

TUGAS AKHIR
ANALISIS PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN
WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI
BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN PDM



Oleh :

Nama : Wisnu Probowaskitho
No. Mhs. : 91 310 068
Nirm : 91 0051013114120 066

Nama : Deni Trisiananingrum
No. Mhs. : 91 310 104
Nirm : 91 0051013114120 100

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1996

TUGAS AKHIR
ANALISIS PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN
WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI
BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN PDM

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Oleh :

Nama : Wisnu Probowaskitho
No. Mhs. : 91 310 068
Nirm : 91 0051013114120 066

Nama : Deni Trisiananingrum
No. Mhs. : 91 310 104
Nirm : 91 0051013114120 100

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1996

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR ANALISIS PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN PDM

Oleh:

Nama : Wisnu Probowaskitho
No. Mhs. : 91 310 068
Nirm : 91 0051013114120 066

Nama : Deni Trisiananingrum
No. Mhs. : 91 310 104
Nirm : 91 001013114120 100

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

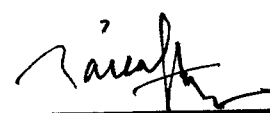
Ir. H. Susatrawan, MS.

Dosen Pembimbing I

Ir. Faisol AM, MS.

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 11 11 96


Tanggal : 11 - 11 - 1996

Halaman Persembahan dan Motto

Untuk :

Bapak, Ibu, Kakak dan Adik Tercinta

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka bila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”
Alam Nasyrat 6 dan 7

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim,

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan memanjat puji dan syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan segala kemudahan serta rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Analisis Perencanaan Dan Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Menggunakan PDM (“Preceden Diagram Method”)** dengan baik. Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Kami tidak menutup mata dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentunya tidak lepas dari segala hambatan dan rintangan. Namun berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya halangan maupun rintangan itu dapat kami atasi dengan baik. Untuk itu tidak berlebihan kiranya jika pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak **Ir. Susastrawan, MS.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
2. Bapak **Ir. Bambang Sulistiono, MSCE.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak **Ir. Faisol AM, MS.**, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

4. Bapak dan Ibu kami, yang tiada hentinya mendoakan dan memberikan dorongan baik material maupun spiritual.
5. Kakak dan adik kami yang telah banyak membantu.
6. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kami secara pribadi dan bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, Oktober 1996

Wisnu Probowaskitho

dan

Deni Trisiananingrum

INTI SARI

Metode Bagan Balok (“Bar-chart”) lebih umum digunakan karena mudah dibuat dan dipahami sebagai alat komunikasi dan perencanaan dalam penyelenggaraan proyek, tetapi masih mempunyai kelemahan antara lain : tidak menunjukkan secara khusus hubungan ketergantungan antar kegiatan, tidak bisa menunjukkan kegiatan yang bersifat kritis dan pada proyek berskala besar penggunaan Bar chart menghadapi kesulitan penyajian yang sistimatis.

Karena kelemahan metode bagan balok, akhirnya pelaku proyek berpaling ke jaringan kerja, dimana dikenal 3 metode analisis jaringan kerja yang luas pemakaiannya yaitu **CPM** , **PERT** dan **PDM (Metode Preseden Diagram)**. PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM (F-S), sehingga hubungan (“konstrain”) antar kegiatan berkembang menjadi 4 kemungkinan yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke awal (FS) dan akhir ke akhir (FF) sehingga memungkinkan suatu pekerjaan dimulai sebelum pekerjaan terdahulu selesai 100% tumpang tindih). Untuk menentukan waktu penyelesaian proyek didasarkan pada jalur kritis yang dihitung menggunakan hitungan maju (“*forward*”) dan hitungan mundur (“*backward*”) serta dengan metode ini dapat diketahui cadangan waktu proyek. Untuk pengendalian dapat dilihat pada kondisi erosi cadangan waktu pada saat pelaporan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pokok Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Landasan Teori	5
1.6.1 Network Planning	5
1.6.2 Perencanaan waktu dalam PDM	6
1.6.3 Pengendalian waktu dalam PDM	7
1.6.4 Perhitungan biaya	8

1.7 Metodologi	8
1.8 Sistimatika Tugas Akhir	9
BAB II JARINGAN KERJA DENGAN PDM	
2.1 Umum	10
2.2 Metode Diagram Preseden	11
2.3 Sistimatika Penyusunan Jaringan Kerja	15
2.4 Perencanaan Waktu Dalam PDM	17
2.5 Pengendalian Waktu Dalam PDM	19
2.6 Perhitungan Biaya.	23
BAB III ANALISIS PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN PDM	
3.1 Umum	26
3.2 Perencanaan Dan Pengendalian Waktu	27
3.3 Hubungan Waktu Dan Biaya	46
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Perencanaan dan Pengendalian Waktu dalam PDM	54
4.2 Hubungan Waktu dan Biaya Proyek	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konstrain FS	12
Gambar 2.2 Konstrain SS	13
Gambar 2.3 Konstrain FF	13
Gambar 2.4 Konstrain SF	14
Gambar 2.5 Multikonstrain	14
Gambar 2.6 Menghitung ES, EF, LS dan LF	19
Gambar 2.7 hubungan waktu dan biaya normal dan dipersingkat	25
Gambar 3.1 Interupsi kegiatan G-U	36
Gambar 3.2 Interupsi kegiatan Lk-KB	37
Gambar 4.1 Grafik hubungan waktu dan biaya	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Perbandingan AOA dan AON	2
Tabel 3.1 Inventarisasi kegiatan	27
Tabel 3.2 Hubungan antar kegiatan	30
Tabel 3.3 Hasil hitungan analisis waktu	38
Tabel 3.4 Jalur kritis	42
Tabel 3.5 Jalur kritis sesuai kalender kerja	43
Tabel 3.6 Erosi CW	45
Tabel 3.7 Waktu dipersingkat 121 hari	47
Tabel 3.8 Waktu dan biaya normal dan dipersingkat 121 hari	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram balok (kurva S) proyek UMY

Lampiran 2. Diagram PDM 151 hari, 131 hari dan 121 hari

Lampiran 3. Kalender kerja (6 hari kerja) 1996

Lampiran 4. Proyek selesai 131 hari

Lampiran 5. Biaya dipercepat 131 hari

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin pesatnya pembangunan gedung di Indonesia, baik yang dilaksanakan oleh dunia usaha maupun oleh pemerintah, jasa-jasa yang diperlukan di dalam industri konstruksi, baik konsultan, kontraktor maupun pemasok semakin dibutuhkan. Pelayanan jasa yang dapat mengendalikan tuntutan utama mengenai tingkat keakuratan kualitas, efisiensi pembiayaan dan ketepatan waktu, masih dan sangat diperlukan. Salah satu jawaban yang tepat untuk keluar dari masalah tersebut adalah pelayanan manajemen konstruksi yang berfungsi sebagai alat bantu yang mampu mengendalikan seluruh proses dalam proyek sehingga akan mencapai hasil yang optimal, dipandang dari segi mutu, biaya dan waktu (“triple constraint”).

Metode Bagan Balok (“Bar-chart”) banyak digunakan karena mudah dibuat dan dipahami sehingga berguna sebagai alat komunikasi dan perencanaan dalam penyelenggaraan proyek. Bentuk dari rencana kerja ini berupa daftar urutan bagian-bagian pekerjaan dan garis-garis lurus mendatar yang menunjukkan jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian-bagian pekerjaan. Tetapi disamping mempunyai segi keuntungan, Bar chart terbatas karena kendala-kendala antara lain :

1. Tidak menunjukkan secara khusus hubungan ketergantungan antar kegiatan sehingga sulit mengetahui akibat keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal kegiatan proyek.
2. Tidak bisa menunjukkan kegiatan yang bersifat kritis.
3. Pada proyek sedang dan besar yang bersifat kompleks, penggunaan Bar chart menghadapi kesulitan menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan, sehingga mengurangi penyajian yang sistimatis.

Untuk penyempurnaan metode Bar Chart maka digunakan analisis Jaringan Kerja yang dapat memberi jawaban atas masalah yang belum terpecahkan oleh metode Bar Chart. Analisis jaringan kerja dikenal 3 metode yang luas pemakaiannya yaitu **CPM** dan **PERT (AOA)** serta **Metode Preseden Diagram-PDM (AON)** yang selanjutnya disebut dengan PDM. Perbedaan yang mendasar antara AOA dengan AON bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.1 Perbandingan AOA dan AON

AOA (Activity On Arrow) CPM dan PERT	AON (Activity On Node) PDM
Anak panah menunjukkan kegiatan	Anak panah menunjukkan hubungan antar kegiatan
Atribut kegiatan berada di lingkaran	Atribut kegiatan berada di dalam kotak
Mengenal istilah Dummy yang merupakan tanda untuk menunjukkan hubungan ketergantungan	Tidak mengenal istilah Dummy, kerana memperbolehkan pekerjaan overlapping/ tumpang tindih kegiatan
Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek lebih panjang	Mempersingkat waktu penyelesaian proyek karena adanya overlapping
Hubungan antar kegiatan hanya 1 yaitu hubungan Finish (F)-Start (S)	Mengenal 4 macam hubungan antar kegiatan yaitu SS, SF, FS dan FF

CPM mempunyai kelemahan-kelemahan antara lain yaitu hanya mengenal satu hubungan antar pekerjaan yaitu Finish-Start dimana suatu pekerjaan berikutnya tidak dapat dimulai sebelum pekerjaan sebelumnya selesai sehingga tidak mengenal

adanya pekerjaan yang tumpang tindih, hanya mengenal satu angka estimasi (“deterministik”) untuk memperkirakan waktu kegiatan sehingga hanya ada satu angka kepastian kurun waktu proyek dan mengenal dummy, yaitu kegiatan semu antara dua pekerjaan agar terlihat adanya hubungan ketergantungan, jadi apabila suatu kegiatan terdiri dari rangkaian pekerjaan yang overlapping dan berulang-ulang maka akan memerlukan dummy yang banyak sekali, sehingga tidak praktis dalam penyajiannya. Sedangkan PERT mengenal adanya 3 angka estimasi yaitu waktu optimistik, waktu paling mungkin dan waktu pesimistik. Ketiga angka tersebut bertujuan untuk memberikan rentang yang lebih lebar dalam melakukan estimasi waktu kegiatan karena dipengaruhi berbagai faktor, dibandingkan dengan CPM. Selain itu PERT juga dilengkapi suatu analisis dengan menggunakan teori probabilitas dan kurva distribusi untuk menghitung kemungkinan mencapai target jadwal. PERT mempunyai kelemahan seperti halnya pada CPM yaitu masih tetap memakai hubungan Finish-Start serta mengenal istilah dummy.

Untuk mengurangi kelemahan-kelemahan pada CPM dan PERT, maka digunakan PDM yang tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM, maka hubungan (“konstrain”) antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya dimana 1 konstrain hanya dapat menghubungkan 2 node, karena setiap node memiliki 2 ujung yaitu awal (S) dan akhir (F). Ada 4 macam konstrain yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke awal (FS) dan akhir ke akhir (FF), dimana pada garis konstrain diberi penjelasan tentang waktu mendahului (“lead”) atau terlambat (“lag”). Selain itu PDM memperbolehkan suatu

dimulai sebelum pekerjaan terdahulu selesai 100%. Juga dikenal adanya suatu konsep cadangan waktu yang merupakan salah satu metode pengelolaan proyek yang efektif untuk merencanakan dan mengendalikan jadwal.

1.2 Pokok Masalah

Berdasar kelebihan PDM yang telah disebutkan di atas dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana menganalisis perencanaan dan pengendalian waktu dan biaya untuk suatu proyek konstruksi secara optimal menggunakan PDM.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan dibatasi pada penggunaan PDM dalam analisis perencanaan dan pengendalian waktu dan biaya pada suatu proyek konstruksi bangunan gedung.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisis perencanaan dan pengendalian waktu dan biaya dengan menggunakan PDM pada suatu proyek konstruksi bangunan gedung.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diharapkan dari penulisan ini adalah :

1. Memberikan tambahan ilmu dan wawasan baru bagi mahasiswa yang akan mendalami manajemen konstruksi khususnya dalam menganalisis perencanaan waktu dan biaya pada suatu proyek konstruksi bangunan gedung.

2. Memberikan masukan kepada para kontraktor dan konsultan perencana yang berkecimpung pada bidang jasa manajemen konstruksi, untuk menganalisis maupun merencanakan dan mengendalikan waktu dan biaya proyek secara optimal.

1.6 Landasan Teori

1.6.1 Network planing

Network planning adalah suatu rencana kerja yang disusun berdasarkan urutan-urutan kegiatan dari semua pekerjaan sedemikian rupa sehingga tampak keterkaitan pekerjaan yang satu dengan pekerjaan yang lain. Rencana kerja dengan diagram jaringan kerja ini biasanya digunakan pada proyek-proyek besar yang mempunyai aktifitas pekerjaan cukup banyak dan rumit. Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan metode Bar chart karena dapat mengetahui antara lain lama perkiraan waktu penyelesaian proyek, kegiatan yang bersifat kritis dan mampu membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.

Dikenal beberapa pengertian dasar dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut :

1. ES (“Earliest Start Time”)

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam hari, maka waktu ini adalah hari paling awal kegiatan dimulai.

2. **LS (“Latest Allowable Start Time”)**

Waktu paling akhir kegiatan boleh mulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

3. **EF (“Earliest Finish Time”)**

Waktu selesai paling awal suatu kegiatan.

4. **LF (“Latest Allowable Finish Time”)**

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

5. **D (“Duration”)**

Adalah kurun waktu suatu kegiatan. Umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan dan lain-lain.

1.6.2 Perencanaan waktu dalam PDM

Perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena makin banyak yang diperhatikan. Untuk maksud tersebut digunakan analisis sebagai berikut :

1. **Perhitungan maju**

Hitungan maju ini pada dasarnya adalah untuk menghitung waktu tercepat (ES), waktu selesai tercepat (EF) dan kurun waktu penyelesaian proyek. Dalam hitungan ini digunakan notasi *i* bagi kegiatan terdahulu dan *j* kegiatan yang sedang ditinjau, diambil angka ES terbesar bila lebih satu kegiatan bergabung dan waktu awal dianggap nol.

2. Perhitungan mundur

Hitungan mundur digunakan untuk menghitung waktu mulai paling lambat (LS) dan waktu selesai paling lambat (LF). Dalam hitungan mundur digunakan notasi i bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan j kegiatan berikutnya dan diambil LS terkecil bila lebih dari satu kegiatan bergabung.

3. Jalur dan kegiatan kritis

Jalur dan kegiatan kritis yaitu jalur dan kegiatan yang memerlukan perhatian dari pengelola proyek, terutama pada periode perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan yang bersangkutan, karena tidak mempunyai cadangan waktu sehingga keterlambatan satu kegiatan kritis akan mengakibatkan keterlambatan pada jalur tersebut.

1.6.3 Pengendalian waktu dalam PDM

Pengendalian waktu dalam PDM menggunakan konsep cadangan waktu yaitu kurun waktu proyek yang belum diperuntukkan bagi kegiatan tertentu sehingga dapat dipakai untuk memecahkan masalah proyek dalam aspek jadwal (merumuskan selisih antara waktu yang tersedia terhadap waktu yang diperlukan). Hal-hal yang mencakup cadangan waktu yaitu :

1. **Waktu Tersedia (WT)**, yaitu kurun waktu yang disediakan untuk menyelesaikan proyek.
2. **Waktu Kumulatif Jalur (WKJ)**, yaitu jumlah kumulatif kurun waktu yang dipengaruhi oleh konstrain.

3. **Cadangan Waktu (CW)**, yaitu kurun waktu proyek yang belum diperuntukkan bagi kegiatan tertentu, sehingga dapat dipakai untuk memecahkan masalah proyek dalam aspek jadwal. Cadangan waktu terdiri dari cadangan waktu node dan cadangan waktu jalur
4. **Memantau kecepatan erosi CW**, yaitu kecepatan berkurangnya CW pada kurun waktu tertentu, sebagai indikator apakah laju proyek sesuai perencanaan jadwal.

1.6.4 Perhitungan Biaya

Seperti pada rencana perhitungan waktu dengan PDM yang mengusahakan pengoptimalan waktu berdasarkan pertimbangan ekonomi dan efisiensi, maka rencana perhitungan biaya dengan metode yang sama juga mengusahakan peminimalan biaya proyek. Selalu ada keterkaitan antara waktu dan biaya dalam suatu proyek. Pengurangan waktu kegiatan proyek berarti meningkatkan biaya sepanjang kegiatan karena pengurangan waktu tersebut akan menuntut penambahan tenaga dan alat. Penentuan hubungan antara waktu dan biaya tersebut memerlukan dua keadaan yaitu normal dan setelah dipercepat (“crash”).

1.7 Metodologi

Dalam penulisan tugas akhir ini, akan diterapkan network planning menggunakan PDM untuk analisis perencanaan dan pengendalian waktu dan biaya pada proyek konstruksi bangunan gedung. Penulisan ini akan dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Mengetahui variabel-variabel yang berpengaruh dalam perhitungan PDM.

2. Mengumpulkan data-data yang diperlukan.
3. Pemecahan masalah dengan menggunakan PDM dalam analisis perencanaan dan pengendalian waktu dan biaya yang optimal.
4. Analisis hubungan antara waktu dan biaya proyek.

1.8 Sistematika Tugas Akhir

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi: Latar Belakang, Pokok Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat, Landasan Teori, Metodologi, Sistematika Tugas Akhir.

2. BAB II JARINGAN KERJA DENGAN PDM

Berisi: Umum, Metode Diagram Preseden, Sistematika Penyusunan Jaringan Kerja, Perencanaan Waktu Dalam PDM, Pengendalian Waktu Dalam PDM, Perhitungan Biaya.

3. BAB III ANALISIS PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN PDM PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNANN GEDUNG.

Berisi: Umum, Perencanaan Dan Pengendalian Waktu, Hubungan Waktu Dan Biaya.

4. BAB IV PEMBAHASAN

Berisi: Perencanaan dan Pengendalian Waktu dalam PDM, Hubungan Waktu dan Biaya Proyek.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi: Kesimpulan dan Saran.

7. DAFTAR PUSTAKA

8. LAMPIRAN

BAB II

JARINGAN KERJA DENGAN PDM

2.1 Umum

Metode jaringan kerja diperkenalkan dalam usaha mengembangkan suatu sistem kontrol manajemen. Sistem ini dimaksudkan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki hubungan ketergantungan yang kompleks antara lain dalam masalah desain, konstruksi dan pemeliharaan dalam sebuah proyek. Usaha-usaha ditekankan untuk mencari metode yang dapat meminimalkan biaya dalam hubungannya dengan kurun waktu penyelesaian suatu kegiatan. Jaringan kerja merupakan metode yang dianggap mampu menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan unsur proyek dan selanjutnya dapat dipakai memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan metode bagan balok karena dapat memberi jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang belum terpecahkan, seperti :

1. Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.
2. Kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek.
3. Bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruhnya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Oleh sebab itu jaringan kerja antara lain berguna untuk :

1. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks.
2. Membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.

Rencana kerja dengan diagram jaringan kerja biasanya digunakan pada proyek-proyek besar yang mempunyai aktivitas pekerjaan yang cukup banyak dan rumit. Diagram jaringan kerja yang luas pemakaiannya adalah CPM, PERT dan PDM. Adapun PDM merupakan kegiatan pada node (AON) yang menghasilkan jaringan kerja relatif sederhana dibanding CPM dan PERT, terutama untuk kegiatan yang oleh karena satu dan lain hal perlu dipecah-pecah menjadi sub kegiatan, dimungkinkan adanya kegiatan yang saling tumpang tindih dalam pelaksanaan serta mengenal adanya hubungan antar kegiatan lebih dari satu (“multy”).

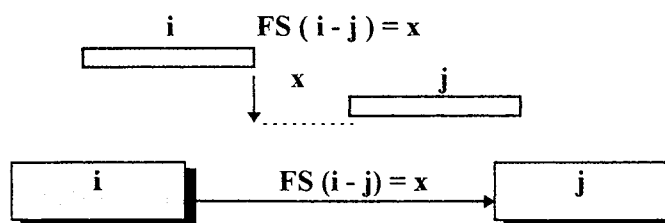
2.2 Metode Diagram Preseden

PDM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON, dimana kegiatan ditulis dalam node (biasanya berbentuk segiempat) dan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dalam PDM diperkenankan adanya hubungan tumpang tindih (“overlapping”) yaitu suatu pekerjaan berikutnya bisa dikerjakan tanpa harus menunggu pekerjaan terdahulu (“predecessor”) selesai 100%, sehingga dalam PDM tidak mengenal istilah kegiatan semu antara dua kegiatan yang tidak membutuhkan waktu dan sumberdaya (“dummy”). Oleh karena itu, untuk proyek yang besar dengan berbagai jenis pekerjaan yang saling tumpang tindih dan berulang-

ulang akan lebih tepat bila menggunakan PDM karena akan menghasilkan diagram yang lebih sederhana dan tidak kompleks.

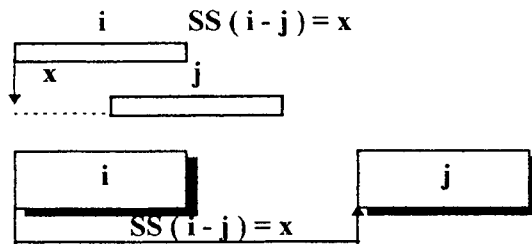
Dalam PDM, kotak (“node”) menandai suatu kegiatan sehingga harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktu (“durasi”) sedangkan peristiwa merupakan ujung-ujung kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang berisi keterangan dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan antara lain : kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan (ES, LS, EF, LF dan lain-lain). Pada PDM dikenal empat macam hubungan aktifitas yaitu :

1. **Finish to Start (FS)** yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktifitas berikutnya tergantung pada selesainya aktifitas sebelumnya. Selang waktu menunggu berikutnya disebut lag (terlambat tertunda). Jika $FS(i,j) = 0$ berarti aktifitas j dapat langsung dimulai setelah aktifitas i selesai dan jika $FS(i,j) = x$ hari berarti aktifitas j boleh dimulai setelah x hari selesainya aktifitas i.



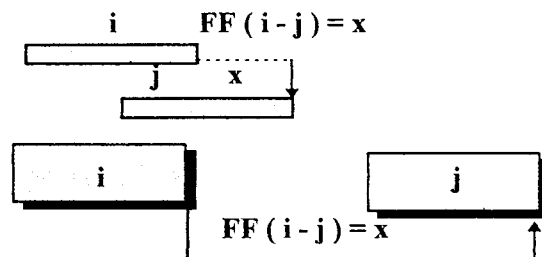
Gambar 2.1 Konstrain FS

2. **Start to Start (SS)** yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktifitas sesudahnya tergantung pada mulainya aktifitas sebelumnya. Selang waktu antara kedua aktifitas tersebut disebut lead (mendahului). Jika $SS(i,j) = 0$ artinya kedua aktifitas (i dan j) dapat dimulai bersama-sama dan jika $SS(i,j) = x$ hari berarti aktifitas j boleh dimulai setelah aktifitas i berlangsung x hari.



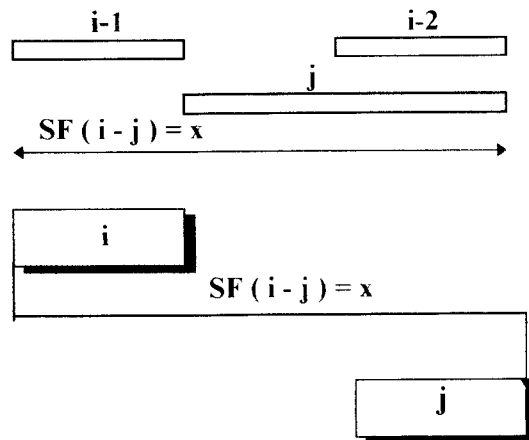
Gambar 2.2 Konstrain SS

3. **Finish to Finish (FF)** yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktifitas berikutnya tergantung pada selesainya aktifitas sebelumnya. Selang waktu antara dimulainya kedua aktifitas tersebut disebut lag. Jika $FF(i,j) = 0$ artinya kedua aktifitas (i dan j) dapat selesai secara bersamaan, jika $FF(i,j) = x$ hari berarti aktifitas j selesai setelah x hari aktifitas i selesai dan jika $FF(i,j) = -x$ hari berarti aktifitas j selesai x hari lebih dahulu dari aktifitas i .



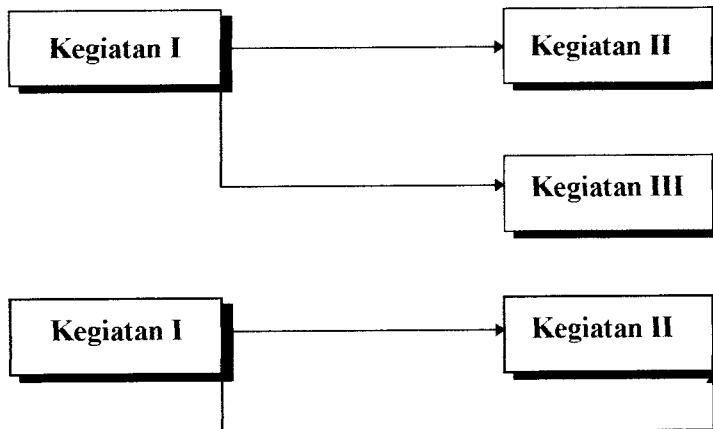
Gambar 2.3 Konstrain FF

4. **Start to Finish (SF)** yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktifitas berikutnya tergantung pada mulainya aktifitas sebelumnya. Selang waktu antara dimulainya kedua aktifitas tersebut disebut lead. Jika $SF(i,j) = x$ hari berarti aktifitas j akan selesai setelah x hari dari saat dimulainya aktifitas i . Jadi dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan.



Gambar 2.4 Konstrain SF

Kadang-kadang dijumpai satu kegiatan memiliki hubungan konstrain dengan lebih dari satu kegiatan lain yang disebut multikonstrain.



Gambar 2.5 Multikonstrain

Jadi dalam menyusun jaringan PDM, khususnya menentukan urutan ketergantungan, mengingat bermacam konstrain, maka lebih banyak faktor yang lebih diperhatikan antara lain :

1. Kegiatan mana boleh mulai sesudah kegiatan tertentu selesai, berapa lama jarak waktu antaranya.
2. Kegiatan mana harus mulai sesudah kegiatan tertentu mulai dan berapa lama jarak waktunya.

3. Kegiatan mana harus diselesaikan sesudah kegiatan tertentu selesai, berapa lama jarak waktu antaranya.
4. Kegiatan mana harus diselesaikan sesudah kegiatan tertentu boleh mulai dan berapa lama jarak waktu antaranya.

2.3 Sistematika Penyusunan Jaringan Kerja PDM

Suatu jaringan kerja yang tersusun dengan benar akan memberikan gambaran dari suatu proyek dan sarana komunikasi yang efektif tentang kemajuan pelaksanaan proyek bagi semua pihak yang terkait. Untuk menyusun network diagram harus melalui suatu tahapan sebagai berikut:

1. Pembuatan

- a. Menginventarisasi kegiatan proyek menjadi kegiatan-kegiatan (pekerjaan).

Beberapa pertanyaan yang akan membantu dalam penyusunan urutan kegiatan untuk menyusun network planing PDM, antara lain:

- 1) kegiatan apa yang dimulai lebih dahulu dan apa kegiatan berikutnya.
- 2) adakah kegiatan-kegiatan yang dapat berlangsung sejajar.
- 3) perlukah mulainya kegiatan tertentu menunggu yang lain.

- b. Menentukan hubungan ketergantungan antar kegiatan, yang secara logis menuntut ketergantungan tersebut, dikenal 4 konstrain yaitu SS, FS, SF, dan FF.

- c. Membuat denah node sesuai dengan jumlah kegiatan dengan kurun waktu yang bersangkutan, menghubungkan node-node tersebut dengan anak panah sesuai dengan ketergantungan dan konstrain selanjutnya menyelesaikan diagram PDM dengan melengkapi atribut dan simbol yang diperlukan.

- d. Mengalokasikan data-data tiap kegiatan yang meliputi lama kegiatan (jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan), biaya dan sumberdaya yang akan dikendalikan. Ada dua faktor penentu lama kegiatan yaitu faktor teknis (volume pekerjaan, sumberdaya, ruangan, jam kerja) dan faktor non teknis (cuaca, hari libur, hari kerja per minggu)
- e. Analisis waktu dan sumberdaya
Analisis waktu yaitu mempelajari tingkah laku pelaksanaan kegiatan selama penyelenggaraan proyek. Tujuan analisis waktu yaitu untuk mengetahui saat mulai paling awal (ES), saat mulai paling akhir (EF), saat selesai paling awal (LS) dan saat selesai paling akhir (LF), mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis dan waktu penyelesaian proyek serta cadangan waktu. Sedangkan tujuan analisis sumberdaya yaitu untuk mengetahui tingkat kebutuhan sumberdaya sehingga persiapan sumberdaya selalu dalam keadaan siap pakai.
- f. Diinventarisasikan batasan-batasan yang tidak boleh dilanggar baik mengenai waktu maupun distribusi penggunaan sumberdaya.
- g. Memecahkan persoalan yang timbul akibat tidak sesuainya keadaan ideal dengan batasan yang berlaku.

2. Pemakaian

Bila pembuatan telah selesai, maka network diagram yang telah jadi tersebut digunakan pada proses pelaksanaan proyek dengan cara melaporkan kemajuan proses pelaksanaan tiap kegiatan dalam bentuk persentase berdasarkan erosi cadangan waktu.

3. Perbaikan

Perbaikan dilakukan karena tidak tepatnya asumsi yang dipakai pada saat pembuatan karena sesuatu alasan misal kurangnya informasi data awal proyek tersebut. Pada proses perbaikan tidak seluruh kegiatan ditinjau, hanya yang mempunyai kaitan dengan perubahan asumsi dan yang dipengaruhi oleh perubahan tersebut

Setelah tersusun jaringan kerja barulah dihitung total waktu penyelesaian proyek. Disini harus hati-hati karena total waktu penyelesaian proyek umumnya tidak sama dengan total jumlah kurun waktu masing-masing komponen kegiatan, karena sering terjadi adanya kegiatan yang dapat dilaksanakan dalam waktu bersamaan (tumpang tindih).

2.4 Perencanaan Waktu Dalam PDM

Secara prinsip prosedur hitungan pada PDM sama seperti CPM, perbedaannya hanya terletak pada hubungan antar aktifitas tertentu saja. Dalam PDM hubungan antar aktifitas menjadi logis dan realistis karena ada empat macam hubungan yang menyertakan sifat dari pelaksanaan aktifitas tersebut dan PDM tidak menggunakan aktifitas semu (“dummy”).

Hasil hitungan yang diharapkan adalah :

1. Waktu mulai paling cepat (ES)
2. Waktu selesai paling cepat (EF)
3. Waktu mulai paling lambat (LS)
4. Waktu selesai paling lambat (LF)
5. Waktu total penyelesaian proyek

Dari hasil hitungan di atas dapat dianalisis :

1. Aktifitas-aktifitas mana yang kritis
2. Aktifitas-aktifitas mana yang mempunyai kelonggaran waktu

Perhitungan dalam PDM juga berdasarkan :

1. Hitungan maju

Berlaku untuk hal-hal sebagai berikut :

- a. waktu mulai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau $ES(j)$, adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan terdahulu $ES(i)$ atau $EF(i)$ ditambah konstrain yang bersangkutan. Karena ada 4 konstrain maka terdapat rumus :

$$\begin{aligned}
 ES(j) = & ES(i) + SS(i-j) \text{ atau} \\
 & ES(i) + SF(i-j) - D(j) \text{ atau} \\
 & EF(i) + FS(i-j) \text{ atau} \quad \text{Dipakai angka terbesar} \\
 & EF(i) + FF(i-j) - D(j)
 \end{aligned}$$

- b. waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau $EF(j)$, adalah sama dengan waktu mulai paling awal kegiatan tersebut $ES(j)$ ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan $D(j)$ atau ditulis dengan rumus menjadi :

$$EF(j) = ES(j) + D(j)$$

2. Hitungan mundur

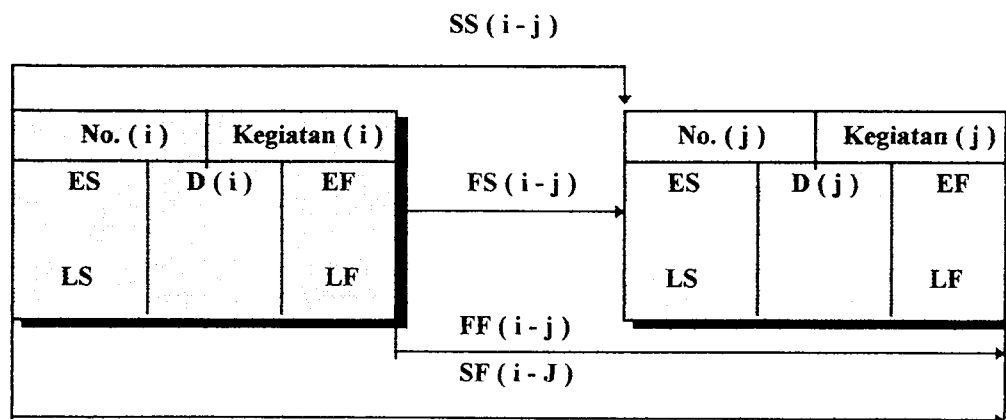
Berlaku untuk hal-hal sebagai berikut :

- a. waktu selesai paling akhir dari kegiatan yang sedang ditinjau $LF(i)$, adalah sama dengan angka terkecil dari jumlah angka kegiatan LS dan LF ditambah konstrain yang bersangkutan.

$$\begin{aligned}
 LF(i) = & LF(j) - FF(i-j) \text{ atau} \\
 & LF(j) - SF(i-j) + D(i) \text{ atau} \quad \text{Dipakai angka terkecil} \\
 & LS(j) - FS(i-j) \text{ atau} \\
 & LS(j) - SS(i-j) + D(i)
 \end{aligned}$$

- b. waktu mulai paling akhir kegiatan yang sedang ditinjau $LS(i)$, adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan tersebut $LF(i)$ dikurangi kurun waktu kegiatan yang bersangkutan $D(i)$ atau ditulis dengan rumus menjadi :

$$LS(i) = LF(i) - D(i)$$



Gambar 2.6 Menghitung ES, EF, LS dan LF

2.5 Pengendalian Waktu Dalam PDM

Metode pengelolaan proyek yang efektif untuk perencanaan dan pengendalian jadwal proyek dalam PDM menggunakan konsep cadangan waktu. Cadangan waktu yaitu kurun waktu proyek yang belum diperuntukkan bagi kegiatan tertentu, sehingga dapat dipakai untuk memecahkan masalah proyek dalam hal penjadwalan. Konsep cadangan waktu juga dapat dijabarkan sebagai perbandingan antara waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek terhadap waktu yang tersedia. Jadi bila dimasukkan kedalam rumus adalah sebagai berikut:

$$CW = WT - WKJ$$

dimana :

CW = cadangan waktu jalur

WT = waktu yang tersedia

WKJ = waktu kumulatif jalur

Terdapat tiga kondisi angka CW yaitu bila :

1. Positif, berarti waktu yang tersedia lebih besar dari pada waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.
2. Negatif, berarti tidak cukup waktu untuk menyelesaikan proyek sesuai jadwal.
3. Nol, berarti waktu yang tersedia sama besar dengan yang diperlukan.

Jadi bila pada saat laporan berkala dijumpai angka CW sama dengan negatif maka ini merupakan peringatan adanya keterlambatan pada jadwal dan bila tidak dilakukan perbaikan akan terjadi keterlambatan pada akhir penyelesaian proyek.

Hal-hal yang menyangkut konsep cadangan waktu yaitu :

1. Waktu tersedia (WT)

Dari rumus CW diatas maka dapat diambil pengertian bahwa untuk memperbesar cadangan waktu jalur maka perlu memperbesar selisih waktu tersedia terhadap waktu kumulatif pada jalur. Besar WT suatu jalur yaitu selisih ES node awal dengan LF node akhir atau dalam rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{WT = LF - ES + 1}$$

Secara teoritis WT dapat diperbesar atau diperpanjang dengan cara antara lain:

- a. Memulai kegiatan proyek lebih awal.
- b. Menambah hari kerja dengan menggunakan hari minggu, hari libur dan kerja lembur.

Memulai kegiatan proyek lebih awal dari segi jadwal merupakan langkah yang ideal, tetapi seringkali terhalang oleh faktor-faktor teknis dan nonteknis, seperti menunggu adanya kontrak resmi, sumber pendanaan yang mantap dan lain-lain. Adapun keputusan memakai tidaknya cadangan waktu dalam bentuk hari minggu, sabtu, hari libur dan kerja lembur akan tergantung terutama pada pertimbangan ekonomi.

2. Waktu kumulatif jalur (WKJ)

Untuk memperbesar CW maka antara lain adalah memperkecil WKJ dengan mempercepat selesainya kegiatan dengan menambah sumberdaya misalnya tenaga kerja, peralatan yang canggih, material dan sebagainya atau meneliti kembali urutan kegiatan apakah masih ada kemungkinan kegiatan-kegiatan yang dapat dilaksanakan secara tumpang tindih.

Idealnya jadwal yang dihasilkan dari perencanaan dasar sudah merupakan perencanaan yang memiliki WKJ yang terpendek, tetapi seperti telah diketahui bahwa pada awal proyek sewaktu membuat perencanaan dasar, masih terbatas informasi yang tersedia, sehingga WKJ yang tersusun masih banyak memiliki peluang untuk penyempurnaan. Agar memberikan hasil yang diinginkan maka perlu dianalisis secara terperinci sifat-sifat node dan hubungan diantaranya. Faktor yang menentukan besarnya WKJ adalah :

- a. kurun waktu masing-masing node pada jalur.
- b. konstrain (SS, SF, FS, FF) yang menghubungkan node-node pada jalur yang bersangkutan.

Dalam menghitung total panjang waktu jalur digunakan hitungan maju dan hitungan mundur yaitu menjumlahkan angka numerik masing-masing kurun waktu node dan

memperhatikan jalur yang bergabung atau berpisah juga konstrain yang menghubungkannya.

3. **Cadangan waktu node**, terdiri dari :

a. cadangan waktu node mulai, dengan rumus :

$$\text{CW-m} = \text{LS} - \text{ES}$$

b. cadangan waktu node selesai, dengan rumus :

$$\text{CW-s} = \text{LF} - \text{EF}$$

Angka CW-m atau CW-s dapat positif, negatif dan nol.

4. **Cadangan waktu jalur (CWJ)**

Perhitungan menggunakan CWJ terlebih dahulu meninjau CW node, kemudian menganalisis hubungan CW node-node yang menjadi komponen jalur tersebut terhadap CW jalur proyek secara keseluruhan, ini berarti bila keterlambatan menimpa satu node maka akan mengakibatkan keterlambatan secara menyeluruh pada jalur yang bersangkutan.

5. **Kecepatan erosi CW**

Erosi cadangan waktu yaitu kecepatan berkurangnya CW pada kurun waktu tertentu. Bila kecepatan erosi melebihi laju penyelesaian pekerjaan yang direncanakan, maka harus diambil tindakan untuk menjaga agar jangan sampai sasaran jadwal menjadi tidak tercapai. Oleh karena itu, kecepatan erosi cadangan waktu merupakan indikator kesesuaian laju proyek dengan perencanaan jadwal.

2.6 Perhitungan Biaya Dalam PDM

Dengan diketahuinya kurun waktu penyelenggaraan proyek, sering timbul pertanyaan apakah kurun waktu tersebut sudah optimal atau dapatkah kurun waktu penyelesaian proyek dipersingkat dengan menambah biaya atau sumberdaya lain, dalam batas-batas yang masih ekonomis. Tujuan pengendalian biaya adalah agar biaya pelaksanaan kegiatan sesuai dengan biaya yang sudah direncanakan (sesuai dengan anggaran dan jadwal induk). Sampai saat ini, dalam penyusunan jaringan kerja selalu memakai asumsi bahwa sumberdaya yang diperlukan selalu tersedia di lapangan, sehingga jadwal yang dihasilkan kurang realistis bila kenyataannya sumberdaya tidak tersedia. Oleh sebab itu, sebelum membuat jadwal sebagai pegangan praktek pelaksanaan di lapangan, harus memperhatikan ketersediaan sumberdaya yang ada. Selain itu harus pula dihindari penggunaan sumberdaya yang naik turun secara tajam, sehingga perlu adanya pemerataan pemakaian sumberdaya. Secara singkat masalah yang timbul dalam penyusunan jadwal hubungannya dengan sumberdaya adalah sebagai berikut:

1. Mencari hubungan jadwal dan biaya yang ekonomis.
2. Menyusun jadwal dengan keterbatasan sumberdaya.
3. Meratakan pemakaian sumberdaya.

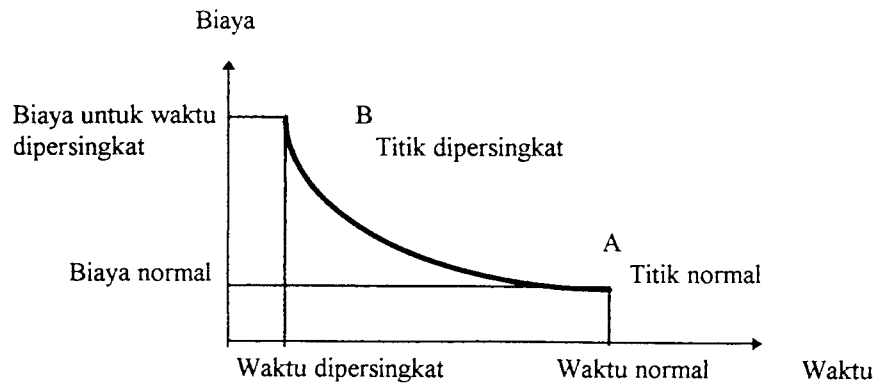
Pemecahan masalah-masalah tersebut adalah menganalisis hubungan antara waktu terhadap biaya, dimulai dari satu kegiatan kemudian dikembangkan bagi semua kegiatan-kegiatan dalam suatu proyek. Salah satu proses menganalisis hubungan waktu dan biaya yaitu proses mempercepat kurun waktu (“crash program”) yang menggunakan dasar pemikiran sebagai berikut:

1. Sumberdaya yang tersedia bukan merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang dipilih tidak dibatasi oleh tersedianya sumberdaya.
2. Bila diinginkan waktu penyelesaian kegiatan lebih cepat dengan lingkup yang sama maka keperluan sumberdaya akan bertambah. Sumber daya ini dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Jadi tujuan utama dari program mempersingkat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan dengan kenaikan biaya yang minimal. Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara waktu dan biaya dipakai definisi sebagai berikut :

1. **Kurun waktu normal** yaitu kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai dengan cara yang efisien tetapi diluar pertimbangan adanya kerja lembur dan usaha khusus lainnya seperti menyewa peralatan yang canggih.
2. **Biaya normal** yaitu biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
3. **Kurun waktu dipersingkat** (“crash time”) yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin. Disini dianggap sumberdaya bukan merupakan hambatan.
4. **Biaya untuk waktu dipersingkat** (“crash cost”) yaitu jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

Hubungan antara waktu dan biaya ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.7 Hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat

Titik A menunjukkan titik normal, sedang B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu-biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap garis lurus (“linier”), bila tidak (misalnya cekung) maka diadakan perhitungan per segmen yang terdiri dari beberapa garis lurus. Dengan mengetahui berapa slope atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari dengan rumus :

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

BAB III

**ANALISIS PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN WAKTU
DAN BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN
GEDUNG MENGGUNAKAN PDM**

3.1 Umum

Sering dikatakan bahwa proses perencanaan lebih penting dari perencanaan itu sendiri, karena pada proses perencanaan para pimpinan dan pelaksana proyek dipaksa untuk aktif berpikir dan bersuara mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan yang menjadi tanggung jawabnya. Pada saat itu mereka mulai melihat ke depan untuk mengantisipasi persoalan yang mungkin timbul (kenaikan upah pekerja, musim, bunga bank, keterlambatan pengiriman material, pemogokan tenaga kerja dan lain-lain) pada taraf pelaksanaan dan bagaimana mengatasinya. Dari definisi manajemen proyek, perencanaan menempati urutan pertama dari fungsi-fungsi lain seperti mengorganisir, memimpin dan mengendalikan. Perencanaan adalah proses meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk sumber daya untuk mencapainya. Fungsi pengendalian bermaksud memantau dan mengkaji (bila perlu mengoreksi) agar terbimbing kearah tujuan yang telah ditetapkan. Dengan demikian perencanaan dan pengendalian akan berlangsung hampir sepanjang siklus proyek dalam bentuk perencanaan-pemantauan-pengendalian-koreksi. Dalam merencanakan dengan PDM, seorang perencana harus mengerti betul tentang konstruksi khususnya dalam pelaksanaan di lapangan. Bila

tidak mempunyai pengalaman di lapangan maka seorang perencana akan mengalami kesulitan dalam menentukan hubungan ketergantungan dari tiap-tiap pekerjaan yang satu dengan yang lainnya.

3.2 Perencanaan dan Pengendalian Waktu

1. Inventarisasi kegiatan

Data yang diambil untuk dianalisis menggunakan PDM adalah data diagram balok (kurva S) proyek pembangunan gedung rektorat UMY yang terdiri dari kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Inventarisasi kegiatan

NO.	SIMBOL	JENIS PEKERJAAN
	I	PEKERJAAN PERSIAPAN
1	M	Mobilisasi
2	D	Demobilisasi
3	A	Akomodasi Lapangan Manajemen Konstruksi
4	PB	Pengukuran + Bouplank
5	PK	Penarikan Koordinat Denah Mark
6	BH	Persiapan Bahan
7	DP	Dokumen Proyek
8	PP	Pagar Proyek
	II	BANGUNAN REKTORAT - A
		Struk. Bang. Bagian Bawah
		Pek. Pondasi
9	PTa	Pemotongan Kepala Tiang Pancang
10	ITa	Pengisian Kepala Tiang Pancang K-275
		Pek. Dibawah Lantai Dasar
11	Ga	Galian Tanah
12	Ua	Urugan Tanah
13	PDa	Pemadatan + Perataan (Dari Lokasi Setempat)
14	SCa	Tes Pemadatan Tanah (Sand-Cone)
15	LKa	Lantai Kerja (5 Cm)
16	KBa	Konst. Beton Bertulang K-275 + Pembesian + Begisting (Poer, Tie Beam, Pond. Lajur Main Entrance, Plat L-Dasar + Kolom-Kolom)
17	BTa	Pas. Bata H = 120 Cm (Elv. 100,5 s/d 101,70 + Ring Blak + Kolom Praktis)
		Struk. Bang. Bagian Atas (Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian)
		Kolom
		Kolom lt. dasar s/d lt. 5 (60/60)
18	K1a	Lantai dasar
19	K2a	Lantai 1
20	K3a	Lantai 2
21	K4a	Lantai 3
22	K5a	Lantai 4

23	K6a	Lantai 5
24	KFa	Lift K6 (25/60)
25	KTa	Tangga (40/40) Dan (25/25)
26	KL1a	Lengkung 1
27	KL2a	Lengkung 2
28	KHa	K7 (30/60)
29	KRa	Portal Bata Kerawang
30	S1a	Stek Kolom + Balok Praktis 1
31	S2a	Stek Kolom + Balok Praktis 2
32	S3a	Stek Kolom + Balok Praktis 3
33	S4a	Stek Kolom + Balok Praktis 4
34	S5a	Stek Kolom + Balok Praktis 5
35	S6a	Stek Kolom + Balok Praktis 6
	•	Balok
36	B1a	Lantai 1 + Pasang Sparing
37	B2a	Lantai 2 + Pasang Sparing + Waterproofing Dak
38	B3a	Lantai 3 + Pasang Sparing
39	B4a	Lantai 4 + Pasang Sparing
40	B5a	Lantai 5 + Pasang Sparing
41	BPa	Lantai Atap + Ruang Mesin + Waterprofing + Pas.Dinding
	•	Plat
42	P1a	Lantai 1
43	P2a	Lantai 2
44	P3a	Lantai 3
45	P4a	Lantai 4
46	P5a	Lantai 5
47	PPa	Lantai Atap + Ruang Mesin
48	BF2a	Lantai + Balok Penempatan Fcu Lantai 2
49	BF3a	Lantai + Balok Penempatan Fcu Lantai 3
50	BF4a	Lantai + Balok Penempatan Fcu Lantai 4
51	BF5a	Lantai + Balok Penempatan Fcu Lantai 5
		<u>Pek. Struk. Atap</u>
52	TLa	Talang Beton Bertulang K-275 (40/50) Cm. T = 10 Cm
53	KKa	Konst. Rangka Kuda-Kuda Baja Termasuk Plat + Las-Lasan
54	Fa	Finishing Atap + Penutup Atap + Accesories
		<u>Pek. Struk. Tangga (Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian)</u>
55	TOa	Lantai Dasar
56	T1a	Lantai 1
57	T2a	Lantai 2
58	T3a	Lantai 3
59	T4a	Lantai 4
60	T5a	Lantai 5
	III	BANGUNAN REKTORAT - B
		<u>Struk. Bang. Bagian Bawah</u>
	•	Pek. Pondasi
61	PTb	Pemotongan Kepala Tiang Pancang
62	ITb	Pengisian Kepala Tiang Pancang K-275
	•	Pek. Dibawah Lantai Dasar
63	Gb	Galian Tanah
64	Ub	Urugan Tanah
65	PDb	Pemadatan + Perataan (Dari Lokasi Setempat)
66	SCb	Tes Pemadatan Tanah (Sand-Cone)
67	LKb	Lantai Kerja (5 Cm)
68	KBb	Konst. Beton Bertulang K-275 + Pembesian + Begisting (Poer, Tie Beam, Pond. Lajur Main Entrance, Plat L-Dasar + Kolom-Kolom)
69	BTb	Pas. Bata H = 120 Cm (Elv. 100,5 s/d 101.70 + Ring Blt + Kolom Praktis)
		<u>Struk. Bang. Bagian Atas (Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian)</u>
	•	Kolom
		Kolom lt. dasar s/d lt. 5 (60/60)
70	K1b	Lantai dasar

71	K2b	Lantai 1
72	K3b	Lantai 2
73	K4b	Lantai 3
74	K5b	Lantai 4
75	K6b	Lantai 5
76	KFb	Lift K6 (25/60)
77	KTb	Tangga (40/40) Dan (25/25)
78	KL1b	Lengkung 1
79	KL2b	Lengkung 2
80	KHb	K7 (30/60)
81	KRb	Portal Bata Kerawang
82	S1b	Stek Kolom + Balok Praktis 1
83	S2b	Stek Kolom + Balok Praktis 2
84	S3b	Stek Kolom + Balok Praktis 3
85	S4b	Stek Kolom + Balok Praktis 4
86	S5b	Stek Kolom + Balok Praktis 5
87	S6b	Stek Kolom + Balok Praktis 6
	•	Balok
88	B1b	Lantai 1 + Pasang Sparing
89	B2b	Lantai 2 + Pasang Sparing + Waterproofing Dak
90	B3b	Lantai 3 + Pasang Sparing
91	B4b	Lantai 4 + Pasang Sparing
92	B5b	Lantai 5 + Pasang Sparing
93	BPb	Lantai Atap + Ruang Mesin + Waterprofing + Pas.Dinding
	•	Plat
94	P1b	Lantai 1
95	P2b	Lantai 2
96	P3b	Lantai 3
97	P4b	Lantai 4
98	P5b	Lantai 5
99	PPb	Lantai Atap + Ruang Mesin
100	BF2b	Lantai + Balok Penempatan Fcu Lantai 2
101	BF3b	Lantai + Balok Penempatan Fcu Lantai 3
102	BF4b	Lantai + Balok Penempatan Fcu Lantai 4
103	BF5b	Lantai + Balok Penempatan Fcu Lantai 5
		Pek. Struk. Atap
104	TLb	Talang Beton Bertulang K-275 (40/50) Cm, T = 10 Cm
105	KKb	Konst. Rangka Kuda-Kuda Baja Termasuk Plat + Las-Lasan
106	Fb	Finishing Atap + Penutup Atap + Accesories
		<u>Pek. Struk. Tangga (Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian)</u>
107	TOb	Lantai Dasar
108	T1b	Lantai 1
109	T2b	Lantai 2
110	T3b	Lantai 3
111	T4b	Lantai 4
112	T5b	Lantai 5
	IV	BANGUNAN SELASAR PENGHUBUNG
		<u>Pek. Dibawah Lantai Dasar (Pondasi)</u>
113	WD1	Galian Tanah + Urug Kembali Untuk Sisi-Sisi + Pemadatan Tanah
114	WD2	Lantai Kerja (5 Cm)
115	WD3	Konst. Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian (Pond. Lajur, Tie Beam, Beton Dinding)
116	WD4	Waterproofing Membram Untuk Dinding
		<u>Struk. Bang. Bagian Atas (Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian)</u>
117	WD5	Kolom
118	WD6	Balok Beton
119	WD7	Plat Lantai Beton
120	WD8	Sherink Joint
		<u>Pek. Struk. Atap</u>
121	WD9	Konst. Rangka Baja, Plat Simpul Dak + Waterproofing Dak

122	WD10	Pek. Struk. Tangga Konst. Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian
	V	BANGUNAN SELASAR SIDE ENTRANCE
		Pek. Dibawah Lantai Dasar (Pondasi)
123	WD11	Galian Tanah + Urug Kembali Untuk Sisi-Sisi + Pemadatan Tanah
124	WD12	Lantai Kerja (5 Cm)
125	WD13	Konst. Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian (Pondasi Lajur, Tie Beam, Beton Dinding)
		Struk. Bang. Bagian Atas (Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian)
126	WD14	Kolom
127	WD15	Balok Beton
128	WD16	Plat Lantai Beton
		Pek. Struk. Atap
129	WD17	Waterproofing Atap Dak
130	WD18	Talang Tegak
		Pek. Struk. Tangga
131	WD19	Konst. Beton Bertulang K-275 + Begisting + Pembesian
132	PTR	Pek. Penangkal Petir

2. Hubungan antar kegiatan

Tabel 3.2 Hubungan antar kegiatan

NO.	SIMBOL (pek)	DURASI (hari)	KONSTRAIN			
			Pekerjaan sebelumnya (i)	Pekerjaan yang ditinjau (j)	Jenis	Lama
1	M	8	-	-	-	-
2	A	14	1	2	SS	0
3	PB	18	1	3	SS	2
4	PK	24	3	4	SS	0
5	BH	12	2	5	SS	8
6	DP	12	5	6	SS	0
7	PG	24	4	7	SS	6
			6	7	SS	0
8	Ga	18	7	8	SS	0
9	Ua	36	8	9	SS	0
			8	9	FF	24
10	PTa	12	4	10	FF	0
			7	10	SS	0
11	ITa	12	10	11	SS	6
12	LKa	24	10	12	SS	0
			11	12	FF	6
			9	12	SS	6
13	KBa	30	12	13	SS	0
			12	13	FF	12
14	K1a	12	13	14	SS	10
15	S1a	6	14	15	FF	2
16	KTa	6	14	16	FF	0
17	KFa	6	14	17	FF	2
18	T0a	6	16	18	SS	0
19	K2a	12	15	19	FS	6
			16	19	FS	6
			17	19	FS	6
20	BTa	6	19	20	FF	0
21	S2a	6	19	21	FF	0
22	KHa	6	19	22	SS	0
23	KL1a	18	19	23	SS	0

24	B1a	12	14	24	FS	6
			18	24	FS	6
25	P1a	12	24	25	SS	0
26	T1a	6	18	26	FS	12
27	K3a	11	21	27	FS	0
			22	27	FS	6
			25	27	FS	2
			20	27	FS	0
28	S3a	5	27	28	FF	0
29	B2a	11	19	29	SS	10
			26	29	FS	0
30	P2a	11	29	30	SS	0
31	BF2a	5	29	31	FF	0
32	T2a	5	26	32	FS	6
33	K4a	11	28	33	FS	0
			30	33	FS	2
			31	33	FS	2
34	PDa	12	33	34	FS	0
35	SCa	12	34	35	SS	6
36	S4a	5	33	36	FF	0
37	KL2a	17	33	37	SS	6
			23	37	FS	11
38	B3a	11	27	38	SS	9
			32	38	FS	0
39	P3a	11	38	39	SS	0
40	BF3a	5	38	40	FF	0
41	T3a	5	32	41	FS	6
42	K5a	12	36	42	FS	0
			39	42	FS	2
			40	42	FS	2
43	S5a	6	42	43	FF	0
44	B4a	12	33	44	SS	9
			41	44	FS	0
45	P4a	12	44	45	SS	0
46	BF4a	6	44	46	FF	0
47	T4a	6	41	47	FS	6
48	K6a	12	43	48	FS	0
			37	48	FS	0
			45	48	FS	2
			46	48	FS	2
49	S6a	6	48	49	FF	0
50	KRa	6	48	50	SS	0
51	B5a	12	42	51	SS	10
			47	51	FS	0
52	P5a	12	51	52	SS	0
53	BF5a	6	51	53	FF	0
54	TLa	6	53	54	SS	2
55	T5a	6	47	55	FS	6
56	BPa	11	48	56	FS	0
			50	56	FS	6
			49	56	FS	0
			52	56	FS	2
			53	56	FS	0
			54	56	FS	0
			55	56	FS	2
			51	56	FS	0
57	PPa	11	56	57	SS	0
58	KKa	23	57	58	SS	0
59	Fa	26	58	59	FS	0
			54	59	FS	23

60	Gb	18	7	60	SS	0
61	Ub	36	<u>60</u>	<u>61</u>	<u>SS</u>	0
			<u>60</u>	<u>61</u>	<u>FF</u>	24
62	PTb	12	4	62	FF	0
			7	62	SS	0
63	Ilb	12	62	63	SS	6
64	LKb	24	62	64	SS	0
			61	64	SS	6
			63	64	IF	6
65	KBb	30	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>SS</u>	0
			<u>64</u>	<u>65</u>	<u>FF</u>	12
66	K1b	12	65	66	SS	10
67	S1b	6	66	67	FF	0
68	K1b	6	66	68	FF	2
69	KFb	6	66	69	FF	0
70	T0b	6	68	70	SS	0
71	K2b	12	67	71	FS	6
			68	71	FS	6
			69	71	FS	6
72	B1b	6	65	72	FF	0
73	S2b	6	71	72	FF	0
74	K1b	6	71	74	SS	0
75	KL1b	18	71	75	SS	0
76	B1b	12	66	76	FS	6
			70	76	FS	6
77	P1b	12	76	77	SS	0
78	T1b	6	70	78	FS	12
79	K3b	11	72	79	FS	0
			74	79	FS	6
			73	79	FS	0
			77	79	FS	2
80	S3b	5	79	80	FF	0
81	B2b	11	71	81	SS	10
			78	81	FS	0
82	P2b	11	81	82	SS	0
83	BF2b	5	81	83	FF	0
84	T2b	5	78	84	FS	6
85	K4b	11	80	85	FS	0
			82	85	FS	2
			83	85	FS	2
86	PDb	12	61	86	FS	0
87	SCb	12	86	87	SS	6
88	S4b	5	85	88	FF	0
89	KL2b	17	85	89	SS	6
			75	89	FS	11
90	B3b	11	79	90	SS	9
			84	90	FS	0
91	P3b	11	90	91	SS	0
92	BF3b	5	90	92	FF	0
93	T3b	5	84	93	FS	6
94	K5b	12	88	94	FS	0
			91	94	FS	2
			92	94	FS	2
95	S5b	6	94	95	FF	0
96	B4b	12	85	96	SS	9
			93	96	FS	0
97	P4b	12	96	97	SS	0
98	BF4b	6	96	98	FF	0
99	T4b	6	93	99	FS	6
100	K6b	12	89	100	FS	0

			95	100	FS	0
			97	100	FS	2
			98	100	FS	2
101	S6b	6	100	101	FF	0
102	KRb	6	100	102	SS	0
103	B5b	12	94	103	SS	10
			99	103	FS	0
104	P5b	12	103	104	SS	0
105	BF5b	6	103	105	FF	0
106	TLb	6	105	106	SS	2
107	T5b	6	99	107	FS	6
108	BPb	11	100	108	FS	0
			101	108	FS	0
			102	108	FS	6
			103	108	FS	0
			104	108	FS	2
			105	108	FS	0
			106	108	FS	0
			107	108	FS	0
109	PPb	11	108	109	SS	0
110	KKb	23	109	110	SS	0
111	Fb	26	110	111	FS	0
			106	111	FS	23
112	PTR	26	59	112	FF	0
			111	112	FF	0
113	WD1	24	11	113	SS	6
			63	113	SS	6
114	WD2	6	113	114	FF	0
115	WD3	12	114	115	FS	0
116	WD4	5	115	116	FS	0
117	WD5	6	116	117	FS	0
118	WD6	5	117	118	FS	0
119	WD7	12	118	119	FS	0
120	WD8	6	119	120	SS	0
121	WD9	17	119	121	FF	0
122	WD10	12	118	122	FS	0
			121	122	FF	0
			120	122	SS	0
123	WD11	6	122	123	FS	0
			35	123	SS	6
			87	123	SS	6
124	WD12	6	123	124	FS	0
125	WD13	6	124	125	FS	0
126	WD14	5	125	126	FS	0
127	WD15	6	126	127	FS	0
128	WD16	6	127	128	SS	0
129	WD17	12	128	129	SS	0
130	WD18	12	129	130	SS	0
131	WD19	6	111	131	SS	0
			59	131	SS	0
132	D	20	59	132	FF	0
			131	132	FS	0
			111	132	FF	0
			130	132	FS	0
			112	132	FF	0

3. **Network diagram PDM 151 Hari** (lihat lampiran no. 2)

4. **Analisis waktu**

a. **Hitungan maju dan mundur**

Rumus hitungan maju :

$$ES(j) = ES(i) + SS(i-j)$$

$$= ES(i) + SF(i-j) - D(j) \quad \text{Diambil nilai ES terbesar}$$

$$= EF(i) + FS(i-j)$$

$$= EF(i) + FF(i-j) - D(j)$$

$$EF(j) = ES(j) + D(j)$$

Rumus hitungan mundur

$$LF(i) = LF(j) - FF(i-j)$$

$$= LS(j) - FS(i-j) \quad \text{Diambil nilai LF terkecil}$$

$$= LF(j) - SF(i-j) + D(i)$$

$$= LS(j) - SS(i-j) + D(i)$$

$$LS(i) = LF(i) - D(i)$$

Dari rumus-rumus di atas diambil contoh perhitungan sebagai berikut :

Hitungan maju

1. **Konstruksi tangga I (no.26)**

$$i = 18, j = 26, \text{konstrain FS} = 12$$

$$ES(26) = EF(18) + FS(18-26) = 38 + 12 = 50$$

$$EF(26) = ES(26) + D(26) = 50 + 6 = 56$$

2. Lantai kerja (no. 12)

Terdiri dari 3 kegiatan yang mengikuti yaitu urugan (no.9), pemotongan tiang (no.10) dan pengisian tiang (no. 11)

$$\text{a) } i = 9, j = 12, \text{ konstrain SS} = 6$$

$$\text{b) } i = 10, j = 12, \text{ konstrain SS} = 0$$

$$\text{c) } i = 11, j = 12, \text{ konstrain FF} = 6$$

$$\text{ES}(12) = \text{angka terbesar dari} = \text{ES}(9) + \text{SS}(9-12) = 8+6 = 14$$

$$= \text{ES}(10) + \text{SS}(10-12) = 14+0 = 14$$

$$= \text{EF}(11) + \text{FF}(11-12) - \text{D}(12) = 32+6-24 = 14$$

$$\text{EF}(12) = \text{ES}(12) + \text{D}(12) = 14 + 24 = 38$$

Hitungan mundur

1. Kolom 2 (no. 19)

Terdiri dari 4 kegiatan yang mengikuti yaitu Pasangan Bata (no.20), Stek 2 (no 21), Kolom 7 (no.22) dan Kolom Lengkung 1 (no.23)

$$\text{a) } i = 19, j = 20, \text{ konstrain FF} = 0$$

$$\text{b) } i = 19, j = 21, \text{ konstrain FF} = 6$$

$$\text{c) } i = 19, j = 22, \text{ konstrain SS} = 0$$

$$\text{d) } i = 19, j = 23, \text{ konstrain SS} = 0$$

$$\text{LF}(19) = \text{angka terkecil dari} = \text{LF}(20) - \text{FF}(19-20) = 56-0 = 56$$

$$= \text{LF}(21) - \text{FF}(19-21) = 56-0 = 56$$

$$= \text{LS}(22) - \text{SS}(19-22) + \text{D}(19) = 44-0+12 = 56$$

$$= \text{LS}(23) - \text{SS}(19-23) + \text{D}(19) = 44-0+12 = 56$$

$$\text{LS}(19) = \text{LF}(19) - \text{D}(19) = 56 - 12 = 44$$

2. Plat Lantai 1 (no.25)

$$i = 25, j = 27, \text{konstrain FS} = 0$$

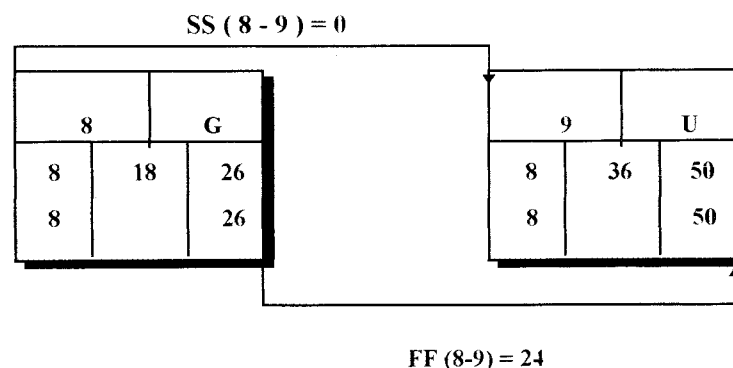
$$LF(25) = LS(27) - FS(25-27) = 56 - 0 = 56$$

$$LS(25) = LF(25) - D(25) = 56 - 12 = 44$$

Untuk mempercepat dan mempermudah perhitungan selanjutnya, digunakan bantuan komputer menggunakan MsExcel/Lotus, hasil hitungan maju dan hitungan mundur selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.3

b. **Interupsi kegiatan**

Pada kegiatan menggali tanah (8 & 60) dan mengurug tanah (9 & 61) dan pada kegiatan lantai kerja (12 & 64) dan konstruksi beton (13 & 65) di pekerjaan rektorat struktur bawah terjadi interupsi kegiatan karena libur hari raya Idul Fitri selama 6 hari. Interupsi akan terjadi bila kombinasi konstrain menghasilkan ES & EF atau LS & LF yang perbedaannya melebihi kurun waktu kegiatan yang bersangkutan. Kedua kegiatan menggali dan mengurug tanah dikerjakan secara tumpang tindih mengikuti konstrain keduanya.

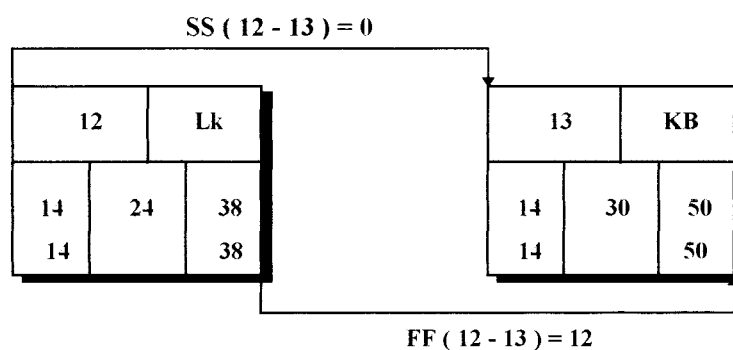


Gambar 3.1 Interupsi kegiatan G - U

Konstrain $SS(8-9) = 0$ menyebabkan pekerjaan mengurug tanah harus dimulai bersamaan dengan menggali tanah, jadi konstrain ini menentukan peristiwa

ES(9). Sedangkan konstrain lain, $FF(8-9) = 24$ menentukan peristiwa EF(9), dimana pekerjaan mengurug tanah harus selesai 24 hari setelah pekerjaan menggali tanah selesai. Sehingga EF(9) jatuh pada $= EF(8) + FF(8-9) = 26 + 24 = 50$ hari, akibatnya kegiatan mengurug tanah mengalami penundaan atau berhenti selama $= EF(9) - ES(9) - D(9) = 50 - 8 - 36 = 6$ hari.

Begitu pula pada saat kegiatan rantai kerja dan konstruksi beton terdapat diagram sebagai berikut :



Gambar 3.2 Interupsi kegiatan Lk - KB

$$ES(13) = ES(12) + SS(12-13) = 14 + 0 = 14$$

$$EF(13) = EF(12) + FF(12-13) = 38 + 12 = 50$$

$$\text{Interupsi} = EF(9) - ES(9) - D(13) = 6 \text{ hari}$$

c. Jalur dan kegiatan kritis

Syarat suatu kegiatan dianggap kritis yaitu :

1) $ES = LS$

2) $EF = LF$

3) $LF - ES = D$

4) Bila hanya sebagian dari ke tiga syarat di atas terpenuhi maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

Contoh perhitungan kegiatan kritis atau tidak kritis :

1) Kolom 4 (no.33)

$$ES = 67, EF = 78, LS = 67, LF = 78 \text{ dan } D(33) = 11$$

a) $ES = LS = 67$

b) $EF = LF = 78$

c) $LF - ES = 78 - 67 = 11 = D(33)$

Dari ketiga syarat di atas, kegiatan Kolom 4 memenuhi syarat sebagai kegiatan kritis.

2. Pemadatan tanah (no.34)

$$ES = 78, EF = 90, LS = 84, LF = 96 \text{ dan } D(34) = 12$$

a) $ES \neq LS$

b) $EF \neq LF$

c) $LF - ES = 96 - 78 = 18 \neq D(34)$

Dari ketiga syarat di atas, kegiatan Pemadatan tanah tidak memenuhi syarat sebagai kegiatan kritis, hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil hitungan analisis waktu

No.	Simbol (pek)	Durasi (hari)	KONSTRAIN				Hitungan Maju		Hitungan Mundur		Kondisi Kegiatan
			i	j	Jenis	Lama	ES	EF	LS	LF	
1	M	8	-	-	-	-	0	8	0	8	Kritis
2	A	14	1	2	SS	0	0	14	0	14	Kritis
3	PB	18	1	3	SS	2	2	20	2	20	Kritis
4	PK	24	3	4	SS	0	2	26	2	26	Kritis
5	BH	12	2	5	SS	8	8	20	8	20	Kritis
6	DP	12	5	6	SS	0	8	20	8	20	Kritis
7	PG	24	4	7	SS	6	8	32	8	32	Kritis
			6	7	SS	0					
8	Ga	18	7	8	SS	0	8	26	8	26	Kritis
9	Ua	36	8	9	SS	0	8	44	8	50	Kritis
			8	9	FF	24	14	50			
10	PTa	12	4	10	FF	0	14	26	14	26	Kritis
			7	10	SS	0					
11	ITa	12	10	11	SS	6	20	32	20	32	Kritis

12	IKa	24	10 11	12 12	SS FF	0 6	14	38	14	38	Kritis
			9	12	SS	6					
13	KBa	30	<u>12</u> <u>12</u>	<u>13</u> <u>13</u>	SS FF	0 12	14 20	44 50	14	50	Kritis
14	KL1a	12	13	14	SS	10	24	36	24	36	Kritis
15	S1a	6	14	15	FF	2	32	38	32	38	Kritis
16	KTa	6	14	16	FF	0	30	36	30	36	Kritis
17	KFa	6	14	17	FF	2	32	38	32	38	Kritis
18	T0a	6	16	18	SS	0	30	36	30	36	Kritis
19	K2a	12	15 16	19 19	FS FS	6 6	44	56	44	56	Kritis
			17	19	FS	6					
20	BTa	6	19	20	FF	0	50	56	50	56	Kritis
21	S2a	6	19	21	FF	0	50	56	50	56	Kritis
22	KHa	6	19	22	SS	0	44	50	44	50	Kritis
23	KL1a	18	19	23	SS	0	44	62	44	62	Kritis
24	B1a	12	14 18	24 24	FS FS	6 6	42 44	54 56	42	54	Kritis
25	P1a	12	24	25	SS	0	42	54	42	54	Kritis
26	T1a	6	18	26	FS	12	48	54	48	54	Kritis
27	K3a	11	21 22	27 27	FS FS	0 6	56	67	56	67	Kritis
			25	27	FS	2					
			20	27	FS	0					
28	S3a	5	27	28	FF	0	62	67	62	67	Kritis
29	B2a	11	19 26	29 29	SS FS	10 0	54	65	54	65	Kritis
30	P2a	11	29	30	SS	0	54	65	54	65	Kritis
31	BF2a	5	29	31	FF	0	60	65	60	65	Kritis
32	T2a	5	26	32	FS	6	60	65	60	65	Kritis
33	K4a	11	28 30	33 33	FS FS	0 2	67	78	67	78	Kritis
			31	33	FS	2					
34	PDa	12	33	34	FS	0	78	90	84	96	Tidak Kritis
35	SCa	12	34	35	SS	6	84	96	90	102	Tidak Kritis
36	S4a	5	33	36	FF	0	73	78	73	78	Kritis
37	KL2a	17	33 23	37 37	SS FS	6 11	73	90	73	90	Kritis
38	B3a	11	27 32	38 38	SS FS	9 0	65	76	65	76	Kritis
39	P3a	11	38	39	SS	0	65	76	65	76	Kritis
40	BF3a	5	38	40	FF	0	71	76	73	78	Tidak Kritis
41	T3a	5	32	41	FS	6	71	76	71	76	Kritis
42	K5a	12	36 39	42 42	FS FS	0 2	78	90	78	90	Kritis
			40	42	FS	0					
43	S5a	6	42	43	FF	0	84	90	84	90	Kritis
44	B4a	12	33 41	44 44	SS FS	9 0	76	88	76	88	Kritis
45	P4a	12	44	45	SS	0	76	88	76	88	Kritis
46	BF4a	6	44	46	FF	0	82	88	82	88	Kritis
47	T4a	6	41	47	FS	6	82	88	82	88	Kritis
48	K6a	12	43 37	48 48	FS FS	0 0	90	102	90	102	Kritis
			45	48	FS	2					
			46	48	FS	2					
49	S6a	6	48	49	FF	0	96	102	96	102	Kritis
50	KRa	6	48	50	SS	0	90	96	90	96	Kritis
51	B5a	12	42	51	SS	10	88	100	88	100	Kritis

			47	51	FS	0						
52	P5a	12	51	52	SS	0	88	100	88	100	Kritis	
53	BF5a	6	51	53	FF	0	94	100	94	100	Kritis	
54	TLa	6	53	54	SS	2	96	102	96	102	Kritis	
55	T5a	6	47	55	FS	6	94	100	94	100	Kritis	
56	BPa	11	48	56	FS	0	102	113	102	113	Kritis	
			50	56	FS	6						
			49	56	FS	0						
			52	56	FS	2						
			53	56	FS	0						
			54	56	FS	0						
			55	56	FS	2						
			51	56	FS	0						
57	PPa	11	56	57	SS	0	102	113	102	113	Kritis	
58	KKa	23	57	58	SS	0	102	125	102	125	Kritis	
59	Fa	26	58	59	FS	0	125	151	125	151	Kritis	
			54	59	FS	23						
60	Gb	18	7	60	SS	0	8	26	8	26	Kritis	
61	Ub	36	60	61	SS	0	8	44	8	50	Kritis	
			60	61	FF	24	14	50				
62	P1b	12	4	62	FF	0	14	26	14	26	Kritis	
			7	62	SS	0						
63	ITb	12	62	63	SS	6	20	32	20	32	Kritis	
64	LKb	24	62	64	SS	0	14	38	14	38	Kritis	
			61	64	FF	6						
			63	64	SS	6						
65	KBb	30	64	65	SS	0	14	44	14	50	Kritis	
			64	65	FF	12	20	50				
66	K1b	12	65	66	SS	10	24	36	24	36	Kritis	
67	S1b	6	66	67	FF	2	32	38	32	38	Kritis	
68	KTb	6	66	68	FF	0	30	36	30	36	Kritis	
69	KFb	6	66	69	FF	2	32	38	32	38	Kritis	
70	T0b	6	68	70	SS	0	30	36	30	36	Kritis	
71	K2b	12	67	71	FS	6	44	56	44	56	Kritis	
			68	71	FS	6						
			69	71	FS	6						
72	BTb	6	65	72	FF	0	50	56	50	56	Kritis	
73	S2b	6	71	72	FF	0	50	56	50	56	Kritis	
74	KHb	6	71	74	SS	0	44	50	44	50	Kritis	
75	KL1b	18	71	75	SS	0	44	62	44	62	Kritis	
76	B1b	12	66	76	FS	6	42	54	42	54	Kritis	
			70	76	FS	6	44	56				
77	P1b	12	76	77	SS	0	42	54	42	54	Kritis	
78	T1b	6	70	78	FS	12	48	54	48	54	Kritis	
79	K3b	11	72	79	FS	0	56	67	56	67	Kritis	
			74	79	FS	6						
			73	79	FS	2						
			77	79	FS	0						
80	S3b	5	79	80	FF	0	62	67	62	67	Kritis	
81	B2b	11	71	81	SS	10	54	65	54	65	Kritis	
			78	81	FS	0						
82	P2b	11	81	82	SS	0	54	65	54	65	Kritis	
83	BF2b	5	81	83	FF	0	60	65	60	65	Kritis	
84	T2b	5	78	84	FS	6	60	65	60	65	Kritis	
85	K4b	11	80	85	FS	0	67	78	67	78	Kritis	
			82	85	FS	2						
			83	85	FS	2						
86	PDb	12	61	86	FS	0	78	90	84	96	Tidak Kritis	
87	SCb	12	86	87	SS	6	84	96	90	102	Tidak Kritis	

88	S4b	5	85	88	FF	0	73	78	73	78	Kritis
89	KL2b	17	85 75	89 89	SS FS	6 11	73	90	73	90	Kritis
90	B3b	11	79 84	90 90	SS FS	9 0	65	76	65	76	Kritis
91	P3b	11	90	91	SS	0	65	76	65	76	Kritis
92	BF3b	5	90	92	FF	0	71	76	73	78	Tidak Kritis
93	T3b	5	84	93	FS	6	71	76	71	76	Kritis
94	K5b	12	88 91	94 94	FS FS	0 2	78	90	78	90	Kritis
			92	94	FS	0					
95	S5b	6	94	95	FF	0	84	90	84	90	Kritis
96	B4b	12	85 93	96 96	SS FS	9 0	76	88	76	88	Kritis
97	P4b	12	96	97	SS	0	76	88	76	88	Kritis
98	BF4b	6	96	98	FF	0	82	88	82	88	Kritis
99	T4b	6	93	99	FS	6	82	88	82	88	Kritis
100	K6b	12	89 95	100 100	FS FS	0 0	90	102	90	102	Kritis
			97	100	FS	2					
			98	100	FS	2					
101	S6b	6	100	101	FF	0	96	102	96	102	Kritis
102	KRb	6	100	102	SS	0	90	96	90	96	Kritis
103	B5b	12	94 99	103 103	SS FS	10 0	88	100	88	100	Kritis
104	P5b	12	103	104	SS	0	88	100	88	100	Kritis
105	BF5b	6	103	105	FF	0	94	100	94	100	Kritis
106	TLb	6	105	106	SS	2	96	102	96	102	Kritis
107	T5b	6	99	107	FS	6	94	100	94	100	Kritis
108	BPb	11	100 101	108 108	FS FS	0 6	102	113	102	113	Kritis
			102	108	FS	0					
			103	108	FS	2					
			104	108	FS	0					
			105	108	FS	0					
			106	108	FS	2					
			107	108	FS	0					
109	PPb	11	108	109	SS	0	102	113	102	113	Kritis
110	KKb	23	109	110	SS	0	102	125	102	125	Kritis
111	Fb	26	110 106	111 111	FS FS	0 23	125	151	125	151	Kritis
112	PTR	26	111 59	112 112	FF FF	0 0	125	151	125	151	Kritis
113	WD1	24	11 63	113 113	SS SS	6 6	25	49	32	56	Tidak Kritis
114	WD2	6	113	114	FF	0	43	49	50	56	Tidak Kritis
115	WD3	12	114	115	FS	0	49	61	56	68	Tidak Kritis
116	WD4	5	115	116	FS	0	61	66	68	73	Tidak Kritis
117	WD5	6	116	117	FS	0	66	72	73	79	Tidak Kritis
118	WD6	5	117	118	FS	0	72	77	79	84	Tidak Kritis
119	WD7	12	118	119	FS	0	77	89	84	96	Tidak Kritis
120	WD8	6	119	120	SS	0	77	83	84	90	Tidak Kritis
121	WD9	17	119	121	FF	0	72	89	79	96	Tidak Kritis
122	WD10	12	118 120	122 122	FS SS	0 0	77	89	84	96	Tidak Kritis
123	WD11	6	122 35	123 123	FS SS	0 6	90	96	96	102	Tidak Kritis
			87	123	SS	6					
124	WD12	6	123	124	FS	0	96	102	102	108	Tidak Kritis

125	WD13	6	124	125	FS	0	102	108	108	114	Tidak Kritis
126	WD14	5	125	126	FS	0	108	113	114	119	Tidak Kritis
127	WD15	6	126	127	FS	0	113	119	119	125	Tidak Kritis
128	WD16	6	127	128	SS	0	113	119	119	125	Tidak Kritis
129	WD17	12	128	129	SS	0	113	125	119	131	Tidak Kritis
130	WD18	12	129	130	SS	0	113	125	119	131	Tidak Kritis
131	WD19	6	111	131	SS	0	124	130	125	131	Tidak Kritis
			59	131	SS	0					
132	D	20	59	132	FF	0	131	151	131	151	Kritis
			131	132	FS	0					
			111	132	FF	0					
			130	132	FS	0					
			112	132	FF	0					
WD											

Waktu penyelesaian proyek adalah 151 hari dikurangi 6 hari untuk interupsi menjadi 145 hari kerja. Berdasar syarat kegiatan kritis maka kegiatan yang tidak kritis pada proyek adalah:

- 1) Bangunan rektorat A dan B dengan nomor: 34, 35, 40, 86, 87, dan 92.
- 2) Bangunan selasar penghubung dengan nomor: 113 sampai dengan 122.
- 3) Bangunan selasar side entrance dengan nomor: 123 sampai dengan 131.

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis dan mempunyai jumlah waktu penyelesaian terlama serta tidak mempunyai cadangan waktu.

Dari lampiran no. 2 di dapat jalur kritis dengan urutan sebagai berikut :

Tabel 3.4 Jalur kritis

No.	1	3	4	7	8	9	12	13	14	16	18	24	25	27	28	33
D	7	18	24	24	18	36	24	30	12	6	6	12	12	11	5	11
No.	44	45	48	49	56	57	58	59	112	132						
D	12	12	12	6	11	11	24	26	27	20						

Berdasar konstrain-konstrain yang menghubungkan antar kegiatan pada jalur kritis (tabel 3.2), maka waktu penyelesaian proyek adalah 145 hari kerja (= EF kegiatan terakhir proyek).

d. Konsep cadangan waktu (CW)

Karena terdapat lebih dari 80 jalur kritis, maka diambil 1 contoh perhitungan cadangan waktu pada jalur kritis. Sesuai kalender tahun 1996 dengan 6 hari kerja tanpa hari libur (lampiran no.3) maka mulai dan selesainya setiap kegiatan pada jalur kritis adalah sebagai berikut :

Tabel 3.5 Jalur kritis sesuai kalender kerja

No.	1	3	4	7	8	9	12	13	14	16	18	24	25
Durasi	8	18	24	24	18	36	24	30	12	6	6	12	12
Mulai hr. ke	4	6	6	12	12	12	18	18	30	36	36	46	46
Selesai hr. ke	11	23	29	35	29	51	41	51	41	41	41	57	57
No.	27	28	33	44	45	48	49	56	57	58	59	112	132
Durasi	11	5	11	12	12	12	6	11	11	23	26	27	20
Mulai hr. ke	58	64	69	80	80	92	98	104	104	104	127	127	132
Selesai hr. ke	68	68	79	91	91	103	103	114	114	126	152	152	152

$$1) \text{ CW node} = \text{LS} - \text{ES}$$

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

Diambil contoh kegiatan no. 7 yang termasuk kegiatan pada jalur kritis, mempunyai ES = 8, EF = 32, LS = 8 dan LF = 32.

$$\text{Jadi CW node} = 8 - 8 = 0$$

$$= 32 - 32 = 0$$

Berarti kegiatan 7 tidak boleh terlambat pelaksanaannya (harus sesuai jadwal), karena tidak mempunyai cadangan waktu.

$$2) \text{ CW jalur} = \text{WT} - \text{WKJ}$$

a) waktu tersedia (WT)

$$\text{WT} = (\text{hari selesai keg. paling akhir} - \text{hari mulai keg. paling awal}) + 1$$

$WT = 152 - 4 + 1 = 149$ hari kerja. Karena adanya interupsi selama 6 hari yaitu 4 hari kerja dan 2 hari libur nasional maka $WT = 149 - 4 = 145$ hari kerja

b) waktu kumulatif jalur (WKJ)

Dengan memperhatikan pada jalur kritis yang terpanjang didapat WKJ sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mathbf{WKJ} &= 0 + SS(1-3) = 2 + 0 + SS(3-4) = 0 + 0 + SS(4-7) = 6 + 0 + SS(7-8) = 0 + 0 + SS(8-9) \\ &= 24 + 0 + SS(9-12) = 6 + 0 + SS(12-13) = 0 + 0 + SS(13-14) = 10 + 12 + FF(14-16) \\ &= 2 - 6 + SS(16-18) = 0 + 6 + FS(18-24) = 6 + 0 + SS(24-25) = 0 + 12 + FS(25-27) = 2 \\ &+ 11 + FF(27-28) = 0 + 0 + FS(28-33) = 0 + 0 + SS(33-44) = 9 + 0 + SS(44-45) = 0 + 12 \\ &+ FS(45-48) = 2 + 12 + FF(48-49) = 0 + 0 + F-S(49-56) = 0 + 0 + SS(56-57) = 0 + 0 + \\ &SS(57-58) = 0 + 23 + FS(58-59) = 0 + 26 + FF(59-112) = 0 + 0 + FF(112-132) = 0 = \\ &\mathbf{151 \text{ hari kerja.}} \end{aligned}$$

151 hari - 6 hari interupsi = 145 hari kerja.

$$CW = WT - WKJ = 145 - 145 = 0$$

Jadi jalur kritis tersebut dianggap sudah mewakili semua jalur karena pada perhitungan $CW = 0$ berarti waktu tersedia sama dengan waktu yang diperlukan. Jadi dalam hal ini tidak ditemukannya CW bernilai negatif yang berarti waktu penyelesaian proyek melampaui waktu tersedia.

e. **Memantau kecepatan erosi CW**

Karena data proyek yang tersedia hanya data perencanaan tanpa data pelaksanaan maka data pelaksanaan hanya berdasar asumsi untuk memantau dan mengendalikan jadwal. Diambil contoh pelaporan pada jalur kritis sebagai berikut :

1) situasi awal perencanaan

$$WT = 145$$

$$WKJ = 145$$

$$CW = WT - WKJ = 145 - 145 = 0$$

2) situasi pada saat pelaporan (ketika kegiatan no.13 akan berlangsung).

Dianggap kegiatan 1, 3, 4, 7, 8 dan 9 berjalan sesuai perencanaan. Kegiatan no.12 mengalami keterlambatan 2 hari.

$$\text{Waktu rencana kumulatif (D)} = 38$$

$$\text{Waktu kenyataan kumulatif (T)} = 40$$

$$\text{Terlambat} = 40 - 38 = 2$$

$$\text{Proyeksi akhir proyek menjadi} = WKJ + \text{Terlambat} = 145 + 2 = 147$$

$$CW = 145 - 147 = -2$$

3) analisis rata-rata kecepatan erosi berdasar CW

Menurut rencana pada waktu proyek berjalan 38 hari, maka persen (%)

$$\text{selesai adalah } 38/145 = 26,2 \%$$

Kenyataan terlambat = 2 hari

$$CW \text{ tinggal} = CW \text{ awal} - \text{keterlambatan} = 0 - 2 = -2 (= 0\%), \text{kekurangan}$$

CW karena telah terpakai keseluruhan

$$\text{Jadi terpakai} = 100\% - CW \text{ pelaporan} = 100\% - 0\% = 100\%.$$

Bila dibandingkan antara persentase penyelesaian dengan erosi CW maka

akan terlihat sebagai berikut :

Tabel 3.6 Erosi CW

Node	Penyelesaian (%)	Erosi CW (%)
12	26,2	100



Terlihat diatas bahwa sampai akhir node 12 kecepatan erosi CW lebih besar (100%) dari laju penyelesaian pekerjaan proyek (26,2%). Pada saat pelaporan CW berharga negatif (-2) dan berdasar analisis kecepatan erosi CW terpakai 100% sedangkan volume pekerjaan proyek masih 73,4%. CW berharga (-) berarti waktu penyelesaian kegiatan no. 12 telah melebihi waktu yang disediakan, jadi kegiatan-kegiatan setelah pelaporan harus ditambah sumberdaya dan tidak boleh ada keterlambatan lagi agar proyek tercapai sesuai perencanaan.

3.3 Hubungan Waktu Dan Biaya

Pada perhitungan hubungan biaya dan waktu akan terlihat adanya kenaikan biaya akibat percepatan waktu. Percepatan waktu mempunyai 2 alternatif, alternatif pertama dengan merubah konstrain dan alternatif kedua menambah sumberdaya dengan mempersingkat durasi kegiatan-kegiatan, tetapi harus tetap memperhatikan kelayakan konstruksi dari segi keamanan.

Pada proyek UMY, waktu penyelesaian proyek adalah 151 hari, bila pemilik menginginkan waktu penyelesaian proyek menjadi 121 hari atau 131 hari, maka harus diadakan perhitungan ulang khususnya pada jalur kritis. Misal proyek harus selesai 121 hari, maka dilihat waktu penyelesaian (EF/LF) yang sama atau lebih besar dari 121 hari harus dirubah konstrain maupun durasinya. Pada kondisi mempercepat waktu 121 hari, didapat EF/LF yang lebih besar dari 121 adalah pekerjaan-pekerjaan KKa, KKb, Fa, Fb, PTR, D. Jadi pekerjaan-pekerjaan tersebut yang harus dirubah baik konstrain maupun durasinya. Pekerjaan-pekerjaan yang masih di bawah waktu

penyelesaian proyek 121 hari tidak perlu dipercepat, karena hanya akan menambah biaya tanpa berpengaruh banyak secara keseluruhan proyek. Perubahan waktu pelaksanaan maupun selesai secara keseluruhan dari durasi lama menjadi durasi baru selengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.7 Waktu dipersingkat 121 hari

NO	SBL (pek)	D (hari)	KONSTRAIN				MAJU		MUNDUR		KONDISI
			i	j	JNS	L	ES	EF	LS	LF	
1	M	8	-	-	-	-	0	8	0	8	Kritis
2	A	14	1	2	SS	0	0	14	0	14	Kritis
3	PB	18	1	3	SS	2	2	20	2	20	Kritis
4	PK	24	3	4	SS	0	2	26	2	26	Kritis
5	BH	12	2	5	SS	8	8	20	8	20	Kritis
6	DP	12	5	6	SS	0	8	20	8	20	Kritis
7	PG	24	4	7	SS	6	8	32	8	32	Kritis
			6	7	SS	0					
8	Ga	18	7	8	SS	0	8	26	8	26	Kritis
9	Ua	36	8	9	SS	0	8	44	8	50	Kritis
			8	9	FF	24	14	50			
10	PTa	12	4	10	FF	0	14	26	14	26	Kritis
			7	10	SS	0					
11	ITa	12	10	11	SS	6	20	32	20	32	Kritis
12	IKa	24	10	12	SS	0	14	38	14	38	Kritis
			11	12	FF	6					
			9	12	SS	6					
13	KBa	30	12	13	SS	0	14	44	14	50	Kritis
			12	13	FF	12	20	50			
14	K1a	12	13	14	SS	10	24	36	24	36	Kritis
15	S1a	6	14	15	FF	2	32	38	32	38	Kritis
16	KTa	6	14	16	FF	0	30	36	30	36	Kritis
17	KFa	6	14	17	FF	2	32	38	32	38	Kritis
18	T0a	6	16	18	SS	0	30	36	30	36	Kritis
19	K2a	12	15	19	FS	6	44	56	44	56	Kritis
			16	19	FS	6					
			17	19	FS	6					
20	BTa	6	19	20	FF	0	50	56	50	56	Kritis
21	S2a	6	19	21	FF	0	50	56	50	56	Kritis
22	KHa	6	19	22	SS	0	44	50	44	50	Kritis
23	KL1a	18	19	23	SS	0	44	62	44	62	Kritis
24	B1a	12	14	24	FS	6	42	54	42	54	Kritis
			18	24	FS	6	44	56			
25	P1a	12	24	25	SS	0	42	54	42	54	Kritis
26	T1a	6	18	26	FS	12	48	54	48	54	Kritis
27	K3a	11	21	27	FS	0	56	67	56	67	Kritis
			22	27	FS	6					
			25	27	FS	2					
			20	27	FS	0					
28	S3a	5	27	28	FF	0	62	67	62	67	Kritis
29	B2a	11	19	29	SS	10	54	65	54	65	Kritis
			26	29	FS	0					
30	P2a	11	29	30	SS	0	54	65	54	65	Kritis
31	BF2a	5	29	31	FF	0	60	65	60	65	Kritis

32	T2a	5	26	32	ES	6	60	65	60	65	Kritis
33	K4a	11	28	33	FS	0	67	78	67	78	Kritis
			30	33	FS	2					
			31	33	FS	2					
34	PDa	12	33	34	FS	0	78	90	84	96	Tidak Kritis
35	SCa	12	34	35	SS	6	84	96	90	102	Tidak Kritis
36	S4a	5	33	36	FF	0	73	78	73	78	Kritis
37	KL2a	17	33	37	SS	6	73	90	73	90	Kritis
			23	37	ES	11					
38	B3a	11	27	38	SS	9	65	76	65	76	Kritis
			32	38	FS	0					
39	P3a	11	38	39	SS	0	65	76	65	76	Kritis
40	BF3a	5	38	40	FF	0	71	76	73	78	Tidak Kritis
41	T3a	5	32	41	ES	6	71	76	71	76	Kritis
42	K5a	12	36	42	ES	0	78	90	78	90	Kritis
			39	42	FS	2					
			40	42	FS	0					
43	S5a	6	42	43	FF	0	84	90	84	90	Kritis
44	B4a	12	33	44	SS	9	76	88	76	88	Kritis
			41	44	FS	0					
45	P4a	12	44	45	SS	0	76	88	76	88	Kritis
46	BF4a	6	44	46	FF	0	82	88	82	88	Kritis
47	T4a	6	41	47	FS	6	82	88	82	88	Kritis
48	K6a	12	43	48	FS	0	90	102	90	102	Kritis
			37	48	FS	0					
			45	48	FS	2					
			46	48	FS	2					
49	S6a	6	48	49	FF	0	96	102	96	102	Kritis
50	KRa	6	48	50	SS	0	90	96	90	96	Kritis
51	B5a	12	42	51	SS	10	88	100	88	100	Kritis
			47	51	FS	0					
52	P5a	12	51	52	SS	0	88	100	88	100	Kritis
53	BF5a	6	51	53	FF	0	94	100	94	100	Kritis
54	TLa	6	53	54	SS	2	96	102	96	102	Kritis
55	T5a	6	47	55	FS	6	94	100	94	100	Kritis
56	BPa	11	48	56	FS	0	102	113	102	113	Kritis
			50	56	FS	6					
			49	56	FS	0					
			52	56	FS	2					
			53	56	FS	0					
			54	56	FS	0					
			55	56	FS	2					
			51	56	FS	0					
57	PPa	11	56	57	SS	0	102	113	102	113	Kritis
58	KKa	19	57	58	SS	0	102	121	102	121	Kritis
59	Fa	13	58	59	SS	6	108	121	108	121	Kritis
			54	59	FS	6					
60	Gb	18	7	60	SS	0	8	26	8	26	Kritis
61	Ub	36	60	61	SS	0	8	44	8	50	Kritis
			60	61	FE	24	14	50			
62	PTb	12	4	62	FF	0	14	26	14	26	Kritis
			7	62	SS	0					
63	ITb	12	62	63	SS	6	20	32	20	32	Kritis
64	LKb	24	62	64	SS	0	14	38	14	38	Kritis
			61	64	FF	6					
			63	64	SS	6					
65	KBb	30	64	65	SS	0	14	44	14	50	Kritis
			64	65	FE	12	20	50			
66	K1b	12	65	66	SS	10	24	36	24	36	Kritis

67	S1b	6	66	67	FF	2	32	38	32	38	Kritis
68	KTb	6	66	68	FF	0	30	36	30	36	Kritis
69	KFb	6	66	69	FF	2	32	38	32	38	Kritis
70	T0b	6	68	70	SS	0	30	36	30	36	Kritis
71	K2b	12	67	71	FS	6	44	56	44	56	Kritis
			68	71	FS	6					
			69	71	FS	6					
72	BTb	6	65	72	FF	0	50	56	50	56	Kritis
73	S2b	6	71	72	FF	0	50	56	50	56	Kritis
74	KHb	6	71	74	SS	0	44	50	44	50	Kritis
75	KL1b	18	71	75	SS	0	44	62	44	62	Kritis
76	B1b	12	66	76	FS	6	42	54	42	54	Kritis
			70	76	FS	6	44	56			
77	P1b	12	76	77	SS	0	42	54	42	54	Kritis
78	T1b	6	70	78	FS	12	48	54	48	54	Kritis
79	K3b	11	72	79	FS	0	56	67	56	67	Kritis
			74	79	FS	6					
			73	79	FS	2					
			77	79	FS	0					
80	S3b	5	79	80	FF	0	62	67	62	67	Kritis
81	B2b	11	71	81	SS	10	54	65	54	65	Kritis
			78	81	FS	0					
82	P2b	11	81	82	SS	0	54	65	54	65	Kritis
83	BF2b	5	81	83	FF	0	60	65	60	65	Kritis
84	T2b	5	78	84	FS	6	60	65	60	65	Kritis
85	K4b	11	80	85	FS	0	67	78	67	78	Kritis
			82	85	FS	2					
			83	85	FS	2					
86	PDb	12	61	86	FS	0	78	90	84	96	Tidak Kritis
87	SCb	12	86	87	SS	6	84	96	90	102	Tidak Kritis
88	S4b	5	85	88	FF	0	73	78	73	78	Kritis
89	KL2b	17	85	89	SS	6	73	90	73	90	Kritis
			75	89	FS	11					
90	B3b	11	79	90	SS	9	65	76	65	76	Kritis
			84	90	FS	0					
91	P3b	11	90	91	SS	0	65	76	65	76	Kritis
92	BF3b	5	90	92	FF	0	71	76	73	78	Tidak Kritis
93	T3b	5	84	93	FS	6	71	76	71	76	Kritis
94	K5b	12	88	94	FS	0	78	90	78	90	Kritis
			91	94	FS	2					
			92	94	FS	0					
95	S5b	6	94	95	FF	0	84	90	84	90	Kritis
96	B4b	12	85	96	SS	9	76	88	76	88	Kritis
			93	96	FS	0					
97	P4b	12	96	97	SS	0	76	88	76	88	Kritis
98	BF4b	6	96	98	FF	0	82	88	82	88	Kritis
99	T4b	6	93	99	FS	6	82	88	82	88	Kritis
100	K6b	12	89	100	FS	0	90	102	90	102	Kritis
			95	100	FS	0					
			97	100	FS	2					
			98	100	FS	2					
101	S6b	6	100	101	FF	0	96	102	96	102	Kritis
102	KRb	6	100	102	SS	0	90	96	90	96	Kritis
103	B5b	12	94	103	SS	10	88	100	88	100	Kritis
			99	103	FS	0					
104	P5b	12	103	104	SS	0	88	100	88	100	Kritis
105	BF5b	6	103	105	FF	0	94	100	94	100	Kritis
106	TLb	6	105	106	SS	2	96	102	96	102	Kritis
107	T5b	6	99	107	FS	6	94	100	94	100	Kritis
108	BPb	11	100	108	FS	0	102	113	102	113	Kritis

			101	108	FS	6						
			102	108	FS	0						
			103	108	FS	2						
			104	108	FS	0						
			105	108	FS	0						
			106	108	FS	0						
			107	108	FS	0						
109	PPb	11	108	109	SS	0	102	113	102	113	Kritis	
110	KKb	19	109	110	SS	0	102	121	102	121	Kritis	
111	Fb	13	110	111	SS	6	108	121	108	121	Kritis	
			106	111	FS	6						
112	PTR	13	111	112	SS	0	108	121	108	121	Kritis	
			59	112	SS	0	108	121				
113	WD1	24	11	113	SS	6	25	49	26	50	Tidak Kritis	
			63	113	SS	6						
114	WD2	6	113	114	FF	0	43	49	44	50	Tidak Kritis	
115	WD3	12	114	115	FS	0	49	61	50	62	Tidak Kritis	
116	WD4	5	115	116	FS	0	61	66	62	67	Tidak Kritis	
117	WD5	6	116	117	FS	0	66	72	67	73	Tidak Kritis	
118	WD6	5	117	118	FS	0	72	77	73	78	Tidak Kritis	
119	WD7	12	118	119	FS	0	77	89	78	90	Tidak Kritis	
120	WD8	6	119	120	SS	0	77	83	78	84	Tidak Kritis	
121	WD9	17	119	121	FF	0	72	89	73	90	Tidak Kritis	
122	WD10	12	118	122	FS	0	77	89	78	90	Tidak Kritis	
			121	122	FF	0						
			120	122	SS	0						
123	WD11	6	122	123	FS	0	90	96	90	96	Kritis	
			35	123	SS	6						
			87	123	SS	6						
124	WD12	6	123	124	FS	0	96	102	96	102	Kritis	
125	WD13	5	124	125	SS	3	99	104	99	104	Kritis	
126	WD14	4	125	126	FS	0	104	108	104	108	Kritis	
127	WD15	6	126	127	FS	0	108	114	108	114	Kritis	
128	WD16	6	127	128	SS	0	108	114	108	114	Kritis	
129	WD17	8	128	129	SS	0	108	116	108	116	Kritis	
130	WD18	8	129	130	SS	0	108	116	108	116	Kritis	
131	WD19	6	111	131	SS	0	108	114	108	114	Kritis	
			59	131	SS	0						
132	D	13	59	132	SS	0	108	121	108	121	Kritis	
			131	132	SS	0						
			111	132	SS	0						
			130	132	SS	0						
			112	132	SS	0						

WD

Untuk menghitung biaya dipersingkat, dengan urutan sebagai berikut :

1. Bila data biaya tenaga kerja dan peralatan di lapangan tidak tersedia, maka diasumsikan biaya tersebut adalah 20%-30% dari biaya normal masing-masing kegiatan.

2. Kenaikan biaya tenaga kerja dan peralatan sesuai dengan perbandingan antara waktu dipersingkat dengan waktu normal masing-masing kegiatan (%), dikalikan hasil dari nomor 1.
3. Biaya dipersingkat sama dengan biaya normal ditambah dengan hasil dari nomor 2.

Contoh perhitungan biaya dipersingkat :

Diambil contoh pekerjaan Konstruksi kuda-kuda dengan volume pekerjaan tetap dengan hanya menambah tenaga kerja dan peralatan, biaya normalnya adalah Rp. 41.730.900,00. Diasumsikan biaya tenaga dan alat sebesar $25\% \times \text{Rp.} 41.730.900 = \text{Rp.} 10.432.725$. Tambahan biaya tenaga dan alat sebesar $(23/19) \times \text{Rp.} 10.432.725 = \text{Rp.} 12.629.088,16$. Jadi biaya dipersingkat sebesar biaya normal + (tambahan biaya tenaga dan alat - biaya tenaga dan alat) adalah $\text{Rp.} 41.730.900,00 + (\text{Rp.} 12.629.088,16 - \text{Rp.} 10.432.725) = \text{Rp.} 43.927.263,16$. Slope biaya (tambahan biaya per hari) sebesar $(\text{Rp.} 43.927.263,16 - \text{Rp.} 41.730.900,00) / (23 - 19) = \text{Rp.} 549.090,79$. Hasil selengkapnya bisa dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Waktu dan biaya normal dan dipersingkat 121 hari

Simbol	Waktu Normal (T0)	Waktu Dipersingkat (T3)	Biaya Normal (BN)	Biaya Tenaga dan Alat (BTA) (20%30% x BN)	Tambahan Biaya Tenaga dan Alat (TBTA) (T0/T3 x BTA)	Biaya Dipersingkat BN+(TBTA-BTA)	Slope Biaya (1 hari)
M	8	8	1.350.000.00	0	0	1.350.000.00	0
A	14	14	6.130.370.00	0	0	6.130.370.00	0
PB	18	18	3.373.160.00	0	0	3.373.160.00	0
PK	24	24	137.000.00	0	0	137.000.00	0
BII	12	12	1.500.000.00	0	0	1.500.000.00	0
DP	12	12	3.207.600.00	0	0	3.207.600.00	0
PG	24	24	7.596.450.00	0	0	7.596.450.00	0
Ga	18	18	2.554.000.00	0	0	2.554.000.00	0
Ua	36	36	8.825.700.00	0	0	8.825.700.00	0
PTa	12	12	917.500.00	0	0	917.500.00	0
ITa	12	12	875.000.00	0	0	875.000.00	0
LKa	24	24	2.904.000.00	0	0	2.904.000.00	0
KBa	30	30	95.845.900.00	0	0	95.845.900.00	0
K1a	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S1a	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KTa	6	6	417.900.00	0	0	417.900.00	0
KFa	6	6	9.483.500.00	0	0	9.483.500.00	0
TOa	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K2a	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
BTa	6	6	3.566.000.00	0	0	3.566.000.00	0
S2a	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0

KHa	6	6	2,184,600.00	0	0	2,184,600.00	0
KL1a	18	18	9,487,200.00	0	0	9,487,200.00	0
B1a	12	12	76,822,300.00	0	0	76,822,300.00	0
P1a	12	12	24,185,500.00	0	0	24,185,500.00	0
T1a	6	6	272,900.00	0	0	272,900.00	0
K3a	11	11	11,462,600.00	0	0	11,462,600.00	0
S3a	5	5	154,200.00	0	0	154,200.00	0
B2a	11	11	96,580,200.00	0	0	96,580,200.00	0
P2a	11	11	33,199,600.00	0	0	33,199,600.00	0
BF2a	5	5	1,115,300.00	0	0	1,115,300.00	0
T2a	5	5	272,900.00	0	0	272,900.00	0
K4a	11	11	11,462,600.00	0	0	11,462,600.00	0
PDa	12	12	1,000,000.00	0	0	1,000,000.00	0
SCa	12	12	440,000.00	0	0	440,000.00	0
S4a	5	5	154,200.00	0	0	154,200.00	0
KL2a	17	17	9,487,200.00	0	0	9,487,200.00	0
B3a	11	11	36,608,500.00	0	0	36,608,500.00	0
P3a	11	11	12,640,400.00	0	0	12,640,400.00	0
BF3a	5	5	1,115,300.00	0	0	1,115,300.00	0
T3a	5	5	272,900.00	0	0	272,900.00	0
K5a	12	12	11,462,600.00	0	0	11,462,600.00	0
S5a	6	6	154,200.00	0	0	154,200.00	0
B4a	12	12	36,608,500.00	0	0	36,608,500.00	0
P4a	12	12	12,640,400.00	0	0	12,640,400.00	0
BF4a	6	6	1,115,300.00	0	0	1,115,300.00	0
T4a	6	6	272,900.00	0	0	272,900.00	0
K6a	12	12	11,462,600.00	0	0	11,462,600.00	0
S6a	6	6	154,200.00	0	0	154,200.00	0
KRa	6	6	1,986,000.00	0	0	1,986,000.00	0
B5a	12	12	52,163,200.00	0	0	52,163,200.00	0
P5a	12	12	17,585,000.00	0	0	17,585,000.00	0
BF5a	6	6	1,115,300.00	0	0	1,115,300.00	0
TLa	6	6	2,875,200.00	0	0	2,875,200.00	0
T5a	6	6	272,900.00	0	0	272,900.00	0
BPa	11	11	44,539,900.00	0	0	44,539,900.00	0
PPa	11	11	1,717,500.00	0	0	1,717,500.00	0
KKa	23	19	41,730,900.00	10,432,725.00	12,629,088.16	43,927,263.16	549,090.79
Fa	26	13	31,186,900.00	7,796,725.00	15,593,450.00	38,983,625.00	599,748.07
Gb	18	18	2,554,000.00	0	0	2,554,000.00	0
Ub	36	36	8,825,700.00	0	0	8,825,700.00	0
PTb	12	12	917,500.00	0	0	917,500.00	0
ITb	12	12	875,000.00	0	0	875,000.00	0
L.Kb	24	24	2,904,000.00	0	0	2,904,000.00	0
KBb	30	30	95,845,900.00	0	0	95,845,900.00	0
K1b	12	12	11,462,600.00	0	0	11,462,600.00	0
S1b	6	6	154,200.00	0	0	154,200.00	0
KTb	6	6	417,900.00	0	0	417,900.00	0
Kfb	6	6	9,483,500.00	0	0	9,483,500.00	0
T0b	6	6	272,900.00	0	0	272,900.00	0
K2b	12	12	11,462,600.00	0	0	11,462,600.00	0
BTb	6	6	3,566,000.00	0	0	3,566,000.00	0
S2b	6	6	154,200.00	0	0	154,200.00	0
KHb	6	6	2,184,600.00	0	0	2,184,600.00	0
KL1b	18	18	9,487,200.00	0	0	9,487,200.00	0
B1b	12	12	76,822,300.00	0	0	76,822,300.00	0
P1b	12	12	24,185,500.00	0	0	24,185,500.00	0
T1b	6	6	272,900.00	0	0	272,900.00	0
K3b	11	11	11,462,600.00	0	0	11,462,600.00	0
S3b	5	5	154,200.00	0	0	154,200.00	0
B2b	11	11	96,580,200.00	0	0	96,580,200.00	0
P2b	11	11	33,199,600.00	0	0	33,199,600.00	0
BF2b	5	5	1,115,300.00	0	0	1,115,300.00	0
T2b	5	5	272,900.00	0	0	272,900.00	0
K4b	11	11	11,462,600.00	0	0	11,462,600.00	0
PDb	12	12	1,000,000.00	0	0	1,000,000.00	0
SCb	12	12	440,000.00	0	0	440,000.00	0
S4b	5	5	154,200.00	0	0	154,200.00	0
KL2b	17	17	9,487,200.00	0	0	9,487,200.00	0
B3b	11	11	36,608,500.00	0	0	36,608,500.00	0
P3b	11	11	12,640,400.00	0	0	12,640,400.00	0
BF3b	5	5	1,115,300.00	0	0	1,115,300.00	0
T3b	5	5	272,900.00	0	0	272,900.00	0

K5b	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S5b	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
B4b	12	12	36.608.500.00	0	0	36.608.500.00	0
P4b	12	12	12.640.400.00	0	0	12.640.400.00	0
BF4b	6	6	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
T4b	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K6b	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S6b	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KRb	6	6	1.986.000.00	0	0	1.986.000.00	0
B5b	12	12	52.163.200.00	0	0	52.163.200.00	0
P5b	12	12	17.585.000.00	0	0	17.585.000.00	0
BF5b	6	6	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
TLb	6	6	2.875.200.00	0	0	2.875.200.00	0
T5b	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
BPb	11	11	44.539.900.00	0	0	44.539.900.00	0
PPb	11	11	1.717.500.00	0	0	1.717.500.00	0
KKb	23	19	41.730.900.00	10.432.725.00	12.629.088.16	43.927.263.16	549.090.79
Fb	26	13	31.186.900.00	7.796.725.00	15.593.450.00	38.983.625.00	599.748.07
PTR	26	13	3.113.700.00	778.425.00	1.556.850.00	3.892.125.00	59.878.65
WD1	24	24	5.737.120.00	0	0	5.737.120.00	0
WD2	6	6	1.913.670.00	0	0	1.913.670.00	0
WD3	12	12	40.353.470.00	0	0	40.353.470.00	0
WD4	5	5	2.302.000.00	0	0	2.302.000.00	0
WD5	6	6	14.498.440.00	0	0	14.498.440.00	0
WD6	5	5	20.586.340.00	0	0	20.586.340.00	0
WD7	12	12	17.473.510.00	0	0	17.473.510.00	0
WD8	6	6	883.000.00	0	0	883.000.00	0
WD9	17	17	10.813.840.00	0	0	10.813.840.00	0
WD10	12	12	8.080.710.00	0	0	8.080.710.00	0
WD11	6	6	787.000.00	0	0	787.000.00	0
WD12	6	6	400.500.00	0	0	400.500.00	0
WD13	6	5	9.719.460.00	2.429.865.00	2.915.838.00	10.205.433.00	485.973.00
WD14	5	4	3.972.570.00	993.142.50	1.241.428.13	4.220.855.63	248.285.63
WD15	6	6	11.308.730.00	0	0	11.308.730.00	0
WD16	6	6	8.134.320.00	0	0	8.134.320.00	0
WD17	12	8	1.144.500.00	286.125.00	429.187.50	1.287.562.50	35.765.63
WD18	12	8	1.680.600.00	420.150.00	630.225.00	1.890.675.00	52.518.75
WD19	6	6	1.389.480.00	0	0	1.389.480.00	0
D	20	13	1.350.000.00	337.500.00	519.230.77	1.531.730.77	25.961.54
Jumlah			1.682,653,340.00	41,704,107.50	63,737,835.72	1,704,687,068.00	

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Dan Pengendalian Waktu Dalam PDM

Pada intinya penulisan Tugas Akhir ini adalah memperkenalkan metode PDM dengan penampilan diagram yang cukup komunikatif kepada semua pihak yang berkecimpung di dunia konstruksi maupun bagi para pemula pemakai metode jaringan kerja untuk merencanakan suatu jadwal proyek secara menyeluruh. Disini diambil contoh metode PDM untuk menganalisis jadwal yang dibuat dengan metode diagram balok/kurva S, dimana data yang ada diubah menjadi PDM sesuai dengan ciri-cirinya yang khas seperti adanya konstrain, hitungan maju, hitungan mundur, jalur kritis, waktu tersedia, konsep cadangan waktu node maupun jalur, waktu kumulatif jalur, interupsi dan kecepatan erosi. Pada prinsipnya sama dengan CPM/PERT hanya keistimewaan PDM terletak pada konstrain yang pada CPM/PERT hanya FS saja, tetapi pada PDM kekurangan itu coba diatasi dengan kondisi 4 konstrain (SS, SF, FS dan FF). Keunggulan dari 4 konstrain ini adalah memungkinkan estimator untuk merencanakan suatu proyek konstruksi dengan lebih cepat dari pada CPM/PERT, karena disini memungkinkan terjadinya kondisi tumpang tindih pekerjaan dengan asumsi kondisi sumberdaya (tenaga kerja, peralatan dan material) tidak menjadi masalah di lapangan. Urutan dan hubungan antar kegiatan yang pada digram balok tidak begitu jelas, pada PDM coba diurutkan sesuai dengan urutan dan hubungan

antar pekerjaan yang umum dilakukan di lapangan, bila ada kesalahan maupun kejanggalan dalam penyusunan itu maka lebih disebabkan karena penulis sebagai estimator baru kurang berpengalaman di lapangan, khususnya dalam pelaksanaan konstruksinya.

Dari data yang sudah dibuat menjadi diagram PDM akan diketahui suatu jalur kegiatan itu bersifat kritis atau tidak yang pada diagram balok itu tidak bisa diketahui secara jelas. Pada jalur kritis maupun kegiatan kritis inilah yang akan menjadi keistimewaan suatu proyek, karena pada jalur/kegiatan kritis tersebut harus dilakukan pengawasan ekstra ketat terutama oleh para kontraktor maupun konsultan. Bila pada jalur ini sedikit saja terabaikan, ini berarti keterlambatan proyek secara keseluruhan, yang dampaknya akan menjadi “PR” bagi kontraktor dan konsultan serta berpengaruh terhadap kepercayaan pemilik (“owner”).

Pada PDM juga dikenal adanya perhitungan untuk penundaan pekerjaan (“interupsi”) yang akan ada bila kegiatan keseluruhan pekerjaan akan melewati waktu seperti hari raya ataupun karena sebab lain yang tidak memungkinkan suatu pekerjaan dilanjutkan pada kurun waktu tertentu. Dalam praktek di lapangan, adanya interupsi demikian sering menurunkan produktifitas tenaga kerja. Oleh karenanya diusahakan dihindari dengan berbagai cara, misalnya dengan memperpanjang kurun waktu kegiatan dengan mengurangi jumlah tenaga kerja dan sumberdaya yang diperlukan, atau mengundurkan mulainya pekerjaan. Cara pertama mungkin berpengaruh terhadap efisiensi pekerjaan, sedangkan cara kedua harus diteliti betul-betul apakah tidak berakibat terhadap penyelesaian proyek secara keseluruhan.

PDM juga mempunyai suatu cara untuk menghitung jeda/tenggang waktu suatu pekerjaan maupun waktu aman suatu proyek konstruksi bisa terselamatkan dari keterlambatan, dengan menggunakan istilah cadangan waktu untuk menghadapi segala sesuatu di luar rencana. Dari segi tertentu cadangan waktu dapat dipandang sebagai *float* (CPM) atau *slack* (PERT) suatu rangkaian kegiatan, hanya saja konsep cadangan waktu memiliki jangkauan yang lebih luas, dengan prosedur analisis yang sistematis. Sehingga bila menggunakannya dengan baik, akan merupakan salah satu metode pengelolaan proyek yang efektif untuk merencanakan dan mengendalikan jadwal.

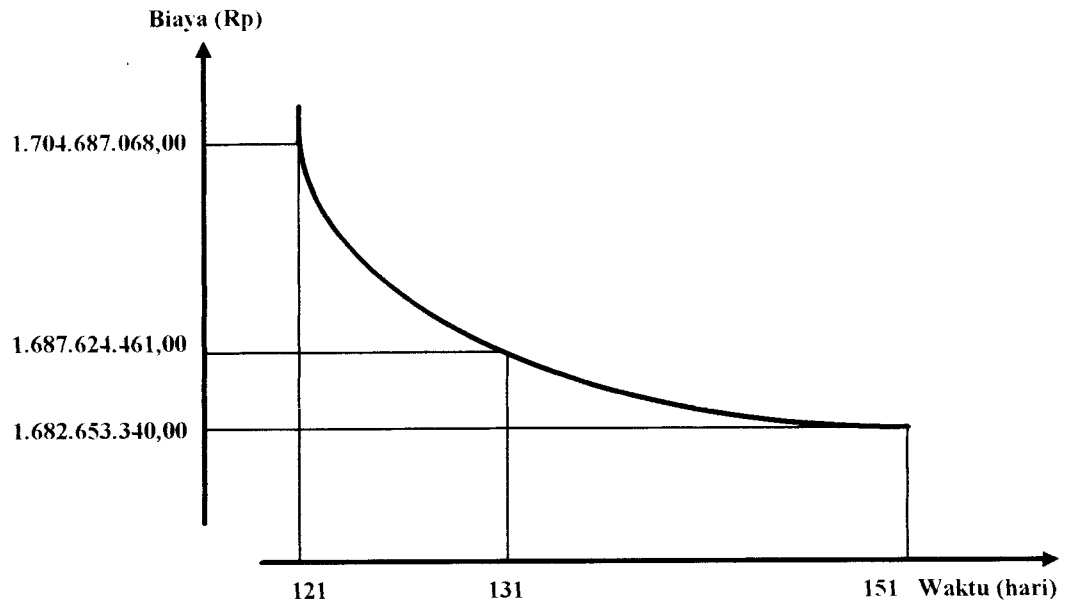
4.2 Hubungan Waktu Dan Biaya Proyek

Pada proyek gedung rektorat UMY ini telah disusun suatu perencanaan waktu yang telah disepakati bersama antara pemilik dengan kontraktor dalam hal ini PT. Waskita Karya Cabang VII Semarang dan konsultan dalam hal ini PT. Encona Engineering Inc, selama 151 hari kerja terhitung dari tanggal 5 Januari sampai dengan 2 Juli 1996 dengan biaya total proyek sebesar Rp. 1.682.653.340,00. Bila pemilik ingin segera menggunakan gedung karena sesuatu hal yang mendesak, maka pemilik harus menanggung dampak (“kompensasi”) dengan menambah dana di luar dana hasil kontrak sebelumnya, untuk mempercepat proyek tersebut. Penambahan sumberdaya berupa tenaga kerja dan peralatan, yang kesemuanya itu dapat dihitung sebagai biaya. Bila pada proyek UMY pemilik ingin memajukan waktu penyelesaian proyek lebih cepat dari semula (151 hari), misalkan menjadi 121 hari, maka harus dilakukan perhitungan ulang terutama terhadap jalur/kegiatan kritis yang waktu penyelesaiannya

lebih besar dari 121 hari dengan cara memajukan/mempersingkat durasi setiap pekerjaan dan merubah konstrain kegiatan yang akan dipersingkat bila perlu. Total biaya proyek setelah dipercepat 121 hari sebesar Rp. 1.704.687.068 berarti ada kenaikan biaya sebesar Rp. 22.033.728 untuk mempersingkat waktu 121 (30 hari lebih cepat). Sedangkan untuk waktu dipersingkat 131 (20 hari lebih cepat) kenaikan biaya sebesar Rp. 4.971.121 kenaikan biaya perhari didapat dengan perhitungan rumus slope biaya.

Dari perhitungan mempersingkat waktu menjadi 121 hari pada bab sebelumnya tampak adanya perubahan kegiatan yang sebelumnya kritis menjadi tidak kritis yaitu pada pekerjaan mulai WD11 sampai dengan WD19, ini disebabkan karena perubahan pada salah satu kegiatan di jalur kritis akan mengakibatkan perubahan kondisi pada jalur tersebut. Pengurangan durasi dengan volume pekerjaan tetap pada kondisi di atas akan mengakibatkan kenaikan biaya untuk tambahan tenaga kerja dan peralatan. Pada pekerjaan selasar mengalami perubahan karena pekerjaan tersebut berada pada jalur yang mengalami pengurangan durasi. Terbukti adanya hubungan yang erat antara waktu dan biaya, dengan satu saja pekerjaan dipercepat maka secara keseluruhan akan menambah total biaya proyek. Proses mempersingkat waktu proyek akan berguna bagi pemilik dan kontraktor, karena kedua belah pihak akan merasa diuntungkan kepentingannya masing-masing dengan adanya pertukaran waktu dan biaya tersebut. Disatu sisi pemilik diuntungkan karena proyek selesai lebih awal dan disisi lain kontraktor diuntungkan dengan adanya tambahan biaya akibat percepatan waktu proyek dan dengan segera dapat menjalankan proyek lainnya. Untuk hasil hitungan mempersingkat waktu 131 hari dan kenaikan biayanya bisa dilihat pada lampiran 4 dan

5. Hubungan antara biaya normal dengan biaya dipersingkat dan waktu normal dengan waktu dipersingkat bisa dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Grafik hubungan waktu dan biaya

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penguraian mengenai **Preseden Diagram method (PDM)** pada penulisan Tugas Akhir dan contoh penyederhanaan dari diagram balok menjadi PDM pada proyek UMY maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. PDM adalah jaringan kerja AON, menggunakan 4 konstrain hubungan antar kegiatan yaitu Start-Start (SS), Start-Finish (SF), Finish-Start (FS) dan Finish-Finish (FF) yang memungkinkan kegiatan tumpang tindih (“overlapping”) dan tidak memerlukan *dummy*.
2. Untuk menentukan waktu penyelesaian proyek didasarkan pada jalur kritis yang dihitung menggunakan hitungan maju (“*forward*”) dan hitungan mundur (“*backward*”) serta dengan metode ini dapat diketahui cadangan waktu proyek. Untuk pengendalian dapat dilihat pada kondisi erosi cadangan waktu pada saat pelaporan.
3. Untuk studi proyek UMY waktu normal penyelesaian dengan PDM adalah 151 hari dan masih dapat dipersingkat lagi dengan mengakibatkan biaya langsung proyek bertambah, dengan cara *crash* antara waktu dengan biaya. Biaya dipersingkat yang optimal adalah pada dipersingkat 131 hari.

5.2 Saran

1. Untuk memperoleh perencanaan ideal diperlukan pengetahuan dan pengalaman tentang proyek.
2. Untuk penyempurnaan penggunaan PDM lebih maksimal maka untuk rekan-rekan mahasiswa yang mengambil topik Tugas Akhir Manajemen Konstruksi, diharapkan membuat suatu program komputer yang akan mempermudah dan mempercepat proses perhitungan dan tampilan diagram PDM secara lengkap mulai dari awal proyek sampai akhir proyek, karena yang ada dipasaran seperti HPM versi 3 dan Microsoft Project versi 4 hanya menggunakan metode Bart Chart, CPM dan PERT.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Burman, P J.**, 1972, *Precedence Network For Project Planning And Control*, McGraw-Hill Book Company (UK) Limited, England.
2. **Faisol AM, Ir., MS.**, *Catatan Kuliah Manajemen Konstruksi*, FTSP UII, Yogyakarta.
3. **Iman Soeharto, Ir.**, 1995, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
4. **Istimawan Dipohusodo**, 1996, *Manajemen Proyek dan Konstruksi*, Jilid 1 - 2, Kanisius, Yogyakarta.
5. **Soegeng Djojowirono, Ir.**, 1984, *Manajemen Konstruksi I*, Edisi kedua, BPKMTS UGM, Yogyakarta.
6. **Tubagus Haedar Ali**, 1995, *Prinsip-Prinsip Network Planning*, Edisi kelima, PT. Gramedia, Jakarta.
7. **Tadjuddin, BMA., Ir., MS.**, 1996, *Draft Modul Kuliah Manajemen Konstruksi Strata I*, FTSP UII, Yogyakarta.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	DENI TRISIANANINGRUM	91310104		KONSTRUKSI
2.	WISNU PROBOWASKITHO	91310068		KONSTRUKSI

Dosen Pembimbing I : : IR. H. SUSASTRAWAN, MS
Dosen Pembimbing II : : IR. FAISOL AM., MS

1

2

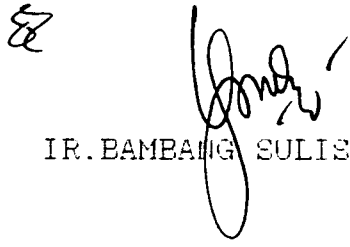
Yogyakarta,

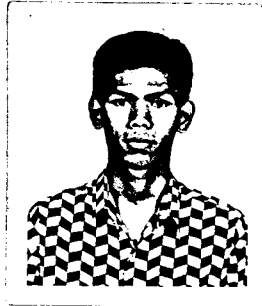
Dekan,

19 JUNI 1996

AN.

KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL.


IR. BAMBANG SULISTIONO, MSCE



CATATAN-KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke:	KETERANGAN	Paraf
1.	5/7 96	I	Perbaikan latar belakang, Pakah Mawadul Khatim dan Lathim Kari	<u>kl</u>
2	8/7 96	II	Lathim Kari untuk pengantar, lingkup perencanaan untuk tahun ke II dst	<u>kl</u>
3.	24/7 96	III	Bab I, Lathim Kari Khatim dan Mawadul Khatim, lengkap	<u>kl</u>
4.	5/9 96	IV	Amal perhitungannya perbandingan tabel dan tabel, bab PDM sebelum perbandingan dan kritis	<u>kl</u>
5	27/9 96	V	Tipe untuk diperpendek, untuk kritis	<u>kl</u>
6.	9/10 96 10/10 96	VI	Perbaikan hitungan pengantar, perbandingan variabel perbandingan untuk	<u>kl</u> <u>kl</u>

CATATAN KONSULTASI

Nama : Wisnu Probowaskitho
No. Mhs. : 91 310 068
NIRM : 91 0051013114120 066

Dosen Pembimbing I : IR. H. Susatrawan, MS

Nama : Deni Trisiananingrum
No. Mhs. : 91 310 104
NIRM : 91 0051013114120 100

Dosen Pembimbing II : IR. Faisol AM, MS

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
-	11/9 16/2016	III	Aspek ke pembimbing I Ace Sus 16/9/16	Ind

KALENDER KERJA
TAHUN 1996 6 HARI KERJA

1

JANUARI						
M	S	S	R	K	J	S
		1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6
	6	7	8	9	10	11
7	8	9	10	11	12	13
	12	13	14	15	16	17
14	15	16	17	18	19	20
	18	19	20	21	22	23
21	22	23	24	25	26	27
	24	25	26			
28	29	30	31			

4

APRIL						
M	S	S	R	K	J	S
	75	76	77	78		79
	1	2	3	4	5	6
	80	81	82	83	84	85
7	8	9	10	11	12	13
	86	87	88	89	90	91
14	15	16	17	18	19	20
	92	93	94	95	96	97
21	22	23	24	25	26	27
	98	99				
28	29	30				

2

PEBRUARI						
M	S	S	R	K	J	S
				27	28	29
				1	2	3
	30	31	32	33	34	35
4	5	6	7	8	9	10
	36	37	38	39	40	41
11	12	13	14	15	16	17
	42			43	44	45
18	19	20	21	22	23	24
	46	47	48	49		
25	26	27	28	29		

5

MEI						
M	S	S	R	K	J	S
			100	101	102	103
			1	2	3	4
	104	105	106	107	108	109
5	6	7	8	9	10	11
	110	111	112		113	114
12	13	14	15	16	17	18
	115	116	117	118	119	120
19	20	21	22	23	24	25
	121	122	123	124	125	
26	27	28	29	30	31	

3

MARET						
M	S	S	R	K	J	S
					50	51
					1	2
	52	53	54	55	56	57
3	4	5	6	7	8	9
	58	59	60	61	62	63
10	11	12	13	14	15	16
	64	65	66		67	68
17	18	19	20	21	22	23
	69	70	71	72	73	74
24	25	26	27	28	29	30
31						

6

JUNI						
M	S	S	R	K	J	S
						126
						1
	127	128	129	130	131	132
2	3	4	5	6	7	8
	133	134	135	136	137	138
9	10	11	12	13	14	15
	139	140	141	142	143	144
16	17	18	19	20	21	22
	145	146	147	148	149	150
23	24	25	26	27	28	29
30						

7						
JULI						
M	S	S	R	K	J	S
	151	152	153	154	155	156
	1	2	3	4	5	6
	157	158	159	160	161	162
7	8	9	10	11	12	13
	163	164	165	166	167	168
14	15	16	17	18	19	20
	169	170	171	172	173	174
21	22	23	24	25	26	27
	175	176	177			
28	29	30	31			

10						
OKTOBER						
M	S	S	R	K	J	S
		230	231	232	233	234
		1	2	3	4	5
	235	236	237	238	239	240
6	7	8	9	10	11	12
	241	242	243	244	245	246
13	14	15	16	17	18	19
	247	248	249	250	251	252
20	21	22	23	24	25	26
	253	254	255	256		
27	28	29	30	31		

8						
AGUSTUS						
M	S	S	R	K	J	S
				178	179	180
				1	2	3
	181	182	183	184	185	186
4	5	6	7	8	9	10
	187	188	189	190	191	192
11	12	13	14	15	16	17
	193	194	195	196	197	198
18	19	20	21	22	23	24
	199	200	201	202	203	204
25	26	27	28	29	30	31

11						
NOVEMBER						
M	S	S	R	K	J	S
					257	258
					1	2
	259	260	261	262	263	264
3	4	5	6	7	8	9
	265	266	267	268	269	270
10	11	12	13	14	15	16
	271	272	273	274	275	276
17	18	19	20	21	22	23
	277	278	279	280	281	282
24	25	26	27	28	29	30

9						
SEPTEMBER						
M	S	S	R	K	J	S
	205	206	207	208	209	210
1	2	3	4	5	6	7
	211	212	213	214	215	216
8	9	10	11	12	13	14
	217	218	219	220	221	222
15	16	17	18	19	20	21
	223	224	225	226	227	228
22	23	24	25	26	27	28
	229					
29	30					

12						
DESEMBER						
M	S		R	K	J	S
	283	284	285	286	287	288
1	2	3	4	5	6	7
	289	290	291	292	293	294
8	9	10	11	12	13	14
	295	296	297	298	299	300
15	16	17	18	19	20	21
	301	302		303	304	305
22	23	24	25	26	27	28
	306	307				
29	30	31				

Lampiran 4

Proyek selesai 131 hari

NO	SBL (pek)	D (hari)	KONSTRAIN				MAJU		MUNDUR		KONDISI
			i	j	JNS	L	ES	EF	LS	LF	
1	M	8	-	-	-	-	0	8	0	8	Kritis
2	A	14	1	2	SS	0	0	14	0	14	Kritis
3	PB	18	1	3	SS	2	2	20	2	20	Kritis
4	PK	24	3	4	SS	0	2	26	2	26	Kritis
5	BH	12	2	5	SS	8	8	20	8	20	Kritis
6	DP	12	5	6	SS	0	8	20	8	20	Kritis
7	PG	24	4	7	SS	6	8	32	8	32	Kritis
			6	7	SS	0					
8	Ga	18	7	8	SS	0	8	26	8	26	Kritis
9	Ua	36	8	9	SS	0	8	44	8	50	Kritis
			8	9	FF	24	14	50			
10	PTa	12	4	10	FF	0	14	26	14	26	Kritis
			7	10	SS	0					
11	ITa	12	10	11	SS	6	20	32	20	32	Kritis
12	LKa	24	10	12	SS	0	14	38	14	38	Kritis
			11	12	FF	6					
			9	12	SS	6					
13	KBa	30	12	13	SS	0	14	44	14	50	Kritis
			12	13	FF	12	20	50			
14	K1a	12	13	14	SS	10	24	36	24	36	Kritis
15	S1a	6	14	15	FF	2	32	38	32	38	Kritis
16	KTa	6	14	16	FF	0	30	36	30	36	Kritis
17	KFa	6	14	17	FF	2	32	38	32	38	Kritis
18	T0a	6	16	18	SS	0	30	36	30	36	Kritis
19	K2a	12	15	19	FS	6	44	56	44	56	Kritis
			16	19	FS	6					
			17	19	FS	6					
20	BTa	6	19	20	FF	0	50	56	50	56	Kritis
21	S2a	6	19	21	FF	0	50	56	50	56	Kritis
22	KHa	6	19	22	SS	0	44	50	44	50	Kritis
23	KL1a	18	19	23	SS	0	44	62	44	62	Kritis
24	B1a	12	14	24	FS	6	42	54	42	54	Kritis
			18	24	FS	6	44	56			
25	P1a	12	24	25	SS	0	42	54	42	54	Kritis
26	T1a	6	18	26	FS	12	48	54	48	54	Kritis
27	K3a	11	21	27	FS	0	56	67	56	67	Kritis
			22	27	FS	6					
			25	27	FS	2					
			20	27	FS	0					
28	S3a	5	27	28	FF	0	62	67	62	67	Kritis
29	B2a	11	19	29	SS	10	54	65	54	65	Kritis
			26	29	FS	0					
30	P2a	11	29	30	SS	0	54	65	54	65	Kritis
31	BF2a	5	29	31	FF	0	60	65	60	65	Kritis
32	T2a	5	26	32	FS	6	60	65	60	65	Kritis
33	K4a	11	28	33	FS	0	67	78	67	78	Kritis
			30	33	FS	2					
			31	33	FS	2					
34	PDa	12	33	34	FS	0	78	90	84	96	Tidak Kritis
35	SCa	12	34	35	SS	6	84	96	90	102	Tidak Kritis
36	S4a	5	33	36	FF	0	73	78	73	78	Kritis

37	KL2a	17	33 23	37 37	SS FS	6 11	73	90	73	90	Kritis
38	B3a	11	27 32	38 38	SS FS	9 0	65	76	65	76	Kritis
39	P3a	11	38	39	SS	0	65	76	65	76	Kritis
40	BF3a	5	38	40	FF	0	71	76	73	78	Tidak Kritis
41	T3a	5	32	41	FS	6	71	76	71	76	Kritis
42	K5a	12	36 39	42 42	FS FS	0 2	78	90	78	90	Kritis
			40	42	FS	0					
43	S5a	6	42	43	FF	9	84	90	84	90	Kritis
44	B4a	12	33 41	44 44	SS FS	9 0	76	88	76	88	Kritis
45	P4a	12	44	45	SS	0	76	88	76	88	Kritis
46	BF4a	6	44	46	FF	0	82	88	82	88	Kritis
47	T4a	6	41	47	FS	6	82	88	82	88	Kritis
48	K6a	12	43 37	48 48	FS FS	0 0	90	102	90	102	Kritis
			45	48	FS	2					
			46	48	FS	2					
49	S6a	6	48	49	FF	0	96	102	96	102	Kritis
50	KRa	6	48	50	SS	0	90	96	90	96	Kritis
51	B5a	12	42 47	51 51	SS FS	10 0	88	100	88	100	Kritis
52	P5a	12	51	52	SS	0	88	100	88	100	Kritis
53	BF5a	6	51	53	FF	0	94	100	94	100	Kritis
54	TLa	6	53	54	SS	2	96	102	96	102	Kritis
55	T5a	6	47	55	FS	6	94	100	94	100	Kritis
56	BPa	11	48 50	56 56	FS FS	0 6	102	113	102	113	Kritis
			49	56	FS	0					
			52	56	FS	2					
			53	56	FS	0					
			54	56	FS	0					
			55	56	FS	2					
			51	56	FS	0					
57	PPa	11	56	57	SS	0	102	113	102	113	Kritis
58	KKa	23	57	58	SS	0	102	125	102	125	Kritis
59	Fa	20	58 54	59 59	SS FS	6 6	108	128	108	128	Kritis
60	Gb	18	7	60	SS	0	8	26	8	26	Kritis
61	Ub	36	60 60	61 61	SS FF	0 24	8 14	44 50	8	50	Kritis
62	PTb	12	4 7	62 62	FF SS	0 0	14	26	14	26	Kritis
63	ITb	12	62	63	SS	6	20	32	20	32	Kritis
64	LKb	24	62 61	64 64	SS FF	0 6	14	38	14	38	Kritis
			63	64	SS	6					
65	KBb	30	64 64	65 65	SS FF	0 12	14 20	44 50	14	50	Kritis
66	K1b	12	65	66	SS	10	24	36	24	36	Kritis
67	S1b	6	66	67	FF	2	32	38	32	38	Kritis
68	KTb	6	66	68	FF	0	30	36	30	36	Kritis
69	KFb	6	66	69	FF	2	32	38	32	38	Kritis
70	T0b	6	68	70	SS	0	30	36	30	36	Kritis
71	k2b	12	67 68	71 71	FS FS	6 6	44	56	44	56	Kritis

			69	71	FS	6						
72	BTb	6	65	72	FF	0	50	56	50	56	Kritis	
73	S2b	6	71	72	FF	0	50	56	50	56	Kritis	
74	KHb	6	71	74	SS	0	44	50	44	50	Kritis	
75	KL1b	18	71	75	SS	0	44	62	44	62	Kritis	
76	B1b	12	66	76	FS	6	42	54	42	54	Kritis	
			70	76	FS	6	44	56				
77	P1b	12	76	77	SS	0	42	54	42	54	Kritis	
78	T1b	6	70	78	FS	12	48	54	48	54	Kritis	
79	K3b	11	72	79	FS	0	56	67	56	67	Kritis	
			74	79	FS	6						
			73	79	FS	2						
			77	79	FS	0						
80	S3b	5	79	80	FF	0	62	67	62	67	Kritis	
81	B2b	11	71	81	SS	10	54	65	54	65	Kritis	
			78	81	FS	0						
82	P2b	11	81	82	SS	0	54	65	54	65	Kritis	
83	BF2b	5	81	83	FF	0	60	65	60	65	Kritis	
84	T2b	5	78	84	FS	6	60	65	60	65	Kritis	
85	K4b	11	80	85	FS	0	67	78	67	78	Kritis	
			82	85	FS	2						
			83	85	FS	2						
86	PDb	12	61	86	FS	0	78	90	84	96	Tidak Kritis	
87	SCb	12	86	87	SS	6	84	96	90	102	Tidak Kritis	
88	S4b	5	85	88	FF	0	73	78	73	78	Kritis	
89	KL2b	17	85	89	SS	6	73	90	73	90	Kritis	
			75	89	FS	11						
90	B3b	11	79	90	SS	9	65	76	65	76	Kritis	
			84	90	FS	0						
91	P3b	11	90	91	SS	0	65	76	65	76	Kritis	
92	BF3b	5	90	92	FF	0	71	76	73	78	Tidak Kritis	
93	T3b	5	84	93	FS	6	71	76	71	76	Kritis	
94	K5b	12	88	94	FS	0	78	90	78	90	Kritis	
			91	94	FS	2						
			92	94	FS	0						
95	S5b	6	94	95	FF	0	84	90	84	90	Kritis	
96	B4b	12	85	96	SS	9	76	88	76	88	Kritis	
			93	96	FS	0						
97	P4b	12	96	97	SS	0	76	88	76	88	Kritis	
98	BF4b	6	96	98	FF	0	82	88	82	88	Kritis	
99	T4b	6	93	99	FS	6	82	88	82	88	Kritis	
100	K6b	12	89	100	FS	0	90	102	90	102	Kritis	
			95	100	FS	0						
			97	100	FS	2						
			98	100	FS	2						
101	S6b	6	100	101	FF	0	96	102	96	102	Kritis	
102	KRb	6	100	102	SS	0	90	96	90	96	Kritis	
103	B5b	12	94	103	SS	10	88	100	88	100	Kritis	
			99	103	FS	0						
104	P5b	12	103	104	SS	0	88	100	88	100	Kritis	
105	BF5b	6	103	105	FF	0	94	100	94	100	Kritis	
106	TLb	6	105	106	SS	2	96	102	96	102	Kritis	
107	T5b	6	99	107	FS	6	94	100	94	100	Kritis	
108	BPb	11	100	108	FS	0	102	113	102	113	Kritis	
			101	108	FS	6						
			102	108	FS	0						
			103	108	FS	2						
			104	108	FS	0						
			105	108	FS	0						

			106	108	FS	2						
			107	108	FS	0						
109	PPb	11	108	109	SS	0	102	113	102	113	Kritis	
110	KKb	23	109	110	SS	0	102	125	102	125	Kritis	
111	Fb	20	110	111	SS	6	108	128	108	128	Kritis	
			106	111	FS	6						
112	PTR	20	111	112	SS	0	108	128	108	128	Kritis	
			59	112	SS	0	108	128				
113	WD1	24	11	113	SS	6	25	49	26	50	Tidak Kritis	
			63	113	SS	6						
114	WD2	6	113	114	FF	0	43	49	44	50	Tidak Kritis	
115	WD3	12	114	115	FS	0	49	61	50	62	Tidak Kritis	
116	WD4	5	115	116	FS	0	61	66	62	67	Tidak Kritis	
117	WD5	6	116	117	FS	0	66	72	67	73	Tidak Kritis	
118	WD6	5	117	118	FS	0	72	77	73	78	Tidak Kritis	
119	WD7	12	118	119	FS	0	77	89	78	90	Tidak Kritis	
120	WD8	6	119	120	SS	0	77	83	78	84	Tidak Kritis	
121	WD9	17	119	121	FF	0	72	89	73	90	Tidak Kritis	
122	WD10	12	118	122	FS	0	77	89	78	90	Tidak Kritis	
			121	122	FF	0						
			120	122	SS	0						
123	WD11	6	122	123	FS	0	90	96	90	96	Kritis	
			35	123	SS	6						
			87	123	SS	6						
124	WD12	6	123	124	FS	0	96	102	96	102	Kritis	
125	WD13	6	124	125	FS	0	102	108	102	108	Kritis	
126	WD14	5	125	126	FS	0	108	113	108	113	Kritis	
127	WD15	6	126	127	FS	0	113	119	113	119	Kritis	
128	WD16	6	127	128	SS	0	113	119	113	119	Kritis	
129	WD17	12	128	129	SS	0	113	125	113	125	Kritis	
130	WD18	12	129	130	SS	0	113	125	113	125	Kritis	
131	WD19	6	111	131	SS	0	108	114	108	114	Kritis	
			59	131	SS	0						
132	D	17	59	132	SS	6	114	131	114	131	Kritis	
			131	132	FS	0						
			111	132	SS	6						
			130	132	SS	1						
			112	132	SS	6						

Lampiran 5

Biaya dipercepat 131 hari

Simbol	Waktu Normal (T0)	Waktu Dipersingkat (T3)	Biaya Normal (BN)	Biaya Tenaga dan Alat (BTA) (20%30%x BN)	Tambahan Biaya Tenaga dan Alat (TBTA) (T0/T3 x BTA)	Biaya Dipersingkat BN +(TBTA-BTA)	Slope Biaya (1 hari)
M	8	8	1.350.000.00	0	0	1.350.000.00	0
A	14	14	6.130.370.00	0	0	6.130.370.00	0
PB	18	18	3.373.160.00	0	0	3.373.160.00	0
PK	24	24	137.000.00	0	0	137.000.00	0
BH	12	12	1.500.000.00	0	0	1.500.000.00	0
DP	12	12	3.207.600.00	0	0	3.207.600.00	0
PG	24	24	7.596.450.00	0	0	7.596.450.00	0
Ga	18	18	2.554.000.00	0	0	2.554.000.00	0
Ua	36	36	8.825.700.00	0	0	8.825.700.00	0
PTa	12	12	917.500.00	0	0	917.500.00	0
ITa	12	12	875.000.00	0	0	875.000.00	0
LKa	24	24	2.904.000.00	0	0	2.904.000.00	0
KBa	30	30	95.845.900.00	0	0	95.845.900.00	0
K1a	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S1a	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KTa	6	6	417.900.00	0	0	417.900.00	0
KFa	6	6	9.483.500.00	0	0	9.483.500.00	0
T0a	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K2a	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
BTa	6	6	3.566.000.00	0	0	3.566.000.00	0
S2a	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KHa	6	6	2.184.600.00	0	0	2.184.600.00	0
KL1a	18	18	9.487.200.00	0	0	9.487.200.00	0
B1a	12	12	76.822.300.00	0	0	76.822.300.00	0
P1a	12	12	24.185.500.00	0	0	24.185.500.00	0
T1a	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K3a	11	11	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S3a	5	5	154.200.00	0	0	154.200.00	0
B2a	11	11	96.580.200.00	0	0	96.580.200.00	0
P2a	11	11	33.199.600.00	0	0	33.199.600.00	0
BF2a	5	5	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
T2a	5	5	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K4a	11	11	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
PDa	12	12	1.000.000.00	0	0	1.000.000.00	0
SCa	12	12	440.000.00	0	0	440.000.00	0
S4a	5	5	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KL2a	17	17	9.487.200.00	0	0	9.487.200.00	0
B3a	11	11	36.608.500.00	0	0	36.608.500.00	0
P3a	11	11	12.640.400.00	0	0	12.640.400.00	0
BF3a	5	5	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
T3a	5	5	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K5a	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S5a	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
B4a	12	12	36.608.500.00	0	0	36.608.500.00	0
P4a	12	12	12.640.400.00	0	0	12.640.400.00	0
BF4a	6	6	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
T4a	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K6a	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S6a	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KRa	6	6	1.986.000.00	0	0	1.986.000.00	0
B5a	12	12	52.163.200.00	0	0	52.163.200.00	0
P5a	12	12	17.585.000.00	0	0	17.585.000.00	0
BF5a	6	6	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
TI.a	6	6	2.875.200.00	0	0	2.875.200.00	0
T5a	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
BPa	11	11	44.539.900.00	0	0	44.539.900.00	0
PPa	11	11	1.717.500.00	0	0	1.717.500.00	0
KKa	23	23	41.730.900.00	0	0	41.730.900.00	0
Fa	26	20	31,186,900.00	7,796,725.00	10,135,742.5	33,525,917.5	389,836.25
Gb	18	18	2.554.000.00	0	0	2.554.000.00	0
Ub	36	36	8.825.700.00	0	0	8.825.700.00	0
PIb	12	12	917.500.00	0	0	917.500.00	0
ITb	12	12	875.000.00	0	0	875.000.00	0
LKb	24	24	2.904.000.00	0	0	2.904.000.00	0
KBb	30	30	95.845.900.00	0	0	95.845.900.00	0

K1b	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S1b	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KTb	6	6	417.900.00	0	0	417.900.00	0
KFb	6	6	9.483.500.00	0	0	9.483.500.00	0
T0b	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K2b	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
BTb	6	6	3.566.000.00	0	0	3.566.000.00	0
S2b	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KHb	6	6	2.184.600.00	0	0	2.184.600.00	0
KL1b	18	18	9.487.200.00	0	0	9.487.200.00	0
B1b	12	12	76.822.300.00	0	0	76.822.300.00	0
PIb	12	12	24.185.500.00	0	0	24.185.500.00	0
T1b	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K3b	11	11	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S3b	5	5	154.200.00	0	0	154.200.00	0
B2b	11	11	96.580.200.00	0	0	96.580.200.00	0
P2b	11	11	33.199.600.00	0	0	33.199.600.00	0
BF2b	5	5	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
T2b	5	5	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K4b	11	11	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
PDb	12	12	1.000.000.00	0	0	1.000.000.00	0
SCb	12	12	440.000.00	0	0	440.000.00	0
S4b	5	5	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KL2b	17	17	9.487.200.00	0	0	9.487.200.00	0
B3b	11	11	36.608.500.00	0	0	36.608.500.00	0
P3b	11	11	12.640.400.00	0	0	12.640.400.00	0
BF3b	5	5	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
T3b	5	5	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K5b	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S5b	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
B4b	12	12	36.608.500.00	0	0	36.608.500.00	0
P4b	12	12	12.640.400.00	0	0	12.640.400.00	0
BF4b	6	6	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
T4b	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
K6b	12	12	11.462.600.00	0	0	11.462.600.00	0
S6b	6	6	154.200.00	0	0	154.200.00	0
KRb	6	6	1.986.000.00	0	0	1.986.000.00	0
B5b	12	12	52.163.200.00	0	0	52.163.200.00	0
P5b	12	12	17.585.000.00	0	0	17.585.000.00	0
BF5b	6	6	1.115.300.00	0	0	1.115.300.00	0
TLb	6	6	2.875.200.00	0	0	2.875.200.00	0
T5b	6	6	272.900.00	0	0	272.900.00	0
BPb	11	11	44.539.900.00	0	0	44.539.900.00	0
PPb	11	11	1.717.500.00	0	0	1.717.500.00	0
KKb	23	23	41.730.900.00	0	0	41.730.900.00	0
Fb	26	20	31.186.900.00	7.796.725.00	10.135.742.5	33.525.917.5	389.836.25
PTR	26	20	3.113.700.00	778.425.00	1.011.952.5	3.347.227.5	38.921.25
WD1	24	24	5.737.120.00	0	0	5.737.120.00	0
WD2	6	6	1.913.670.00	0	0	1.913.670.00	0
WD3	12	12	40.353.470.00	0	0	40.353.470.00	0
WD4	5	5	2.302.000.00	0	0	2.302.000.00	0
WD5	6	6	14.498.440.00	0	0	14.498.440.00	0
WD6	5	5	20.586.340.00	0	0	20.586.340.00	0
WD7	12	12	17.473.510.00	0	0	17.473.510.00	0
WD8	6	6	883.000.00	0	0	883.000.00	0
WD9	17	17	10.813.840.00	0	0	10.813.840.00	0
WD10	12	12	8.080.710.00	0	0	8.080.710.00	0
WD11	6	6	787.000.00	0	0	787.000.00	0
WD12	6	6	400.500.00	0	0	400.500.00	0
WD13	6	6	9.719.460.00	0	0	9.719.460.00	0
WD14	5	5	3.972.570.00	0	0	3.972.570.00	0
WD15	6	6	11.308.730.00	0	0	11.308.730.00	0
WD16	6	6	8.134.320.00	0	0	8.134.320.00	0
WD17	12	12	1.144.500.00	0	0	1.144.500.00	0
WD18	12	12	1.680.600.00	0	0	1.680.600.00	0
WD19	6	6	1.389.480.00	0	0	1.389.480.00	0
D	20	17	1.350.000.00	337.500.00	397.058.82	1.409.558.82	19.852.94
Jumlah			1,682,653,340.00	16,709,375.00	21,680,496.32	1,687,624,461.00	