

TUGAS AKHIR

**ANALISA PERBANDINGAN PENJADWALAN PROYEK
KONTRUKSI DENGAN *CRITICAL PATH METHOD* (CPM)
DAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD* (PDM)**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

WASIS PRIYAMBODO
1607210037



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini dipakai oleh:

Nama : Wasis Priyambodo

NPM : 1607210037

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : "ANALISA PERBANDINGAN PENJADWALAN
PROYEK KONTRUKSI DENGAN *CRITICAL PATH
METHOD* (CPM) DAN *PRECEDENCE DIAGRAM
METHOD* (PDM)"

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 12 Maret 2022



Muhammad Husin Gulton, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini dipakai oleh:

Nama : Wasis Priyambodo

NPM : 1607210037

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : "ANALISA PERBANDINGAN PENJADWALAN
PROYEK KONTRUKSI DENGAN *CRITICAL PATH
METHOD* (CPM) DAN *PRECEDENCE DIAGRAM
METHOD* (PDM)"

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 Maret 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Muhammad Husin Gulton, ST, MT

Dosen Pembanding I



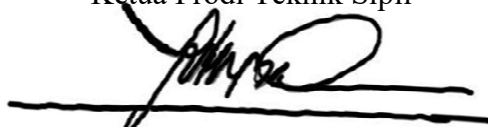
Assoc, Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding II



Dr. Ade Faisal

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc, Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wasis Priyambodo
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/14 Agustus 1998
NPM : 1607210037
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: "Analisa Perbandingan Penjadwalan Proyek Kontruksi Dengan *Critical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM)"

Bukan merupakan plagiarism, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan Verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi mengegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 Maret 2022

Saya yang menyatakan,


Wasis Priyambodo

ABSTRAK

ANALISA PERBANDINGAN PENJADWALAN PROYEK KONTRUKSI DENGAN *CRITICAL PATH METHOD* (CPM) DAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD* (PDM)

Wasis Priyambodo

1607210037

Muhammad Husin Gultom S.T, M.T

Perkembangan infrastruktur dan bangunan gedung saat ini semakin besar. Banyak pihak swasta maupun pemerintah bersaing untuk melakukan pembangunan baik skala besar maupun skala kecil. Tugas Akhir ini akan membahas perbandingan metode CPM dan PDM pada penjadwalan pada Proyek Pembangunan Gedung Sekolah Edu Global School Medan yang berlokasi di Jl. Sei Serayu No. 35, Babura Sunggal, Kecamatan Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara 20154. Tujuannya adalah untuk mendapatkan perbandingan waktu yang efisiensi pada proyek tersebut. Untuk menganalisisnya digunakan kedua metode tadi dan dicari metode mana yang paling optimal penggunaannya. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data *time schedule* dari perusahaan PT Duta Agung Contractor. Dari data tersebut dapat dihitung dengan membuat tahapan-tahapan penyelesaiannya yaitu: 1) menyusun *Work Breakdown Structure*, 2) Membuat hubungan logika antar pekerjaan, 3) Membuat Perhitungan Penjadwalan CPM, 4) Pengaplikasian *Microsoft Project 2010* untuk perhitungan penjadwalan dengan metode PDM. Hasil perhitungan waktu penjadwalan dengan menggunakan metode CPM adalah 191 hari dengan pekerjaan lintasan kritis adalah 44 kegiatan, sedangkan hasil perhitungan waktu penjadwalan dengan metode PDM pada aplikasi *Microsoft Project 2010* adalah 137 hari dengan pekerjaan lintasa kritis adalah 44 kegiatan. Dengan demikian hasil dengan menggunakan PDM lebih efisiensi dengan metode CPM. Hal ini dapat diketahui dari penghematan waktu 54 hari.

Kata Kunci: Jadwal, CPM, PDM, *Microsoft Project 2010*, Kontruksi.

ABSTRACT

COMPARISON ANALYSIS OF CONSTRUCTION PROJECT SCHEDULING WITH CRITICAL PATH METHOD (CPM) AND PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)

Wasis Priyambodo

1607210037

Muhammad Husin Gultom S.T, M.T

The development of infrastructure and buildings is currently getting bigger. Many private and government parties compete to carry out development, both large and small scale. This final project will discuss the comparison of the CPM and PDM methods on scheduling the Edu Global School, Medan School Building Construction Project which is located on Jl. Sei Serayu No. 35, Babura Sunggal, Medan Sunggal Subdistrict, Medan City, North Sumatra 20154. The aim is to obtain an efficient time comparison for the project. To analysis it two methods were used and searched for which method was the most optimal for its use. This research was conducted by taking schedule data from the company PT Duta Agung Contractor. From the data, it can be calculated by making the stages of completion, namely: 1) compiling a Work Breakdown Structure, 2) Creating logical relationships between jobs, 3) Making CPM Scheduling Calculations, 4) Application of Microsoft Project 2010 for scheduling calculations using the PDM method. The results of the calculation of scheduling time using the CPM method are 191 days with the critical path work of 44 activities, while results of calculation of the scheduling time using the PDM method on the Microsoft Project 2010 application are 137 days with 44 activities on the critical path. Thus, the results using PDM are more efficient than the CPM method. This can be seen from the savings time of 54 days.

Keywords: Schedule, CPM, PDM, Microsoft Project 2010, Construction

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Perbandingan Penjadwalan Proyek Kontruksi Dengan *Critical Path Method* (CPM) Dan *Precedence Diagram Method* (PDM)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian Proposal Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, dan bantua dari semua pihak baik secara morah maupun material. Untuk itu, pada bagian ini penulis ingin memberikan apresiasi serta ucapan terima kasih yang tulus kepada:

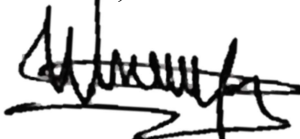
1. Bapak Muhammad Husin Gultom S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Hj. Irma Dewi S.T, M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staff Adminstrasi di Biro Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Yang teristimewa, kedua orang tua penulis, Muhammad Mukhlis Alkhoiri dan Ngatinem (Alm), yang telah memberi dukungan, pengertian, dan kepercayaan serta telah menjadi salah satu sumber inspirasi bagi penulis. Terima kasih juga kepada Saudara laki-laki penulis, Azis Paradi, Mhd. Khoril Qolbi, dan

saudara Perempuan penulis, Siti Muthmainnah yang telah mendukung penulis dalam doa dan menyemangati penulis.

8. Yang istimewa, partner seperjuangan penulis dalam mengerjakan proposal tugas akhir ini, Hijah Monika Sari, Prima Ramadhanti, Amsyahri, Muhammad Akbar, yang selaku ada untuk memberikan bantuan, dukungan, waktu dan tenaganya.
9. Senior penulis yang telah memberikan bantuan, dukungan, waktu dan menyemangati penulis.
10. Seluruh Angkatan 2016 Program Studi Teknik Sipil UMSU, diantaranya kepada, Habib Indrayansyah, Irfan Syukuri, Feri Hasibuan, Farida Sirait dan semua teman sejawat saya lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 12 Maret 2022



Wasis Priyambodo

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACK</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Skematika Pembahasan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Proyek	6
2.2. Manajemen Proyek	6
2.2.1. Fungsi Manajemen Proyek	7
2.3. Penjadwalan Proyek	7
2.4. Metode Penjadwalan Proyek	8
2.4.1. Bagan Balok (<i>Barchart</i>) dan Kurva S	8
2.4.2. Jaringan Kerja (<i>Network Planning</i>)	9
2.4.3. <i>Program Evaluation and Review Technique</i> (PER)	9
2.4.4. <i>Critical Path Method</i> (CPM)	10
2.4.5. <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM)	10
2.5. <i>Critical Path Method</i> (CPM)	10
	viii

2.6.	<i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	15
2.6.1.	Perhitungan <i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	16
2.7.	<i>Microsoft Project)</i>	18
2.8.	Keterkaitan Siklus Hidup Proyek Dengan <i>Microsoft Project</i>	18
2.8.1.	<i>Gantt Chart</i>	19
2.8.2.	Hubungan Logika Dalam <i>Microsoft Project 2010</i>	19
2.9.	Langkah-Langkah Penjadwalan PDM menggunakan <i>Microsoft Project 2010</i>	21
2.9.1.	Mengisi <i>Task Name</i>	22
2.9.2.	Memasukkan <i>Duration</i>	23
2.9.3.	Menggunakan <i>Predececcors</i>	22
2.9.4.	Penyusunan <i>Resource Conflict</i>	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Meode Penelitian	25
3.2.	Pengumupulan Data	25
3.3.	Teknik Pengumpulan Data	25
3.4.	Teknik Analisa Data	26
3.5.	Diagram Alir	27
3.6.	Hasil Analisa	27

BAB IV HASIL PEMBAHASAN

4.1.	Umum	28
4.2.	Analisa Data Proyek	28
4.3.	Pembuatan <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i>	28
4.4.	Penjadwalan Proyel <i>Critical Path Method (CPM)</i>	30
4.4.1.	Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan (<i>Predecessors</i>)	31
4.4.2.	Perhitungan Maju	33
4.4.3.	Perhitungan Mundur	36
4.4.4.	Perhitungan Total <i>Slack</i>	38
4.5.	Penggunaan <i>Microsoft Project</i>	40
4.6.	Penjadwalan <i>Precedence Diagram Method</i>	40

4.6.1. WBS dan Daftar Logika Hubungan Antar Pekerjaan (<i>Predecessors</i>)	40
4.6.2. Perhitungan Diagram Kerja Metode PDM	43
4.7. Perbandingan Perhitungan Penjadwalan Proyek	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Daftar Aktivitas Pada Proyek	28
Tabel 4.2. Daftar Kegiatan Antar Pekerjaan	31
Tabel 4.3. Hasil Perhitngan ES Untuk Mendapatkan EF	34
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Mundur Untuk Mendapaktan <i>Late Finish</i>	37
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Total <i>Slack</i>	38
Tabel 4.6. <i>Work Breakdown Structur</i> dan <i>Predecessors</i>	41
Tabel 4.7. Nilai ES, EF, LS, LF dan Total <i>Slack</i>	44
Tabel 4.8. Perbandingan Perhitungan Penjadwalan Proyek	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kegiatan Pada Anak Panah	12
Gambar 2.2. Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B, Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C	12
Gambar 2.3. Kegiatan A dan B Pendahulu Kegiatan C	12
Gambar 2.4. Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D	12
Gambar 2.5. Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C dan A	13
Gambar 2.6. Gambar Yang Salah Bila Kegiatan A, B dan C Mulai dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama	13
Gambar 2.7. Kegiatan A, B dan C Mulai dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama	13
Gambar 2.8. Hubungan Kegiatan i dan j	16
Gambar 2.9. Lambang Kegiatan PDM	16
Gambar 2.10. <i>Gantt Chart</i> atau <i>Barchart</i> Pada <i>Microsoft Project 2013</i>	19
Gambar 2.11. Gambar Logis <i>Finish to Start</i>	19
Gambar 2.12. Gambar Logis <i>Start to Start</i>	20
Gambar 2.13. Gambar Logis <i>Finish to Finish</i>	20
Gambar 2.14. Gambar Logis <i>Start to Finish</i>	20
Gambar 2.15. Gambar Logis FS + 3	20
Gambar 2.16. Gambar Logis FS – 3	21
Gambar 2.17. Menu <i>Project Information</i>	21
Gambar 3.1. Diagram Alir	27
Gambar 4.1. Diagram Jaringan Kerja CPM Perhitungan Maju	33
Gambar 4.2. Diagram Jaringan Kerja CPM Perhitungan Mundur	36

DAFTAR NOTASI

AOA	: <i>Activity on Arrow</i>
AON	: <i>Activity on Node</i>
CPM	: <i>Critical Path Method</i>
D	: Waktu Kegiatan
<i>Dummy</i>	: Kegiatan Semu yang Tidak Memerlukan Sumber Daya
EF	: <i>Early Finish</i>
EF _j	: <i>Early Finish</i> yang Berada Pada <i>Node j</i>
ES	: <i>Early Start</i>
ES _i	: <i>Early Start</i> yang Berada Pada <i>Node i</i>
FF	: <i>Finish to Finish</i>
FS	: <i>Finish to Start</i>
LF	: <i>Late Finish</i>
LS	: <i>Late Start</i>
PDM	: <i>Precedence Diagram Method</i>
SF	: <i>Start to Finish</i>
<i>Slack</i>	: Selisih Waktu Antara ES dan LS
SS	: <i>Start to Start</i>
WBS	: <i>Work Breakdown Structure</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tugas akhir ini akan membahas mengenai proyek Pembangunan Gedung Sekolah Edu Global School Medan yang akan direncanakan waktu pelaksanaan dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Kegiatan proyek konstruksi dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Persyaratan keberhasilan proyek pembangunan adalah tercapainya sasaran proyek, yaitu tepat biaya, tepat mutu dan tepat waktu. Sehingga seluruh rencana proyek baik pada tahapan pra konstruksi, pelaksanaan konstruksi dan pasca konstruksi dapat berjalan dengan baik.

Setiap proyek konstruksi pada umumnya mempunyai rencana pelaksanaan dan jadwal pelaksanaan tertentu, kapan pelaksanaan proyek tersebut harus dimulai, kapan proyek tersebut harus diselesaikan, bagaimana proyek tersebut akan dikerjakan, serta bagaimana penyediaan sumber dayanya. Pembuatan rencana suatu proyek konstruksi selalu mengacu pada perkiraan yang ada pada saat rencana pembangunan jadwal tersebut dibuat, karena itu masalah dapat timbul apabila ada ketidaksesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan pelaksanaannya. Sehingga dampak yang sering terjadi adalah keterlambatan waktu pelaksanaan proyek yang disertai dengan meningkatnya biaya pelaksanaan proyek.

Pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi dilakukan dalam beberapa tahapan pekerjaan salah satunya adalah membuat jadwal kerja. Jadwal kerja ini dibuat untuk mengetahui bagian mana yang harus dikerjakan terlebih dahulu atau pun setelah dilakukan pekerjaan yang sebelumnya, penjadwalan dimaksudkan untuk memudahkan dalam setiap melakukan aktivitas agar dilakukan dengan berurut dan tepat waktu.

Sumber daya yang dimiliki perusahaan dalam melaksanakan aktivitas proyek adalah terbatas. Dengan keterbatasan-keterbatasan sumber daya tersebut,

diperlukan suatu perencanaan yang matang dan baik sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek agar dapat menggunakan sumber daya secara efisien. Untuk mencapai tujuan tersebut maka kontraktor, developer, maupun pemilik proyek mempunyai jadwal pelaksanaan proyek yang sekaligus dapat mengontrol pelaksanaan proyek itu sendiri. Pada umumnya pada suatu proyek menggunakan salah satu dari beberapa metode penjadwalan proyek yang umum digunakan antara lain metode *barchart*, kurva S, *line of balance* (LoB), *Critical Path Method* (CPM), *Precedence Diagram Method* (PDM) dan sebagainya. Metode-metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pemilihan penggunaan metode penjadwalan tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan.

Precedence Diagram Method (PDM) dikenal lebih efektif dengan tampilan visual yang lebih kompleks sehingga tidak mudah untuk dipahami dan tidak dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek. Namun dapat menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antar aktivitas dengan durasi setiap aktivitas dan dapat menentukan lintasan kritis proyek. PDM pada dasarnya menitikberatkan pada persoalan keseimbangan antara biaya dan waktu penyelesaian proyek. PDM menekankan pada hubungan antara pemakaian sejumlah tenaga kerja untuk mempersingkat waktu pelaksanaan suatu proyek dan kenaikan biaya sebagai akibat penambahan tenaga kerja tersebut. Bila terjadi kondisi keterbatasan tenaga kerja, maka dilakukan proses alokasi dan perataan tenaga kerja, dan metode yang dipergunakan adalah *Resource Scheduling Method*. Dengan begitu metode dapat memperoleh hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan kurva S.

Seiring dengan berjalannya waktu pembuatan penjadwalan ini mulai menggunakan perangkat lunak (*software*) mulai dari *microsoft excel*, *Microsoft project* dan lain-lainnya. Pada tugas akhir ini penulis menggunakan perangkat lunak (*software*) *microsoft project* sebagai penunjang tugas akhir ini. *Microsoft project* ini dapat digunakan dalam pembuatan penjadwalan suatu proyek dan hasil dari penginputan data yang dihasilkan dari *software* ini berupa *network planning*. Perangkat lunak (*software*) ini dibuat untuk memudahkan dalam pembuatan penjadwalan, karena kegiatan penjadwalan pada suatu proyek harus sangat

diperhatikan, agar proyek berjalan pada waktu yang telah direncanakan sebelumnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berikut adalah permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir adalah:

1. Bagaimana cara membuat penjadwalan dengan *Critical Path Method* (CPM) pada pekerjaan Pembangunan Gedung Edu Global School Medan?
2. Bagaimana cara membuat penjadwalan dengan *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan *Software Microsoft Project 2010* pada Pekerjaan Pembangunan Gedung Edu Global School Medan?
3. Berapakah hasil perbandingan penjadwalan dengan *Critical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan *Software Microsoft Project 2010* pada Pekerjaan Pembangunan Gedung Edu Global School Medan?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk membatasi pembahasan supaya tidak keluar dari konteks topik yang dibahas, maka diperlukan beberapa pembatasan dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Membahas perencanaan suatu jadwal waktu kerja dari pekerjaan pada pembangunan Gedung Sekolah Edu Global School Medan.
2. Perhitungan waktu pelaksanaan hanya pada pekerjaan struktur utama (struktur beton) yang meliputi pekerjaan pondasi, kolom, balok, plat lantai, dan tangga pada proyek Pembangunan Gedung Sekolah Edu Global School Medan.
3. Analisis proyek dikhususkan pada perencanaan waktu pelaksanaan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan menurut penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara membuat penjadwalan dengan *Critical Path Method* (CPM) pada pekerjaan Pembangunan Gedung Edu Global School Medan.

2. Untuk mengetahui cara membuat penjadwalan dengan *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan *Software Microsoft Project 2010* pada Pekerjaan Pembangunan Gedung Edu Global School Medan.
3. Untuk mengetahui hasil perbandingan penjadwalan dengan *Critical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan *Software Microsoft Project 2010* pada Pekerjaan Pembangunan Gedung Edu Global School Medan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang didapat yaitu:

1. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan sebagai bahan referensi perhitungan kebutuhan seluruh sumber daya setiap jenis item pekerjaan untuk meminimalkan kemungkinan adanya keterlambatan waktu diluar rencana.
2. Memperdalam ilmu pengetahuan khususnya pada ilmu manajemen yang berkaitan ketika aplikasi proyek.
3. Memberikan penekanan bahwa perencanaan waktu yang sistematis sesuai jadwal sangat bermanfaat terhadap sebuah implementasi proyek.

1.6. Sistematika Pembahasan

Dalam penyusunan skripsi ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

BAB 1 Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proyek

Kegiatan proyek merupakan suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasaran dan tujuannya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1997). Dalam Proses mencapai hasil akhir kegiatan proyek tersebut telah ditentukan batasan-batasan yaitu besar biaya anggaran yang dialokasikan, jadwal dan mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan tersebut dikenal dengan istilah tiga kendala (*triple constrain*).

Proyek adalah gabuungan dari berbagai sumber daya yang dihimpun dalam organisasi sementara untuk mencapai suatu tujuan (Cleland, 1987).

Proyek berasal dari beberapa instansi, yaitu:

- a. Pemerintah, dibangun untuk kepentingan umum penduduk.
- b. Permintaan pasar, apabila pasar membutuhkan kenaikan jumlah produk yang cukup besar sehingga diperlukannya perluasan fasilitas pasar.
- c. Penelitian dan pengembangan penelitian, dibangun dengan tujuan menghasilkan produksi baru berdasarkan tingginya kebutuhan.
- d. Perusahaan, bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas fasilitas produksi sehingga dapat melayani permintaan pasar dan meningkatkan daya saing.

2.2. Manajemen Proyek

Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi atau perusahaan yang telah ditentukan. Yang dimaksud dengan proses adalah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan yang sistematis. Sedang sumber daya perusahaan terdiri dari tenaga, keahlian, dana, dan informasi. Dalam melaksanakan suatu manajemen dikenal kegiatankegiatan manajemen yang merupakan langkah-langkah pokok dalam melaksanakan fungsi manajemen yang

baik. Langkah-langkah itu dikenal dengan fungsi-fungsi manajemen, yaitu (Soeharto, 1997):

1. Merencanakan (*Planning*)
2. Mengorganisasi (*Organizing*)
3. Mengisi jabatan (*Staffing*)
4. Mengarahkan (*Directing*)
5. Mengendalikan (*Controlling*)

2.2.1. Fungsi Manajemen Proyek

Menurut Herjanto (2003) menyebutkan bahwa proyek meliputi tugas-tugas tertentu yang dirancang secara khusus dengan hasil dan waktu yang telah ditentukan terlebih dahulu dengan keterbatasan sumber daya. Dengan adanya perencanaan di dalam suatu proyek, maka akan diketahui apa saja yang dibutuhkan, seperti material, biaya, dan tenaga kerja. Menurut Herjanto (2003) juga mengungkapkan bahwa dalam tahap perencanaan suatu proyek terdiri dari beberapa unsur, diantaranya:

1. Sasaran
2. Organisasi
3. Jadwal
4. Anggaran

Perencanaan yang tepat disusun secara sistematis akan dapat berfungsi sebagai berikut:

1. Sarana komunikasi bagi semua pihak penyelenggara proyek.
2. Dasar pengaturan alokasi sumber daya.
3. Alat untuk mendorong perencanaan dan pelaksana melihat kedepan dan menyadari pentingnya unsur waktu.

2.3. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan aktivitas pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek

sehingga mencapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada.

Penjadwalan proyek adalah urutan waktu kegiatan proyek yang berguna sebagai pokok garis pedoman pada saat proyek dilaksanakan. Penjadwalan adalah proses mengurutkan tugas atau jenis-jenis pekerjaan dalam rangkaian aktivitas yang akan dilaksanakan. Penjadwalan adalah penentuan kapan aktivitas dimulai, ditunda dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya bias disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan. Dari keempat definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa penjadwalan merupakan penentuan urutan kegiatan proyek dari mulai hingga selesai dengan mempertimbangkan keterbatasan dalam pelaksanaan (Napsiyana, 2007).

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan. Yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan memperimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Husein, 2008).

2.4. Metode Penjadwalan Proyek

Menurut Napsiyana (2007), ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Secara garis besar metode tersebut adalah *barchart* (bagan balok) dan Kurva S serta *network Planning* (jaringan kerja).

2.4.1. Bagan Balok (*Barchart*) dan Kurva S

Bentuk bagan balok dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap pekerjaan. Format dari *bar chart* ini mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana. Penyajian informasi

dari bagan balok agak terbatas seperti pada hubungan antar kegiatan tidak jelas dan lintas kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui. Karena urutan kegiatan kurang terperinci, maka bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan akan dikoreksi menjadi sukar dilakukan.

2.4.2. Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Menurut Napsiyana (2007), untuk penjadwalan dengan menggunakan metode jaringan kerja (*network planning*), beberapa hal yang perlu diperhatikan, seperti penetapan waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan, penyusunan jaringan kerja, cara penomoran, perhitungan waktu mulai dan selesai untuk setiap aktivitas. Sedangkan menurut Fedrerika (2010) *Network Planning* (jaringan kerja) merupakan diagram yang menggambarkan logika ketergantungan antar kegiatan yang satu dengan kegiatan lainnya, sehingga diketahui kegiatan yang mana harus didahulukan dan mana yang harus menunggu kegiatan lainnya selesai dilaksanakan.

2.4.3. *Program Evaluation and Review Technique* (PERT)

Teknik metode PERT (*Program Evaluation Review Technique*) adalah suatu metode yang digunakan dalam evaluasi suatu proyek yang bertujuan untuk mengurangi sebanyak mungkin adanya penundaan, konflik, maupun gangguan terhadap kegiatan suatu proyek, termasuk di dalamnya melakukan koordinasi dan sinkronisasi dengan berbagai bagian dari keseluruhan pekerjaan agar dapat dilakukan percepatan terhadap penyelesaian suatu proyek. Metode ini melakukan penyusunan jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan di awal sebelum dilaksanakannya suatu proyek sehingga aktifitas pekerjaan dapat terkendali dan lebih teratur.

Keberhasilan dengan menggunakan teknik PERT dapat menghemat waktu penyelesaian proyek dua tahun lebih cepat dari jadwal yang direncanakan, sehingga metode ini banyak digunakan pada proyek-proyek besar, khususnya pada proyek-proyek riset dan penelitian di mana proyek-proyek tersebut belum pernah dilakukan dan tidak mempunyai data penyelesaian yang pasti.

Pada teknik PERT, dikenal 3 waktu penyelesaian kegiatan, yaitu waktu optimis (O), waktu paling mungkin (M) dan waktu pesimis (P). Pada setiap kegiatan waktu yang diharapkan adalah waktu rata-rata penyelesaian kegiatan.

2.4.4. Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) merupakan dasar dari sistem perencanaan dan pengendalian kemajuan pekerjaan yang didasarkan pada *network* atau jaringan kerja. CPM pertama kali digunakan di Inggris pada pertengahan tahun 50-an pada suatu proyek pembangkit tenaga listrik, kemudian di dikembangkan oleh *Intergrated Engineering Control Group of E.I du Pont de Nemours and Company* yang diprakarsai oleh *Walker* dan *Kelly Jr.* tahun 1957, keduanya dari *Renington Rand, Univac Computer Division*, yang di namakan Penjadwalan Jalur Kritis (*Critical Path Scheduling = CPS*) (Tarore, 2002).

2.4.5. Precedence Diagram Method (PDM)

PDM adalah jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. PDM memiliki penggambaran *network* yang lebih sederhana dari CPM dan dapat mengerjakan sebuah pekerjaan tanpa menunggu kegiatan pendahulunya. Pada umumnya PDM terdiri dari 2 bagian yaitu: *Forward analysis* (perhitungan ke depan) untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF), *Backward analysis* (perhitungan mundur) untuk menentukan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF) (Napsiyana, 2007).

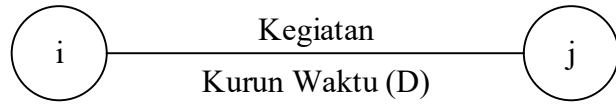
2.5. Critical Path Method (CPM)

Metode CPM adalah suatu metode atau cara dan tahapan yang digunakan dalam perencanaan dan pengendalian dengan menggunakan prinsip pembentukan jaringan di mana metode ini cukup banyak digunakan pada pengelolaan suatu proyek. Metode CPM, memastikan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek sudah diketahui pada awal sebelum

pengerjaan, termasuk waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek serta hubungan antara sumber yang digunakan. Metode CPM memberikan hasil analisis pada jaringan kegiatan suatu proyek berupa optimasi biaya total proyek dengan cara mempersingkat waktu total penyelesaian proyek yang dilaksanakan.

Dalam proses identifikasi jalur kritis, hal yang pertama dilakukan adalah perhitungan mundur (*backward pass*) dan menghitung perhitungan maju (*forward pass*). Perhitungan maju (*forward pass*) dalam metode PERT dan CPM dilakukan untuk dapat menghitung waktu selesai paling awal dari suatu pekerjaan (EF), waktu mulai tercepat terjadinya suatu pekerjaan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu pekerjaan (E), diawali dari *Start (initial event)* hingga Finish (*terminal event*). Sedangkan perhitungan mundur (*backward pass*) dilakukan untuk mendapatkan perhitungan waktu penyelesaian paling lambat suatu pekerjaan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu pekerjaan (LS) dan saat paling lambat dimulainya suatu pekerjaan (L), dimulai dari *Finish* hingga *Start*. Setelah selesai melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur, berikutnya yang harus dilakukan adalah perhitungan kelonggaran waktu (*float/slack*) dari aktivitas yang terdiri atas total *float* dan *free float*. Apabila suatu kegiatan tidak mempunyai kelonggaran atau dengan kata lain $S = SF = 0$ maka aktivitas tersebut disebut kegiatan kritis. Kegiatan-kegiatan kritis ini akan membentuk lintasan kritis yang biasanya dimulai dari start (*initial event*) sampai finish (*terminal event*). Oleh karena itu, lintasan kritis inilah yang perlu dikendalikan.

Metode CPM digunakan untuk menentukan waktu kapan suatu kegiatan dimulai dan berakhir pada suatu proyek dalam analisis jaringan kerja, sehingga didapatkan waktu yang optimal untuk dapat menyelesaikan sebuah proyek. CPM (*Critical Path Method*) digambarkan sebagai kegiatan pada anak panah (*Activity On Arrow = AOA*). Pada AOA kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa/kejadian, sehingga pada CPM terdapat dummy yang merupakan aktifitas semu atau aktifitas khayal yaitu aktivitas tanpa memerlukan waktu, biaya atau fasilitas. Pada CPM ekor anak panah merupakan awal dan ujungnya merupakan akhir kegiatan.

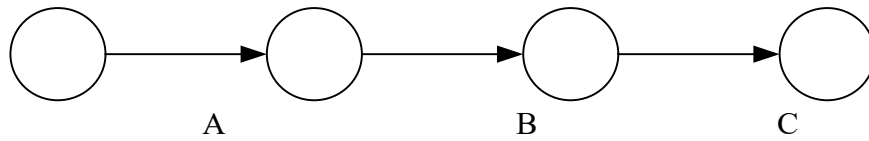


Peristiwa (*node/*
event) terdahulu

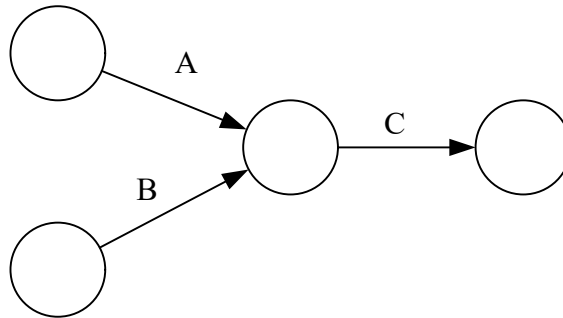
Peristiwa (*node/*
event) berikutnya

Gambar 2.1: Kegiatan Pada Anak Panah

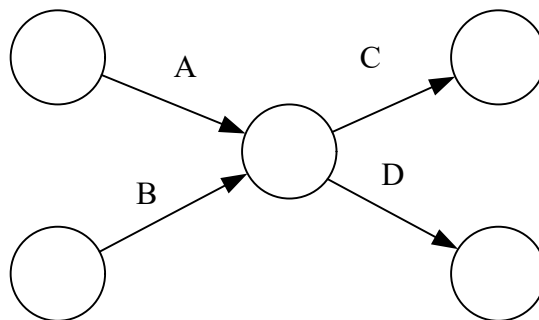
Adapun logika ketergantungan kegiatan-kegiatan dalam CPM dapat dinyatakan sebagai berikut:



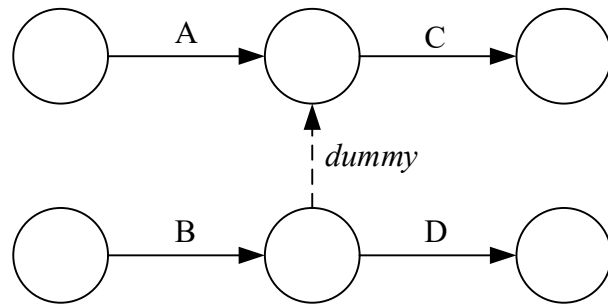
Gambar 2.2: Kegiatan A Pendahulu B, Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C



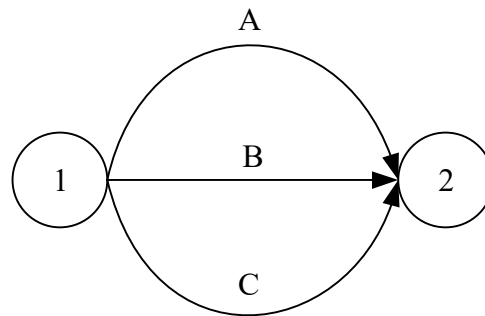
Gambar 2.3: Kegiatan A dan B Pendahulu Kegiatan C



Gambar 2.4: Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D

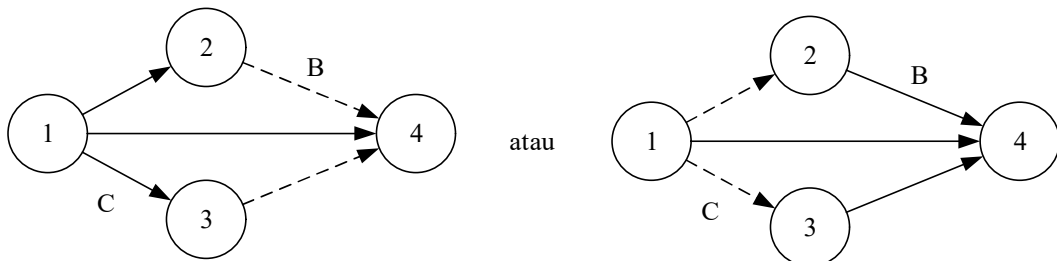


Gambar 2.5: Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C dan A



Gambar 2.6: Gambar Yang Salah Bila Kegiatan A, B dan C Mulai dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama

Untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan dummy seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7: Kegiatan A, B, dan C Mulai dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama

Pada metode CPM dikenal apa yg disebut sebagai jalur/lintasan kritis. Sebuah lintasan kritis adalah rantai kegiatan-kegiatan kritis yang menghubungkan kejadian awal dan kejadian akhir dari suatu proyek. Lintasan kritis dapat mengidentifikasi semua kegiatan-kegiatan kritis dari proyek tersebut. Lintasan kritis ini yang nantinya digunakan untuk menentukan waktu penyelesaian proyek.

Untuk menentukan lintasan kritis pada CPM diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

$ES_j = \max_i \{ES_i + D_{ij}\}$, untuk semua kegiatan (i, j) yang didefinisikan.

Keterangan:

ES_i = waktu awal tercepat (*earliest start time*) untuk semua kegiatan yang berasal dari kejadian i .

D_{ij} = durasi kegiatan dari kejadian i ke j . Untuk ES_i awal selalu bernial 0.

2. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

$LC_i = \max_j \{LC_j + D_{ij}\}$, untuk semua kegiatan (i, j) yang didefinisikan.

Keterangan:

LC_i = waktu penyelesaian akhir (*lates completion time*) untuk semua kegiatan yang datang ke kejadian i . Jika n = kejadian akhir masa $ES_n = LC_n$

Sebuah kegiatan (i, j) berada di lintasan kritis apabila kegiatan tersebut memenuhi ketiga kondisi berikut:

$$ES_i = LC_i$$

$$ES_j = LC_j$$

$$ES_j - ES_i = LC_j - LC_i = D_{ij} \tag{2.1}$$

Ketiga kondisi ini menyatakan bahwa tidak ada waktu senggang atau waktu mengambang antara awal tercepat penyelesaian dan awal terakhir penyelesaian dari kegiatan kritis yang bersangkutan.

3. Perhitungan Waktu Mengambang (*float* atau *slack*)

Float dapat memberikan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas pada sebuah jaringan kerja, ini dapat dipakai pada waktu penggunaan jaringan kerja dalam prakteknya dan memungkinkan untuk digunakan pada waktu mengerjakan penentuan jumlah material, peralatan dan tenaga kerja. *Float* ini terbagi atas dua jenis yaitu total *float* dan *free float*. Total *float* (TF) merupakan waktu mengambang total. Perhitungan total *float* dapat dicari dengan rumus:

$$TF_{ij} = LC_j - ES_i - D_{ij} = LC_j - EC_{ij} = LS_{ij} - ES_i \tag{2.2}$$

Untuk semua kegiatan (i, j) yang didefinisikan.

Keterangan:

$LS_{ij} - LC_j - D_{ij}$ adalah saat awal terlambat (*lates start time*).

$EC_{ij} - ES_{ij} - D_{ij}$ adalah saat penyelesaian tercepat (*earliest completion time*) untuk semua kegiatan (i, j).

Free Float (FF) merupakan waktu mengambang bebas. Perhitungan *free float* dapat dicari dengan rumus:

$$FF_{ij} = ES_j - ES_i - D_{ij} \quad (2.3)$$

Untuk semua kegiatan (i, j) yang didefinisikan.

2.6. Precedence Diagram Method (PDM)

Menurut Ervianto (2005) kelebihan *Precedence Diagram Method* (PDM) dibandingkan dengan CPM adalah PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/*dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan (Arianto, 2010).

Pada PDM juga dikenal adanya konstrain. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua *node*, karena setiap *node* memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F). Maka di sini terdapat empat macam konstrain (Soeharto, 1999 dalam Arianto, 2010), yaitu:

1. Konstrain selesai ke mulai – *Finish to Start* (FS)

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

2. Konstrain mulai ke mulai – *Start to Start* (SS)

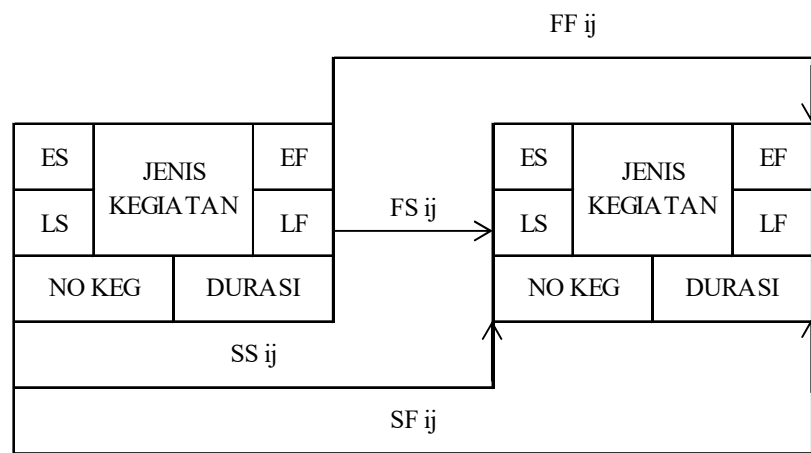
Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Atau SS ($i-j$) = B yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah B hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 % maka kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai.

3. Konstrain selesai ke selesai – *Finish to Finish* (FF)

Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Atau $FF(i-j) = C$ yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah C hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Konstrains semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100% sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian (C) hari selesai.

4. Konstrains mulai ke selesai – *Start to Finish (SF)*

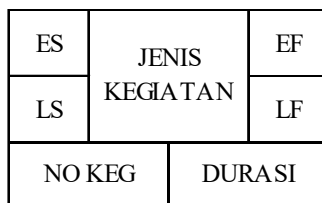
Menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan $SF(i-j) = D$, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah D hari kegiatan (i) terdahulu mulai.



Gambar 2.8: Hubungan Kegiatan i dan j (Arianto, 2010)

2.6.1. Perhitungan *Precedence Diagram Method (PDM)*

Metode PDM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi *Activity On Node (AON)*. Disini kegiatan dituliskan dalam *node* yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai penunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan (Soeharto. 1999 dalam Arianto, 2010).



Gambar 2.9: Lambang Kegiatan PDM (Arianto, 2010)

Keterangan:

ES = *Early Start*

LS = *Lates Start*

EF = *Early Start*

LF = *Lates Finish*

Perhitungan pada PDM juga berdasarkan pada:

1. Hubungan Kegiatan *Finish to Finish*

a. Perhitungan Maju

$$EF_j = EF_i + FF_{ij} \quad (2.4)$$

$$ES_j = EF_j - D_i \quad (2.5)$$

b. Perhitungan Mundur

$$LF_i = LF_j - FF_{ij} \quad (2.6)$$

$$LS_i = LF_i - D_i \quad (2.7)$$

2. Hubungan Kegiatan *Finish to Start*

a. Perhitungan Maju

$$ES_j = EF_i + FS_{ij} \quad (2.8)$$

$$EF_j = EF_j + D_j \quad (2.9)$$

b. Perhitungan Mundur

$$LF_j = LS_j - FS_{ij} \quad (2.10)$$

$$LS_i = LF_i - D_i \quad (2.11)$$

3. Hubungan Kegiatan *Start to Start*

a. Perhitungan Maju

$$ES_j = ES_i + SS_{ij} \quad (2.12)$$

$$EF_j = EF_j + D_j \quad (2.13)$$

b. Perhitungan Mundur

$$LS_j = LS_j - SS_{ij} \quad (2.14)$$

$$LSF_i = LS_i + D_i \quad (2.15)$$

4. Hubungan Kegiatan *Start to Finish*

a. Perhitungan Maju

$$ES_j = EF_i + FS_{ij} \quad (2.16)$$

$$EF_j = ES_j - D_j \quad (2.17)$$

b. Perhitungan Mundur

$$LS_j = LF_j - SF_{ij} \quad (2.18)$$

$$LS_i = LS_i - D_i \quad (2.19)$$

2.7. Microsoft Project

Microsoft Project adalah produk perangkat lunak manajemen proyek, dikembangkan dan dijual oleh *Microsoft*. Ini dirancang untuk membantu manajer proyek dalam mengembangkan jadwal, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, melacak kemajuan, mengelola anggaran, dan menganalisis beban kerja.

Hal-hal yang perlu dilakukan bila memiliki sebuah proyek adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perencanaan dan penjadwalan, serta pelibatan pihak-pihak yang berkompeten dalam proyek tersebut.
2. Setelah itu masuk ke dalam proses penentuan jenis-jenis pekerjaan (*task*), sumber daya yang diperlukan (*resources*) baik sumber daya manusia maupun material, biaya yang diperlukan (*cost*), juga jadwal kerja (*schedule*) kapan pekerjaan dimulai dan kapan pekerjaan sudah harus selesai. Jika semua hal tersebut telah ditentukan dan disetujui oleh semua pihak maka kita telah mempunyai rencana dasar (*baseline*).
3. Selanjutnya rencana tersebut harus dijalankan dan perkembangannya harus terus dipantau dalam sebuah tahapan *Tracking*. Apabila pekerjaan belum selesai maka harus dilakukan penjadwalan ulang (*Rescheduling*).

Dengan *Microsoft Project* dapat memperoleh rincian seluruh komponen kerja secara detail.

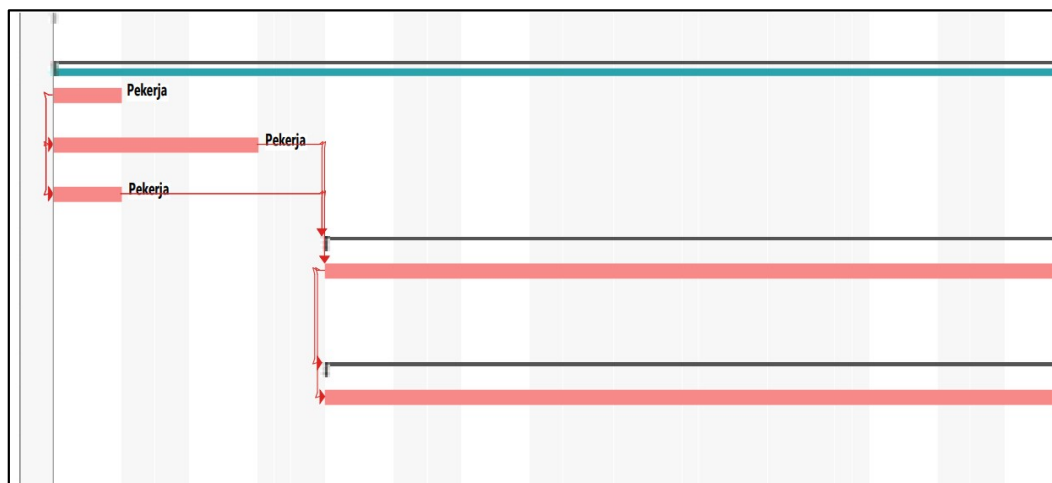
2.8. Keterkaitan Siklus Hidup Proyek Dengan Microsoft Project

Microsoft project adalah perangkat lunak manajemen proyek untuk membantu dalam mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran dan dan menganalisis beban kerja. *Microsoft project* merupakan alat pengelolaan proyek yang *powerfull*. *Microsoft project* sepiantas merupakan gabungan antara *spreadsheet* grafik dan database.

Microsoft project sendiri memiliki beberapa versi yang digunakan pada saat ini, baik itu versi 2000, 2002, 2007, 2010 dan versi yang paling baru yaitu versi 2013 (Napsiyana, 2007).

2.8.1. Gantt Chart

Gantt chart adalah sekumpulan aktifitas yang dilemparkan kedalam kolom *vertical*, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal dibagian sebelah kanan dari setiap aktifitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktifitas dan biasanya aktifitas-aktifitas tersebut disusun berdasarkan kronologis pekerjaannya.

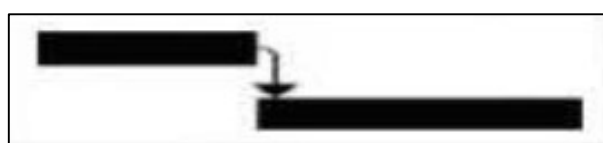


Gambar 2.10: *Gantt Chart* atau *Barchart* Pada *Microsoft Project* 2013 (Napsiyana, 2007)

2.8.2. Hubungan Logika Dalam *Microsoft Project* 2010

Empat (4) tipe ketergantungan tugas (*task*) yang digunakan dalam *Microsoft Project*:

1. *Finish to Start* (FS): penyelesaian suatu tugas memicu awal tugas lain.



Gambar 2.11: Gambar Logis *Finish to Start* (Napsiyana, 2007)

2. *Start to Start* (SS): awal sebuah tugas memicu sebuah awal tugas lain.



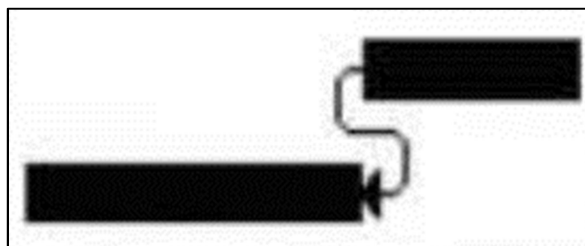
Gambar 2.12: Gambar Logis *Start to Start* (Nasiyana, 2007)

3. *Finish to Finish* (FF): suatu tugas harus selesai pada waktu bersamaan.



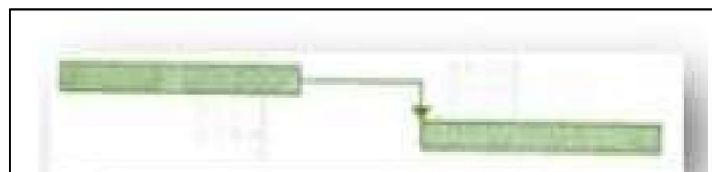
Gambar 2.13: Gambar Logis *Finish to Finish* (Nasiyana, 2007)

4. *Start to Finish* (SF): awal sebuah tugas menandakan selesainya tugas lain.



Gambar 2.14: Gambar Logis *Start to Finish* (Nasiyana, 2007)

Disamping 4 hubungan logis tersebut, ada hubungan lain yang sifatnya turunan. Hubungan dicirikan dengan adanya penekanan waktu (*lead time*) atau penguluran waktu (*lag time*). Maksud dari *symbol* FS + 3 adalah hubungan antara kedua tugas *finish to start* dengan penguluran waktu 3 hari. Berikut contoh hubungan *finish to finish* dengan *lag time*:



Gambar 2.15: Gambar Logis FS + 3 (Nasiyana, 2007)

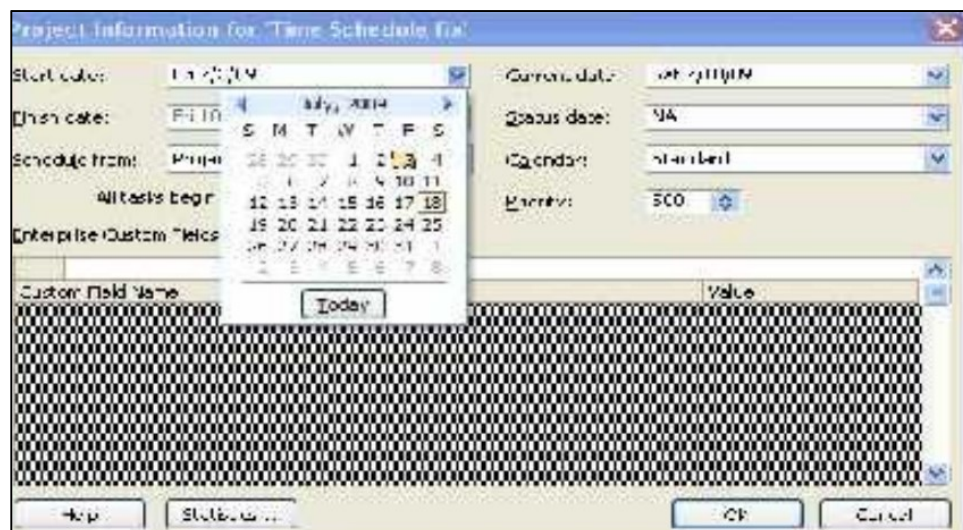


Gambar 2.16: Gambar logis FS - 3 (Nasiyana, 2007)

2.9. Langkah-Langkah Penjadwalan PDM menggunakan *Microsoft Project*

Sebuah proyek pasti mempunyai sebuah patokan tanggal yang akan digunakan sebagai patokan dalam memulai proyek tersebut. Untuk memasukkan nilai tanggal dimulainya proyek, pilih menu project project information, kemudian:

1. Pilih salah satu dari jenis *scedulle form* atau dasar penghitungan tanggal, yaitu *project start date* atau *project finish date*:
 - a. *Start date*. Pada bagian ini Anda harus memasukkan nilai tanggal dimulainya proyek.
 - b. *Finish date*, bagian yang digunakan untuk memasukkan tanggal berakhirnya proyek.
2. *Current date*, berisi tanggal hari ini berdasarkan setting pada komputer Anda.
3. *Calender*, berisi jenis-jenis penanggalan yang telah tersedia dan dapat digunakan, yaitu *24 hours*, *night shift*, *standard*.
4. *Comment*, bagian yang digunakan untuk memasukkan komentar yang nantinya akan muncul pada saat pembuatan laporan (Setiawan, 2009).



Gambar 2.17: Menu *Project Information* (Kalena, 2010)

2.9.1. Mengisi *Task Name*

Untuk mengisi nama pekerjaan (*task name*) pada *Microsoft project* adalah sebagai berikut:

1. Tempatkan *pointer project* pada isian *task name*.
2. Ketikkan nama pekerjaannya.
3. Tekan *enter*. Lakukan langkah 1-3 untuk pekerjaan-pekerjaan.

2.9.2. Memasukkan *Duration*

Durasi pekerjaan adalah jumlah hari yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dalam *microsoft project*, durasi suatu pekerjaan secara default akan diberikan 1 *days* (hari). Untuk memasukkan nilai durasi ke dalam kolom *duration* dengan satuan hari tidak perlu ditulis lengkap karena secara otomatis akan ditambahkan satuannya. Sebagai contoh, bila ingin memasukkan nilai 3 hari, langsung ketikkan 3 dan tekan *enter*, maka secara otomatis akan berubah menjadi 3 *days*. Sementara untuk satuan waktu yang lain, anda cukup mengetikkan inisialnya saja, seperti minggu dengan *weeks*, bulan dengan *months* dan satuan yang lainnya.

2.9.3. Menggunakan *Predecessors*

Dalam sebuah proyek selalu ada keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan yang lain. Hubungan antar pekerjaan ini disebut dengan *predecessor*. Suatu pekerjaan menggunakan *predecessor* karena penggunaan sumber daya manusia maupun dikarenakan adanya hubungan keterkaitan antar pekerjaan. Suatu jenis pekerjaan bisa mempunyai lebih dari 1 *predecessor*. Dalam *microsoft project*, hubungan ketergantungan antar pekerjaan dibedakan dalam beberapa macam:

1. *Finish to Start* (FS), suatu pekerjaan dilaksanakan setelah pekerjaan lain selesai.
2. *Finish to Finish* (FF), suatu pekerjaan selesai bersamaan dengan pekerjaan lain.

3. *Start to Start* (SS), suatu pekerjaan dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain.
4. *Start to Finish* (SF), suatu pekerjaan selesai setelah pekerjaan lain dimulai.

Lag time (+), merupakan tenggang waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Sebagai contoh, pekerjaan pengecatan bisa dilaksanakan 2 hari setelah pekerjaan plesteran selesai dituliskan 2FS+2d.

Lead Time (-), merupakan penumpukan waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Sebagai contoh, plesteran sudah harus dimulai 2 hari sebelum pemasangan genting selesai, maka dituliskan 2FS-2d.

Microsoft Project mempunyai kerja standar, yaitu: Hari kerja adalah Senin - Jum'at. Jam kerja adalah jam 08.00-12.00, kemudian dilanjutkan jam 13.00-17.00, yang berarti dalam satu hari ada 8 jam kerja. Tidak ada hari libur khusus. Untuk membuat sebuah jadwal, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Klik menu *tools*, klik *change working*, pada *select date* (s), tekan tombol *scroll up* sampai menemui bulan yang diinginkan.
2. Blok semua hari yang ada kecuali hari minggu (M, T, W, Th, F, S) kemudian klik *non default working time*. Klik Ok

2.9.4. Penyusunan *Resource Conflict*

Conflict (konflik) diartikan sebagai pekerjaan-pekerjaan yang saling bertubrukan. Untuk mengantisipasi terjadinya tubrukan antar pekerjaan dapat dilakukan dengan menggeser jadwal-jadwal yang mengalami tubrukan tersebut. *Resource conflict* terjadi apabila menggunakan *resource* lebih dari jumlah unit yang tersedia. Terjadinya konflik pada *resource* tidak segera dapat dilihat pada saat melakukan *resource assignment* atau penyusunan *resource*, namun setelah seluruh item selesai dimasukkan. salah satu caranya yaitu melalui *resource graph*.

Langkah manual mengatasi konflik dapat dilakukan dengan cara manual yaitu:

1. Mengurangi Jumlah *resource*

Mengurangi jumlah *resource* yang berlebihan pada *task-task* yang mengalami kelebihan beban hingga mencapai batas *maks. Resource* yang dapat

digunakan. Biasanya durasi pekerjaan tersebut akan bertambah panjang atau akan terjadi penundaan (*delay*). Penambahan durasi ini dapat terjadi bila banyaknya durasi tergantung pada pemakaian *resource*.

2. Mengganti *resource* yang mengalami konflik dengan *resource* lain

Hanya dapat dilakukan bila *resource* pengganti tersebut mampu melakukan pekerjaan yang hasilnya sama dengan hasil pekerjaan *resource* yang diganti (yang mengalami konflik). Risikonya adalah hasil pekerjaan yang tidak dapat maksimal dan biayanya mungkin akan bertambah.

3. Menggeser jadwal *task*

Langkah ini dapat dilakukan bila konflik tersebut terjadi karena adanya *overlapping* atau tumbukan antara beberapa *task*. Risikonya adalah terjadinya penundaan pekerjaan (*delay*).

4. Mengubah hubungan antar *task* (*predecessor*)

Dengan menggeser *task* yang mengalami konflik, *overlapping* dapat dihindari tanpa harus menunda tanggal selesai dari proyek tersebut.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian bertujuan untuk menentukan perbandingan jadwal dalam proyek konstruksi menggunakan metode CPM dan PDM. Analisis data menggunakan metode analitis dan deskriptif. Analitis berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Sedangkan deskriptif maksudnya adalah dengan memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak serta kesimpulan dari hasil analisis. Metode CPM dan PDM digunakan sebagai alat bantu untuk mencapai perbandingan waktu efektivitas penyelesaian pada Proyek Pembangunan Gedung Edu Global School Medan.

3.2. Pengumpulan Data

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efisiensi perbandingan waktu dalam proyek konstruksi menggunakan metode CPM dan PDM. Untuk mendukung analisa tersebut, penulis mengambil contoh sebagai studi kasus yaitu Proyek Pembangunan Gedung Edu Global School Medan. Untuk mempermudah analisis, dalam penentuan durasi diperlukan data-data sekunder yang berkaitan langsung dengan proyek tersebut, seperti: *shop drawing* dan *time schedule*. Sedangkan data primer yang diperlukan adalah durasi optimistis dan durasi pesimistis yang diperoleh dari hasil interview kepada pihak kontraktor.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana meliputi *Shop Drawing* dan *Time Schedule*, yang diperoleh dari kontraktor. Data-data tersebut diperoleh pada saat penulis melaksanakan Kerja di Proyek Pembangunan Gedung Edu Global School Medan. Sedangkan data *optimistis time* diperoleh dari hasil interview terhadap pihak kontraktor.

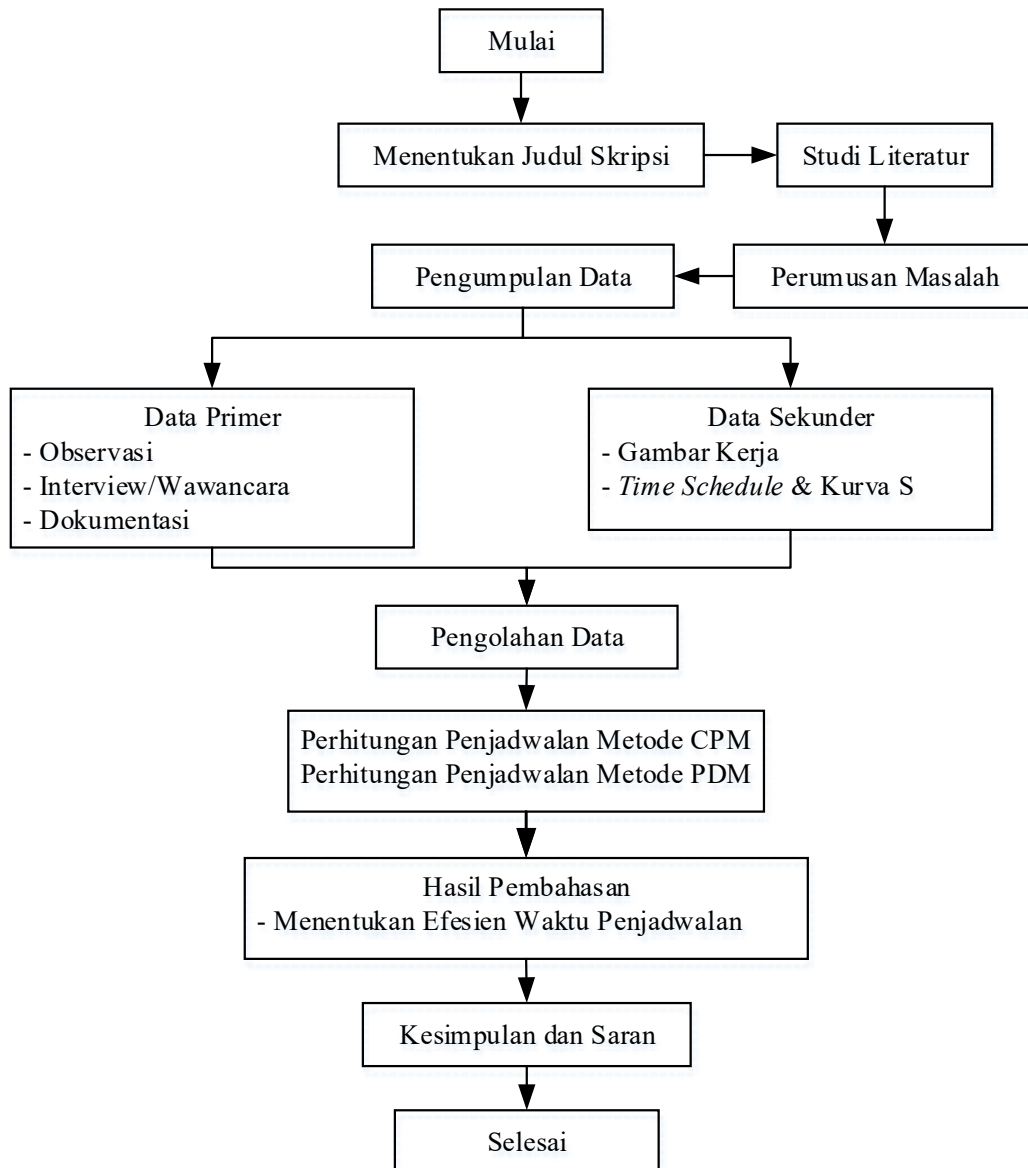
3.4. Teknik Analisa Data

Setelah mendapatkan data-data tahap selanjutnya adalah pengolahan dengan metode analisa dan menghasilkan tujuan awal dari Tugas Akhir. Tahapan-tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan *Work Breakdown Structure* (WBS).
2. Pembuatan Penjadwalan Proyek *Critical Path Method* (CPM).
3. Pembuatan Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan (*Predecessors*).
4. Pembuatan Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Perhitungan Total *Slack* dan menyusun jaringan kerja (*network diagram*).
5. Pengaplikasian *Microsoft Project 2010*.
6. Pembuatan Penjadwalan *Precedence Diagram Method* (PDM).
7. Pembuatan WBS dan Daftar Logika Hubungan Antar Pekerjaan (*Predecessors*).
8. Perhitungan Diagram Kerja Metode PDM.

3.5. Diagram Alir

Dalam pembuatan tugas akhir, penulis membuat diagram alir dengan tujuan dapat melihat tahapan-tahapan atau proses dalam pembuatan tugas akhir yang berbentuk skematik dimana digram alir tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Diagram Alir

3.6. Hasil Analisa

Hasil Analisa akan mendapatkan perbandingan hasil perhitungan penjadwalan proyek dengan menggunakan metode CPM dan PDM pada untuk menyelesaikan pembangunan struktur utama pada proyek Gedung Sekolah Edu Global School Medan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum

Pada penelitian ini akan dibuat perencanaan penjadwalan proyek dengan perbandingan metode penjadwalan proyek dalam manajemen konstruksi berupa *Critical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk mendapatkan hasil perbandingan dalam mengefesiensikan waktu. Adapun pembuatan penjadwalan proyek dilakukan berdasarkan data-data penjadwalan proyek yang telah dibuat oleh pihak pelaksana proyek. Dalam melakukan analisa dan perhitungan digunakan bantuan *Software Microsoft Excel* dan *Microsoft Project* untuk mempermudah perhitungan yang diperlukan.

4.2. Analisa Data Proyek

Data pdata proyek yang digunakan dalam menyusun penjadwalan proyek yang baru terdiri data-data *Work Breakdown Structure* (WBS), durasi proyek atau *Time Schedule*, dan analisa item pekerjaan. Data-data ini tidak langsung digunakan untuk membuat penjadwalan proyek yang baru tetapi dilakukan analisi dahulu sehingga dapat efektif diterapkan pada masing-masing metode.

4.3. Pembuatan *Work Breakdown Structure* (WBS)

Pengelompokan aktivitas-aktivitas proyek harus dikerjakan dan ditentukan berdasarkan gambar struktur, gambar stuktur yang dimaksud adalah dengan menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS). WBS dapat menunjukkan aktivitas-aktivitas proyek secara keseluruhan dalam pengerjaannya, yang digunakan sebagai dasar penentuan durasi pekerjaan digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan penjadwalan.

Tabel 4.1: Daftar Aktivitas Pada Proyek

<i>WBS</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>
1	BANGUNAN GEDUNG EDU GLOBAL SCHOOL	
1.1	A. PEKERJAAN PERSIAPAN	

Tabel 4.1: *Lanjutan*

1.1.1	Pembersihan lokasi	12
1.1.2	Pembuatan pagar sementara	4
1.1.3	Pembuatan gudang dan kantor	4
1.1.4	Listrik dan air kerja	1
1.2	B. PEKERJAAN STRUKTUR BETON BAWAH	
1.2.1	B.1 Pekerjaan Pondasi (PT)	
1.2.1.1	Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	1
1.2.1.2	Gali tanah sedalam 2 m	8
1.2.1.3	Gali tanah sedalam 1 m	4
1.2.1.4	Pasir urug dipadatkan	2
1.2.1.5	Cor lantai kerja	1
1.2.1.6	Bekisting Pondasi	3
1.2.1.7	Besi Beton Pondasi	5
1.2.1.8	Cor Beton Pondasi	2
1.2.2	B.2 Pekerjaan Pondasi (Pondasi Menerus Batu Kali)	
1.2.2.1	Pas. Batu kosong	1
1.2.2.2	Pas. Batu kali	1
1.2.2.3	Bekisting Sloof (15 x 20) cm	1
1.2.2.4	Besi Beton Sloof (15 x 20) cm	1
1.2.2.5	Cor Beton Sloof (15 x 20) cm	1
1.2.3	B.3 Pekerjaan Pondasi (Pondasi Rollag)	
1.2.3.1	Pas. Rollag batu kali	1
1.2.4	B.4 Pekerjaan Sloof (30 x 50 cm)	
1.2.4.1	Besi Beton Sloof	5
1.2.4.2	Bekisting Sloof	6
1.2.4.3	Cor Beton Sloof	3
1.2.4.4	Mengurug kembali tanah	5
1.3	C PEKERJAAN STRUKTUR BETON ATAS	
1.3.1	C.1 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI I	
1.3.1.1	C.1.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)	
1.3.1.1.1	Besi Beton Kolom	4
1.3.1.1.2	Bekisting Kolom	4
1.3.1.1.3	Cor Beton Kolom	2
1.3.1.2	C.1.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai	
1.3.1.2.1	Bekisting Balok	8
1.3.1.2.2	Bekisting Tangga	3
1.3.1.2.3	Bekisting Plat Lantai	8
1.3.1.2.4	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	9
1.3.1.2.5	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1
1.3.1.2.6	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5
1.3.2	C.2 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI II	
1.3.2.1	C.2.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)	

Tabel 4.1: *Lanjutan*

1.3.2.1.1	Besi Beton Kolom	5
1.3.2.1.2	Bekisting Kolom	5
1.3.2.1.3	Cor Beton Kolom	3
1.3.2.2	C.2.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai	
1.3.2.2.1	Bekisting Balok	9
1.3.2.2.2	Bekisting Tangga	4
1.3.2.2.3	Bekisting Plat Lantai	9
1.3.2.2.4	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	10
1.3.2.2.5	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1
1.3.2.2.6	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5
1.3.3	C.3 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI III	
1.3.3.1	C.3.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)	
1.3.3.1.1	Besi Beton Kolom	5
1.3.3.1.2	Bekisting Kolom	5
1.3.3.1.3	Cor Beton Kolom	3
1.3.3.2	C.3.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai	
1.3.3.2.1	Bekisting Balok	9
1.3.3.2.2	Bekisting Tangga	4
1.3.3.2.3	Bekisting Plat Lantai	9
1.3.3.2.4	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	10
1.3.3.2.5	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1
1.3.3.2.6	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5
1.3.4	C.4 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - ROOFTOP AREA TANGGA	
1.3.4.1	Pekerjaan Kolom (15 x 15 cm)	
1.3.4.1.1	Besi Beton Kolom Praktis	1
1.3.4.1.2	Bekisting Kolom Praktis	1
1.3.4.1.3	Cor Beton Kolom Praktis	1
1.3.4.2	Pekerjaan Ring Balok dan Rooftop Tangga	
1.3.4.2.1	Bekisting Ring balok	1
1.3.4.2.2	Bekisting Plat	1
1.3.4.2.3	Besi Beton	1
1.3.4.2.4	Cor Beton	1
1.3.4.2.5	Pembongkaran bekisting	1

4.4. Penjadwalan Proyek *Critical Path Method (CPM)*

Dalam perhitungan waktu juga digunakan tiga asumsi dasar yaitu: Pertama, proyek hanya memiliki satu *initial event (start)* dan satu terminal *event (finish)*. Kedua, saat tercepat terjadinya *initial event* adalah hari ke-nol. Ketiga, saat paling

lambat terjadinya terminal *event* adalah $LS = ES$. Adapun cara perhitungan dalam menentukan waktu penyelesaian terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*).

4.4.1. Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan (*Predecessors*)

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi kegiatan yang harus dilakukan dalam Kegiatan Pekerjaan Struktur Pada Proyek Gedung Edu Global School Medan. Daftar kegiatan dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan (*Predecessors*) dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Daftar Ketergantungan Antar Pekerjaan.

Kegiatan		Kode Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu (Hari)	Kegiatan Mendahului
i	j				
			BANGUNAN GEDUNG EDU GLOBAL SCHOOL		
			PEKERJAAN PERSIAPAN		
0	1	A	Pembersihan lokasi	12	-
1	2	B	Pembuatan pagar sementara	4	A
2	3	C	Pembuatan gudang dan kantor	4	A
3	4	D	Listrik dan air kerja	1	A
			B. PEKERJAAN STRUKTUR BETON BAWAH		
			B.1 Pekerjaan Pondasi (PT)		
4	5	E	Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	1	A
5	6	F	Gali tanah sedalam 2 m	8	E
6	7	G	Gali tanah sedalam 1 m	4	F
7	8	H	Pasir urug dipadatkan	2	G
8	9	I	Cor lantai kerja	1	H
9	10	J	Bekisting Pondasi	3	I
10	11	K	Besi Beton Pondasi	5	J
11	12	L	Cor Beton Pondasi	2	K
			B.2 Pekerjaan Pondasi (Pondasi Menerus Batu Kali)		
12	13	M	Pas. Batu kosong	1	H
13	14	N	Pas. Batu kali	1	M
14	15	O	Bekisting Sloof (15 x 20) cm	1	N
15	16	P	Besi Beton Sloof (15 x 20) cm	1	O
16	17	Q	Cor Beton Sloof (15 x 20) cm	1	P
			B.3 Pekerjaan Pondasi (Pondasi Rollag)		
17	18	R	Pas. Rollag batu kali	1	M
			B.4 Pekerjaan Sloof (30 x 50 cm)		

Tabel 4.2: Lanjutan

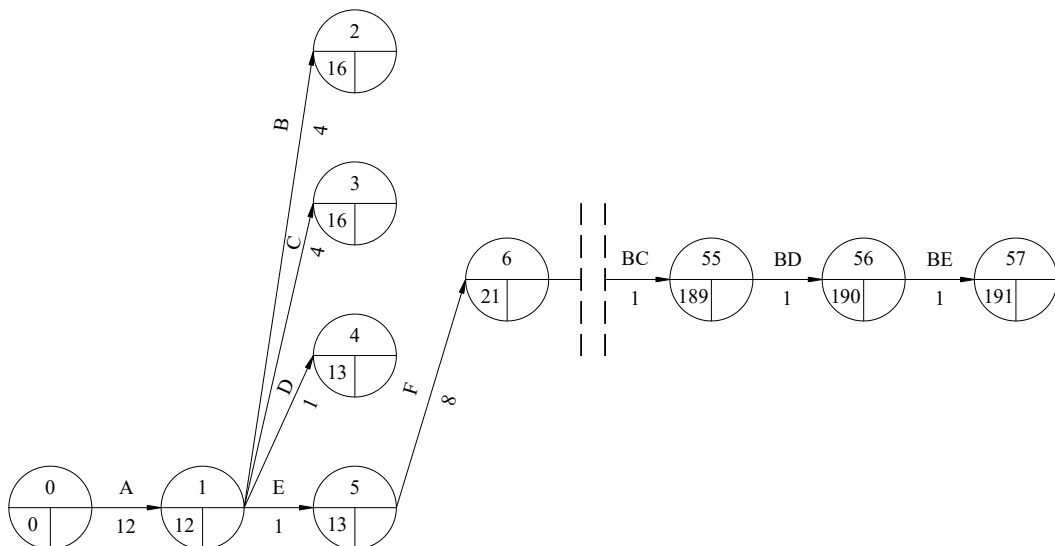
18	19	S	Besi Beton Sloof	5	L
19	20	T	Bekisting Sloof	6	S
20	21	U	Cor Beton Sloof	3	S;T
21	22	V	Mengurug kembali tanah	5	U
			C PEKERJAAN STRUKTUR BETON ATAS		
			C.1 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI I		
			C.1.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)		
22	23	W	Besi Beton Kolom	4	U
23	24	X	Bekisting Kolom	4	W
24	25	Y	Cor Beton Kolom	2	W;X
			C.1.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai		
25	26	Z	Bekisting Balok	8	Y
26	27	AA	Bekisting Tangga	3	Z
27	28	AB	Bekisting Plat Lantai	8	Z;AA
28	29	AC	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	9	Z;AA;AB
29	30	AD	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1	Z;AA;AB;AC
30	31	AE	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5	AD
			C.2 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI II		
			C.2.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)		
31	32	AF	Besi Beton Kolom	5	AD
32	33	AG	Bekisting Kolom	5	AF
33	34	AH	Cor Beton Kolom	3	AF;AG
			C.2.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai		
34	35	AI	Bekisting Balok	9	AH
35	36	AJ	Bekisting Tangga	4	AI
36	37	AK	Bekisting Plat Lantai	9	AI;AJ
37	38	AL	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	10	AI;AJ;AK
38	39	AM	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1	AI;AJ;AK;AL
39	40	AN	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5	AM
			C.3 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI III		
			C.3.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)		
40	41	AO	Besi Beton Kolom	5	AM
41	42	AP	Bekisting Kolom	5	AO
42	43	AQ	Cor Beton Kolom	3	AO;AP
			C.3.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai		
43	44	AR	Bekisting Balok	9	AQ
44	45	AS	Bekisting Tangga	4	AR
45	46	AT	Bekisting Plat Lantai	9	AR;AS
46	47	AU	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	10	AR;AS;AT

Tabel 4.2: Lanjutan

47	48	AV	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1	AR;AS;AT;AU
48	49	AW	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5	
			C.4 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - ROOFTOP AREA TANGGA		
			Pekerjaan Kolom (15 x 15 cm)		
49	50	AX	Besi Beton Kolom Praktis	1	AV
50	51	AY	Bekisting Kolom Praktis	1	AX
51	52	AZ	Cor Beton Kolom Praktis	1	AY
			Pekerjaan Ring Balok dan Rooftop Tangga		
52	53	BA	Bekisting Ring balok	1	AZ
53	54	BB	Bekisting Plat	1	BA
54	55	BC	Besi Beton	1	BB
55	56	BD	Cor Beton	1	BC
56	57	BE	Pembongkaran bekisting	1	BD

4.4.2. Perhitungan Maju

Untuk menghitung waktu penyelesaian waktu tercepat suatu kegiatan (EF) dimulai dari *Start (initial event)* menuju *Finish (terminal event)*, waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E). Berikut hasil bentuk Diagram Jaringan Kerja CPM perhitungan Maju dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Diagram Jaringan Kerja CPM Perhitungan Maju

Waktu selesai paling awal suatu kegiatan sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah dengan kurun waktu kegiatan yang mendahuluinya. Perhitungan awal dapat diidentifikasi yaitu:

$$EF (i - j) = ES (i - j) + t (i - j) \quad (4.1)$$

$$EF (0-1) = ES (0-1) + D = 0 + 12 = 12$$

$$EF (1-2) = ES (1-2) + D = 12 + 4 = 16$$

$$EF (1-3) = ES (1-3) + D = 12 + 4 = 16$$

$$EF (1-4) = ES (1-4) + D = 12 + 1 = 13$$

$$EF (1-5) = ES (1-5) + D = 12 + 1 = 13$$

$$EF (5-6) = ES (5-6) + D = 13 + 8 = 21$$

$$EF (54-55) = ES (54-55) + D = 188 + 1 = 189$$

$$EF (55-56) = ES (55-56) + D = 189 + 1 = 190$$

$$EF (56-57) = ES (56-57) + D = 190 + 1 = 191$$

Dengan perhitungan yang sama untuk kegiatan A - BE (Pembersihan lokasi – Pembakaran bekisting *rooftop area* tangga) hasil perhitungan maju pada dapat dilihat tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil Perhitungan ES Untuk Mendapatkan EF

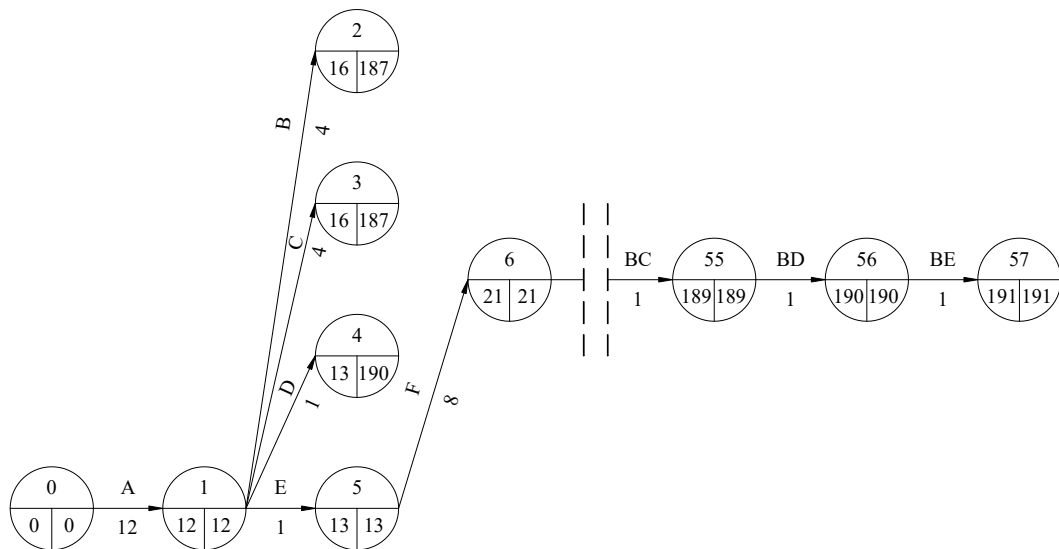
Kegiatan		Waktu Kegiatan	Waktu (Hari)	Paling Awal	
i	j			Mulai (ES)	Selesai (EF)
0	1	A	12	0	12
1	2	B	4	12	16
2	3	C	4	12	16
3	4	D	1	12	13
4	5	E	1	12	13
5	6	F	8	13	21
6	7	G	4	21	25
7	8	H	2	25	27
8	9	I	1	27	28
9	10	J	3	28	31
10	11	K	5	31	36
11	12	L	2	36	38
12	13	M	1	27	28
13	14	N	1	28	29
14	15	O	1	29	30
15	16	P	1	30	31
16	17	Q	1	31	32
17	18	R	1	28	29
18	19	S	5	38	43

Tabel 4.3: *Lanjutan*

19	20	T	6	43	49
20	21	U	3	49	52
21	22	V	5	52	57
22	23	W	4	52	56
23	24	X	4	56	60
24	25	Y	2	60	62
25	26	Z	8	62	70
26	27	AA	3	70	73
27	28	AB	8	73	81
28	29	AC	9	81	90
29	30	AD	1	90	91
30	31	AE	5	91	96
31	32	AF	5	91	96
32	33	AG	5	96	101
33	34	AH	3	101	104
34	35	AI	9	104	113
35	36	AJ	4	113	117
36	37	AK	9	117	126
37	38	AL	10	126	136
38	39	AM	1	136	137
39	40	AN	5	137	142
40	41	AO	5	137	142
41	42	AP	5	142	147
42	43	AQ	3	147	150
43	44	AR	9	150	159
44	45	AS	4	159	163
45	46	AT	9	163	172
46	47	AU	10	172	182
47	48	AV	1	182	183
48	49	AW	5	183	188
49	50	AX	1	183	184
50	51	AY	1	184	185
51	52	AZ	1	185	186
52	53	BA	1	186	187
53	54	BB	1	187	188
54	55	BC	1	188	189
55	56	BD	1	189	190
56	57	BE	1	190	191

4.4.3. Perhitungan Mundur

Untuk menghitung waktu paling lambat suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L) dimulai dari *Fimish* menuju *Start*. Hasil Diagram Jaringan Kerja CPM pada perhitungan mundur dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Diagram Jaringan Kerja CPM Perhitungan Mundur

Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan. Perhitungan mundur dapat diidentifikasi yaitu:

$$LS (i - j) = LF (i - j) - t \quad (4.2)$$

$$LS (57) = EF (57) - D = 191 - 0 = 191$$

$$LS (57-56) = EF (57-56) - D = 191 - 1 = 190$$

$$LS (56-55) = EF (56-55) - D = 190 - 1 = 189$$

$$LS (7-6) = EF (7-6) - D = 25 - 4 = 21$$

$$LS (6-5) = EF (5-6) - D = 21 - 8 = 13$$

$$LS (5-1) = EF (5-1) - D = 13 - 1 = 12$$

$$LS (4-1) = EF (4-1) - D = 191 - 1 = 190$$

$$LS (3-1) = EF (3-1) - D = 191 - 4 = 187$$

$$LS (2-1) = EF (2-1) - D = 191 - 4 = 187$$

$$LS (1-0) = EF (1-0) - D = 12 - 12 = 0$$

Dengan perhitungan yang sama untuk kegiatan BE - A (Pembokaran bekisting *rooftop area* tangga - Pembersihan lokasi) hasil perhitungan mundur pada dapat dilihat tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil Perhitungan Mundur Untuk Mendapatkan *Late Finish* (LF)

Kegiatan		Kode Kegiatan	Waktu (Hari)	Paling Awal		Paling Akhir	
i	j			Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)
0	1	A	12	0	12	0	12
1	2	B	4	12	16	187	191
2	3	C	4	12	16	187	191
3	4	D	1	12	13	190	191
4	5	E	1	12	13	12	13
5	6	F	8	13	21	13	21
6	7	G	4	21	25	21	25
7	8	H	2	25	27	25	27
8	9	I	1	27	28	27	28
9	10	J	3	28	31	28	31
10	11	K	5	31	36	31	36
11	12	L	2	36	38	36	38
12	13	M	1	27	28	186	187
13	14	N	1	28	29	187	188
14	15	O	1	29	30	188	189
15	16	P	1	30	31	189	190
16	17	Q	1	31	32	190	191
17	18	R	1	28	29	190	191
18	19	S	5	38	43	38	43
19	20	T	6	43	49	43	49
20	21	U	3	49	52	49	52
21	22	V	5	52	57	186	191
22	23	W	4	52	56	52	56
23	24	X	4	56	60	56	60
24	25	Y	2	60	62	60	62
25	26	Z	8	62	70	62	70
26	27	AA	3	70	73	70	73
27	28	AB	8	73	81	73	81
28	29	AC	9	81	90	81	90
29	30	AD	1	90	91	90	91
30	31	AE	5	91	96	186	191
31	32	AF	5	91	96	91	96
32	33	AG	5	96	101	96	101
33	34	AH	3	101	104	101	104
34	35	AI	9	104	113	104	113

Tabel 4.4: *Lanjutan*

35	36	AJ	4	113	117	113	117
36	37	AK	9	117	126	117	126
37	38	AL	10	126	136	126	136
38	39	AM	1	136	137	136	137
39	40	AN	5	137	142	186	191
40	41	AO	5	137	142	137	142
41	42	AP	5	142	147	142	147
42	43	AQ	3	147	150	147	150
43	44	AR	9	150	159	150	159
44	45	AS	4	159	163	159	163
45	46	AT	9	163	172	163	172
46	47	AU	10	172	182	172	182
47	48	AV	1	182	183	182	183
48	49	AW	5	183	188	186	191
49	50	AX	1	183	184	183	184
50	51	AY	1	184	185	184	185
51	52	AZ	1	185	186	185	186
52	53	BA	1	186	187	186	187
53	54	BB	1	187	188	187	188
54	55	BC	1	188	189	188	189
55	56	BD	1	189	190	189	190
56	57	BE	1	190	191	190	191

4.4.4. Perhitungan Total *Slack*

Untuk mengidentifikasi *Free Slack* dari suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal (ES_2) dari kegiatan berikutnya dikurangi waktu mulai kegiatan yang dimaksud (ES_1) dikurangi kurun waktu kegiatan yang dimaksud (t_1), Dari perhitungan mundur dapat diidentifikasi waktu Total *slack*, yaitu:

$$TS = LS - ES \text{ atau } LF - EF \quad (4.3)$$

Tabel 4.5: Hasil Perhitungan Total *Slack* (Sumber: Hasil Analisa, 2021)

Kegiatan		Kode Kegiatan	Waktu (Hari)	Paling Awal		Paling Akhir		Total <i>Slack</i> (TS)	Jalur Kritis
i	j			Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)		
0	1	A	12	0	12	0	12	0	Ya
1	2	B	4	12	16	187	191	175	Tidak
2	3	C	4	12	16	187	191	175	Tidak
3	4	D	1	12	13	190	191	178	Tidak

Tabel 4.5: Lanjutan

4	5	E	1	12	13	12	13	0	Ya
5	6	F	8	13	21	13	21	0	Ya
6	7	G	4	21	25	21	25	0	Ya
7	8	H	2	25	27	25	27	0	Ya
8	9	I	1	2J7	28	27	28	0	Ya
9	10	J	3	2K8	31	28	31	0	Ya
10	11	K	5	31	36	31	36	0	Ya
11	12	L	2	36	38	36	38	0	Ya
12	13	M	1	27	28	186	187	159	Tidak
13	14	N	1	28	29	187	188	159	Tidak
14	15	O	1	29	30	188	189	159	Tidak
15	16	P	1	30	31	189	190	159	Tidak
16	17	Q	1	31	32	190	191	159	Tidak
17	18	R	1	28	29	190	191	162	Tidak
18	19	S	5	38	43	38	43	0	Ya
19	20	T	6	43	49	43	49	0	Ya
20	21	U	3	49	52	49	52	0	Ya
21	22	V	5	52	57	186	191	134	Tidak
22	23	W	4	52	56	52	56	0	Ya
23	24	X	4	56	60	56	60	0	Ya
24	25	Y	2	60	62	60	62	0	Ya
25	26	Z	8	62	70	62	70	0	Ya
26	27	AA	3	70	73	70	73	0	Ya
27	28	AB	8	73	81	73	81	0	Ya
28	29	AC	9	81	90	81	90	0	Ya
29	30	AD	1	90	91	90	91	0	Ya
30	31	AE	5	91	96	186	191	95	Tidak
31	32	AF	5	91	96	91	96	0	Ya
32	33	AG	5	96	101	96	101	0	Ya
33	34	AH	3	101	104	101	104	0	Ya
34	35	AI	9	104	113	104	113	0	Ya
35	36	AJ	4	113	117	113	117	0	Ya
36	37	AK	9	117	126	117	126	0	Ya
37	38	AL	10	126	136	126	136	0	Ya
38	39	AM	1	136	137	136	137	0	Ya
39	40	AN	5	137	142	186	191	49	Tidak
40	41	AO	5	137	142	137	142	0	Ya
41	42	AP	5	142	147	142	147	0	Ya
42	43	AQ	3	147	150	147	150	0	Ya
43	44	AR	9	150	159	150	159	0	Ya
44	45	AS	4	159	163	159	163	0	Ya
45	46	AT	9	163	172	163	172	0	Ya

Tabel 4.5: *Lanjutan*

46	47	AU	10	172	182	172	182	0	Ya
47	48	AV	1	182	183	182	183	0	Ya
48	49	AW	5	183	188	186	191	3	Tidak
49	50	AX	1	183	184	183	184	0	Ya
50	51	AY	1	184	185	184	185	0	Ya
51	52	AZ	1	185	186	185	186	0	Ya
52	53	BA	1	186	187	186	187	0	Ya
53	54	BB	1	187	188	187	188	0	Ya
54	55	BC	1	188	189	188	189	0	Ya
55	56	BD	1	189	190	189	190	0	Ya
56	57	BE	1	190	191	190	191	0	Ya

Suatu kegiatan yang memiliki kelonggaran atau *Slack* dikatakan Kegiatan Kritis, berarti kegiatan kritis mempunyai $Total Slack = Free Slack = 0$. Sedangkan yang dimaksud Lintasan Kritis (*Critical Path*) adalah lintasan dari *Start* sampai dengan *Finish* yang terdiri dari rangkaian kegiatan-kegiatan kritis. Adapun Gambar Lintasan Keritis Kegiatan Pada Proyek Pembangunan Gedung *Edu Global School* Medan Waktu Penyelesaian dapat dilihat pada lampiran 1.

4.5. Penggunaan *Microsoft Project*

Dalam proses penjadwalan aktivitas proyek akan digunakan *Software Microsoft Project 2010* sebagai alat bantu untuk memproses data dan menampilkan hasil penjadwalan. Proses penjadwalan dilakukan dengan menginput seluruh data yang diperoleh berupa item pekerjaan, durasi pekerjaan, dan hubungan antar kegiatan.

4.6. Penjadwalan *Precedence Diagram Method*

Penyusunan jadwal proyek adalah merencanakan waktu suatu aktivitas yang harus dimulai dan harus berakhir. Setelah hubungan ketergantungan antar kegiatan tersusun selanjutnya menggambarkan jaringan kerja seluruh kegiatan. Program *Microsoft Project* membantu mengolah dan mendapatkan jadwal proyek dengan metode *Gantt Chart* beserta lintasan kritisnya.

4.6.1. WBS dan Daftar Logika Hubungan Antar Pekerjaan (*Predecessors*)

Pembuatan logika hubungan dilakukan dengan cara menginput FS (*Finish to Start*), SS (*Start to Start*), FF (*Finish to Finish*), dan FS (*Finish to Start*) pada masing-masing aktivitas yang berhubungan secara logika. Hubungan antar pekerjaan dalam proyek ini tidak semua sama ada pekerjaan yang mulai atau selesai bersamaan. Ada pula pekerjaan yang dimulai setelah beberapa hari pekerjaan lainnya selesai. Sehingga hubungan ketergantungan antar pekerjaan pada proyek ini adalah hubungan *predecessor*, yaitu hubungan terhadap aktivitas sebelumnya. Setelah hubungan ketergantungan pekerjaan dimasukkan, hal ini berarti bahwa kita selesai memasukan data proyek kedalam *Microsoft Project 2010*.

Tabel 4.6: *Work Breakdown Structure dan Predecessor*

	<i>WBS</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Predecessors</i>
1	1	BANGUNAN GEDUNG EDU GLOBAL SCHOOL		
2	1.1	A. PEKERJAAN PERSIAPAN		
3	1.1.1	Pembersihan lokasi	12 days	
4	1.1.2	Pembuatan pagar sementara	4 days	3FF
5	1.1.3	Pembuatan gudang dan kantor	4 days	3FF
6	1.1.4	Listrik dan air kerja	1 day	3FF
7	1.2	B. PEKERJAAN STRUKTUR BETON BAWAH		
8	1.2.1	B.1 Pekerjaan Pondasi (PT)		
9	1.2.1.1	Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	1 day	3
10	1.2.1.2	Gali tanah sedalam 2 m	8 days	9
11	1.2.1.3	Gali tanah sedalam 1 m	4 days	10FF
12	1.2.1.4	Pasir urug dipadatkan	2 days	11
13	1.2.1.5	Cor lantai kerja	1 day	12
14	1.2.1.6	Bekisting Pondasi	3 days	13
15	1.2.1.7	Besi Beton Pondasi	5 days	14SS
16	1.2.1.8	Cor Beton Pondasi	2 days	15
17	1.2.2	B.2 Pekerjaan Pondasi (Pondasi Menerus Batu Kali)		
18	1.2.2.1	Pas. Batu kosong	1 day	12
19	1.2.2.2	Pas. Batu kali	1 day	18
20	1.2.2.3	Bekisting Sloof (15 x 20) cm	1 day	19
21	1.2.2.4	Besi Beton Sloof (15 x 20) cm	1 day	20SS
22	1.2.2.5	Cor Beton Sloof (15 x 20) cm	1 day	21
23	1.2.3	B.3 Pekerjaan Pondasi (Pondasi Rollag)		
24	1.2.3.1	Pas. Rollag batu kali	1 day	18SS

Tabel 4.6: Lanjutan

25	1.2.4	B.4 Pekerjaan Sloof (30 x 50 cm)		
26	1.2.4.1	Besi Beton Sloof	5 days	16
27	1.2.4.2	Bekisting Sloof	6 days	26SS
28	1.2.4.3	Cor Beton Sloof	3 days	27;26
29	1.2.4.4	Mengurug kembali tanah	5 days	28
30	1.3	C PEKERJAAN STRUKTUR BETON ATAS		
31	1.3.1	C.1 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI I		
32	1.3.1.1	C.1.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)		
33	1.3.1.1.1	Besi Beton Kolom	4 days	28
34	1.3.1.1.2	Bekisting Kolom	4 days	33FF+1 day
35	1.3.1.1.3	Cor Beton Kolom	2 days	34FF;33FF+1 day
36	1.3.1.2	C.1.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai		
37	1.3.1.2.1	Bekisting Balok	8 days	35
38	1.3.1.2.2	Bekisting Tangga	3 days	37FF
39	1.3.1.2.3	Bekisting Plat Lantai	8 days	37FF;38FF+2 days
40	1.3.1.2.4	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	9 days	37FF;38FF;39FF+5 days
41	1.3.1.2.5	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1 day	40;37;38;39
42	1.3.1.2.6	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5 days	41FS+21 days
43	1.3.2	C.2 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI II		
44	1.3.2.1	C.2.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)		
45	1.3.2.1.1	Besi Beton Kolom	5 days	41
46	1.3.2.1.2	Bekisting Kolom	5 days	45FF+1 day
47	1.3.2.1.3	Cor Beton Kolom	3 days	46FF+1 day;45FF
48	1.3.2.2	C.2.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai		
49	1.3.2.2.1	Bekisting Balok	9 days	47
50	1.3.2.2.2	Bekisting Tangga	4 days	49FF
51	1.3.2.2.3	Bekisting Plat Lantai	9 days	49FF;50FF+2 days
52	1.3.2.2.4	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	10 days	49FF;50FF;51FF+5 days
53	1.3.2.2.5	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1 day	52;49;50;51
54	1.3.2.2.6	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5 days	53FS+21 days
55	1.3.3	C.3 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI III		
56	1.3.3.1	C.3.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)		
57	1.3.3.1.1	Besi Beton Kolom	5 days	53
58	1.3.3.1.2	Bekisting Kolom	5 days	57FF+1 day

Tabel 4.6: *Lanjutan*

59	1.3.3.1.3	Cor Beton Kolom	3 days	58FF+1 day;57FF
60	1.3.3.2	C.3.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai		
61	1.3.3.2.1	Bekisting Balok	9 days	59
62	1.3.3.2.2	Bekisting Tangga	4 days	61FF
63	1.3.3.2.3	Bekisting Plat Lantai	9 days	61FF;62FF+2 days
64	1.3.3.2.4	Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	10 days	61FF;62FF;63 FF+5 days
65	1.3.3.2.5	Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1 day	64;61;62;63
66	1.3.3.2.6	Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	5 days	65FS+21 days
67	1.3.4	C.4 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - ROOFTOP AREA TANGGA		
68	1.3.4.1	Pekerjaan Kolom (15 x 15 cm)		
69	1.3.4.1.1	Besi Beton Kolom Praktis	1 day	65
70	1.3.4.1.2	Bekisting Kolom Praktis	1 day	69FF
71	1.3.4.1.3	Cor Beton Kolom Praktis	1 day	70
72	1.3.4.2	Pekerjaan Ring Balok dan Rooftop Tangga		
73	1.3.4.2.1	Bekisting Ring balok	1 day	71
74	1.3.4.2.2	Bekisting Plat	1 day	73FF+1 day
75	1.3.4.2.3	Besi Beton	1 day	74
76	1.3.4.2.4	Cor Beton	1 day	75
77	1.3.4.2.5	Pembongkaran bekisting	1 day	76FS+21 days

4.6.2. Perhitungan Diagram Kerja Metode PDM

Jadwal PDM menunjukkan urutan aktivitas beserta lintasan kritis, sehingga memudahkan dalam proses *controlling*. Pada penjadwalan PDM ini menggunakan AON (*Activity on Node*) dalam menentukan waktunya terdapat *forward pass* yang terdiri dari *early start* dan *early finish* dan *backward pass* yang terdiri dari *late start* dan *late finish*. Berdasarkan jadwal PDM diketahui *free float* dan *total float* kemudian dapat dilihat apakah itu merupakan jalur kritis apa bukan.

Total float adalah jumlah total waktu yang dimiliki oleh suatu aktivitas yang dapat ditunda (*aktivitas non kritis*) tanpa mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan.

1. Bila *finish* dari rencana lebih cepat dari *early finish* pada *actual* maka dikatakan bahwa pekerjaan aktivitas tersebut lebih lambat dari rencana.

2. Bila *finish* dari rencana lebih lama dari *late finish* pada *actual* maka dikatakan bahwa pekerjaan aktivitas tersebut lebih cepat dari rencana.
3. Bila *finish* dari rencana diantara *early finish* dan *late finish* pada *actual* maka dikatakan bahwa pekerjaan aktivitas tersebut tepat waktu.

Pada Studi Kasus ini terdapat lintasan kritis yang didapat dari *Microsoft Project 2010* yang dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Nilai ES, EF, LS, LF dan Total *Slack*

<i>Task Name</i>	<i>Early Start</i>	<i>Early Finish</i>	<i>Late Start</i>	<i>Late Finish</i>	<i>Total Slack</i>	<i>Critical</i>
BANGUNAN GEDUNG EDU GLOBAL SCHOOL						
A. PEKERJAAN PERSIAPAN						
Pembersihan lokasi	6	18	6	18	0	<i>Yes</i>
Pembuatan pagar sementara	15	18	8	11	125	<i>No</i>
Pembuatan gudang dan kantor	15	18	8	11	125	<i>No</i>
Listrik dan air kerja	18	18	11	11	125	<i>No</i>
B. PEKERJAAN STRUKTUR BETON BAWAH						
B.1 Pekerjaan Pondasi (PT)						
Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	20	20	20	20	0	<i>Yes</i>
Gali tanah sedalam 2 m	21	29	21	29	0	<i>Yes</i>
Gali tanah sedalam 1 m	25	29	25	29	0	<i>Yes</i>
Pasir urug dipadatkan	30	1	30	1	0	<i>Yes</i>
Cor lantai kerja	2	2	2	2	0	<i>Yes</i>
Bekisting Pondasi	4	6	4	6	0	<i>Yes</i>
Besi Beton Pondasi	4	8	4	8	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Pondasi	9	11	9	11	0	<i>Yes</i>
B.2 Pekerjaan Pondasi (Pondasi Menerus Batu Kali)						
Pas. Batu kosong	2	2	8	8	110	<i>No</i>
Pas. Batu kali	4	4	9	9	110	<i>No</i>
Bekisting Sloof (15 x 20) cm	5	5	10	10	110	<i>No</i>
Besi Beton Sloof (15 x 20) cm	5	5	10	10	110	<i>No</i>
Cor Beton Sloof (15 x 20) cm	6	6	11	11	110	<i>No</i>
B.3 Pekerjaan Pondasi (Pondasi Rollag)						
Pas. Rollag batu kali	2	2	11	11	113	<i>No</i>
B.4 Pekerjaan Sloof (30 x 50 cm)						
Besi Beton Sloof	12	16	12	16	0	<i>Yes</i>
Bekisting Sloof	12	18	12	18	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Sloof	19	21	19	21	0	<i>Yes</i>

Tabel 4.7: *Lanjutan*

Mengurug kembali tanah	22	27	7	11	92	<i>No</i>
C PEKERJAAN STRUKTUR BETON ATAS						
C.1 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI I						
C.1.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)						
Besi Beton Kolom	22	26	22	26	0	<i>Yes</i>
Bekisting Kolom	23	27	23	27	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Kolom	26	27	26	27	0	<i>Yes</i>
C.1.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai						
Bekisting Balok	28	5	28	5	0	<i>Yes</i>
Bekisting Tangga	3	5	3	5	0	<i>Yes</i>
Bekisting Plat Lantai	30	8	30	8	0	<i>Yes</i>
Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	4	13	4	13	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	15	15	15	15	0	<i>Yes</i>
Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	10	15	7	11	50	<i>No</i>
C.2 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI II						
C.2.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)						
Besi Beton Kolom	16	20	16	20	0	<i>Yes</i>
Bekisting Kolom	17	22	17	22	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Kolom	20	23	20	23	0	<i>Yes</i>
C.2.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai						
Bekisting Balok	24	3	24	3	0	<i>Yes</i>
Bekisting Tangga	30	3	30	3	0	<i>Yes</i>
Bekisting Plat Lantai	26	6	26	6	0	<i>Yes</i>
Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	1	11	1	11	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	13	13	13	13	0	<i>Yes</i>
Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	7	12	7	11	26	<i>No</i>
C.3 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - LANTAI III						
C.3.1 Pekerjaan Kolom (50 x 50 cm)						
Besi Beton Kolom	14	18	14	18	0	<i>Yes</i>
Bekisting Kolom	15	20	15	20	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Kolom	18	21	18	21	0	<i>Yes</i>

Tabel 4.7: *Lanjutan*

C.3.2 Pekerjaan Balok, Tangga dan Plat Lantai						
Bekisting Balok	22	31	22	31	0	<i>Yes</i>
Bekisting Tangga	28	31	28	31	0	<i>Yes</i>
Bekisting Plat Lantai	24	3	24	3	0	<i>Yes</i>
Besi Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	29	8	29	8	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Balok, Tangga dan Plat Lantai	10	10	10	10	0	<i>Yes</i>
Pembongkaran Bekisting Balok, Tangga dan Plat Lantai	4	9	7	11	2	<i>No</i>
C.4 PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG - ROOFTOP AREA TANGGA						
Pekerjaan Kolom (15 x 15 cm)						
Besi Beton Kolom Praktis	11	11	11	11	0	<i>Yes</i>
Bekisting Kolom Praktis	11	11	11	11	0	<i>Yes</i>
Cor Beton Kolom Praktis	12	12	12	12	0	<i>Yes</i>
Pekerjaan Ring Balok dan Rooftop Tangga						
Bekisting Ring balok	13	13	13	13	0	<i>Yes</i>
Bekisting Plat	14	14	14	14	0	<i>Yes</i>
Besi Beton	15	15	15	15	0	<i>Yes</i>
Cor Beton	17	17	17	17	0	<i>Yes</i>
Pembongkaran bekisting	11	11	11	11	0	<i>Yes</i>

Suatu kegiatan yang memiliki kelonggaran atau *Slack* dikatakan Kegiatan Kritis, berarti kegiatan kritis mempunyai $Total Slack = Free Slack = 0$. Sedangkan yang dimaksud Lintasan Kritis (*Critical Path*) adalah lintasan dari *Start* sampai dengan *Finish* yang terdiri dari rangkaian kegiatan-kegiatan kritis. Adapun Gambar Lintasan Keritis Kegiatan Pada Proyek Pembangunan Gedung *Edu Global School* Medan Waktu Penyelesaian dapat dilihat pada lampiran 2.

4.7. Perbandingan Perhitungan Penjadwalan Proyek

Berdasarkan hasil perhitungan dari metode perhitungan jadwal dapat diketahui bahwa perhitungan PDM merupakan yang paling optimal karena waktu yang optimum. Metode PDM dengan aturan jaringan yang memperoleh kegiatan tumpang tindih dapat mengurangi hari pengerjaan proyek dibandingkan dengan metode CPM dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8: Perbandingan Perhitungan Penjadwalan Proyek

Metode	Waktu
<i>Critical Path Method (CPM)</i>	191 hari
<i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	137 hari

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari Sumber: Hasil Analisa perhitungan penjadwalan proyek pada pembangunan Gedung Sekolah Edu Global School Medan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan CPM memperoleh hasil jadwal proyek selama 191 hari dengan pekerjaan lintasan kritis adalah 44 kegiatan.
2. Perhitungan PDM dengan bantuan *Software Microsoft Project 2010* memperoleh hasil jadwal proyek selama 137 hari dengan pekerjaan lintasan kritis adalah 44 kegiatan.
3. Hasil perhitungan CPM dan PDM menunjukkan bahwa perhitungan PDM lebih optimal dari pada CPM dengan selisi 54 hari lebih cepat PDM dari CPM.

5.2. Saran

Adapun yang menjadi saran dari penulis setelah melakukan penelitian ini adalah:

1. Dalam menggunakan program *Microsoft Project 2010* untuk pengelolaan proyek tidaklah cukup hanya berbekal pengetahuan untuk mengoperasikannya saja, namun perlu dibekali dengan pemahaman dalam proses pengolahan data manajemen konstruksi. Penggunaan *Microsoft Project* sebaiknya digunakan untuk proyek besar dan kompleks sehingga manfaatnya lebih terasa.
2. Penggunaan program *Microsoft Project 2010* dalam skripsi ini masih sangat sederhana, untuk itu masih perlu mempelajari lebih jauh lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ilma, A. (2016). *Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan PDM dan Pert Serta Crash Project (Studi kasus : Pembangunan Gedung Main Power House PT. Adhi Karya)*. 2(1), 31–43.
- Aman, D. F., Ahadian, E. R., & Rizal, M. (n.d.). *METODE ANALISIS NILAI HASIL MENGGUNAKAN MICROSOFT*. 2(1), 1–9.
- Cpm, P. A., & Chart-, D. A. N. T. B. A. R. (2012). *Perbandingan aplikasi cpm, pdm, dan teknik bar chart- kurva s pada optimalisasi penjadwalan proyek*. 01(1), 15–22.
- Febriana, W., & Aziz, U. A. (2021). Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Menggunakan Microsoft Project 2016. *Jurnal Ilmu Teknik Sipil Surya Beton*, 5(1), 37–45.
- Haris, A. (2019). *khazanah informatika Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal*. 5(1), 28–36.
- Jurusan, D., Sipil, T., Teknik, F., & Udayana, U. (2011). *PENJADWALAN PROYEK DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) DAN RANKED POSITION WEIGHT METHOD (RPWM) I Gusti Ngurah Oka Suputra*. 15(1), 18–28.
- Kasus, S., Rumah, P., Amahusu, D., & Ambon, K. (2018). *PENJADWALAN WAKTU PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH DENGAN MENGGUNAKAN CPM (CRITICAL PATH METHOD) TIME SCHEDULE PROJECT OF HOUSING DEVELOPMENT USING CPM (CRITICAL PATH METHOD) (Study Case : Residential Development in Amahusu Village , Ambon City)*. 12, 61–68.
- Ketut, N., Tastrawati, T., Putu, L., & Harini, I. (2020). *WAKTU PENYELESAIAN PROYEK KONSTRUKSI MENGGUNAKAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD DAN LINE OF BALANCE*. 9(3), 190–196.
- Konstruksi, P. P. (2013). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 17, No. 1, Januari 2013*. 17(1), 73–83.
- Pdm, M., Cpm, D. A. N., Kasus, S., Pembangunan, P., Yogya, T., & Pekalongan, D. I. (2021). *UNNES Journal of Mathematics*. 10(1), 63–67.
- Safitri, E., Basriati, S., & Hanum, L. (2019). *Optimasi Penjadwalan Proyek menggunakan CPM dan PDM (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Balai*

Nikah dan Manasik Haji KUA Kecamatan Kateman Kabupaten Indragiri Hilir). 5(2), 17–25.

Taurusyanti, D., & E-issn, F. L. (2015). *Dewi Taurusyanti dan Muh. Firki Lesmana E-ISSN 2502-5678*. 1(1), 32–36.

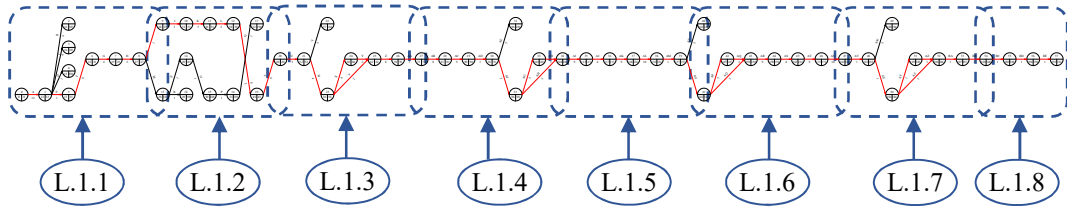
Tjakra, J., & Pratisis, P. A. K. (2016). *PENERAPAN METODE CPM PADA PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS PEMBANGUNAN GEDUNG BARU KOMPLEKS EBEN HAEZAR MANADO)*. 4(9), 551–558.

Wartinah, T. A. M. T. dan R. M. Y. (2013). *PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG RESEARCH CENTRE UNIVERSITAS TADULAKO DENGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT Scheduling Of Construction Project Research Centre Building Tadulako University By Using Microsoft Project*.

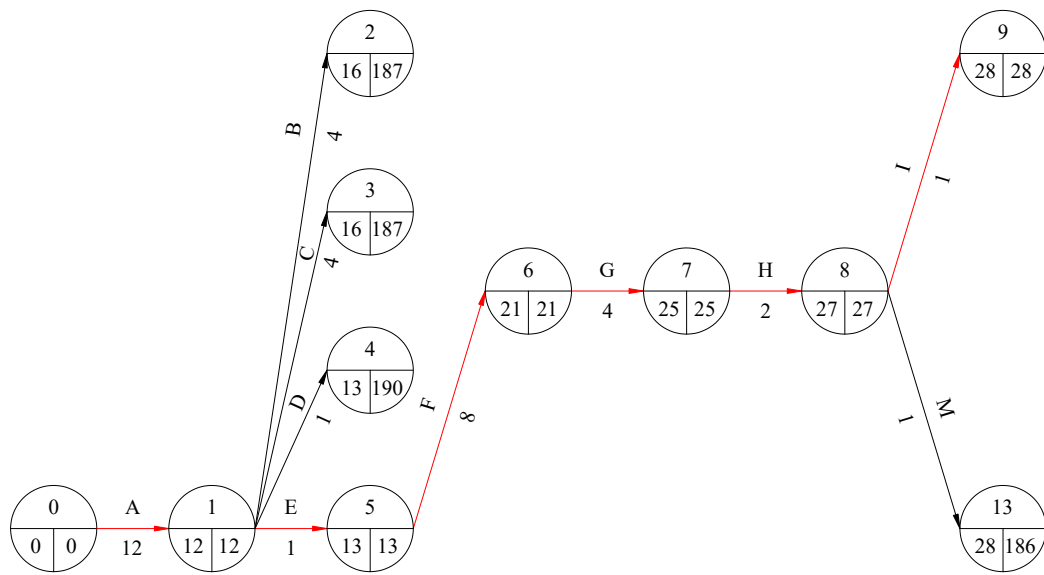
Wowor, F. N., Sompie, B. F., Walangitan, D. R. O., & Malingkas, G. Y. (2013). *Aplikasi Microsoft Project Dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek*. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(8), 543–548.

LAMPIRAN

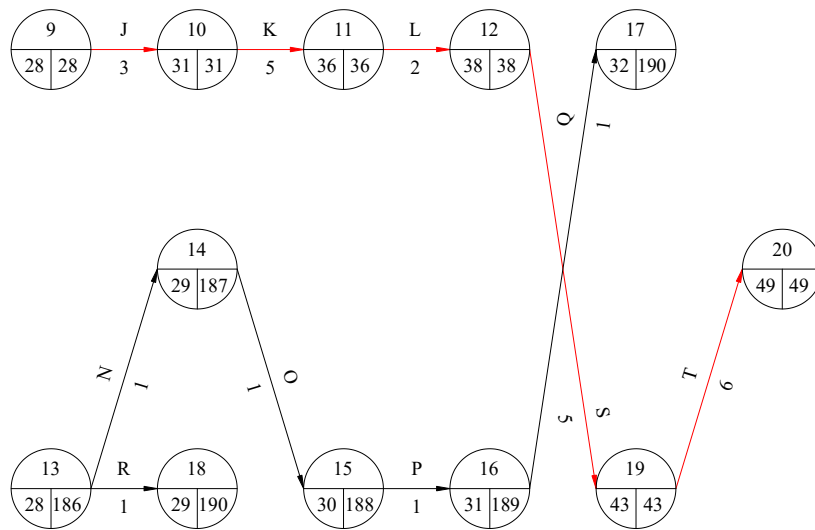
Lampiran 1: Diagram Lintasan Kritis CPM



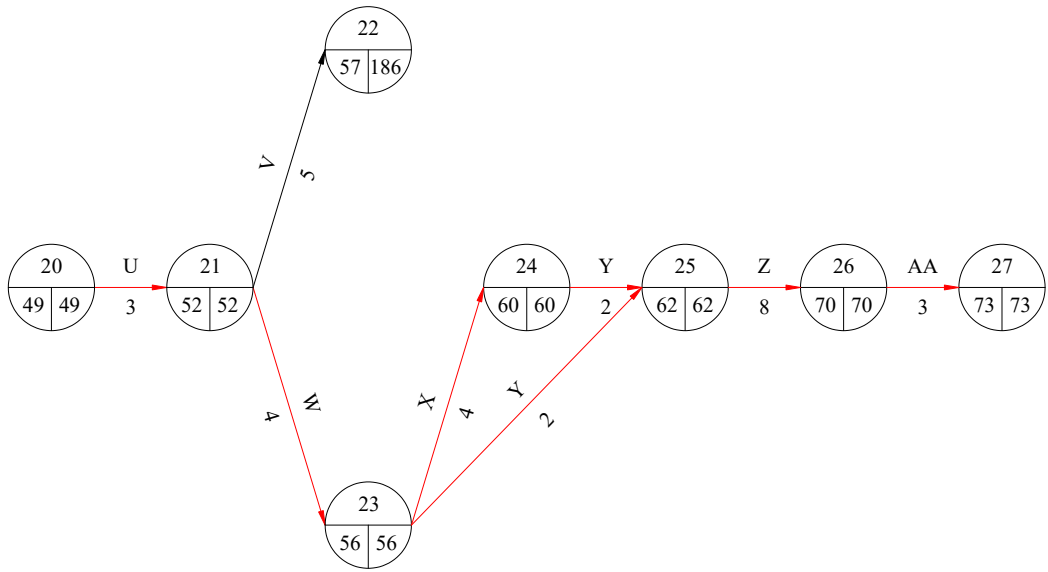
Gambar L.1: Diagram Lintasan Kritis CPM



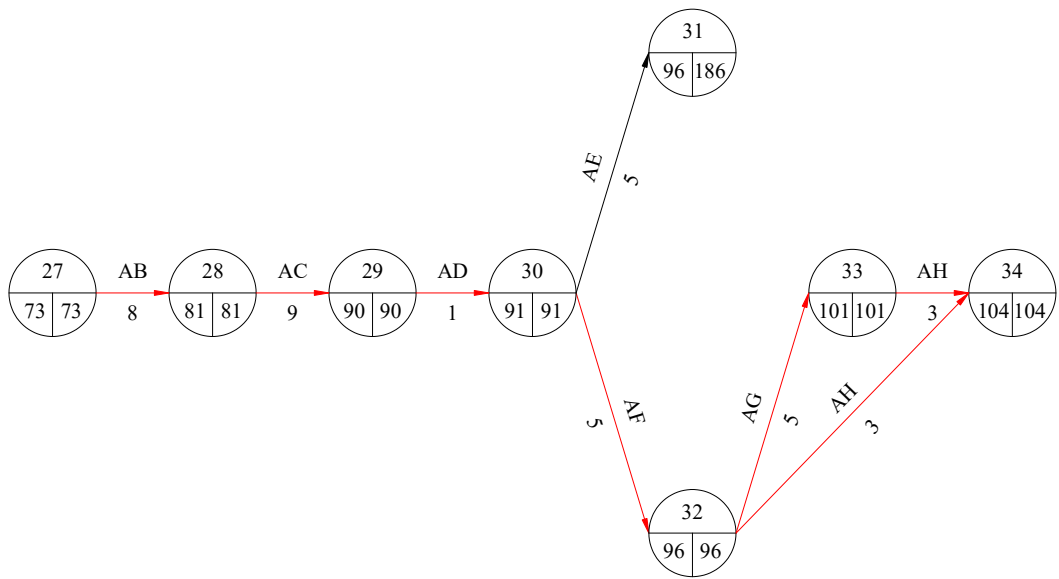
Gambar L.1.1: Detail Diagram Lintasan Kritis CPM



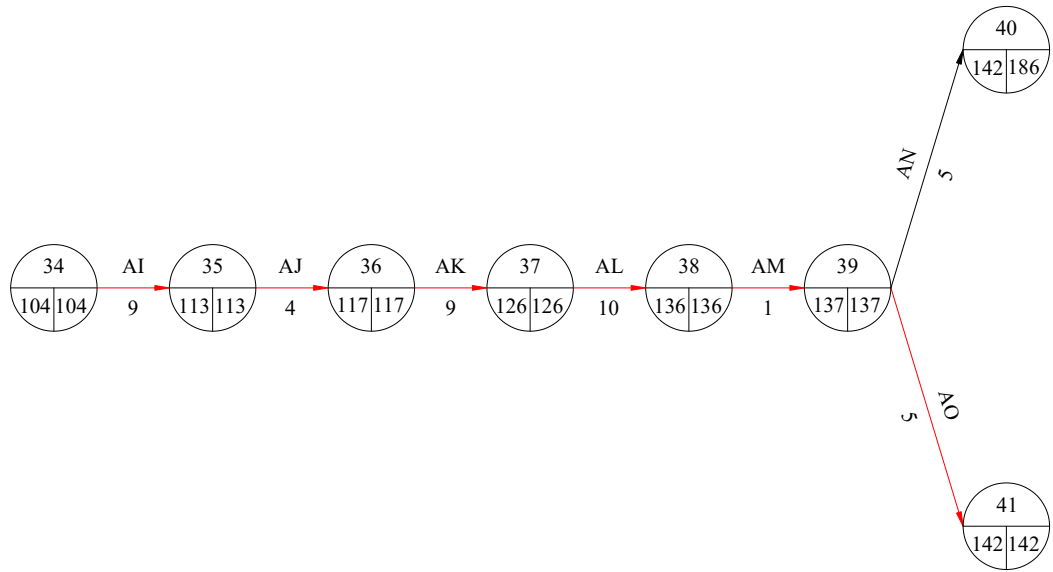
Gambar L.1.2: Detail Diagram Lintasan Kritis CPM



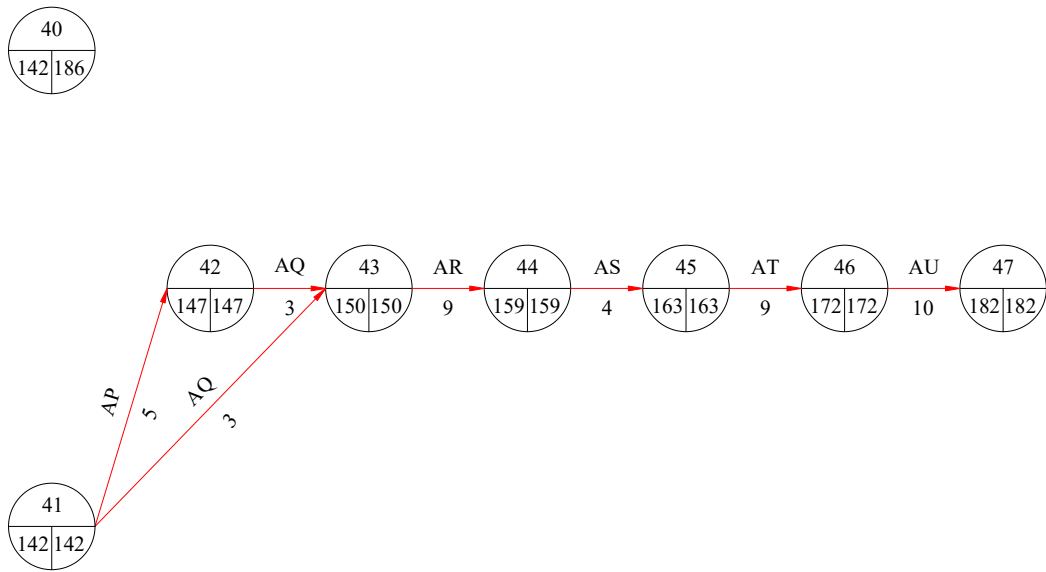
Gambar L.1.3: Detail Diagram Lintasan Kritis CPM



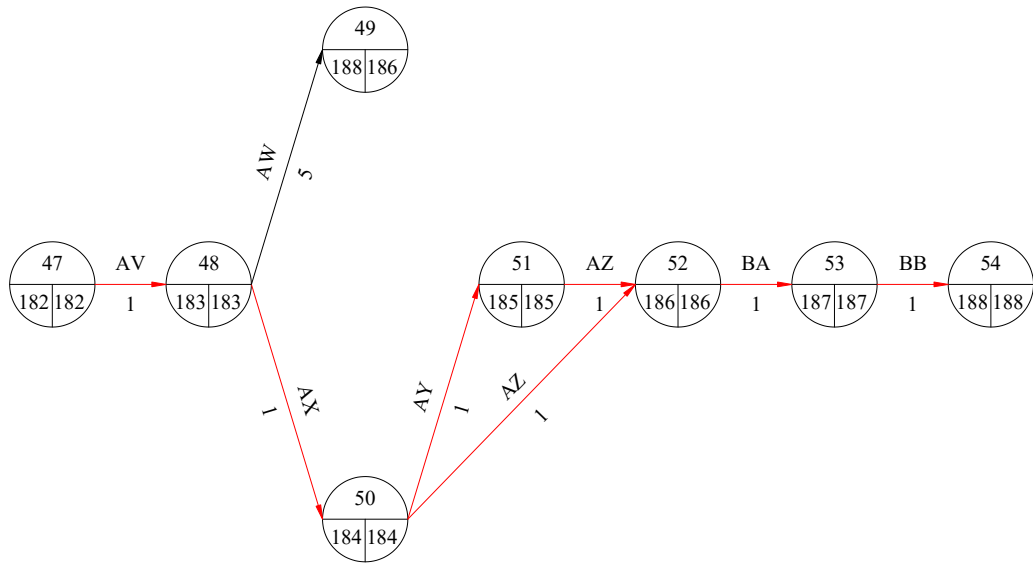
Gambar L.1.4: Detail Diagram Lintasan Kritis CPM



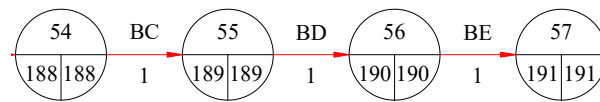
Gambar L.1.5: Detail Diagram Lintasan Kritis CPM



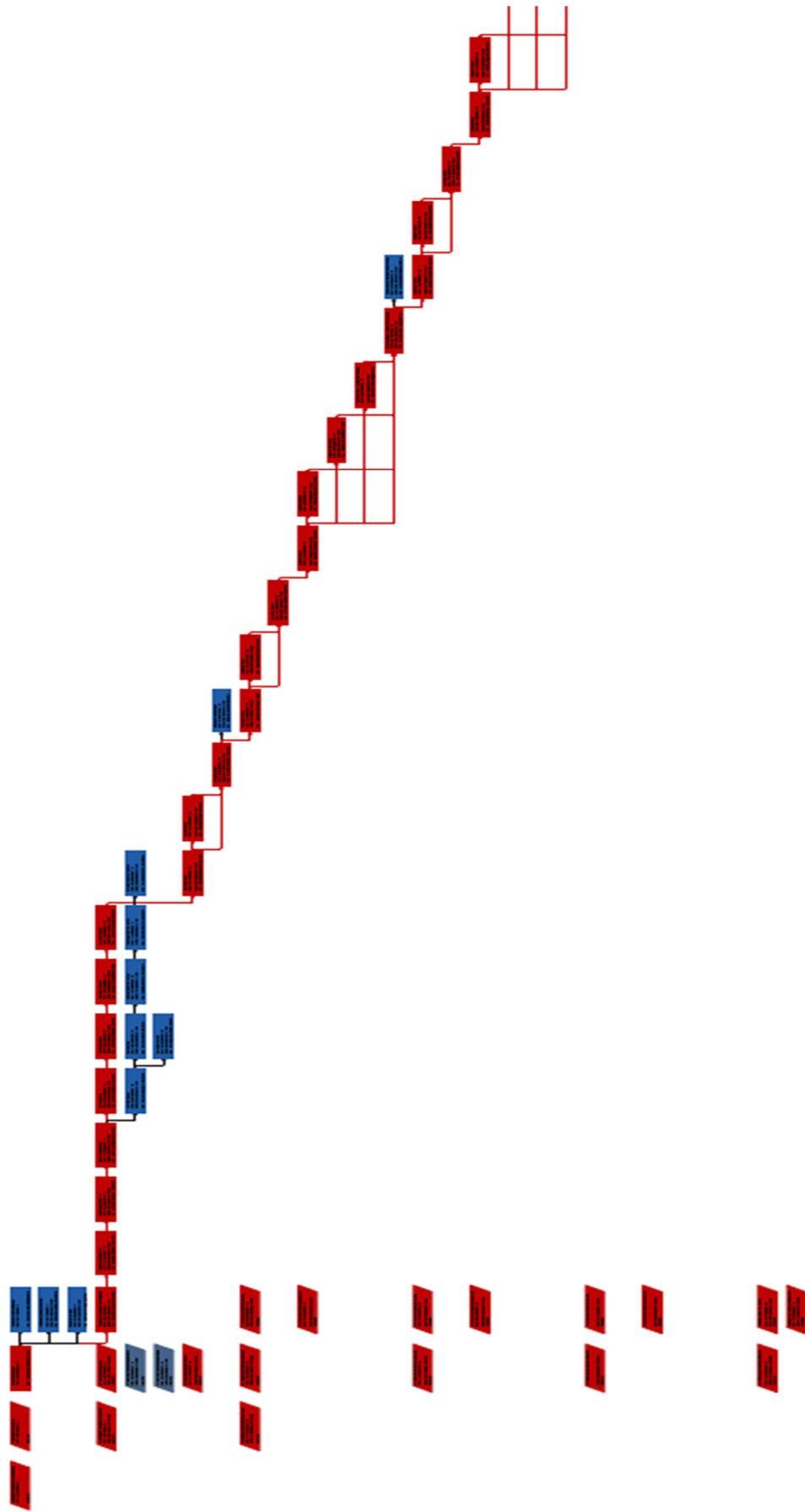
Gambar L.1.6: Detail Diagram Lintasan Kritis CPM



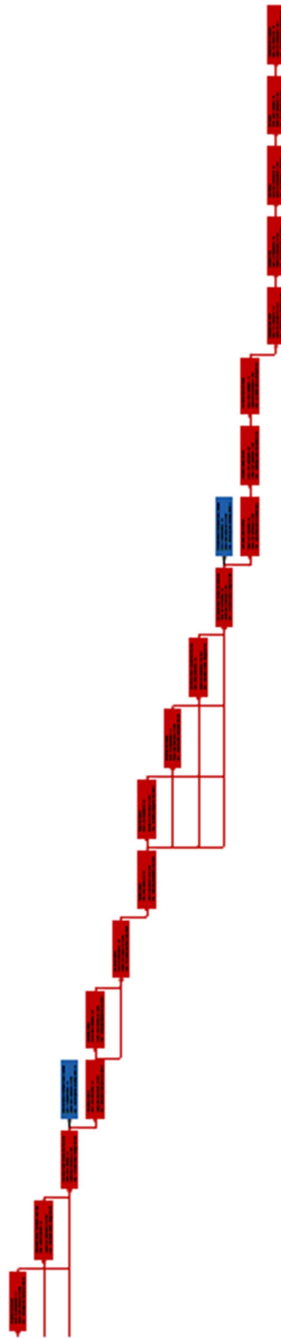
Gambar L.1.7: Detail Diagram Lintasan Kritis CPM



Gambar L.1.8: Detail Diagram Lintasan Kritis CPM



Gambar L.2: Diagram PDM



Gambar L.2: Diagram PDM