3.536.830.580,80	88.776.189,71	3.625.606.770,51
82	3.537.505.303,88	87.706.597,06	3.625.211.900,94
81	3.538.180.026,96	86.637.004,41	3.624.817.031,37
80	3.556.876.350,04	85.567.411,76	3.642.443.761,80



Gambar 5.9 Grafik Hubungan Durasi - Biaya Total

Dari Tabel 5.22 dan Gambar 5.9 terlihat bahwa dengan metode *least cost scheduling* menggunakan metode waktu lembur sebagai cara percepatannya, penyelesaian proyek dari yang tadinya membutuhkan waktu 102 hari, dapat dipercepat menjadi 80 hari dengan biaya total sebesar Rp 3.642.443.761,80.

Dan untuk menyelesaikan proyek dengan biaya total paling rendah adalah pada saat durasi *crash* selama 81 hari dengan biaya total sebesar Rp 3.624.817.031,37.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

1.25 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa terhadap waktu dan biaya pada Proyek Pembangunan Zest Hotel didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pekerjaan yang dipercepat adalah Pekerjaan Tampak Depan Facade, Pekerjaan Ceiling Lantai Atap, dan Pekerjaan Lain-lain Facade.
2. Pengurangan waktu dari proses *crash* agar durasi menjadi optimal adalah 21 hari dari durasi normal 102 hari, dengan kata lain durasi penyelesaian optimal adalah 81 hari. Kenaikan biaya langsung adalah sebesar Rp 10.663.476,96. Dengan mengalikan biaya *overhead* per hari dengan pengurangan waktu 21 hari didapat pengurangan biaya sebesar Rp 22.461.445,59.

Biaya total dalam kondisi normal adalah sebesar Rp 3.636.615.000,00. Maka biaya total dalam kondisi percepatan optimal dapat dihitung dengan menjumlahkan biaya total dengan kenaikan biaya langsung dan mengurangkannya dengan penurunan biaya *overhead* sehingga didapat biaya total dalam kondisi percepatan optimal 81 hari yaitu Rp 3.624.817.031,37.

Proyek dapat *dicrash* lagi ke durasi 80 hari dengan kenaikan biaya langsung sebesar Rp 29.359.800,00 dan penurunan biaya *overhead* sebesar Rp 23.531.038,24. Maka biaya total untuk durasi crash maksimum 80 hari adalah sebesar Rp 3.642.443.761,80.

3. Rasio perbandingan waktu percepatan terhadap waktu normal pada durasi percepatan optimal adalah 79,41% dari waktu normal. Dengan rasio perbandingan biaya percepatan terhadap biaya normal adalah 99,68% dari biaya normal.

1.26 SARAN

Untuk penelitian selanjutnya jika mengambil topik yang sama dengan tulisan ini disarankan untuk:

1. Menggunakan metode percepatan lain seperti penambahan jumlah tenaga, penggunaan alat, atau bisa juga dengan mengkombinasikan metode-metode tersebut.
2. Dalam network planning terutama dengan menggunakan PDM, *crash* konstrain dapat dilakukan. Namun tetap perlu diperhatikan hubungan logis antar pekerjaan.
3. Merubah konstrain ketika melakukan percepatan dengan tetap memperhatikan hubungan logis kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. (2005). *Construction Project Cost Management*. Pradya Paramita. Jakarta.
- Arianto, Arif. (2010). “Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance dan Time Chainage Diagram Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi” *Tesis*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Diponegoro, Semarang.
- Budiarso, Tri. (2008). “Tinjauan Optimalisasi Biaya dan Waktu Menggunakan Metode Least Cost Scheduling (Studi Kasus Proyek Flyover Arif Rahman Hakim Depok)” *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Indonesia, Jakarta.
- Danniyanti, Eka. (2010). “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)” *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kushandayani, Erni. (2005). “Analisis Optimasi Penjadwalan Penambahan Tenaga Kerja dan Jam Kerja dengan Metode Least Cost Analysis (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Sekolah Dasar Negeri 005 Loktuan, Bontang, Kalimantan Timur)” *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Miriqbal, Faheem., Basha, Syed Saleem., and Abdul, Kalam M. (2010). “Least Cost Scheduling of Construction Project”. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*. Vol.03 No.05:753-761.
- Moder, Joseph J., Philips, Cecil R., and Davis, Edward W. (1983). *Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagramming*. 3rd ed. Blitz Publishing Company. Wisconsin, USA.
- Soeharto, Iman. (1995). *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Erlangga. Jakarta.
- Soemardi, Biemo W., dan Kusumawardani, Rani G. (2010). “Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi”. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 4*. Sanur, Bali. 2-3 Juni.
- Widyatmoko, Yurry. (2008). “Analisa Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing pada Kegiatan Pemancangan di Proyek Dermaga 115 Tanjung Priok dengan Aplikasi Program PERTMaster” *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Indonesia, Jakarta.