

**KOMPARASI METODE *CRITICAL CHAIN* DENGAN
METODE *CRITICAL PATH* PADA MANAJEMEN PROYEK
PEMBANGUNAN MENARA TELEKOMUNIKASI**



SKRIPSI

**Utomo Dhanu Saputra
0404070662**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JULI 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**Komparasi Metode *Critical Chain* Dengan Metode *Critical Path*
Pada Manajemen Proyek Pembangunan Menara Telekomunikasi**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**Utomo Dhanu Saputra
04040700662**

**Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Depok, 2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

KOMPARASI METODE *CRITICAL CHAIN* DENGAN METODE *CRITICAL PATH* PADA MANAJEMEN PROYEK PEMBANGUNAN MENARA TELEKOMUNIKASI

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan sebagai Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 18 Juli 2008

Utomo Dhanu Saputra

NPM 0404070662

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Utomo Dhanu Saputra
NPM : 0404070662
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Komparasi Metode *Critical Chain* Dengan Metode
Critical Path Pada Manajemen Proyek
Pembangunan Menara Telekomunikasi

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

PENGUJI

Pembimbing : Ir.M. Dachyar, M.Sc
Penguji : Ir.Erlinda Muslim. MEE
Penguji : Ir.Fauzia Dianawati, M.Si

Depok, 18 Juli 2008

Ir.M. Dachyar, M.Sc
NIP 131 640 015

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, karena hanya atas Rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta: Mama dan Papa, Adhis, dan Yiyi, yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang yang tak terhingga.
2. Bapak Ir. M. Dachyar, M.Sc, sebagai dosen pembimbing skripsi atas segala bantuan dan pengarahannya kepada penulis.
3. Bapak Ir. Djoko Sihono Gabriel MT selaku pembimbing akademis selama masa studi penulis atas dukungan dan nasehatnya.
4. Seluruh dosen pengajar Departemen Teknik Industri yang telah mengajarkan berbagai ilmu selama masa kuliah, dan seluruh staff Teknik Industri UI.
5. Bapak Syarif, Bapak Wijoyo, Bapak Nonot, Bapak Yovi, Bapak Agung, Ibu Meggi, Adit dan Eq yang telah membantu dalam pengumpulan data, serta teman-teman di IT yang telah membimbing dan memberikan wawasan.
6. Mela, atas masukan, semangat, doa, perhatian, dan kasih sayang setiap saat.
7. Prasty, Alex, Alpha, Munjida, dan Fony atas suka dan duka selama pembuatan skripsi.
8. The Trash, Sibblinghood, Keria, Asik-asik Taiye, Geng Kk Dawi, Geng Jak-Tim, Kutek Utara, Kabuto, Klothing, atas persahabatannya, atas waktu kita bersama. Seluruh sodara teman-teman TIUI 2004 tercinta atas dukungan dan kebersamaannya yang tidak dapat terlupakan.
9. Serta seluruh pihak yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna mengingat keterbatasan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Depok, 18 Juli 2008

Penulis

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
(Hasil Karya Perorangan)**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Utomo Dhanu Saputra
NPM/NIP : 0404070662
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Komparasi Metode *Critical Chain* Dengan Metode *Critical Path* Pada Manajemen Proyek Pembangunan Menara Telekomunikasi

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 18 Juli 2008
Yang menyatakan

(Utomo Dhanu Saputra)

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nama : Utomo Dhanu Saputra
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 20 Mei 1986
Alamat : Jl. Sawo Kecil VIII no.14 RT007/07 Bukit Duri
Jakarta Selatan

Pendidikan:

1.	SD	SDI As Syafi'iyah	1992-1998
2.	SLTP	SLTPN 115 Jakarta	1998-2001
3.	SMU	SMU 26 Jakarta	2001-2004
4.	S-1	Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Indonesia	2004-2008

ABSTRAK

Nama : Utomo Dhanu Saputra
Program studi : Teknik Industri
Judul : Komparasi Metode *Critical Chain* Dengan Metode *Critical Path*
Pada Manajemen Proyek Pembangunan Menara Telekomunikasi

Penelitian ini bertujuan mencari metode yang paling tepat pada manajemen proyek pembangunan menara telekomunikasi untuk itu dilakukan komparasi antara metode *critical chain* dengan metode *critical path*.

Dilakukan penelitian manajemen waktu proyek pada pembangunan menara telekomunikasi, dimana dibuat penjadwalan dengan dua metode berdasarkan *Project Management Body of Knowledge* dan hasilnya diperbandingkan dengan faktor pembanding triple constraint dan faktor umum.

Didapatkan hasil total durasi untuk metode *critical chain* adalah 197,75 hari sedangkan metode *critical path* mencapai 207 hari, dan disimpulkan bahwa metode *critical chain* lebih unggul pada faktor ruang lingkup, waktu dan output. Sedangkan metode *critical path* lebih unggul pada faktor input dan proses.

Kata kunci: Manajemen waktu proyek, metode jalur kritis, metode rantai kritis, pembangunan menara telekomunikasi.

ABSTRACT

Name : Utomo Dhanu Saputra
Study Program : Industrial Engineering
Title : Comparison Between Critical Chain and Critical Path Method in
Telecommunication Tower Construction Project Management.

The purpose of this research is looking for appropriate method in Telecommunication Tower Construction Project Management by doing comparison between critical chain and critical path method.

Researching in project time management of telecommunication tower construction which researcher made two scheduling, critical chain and critical path, base on Project Management Body of Knowledge and compare the result with triple constraint factor and general factor as comparator factors.

The result of this research are total of duration of critical chain method is 197,75 days and total of duration critical path method is 207 days. Conclusion of comparison is critical chain method is better in scope, time and output factors whereas critical path method is better in input and process factors.

Keywords: Project time management, critical path method, critical chain method, telecommunication tower construction.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2. Diagram Keterkaitan Permasalahan.....	4
1.3. Rumusan Permasalahan	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6. Metodologi Penelitian	6
1.7. Sistematika Penulisan	11
2. LANDASAN TEORI.....	13
2.1. Proyek	13
2.2. Manajemen Proyek	14
2.3. Manajemen Waktu Proyek.....	19
2.3.1. Pendefinisian Aktivitas	22

2.3.1.1.	Masukan Tahap Pendefinisian Aktivitas	22
2.3.1.2.	Metode Tahap Pendefinisian Aktivitas.....	24
2.3.1.3.	Keluaran Tahap Pendefinisian Aktivitas	25
2.3.2.	Pengurutan Aktivitas.....	26
2.3.2.1.	Masukan Tahap Pengurutan Aktivitas.....	26
2.3.2.2.	Metode Tahap Pengurutan Aktivitas	27
2.3.2.3.	Keluaran Tahap Pengurutan Aktivitas.....	28
2.3.3.	Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	29
2.3.3.1.	Masukan Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	29
2.3.3.2.	Metode Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	30
2.3.3.3.	Keluaran Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	31
2.3.4.	Penentuan Durasi Aktivitas.....	32
2.3.4.1.	Masukan Tahap Penentuan Durasi Aktivitas.....	32
2.3.4.2.	Metode Tahap Penentuan Durasi Aktivitas	33
2.3.4.3.	Keluaran Tahap Penentuan Durasi Aktivitas.....	34
2.3.5.	Pengembangan Jadwal	35
2.3.5.1.	Masukan Tahap Pengembangan Jadwal	35
2.3.5.2.	Metode Tahap Pengembangan Jadwal.....	36
2.3.5.3.	Keluaran Tahap Pengembangan Jadwal	38
2.3.6.	Pengontrolan Jadwal	40
2.3.6.1.	Masukan Tahap Pengontrolan Jadwal	40
2.3.6.2.	Metode Tahap Pengontrolan Jadwal.....	41
2.3.6.3.	Keluaran Tahap Pengontrolan Jadwal	42
2.4.	PENJADWALAN.....	43
2.4.1.	Metode Metode Penjadwalan.....	43
2.4.1.1.	<i>Program Evaluation and Review Technique (PERT)</i>	45

2.4.1.2.	<i>Arrow Diagram Method (ADM)</i>	46
2.4.1.3.	<i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	46
2.4.1.4.	<i>Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)</i>	47
2.4.2.	<i>Critical chain Project Management</i>	47
2.4.3.	<i>Critical Path Project Management</i>	53
2.5.	Pengontrolan Waktu.....	55
3.	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	57
3.1.	Pendefinisian Aktivitas	57
3.1.1.	Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas	57
3.1.2.	Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas.....	58
3.1.3.	Pengumpulan Data Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas	59
3.1.4.	Metode Pengolahan Data Dalam Tahap Pendefinisian Aktivitas ...	69
3.1.5.	Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas.....	70
3.2.	Pengurutan Aktivitas.....	81
3.2.1.	Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengurutan Aktivitas.....	81
3.2.2.	Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Pengurutan Aktivitas	81
3.2.3.	Hasil Pengumpulan Data Pada Tahap Pengurutan Aktivitas	82
3.2.4.	Metode Pengolahan Data Pada Tahap Pengurutan Aktivitas.....	82
3.2.5.	Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Pengurutan Aktivitas	82
3.3.	Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	87
3.3.1.	Data Yang Diperlukan Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	87
3.3.2.	Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	87
3.3.3.	Hasil Pengumpulan Data Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	88

3.3.4.	Metode Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	90
3.3.5.	Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	91
3.4.	Penentuan Durasi Aktivitas.....	95
3.4.1.	Data Yang Diperlukan Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas....	95
3.4.2.	Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas	96
3.4.3.	Hasil Pengumpulan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas	97
3.4.4.	Metode Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas.....	98
3.4.5.	Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas ...	98
3.4.5.1.	Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i>	98
3.4.5.2.	Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas Metode <i>Critical Path</i>	104
3.5.	Pengembangan Jadwal	110
3.5.1.	Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengembangan Jadwal	110
3.5.2.	Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Pengembangan Jadwal ...	111
3.5.3.	Hasil Pengumpulan Data Pada Tahap Pengembangan Jadwal	111
3.5.4.	Metode Pengembangan Jadwal	112
3.5.5.	Hasil Pengolahan Data Pengembangan Jadwal.....	114
3.5.5.1.	Hasil Pengolahan Data Pengembangan Jadwal Metode <i>Critical Chain</i>	114
3.5.5.2.	Hasil Pengolahan Data Pengembangan Jadwal Metode <i>Critical Path</i>	129
3.6.	Pengontrolan jadwal.....	145
3.6.1.	Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengontrolan jadwal.....	145

3.6.2.	Proses Pengumpulan Data Dalam Tahap Pengontrolan jadwal	146
3.6.3.	Hasil Pengumpulan Data Dalam Tahap Pengontrolan jadwal	147
3.6.4.	Metode Evaluasi Pada Tahap Pengontrolan Jadwal	148
3.6.5.	Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Pengontrolan jadwal	149
4.	ANALISIS.....	150
4.1.	<i>Critical Chain</i>	150
4.1.1.	<i>Triple Constraint</i>	150
4.1.1.1.	Ruang lingkup.....	150
4.1.1.2.	Waktu.....	152
4.1.1.3.	Biaya.....	160
4.1.2.	<i>General</i>	161
4.1.2.1.	Input.....	161
4.1.2.2.	Proses.....	162
4.1.2.3.	<i>Output</i>	162
4.2.	<i>Critical Path</i>	163
4.2.1.	<i>Triple Constraint</i>	163
4.2.1.1.	Ruang lingkup.....	163
4.2.1.2.	Waktu.....	165
4.2.1.3.	Biaya.....	172
4.2.2.	<i>General</i>	172
4.2.2.1.	<i>Input</i>	172
4.2.2.2.	Proses.....	173
4.2.2.3.	<i>Output</i>	173
4.3.	Perbandingan Metode <i>Critical Chain</i> Dengan Metode <i>Critical Path</i> . 174	
4.3.1.	<i>Triple Constraint</i>	174
4.3.1.1.	Ruang lingkup.....	174

4.3.1.2.	Waktu.....	175
4.3.1.3.	Biaya	178
4.3.2.	<i>General</i>	179
4.3.2.1.	<i>Input</i>	179
4.3.2.2.	Proses	179
4.3.2.3.	<i>Output</i>	180
5.	KESIMPULAN	181
	DAFTAR REFERENSI	183



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Permasalahan.....	4
Gambar 1.2 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	9
Gambar 1.3 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian (sambungan).....	10
Gambar 1.4 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian(sambungan).....	11
Gambar 2.1 Diagram Tahapan Proses Pada Manajemen Proyek.....	16
Gambar 2.2 Bagan Sembilan Area Manajemen Proyek.....	18
Gambar 2.3 Bagan Tahap-Tahap Pada Manajemen Waktu Proyek.....	20
Gambar 2.4 Aliran Proses Pada Tahapan Manajemen Waktu Proyek.....	21
Gambar 2.5 Bagan Masukan, Metode, Dan Keluaran Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas.....	22
Gambar 2.6 Bagan Masukan, Metode dan Keluaran Tahap Pengurutan Aktivitas.....	26
Gambar 2.7 Bagan Masukan, Metode dan Keluaran Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.....	29
Gambar 2.8 Masukan, Metode, dan Keluaran Tahap Penentuan Durasi Aktivitas.....	32
Gambar 2.9 Bagan Masukan, Metode, Dan Keluaran Tahap Pengembangan Jadwal.....	35
Gambar 2.10 Bagan Masukan, Metode Dan Keluaran Tahap Pengontrolan Jadwal	40
Gambar 2.11 Bagan Pengelompokan Metode Penjadwalan.....	44
Gambar 2.12 <i>Gantt Chart</i> , <i>Milestone Chart</i> , dan <i>Pert Chart</i>	44
Gambar 2.13 Diagram PERT.....	45
Gambar 2.14 Komposisi Simbol PERT.....	45
Gambar 2.15 Atribut Simbol PDM.....	46
Gambar 2.16 Ilustrasi Jaringan <i>Critical chain</i>	48
Gambar 2.17 Ilustrasi Pemindahan <i>Safety Time</i>	50
Gambar 2.18 Ilustrasi <i>Bad Multitasking</i>	51
Gambar 2.19 Pembagian Zona <i>Buffer</i>	52
Gambar 2.20 Komposisi Simbol CPM.....	53
Gambar 2.21 Ilustrasi Jaringan CPM.....	54
Gambar 2.22 Perbandingan waktu perencanaan dan aktual.....	56

Gambar 3.1	Prosedur Mutu Proses Umum Pembangunan Menara.....	61
Gambar 3.2	Prosedur Mutu Proses PO dan <i>Site Survey</i>	62
Gambar 3.3	Prosedur Mutu Proses <i>Site Acquisition</i>	63
Gambar 3.4	Prosedur Mutu Proses <i>Civil, Mechanical, and Engineering</i>	64
Gambar 3.5	Tampilan <i>Software</i> PS8 Untuk <i>Critical Chain</i>	113
Gambar 3.6	Tampilan <i>Software</i> PS8 Untuk <i>Critical Path</i>	113
Gambar 3.7	<i>Network Diagram</i> Proyek Pembangunan Menara.....	119
Gambar 3.8	<i>Network Diagram</i> Dengan <i>Buffer</i> Proyek Pembangunan Menara Metode <i>Critical Chain</i>	128
Gambar 3.9	<i>Network Diagram</i> Proyek Pembangunan Menara Dengan Metode <i>Critical Path</i>	135
Gambar 3.10	<i>Network Diagram</i> Proyek Pembangunan Menara Dengan Metode <i>Critical Chain + Buffer</i>	136
Gambar 4.1	Diagram Perbandingan <i>Schedule Baseline Critical Chain</i> Dengan Target Perusahaan.....	151
Gambar 4.2	Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas PO-RFC Metode <i>Critical Chain</i>	153
Gambar 4.3	Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas RFC-Konstruksi Metode <i>Critical Chain</i>	153
Gambar 4.4	Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas Konstruksi-RFI Metode <i>Critical Chain</i>	154
Gambar 4.5	Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas RFI-BAUF Metode <i>Critical Chain</i>	154
Gambar 4.6	Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas BAUF-BAPS Metode <i>Critical Chain</i>	155
Gambar 4.7	Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas BAPS-On Air Metode <i>Critical Chain</i>	155
Gambar 4.8	Diagram Pie Kombinasi Pada Total Pembangunan Metode <i>Critical Chain</i>	156
Gambar 4.9	Diagram Pie Kombinasi Pada Tota Pembangunan + <i>Buffer</i> Metode <i>Critical Chain</i>	156

Gambar 4.10 Diagram Perbandingan <i>Schedule Baseline Critical Chain</i> Dengan Rata-rata Durasi Aktual	158
Gambar 4.11 Diagram Rata-Rata <i>Time slip</i> Pada Metode <i>Critical Chain</i>	158
Gambar 4.12 Diagram SPI Rata-Rata Pada Metode <i>Critical Chain</i>	160
Gambar 4.13 Diagram Perbandingan <i>Schedule Baseline Critical Path</i> Dengan Target Perusahaan.....	164
Gambar 4.14 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas PO-RFC Metode <i>Critical Path</i>	165
Gambar 4.15 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas RFC-Konstruksi Metode <i>Critical Path</i>	166
Gambar 4.16 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas Konstruksi-RFI Metode <i>Critical Path</i>	166
Gambar 4.17 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas RFI-BAUF Metode <i>Critical Path</i>	167
Gambar 4.18 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas BAUF-BAPS Metode <i>Critical Path</i>	167
Gambar 4.19 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas BAPS-On Air Metode <i>Critical Path</i>	168
Gambar 4.20 Diagram Pie Kombinasi Pada Total Pembangunan Metode <i>Critical Path</i>	168
Gambar 4.21 Diagram Perbandingan <i>Schedule Baseline Critical Path</i> Dengan Rata-Rata Durasi Aktual.....	169
Gambar 4.22 Diagram Rata-Rata <i>Time slip</i> Pada Metode <i>Critical Path</i>	170
Gambar 4.23 Diagram SPI Rata-Rata Pada Metode <i>Critical Path</i>	171
Gambar 4.24 Diagram Perbedaan Durasi Dua Metode Dengan Target Perusahaan	175
Gambar 4.25 Diagram Perbandingan Persentase Tepat Waktu Dua Metode	176
Gambar 4.26 Diagram Perbandingan Rata-rata <i>Time slip</i> Dua Metode.....	177
Gambar 4.27 Diagram Perbandingan SPI Dua Metode	178

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas	58
Tabel 3.2 Sumber Data Untuk Pendefinisian Aktivitas	59
Tabel 3.3 Data <i>Enterprise Environmental Factors</i> Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas	60
Tabel 3.4 <i>Project Scope Statement</i>	65
Tabel 3.5 <i>Work Breakdown Structure</i> Setiap Departemen	67
Tabel 3.6 <i>WBS Dictionary</i>	68
Tabel 3.7 <i>Project Magement Plan</i>	69
Tabel 3.8 Pengolahan Data Berdasarkan Departemen.....	69
Tabel 3.9 Aktivitas dan Atribut Departemen <i>Customer Relation</i>	70
Tabel 3.10 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen <i>Site Acquisition</i>	72
Tabel 3.11 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen <i>Logistic</i>	74
Tabel 3.12 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen <i>Engineering & Design</i> .	75
Tabel 3.13 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen <i>Project Management</i>	77
Tabel 3.14 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen <i>Project Management</i> (sambungan1).....	78
Tabel 3.15 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen <i>Project Management</i> (sambungan2).....	79
Tabel 3.16 Daftar Milestone Pembangunan Menara Berdasarkan Departemen ...	80
Tabel 3.17 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengurutan Aktivitas.....	81
Tabel 3.18 Sumber Data Untuk Pengurutan Aktivitas.....	82
Tabel 3.19 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen <i>Customer Relation</i>	83
Tabel 3.20 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen <i>Site Acquisition</i>	83
Tabel 3.21 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen <i>Logistic</i>	84
Tabel 3.22 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen <i>Engineering & Design</i>	84

Tabel 3.23 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen <i>Project management</i>	85
Tabel 3.24 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen <i>Project management</i> (sambungan)	86
Tabel 3.25 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas	87
Tabel 3.26 Sumber Data Untuk Penentuan Sumber Daya Aktivitas	88
Tabel 3.27 <i>Enterprise Environmental Factors</i> Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas	88
Tabel 3.28 Kebijakan Penggunaan Sumber Daya Perusahaan.....	89
Tabel 3.29 <i>Resoure Availability</i>	90
Tabel 3.30 Metode Pengolahan Data Penentuan Sumber Daya Aktivitas	91
Tabel 3.31 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen <i>Customer Relation</i>	92
Tabel 3.32 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen <i>Site Acquisition</i>	92
Tabel 3.33 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen <i>Logistic</i>	93
Tabel 3.34 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen <i>Engineering & Design</i>	94
Tabel 3.35 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen <i>Project Management</i>	95
Tabel 3.36 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas.....	96
Tabel 3.37 Sumber Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas	96
Tabel 3.38 Metode Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas ...	98
Tabel 3.39 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Di Departemen <i>Customer Relation</i>	99
Tabel 3.40 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Di Departemen <i>Site Acquisition</i>	99
Tabel 3.41 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Di Departemen <i>Logistic</i>	100

Tabel 3.42 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Di Departemen <i>Engineering & Design</i>	101
Tabel 3.43 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Di Departemen <i>Project Management</i>	102
Tabel 3.44 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Di Departemen <i>Project Management</i> (sambungan).....	103
Tabel 3.45 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Path</i> Di Departemen <i>Customer Relation</i>	104
Tabel 3.46 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Path</i> Di Departemen <i>Site Acquisition</i>	105
Tabel 3.47 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Path</i> Di Departemen <i>Logistic</i>	106
Tabel 3.48 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Path</i> Di Departemen <i>Engineering & Design</i>	107
Tabel 3.49 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Path</i> Di Departemen <i>Project Management</i>	108
Tabel 3.50 Durasi Per Aktivitas Metode <i>Critical Path</i> Di Departemen <i>Project Management</i> (sambungan).....	109
Tabel 3.51 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengembangan Jadwal.....	110
Tabel 3.52 Sumber Data Untuk Pengembangan Jadwal.....	111
Tabel 3.53 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada <i>Departemen Customer Relation</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Chain</i>	114
Tabel 3.54 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen <i>Site Acquisition</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Chain</i>	115
Tabel 3.55 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen <i>Logistic</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Chain</i>	115
Tabel 3.56 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen <i>Engineering And Design</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Chain</i>	116
Tabel 3.57 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen <i>Project Management</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Chain</i>	117
Tabel 3.58 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen <i>Project Management</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Chain</i> (sambungan).....	118

Tabel 3.59 <i>Slack Time</i> Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Pada Departemen <i>Customer Relation</i>	120
Tabel 3.60 <i>Slack Time</i> Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Pada Departemen <i>Site Acquisition</i>	120
Tabel 3.61 <i>Slack Time</i> Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Pada Departemen <i>Logistic</i>	121
Tabel 3.62 <i>Slack Time</i> Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Pada Departemen <i>Engineering & Design</i>	122
Tabel 3.63 <i>Slack Time</i> Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Pada Departemen <i>Project Management</i>	123
Tabel 3.64 <i>Slack Time</i> Aktivitas Metode <i>Critical Chain</i> Pada Departemen <i>Project Management (sambungan)</i>	124
Tabel 3.65 Aktivitas Pada Jalur <i>Critical Chain</i>	126
Tabel 3.66 Perhitungan Durasi <i>Feeding Buffer</i> dan <i>Project Buffer</i>	127
Tabel 3.67 <i>Schedule Baseline</i> Metode <i>Critical Chain</i>	129
Tabel 3.68 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada <i>Customer Relation</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Path</i>	130
Tabel 3.69 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada <i>Site Acquisition</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Path</i>	131
Tabel 3.70 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada <i>Logistic</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Path</i>	131
Tabel 3.71 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada <i>Engineering And Design</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Path</i>	132
Tabel 3.72 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada <i>Project Management</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Path</i>	133
Tabel 3.73 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada <i>Project Management</i> Dengan Pendekatan <i>Critical Path (sambungan)</i>	134
Tabel 3.74 <i>Slack Time</i> Aktivitas Pada Departemen <i>Customer Relation</i> Dengan Metode <i>Critical Path</i>	137
Tabel 3.75 <i>Slack Time</i> Aktivitas Pada Departemen <i>Site Acquisition</i> Dengan Metode <i>Critical Path</i>	137

Tabel 3.76 <i>Slack Time</i> Aktivitas Pada Departemen <i>Logistic</i> Dengan Metode <i>Critical Path</i>	138
Tabel 3.77 <i>Slack Time</i> Aktivitas Pada Departemen <i>Engineering & Design</i> Dengan Metode <i>Critical Path</i>	139
Tabel 3.78 <i>Slack Time</i> Aktivitas Pada Departemen <i>Project Management</i> Dengan Metode <i>Critical Path</i>	140
Tabel 3.79 <i>Slack Time</i> Aktivitas Pada Departemen <i>Project Management</i> Dengan Metode <i>Critical Path</i> (sambungan).....	141
Tabel 3.80 Aktivitas Jalur Kritis metode <i>Critical Path</i>	143
Tabel 3.81 <i>Schedule Baseline</i> Metode <i>Critical Path</i>	145
Tabel 3.82 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengontrolan Jadwal.....	146
Tabel 3.83 Sumber Data Pada Tahap Pengontrolan jadwal.....	146
Tabel 3.84 Data Untuk <i>Performance Report</i>	147
Tabel 3.85 Sumber Data Untuk <i>Performance Report</i>	147
Tabel 4.1 Target Waktu Perusahaan	151
Tabel 4.2 Perbedaan Durasi Target Waktu Perusahaan Dengan <i>Schedule Baseline</i> Metode <i>Critical Chain</i>	152
Tabel 4.3 Perbedaan Durasi Target Waktu Perusahaan Dengan <i>Schedule Baseline</i> Metode <i>Critical Path</i>	164

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Manajemen proyek sesuai dengan definisinya yaitu pengaplikasian dari ilmu pengetahuan, kemampuan, alat dan teknik/metode pada aktivitas-aktivitas dalam sebuah proyek untuk mencapai persyaratan yang dibutuhkan¹. merupakan suatu alat bantu dalam merencanakan, menjalankan, dan mengawasi suatu proyek, terutama proyek besar yang terdiri dari ratusan bahkan ribuan proses. Awalnya ilmu ini digunakan tiga puluh lima tahun lalu oleh departemen pertahanan AS dalam bidang kontraktor dan konstruksi. Dengan berkembangnya ilmu manajemen proyek, maka dapat diadaptasi pada beberapa industri lain dan tidak terbatas hanya industri konstruksi dan kontraktor yaitu industri pertahanan, farmasi, kimia, perbankan, rumah sakit, akuntansi, periklanan, hukum, pemerintahan, otomotif dan telekomunikasi.

Penerapan manajemen proyek pada industri telekomunikasi itu sangat membantu dalam pengelolaan proyek di industri ini. Dimana pada saat ini industri telekomunikasi meningkat dengan pesat, dikarenakan kebutuhan akan informasi sangat banyak dan tingkat komunikasi antar orang juga melonjak tajam. Diperkirakan pada tahun 2008 pengguna seluler akan mencapai 90 juta orang, sedangkan pada tahun 2007 saja pengguna seluler sudah mencapai 80 juta orang². Peningkatan industri ini terutama pada telepon selular yaitu mencapai angka penetrasi sebesar 28,6% pada tahun 2007³, ini didukung dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Selain itu terdapat juga rangsangan lain, yaitu tarif yang ditawarkan para penyedia jasa telekomunikasi (operator telekomunikasi) sangat kompetitif dengan fasilitas yang didapat sangat menarik. Dengan melihat perkembangan pasar yang sangat tinggi maka banyak bermunculan operator-operator selular baru untuk mengadu strategi dalam memenangkan persaingan pasar dalam industri ini. Persaingan ini membuat operator telepon selular

¹ Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge 3rd edition*, Project Management Institute, 2004, p.8.

² K.M. Djawahir, *Belajar Jurus-jurus CEO yang Optimistis*, 2008, <www.Majalah swa.com>, (last update 24 Jan 2008, accessed 10 Mar 2008)

³ B.Y. Iskandar, *Perkembangan Telekomunikasi Indonesia*, 2007

berlomba-lomba meningkatkan pelayanannya untuk menarik konsumen. Salah satu cara dalam meningkatkan pelayanan adalah dengan memperbesar *coverage area*. Perbesaran *coverage area* ini dapat dilakukan dengan penambahan menara *BTS⁴ pada daerah-daerah yang diinginkan. Fenomena ini membuat permintaan akan menara BTS sangat tinggi. Karena aktivitas operasional, dan perawatan menara BTS ini merupakan aktivitas yang tidak mudah dan tidak murah apalagi proses pembangunannya yang begitu rumit dan panjang, maka terbuka peluang usaha bagi perusahaan yang bergerak dalam bidang penyewaan menara BTS. Bagi operator seluler menggunakan jasa penyewaan menara BTS itu selain menghemat biaya operasional dan biaya perawatan tetapi juga mempermudah pekerjaan mereka dalam pembangunan menara BTS ini.

Permintaan akan menara yang banyak mengharuskan perusahaan penyedia penyewaan menara mengaplikasikan ilmu manajemen proyek dalam melakukan pembangunan menara yang baru dimana proses yang dibutuhkan selain rumit juga terdiri dari ratusan proses. Dengan pengaplikasian ilmu manajemen proyek maka perencanaan yang dilakukan dalam pembuatan menara menjadi lebih rapih dan detil sehingga jadwal pelaksanaan proyek menjadi sesuai dengan perencanaan proyek maka keterlambatan dalam waktu penyelesaian proyek dapat dihindari.

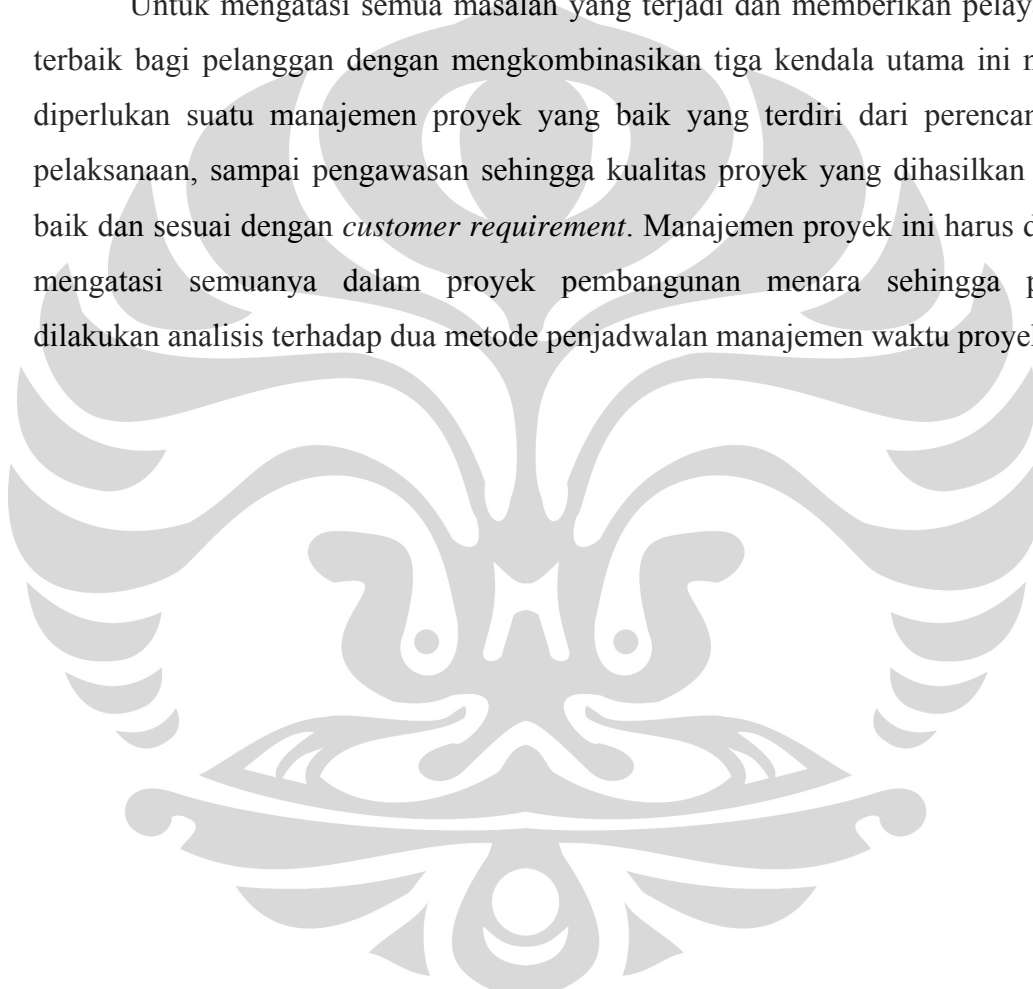
Untuk memenuhi kualitas proyek pembangunan menara maka diperlukan kombinasi pada tiga kendala utama suatu proyek yaitu ruang lingkup, waktu, dan biaya⁵. Dengan menyeimbangkan tiga kendala utama ini maka akan dihasilkan suatu proyek yang berkualitas. Penyeimbangan ini dapat dilakukan dengan melakukan evaluasi pada waktu pelaksanaan proyek pembangunan menara, sehingga proyek dapat terkontrol dengan baik. Waktu pelaksanaan proyek merupakan suatu ukuran yang biasa digunakan dalam menentukan tingkat kepuasan pelanggan, karena semakin cepat durasi maka semakin tinggi tingkat kepuasan dan sebaliknya. Menyelesaikan proyek pembangunan menara dengan tepat waktu saja masih kurang cukup karena belum tentu waktu yang diinginkan oleh pelanggan sama dengan waktu estimasi atau waktu standar yang tim proyek tentukan, untuk itu kita harus memenuhi *customer requirement* agar tingkat

⁴ Base Transceiver Station (BTS) adalah menara yang memfasilitasi komunikasi tanpa kabel antara pengguna dengan jaringan (menara penguat sinyal). <wikipedia>

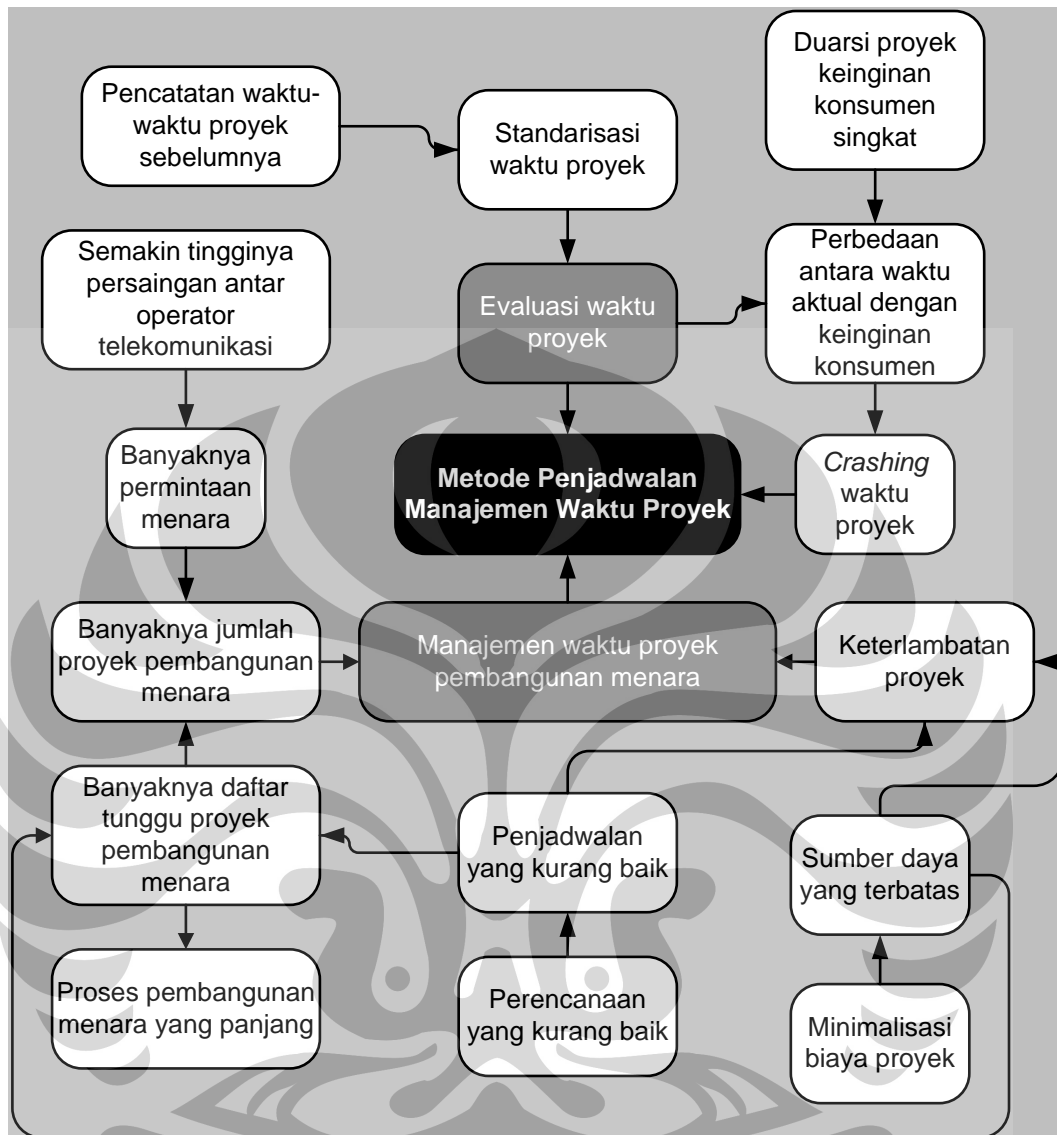
⁵ Project Management Institute, *Op.Cit.*, p.8.

kepuasan pelanggan yang didapatkan tinggi. Kita dapat memenuhi *customer requirement* dengan mempercepat durasi waktu proyek sampai sesuai dengan keinginan pelanggan. Tetapi mempercepat durasi proyek ini akan terjadi *trade of* dengan jumlah sumber daya yang digunakan pada suatu proyek yang berakibat pada meningkatnya biaya penyelesaian suatu proyek. Sumber daya yang terbatas ini dikarenakan penekanan pada biaya pelaksanaan proyek yang terbatas untuk mendapatkan margin keuntungan yang tinggi.

Untuk mengatasi semua masalah yang terjadi dan memberikan pelayanan terbaik bagi pelanggan dengan mengkombinasikan tiga kendala utama ini maka diperlukan suatu manajemen proyek yang baik yang terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, sampai pengawasan sehingga kualitas proyek yang dihasilkan juga baik dan sesuai dengan *customer requirement*. Manajemen proyek ini harus dapat mengatasi semuanya dalam proyek pembangunan menara sehingga perlu dilakukan analisis terhadap dua metode penjadwalan manajemen waktu proyek.



1.2. Diagram Keterkaitan Permasalahan



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Permasalahan

1.3. Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas, pokok permasalahan dari penelitian ini adalah diperlukannya suatu analisis akan manajemen waktu proyek mengenai metode penjadwalan manajemen waktu proyek yang dalam membuat tahapan awal, perencanaan, dan penjadwalan serta evaluasi pada suatu proyek pembangunan menara dalam mencegah dan mengatasi terjadinya keterlambatan proyek. Proyek pembangunan menara pada industri telekomunikasi ini dipilih karena proyek ini sangat kompleks karena memiliki banyak proses yang dilakukan

didalamnya dan dalam jangka waktu yang relatif lama serta memiliki iklim persaingan industri yang sangat tinggi pada saat ini.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis perbandingan terhadap dua metode penjadwalan manajemen waktu proyek yakni metode *critical chain* dengan metode *critical path* dalam membuat penjadwalan dan evaluasi pada manajemen waktu proyek pembangunan menara telekomunikasi agar tidak terjadi keterlambatan proyek serta mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Proyek pembuatan sebuah menara merupakan suatu proyek yang kompleks karena terdiri dari lima tahapan utama yang masing-masing didalamnya terdapat puluhan proses lagi, untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan pengkhususan masalah agar peneliti dapat fokus dalam melaksanakannya, pengkhususan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

- Pembangunan menara hanya dibatasi dari mulai pemesanan menara oleh konsumen sampai dengan penyerah terimaan menara.
- Melakukan analisis perbandingan pemilihan metode penjadwalan manajemen waktu proyek yakni metode *critical chain* dan metode *critical path*.
- Proyek yang dijadikan sampel adalah proyek pembangunan menara yang dipesan pada bulan Juni sampai Desember 2007.
- Melakukan evaluasi terhadap proyek yang telah berjalan berdasarkan dua metode penjadwalan yang diperbandingkan.
- Hanya sebatas usulan kepada perusahaan akan metode penjadwalan yang paling cocok dengan perusahaan.

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu tahap awal penelitian, studi literatur, pengambilan dan pengolahan data, dan analisis dan kesimpulan. Penjelasan dari metodologi penelitian ini dijabarkan seperti penjelasan berikut:

1. Penentuan topik penelitian

Dalam tahap ini dilakukan penentuan masalah utama yang akan dijadikan topik penelitian, yaitu manajemen waktu proyek pembangunan menara

2. Penentuan tujuan penelitian

Dalam tahap ini dilakukan penentuan tujuan penelitian untuk mendapatkan hasil akhir yang diinginkan untuk mencapai tujuan penelitian. Hasil akhir yang diinginkan adalah mengetahui kelebihan dan kekurangan metode penjadwalan manajemen waktu proyek dalam mencapai tujuan sebuah proyek yang berjalan dengan lancar dan memiliki performa evaluasi yang baik.

3. Mempelajari literatur dan dasar teori

Pada bagian ini dilakukan pencarian literatur, dasar teori, dan contoh kasus yang berhubungan dan mendukung dalam pelaksanaan penelitian. Bahan yang berkaitan dengan penelitian ini adalah Manajemen Proyek, Penjadwalan, dan Evaluasi Penjadwalan proyek. Bahan-bahan ini berasal dari buku, jurnal maupun artikel.

4. Mempelajari dan memahami profil perusahaan

Mempelajari profil perusahaan pembuat menara untuk mengetahui dan memahami karakteristik dan budaya perusahaan untuk menyesuaikan penelitian.

5. Pengumpulan data

Mengumpulkan data baik yang bersifat primer ataupun yang bersifat sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara dan *brainstorming*. Sedangkan data sekunder didapat dari data pelaksanaan proyek pembangunan

menara sebelumnya. Data yang dikumpulkan adalah berupa WBS, daftar aktivitas, daftar aktivitas yang penting, Atribut aktivitas, Faktor internal dan eksternal, Ruang lingkup proyek, Proses aset organisasi, ketersediaan sumber daya, jadwal sumber daya (kalender) dan perencanaan manajemen proyek.

6. Pengolahan data penjabaran dan pengurutan aktivitas

Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul maka selanjutnya adalah mengolah data tersebut untuk membuat daftar aktivitas secara detil dan urutan antar aktivitas pembangunan menara. Pengolahan pada tahap ini adalah dengan membuat definisi dari setiap proses untuk mengetahui proses yang dilaksanakan pada aktivitas tersebut dan membuat urutan prosesnya sesuai dengan keterkaitan antar aktivitas.

7. Validasi data hasil pengolahan penjabaran dan pengurutan aktivitas

Pengujian hasil deskripsi aktivitas dan urutan aktivitas tersebut dilakukan dengan melakukan perbandingan pada proyek sebelumnya dan dengan konsultasi kepada manajer proyek. Dengan cara itu maka akan terlihat jika terdapat kekeliruan yang terjadi.

8. Pengolahan data pengestimasian sumber daya dan durasi

Setelah mendapatkan hasil berupa daftar aktivitas dan urutannya maka data tersebut dikombinasikan dengan ketersediaan sumber daya untuk dilakukan pengestimasian terhadap sumber daya yang diperlukan pada tiap proses. Selanjutnya jika setiap proses sudah ditentukan sumber daya yang akan digunakan maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan durasi tiap-tiap proses untuk dua metode penjadwalan. Maka pada akhirnya terbentuklah daftar atribut aktivitas yang telah dilengkapi dengan durasi, sumber daya, dan urutan untuk dua metode penjadwalan.

9. Validasi data hasil pengestimasian sumber daya dan durasi

Pengujian hasil pengestimasian sumber daya dan durasi tersebut dilakukan dengan melakukan perbandingan pada proyek sebelumnya dan dengan

konsultasi kepada manajer proyek. Dengan cara itu maka akan terlihat jika terdapat kekeliruan yang terjadi.

10. Pengolahan data penjadwalan dan evaluasi proyek

Dengan tersedianya atribut aktivitas yang lengkap maka dapat dilakukan penjadwalan untuk membuat proyek tepat waktu dan menghindari proyek tersendat atau tidak sesuai dengan perencanaan. Penjadwalan ini dilakukan dengan menggunakan metode *Critical chain* dan metode *Critical Path*. Sedangkan untuk proyek telah berjalan akan dilakukan evaluasi terhadap perencanaan awal dan penjadwalan pada dua metode dengan menggunakan teknik SPI dan *time slip*.

11. Validasi data hasil penjadwalan dan evaluasi proyek

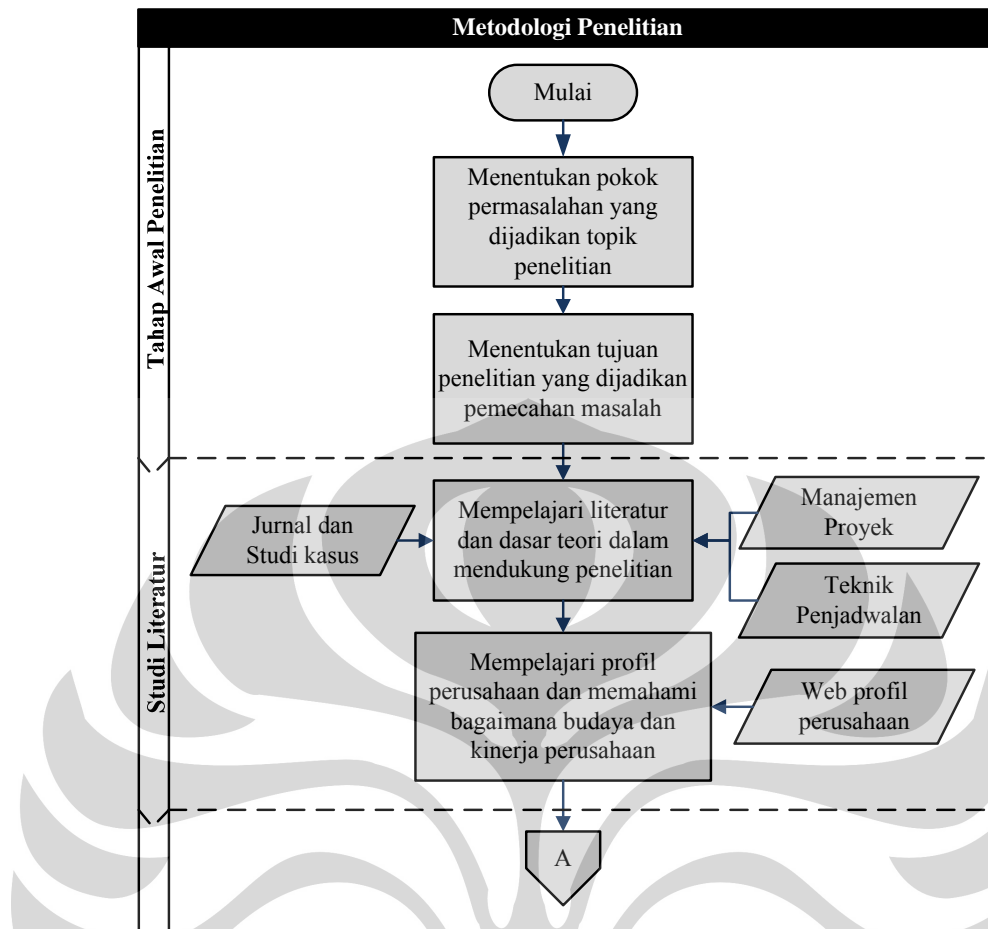
Pengujian hasil penjadwalan dan evaluasi proyek tersebut dilakukan dengan melakukan perbandingan pada proyek sebelumnya dan dengan konsultasi kepada manajer proyek. Dengan cara itu maka akan terlihat jika terdapat kekeliruan yang terjadi.

12. Analisis hasil

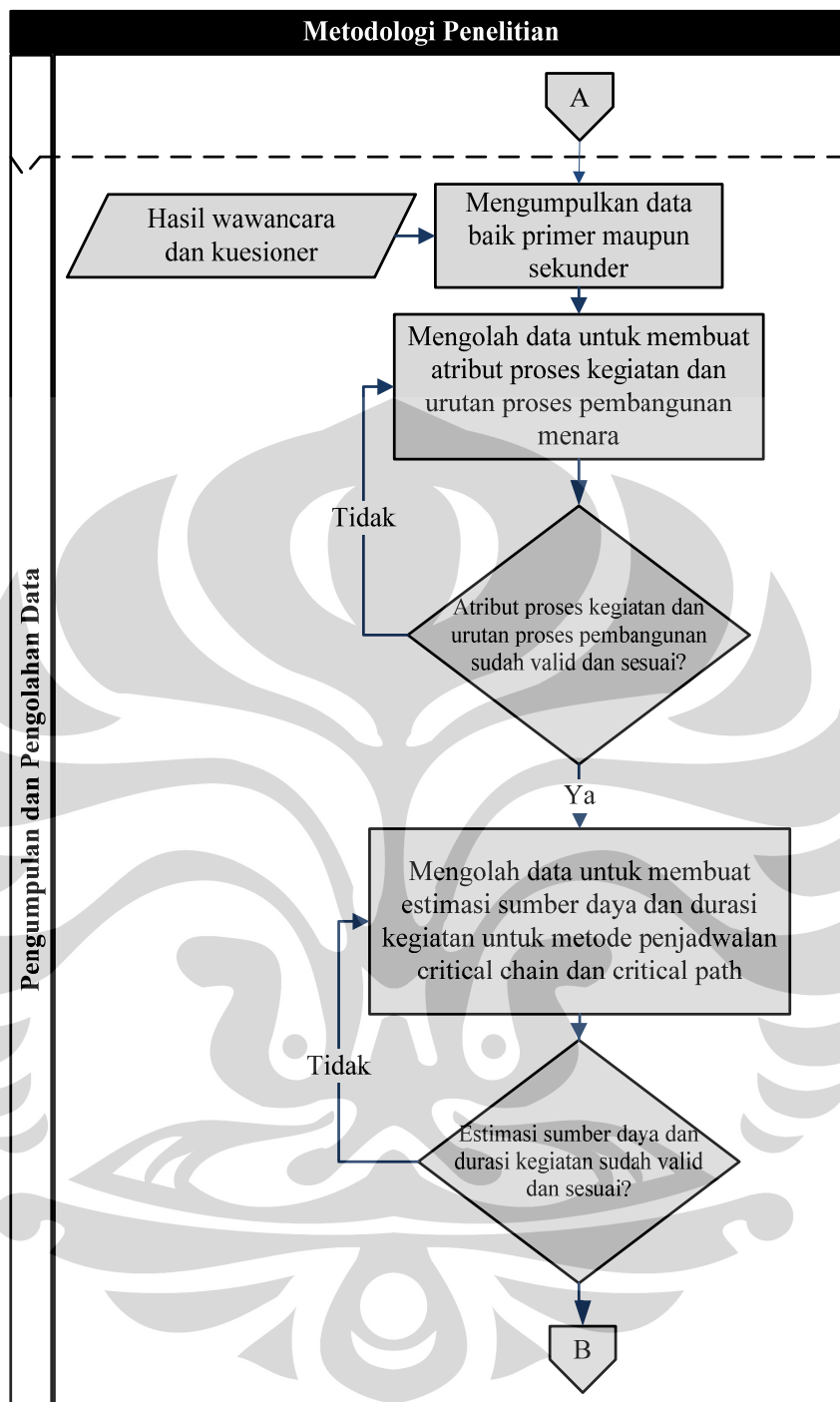
Menganalisis hasil yang telah didapat pada metode penjadwalan *critical chain* dan metode *critical path* selanjutnya membandingkan hasil kedua metode penjadwalan tersebut. memberikan usulan metode penjadwalan yang paling cocok dengan perusahaan. Serta membuat usulan untuk penelitian selanjutnya.

13. Penarikan kesimpulan

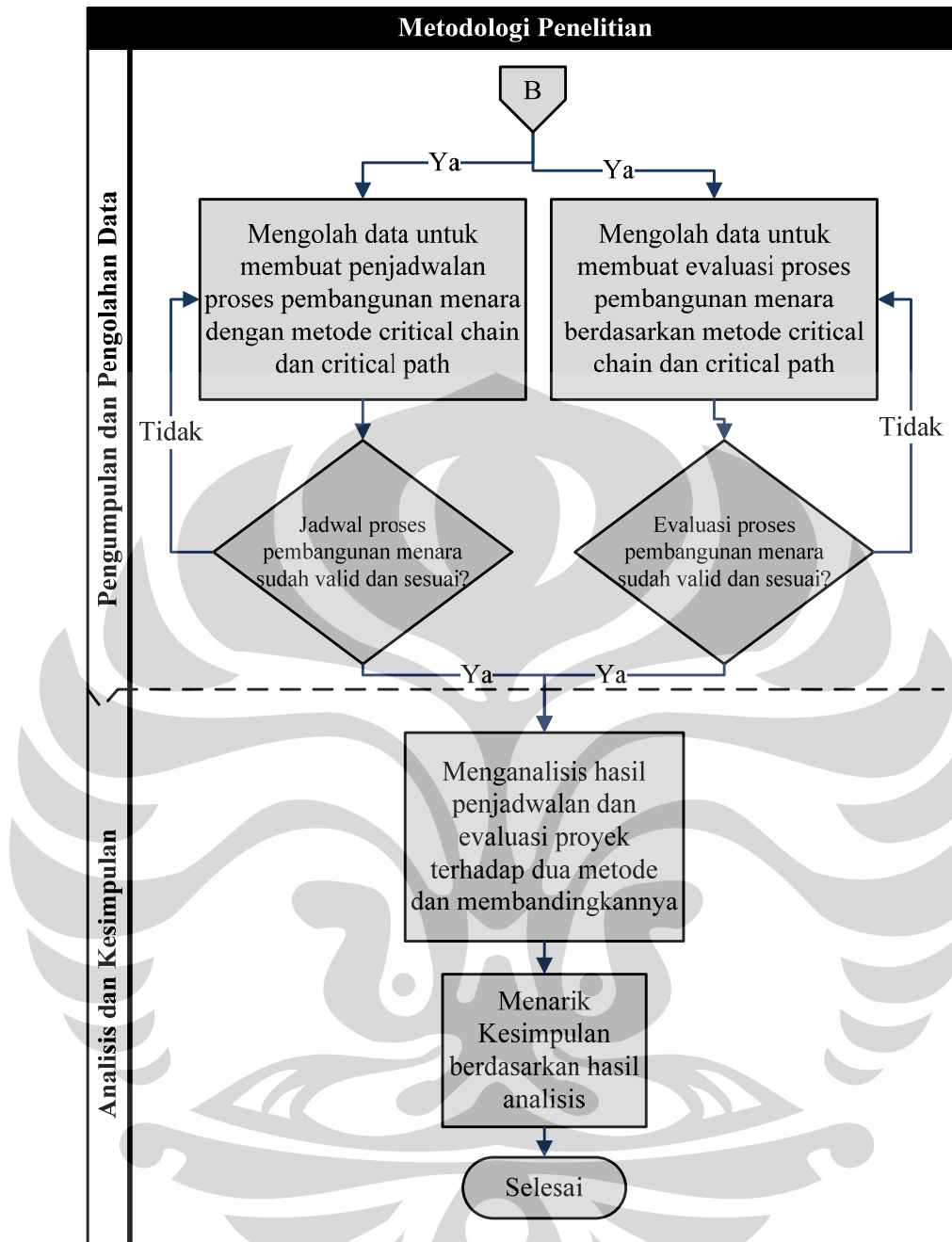
Membuat kesimpulan terhadap penelitian yang dilakukan
Untuk lebih memperjelas urutan yang dilakukan maka dibawah ini akan diberikan *flowchart* metodologi penelitian.



Gambar 1.2 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 1.3 *Flowchart* Metodologi Penelitian (sambung)



Gambar 1.4 *Flowchart* Metodologi Penelitian(sambungan)

1.7. Sistematika Penulisan

Pembahasan mengenai penelitian yang dilakukan oleh peneliti disajikan dalam lima bab, yaitu yaitu pendahuluan, dasar teori, pengumpulan dan pengolahan data, analisis, dan kesimpulan.

Pendahuluan sebagai bab pembuka menceritakan latar belakang penulis memilih topik penelitian skripsi ini. Hal ini diperjelas dengan menguraikan tujuan-tujuan yang ingin dicapai dari pokok permasalahan penelitian serta batasan-batasan ruang lingkup penelitian agar penelitian dapat lebih fokus pada tujuan awalnya. Selain itu juga dijelaskan mengenai metodologi penelitian dan sistematika penulisan dengan tujuan agar pembaca memperoleh gambaran awal tentang langkah-langkah dan susunan proses penelitian ini.

Penjelasan secara terperinci mengenai dasar teori yang relevan dengan masalah yang akan diteliti akan dibahas dalam bab 2. Bab ini terdiri dari sub-sub teori yang akan menjelaskan mengenai dasar teori tentang manajemen waktu proyek, teknik penjadwalan, dan metode evaluasi proyek.

Pada awal akan dijelaskan profil perusahaan yang dijadikan objek penelitian untuk lebih mengetahui seluk beluk perusahaan yang diteliti. Pengumpulan dan pengolahan data merupakan isi dari penelitian dimana didalamnya akan dimuat data apa saja yang diperlukan dalam penelitian dan bagaimana cara mendapatkannya. Selanjutnya diberikan penjabaran pengolahan data yang telah didapat untuk dibuat sebuah penjadwalan dengan menggunakan metode *critical chain* dan metode *critical path* dan melakukan evaluasi proyek yang telah berjalan dengan teknik *slip time* dan SPI.

Selanjutnya analisis akan hasil yang telah didapat pada sebelumnya akan dibahas tuntas pada bab analisis. Tujuan dari bagian ini adalah menjawab tujuan penelitian yang sudah ditetapkan.

Bagian terakhir yaitu kesimpulan akan memuat kesimpulan terhadap keseluruhan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis serta saran yang dapat digunakan untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Proyek

Untuk lebih memahami manajemen proyek maka kita harus mengetahui dengan jelas apa yang dimaksud dengan proyek terlebih dahulu. Pada dasarnya proyek dianggap sebagai rangkaian aktivitas dan tugas yang mempunyai ciri-ciri⁶:

- Mempunyai sasaran yang spesifik dengan kejelasan spesifikasi
- Telah ditentukan waktu mulai dan berakhirnya.
- Mempunyai batasan pembiayaan
- Menggunakan sumber daya manusia dan jenis sumber daya lain
- Multifungsi

Tetapi secara harfiah definisi proyek adalah:

1. usaha yang temporer yang dilakukan untuk membuat produk, layanan, atau hasil yang unik⁷.
2. Semua yang dilakukan dengan spesifik dan sudah ditentukan awal dan akhirnya, tujuan sudah ditentukan dengan baik, memungkinkan untuk dicapai, dan dapat diselesaikan⁸.
3. Sebuah aktivitas temporer yang dibatasi oleh tujuan bisnis⁹.
4. Pekerjaan utama yang dilakukan hanya sekali dan ditujukan untuk mencapai tujuan dan sangat melibatkan uang, personil, dan peralatan¹⁰.
5. Usaha yang unik untuk menghasilkan suatu hasil dengan penetapan yang jelas akan hambatan waktu, biaya, dan kualitas¹¹.

Berdasarkan definisi-definisi proyek diatas maka dapat disimpulkan bahwa suatu proyek mempunyai karakteristik yang khusus¹²:

1. Sementara, yakni awal mulai dan berakhirnya proyek sudah ditentukan.

⁶ H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Kontrolling, Eighth Edition*, John Wiley & Sons, Canada, 2003, p.1.

⁷ Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge-3rd edition*, Project Management Institute, 2004, p.5.

⁸ C.R. Cook, *Just Enough Project Management*, McGraw-Hill, US, 2005.

⁹ J. Charvat, *Project management Nation: Tools, Techniques, and Goals for The New and Practicing IT Project Manager*, John Wiley & Sons, New York, 2002, p.221.

¹⁰ C. Schwindt, *Resource Allocation in Project Management*, Springer, Berlin, 2005, p.1.

¹¹ J. Westland, *The Project Management Life Cycle*, Kogan Page, London, 2006, p.2.

¹² Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.5.

2. Produk, jasa, dan hasil yang didapatkan unik
3. Perluasan progresif, yakni perkembangan yang bertahap dan terus meningkat.

Pada prinsipnya terdapat dua jenis pekerjaan, yaitu proyek dan pekerjaan operasional. Dua pekerjaan ini sering terlihat sama tetapi sebenarnya pekerjaan ini berbeda. Perbedaan antara proyek dan pekerjaan operasional yang paling utama adalah terletak pada waktu dan aktivitasnya. Untuk proyek waktunya bersifat sementara dan aktivitas yang dilakukan unik, sedangkan aktivitas operasional merupakan aktivitas yang terus berjalan dan berulang, sehingga antara aktivitas operasional yang satu dengan aktivitas yang lain itu sama. Perbedaan tujuan antara suatu proyek dengan aktivitas operasional adalah proyek mencapai tujuan akhir yang ditentukan sebelumnya sedangkan aktivitas operasional bertujuan untuk meneruskan kelangsungan bisnis. Proyek biasanya digunakan sebagai alat untuk mencapai rencana strategis organisasi.

2.2. Manajemen Proyek

Untuk membuat suatu proyek berjalan dengan baik maka diperlukan suatu manajemen akan proyek tersebut. Aktivitas tersebut merupakan pengaplikasian dan integrasi dari proses permulaan, perencanaan, eksekusi, pengawasan dan kontrol serta penutupan. Aktivitas-aktivitas itu dinamakan manajemen proyek. Definisi dari manajemen proyek adalah sebagai berikut:

1. Pengaplikasian dari ilmu pengetahuan, kemampuan, alat dan teknik/metode pada aktivitas-aktivitas dalam sebuah proyek untuk mencapai persyaratan yang telah ditentukan¹³.
2. Menyelesaikan pekerjaan tepat waktu, sesuai dengan biaya, dan sesuai dengan spesifikasi¹⁴.
3. Menjamin proyek membuat penggunaan sumber daya paling efektif dan efisien dalam rangka mencapai tujuan yang telah disepakati¹⁵.

¹³ Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.8.

¹⁴ C.R. Cook, *Op.Cit.*

¹⁵ Youth Policy and Programs, *Project Management T-Kit*, Council of Europe and European Commission, Europe, 2000, p.40.

4. Seni dalam mengarahkan dan mengkoordinasikan manusia dan sumber daya material selama proyek berjalan dengan menggunakan teknik manajemen modern untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan yakni dalam bidang ruang lingkup, biaya, waktu, kualitas, dan kepuasan partisipan¹⁶.
5. Kemampuan, alat, dan proses manajemen yang dibutuhkan untuk menjalankan proyek dengan sukses¹⁷.

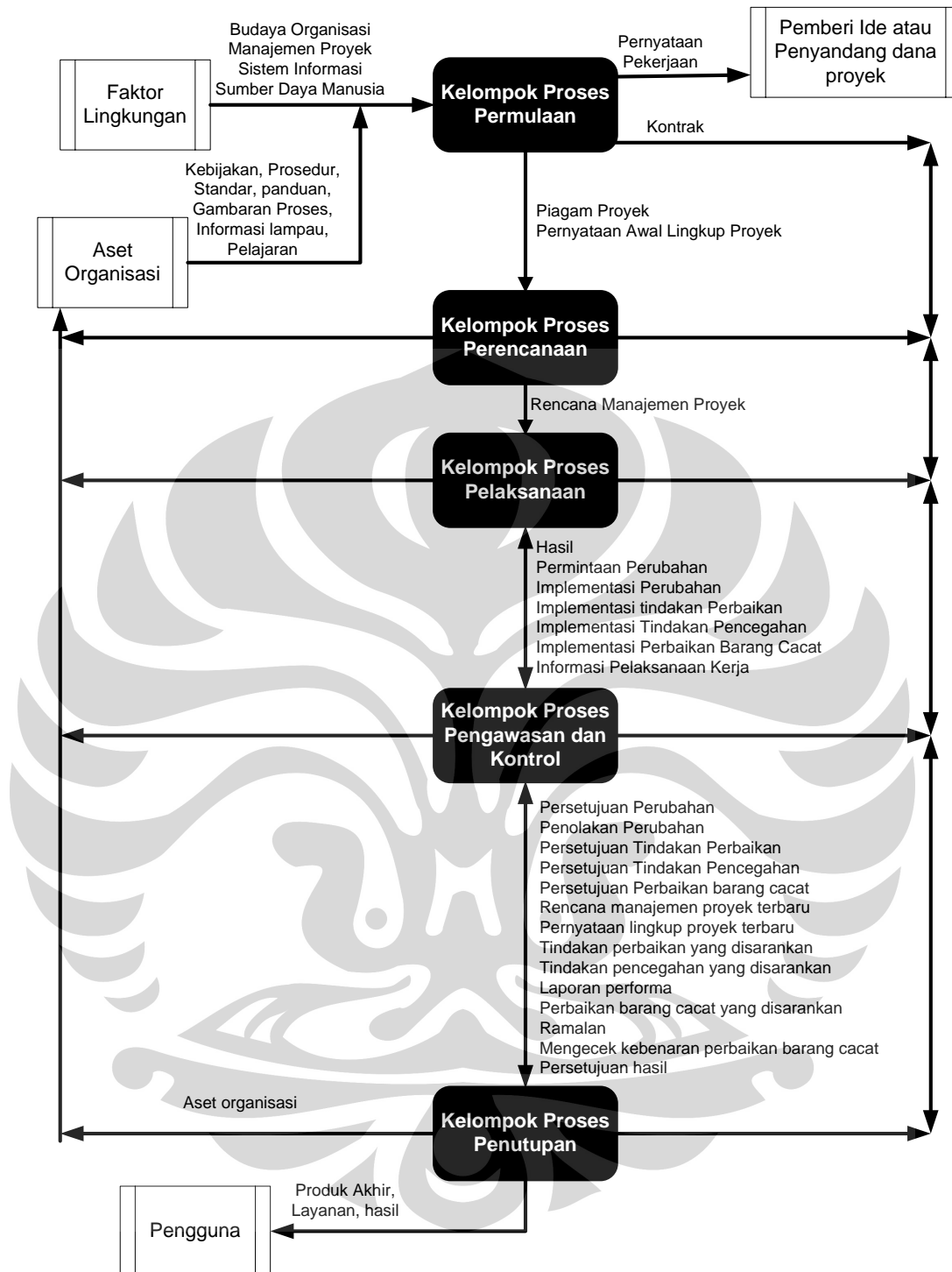
Aturan pertama manajemen proyek adalah orang yang mempunyai kewajiban mengerjakan sesuatu sebaiknya menolong dalam pembuatan perencanaannya¹⁸. Pada pelaksanaannya manajemen proyek dibagi dalam lima tahap:

1. Tahap Awal
2. Tahap Perencanaan
3. Tahap Pelaksanaan
4. Tahap Pengawasan dan Kontrol
5. Tahap Penutupan

¹⁶ C. Hendrickson, *Project Management for Construction*, Prentice Hall, Pittsburgh, 2000.

¹⁷ J. Westland, *Op.Cit.*, p.2.

¹⁸ J.P. Lewis, *Fundamentals of project management*, AMACOM, New York, 2007, p.5.



Gambar 2.1 Diagram Tahapan Proses Pada Manajemen Proyek¹⁹

Dalam tahapan tersebut terdiri dari fase-fase yang dibuat untuk mempermudah dalam proses pengerjaan. Untuk menghasilkan proyek yang

¹⁹ Project Management Institute, *Op.Cit.*, p.42.

berkualitas dipengaruhi oleh perpaduan antara ruang lingkup proyek, waktu proyek, dan biaya proyek. Hal ini dikarenakan ruang lingkup proyek, waktu proyek, dan biaya proyek merupakan tiga kendala utama dalam sebuah manajemen proyek²⁰.

Didalam tahap-tahap yang terdapat di manajemen proyek itu ditunjang dengan sembilan area pengetahuan manajemen proyek:

1. Manajemen Integrasi Proyek.

Proses dengan aktivitas yang mengintegrasikan bermacam-macam elemen pada manajemen proyek, yaitu mengidentifikasi, menentukan, mengkombinasikan, menyatukan, dan menyatukan dalam proses manajemen proyek.

2. Manajemen Ruang Lingkup Proyek

Proses yang berkaitan dalam memastikan proyek terdiri dari semua pekerjaan yang dibutuhkan saja untuk dapat menyelesaikannya dengan sukses.

3. Manajemen Waktu Proyek

Menggambarkan proses yang menitikberatkan pada penyelesaian waktu proyek.

4. Manajemen Biaya Proyek

Proses yang berkaitan dengan perencanaan, pengestimasian, penganggaran dan pengontrolan biaya sehingga proyek dapat diselesaikan dengan anggaran yang telah disetujui.

5. Manajemen Kualitas Proyek

Proses yang berkaitan dengan memastikan proyek dalam memenuhi tujuan yang telah ditetapkan.

6. Manajemen Sumber Daya Manusia Proyek

Proses yang mengorganisir dan mengatur tim proyek.

7. Manajemen Komunikasi Proyek

Proses yang menitikberatkan pada pembangkitan tepat waktu dan sesuai, pengumpulan, penyebaran, penyimpanan dan penyusunan terakhir informasi proyek.

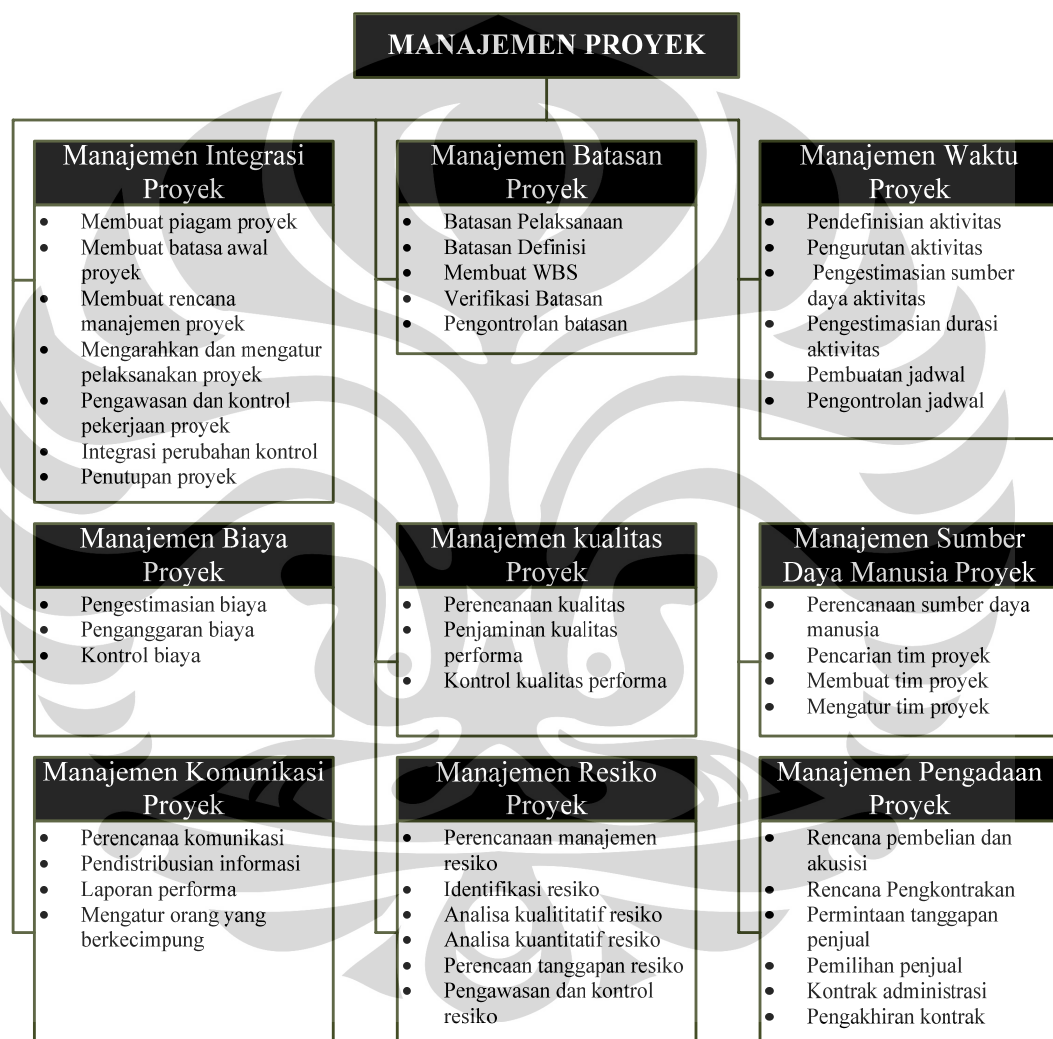
²⁰ Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.8.

8. Manajemen Resiko Proyek

Proses yang memfokuskan pada pelaksanaan manajemen resiko sebuah proyek.

9. Manajemen Pengadaan Proyek

Proses dalam pembelian atau memperoleh produk, layanan atau hasil, dan bisa juga sebagai proses manajemen kontrak.



Gambar 2.2 Bagan Sembilan Area Manajemen Proyek²¹

²¹ Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.11.

2.3. Manajemen Waktu Proyek

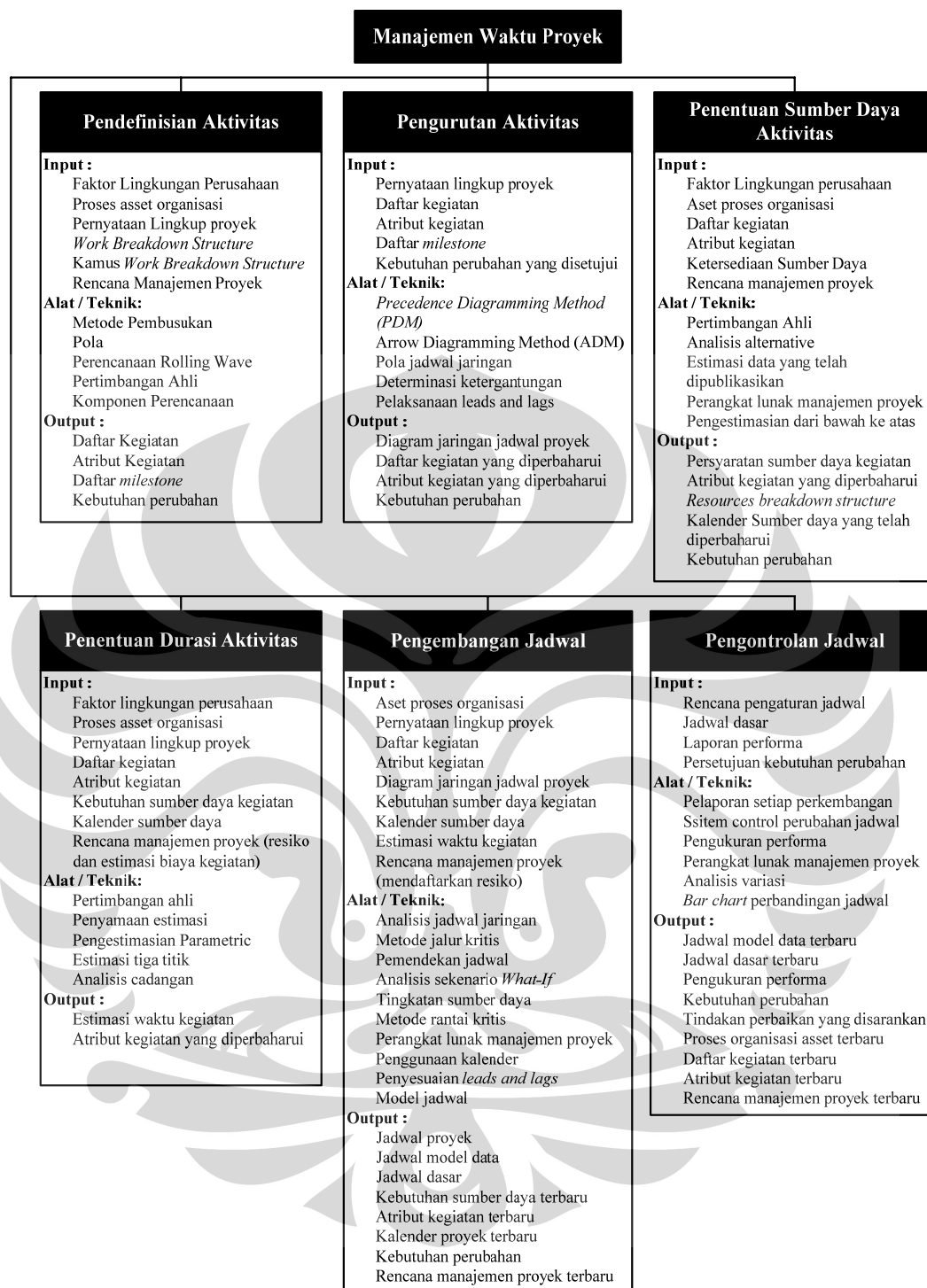
Manajemen waktu proyek adalah semua proses yang terdiri dari pemenuhan waktu proyek sesuai dengan yang ditentukan²². Manajemen waktu proyek terdiri dari proses:

1. Pendefinisian Aktivitas (*Activity Definition*): menentukan jadwal spesifik aktivitas yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas proyek yang bermacam-macam.
2. Pengurutan Aktivitas (*Activity Sequencing*): Menentukan dan mencatat keterkaitan antar jadwal aktivitas.
3. Penentuan Sumber Daya Aktivitas (*Activity Resource Estimating*): Pengestimasian jenis dan jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan jadwal aktivitas.
4. Penentuan Durasi Aktivitas (*Activity Duration Estimating*): Pengestimasian jumlah periode waktu yang akan dibutuhkan untuk menyelesaikan jadwal aktivitas individu.
5. Pengembangan Jadwal (*Schedule Development*): Menganalisis aktivitas pengurutan, durasi, sumber daya, dan batasan penjadwalan untuk membuat jadwal proyek.
6. Pengontrolan Jadwal (*Schedule Control*): Pengontrolan perubahan jadwal proyek.

Setiap proses ini saling berinteraksi satu dengan yang lain dan saling terkait juga dengan bidang pengetahuan yang berbeda. Untuk beberapa proyek dengan lingkup yang kecil proses pengurutan aktivitas, penentuan sumber daya aktivitas, penentuan durasi aktivitas, dan pembuatan jadwal mempunyai hubungan yang sangat erat serta dapat dilihat menjadi satu proses yang dapat dikerjakan pada waktu yang relatif singkat.

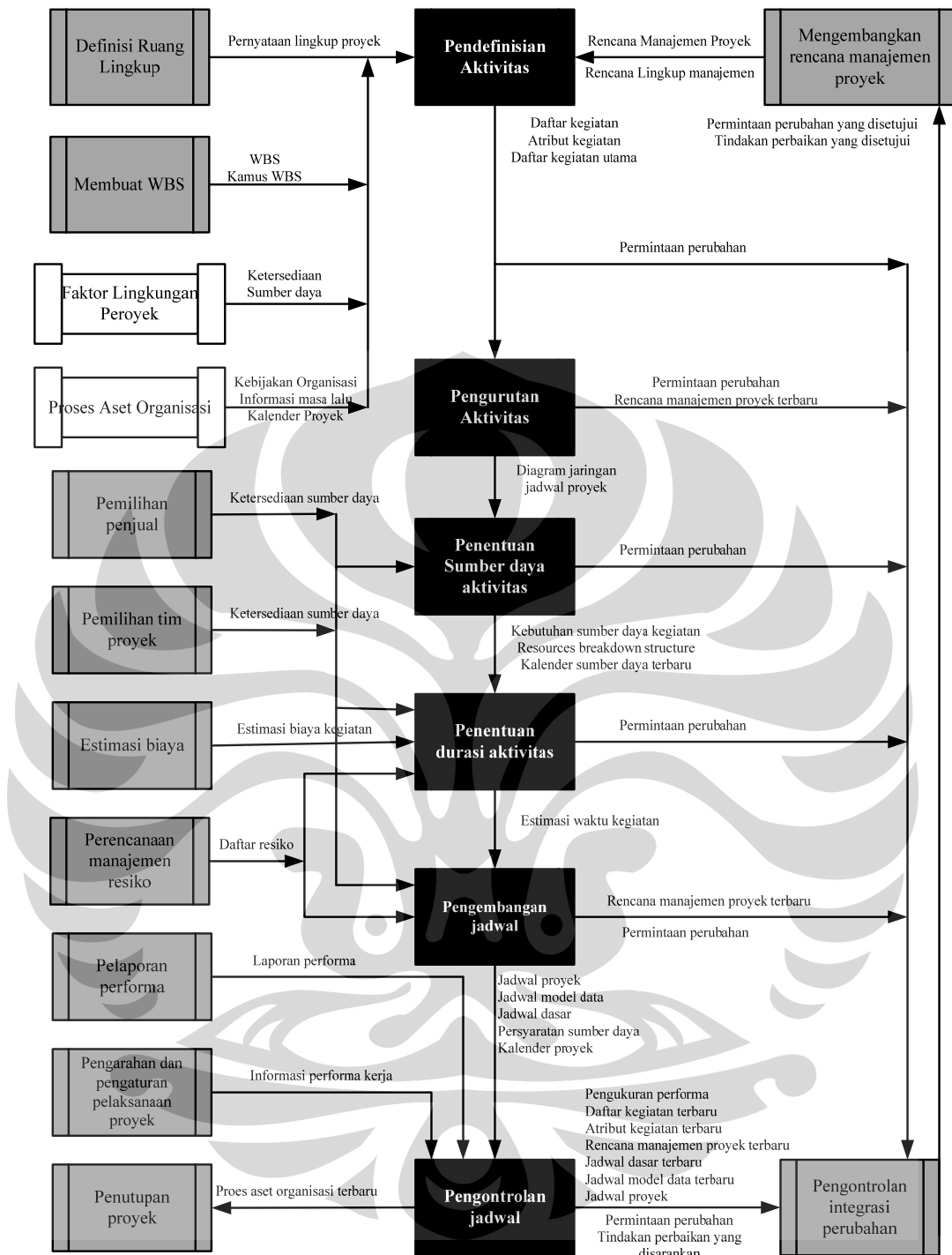
Berikut merupakan gambaran keseluruhan aktivitas manajemen waktu proyek:

²² Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.123.



Gambar 2.3 Bagan Tahap-Tahap Pada Manajemen Waktu Proyek²³

²³ Project Management Institute, *Op.Cit.* p.125.

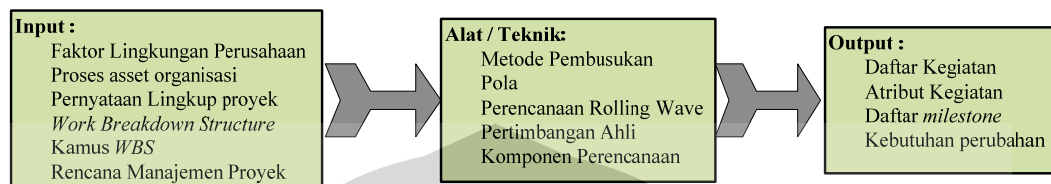


Gambar 2.4 Aliran Proses Pada Tahapan Manajemen Waktu Proyek²⁴

²⁴ Project Management Institute, *Op.Cit.*, p.126.

2.3.1. Pendefinisian Aktivitas

Merupakan proses mendefinisikan jadwal aktivitas yang melibatkan indentifikasi dan mencatat suatu pekerjaan yang telah direncanakan untuk dijalankan.



Gambar 2.5 Bagan Masukan, Metode, Dan Keluaran Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas

2.3.1.1. Masukan Tahap Pendefinisian Aktivitas

Dalam proses ini memiliki beberapa masukan yang dibutuhkan yaitu:

1. Faktor Lingkungan Perusahaan (*enterprise environmental factors*)

Merupakan faktor-faktor dan sistem yang berada disekitar dan mempengaruhi kesuksesan proyek. Faktor-faktor tersebut adalah

- Budaya dan struktur Organisasi atau perusahaan
- Standar pemerintah atau industri
- Infrastruktur
- Sumber daya manusia
- Administrasi kepegawaian
- Sistem otorisasi kerja perusahaan
- Kondisi pasar
- Toleransi resiko para orang yang bersangkutan
- *Database* komersil
- Sistem informasi manajemen proyek

2. Proses aset organisasi (*organizational process assets*)

Proses aset organisasi merupakan semua aset yang digunakan seperti kebijakan, prosedur, rencana, dan panduan baik yang bersifat formal maupun nonformal yang mempengaruhi kesuksesan proyek tersebut. Proses aset organisasi dapat juga menghadirkan pembelajaran dan ilmu pengetahuan suatu organisasi dari proyek terdahulu, seperti jadwal

keseluruhan, data resiko, dan data nilai yang didapat. Proses aset organisasi dapat dikelompokan menjadi dua:

1. Proses dan prosedur organisasi dalam melaksanakan pekerjaan.
 2. Pengetahuan organisasi yang berdasarkan pada penyimpanan dan pengambilan informasi.
3. Pernyataan Lingkup proyek (*project scope statement*)

Pernyataan lingkup proyek menggambarkan secara terperinci apa yang dihasilkan proyek dan apa yang harus dilakukan untuk menghasilkannya. Selain itu pernyataan lingkup proyek juga menyediakan batasan dan tujuan utama proyek dengan menggunakan bahasa yang lebih mudah dimengerti oleh pihak-pihak terkait. Pernyataan lingkup proyek ini sangat membantu tim proyek dalam perencanaan yang lebih terperinci, panduan kerja tim proyek dalam pelaksanaan, dan menyediakan basis untuk evaluasi walaupun dibutuhkan perubahan atau tambahan pekerjaan baik didalam atau pun diluar ruang lingkup proyek. Pernyataan lingkup proyek yang rinci terdiri dari:

- Tujuan proyek
- Diskripsi ruang lingkup produk
- Persyaratan proyek
- Batasan-ruang lingkup proyek
- Hasil proyek
- Kriteria produk
- Asumsi proyek
- Organisasi proyek awal
- Resiko awal
- Jadwal *milestone*
- Keterbatasan dana
- Estimasi biaya
- Persyaratan manajemen konfigurasi proyek
- Spesifikasi proyek
- Persyaratan persetujuan

4. *Work Breakdown Structure*

WBS merupakan pembagian atau pemecahan suatu proses menjadi yang lebih kecil atau rinci dengan tujuan untuk memudahkan pengerjaan dan proses evaluasi. Setiap komponen WBS termasuk kelompok kerja dan *control account* yang ditugaskan sebagai penanda dari *code account*. Penanda ini terdiri dari penjumlahan biaya, jadwal, dan informasi sumber daya. WBS yang dibuat harus tidak bertentangan dengan pemecahan struktur yang telah digunakan dalam memberikan informasi aktual proyek, seperti:

- *Organizational Breakdown Structure* (OBS)
- *Bill of Material* (BOM)
- *Risk Breakdown Structure* (RBS)
- *Resources Breakdown Structure* (RBS)

5. Kamus *Work Breakdown Structure*

Merupakan suatu dokumen dari proses *Work Breakdown Structure* yang digunakan untuk melengkapi informasi pada WBS.

6. Rencana Manajemen Proyek (*project management plan*)

Rencana manajemen proyek merupakan tindakan yang penting dalam menggambarkan, mengintegrasikan, dan mengkoordinasikan semua cabang rencana sampai rencana manajemen proyek. Rencana manajemen proyek menggambarkan bagaimana proyek dilakukan, diawasi, dikontrol dan ditutup.

2.3.1.2. Metode Tahap Pendefinisian Aktivitas

Dalam memproses masukan pada tahap pendefinisian aktivitas digunakan alat atau teknik, seperti:

1. Metode Pembusukan (*decomposition*)

Merupakan teknik yang digunakan untuk membagi hasil proyek menjadi lebih kecil, komponen yang lebih mudah diatur sampai pekerjaan dan hasil ditentukan pada pengelompokan kerja.

2. Pola (*template*)

Merupakan suatu standar yang dapat digunakan dari proyek terdahulu. Meskipun setiap proyek mempunyai karakteristik yang berbeda tetapi pola tersebut dapat dijadikan acuan dalam pembuatan perencanaan.

3. Perencanaan *Rolling Wave*.

Perencanaan *Rolling Wave* adalah sebuah teknik yang merupakan form perencanaan yang berelaborasi progresif dimana pekerjaan yang harus diselesaikan pada term yang dekat direncanakan dengan rinci pada tingkat yang lebih rendah dari WBS. Sedangkan pekerjaan yang harus diselesaikan pada masa yang akan datang direncanakan pada tingkat relatif lebih tinggi dari WBS. Perencanaan yang terperinci sebuah pekerjaan baik untuk waktu yang dekat atau jauh selesai pada waktu dimana pekerjaan tersebut juga selesai.

4. Pertimbangan Ahli (*Expert Judgment*)

Anggota tim atau seseorang ahli yang berpengalaman dan mempunyai kemampuan dalam membuat pernyataan lingkup proyek yang rinci, WBS, dan jadwal dapat memberikan pertimbangan dalam penggambaran aktivitas.

5. Komponen Perencanaan (*Planning Component*)

Komponen perencanaan digunakan oleh anggota tim untuk merencanakan dan menjadwalkan pekerjaan mendatang berbagai tingkatan yang lebih tinggi dari WBS. Jadwal aktivitas yang digunakan ini hanya bersifat kesimpulan aktivitas sehingga tidak mendukung dalam estimasi, penjadwalan, pelaksanaan, pengawasan, dan kontrol yang rinci dari sebuah pekerjaan proyek. Dua komponen perencanaan adalah *control account* dan paket perencanaan.

2.3.1.3. Keluaran Tahap Pendefinisian Aktivitas

keluaran dari tahap pendefinisian aktivitas tersebut adalah

1. Daftar Aktivitas (*Activity List*)

Daftar aktivitas merupakan dokumen tabulasi dari sebuah jadwal aktivitas yang menunjukkan deskripsi aktivitas, pengenalan aktivitas, dan

ruang lingkup deskripsi pekerjaan yang cukup rinci sehingga anggota tim proyek mengerti apa yang harus dikerjakan.

2. Atribut Aktivitas (*Activity Attributes*)

Beberapa atribut yang berasosiasi dengan setiap jadwal aktivitas yang mungkin terdapat dalam daftar aktivitas. Atribut aktivitas terdiri dari; kode aktivitas, pendahulu aktivitas, aktivitas yang mengikuti, hubungan yang logis, ketepatan dan keterlambatan, kebutuhan sumber daya, data yang dibutuhkan, hambatan, dan asumsi.

3. Daftar *milestone* (*Milestone List*)

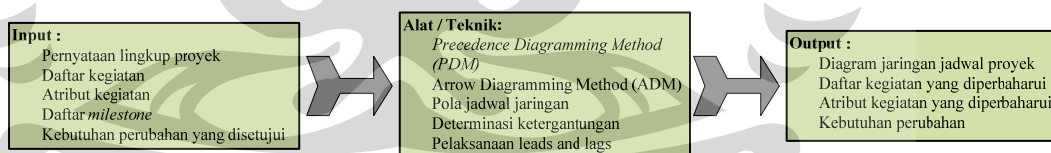
Daftar dari jadwal *milestone* untuk mengidentifikasi seluruh *milestone* dan mengindikasikan, apakah *milestone* tersebut merupakan suatu keharusan atau suatu pilihan.

4. Kebutuhan perubahan (*Requested Changes*)

Secara formal mencatat kebutuhan perubahan yang diajukan untuk persetujuan pada proses kontrol integrasi perubahan.

2.3.2. Pengurutan Aktivitas

Pengurutan aktivitas berhubungan dengan identifikasi dan dokumentasi hubungan yang logis antara jadwal aktivitas.



Gambar 2.6 Bagan Masukan, Metode dan Keluaran Tahap Pengurutan Aktivitas

2.3.2.1. Masukan Tahap Pengurutan Aktivitas

Masukan yang dibutuhkan dalam melaksanakan pengurutan aktivitas adalah

1. Pernyataan lingkup proyek

Keterangan selengkapnya mengenai pernyataan lingkup proyek dapat dilihat pada bagian masukan di sub bab Pendefinisian Aktivitas

2. Daftar aktivitas

Keterangan selengkapnya mengenai daftar aktivitas dapat dilihat pada bagian keluaran di sub bab Pendefinisian Aktivitas.

3. Atribut aktivitas

Keterangan selengkapnya mengenai atribut aktivitas dapat dilihat pada bagian keluaran di sub bab Pendefinisian Aktivitas.

4. Daftar *milestone*

Keterangan selengkapnya mengenai daftar *milestone* dapat dilihat pada bagian keluaran di sub bab Pendefinisian Aktivitas.

5. Kebutuhan perubahan yang disetujui (

Catatan kebutuhan perubahan yang telah mendapat persetujuan pada proses kontrol integrasi perubahan. Keterangan selengkapnya mengenai kebutuhan perubahan dapat dilihat pada bagian keluaran di sub bab Pendefinisian Aktivitas.

2.3.2.2. Metode Tahap Pengurutan Aktivitas

Dalam memproses pengurutan aktivitas digunakan teknik dan alat seperti dibawah ini:

1. *Precedence Diagramming Method (PDM)*

Merupakan metode yang digunakan untuk membuat diagram jaringan jadwal proyek yang menggunakan simbol kotak atau segitiga sebagai aktivitas dan menghubungkan mereka dengan tanda panah yang menggambarkan ketergantungan masing-masing aktivitas. Metode ini biasa disebut *Activity-On-Arrow (AOA)*. Dalam metode PDM memiliki empat tipe ketergantungan:

- *Finish-to-Start*
- *Finish-to-Finish*
- *Start-to-Start*
- *Start-to-Finish*

2. *Arrow Diagramming Method (ADM)*

Merupakan metode yang digunakan untuk membuat diagram jaringan jadwal proyek yang menggunakan tanda panah sebagai aktivitas dan menghubungkan mereka dengan simbol lingkaran yang

menggambarkan ketergantungan masing-masing aktivitas. Metode ini biasa disebut *Activity-On-Arrow (AOA)*.

3. Pola jadwal jaringan (*schedule network templates*)

Pola jadwal jaringan yang standar dapat digunakan untuk mempercepat persiapan pembuatan jadwal proyek karena pola ini tidak jauh berbeda dengan proyek yang akan dilaksanakan. Pola jadwal jaringan ini ada yang terdiri dari keseluruhan ataupun hanya sebagian saja.

4. Determinasi ketergantungan (*dependency determination*)

Ada tiga tipe ketergantungan yang digunakan dalam menggambarkan urutan dalam semua aktivitas:

- Ketergantungan yang wajib, merupakan ketergantungan yang tidak dapat dipisahkan dalam menyelesaikan pekerjaan.
- Kebebasan menentukan ketergantungan, merupakan ketergantungan yang dapat diubah sewenang-wenang dan dapat membatasi pilihan penjadwalan.
- Ketergantungan dari luar, merupakan suatu ketergantungan yang berasal dari hubungan aktivitas proyek dengan yang bukan aktivitas proyek.

5. Pelaksanaan *leads* and *lags*

Lead dapat mengijinkan percepatan pada aktivitas yang dilaksanakan, sedangkan *lags* merupakan keterlambatan yang diijinkan pada suatu aktivitas. Metode ini digunakan untuk menggambarkan secara akurat hubungan yang logis antar aktivitas.

2.3.2.3. Keluaran Tahap Pengurutan Aktivitas

Data tersebut setelah diolah maka menghasilkan keluaran sebagai berikut:

1. Diagram jaringan jadwal proyek (*project schedule network diagram*)

Diagram jaringan jadwal proyek adalah gambar skema jadwal aktivitas proyek, dan hubungan logika diantara aktivitas, serta mengacu pada ketergantungannya. Diagram jaringan jadwal proyek ini dapat mencakup seluruh proyek secara rinci atau rangkuman satu atau beberapa aktivitas.

2. Daftar aktivitas yang diperbaharui

Daftar aktivitas yang diperbaharui berdasarkan perubahan yang terjadi pada tahap pengurutan aktivitas. Untuk mengetahui daftar aktivitas selengkapnya dapat dilihat pada sub bab keluaran Pendefinisian Aktivitas.

3. Atribut aktivitas yang diperbaharui

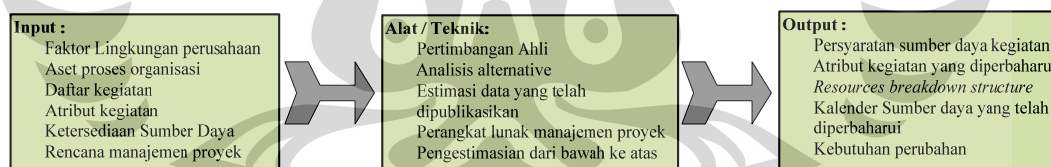
Beberapa atribut yang telah di perbaharui dan berasosiasi dengan setiap jadwal aktivitas yang mungkin terdapat dalam daftar aktivitas berdasarkan kebutuhan perubahan pada tahap pengurutan aktivitas. Untuk mengetahui atribut aktivitas secara lengkap dapat dilihat pada sub bab keluaran Pendefinisian Aktivitas.

4. Kebutuhan perubahan

Secara formal mencatat kebutuhan perubahan yang diajukan untuk persetujuan pada proses kontrol integrasi perubahan.

2.3.3. Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Proses ini terdiri dari penentuan sumber daya apa saja dan berapa yang akan digunakan, dan kapan setiap sumber daya akan tersedia untuk melaksanakan proyek. Proses penentuan sumber daya aktivitas ditutup dan dikoordinasikan dengan proses estimasi biaya.



Gambar 2.7 Bagan Masukan, Metode dan Keluaran Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

2.3.3.1. Masukan Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Masukan yang diperlukan dalam proses penentuan sumber daya aktivitas adalah sebagai berikut:

1. Faktor Lingkungan perusahaan

Untuk mengetahui keterangan faktor lingkungan perusahaan secara lengkap dapat dilihat pada sub bab masukan pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

2. Proses aset organisasi

Keterangan akan proses aset organisasi dapat dilihat selengkapnya pada sub bab masukan pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

3. Daftar aktivitas

Keterangan akan daftar aktivitas dapat dilihat selengkapnya pada sub bab keluaran pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

4. Atribut aktivitas

Keterangan akan atribut aktivitas dapat dilihat selengkapnya pada sub bab keluaran pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

5. Ketersediaan Sumber Daya (*resource availability*)

Informasi akan sumber daya (manusia, peralatan, dan bahan) yang secara potensial tersedia yang digunakan untuk pengestimasi jenis sumber daya. Ilmu ini juga termasuk memperhitungkan faktor geografis sumber daya dan ketersediaannya.

6. Rencana manajemen jadwal proyek (*project management plan*)

Rencana pengaturan jadwal merupakan komponen dari rencana manajemen proyek dan digunakan dalam proses penentuan sumber daya aktivitas

2.3.3.2. Metode Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Untuk memproses masukan tersebut maka pada fase penentuan sumber daya aktivitas dapat menggunakan alat dan teknik:

1. Pertimbangan Ahli

Kelompok atau orang dengan spesialis pengetahuan pada perencanaan dan estimasi sumber daya dapat menyediakan pertimbangan, masukan dan saran.

2. Analisis alternatif (*alternatif analysis*)

Menganalisis alternatif mana yang paling efisien dan efektif dalam mencapai tujuan proyek, sehingga dihasilkan pilihan alternatif yang terbaik.

3. Estimasi data yang dipublikasikan (*published estimating data*)

Membaca data yang telah dipublikasikan untuk dijadikan pertimbangan pada estimasi sumber daya sehingga estimasi ini dapat lebih mendekati keadaan yang sebenarnya.

4. Perangkat lunak manajemen proyek (*project management software*)

Menggunakan perangkat lunak manajemen proyek yang mempunyai kemampuan dalam membantu perencanaan, mengorganisasikan dan mengatur sumber daya dan mengembangkan estimasi sumber daya.

5. Pengestimasi dari bawah ke atas (*Bottom-Up estimating*)

Membuat pengestimasi sumber daya aktivitas dari tingkat aktivitas yang lebih rendah dan rinci yang akan diakumulasi menjadi kebutuhan sumber daya pada tingkat aktivitas yang lebih tinggi atau besar.

2.3.3.3. Keluaran Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Setelah data tersebut diolah maka diperoleh keluaran atau hasil dari fase ini adalah:

1. Kebutuhan sumber daya aktivitas (*activity resource requirement*)

Identifikasi dan deskripsi dari jenis dan jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk setiap jadwal aktivitas pada kelompok kerja. Ini terdiri dari dasar pengestimasi untuk setiap sumber daya seperti jenis sumber daya yang digunakan, ketersediaan mereka dan berapa jumlah yang dibutuhkan.

2. Atribut aktivitas yang diperbaharui

Beberapa atribut yang telah di perbaharui dan berasosiasi dengan setiap jadwal aktivitas yang mungkin terdapat dalam daftar aktivitas sesuai dengan perubahan pada tahap penentuan sumber daya aktivitas. Keterangan akan atribut aktivitas dapat dilihat selengkapnya pada sub bab keluaran pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

3. *Resources breakdown structure*

Resources breakdown structure adalah struktur hirarki dari sebuah identifikasi sumber daya berdasarkan kategori dan jenis sumber daya.

4. Kalender Sumber daya (*resource calendar*) yang telah diperbaharui

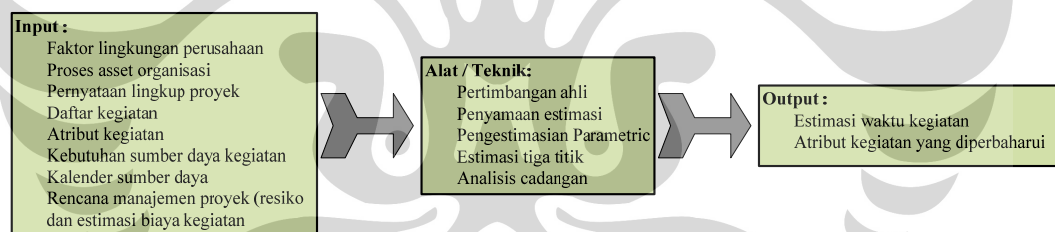
Merupakan catatan proyek yang terus diperbaharui berdasarkan perkembangan proyek untuk hari kerja dan bukan hari kerja yang ditentukan pada sumber daya yang spesifik baik orang atau material, yang sedang aktif atau tidak.

5. Kebutuhan perubahan

Secara formal mencatat kebutuhan perubahan yang diajukan untuk persetujuan pada proses kontrol integrasi perubahan

2.3.4. Penentuan Durasi Aktivitas

Penentuan durasi aktivitas dibuat oleh tim atau orang yang sangat mengenal dengan pekerjaan yang dilakukan pada penjadwalan aktivitas. Pada proses ini dibutuhkan sejumlah usaha yang harus dilakukan untuk menyelesaikan penjadwal aktivitas yang telah diestimasi, mengasumsikan jumlah sumber daya yang digunakan dalam menyelesaikan penjadwal aktivitas yang telah diestimasi, dan menentukan jumlah periode kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas.



Gambar 2.8 Masukan, Metode, dan Keluaran Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

2.3.4.1. Masukan Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

Data yang dibutuhkan dalam proses ini adalah

1. Faktor lingkungan perusahaan

Untuk mengetahui secara lengkap keterangan akan faktor lingkungan perusahaan dapat dilihat pada sub bab masukan pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

2. Proses aset organisasi

Untuk mengetahui secara lengkap keterangan akan proses aset organisasi dapat dilihat pada sub bab masukan pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

3. Pernyataan lingkup proyek

Untuk mengetahui secara lengkap keterangan akan pernyataan lingkup proyek dapat dilihat pada sub bab masukan pada tahap Pendefinisian Aktivitas

4. Daftar aktivitas

Untuk mengetahui secara lengkap keterangan akan daftar aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

5. Atribut aktivitas

Untuk mengetahui secara lengkap keterangan akan atribut aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

6. Kebutuhan sumber daya aktivitas

Keterangan selengkapnya akan kebutuhan sumber daya aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran pada tahap estimasi sumber daya aktivitas.

7. Kalender sumber daya

Untuk mengetahui secara lengkap keterangan akan kalender sumber daya dapat dilihat pada sub bab keluaran pada tahap penentuan sumber daya aktivitas.

8. Rencana manajemen proyek (resiko dan estimasi biaya aktivitas)

Renacana manajemen proyek yang terdiri dari informasi resiko proyek yang telah diidentifikasi yang mana resiko tersebut diperhitungkan ketika membuat penentuan durasi aktivitas dan penyesuaiannya dengan alasan resiko tersebut. Selain itu mengandung informasi estimasi biaya aktivitas.

2.3.4.2. Metode Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

Teknik dan alat yang digunakan pada proses penentuan durasi aktivitas adalah:

1. Pertimbangan ahli

Kelompok atau orang dengan spesialis pengetahuan pada perencanaan dan estimasi durasi aktivitas yang dapat memberikan pertimbangan, masukan dan saran.

2. Penyamaan estimasi (*analogous estimating*)

Merupakan teknik estimasi dengan menggunakan durasi aktivitas pada proyek terdahulu. Jadwal aktivitas yang sama dijadikan dasar estimasi durasi pada proyek yang akan datang. Metode ini digunakan karena terbatasnya informasi yang tersedia.

3. Pengestimasian Parametric (*parametric estimating*)

Merupakan metode pengestimasian dengan penentuan kuantitatif, yaitu menghitung jumlah pekerjaan yang harus dilakukan dikalikan dengan tingkat produktifitas standar.

4. Estimasi tiga titik (*three point estimates*)

Metode estimasi yang menggunakan tiga jenis atau tipe estimasi, yaitu:

- Yang sering terjadi, yaitu estimasi durasi yang sering terjadi pada proyek-proyek sebelumnya
- Optimis, yaitu estimasi dengan skenario terbaik.
- Pesimis, yaitu estimasi dengan skenario terburuk.

Estimasi durasi aktivitas dapat dibuat dari rata-rata ketiga titik estimasi tersebut sehingga dihasilkan estimasi yang terbaik.

5. Analisis cadangan (*reserve analysis*)

Penambahan durasi aktivitas berdasarkan ketidakpastian, waktu cadangan atau penyangga, kedalam jadwal proyek untuk menanggulangi resiko ketidakpastian.

2.3.4.3. Keluaran Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

Hasil yang diperoleh pada proses ini dan dijadikan masukan pada proses selanjutnya:

1. Estimasi durasi aktivitas (*activity duration estimates*)

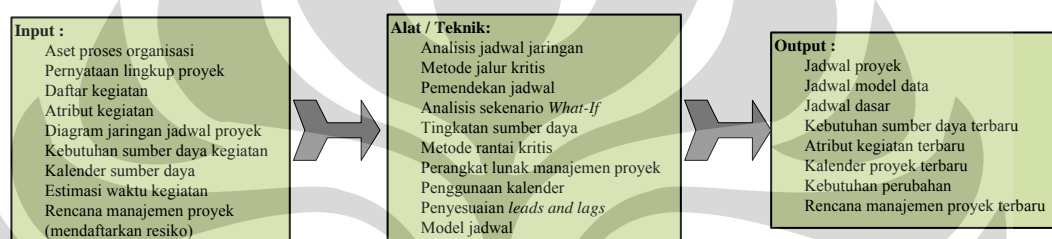
Estimasi durasi yang dibutuhkan pada setiap aktivitas di jadwal proyek untuk menyelesaikan proyek tersebut.

2. Atribut aktivitas yang diperbaharui

Beberapa atribut yang telah di perbaharui dan berasosiasi dengan setiap jadwal aktivitas yang mungkin terdapat dalam daftar aktivitas berdasarkan kebutuhan pada tahap penentuan durasi aktivitas. Untuk mengetahui secara lengkap keterangan akan atribut aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran pada tahap Pendefinisian Aktivitas.

2.3.5. Pengembangan Jadwal

Pengembangan jadwal proyek merupakan penentuan kapan proyek dimulai dan selesai. Untuk membuat pengembangan jadwal dibutuhkan estimasi durasi dan sumber daya yang dibutuhkan untuk membuat persetujuan jadwal proyek.



Gambar 2.9 Bagan Masukan, Metode, Dan Keluaran Tahap Pengembangan Jadwal

2.3.5.1. Masukan Tahap Pengembangan Jadwal

Masukan yang dibutuhkan dalam proses ini adalah:

1. Proses aset organisasi

Untuk melihat keterangan selengkapnya akan proses aset organisasi dapat dilihat pada sub bab masukan di tahap Pendefinisian Aktivitas.

2. Pernyataan lingkup proyek

Untuk melihat keterangan selengkapnya akan pernyataan lingkup proyek dapat dilihat pada sub bab masukan di tahap Pendefinisian Aktivitas.

3. Daftar aktivitas

Untuk melihat keterangan selengkapnya akan daftar aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap Pendefinisian Aktivitas.

4. Atribut aktivitas

Untuk melihat keterangan selengkapnya akan atribut aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap Pendefinisian Aktivitas.

5. Diagram jaringan jadwal proyek

Untuk melihat keterangan selengkapnya akan diagram jaringan jadwal proyek dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap pengurutan aktivitas.

6. Kebutuhan sumber daya aktivitas

Untuk melihat keterangan selengkapnya akan kebutuhan sumber daya aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap penentuan sumber daya aktivitas.

7. Kalender sumber daya

Merupakan catatan proyek untuk hari kerja dan bukan hari kerja yang ditentukan pada sumber daya yang spesifik baik orang atau material, yang sedang aktif atau tidak.

8. Penentuan durasi aktivitas

Estimasi waktu yang dibutuhkan pada setiap aktivitas di jadwal proyek untuk menyelesaikan proyek tersebut.

9. Rencana manajemen proyek (mendaftarkan resiko)

Renacana manajemen proyek yang terdiri dari informasi resiko proyek yang telah diidentifikasi yang mana resiko tersebut diperhitungkan ketika membuat penentuan durasi aktivitas dan penyesuaiannya dengan alasan resiko tersebut.

2.3.5.2. Metode Tahap Pengembangan Jadwal

Masukan tersebut diolah dengan menggunakan alat dan teknik:

1. Analisis jadwal jaringan (*schedule network analysis*)

Merupakan suatu teknik dalam pembuatan jadwal proyek. Teknik ini menggunakan model jadwal dan bermacam-macam teknik analisis seperti; metode jalur kritis, metode rantai kritis, analisis *what-if*, tingkatan sumber daya untuk menghitung waktu tercepat dan terlama hari mulai dan berakhir serta mulai dan akhir jadwal untuk sebagian jadwal aktivitas proyek.

2. Metode jalur kritis (*critical path method*)

Merupakan analisis jaringan jadwal yang dilaksanakan dengan menggunakan model penjadwalan. Metode ini menghitung secara teori waktu mulai dan selesai baik yang tercepat ataupun yang terlambat dengan menggunakan perhitungan analisis maju atau mundur untuk jalur jaringan jadwal proyek ini ditujukan untuk mengetahui aktivitas apa yang harus diatur, durasi aktivitas, hubungannya, *lead* and *lag*, dan yang terpenting adalah selisih antara waktu tercepat dan terlama dari aktivitas yang dijadikan indikasi aktivitas tersebut kritis (tidak ada selisih antara waktu tercepat dan terlama).

3. Pemendekan jadwal (*schedule compression*)

Merupakan teknik pemendekan jadwal proyek tanpa merubah ruang lingkup proyek, sesuai dengan hambatan jadwal. Teknik dapat menggunakan dua cara: *Crashing* dan *Fast tracking*.

4. Analisis sekenario *What-If*

Metode ini menggunakan model penjadwalan untuk menghitung berbagai sekenario yang dapat terjadi dan hasil yang didapat digunakan untuk menganalisis kemampuan jadwal proyek pada kondisi yang tidak seharusnya dan mempersiapkan ketidakpastian serta merencanakan tanggapan untuk mengurangi dampak terhadap situasi yang tidak diharapkan.

5. Tingkatan sumber daya (*resource leveling*)

Metode tingkatan sumber daya digunakan untuk melihat jadwal aktivitas yang dibutuhkan segera dilaksanakan agar memenuhi waktu selesai, untuk melihat situasi dimana sumber daya hanya tersedia pada waktu tertentu atau hanya tersedia dengan jumlah yang terbatas atau untuk menjaga agar sumber daya digunakan pada tingkat yang stabil selama periode tertentu pada proyek. Metode ini merupakan kelanjutan dari metode jalur kritis. Dengan menggunakan pendekatan tingkatan sumber daya dapat menyebabkan perubahan perubahan jalur kritis yang asli.

6. Metode rantai kritis (*critical chain method*)

Merupakan metode analisis dimana dilakukan modifikasi pada jadwal proyek untuk menghitung pada keadaan sumber daya yang terbatas. Metode rantai kritis mengkombinasikan pendekatan deterministik dan probabilistik.

7. Perangkat lunak manajemen proyek

Untuk melihat keterangan selengkapnya akan perangkat lunak manajemen proyek dapat dilihat pada sub bab metode di tahap penentuan sumber daya aktivitas.

8. Penggunaan kalender

Kalender proyek dan kalender sumber daya mengidentifikasi periode ketika kerja dapat dilakukan. Kalender proyek mempengaruhi seluruh aktivitas, sedangkan kalender sumber daya hanya mempengaruhi sumber daya tertentu atau sumber daya dengan kategori tertentu.

9. Penyesuaian *leads and lags*

Untuk melihat keterangan selengkapnya akan penyesuaian *leads and lags* dapat dilihat pada sub bab metode di tahap pengurutan aktivitas.

10. Model jadwal (*schedule model*)

Merupakan kumpulan data dan informasi proyek yang dijadikan alat dan pendukung dalam pembuatan jadwal proyek.

2.3.5.3. Keluaran Tahap Pengembangan Jadwal

Hasil dari proses ditahap ini adalah:

1. Jadwal proyek (*project schedule*)

Jadwal proyek setidaknya terdiri dari perencanaan mulai dan selesai semua aktivitas. Jika perencanaan sumber daya selesai pada tahap awal maka jadwal proyek akan dijadikan permulaan sampai penilaian sumber daya telah dilakukan dan jadwal mulai dan selesai telah dibuat. Jadwal proyek dapat dibuat dalam form ringkasan, atau dijadikan acuan jadwal keseluruhan, jadwal aktivitas pokok, atau dibuat secara sangat rinci. Bentuk jadwal proyek ini dapat berupa diagram jaringan, *Bar chart*, dan *milestone chart*.

2. Jadwal model data (*schedule model data*)

Data pendukung untuk jadwal proyek yang terdiri dari setidaknya jadwal aktivitas utama, jadwal aktivitas, atribut aktivitas, dan dokumentasi untuk semua asumsi dan hambatan. Informasi ini sering dilengkapi rincian pendukung seperti kebutuhan sumber daya pada tiap periode, jadwal alternatif, dan jadwal cadangan pada kondisi ketidakpastian.

3. Jadwal dasar (*schedule baseline*)

Merupakan versi spesifik dari jadwal proyek yang dikembangkan dari analisis jadwal jaringan pada model penjadwalan. Ini merupakan jadwal yang telah disetujui untuk dijadikan sebagai dasar perhitungan mulai dan selesai suatu proyek.

4. Kebutuhan sumber daya terbaru

Identifikasi dan deskripsi dari jenis dan jumlah sumber daya yang dibutuhkan pada proses yang teraktual untuk setiap jadwal aktivitas pada kelompok kerja dan terdapat perbaharuan pada tahap pengembangan jadwal. Untuk melihat keterangan selengkapnya akan kebutuhan sumber daya dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap penentuan sumber daya aktivitas.

5. Atribut aktivitas terbaru

Beberapa atribut yang telah di perbaharui dan berasosiasi dengan setiap jadwal aktivitas yang mungkin terdapat dalam daftar aktivitas pada tahap pengembangan jadwal. Untuk mengetahui keterangan selengkapnya akan atribut aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap Pendefinisian Aktivitas.

6. Kalender proyek terbaru

Merupakan kalender hari kerja atau shift yang telah diperbaharui dan dibuat berdasarkan hari jadwal aktivitas yang dikerjakan. Pada kalender ini juga memuat hari yang bukan hari kerja, seperti hari libur, akhir pekan, dan bukan jam kerja.

7. Kebutuhan perubahan

Secara formal mencatat kebutuhan perubahan yang diajukan untuk persetujuan pada proses kontrol integrasi perubahan

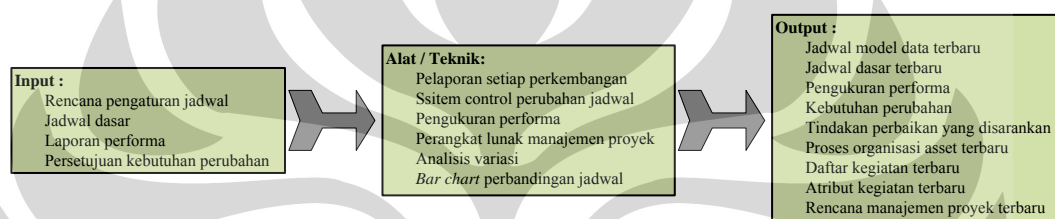
8. Rencana manajemen proyek terbaru

Merupakan rencana manajemen proyek yang telah diperbaharui yang merefleksikan segala perubahan yang disetujui pada jadwal proyek yang akan di atur.

2.3.6. Pengontrolan Jadwal

Proses pengontrolan jadwal terkait dengan aktivitas:

- Penentuan status jadwal proyek terkini
- Mempengaruhi faktor yang dapat membuat perubahan jadwal
- Penentuan apa saja yang telah berubah pada jadwal proyek
- Mengatur perubahan yang terjadi seketika



Gambar 2.10 Bagan Masukan, Metode Dan Keluaran Tahap Pengontrolan Jadwal

2.3.6.1. Masukan Tahap Pengontrolan Jadwal

Masukan apa saja yang diperlukan dalam proses ini adalah:

1. Rencana manajemen jadwal (*schedule management plan*)

Rencana manajemen jadwal terdiri dari cara-cara bagaimana jadwal proyek akan diatur dan dikontrol.

2. Jadwal dasar

Untuk mengetahui keterangan selengkapnya akan jadwal dasar dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap pengembangan jadwal.

3. Laporan performa (*performance report*)

Laporan performa menyediakan informasi performa jadwal seperti hari yang telah direncanakan mana yang akan dipenuhi dan mana yang tidak dapat dipenuhi. Selain itu berfungsi sebagai pemberitahu tim proyek akan sesuatu yang dapat menimbulkan masalah pada performa jadwal di masa yang akan datang.

4. Persetujuan kebutuhan perubahan

Secara formal mencatat kebutuhan perubahan yang telah diajukan untuk persetujuan pada proses kontrol integrasi perubahan dan mendapatkan persetujuan.

2.3.6.2. Metode Tahap Pengontrolan Jadwal

Alat dan teknik yang digunakan dalam proses ini:

1. Pelaporan perkembangan (*progress reporting*)

Merupakan informasi yang terdiri dari aktual mulai dan selesai proyek dan sisa waktu untuk aktivitas yang belum selesai, nilai yang didapat dalam proyek, dan persentase tingkat pencapaian jadwal aktivitas.

2. Sistem kontrol perubahan jadwal (*schedule change control system*)

Merupakan suatu prosedur untuk perubahan jadwal proyek. Ini terdiri dari kertas kerja, sistem pencatatan, dan kepentingan tingkat persetujuan untuk otorisasi perubahan.

3. Pengukuran performa (*performance measurement*)

Merupakan teknik untuk menghasilkan variasi jadwal dan Indeks performa jadwal yang digunakan untuk mengukur perubahan variasi jadwal yang terjadi sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan.

4. Perangkat lunak manajemen proyek

Untuk mengetahui keterangan selengkapnya akan perangkat lunak manajemen proyek dapat dilihat pada sub bab metode di tahap penentuan sumber daya aktivitas.

5. Analisis variasi (*variance analysis*)

Merupakan teknik analisis variasi pada sebuah jadwal, yaitu dengan membandingkan antara jadwal perencanaan dan aktual yang terjadi sehingga dapat mendeteksi deviasi yang terjadi dan dapat dijadikan acuan pada pelaksanaan tindakan perbaikan untuk kasus keterlambatan.

6. *Bar chart* perbandingan jadwal (*schedule comparison bar chart*)

Merupakan teknik perbandingan untuk mengetahui perbedaan antara perencanaan dan aktual yang terjadi dengan menggunakan *bar chart*.

2.3.6.3. Keluaran Tahap Pengontrolan Jadwal

Hasil yang didapat pada proses ini:

1. Jadwal model data terbaru

Data terbaru yang diperoleh sebagai pendukung untuk jadwal proyek yang terdiri dari setidaknya jadwal aktivitas utama, jadwal aktivitas, atribut aktivitas, dan dokumentasi untuk semua asumsi dan hambatan. Untuk mengetahui keterangan selengkapnya akan jadwal model data dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap pengembangan jadwal.

2. Jadwal dasar terbaru

Ini merupakan pembaharuan dari jadwal dasar sebelumnya. Untuk mengetahui keterangan selengkapnya akan jadwal dasar dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap pengembangan jadwal

3. Pengukuran performa

Merupakan laporan variasi jadwal dan Indeks performa jadwal yang digunakan untuk mengukur perubahan variasi jadwal yang terjadi sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan.

4. Kebutuhan perubahan

Secara formal mencatat kebutuhan perubahan yang diajukan untuk persetujuan pada proses kontrol integrasi perubahan

5. Tindakan perbaikan yang disarankan (*recommended corrective action*)

Merupakan segala tindakan yang dilakukan untuk mencapai harapan performa jadwal proyek yang sesuai dengan jadwal proyek dasar yang disetujui.

6. Proses aset organisasi terbaru

Ini merupakan proses aset yang telah diperbaharui berdasarkan kebutuhan. Untuk mengetahui keterangan selengkapnya akan proses aset organisasi terbaru dapat dilihat pada sub bab masukan di tahap Pendefinisian Aktivitas.

7. Daftar aktivitas terbaru

Ini merupakan daftar aktivitas yang telah diperbaharui berdasarkan kebutuhan. Untuk mengetahui keterangan selengkapnya akan daftar

aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap Pendefinisian Aktivitas.

8. Atribut aktivitas terbaru

Beberapa atribut yang telah di perbaharui dan berasosiasi dengan setiap jadwal aktivitas yang mungkin terdapat dalam daftar aktivitas. Untuk mengetahui keterangan selengkapnya akan atribut aktivitas dapat dilihat pada sub bab keluaran di tahap Pendefinisian Aktivitas.

9. Rencana manajemen proyek terbaru

Merupakan rencana manajemen proyek yang telah diperbaharui yang merefleksikan segala perubahan yang disetujui pada jadwal proyek yang akan di atur.

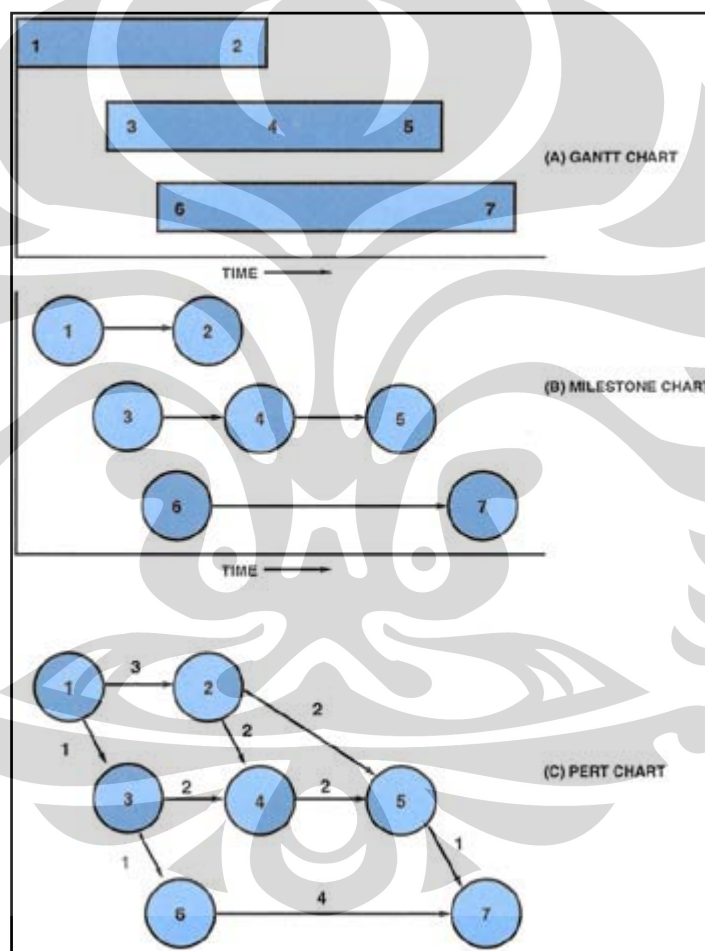
2.4. PENJADWALAN

2.4.1. Metode Metode Penjadwalan

Teknik penjadwalan pada sekarang ini telah berkembang dengan pesat, hal berhubungan dengan tingginya tingkat kompetisi industri yang memiliki karakteristik: kompleksitas, data yang besar, dan batas waktu yang sempit. Dengan tuntutan itu maka teruskan dilakukan pencarian teknik baru yang lebih baik. Pada dasarnya teknik penjadwalan dibagi menjadi dua yaitu *Activity on Node* (AoN) dan *Activity on Arrow* (AoA). Perbedaan mendasar pada kedua golongan metode ini adalah pada bentuk gambar di jaringan penjadwalan yaitu jika AoN bentuk aktivitas pada jaringan penjadwalan digambarkan sebagai simbol (node) sedangkan pada AoA aktivitas digambarkan dengan tanda panah.

GENERAL:	ACTIVITY-ON-ARROW	ACTIVITY-ON-NODE
TYPES:	PERT ADM (GPM)	PDM
NO. OF ESTIMATES:	3	1
LOGIC:	CAN USE DUMMIES	USES CONSTRAINTS (WHICH MAY FUNCTION AS DUMMIES)

Gambar 2.11 Bagan Pengelompokan Metode Penjadwalan²⁵



Gambar 2.12 Gantt Chart, Milestone Chart, dan Pert Chart²⁶

Tapi teknik yang biasa digunakan selama ini adalah:

- *Gantt or bar charts*

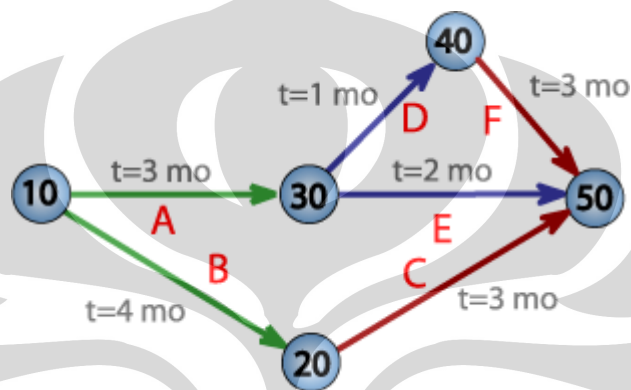
²⁵ Kerzner, *Op.Cit.* Chapter 12.12.

²⁶ Kerzner, *Op.Cit.*, Chapter 12.1.

- *Milestone charts*
- *Line of balance*
- *Networks*

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

Program Evaluation and Review Technique (PERT) adalah model untuk rancangan manajemen proyek dalam menganalisis dan menunjukkan aktivitas yang harus dilakukan dalam menyelesaikan proyek.



Gambar 2.13 Diagram PERT

Early Start	Duration	Early Finish
Task Name		
Late Start	Slack	Late Finish

Gambar 2.14 Komposisi Simbol PERT

PERT digunakan untuk memudahkan perencanaan dan penjadwalan dari proyek yang besar dan kompleks (sekala besar, bukan proyek rutin, proyek yang jarang). Metode ini dapat menyertakan ketidakpastian dengan membuat penjadwalan proyek tanpa mengetahui dengan pasti dan rinci aktivitas dan durasinya. Lebih banyak digunakan pada R&D proyek dimana waktu dijadikan sebagai faktor utama. Rumus yang digunakan dalam PERT²⁷.

²⁷ Kerzner, *Op.Cit.*,Chapter 12.6.

Waktu yang diharapkan (t) =

$$\frac{Waktu Optimis + (4 \times Waktu normal) + waktu Pesimis}{6}$$

$$\sigma = \frac{(waktu pesimis - waktu optimis)^2}{6}$$

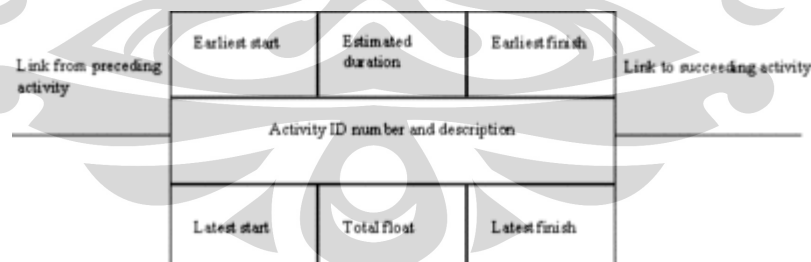
$$P(X) = \frac{X - \Sigma waktu yang diharapkan}{\sigma}$$

2.4.1.2. Arrow Diagram Method (ADM)

Arrow Diagramming Method (ADM) adalah teknik penggambaran jaringan dimana aktivitas digambarkan sebagai panah. Buntut mata panah adalah awal aktivitas sedangkan mata panah adalah akhir aktivitas, biasanya panjang dari panah tersebut tidak menggambarkan dari durasi aktivitas. Tiap-tiap aktivitas satu dengan yang lain dihubungkan dengan *nodes* (biasanya digambarkan dengan lingkaran kecil) yang berguna untuk menggambarkan hubungan antar aktivitas sebelumnya dan sesudahnya. Pada metode ini diijinkan menggunakan *what-if analysis, worst-case, best-case, and most-likely*. Kelompok ini mempunyai metode yang sangat terkenal

2.4.1.3. Precedence Diagram Method (PDM)

Precedence Diagramming Method (PDM) adalah teknik penggambaran jaringan dimana aktivitas digambarkan sebagai kotak yang berisikan atribut dari aktivitas tersebut.



Gambar 2.15 Atribut Simbol PDM

PDM banyak digunakan dan berguna karena:

1. Membantu dalam menemukan jalur kritis
2. Membantu menentukan jumlah waktu yang dibutuhkan
3. Dapat digunakan sebagai metode dalam mempercepat proyek
4. Dapat digunakan dalam pemerataan sumber daya

5. Dapat menentukan ketergantungan atau keutamaan aktivitas
6. Mengidentifikasi *lead and lag times*

2.4.1.4. *Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)*

Graphical Evaluation and Review Technique (GERT) hampir sama dengan PERT tetapi metode ini mempunyai keuntungan yang jelas yaitu mengizinkan untuk terjadinya siklus, percabangan, dan hasil akhir yang lebih dari satu. Kelebihan yang lain, jika kita menggunakan GERT maka tidak harus membuat dari awal jika terjadi kesalahan pada tengah penjadwalan dan dapat menunjukan cabang mana yang mendapatkan hasil yang lebih baik untuk dipilih.

2.4.2. *Critical chain Project Management*

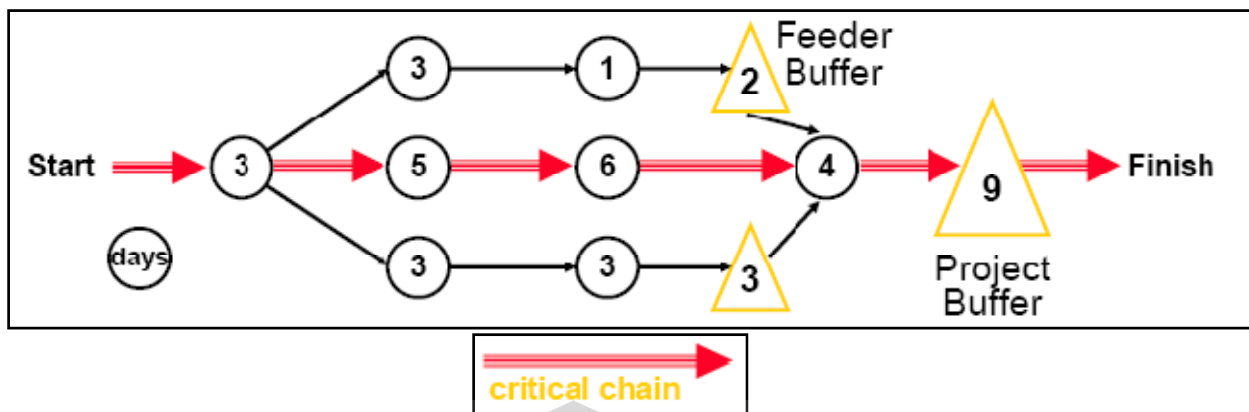
Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Eliyahu M. Goldratt pada tahun 1997 di bukunya yang berjudul *Critical chain. TOC (theory of constraint)* adalah suatu teknik untuk mengatur sistem produksi yang berulang berdasarkan prinsip bahwa setiap sistem mempunyai hambatan dan performa sistem hanya dapat dikembangkan oleh peningkatan performa dari sumber daya²⁸. *Critical chain* merupakan suatu perkembangan dari rancangan TOC terutama pada lingkungan proyek.

Critical chain method adalah metode untuk mencegah keterlambatan proyek yang disebabkan ketidakpastian dan variasi waktu, dengan pemberian Penyangga (*buffer*) pada akhir aktivitas pada jalur *critical chain* terpanjang. Jalur *critical chain* adalah rantai terpanjang pada urutan tugas dengan juga memperhatikan ketersediaan sumber daya. Sehingga pada penggunaan pendekatan *Critical chain* terdapat dua ketergantungan pada pembuatan penjadwalan yaitu keterkaitan antar aktivitas dan ketersediaan sumber daya²⁹. Fokus utama *critical chain* adalah pada jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, yaitu melihat faktor yang paling berpengaruh pada waktu siklus proyek³⁰.

²⁸ T. Raz, R. Barnes, D. Dvir, "A Critical Look at Critical Chain Project Management", in *Project Management Journal*, ABI/INFORM Global, 2003, p.24.

²⁹ *Ibid.*, p.25.

³⁰ G.I. Kendall, G. Pitagorsky and D. Hulett, "Integrating Critical Chain and the PMBOK® Guide", International Institute for Learning, Inc, 2001, p.2.



Gambar 2.16 Ilustrasi Jaringan *Critical chain*³¹

Biasanya untuk mencegah keterlambatan diberikan waktu cadangan pada setiap aktivitas, tetapi cara ini sangat tidak efisien karena banyak *safety time* yang terbuang percuma dan membuat proyek berjalan lebih lama. Untuk itu digunakan metode *Critical chain* dengan mengumpulkan *safety time* pada setiap aktivitas dan dipindahkan pada akhir jalur yaitu idealnya sebesar 50% durasi jalur. Langkah dalam membuat penjadwalan dengan *Critical chain Method*:

1. Mengecek apakah kecukupan dan keperluan semua aktivitas telah terpenuhi
2. Mengecek jaringan keterkaitan apakah sudah selesai
3. Identifikasi rantai kritis proyek (jalur kritis)
4. Identifikasi pekerjaan yang dilakukan pada setiap proses dan memindahkan *buffer* pada setiap proses
5. Memasukan *buffer* proyek pada akhir rantai kritis proyek
6. Menentukan besar *buffer* proyek yang digunakan
7. Memasukan *buffer* sumber daya.

Pada penggunaan metode *Critical chain Project Management* terdapat pendekatan yang dilakukan:

1. Pengestimasian

Pada penggunaan metode *critical chain* estimasi yang dilakukan hanya sesuai dengan durasi sebenarnya, tidak terdapat penambahan waktu untuk mencegah keterlambatan. Persen keberhasilan suatu estimasi hanya

³¹ Steven D. Eppinger, *Massachusetts Institute of technology*, 2003

diperkirakan 50%. Waktu tambahan yang dibutuhkan ini diletakkan pada *buffer* di akhir *critical chain* atau pada suatu persambungan antara suatu tugas yang tidak kritis dengan jalur *critical chain* yang biasa disebut *feeding buffer*.

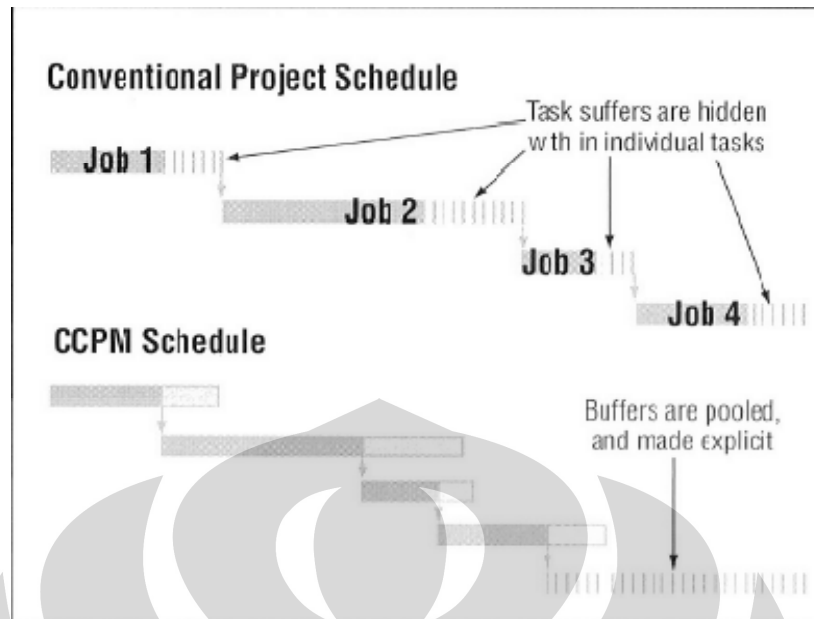
2. Buffer

Buffer pada *critical chain* adalah sebagai tameng dalam mencegah suatu proyek atau aktivitas melebihi batas waktu. Besar *buffer* yang diberikan biasanya 30-50 persen dari panjang jalur *critical chain*³². Terdapat beberapa jenis *buffer* pada Metode *Critical chain*³³, diantaranya:

- *Project Buffer*, yaitu *buffer* yang terdapat pada akhir jalur *critical chain* terpanjang yang berguna untuk mengatasi variasi pada suatu proyek sehingga keterlambatan dapat dicegah.
- *Feeding Buffer*, yaitu *buffer* yang terdapat pada persambungan antara jalur rantai kritis dengan aktivitas yang bukan, untuk melindungi rantai kritis agar tidak berpengaruh pada keterlambatan aktivitas tersebut.
- *Resources Buffer*, yaitu *buffer* yang berada diantara dua tugas yang dilaksanakan oleh sumber daya yang kritis untuk mencegah mundurnya pelaksanaan tugas karena tidak tersedianya sumber daya.
- *Drum Buffer & Strategic Buffer*, yaitu *buffer* yang terletak diantara dua buah proyek yang berurutan. *Buffer* ini berguna untuk mengatasi waktu dalam mempersiapkan untuk melaksanakan proyek yang selanjutnya.

³² H. Kerzner, *Op.Cit.*, chapter 22.3.

³³ G.I. Kendall, G. Pitagorsky and D. Hulett, *Op.Cit.*, p.4.



Gambar 2.17 Ilustrasi Pemindahan *Safety Time*³⁴

3. *Student Syndrome & Parkinson's Law*

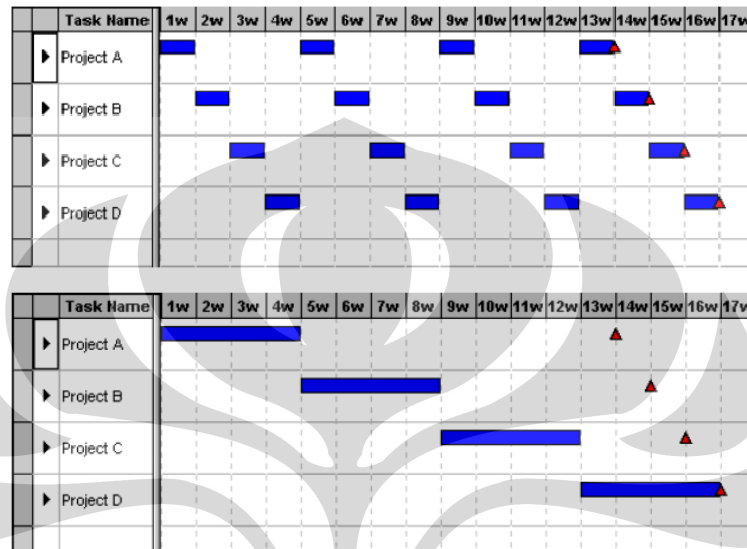
Pada metode *critical chain* waktu yang tersedia pada suatu tugas hanya sebatas waktu yang dibutuhkan sehingga tidak terlihat waktu berlebih, hal ini dilakukan untuk menghindari dua gejala. Gejala pertama *student syndrome* yaitu gejala dimana melaksanakan suatu tugas pada waktu akhir periode. Dengan melakukan pengerjaan suatu tugas pada waktu akhir periode maka kemungkinan terjadinya keterlambatan sangat besar dan sering terjadi penurunan kualitas karena tujuan utamanya hanya agar tugas selesai tepat waktu. Gejala yang kedua adalah *Parkinson's Law*. Gejala dimana sumber daya menggunakan semua waktu yang tersedia meskipun waktu tersebut berlebih. Dengan adanya gejala ini maka suatu tugas untuk selesai lebih awal akan sulit tercapai. Apalagi jika sumber daya menggunakan metode pembayaran perhari maka semakin lama dia mengerjakan maka akan semakin besar penghasilan yang didapat.

4. Bad Multitasking

Pada pendekatan *Critical chain multitasking* proyek tidak dianjurkan karena akan membuat tidak fokus dan akan terjadi masalah pada penggunaan sumber daya, dimana pada saat yang bersamaan satu

³⁴ Tzvi Raz, *A Critical Look at CCPM*, Project Management Journal, Dec 2003, p.25.

sumber daya dibutuhkan oleh beberapa aktivitas. Hanya melaksanakan satu proyek ini sering disebut *dedicated-effort*. Sebaiknya sebuah sumber daya hanya melaksanakan satu proyek saja, tetapi jika memang *multitasking* dibutuhkan maka itu telah diatur agar tidak terjadi irisan jadwal.



Gambar 2.18 Ilustrasi *Bad Multitasking*³⁵

5. Selesai lebih Awal

Pada *critical chain* budaya akan selesai lebih awal digalakkan, tidak hanya selesai tepat waktu atau tidak melebihi batas waktu. Oleh karenanya diharapkan proyek akan diselesaikan secepatnya.

6. Penjadwalan dari belakang & *As Late As Possible (ALAP) Scheduling*

Penjadwalan yang digunakan pada pendekatan ini adalah menggunakan teknik penjadwalan dimulai dari belakang (*backward scheduling*), kelebihan penjadwalan seperti ini adalah dihasilkan suatu penjadwalan yang tanggal akhirnya dapat disesuaikan dengan batas waktu. Selain itu juga menggunakan prinsip penjadwalan *As Late As Possible (ALAP)* dimana mulainya suatu proyek akan dijatuhkan selambat-lambatnya. Dengan pendekatan seperti ini maka manajer proyek tidak akan bingung menentukan waktu mulai proyek dan tidak adanya uang

³⁵ *Critical chain Concept, Scitor Corporation, p.4.*

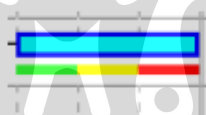
yang tertahan dalam bentuk barang lebih lama atau WIP akan ditekan seminimal mungkin.

7. Pendekatan Lari Estafet (*Relay Race Approach*)

Pendekatan lari estafet adalah suatu pendekatan dimana harus dilakukan persiapan terlebih dahulu sebelum suatu tugas kita jalankan sehingga siap menerima tugas untuk dijalankan secepatnya. Sesuai dengan analogi lari estafet dimana pelari selanjutnya telah melakukan persiapan dengan melakukan lari kecil sebelum pelari sebelumnya sampai dan memberikan tongkat estafet. Dengan prinsip ini maka diharapkan sebagai sistem peringatan dini pada sumber daya untuk melakukan persiapan untuk melaksanakan tugas selanjutnya.

8. Pengaturan *Buffer* (*Buffer Management*)

Buffer management merupakan alat yang digunakan dalam pengontrolan dan pengawasan suatu proyek. Dimana dengan *buffer management* akan terlihat suatu proyek telah menggunakan *buffer* yang tersedia, pada aktivitas mana yang menggunakan *buffer* yang tersedia dan apakah perlu dilakukan tindakan perbaikan.



Gambar 2.19 Pembagian Zona *Buffer*³⁶

Terdapat tiga zona dalam penggunaan suatu *buffer*; yang pertama adalah zona hijau, yang kedua zona kuning dan yang ketiga zona merah. Jika suatu proyek telah menggunakan zona hijau maka masih dapat dikatakan wajar dan belum perlu mengambil tindakan perbaikan, jika sudah masuk pada zona kuning maka lihat permasalahannya dan mulai memikirkan tindakan yang akan dilakukan, sedangkan jika sudah masuk sampai zona merah maka harus dilakukan tindakan perbaikan. Untuk membuat penggunaan *buffer* keluar dari zona merah maka perlu dipikirkan bagaimana mempercepat beberapa aktivitas agar waktu yang digunakan pada *buffer* dapat dikembalikan.

³⁶ *Critical chain Concept, Scitor Corporation, p.12.*

9. Alokasi Sumber Daya

Pengalokasian sumber daya harus diprioritaskan pada tugas yang terdapat pada jalur rantai kritis dan yang paling mempunyai resiko terbesar terjadinya keterlambatan. Atau dengan kata lain tugas yang menjadi penyebab terjadinya pengkonsumsian suatu *buffer* hingga pada zona merah.

2.4.3. *Critical Path Project Management*

Metode *Critical Path* pertama kali dikembangkan oleh DuPont pada tahun 1957, yang digunakan untuk mengatasi manajemen proyek pada perawatan pabrik kimia.

Critical Path Project Management adalah suatu prosedur untuk penggunaan analisis jaringan untuk mengidentifikasi dimana aktivitas yang berada pada jalur kritis. Algoritma berbasis matematika untuk penjadwalan aktivitas proyek³⁷. Dengan menggunakan CPM kita dapat mengetahui:

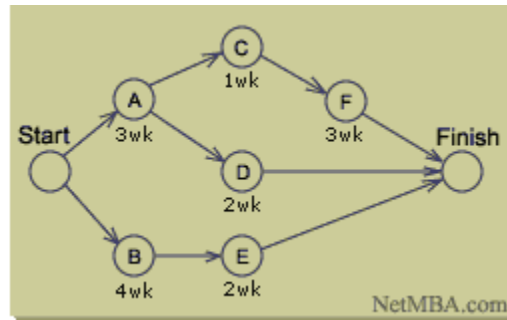
- Gambaran grafik sebuah proyek
- Daftar semua aktivitas untuk menyelesaikan suatu proyek (WBS)
- Prediksi waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu proyek
- Aktivitas mana yang berada pada jalur kritis untuk menjaga jadwal agar tetap sesuai
- Ketergantungan antar aktivitas



Gambar 2.20 Komposisi Simbol CPM³⁸

³⁷ Wikipedia

³⁸ Antonio Prensa, *Management Institute Puerto Rico*, 2002.



Gambar 2.21 Ilustrasi Jaringan CPM

Pada metode ini kita dapat menghitung jalur kritis untuk menghitung total durasi proyek. Jalur kritis merupakan deretan aktivitas kritis yang menentukan jangka waktu penyelesaian bagi keseluruhan proyek. Bagi aktivitas yang tergolong kritis maka memerlukan perhatian khusus. Sedangkan aktivitas yang tergolong tidak kritis, jadwal harus menunjukkan banyaknya waktu mengambang (*slack*) yang dapat digunakan ketika aktivitas tertunda atau kalau sumber daya yang terbatas digunakan secara efektif.

Langkah dalam penggunaan CPM:

1. Menentukan aktivitas individu
2. Menentukan urutan aktivitas-aktivitas tersebut
3. Menggambar Diagram jaringan
4. Estimasi waktu penyelesaian tiap aktivitas
5. Identifikasi jalur kritis
6. Memperbaharui diagram CPM

Untuk mengetahui durasi total proyek dan lintasan kritis maka dilakukan perhitungan pada *activity on node*. Terdapat 5 istilah dalam perhitungan *critical path method*, yaitu:

1. EST: *Earliest Start Time* atau waktu mulai paling awal
2. EFT: *Earliest Finish Time* atau waktu selesai paling awal
 $EFT = EST + \text{durasi}$
3. LST: *Latest Start Time* atau waktu mulai paling lama
4. LFT: *Latest Finish Time* atau waktu selesai paling lama
 $LFT = LST + \text{durasi}$

5. *Slack* merupakan waktu mengambang yang menunjukkan kritis atau tidaknya suatu aktivitas.

$$\text{Slack} = \text{LFT} - \text{EFT}$$

Pada metode dapat menggunakan dua teknik percepatan proyek yaitu *fast tracking* (percepatan dengan bentuk aktivitas paralel) dan *crashing the critical path* (mempercepat durasi aktivitas dengan cara penambahan sumber daya)

2.5. Pengontrolan Waktu

Terdapat lima tahap penting dalam membuat sistem kontrol, yaitu³⁹:

1. Perencanaan yang harus dibuat
2. Perencanaan harus disebarkan ke seluruh anggota proyek
3. Dalam pengerjaan proyek, aktivitas yang semestinya dikontrol harus diukur
4. Pengukuran dibandingkan dengan perencanaan
5. Setiap penyimpangan harus dilaporkan pada orang yang bertanggung jawab agar tindakan korektif dapat segera dilakukan

Ketika kinerja proyek tidak sesuai dengan perencanaan, maka sangat penting untuk mengambil tindakan korektif. Langkah awal yang sebaiknya dilakukan oleh tim proyek adalah meramalkan kapan sebuah proyek selesai apabila terjadi keterlambatan waktu aktivitas dari standar perencanaan. Apabila peramalan waktu telah dilakukan maka manajemen perusahaan dapat memutuskan apakah tolerir waktu keterlambatan tersebut atau perlu dilakukan tindakan korektif untuk menyelesaikan proyek tepat waktu.

Berikut adalah persamaan yang biasanya digunakan dalam melihat perbedaan antara perencanaan dengan pelaksanaan⁴⁰:

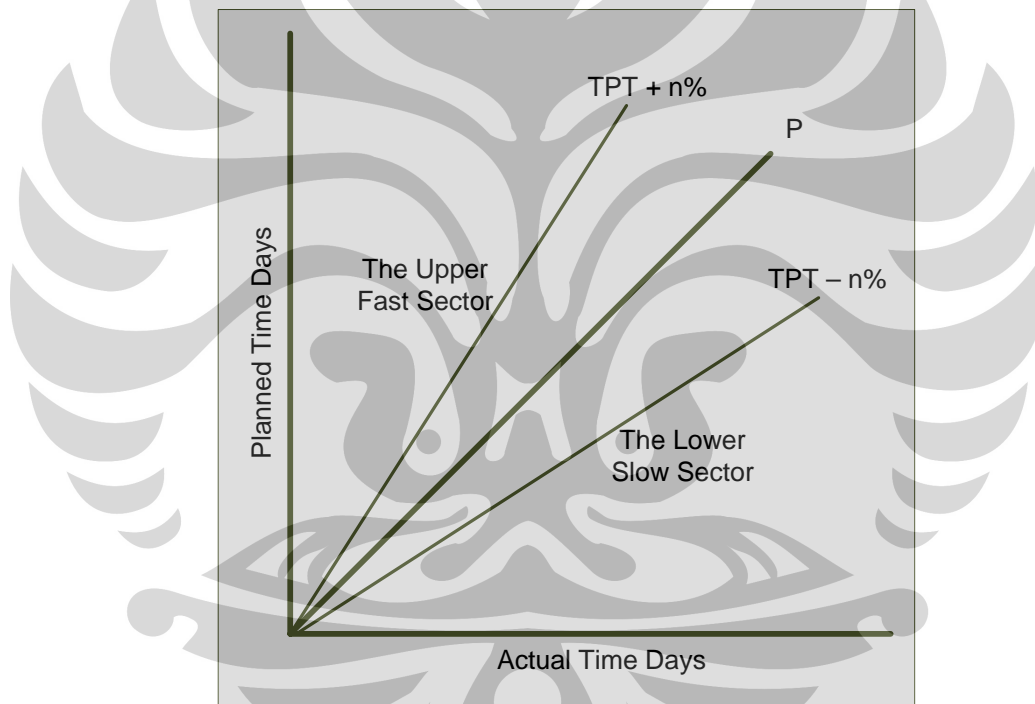
<i>Aktual time for work performed to be</i>	: ATWP
<i>Planned time for work performed to be</i>	: PTWP
<i>Planned total project time</i>	: PTPT
<i>Time Slip</i>	: ATWP – PTWP
<i>Current schedule performance indeks</i>	: PTWP/ATWP

³⁹ Lockyer, Keith dan James Gordon, *Project Management and Project Network Techniques Sixth Edition*, 1996, p.67.

⁴⁰ *Ibid.*, p.72

<i>Planned time to complete (PTC)</i>	: $PTPT - PTWP$
<i>Estimated time to complete (ETC)</i>	: PTC/SPI
<i>Estimated total project time</i>	: $ATWP + (PTC/SPI)$

Sebuah gambaran mengenai kinerja proyek terhadap perencanaan digambarkan menggunakan grafik waktu perencanaan dan aktual. Dalam kondisi ideal, waktu perencanaan dan aktual adalah sama dengan penggambaran garis lurus bersudut 45° pada grafik. Dalam kenyataannya kondisi ideal jarang terjadi sehingga terdapat tiga garis dalam grafik. Garis kondisi ideal membagi menjadi dua sektor, yaitu *the upper fast sector* dan *the lower slow sector*. Kedua sektor ini menandakan batas waktu tercepat dan terlama yang berada dalam toleransi pengerjaan proyek.



Gambar 2.22 Perbandingan waktu perencanaan dan aktual⁴¹

⁴¹ Ibid.,p.73

3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Perusahaan pada dasarnya belum memiliki standarisasi untuk proses-proses pembangunan menara yang dilaksanakan. Dengan alasan tersebut maka perlu dibuat suatu penjadwalan yang dijadikan acuan dalam proses pembangunan menara. Pembuatan standar kegiatan pembangunan menara menggunakan acuan tahapan-tahapan yang sesuai dengan manajemen waktu proyek.

3.1. Pendefinisian Aktivitas

3.1.1. Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas

Data yang diperlukan pada tahap ini akan diolah untuk membuat suatu daftar dan definisi aktivitas. Masukan tersebut adalah *enterprise environmental factors*, *organizational process asset*, *project scope statement*, WBS, WBS *dictionary*, dan *project management plan*. Dibawah ini akan diberikan daftar informasi yang dibutuhkan berdasarkan semua masukan diatas.

Tabel 3.1 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas⁴²

No	Data Tahap Activity Definition
1	Enterprise enviromental factors
	Kebijakan perusahaan mengenai pembangunan menara
	Informasi mengenai penggunaan perangkat lunak manajemen proyek
2	Organizational process asset
	Prosedur mutu mengenai proses pembangunan menara
3	Project Scope Statement
	Project objective
	Project scope description
	project requirement
	Project boundaries
	Project deliverables
	Project acceptance criteria
	Project constraints
	Project Assumptions
4	Work breakdown structure
	Kegiatan dan sub kegiatan dalam proses pembangunan menara
5	WBS dictionary
	Penjelasan mengenai kegiatan dan sub kegiatan dalam proses pembangunan menara
6	Project management plan
	Data berupa petunjuk perusahaan dalam rangka mengembangkan jadwal proyek

3.1.2. Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas

Proses pengumpulan data yang dilakukan peneliti adalah melakukan observasi selama beberapa hari untuk mendapatkan dan mengetahui gambaran proses-proses perusahaan dalam melaksanakan pembangunan menara. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan dan informasi dari penjelasan yang didapat maka didapatkan keterangan sebagai berikut.

⁴² Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.127.

Tabel 3.2 Sumber Data Untuk Pendefinisian Aktivitas

No	Data Tahap Activity Definition	Sumber
1	Enterprise enviromental factors	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquitition, Manajer Engineering & Design
2	Organizational process asset	Divisi Human Resources yang mewakili dalam wewenang mengeluarkan prosedur mutu
3	Project Scope Statement	Manajer Umum Divisi Site Development
4	Work breakdown structure	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquitition, Manajer Engineering & Design Prosedur mutu perusahaan
5	WBS dictionary	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquitition, Manajer Engineering & Design Prosedur mutu perusahaan
6	Project management plan	Manajer Umum Divisi Site Development

3.1.3. Pengumpulan Data Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi pada kegiatan pembangunan menara di perusahaan maka didapatkan hasil untuk masing-masing masukan sebagai berikut:

1. *Enterprise Environmental Factors*

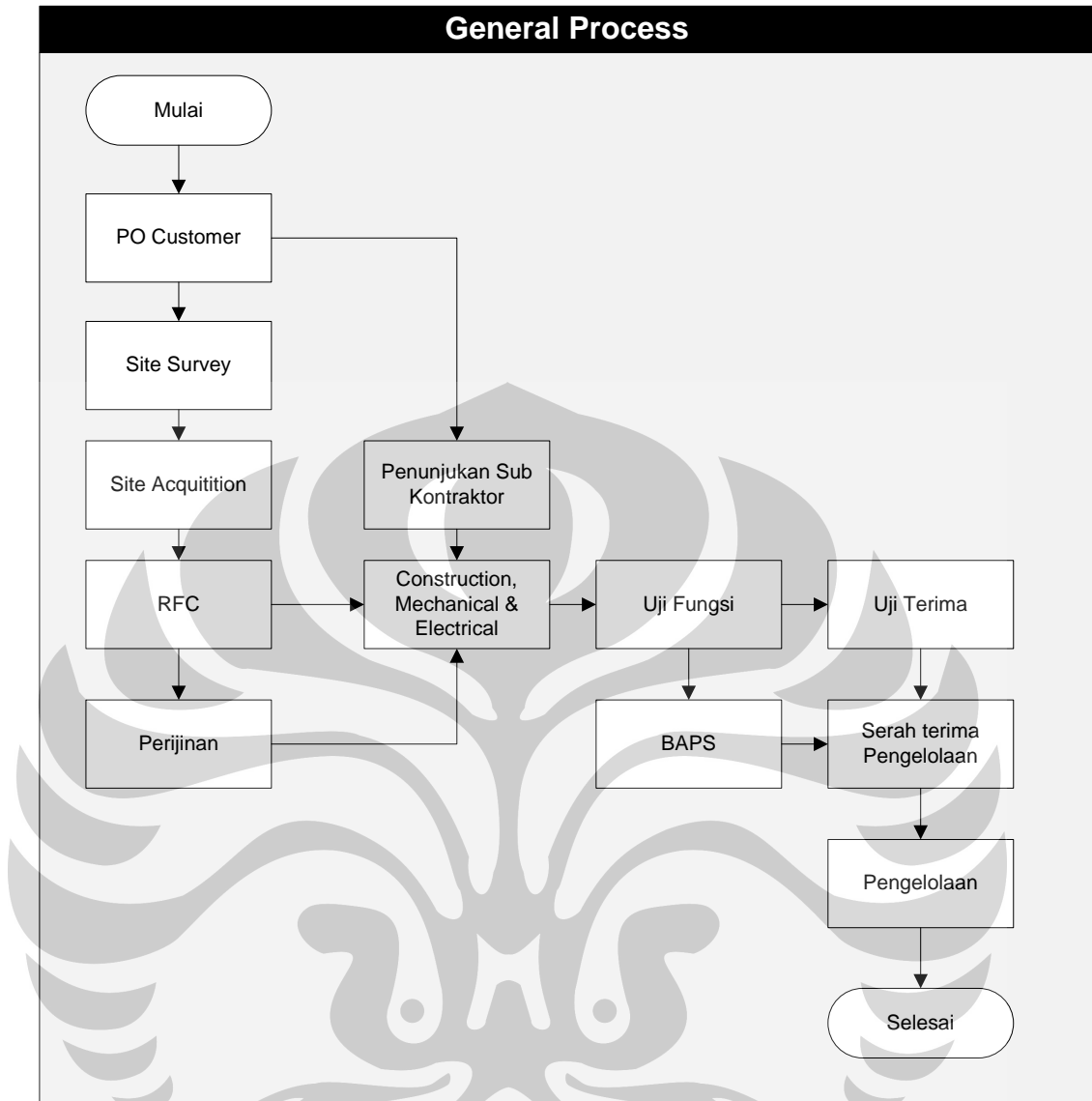
Berdasarkan hasil wawancara dengan setiap manajer pada departemen yang bersangkutan, dapat disimpulkan seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.3 Data *Enterprise Environmental Factors* Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas

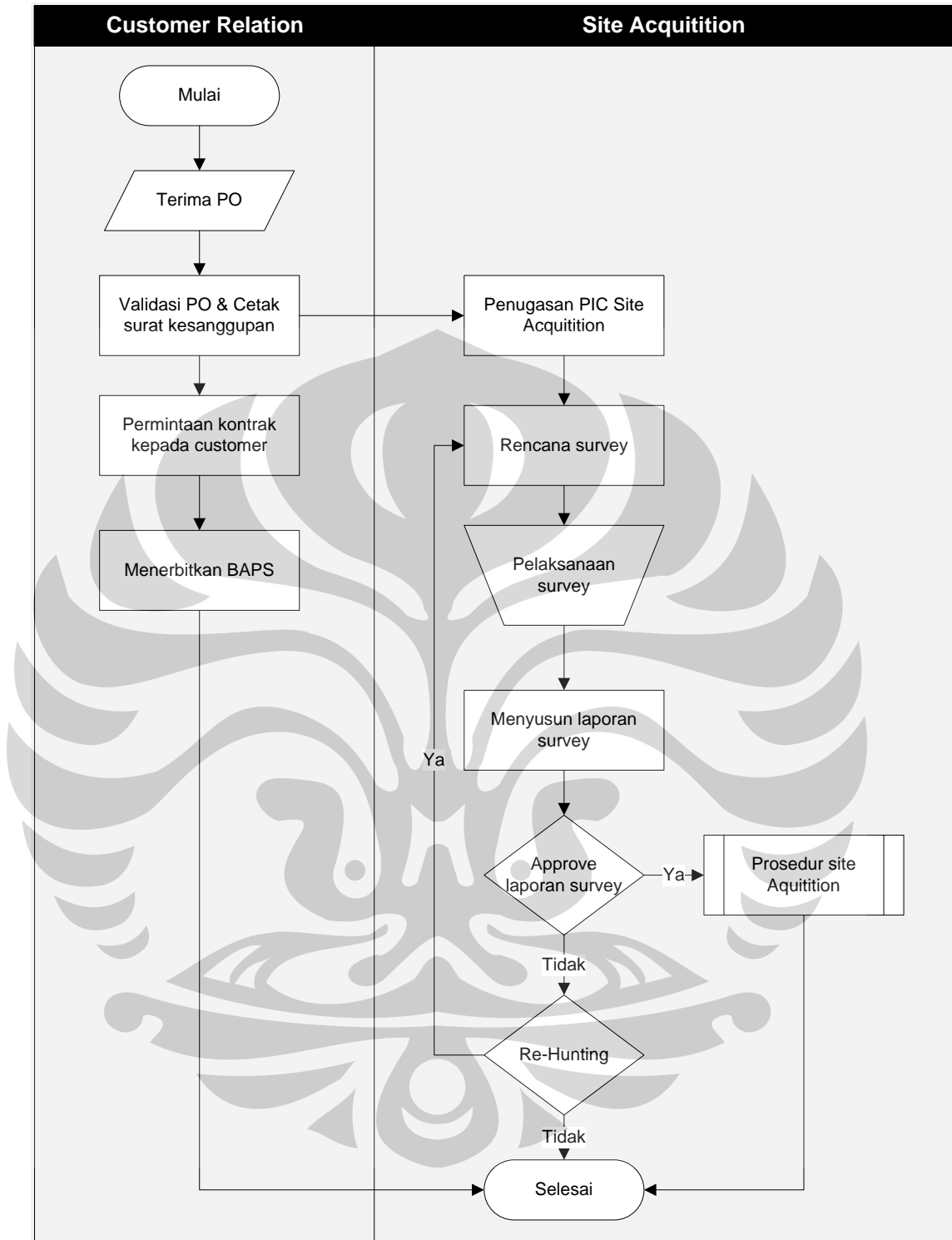
No	Kategori	Data
1	Kebijakan perusahaan mengenai pembangunan menara	Pembangunan menara terdiri dari tiga kegiatan utama, yaitu pembebasan lahan, logistik, dan konstruksi
		Pembebasan lahan dapat ditangani langsung oleh perusahaan atau dapat menggunakan kontraktor
		Logistik pabrikan dilakukan oleh pabrikan
		Perusahaan hanya sebagai pengawas dalam kegiatan logistik
		Perusahaan tidak melakukan penyimpanan material karena pemesanan dilakukan jika dibutuhkan
		Kegiatan konstruksi dilakukan oleh kontraktor
		Perusahaan hanya sebagai pengawas dalam kegiatan konstruksi
2	Informasi mengenai penggunaan perangkat lunak manajemen proyek	Perusahaan telah menggunakan Microsoft Project hanya untuk melakukan pengontrolan terhadap proses konstruksi menara yang dilakukan oleh kontraktor
		Untuk kegiatan lainnya di Departemen Project Management, Departemen Logistic, Departemen Site Acquisition, Departemen Customer Relation, dan Departemen Engineering & Design belum menggunakan perangkat lunak manajemen proyek

2. *Organizational Process Asset*

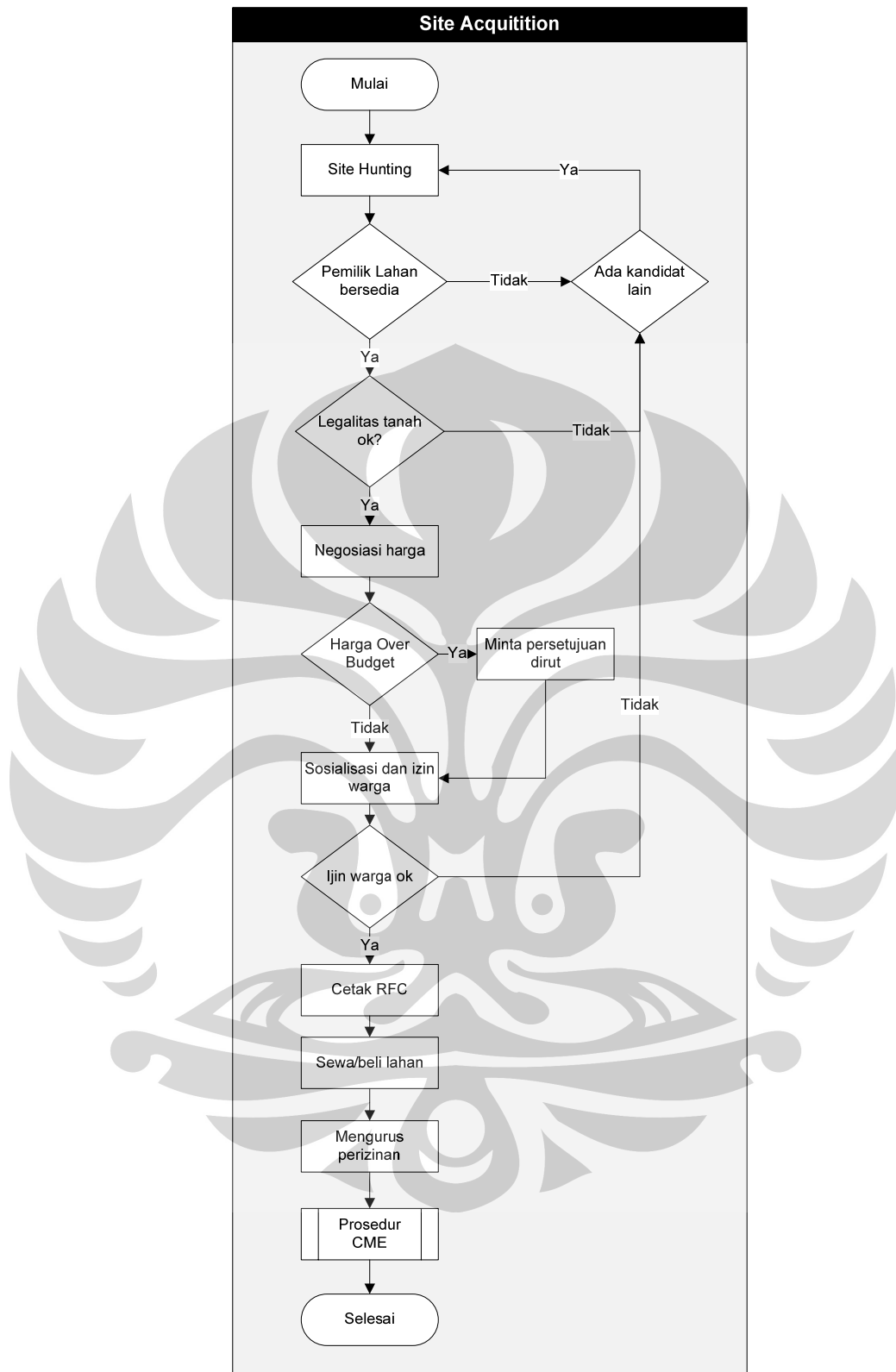
Untuk memetakan kegiatan pembangunan menara pada perusahaan maka diperlukan bahan seperti SOP atau prosedur mutu yang dapat dijadikan masukan dalam melakukan proses pemetaan. Prosedur mutu yang tersedia masih bersifat global sehingga hanya dapat dijadikan gambaran dalam garis besar pembuatan menara. Berikut merupakan gambaran dari aliran kegiatan pembangunan menara perusahaan berdasarkan prosedur mutu dari Divisi *Human resource*.



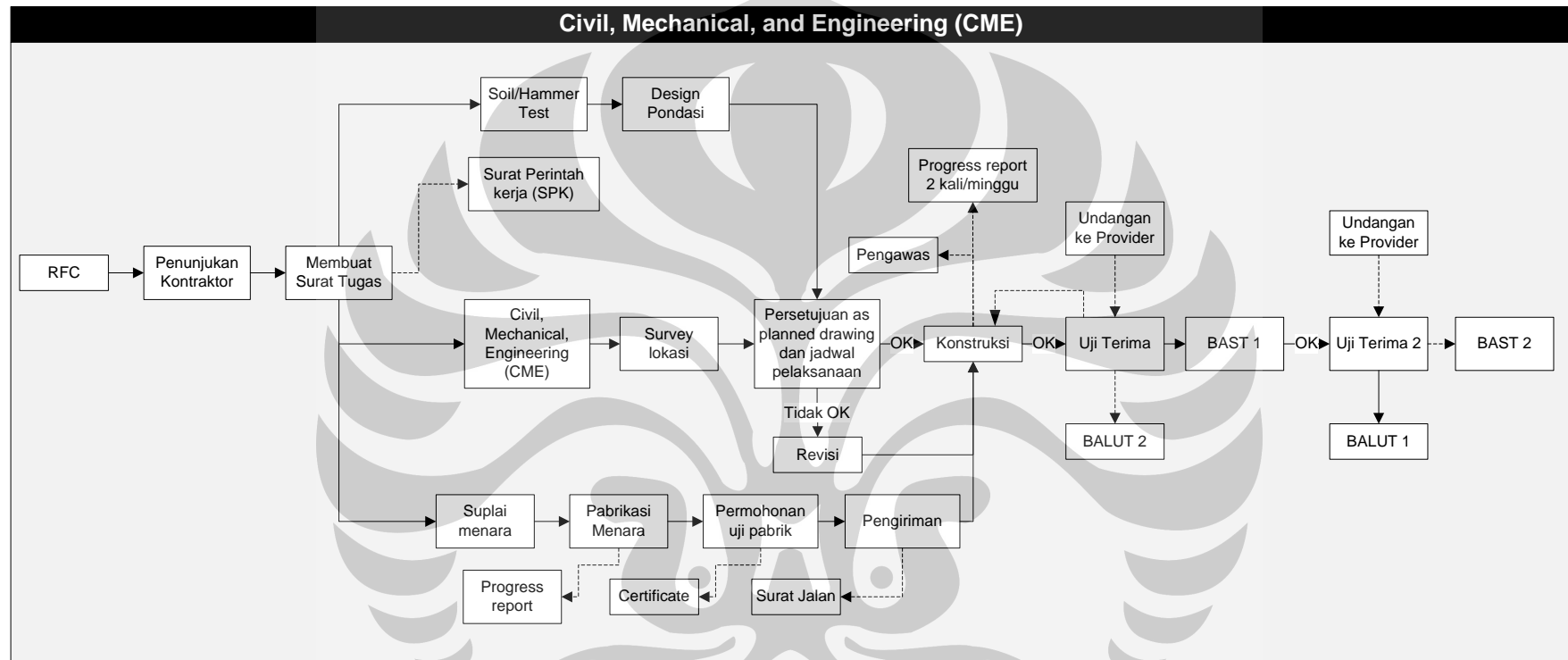
Gambar 3.1 Prosedur Mutu Proses Umum Pembangunan Menara



Gambar 3.2 Prosedur Mutu Proses PO dan *Site Survey*



Gambar 3.3 Prosedur Mutu Proses *Site Acquisition*



Gambar 3.4 Prosedur Mutu Proses *Civil, Mechanical, and Engineering*

3. *Project Scope Statement*

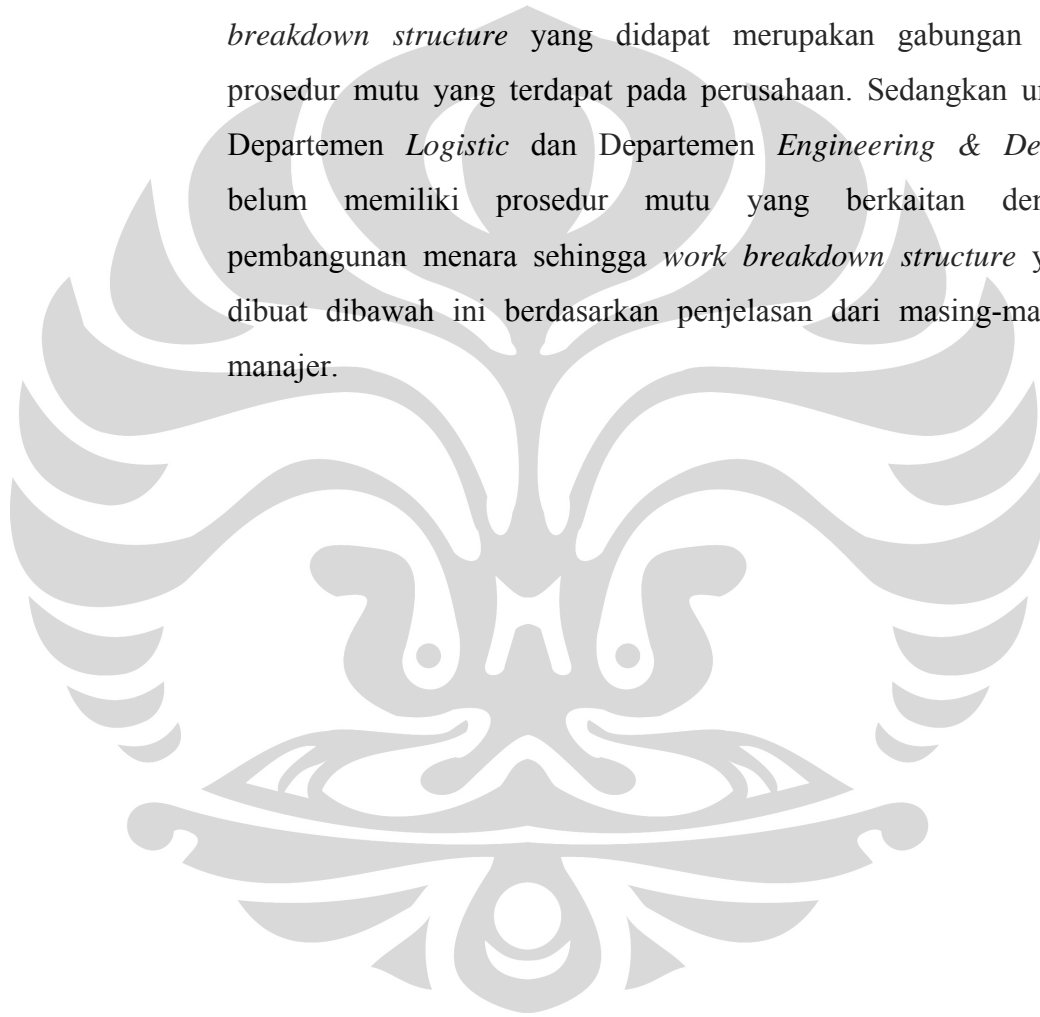
Berdasarkan penjelasan dari Manajer Umum Divisi Pembangunan maka didapatkanlah informasi mengenai *project scope statement*. Keterangan lebih lengkap akan isi *project scope statement* adalah sebagai berikut:

Tabel 3.4 *Project Scope Statement*

No	Project Scope Statement
1	Project objective
	Kriteria sukses dalam pembangunan menara bagi perusahaan adalah membangun menara tepat waktu, dengan biaya yang sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan dan memiliki kualitas prima
2	Project scope description
	Rangkaian menara dan perangkat elektronik
	Shelter dan perangkat elektronik
	Halaman dan pagar pembatas
	Aliran listrik untuk menghidupkan perangkat elektronik menara dan shelter
3	Project requirement
	Denah lokasi menara memerlukan persetujuan pihak operator
	Denah letak menara, shelter, pintu masuk, dan jalan akses memerlukan persetujuan pihak operator
	Gambar detail menara memerlukan persetujuan pihak operator
4	Project Boundaries
	Pembebasan lahan dapat dilakukan oleh Departemen Site Acquisition atau kontraktor dan dimulai sebelum proses konstruksi berlangsung
	Perusahaan hanya melakukan pengawasan terhadap kinerja operator
	Berbagai bentuk resiko pembangunan menara ditanggung oleh pihak kontraktor
	Proses pembebasan lahan dan konstruksi harus diselesaikan dalam waktu 90 hari
5	Project Deliverable
	Menara pendukung infrastruktur teknologi informasi
6	Project Acceptance Criteria
	Menara telah terpasang
	Perangkat elektronik menara telah di instalasi
	Shelter telah terpasang
	Perangkat elektronik Shelter telah di instalasi
	Pekerjaan halaman dan pagar telah diselesaikan dengan baik
	Penyambungan listrik dari PLN telah terpasang
7	Project Constraints
	Pembebasan lahan yang dilakukan oleh pihak kontraktor memerlukan pengawasan intensif dari perusahaan
	pembangunan menara yang dilakukan oleh pihak kontraktor memerlukan pengawasan intensif dari perusahaan
8	Project Assumptions
	Satu minggu sama dengan lima hari kerja

4. *Work Breakdown Structure*

Menurut penjelasan dari masing-masing manajer departemen diketahui bahwa tidak ada daftar rinci akan kegiatan dari tiap-tiap departemen. Daftar kegiatan yang ada hanya sebatas prosedur mutu yang masih bersifat global. Terdapat tiga prosedur mutu yang dapat dijadikan acuan, yaitu prosedur *purchase order*, prosedur *site acquisition* dan prosedur konstruksi. Jadi *work breakdown structure* yang didapat merupakan gabungan dari prosedur mutu yang terdapat pada perusahaan. Sedangkan untuk Departemen *Logistic* dan Departemen *Engineering & Design* belum memiliki prosedur mutu yang berkaitan dengan pembangunan menara sehingga *work breakdown structure* yang dibuat dibawah ini berdasarkan penjelasan dari masing-masing manajer.



Tabel 3.5 *Work Breakdown Structure* Setiap Departemen

No	Work Breakdown Structure
1	Departement Customer Relation
	Menerima Po
	Negosiasi dengan operator
2	Departement Site Acquisition
	Merencanakan survey
	Melakukan survey
	Mencari 3 lokasi pilihan
	Memberikan laporan kepada Departement Customer Relation
	Menyusun laporan survey
	Melakukan negosiasi harga
	Melakukan sosialisasi dan izin warga
	Soil test
	Menyewa/membeli lahan
	Mencetak Ready For Construction (RFC)
	Mengurus perizinan
3	Departement Logistic
	Pemilihan kontraktor
	Memberikan surat tugas
	Menerima persetujuan dari kontraktor
	Menerima jadwal pembangunan dari kontraktor
	Meneliti jadwal kontraktor
	Negosiasi dengan kontraktor
4	Departement Project Management
	Konstruksi
	Proses uji fungsi
	Menyusun Berita Acara Uji Fungsi
	Uji Terima 1
	Menyusun Berita Acara Uji Terima 1 (BAST 1)
	Uji Terima 2
	Menyusun Berita Acara Serah Terima 2 (BAST 2)
5	Departemen Engineering and Design
	Mendisain Pondasi
	Mengkaji ulang disain pondasi
	Membuat gambar teknik menara

5. *Work Breakdown Structure Dictionary*

Setelah mendapatkan WBS yang diperoleh berdasarkan penjelasan dari perusahaan maka dibuatlah suatu WBS *Dictionary*

Universitas Indonesia

yang berisi penjelasan aktivitas yang terjadi, *WBS Dictionary* yang dibuat adalah sebagai berikut.

Tabel 3.6 *WBS Dictionary*

No	Work Breakdown Structure	Work Breakdown Structure Dictionary
1	Departement Customer Relation	
	Menerima Po	Penerimaan Permintaan pembangunan menara dari operator
	Negosiasi dengan operator	Melakukan klarifikasi mengenai kontrak dengan kontraktor
2	Departement Site Acquisition	
	Merencanakan survey	Persiapan survey dan meminta Surat Perjalanan Dinas ke Perusahaan
	Melakukan survey	Survey lokasi pembangunan menara berdasarkan koordinat dari operator
	Mencari 3 lokasi pilihan	Mencari 3 lokasi sebagai pilihan pembangunan menara
	Memberikan laporan kepada Departement Customer Relation	Memberikan progress report agar Department Customer Relation dapat memberikan informasi kepada pihak operator
	Menyusun laporan survey	Pembuatan laporan mengenai hasil survey
	Melakukan negosiasi harga	Proses negosiasi harga dengan pemilik perusahaan
	Melakukan sosialisasi dan izin warga	Proses sosialisasi dan meminta izin warga untuk membangun menara
	Soil test	Pengecekan terhadap struktur dan kontur lahan yang akan digunakan
	Menyewa/membeli lahan	Proses penyewaan atau pembelian lahan dengan pemilik tanah
	Mencetak Ready For Construction (RFC)	Pencetakan dokumen sebagai tanda bahwa lahan siap untuk dilakukan konstruksi pembangunan menara
	Mengurus perizinan	Pengurusan perizinan sewa/beli lahan dan pembangunan menara kepada PEMDA setempat
3	Departement Logistic	
	Pemilihan kontraktor	Pemilihan Kontraktor Civil, Mechanical, Engineering dan pemasok material untuk pembangunan menara
	Memberikan surat tugas	Membuat surat tugas untuk pemasok material dan kontraktor
	Menerima persetujuan dari kontraktor	Mendapatkan persetujuan pihak kontraktor mengenai pembangunan menara
	Menerima jadwal pembangunan dari kontraktor	Mendapatkan jadwal pembangunan dari kontraktor
	Meneliti jadwal kontraktor	Meneliti jadwal pembangunan menara apakah sudah sesuai dengan standar perusahaan
	Negosiasi dengan kontraktor	Negosiasi dan penyesuaian jadwal pembangunan menara dengan pihak kontraktor
4	Departement Project Management	
	Konstruksi	Melakukan konstruksi menara
	Proses uji fungsi	Proses uji fungsi menara dan shelter yang dilakukan oleh perusahaan dan pihak operator
	Menyusun Berita Acara Uji Fungsi (BAUF)	Menyusun BAUF sebagai tanda bukti kepada operator bahwa menara berfungsi dengan baik
	Uji Terima 1	Proses uji terima menara dari pihak kontraktor ke perusahaan
	Menyusun Berita Acara Uji Terima 1 (BAST 1)	Menyusun BAST sebagai tanda bukti bahwa kontraktor telah melakukan proses konstruksi
	Uji Terima 2	Proses uji terima menara dari pihak kontraktor ke perusahaan sebagai tanda bukti bahwa menara berfungsi dengan baik
	Menyusun Berita Acara Serah Terima 2 (BAST 2)	Menyusun BAST sebagai tanda bukti bahwa menara berfungsi dengan baik setelah melalui masa retensi
5	Departemen Engineering and Design	
	Mendisain Pondasi	Proses desain pondasi menara berdasarkan hasil soil test
	Mengkaji ulang disain pondasi	Memeriksa desain pondasi
	Membuat gambar teknik menara	Membuat gambar menara secara detil

6. *Project Management Plan*

Dalam mengembangkan penjadwalan proyek maka dibutuhkan suatu *project management plan* untuk mengetahui rencana garis besar perusahaan sehingga penjadwalan yang dibuat sejalan dengan rencana proyek perusahaan. Berikut ini merupakan *project management plan* yang dijadikan petunjuk dalam mengembangkan penjadwalan proyek.

Tabel 3.7 *Project Magement Plan*

No	Project Management Plan
1	Proses pembangunan menara terdiri dari tiga kegiatan utama, yaitu pembebasan lahan, logistik, dan konstruksi
2	Pembebasan lahan berdurasi 23 hari
3	Proses kontruksi berdurasi 45 hari
4	Proses pemenuhan material-material tertunda berdurasi 6 hari

3.1.4. Metode Pengolahan Data Dalam Tahap Pendefinisian Aktivitas

Penggunaan metode dalam pengolahan data pada Tahap Pendefinisian Aktivitas berdasarkan data yang terdapat pada masing-masing departemen, oleh karena itu metode yang digunakan mempunyai komposisi berbeda. Untuk Departemen *Customer Relation* dan *Site Acquisition* telah didapatkan WBS yang cukup jelas sehingga dengan penambahan *Expert Judgement* oleh para manajer akan dihasilkan kesempurnaan. Sedangkan untuk Departemen *Project Management*, Departemen *Logistic*, dan Departemen *Engineering & Design* diperlukan penjelasan yang lebih detil agar alur kegiatan mudah dipahami karena tidak adanya acuan seperti prosedur mutu sebagai panduan.

Tabel 3.8 Pengolahan Data Berdasarkan Departemen

No	Departemen	Metode Pengolahan Data
1	Departement Customer Relation	Expert Judgement
2	Departement Site Acquisition	Expert Judgement
3	Departement Logistic	Expert Judgement dan Planning Component
4	Departemen Engineering and Design	Expert Judgement dan Planning Component
5	Departement Project Management	Expert Judgement, Template, dan Planning Component

3.1.5. Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Pendefinisian Aktivitas

Terdapat tiga hasil keluaran tahap Pendefinisian Aktivitas, yaitu daftar aktivitas, atribut aktivitas, dan daftar *milestone*. Atribut aktivitas menjelaskan definisi dari aktivitas-aktivitas yang ada. Sedangkan daftar *milestone* berupa daftar titik penting pada kegiatan pembangunan menara. Penjelasan lebih lanjut mengenai hasil tahap Pendefinisian Aktivitas akan diberikan lebih rinci per departemen.

1. Departemen *Customer Relation*

Berdasarkan WBS yang didapat dari prosedur mutu dan penjelasan manajer Departemen *Customer Relation* terdapat dua kegiatan yang terjadi pada pembangunan menara, yaitu:

1. Menerima PO
2. Negosiasi dengan operator

Namun setelah berdiskusi dengan para *expert judgement* pada departemen ini terdapat perubahan kegiatan yaitu proses penerimaan PO itu sudah termasuk dengan aktivitas negosiasi dengan operator selain itu terdapat tambahan kegiatan yaitu melakukan validasi PO, mencetak surat kesanggupan, dan membuat BAPS. Berikut adalah daftar aktivitas kegiatan Departemen *Customer Relation* dalam pembangunan menara dan beserta penjelasannya.

Tabel 3.9 Aktivitas dan Atribut Departemen *Customer Relation*

No	Aktivitas	Atribut Aktivitas
1	Menerima Purchase Order dari operator	Penerimaan Permintaan pembangunan menara dari operator
2	Melakukan validasi Purchase Order	Standarisasi Purchase Order yang diterima sehingga memiliki format yang mudah dimengerti
3	Mencetak Surat Kesanggupan	Mencetak surat yang berisi pernyataan kesanggupan perusahaan kepada operator mengenai pembangunan
4	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	Penerbitan Berita Acara Penggunaan Site sebagai dasar penagihan pembayaran kepada operator
5	BAPS selesai	Milestone menandakan BAPS selesai

Daftar *milestone* dibuat untuk mengetahui titik-titik kegiatan penting pada departemen *Customer Relation* dalam membangun menara. Daftar *milestone* tersebut, yaitu:

1. Menerima PO dari operator

Aktivitas ini dijadikan *milestone* karena merupakan titik awal pembangunan menara

2. BAPS selesai

Aktivitas ini dijadikan *milestone* karena dijadikan sebagai dasar penagihan pembayaran kepada operator

2. *Departemen Site Acquisition*

Berdasarkan WBS dari prosedur mutu perusahaan dan penjelasan umum maka terdapat 11 aktivitas *Site Acquisition*, yaitu:

1. Merencanakan survey
2. Melakukan survey
3. Mencari tiga lokasi pilihan
4. Memberikan laporan kepada Departemen *Customer Relation*
5. Menyusun laporan survey
6. Melakukan negosiasi harga
7. Melakukan sosialisasi dan izin warga
8. *Soil test*
9. Menyewa/membeli lahan
10. Mencetak *Ready for Construction* (RFC)
11. Mengurus perizinan

Setelah berdiskusi dengan Manajer Departemen *Site Acquisition* maka terdapat perubahan yaitu penambahan kegiatan dan pengurangan kegiatan. Penambahan kegiatan itu adalah pertama mendapatkan persetujuan dari pemilik lahan, kedua mendapat persetujuan dari laporan survey, dan terakhir adalah memeriksa legalitas tanah. Sedangkan untuk pengurangan kegiatan yakni aktivitas mencari tiga lokasi pilihan ditiadakan karena sudah termasuk dalam aktivitas melakukan survey. Aktivitas memberikan

laporan kepada Departemen *Customer Relation* juga ditiadakan karena sama halnya dengan menyusun laporan survey.

Tabel 3.10 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen *Site Acquisition*

No	Aktivitas	Atribut Aktivitas
1	Merencanakan survey	Persiapan survey dan meminta Surat Perjalanan Dinas ke Perusahaan
2	Melakukan survey lapangan	Survey lokasi pembangunan menara berdasarkan koordinat dari operator
3	Mendapat persetujuan dari pemilik tanah	Proses meminta persetujuan dari pemilik tanah mengenai kesediaan menjual/menyewakan tanahnya untuk dibangun menara
4	Menyusun laporan survey	Pembuatan laporan mengenai hasil survey
5	Mendapatkan persetujuan laporan survey	Proses mendapatkan persetujuan laporan survey dari pihak operator
6	Memeriksa legalitas tanah	Memeriksa legalitas atau kesahan tanah
7	Melakukan negosiasi harga	Proses negosiasi harga dengan pemilik perusahaan
8	Melakukan sosialisasi dan izin warga	Proses sosialisasi dan meminta izin warga untuk membangun menara
9	Soil test	Pengecekan terhadap struktur dan kontur lahan yang akan digunakan
10	Melakukan kontrak atau beli tanah	Proses penyewaan atau pembelian lahan dengan pemilik tanah
11	Mencetak Ready For Construction (RFC)	Pencetakan dokumen sebagai tanda bahwa lahan siap untuk dilakukan konstruksi pembangunan menara
12	RFC	Milestone menandakan RFC
13	Mengurus perizinan	Pengurusan perizinan sewa/beli lahan dan pembangunan menara kepada PEMDA setempat

Mengacu pada daftar aktivitas di atas serta hasil keputusan ahli maka aktivitas RFC dan *soil test* dijadikan *milestone* dari Departemen *Site Acquisition* karena dengan aktivitas inilah tahap konstruksi sudah dapat dilaksanakan.

3. Departemen Logistic

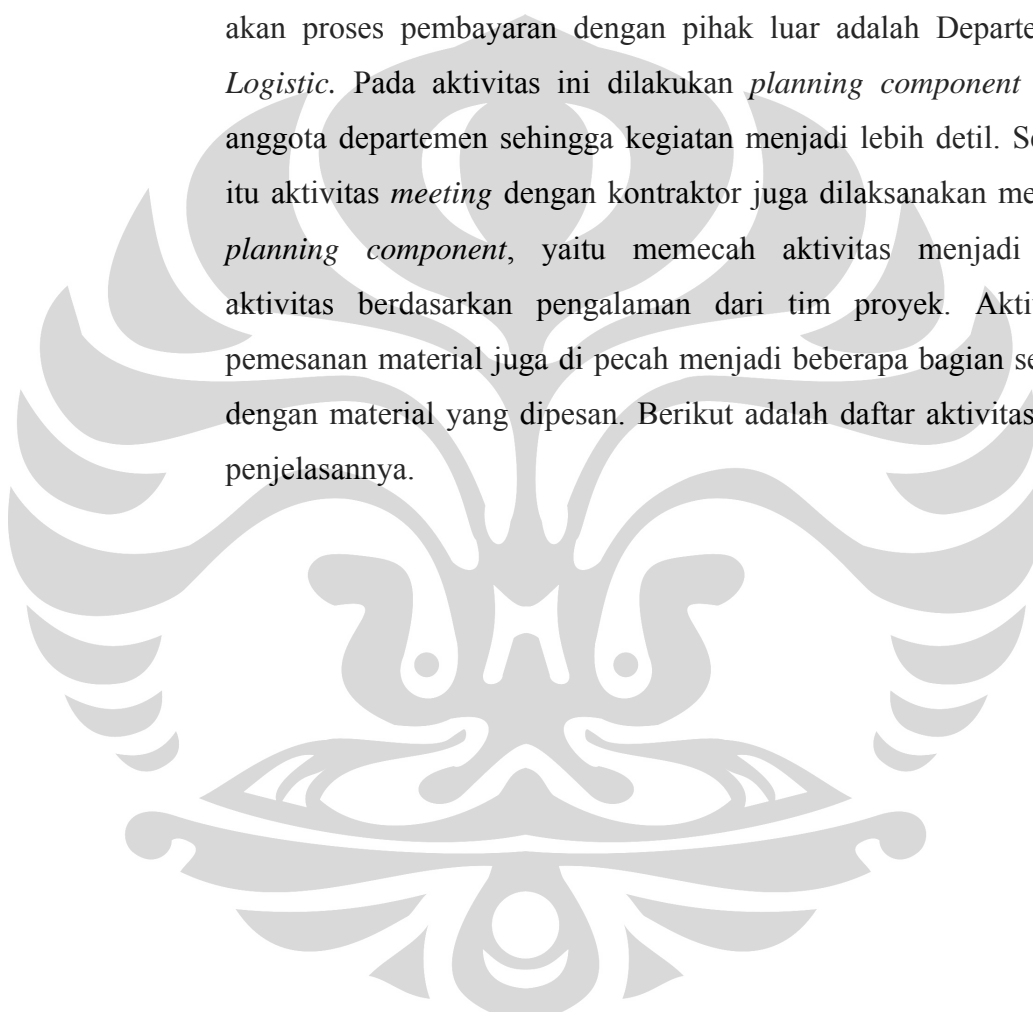
Dari WBS yang telah dibuat yakni pada masukan di bab pengumpulan data didapatkan lima aktivitas yang dilakukan oleh Departemen *Logistic* dalam pembangunan menara, yaitu:

1. Pemilihan kontraktor
2. Memberikan surat tugas
3. Menerima persetujuan dari kontraktor
4. Menerima dan meneliti jadwal pembangunan dari operator
5. Negosiasi dengan kontraktor

Untuk mendapatkan informasi yang lebih rinci maka dilakukan wawancara dengan Manajer Departemen *Logistic*. Berdasarkan hasil wawancara tersebut maka diketahui aktivitas memberikan surat tugas, menerima persetujuan dari kontraktor, menerima dan meneliti jadwal pembangunan, dan negosiasi dengan

kontraktor dilakukan pada aktivitas yang sama, yaitu ketika rapat dengan kontraktor sehingga agar lebih efisien maka kesemua aktivitas tersebut digabungkan kedalam aktivitas *meeting* dengan kontraktor.

Selain pengurangan juga terdapat penambahan aktivitas pada departemen ini yaitu proses pembayaran, karena Departemen ini berhubungan dengan pihak luar maka yang bertanggung jawab akan proses pembayaran dengan pihak luar adalah Departemen *Logistic*. Pada aktivitas ini dilakukan *planning component* oleh anggota departemen sehingga kegiatan menjadi lebih detil. Selain itu aktivitas *meeting* dengan kontraktor juga dilaksanakan metode *planning component*, yaitu memecah aktivitas menjadi sub aktivitas berdasarkan pengalaman dari tim proyek. Aktivitas pemesanan material juga di pecah menjadi beberapa bagian sesuai dengan material yang dipesan. Berikut adalah daftar aktivitas dan penjelasannya.



Tabel 3.11 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen *Logistic*

No	Aktivitas	Sub aktivitas	Atribut Aktivitas
1	Pemilihan kontraktor		Pemilihan kontraktor civil, mechanical, and Engineering dan pemasok material untuk pembangunan menara
2	Meeting dengan kontraktor		
		Menghubungi kontraktor	Memberitahukan perihal pembangunan menara dan jadwal rapat antara perusahaan dengan kontraktor
		Meeting dengan kontraktor	Memberikan perihal pembangunan menara seperti jadwal dan memberikan surat tugas
3	Mengeluarkan SPK		Membuat surat perintah kerja bagi kontraktor dan pemasok
4	Pemesanan material		
		Pemesanan menara	
		Memesan menara ke pabrikaan	Melakukan pemesanan menara
		Memberitahukan ekspedisi	Memberitahukan pihak kontraktor ekspedisi bahwa dibutuhkan pengiriman menara secepatnya
		Pemesanan Shelter	
		Memesan shelter ke pabrikaan	Melakukan pemesanan shelter
		Memberitahukan ekspedisi	Memberitahukan pihak kontraktor ekspedisi bahwa dibutuhkan pengiriman shelter secepatnya
		Pemesanan Mounting	
		Memesan mounting ke pabrikaan	Melakukan pemesanan mounting
		Memberitahukan ekspedisi	Memberitahukan pihak kontraktor ekspedisi bahwa dibutuhkan pengiriman mounting secepatnya
5	Menghubungi kontraktor PLN		Menghubungi kotraktor PLN mengenai kebutuhan penyambungan daya PLN untuk pembangunan menara
6	Proses pembayaran		
		Invoicing	Membuat nota pembayaran
		Verifikasi data	Melakukan validasi data-data pada nota pembayaran
		Disposisi	Meminta persetujuan (tanda tangan) atas nota pembayaran yang terjadi

(Sumber: Departemen Logistic)

Dari daftar aktivitas kegiatan didapatkan *milestone* sebagai berikut:

1. Menghubungi kontraktor

Kegiatan ini menandakan kegiatan *meeting* dengan kontraktor akan dilakukan

2. Memberitahukan ekspedisi

Kegiatan ini menandakan pemesanan material telah dilakukan

4. *Departemen Engineering & Design*

Mengacu pada WBS di pengumpulan data terdapat tiga aktivitas yang terlibat di dalam Departemen *Engineering and Design*, yaitu:

1. Proses desain pondasi

2. Mengkaji ulang desain pondasi

Universitas Indonesia

3. Membuat gambar teknik menara

Tabel 3.12 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen *Engineering & Design*

No	Aktivitas	Sub aktivitas	Atribut Aktivitas
1	Proses desain pondasi		
		Membuat surat tugas ke konsultan	Memberitahukan konsultan untuk melakukan desain pondasi
		Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	Memberikan hasil soil test dari kontraktor ke konsultan
		Mendesain pondasi	Melakukan desain pondasi
2	Mengkaji ulang desain pondasi		
		Mendapat desain pondasi dari konsu	Menerima hasil desain pondasi dari konsultan
		Mengkaji ulang desain pondasi	Memeriksa disain pondasi
3	Membuat as planned drawing		
		Mendapatkan site map dari Departemen SITAC	Menerima site map dalam bentuk gambaran kasar
		Membuat site layout dan site map dr	Membuat site layout dan site map drawing dengan perangkat lunak autocad
		Membuat as planned drawing	Membuat as planned drawing dari menara dan shelter
		Memberikan as planned drawing ke Departemen Project Management	Memberikan hasil as planned drawing

Dari tabel diatas tidak ada perubahan aktivitas yang berarti, hanya penggantian penggunaan kata membuat gambar teknik menara diganti menjadi membuat *as planned drawing*. Pada ketiga aktivitas tersebut dilakukan *planning component* sehingga terdapat pemecahan aktivitas menjadi subaktivitas. Berdasarkan pendapat ahli, Manajer Departemen *Engineering dan Design*, *milestone* didalam proses departemen ini adalah

1. Mendesain pondasi

Titik ini merupakan tanda bahwa sudah mendapatkan hasil *soil test* dari Departemen SITAC dan proses disain pondasi telah dalam tahap pengerjaan

2. Mendapatkan disain pondasi dari konsultan

Proses ini merupakan tanda bahwa desain pondasi telah selesai dan sudah dapat mengkaji ulang desain tersebut

3. Mendapatkan site map dari Departemen *Site Acquisition*

Aktivitas ini menandakan survey lapangan telah dilakukan dan Departemen *Engineering & Design* dapat membuat *site layout* dan *site map drawing*.

4. Memberikan hasil *as planned drawing*

As planned drawing digunakan pihak Departemen *Project Management* dan pihak kontraktor sebagai acuan dalam melakukan pembangunan menara.

5. *Departemen Project Management*

Mengacu pada WBS di pengumpulan data pada Departemen *Project Management* melakukan tujuh aktivitas:

1. Konstruksi
2. Proses Uji Fungsi
3. Menyusun Berita Acara Uji Fungsi (BAUF)
4. Uji Terima 1
5. Menyusun Berita Acara Serah Terima 1 (BAST 1)
6. Uji Terima 2
7. Menyusun Berita Acara Serah Terima 2 (BAST 2)

Kesimpulan wawancara dengan ahli yakni Manajer Departemen *Project Management* dan Manajer Departemen *Logistic* untuk tahap konstruksi sebaiknya dilakukan *planning component* sehingga terlihat jelas proses pembangunan menara tersebut secara detil. Oleh karena itu Departemen *Project Management* memberikan *template* mereka dari kegiatan pembangunan menara sebelumnya. Selain itu aktivitas-aktivitas seperti Uji Fungsi, Uji Terima 1 dan Uji Terima 2 dilakukan *planning component* oleh tim untuk dapat mengetahui lebih rinci kegiatan didalamnya. Berikut ini merupakan daftar aktivitas dan sub aktivitas pembangunan menara pada Departemen *Project Management* dan dilengkapi penjelasannya.

Tabel 3.13 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen *Project Management*

No	Aktivitas	Sub aktivitas	Atribut Aktivitas
1	Persiapan		
		Survey lokasi dan izin mulai kerja	Proses survey lahan pembangunan dan meminta izin kerja ke warga setempat
		Pembersihan lahan	Pembersihan lahan dari semak, pohon, dan benda-benda yang dapat menghalangi pekerjaan pembangunan menara
		Setting Layout	Pengaturan letak menara, shelter, pagar, pintu masuk dan jalan akses
2	Pekerjaan Tower		
		Pabrikasi menara	Proses pembuatan dan pengujian material menara oleh pemasok
		Galvanis	Prose pelapisan material menara oleh lapisan pelindung
		Pengemasan	Mengemas material menara agar mudah dalam proses ekspedisi
		Pengiriman	Pengiriman material menara dari pemasok ke kontraktor pembangunan menara
3	Pekerjaan Shelter		
		Pabrikasi Shelter	Proses pembuatan dan pengujian material shelter oleh pemasok
		Galvanis	Prose pelapisan material shelter oleh lapisan pelindung
		Pengemasan	Mengemas material shelter agar mudah dalam proses ekspedisi
		Pengiriman	Pengiriman material shelter dari pemasok ke kontraktor pembangunan
4	Pekerjaan Mounting		
		Pabrikasi Mounting	Proses pembuatan dan pengujian material mounting oleh pemasok
		Galvanis	Prose pelapisan material mounting oleh lapisan pelindung
		Pengemasan	Mengemas material mounting agar mudah dalam proses ekspedisi
		Pengiriman	Pengiriman material mounting dari pemasok ke kontraktor pembangunan

Tabel 3.14 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen *Project Management* (sambungan 1)

No	Aktivitas	Sub aktivitas	Atribut Aktivitas
5	Pondasi Tower & Erection Tower		
		Gali Pondasi & Lantai Kerja	Pembuatan ruangan untuk membangun kaki bangunan & perataan permukaan galian dan alas untuk pengecoran. Lapisan mortar untuk menahan coran agar tidak tembus ke tanah
		Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	Pembuatan material bantu untuk membentuk beton & proses perangkaian besi sebelum di cor
		Pengecoran Pelat	Proses penuangan campuran beton (adukan semen, pasir, air, dan kerikil)
		Proses Pengeringan Beton Pelat	Proses pengeringan campuran beton
		Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom	Pembuatan material bantu untuk membentuk beton & proses perangkaian besi sebelum di cor
		Pengecoran Balok dan Kolom	Proses penuangan campuran beton (adukan semen, pasir, air, dan kerikil)
		Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom	Proses pengeringan campuran beton
		Urugan & Pemadatan Kembali	Proses penimbunan tanah dan pengisian lubang bekas galian untuk meratakan permukaan tanah
		Sorting material	Penghitungan dan pemilihan material menara
		Ereksi Tower	Perangkaian material menara
		Pengecatan Tower	Proses pengecatan material menara
		Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)	Pemasangan alet elektronik menara
6	Pekerjaan Shelter Ckd & ME		
		Pondasi shelter ckd	Pembuatan pondasi shelter
		Install Shelter ckd	Proses perakitan shelter CKD
		Install ME	Pemasangan alat elektronik shelter
		Penyambungan daya PLN 23 KVA	Penyambungan daya listrik dari PLN ke alat elektronik menara dan shelter
7	Pekerjaan pagar		
		Galian pondasi + Pasangan batukali	Pembuatan pondasi pagar menggunakan batu kali
		Pagar type 1	Pembuatan pagar tanpa pintu
		Pagar type 2 + pintu	pembuatan pagar menggunakan pintu
		Pengecatan	Proses pengecatan pagar
8	Pekerjaan Halaman		
		Pemadatan dan perataan tanah halaman	Proses perataan tanah halaman agar mudah dilalui
		Lapisan gravel dibawah tower	Pelapisan tanah dengan batu krikil di kaki menara
		Paving Block & Kansteen	Pembuatan lapisan lantai dari cetakan beton sebagai tempat pijakan menuju ke arah menara dan shelter & pembatas jalan dari material beton
		Jalan akses	Pembuatan jalan akses dari pintu ke menara dan shelter
9	Konstruksi selesai		
			Milestone menandakan proses konstruksi selesai
10	Ready For Installation (RFI)		
			Tahap dimana menara siap digunakan, yaitu menara, shelter, perangkat mekanik dan elektronik serta penyambungan daya listrik telah terpasang

Tabel 3.15 Aktivitas dan Atribut Aktivitas Departemen *Project Management* (sambungan2)

No	Aktivitas	Sub aktivitas	Atribut Aktivitas
11	Uji Fungsi Tower		
		Pra Uji Fungsi	Proses pemeriksaan kegiatan konstruksi untuk meminimalkan pending item ketika proses uji fungsi berlangsung
		Menyiapkan undangan uji fungsi	Menyiapkan undangan uji fungsi ke operator
		Mengirim undangan uji fungsi ke operator	Mengirim undangan uji fungsi ke operator
		Proses Uji Fungsi	Proses uji fungsi menara dan shelter yang dilakukan perusahaan dan pihak operator
		Perbaikan	Kegiatan melengkapi kekurangan yang masih terjadi
		Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower	Kegiatan yang menandakan menara dapat dioperasikan dengan sempurna tanpa pending item
		Uji Fungsi selesai	Milestone menandakan uji fungsi selesai
12	Uji Terima Tower 1		
		Menerima undangan dari kontraktor	Perusahaan menerima undangan uji terima 1 dari kontraktor
		Proses uji terima 1	Proses uji terima menara dari pihak kontraktor ke perusahaan
		Perbaikan	Kegiatan melengkapi benda-benda yang belum terpasang
		Menandatangani BALUT ke-1	kegiatan yang menandakan kegiatan uji terima 1 telah dilakukan
		Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor	Kegiatan menunggu dan menerima kelengkapan administrasi agar dapat dilakukan pembayaran
		Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1	Pembuatan dokumentasi bahwa kegiatan uji terima 1 telah dilakukan dan pending item telah terpenuhi
		Menandatangani BAST 1	Penandatanganan BAST-1 oleh pihak perusahaan dan kontraktor
		Uji terima 1 selesai	Milestone menandakan uji terima 1 selesai
13	Uji Terima Tower 2		
		Masa Retensi	Masa percobaan pemakaian menara, shelter, dan perangkat elektronik didalamnya
		Proses uji terima 2	Proses uji terima menara dari pihak kontraktor ke perusahaan sebagai tanda bukti bahwa menara dapat berfungsi dengan baik
		Menandatangani BALUT ke-2	Kegiatan menandakan bahwa uji terima 2 telah dilakukan
		Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2	Pembuatan dokumentasi bahwa kegiatan uji terima 2 telah dilakukan dan pihak kontraktor sudah tidak berkewajiban untuk melakukan perbaikan apabila ada kerusakan dimasa depan
		Menandatangani BAST 2	Penandatanganan BAST-1 oleh pihak perusahaan dan kontraktor
		Uji terima 2 selesai	Milestone menandakan uji terima 2 selesai

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa *milestone* di Departmen *Project Management*, adalah

1. Konstruksi selesai

Titik ini penting karena menandakan kegiatan konstruksi telah selesai

2. RFI

Aktivitas ini digunakan karena operator telah dapat meletakkan peralatan telekomunikasinya untuk langsung dioperasikan

3. Uji Fungsi selesai

Titik ini dianggap penting karena seluruh peralatan telah terpasang dan proses konstruksi telah selesai tanpa *pending item* serta telah disetujui pihak perusahaan dan operator

4. Uji terima 1 selesai

Titik ini dianggap penting karena uji terima 1 telah disetujui oleh perusahaan dan kontraktor

5. Uji terima 2 selesai

Titik ini menandakan uji terima 2 telah disetujui oleh perusahaan dan kontraktor

Daftar *milestone* untuk kegiatan-kegiatan di setiap departemen dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.16 Daftar Milestone Pembangunan Menara Berdasarkan Departemen

No	Departemen	Milestone
1	Customer Relation	Menerima PO dari operator
		BAPS selesai
2	Site Acquisition	Soil Test
		RFC
3	Logistic	Menghubungi kontraktor
		Memberitahu ekspedisi mengenai pemesanan menara
		Memberitahu ekspedisi mengenai pemesanan Shelter
		Memberitahu ekspedisi mengenai pemesanan mounting
4	Engineering & Design	Mendesain pondasi
		Mendapat desain pondasi dari konsultan
		Mendapatkan site map dari Departemen Site Acquisition
		Memberikan hasil as planned drawing
5	Project Management	Konstruksi selesai
		RFI
		Uji fungsi selesai
		Uji terima 1 selesai
		Uji terima 2 selesai

3.2. Pengurutan Aktivitas

3.2.1. Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengurutan Aktivitas

Berdasarkan literatur manajemen waktu proyek terdapat beberapa masukan yang diperlukan dalam membuat urutan kegiatan di manajemen waktu proyek, yaitu hasil pengolahan data pada tahap Pendefinisian Aktivitas dan *project scope statement*. Pada *project scope statement* tercantum karakteristik yang akan mempengaruhi proses pengurutan aktivitas yang dilakukan pada pembangunan menara. Oleh karena itu karakteristik ini perlu dipertimbangkan dalam tahap Pengurutan Aktivitas.

Tabel 3.17 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengurutan Aktivitas⁴³

No	Data Untuk Tahap Activity Sequencing
1	Project Scope Statement Informasi mengenai karakteristik produk
2	Activity List Informasi mengenai aktivitas yang akan dikerjakan dalam pembangunan menara
3	Activity Attribut Informasi tambahan mengenai seluruh aktivitas di dalam pembangunan menara
4	Milestone list Informasi mengenai kegiatan utama dalam pembangunan menara

3.2.2. Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Pengurutan Aktivitas

Pada tahap Pengurutan Aktivitas masukan yang diperlukan untuk mengolah data adalah sebagai berikut *project scope statement*, *activity list*, *activity attributes*, dan *milestone list*. Data *project scope statement* didapatkan dari lima manajer departemen perusahaan yang berkaitan dengan pembangunan menara. Sedangkan tiga masukan lainnya, yaitu *activity list*, *activity attributes*, dan *milestone list* didapatkan dari hasil pengolahan data dari tahap Pendefinisian Aktivitas.

⁴³ Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.131.

Tabel 3.18 Sumber Data Untuk Pengurutan Aktivitas

No	Data Untuk Tahap Activity Sequencing	Sumber
1	Project Scope Statement	Manajer Umum Divisi Site Development
2	Activity List	Hasil tahap Activity Definition
3	Activity Attribut	Hasil tahap Activity Definition
4	Milestone list	Hasil tahap Activity Definition

3.2.3. Hasil Pengumpulan Data Pada Tahap Pengurutan Aktivitas

Project scope statement telah didapatkan pada tahap Pendefinisian Aktivitas, sedangkan masukan lainnya telah dicantumkan pada sub bab pengolahan data Pendefinisian Aktivitas.

3.2.4. Metode Pengolahan Data Pada Tahap Pengurutan Aktivitas

Masukan pada tahap ini diolah menggunakan metode *precedence diagramming method* dengan tujuan keterkaitan antar aktivitas yang ada dapat terlihat lebih jelas. Masukan keterkaitan antar aktivitas didapat dari para ahli, yaitu manajer setiap departemen. Tetapi pada departemen konstruksi telah memiliki sebuah *template* untuk proses-proses konstruksi pembangunan menara, sehingga pada proses konstruksi peneliti menggunakan acuan tersebut.

3.2.5. Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Pengurutan Aktivitas

Masing-masing departemen saling terkait satu dengan yang lain, dengan alasan tersebut maka aktivitas-aktivitas tersebut dibuat dalam satu tabel agar keterkaitannya terlihat jelas. Hasil pengolahan data yang ditampilkan pada tahap ini adalah pembaharuan terhadap atribut aktivitas mengenai keterkaitan antar aktivitas pembangunan menara. Sedangkan untuk penggambarannya (*project schedule network diagram*) tidak ditampilkan pada bagian ini karena akan ditampilkan pada tahap Pengembangan Jadwal bersamaan dengan hasil pengolahan Penentuan Durasi Aktivitas.

Tabel 3.19 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen *Customer Relation*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu
1	PROSES PEMBANGUNAN TOWER	
2	CUSTOMER RELATION	
3	Menerima Purchase Order dari operator	
4	Melakukan validasi Purchase Order	3
5	Mencetak Surat Kesanggupan	3 SS
6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	120 FS 1d

Tabel 3.20 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen *Site Acquisition*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu
7	SITE ACQUISITION	
8	Merencanakan survey	4,5
9	Melakukan survey lapangan	8
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	9
11	Menyusun laporan survey	10 FF
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	10,11
13	Memeriksa legalitas tanah	12 SS
14	Melakukan negosiasi harga	13
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	12,14
16	Proses soil test	
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	15
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	17 SS
19	Soil Test	18
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	19,15 FF
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	15,20
22	Mengurus perizinan	21 SS,20

Tabel 3.21 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen *Logistic*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu
23	LOGISTIC	
24	Pemilihan kontraktor	21 FS -7d
25	Meeting dengan kontraktor	
26	Menghubungi kontraktor	24
27	Meeting dengan kontraktor	26
28	Mengeluarkan SPK	27
29	Pemesanan material	
30	Pemesanan tower	
31	<i>Memesan tower ke pabrikan</i>	21
32	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	31 FF
33	Pemesanan shelter	
34	<i>Memesan shelter ke pabrikan</i>	21
35	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	34 FF
36	Pemesanan Mounting	
37	<i>Memesan mounting ke pabrikan</i>	21
38	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	37 FF
39	Menghubungi kontraktor PLN	59 SS
40	Proses Pembayaran	
41	Invoicing	31,34,37
42	Verifikasi Data	41 SS
43	Disposisi	42 SS

Tabel 3.22 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen Engineering & Design

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu
44	ENGINEERING AND DESIGN	
45	Proses disain fondasi	
46	Membuat surat tugas ke konsultan	18 SS
47	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	19
48	Mendisain fondasi	47,46
49	Mengkaji ulang disain fondasi	
50	Mendapat disain fondasi dari konsultan	48
51	Mengkaji ulang disain fondasi	50
52	Pembuatan as planned drawing	
53	Mendapatkan site map dari Departemen Sitac	9
54	Membuat Site Layout dan (Site Map Drawing)	53
55	Membuat as planned drawing	51,54
56	Memberikan as planned drawing ke Dep. PM	55

Tabel 3.23 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen *Project management*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu
57	PROJECT MANAGEMENT (KONSTRUKSI)	
58	Persiapan	
59	Survey lokasi dan ijin mulai kerja	21,27,28
60	Pembersihan lahan	56,59
61	Setting Layout	60
62	Pekerjaan Tower	
63	Pabrikasi Tower	32 FS 3d,31 FS 3d
64	Galvanis	63
65	Pengemasan	64
66	Pengiriman	65,41,42,43
67	Pekerjaan Shelter	
68	Pabrikasi Shelter	34 FS 3d,35 FS 3d
69	Galvanis	68
70	Pengemasan	69
71	Pengiriman	70,41,42,43
72	Pekerjaan Mounting	
73	Pabrikasi Mounting	37 FS 3d,38 FS 3d
74	Galvanis	73
75	Pengemasan	74
76	Pengiriman	75,41,42,43
77	Pondasi Tower & Erection Tower	
78	Gali Pondasi & Lantai Kerja	61
79	Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	78
80	Pengecoran Pelat	79
81	Proses Pengeringan Beton Pelat	80
82	Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom	81
83	Pengecoran Balok dan Kolom	82
84	Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom	83
85	Urugan & Pemasangan Kembali	84
86	Sorting material	66,76
87	Ereksi Tower	85,86
88	Pengecatan Tower	87
89	Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)	88

Tabel 3.24 Keterkaitan Antar Aktivitas Pembangunan Menara Perusahaan Pada Departemen *Project management* (sambungan)

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu
90	Pekerjaan Shelter Ckd & ME	
91	Pondasi shelter ckd	85
92	Install Shelter ckd	91,71
93	Install ME	92
94	Penyambungan daya PLN 23 KVA	78,39
95	Pekerjaan pagar	
96	Galian pondasi + Pasangan batukali	87
97	Pagar type 1	96,86
98	Pagar type 2 + pintu	97 SS
99	Pengecatan	97,98
100	Pekerjaan Halaman	
101	Pemadatan dan perataan tanah halaman	89
102	Lapisan gravel dibawah tower	101
103	Paving Block & Kansteen	102
104	Jalan akses	96
105	Ready For Installation (RFI)	93,89,94,99,103,104
106	Uji Fungsi Tower	
107	Pra Uji Fungsi	105
108	Menyiapkan undangan uji fungsi	105
109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator	108
110	Proses Uji Fungsi	107,109 FS 3d
111	Perbaikan	110
112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower	111
113	Uji Terima Tower 1	
114	Menerima undangan dari kontraktor	110
115	Proses uji terima 1	114 FS 1d,112
116	Perbaikan	115
117	Menandatangani BALUT ke-1	116
118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor	117
119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1	118
120	Menandatangani BAST 1	119
121	Uji Terima Tower 2	
122	Masa Retensi	120,6 SS
123	Proses uji terima 2	122
124	Menandatangani BALUT ke-2	123
125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2	124
126	Menandatangani BAST 2	125

3.3. Penentuan Sumber Daya Aktivitas

3.3.1. Data Yang Diperlukan Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Dibutuhkan enam masukan untuk mengolah data pada tahap ini, yaitu *enterprise environmental factor*, *organizational process asset*, *activity list*, *activity attribute*, *resource availability* dan *project management plan*. Berikut ini akan ditampilkan data-data yang diperlukan pada tahap ini beserta keterangannya.

Tabel 3.25 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas⁴⁴

No	Data Untuk Tahap Activity Resource Estimating
1	Enterprise enviromental factor
	Informasi mengenai ketersediaan sumber daya manusia di perusahaan
2	Organizational process asset
	Kebijakan dalam pemakaian sumber daya di perusahaan
3	Activity List
	Informasi mengenai aktivitas yang akan dikerjakan dalam pembangunan menara
4	Activity Attribut
	Informasi tambahan mengenai seluruh aktivitas di dalam pembangunan menara
5	Resource availability
	Jumlah atau ketersediaan sumber daya di perusahaan
6	Project management plan
	Data berupa petunjuk perusahaan dalam rangka mengembangkan jadwal proyek

3.3.2. Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Data-data ini diperoleh di awal penelitian, dimana peneliti sedang mengadakan observasi akan proses-proses yang terjadi pada perusahaan. Dibawah ini akan dijelaskan mengenai sumber-sumber informasi yang dapat diperoleh untuk mendapatkan keterangan.

⁴⁴ Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.136.

Tabel 3.26 Sumber Data Untuk Penentuan Sumber Daya Aktivitas

No	Data Tahap Activity Resource Estimating	Sumber
1	Enterprise environmental factors	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquisition, Manajer Engineering & Design
2	Organizational process asset	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquisition, Manajer Engineering & Design
3	Activity List	Hasil tahap Activity Definition
4	Activity Attribute	Hasil tahap Activity Definition
5	Resource availability	Divisi Human Resource
6	Project management plan	Manajer umum divisi site development

3.3.3. Hasil Pengumpulan Data Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Berdasarkan kesimpulan dari wawancara yang dilaksanakan dan mempelajari kegiatan-kegiatan perusahaan dalam pembangunan menara maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Enterprise Environmental Factors

Dibagian ini terdapat keterangan dan informasi akan kebijakan perusahaan yang berguna untuk tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas.

Tabel 3.27 Enterprise Environmental Factors Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

No	Enterprise Environmental Factor Dalam Activity Resource Estimating
1	Sumber daya manusia di perusahaan sangat terbatas
2	Proses pembebasan lahan dilakukan oleh perusahaan atau kontraktor
3	Proses konstruksi dilakukan oleh pihak kontraktor
4	Perusahaan tidak menggunakan kebijakan persediaan material

2. *Organizational Process Asset*

Berikut ini adalah kebijakan perusahaan dalam penggunaan sumber daya. Informasi ini diperoleh berdasarkan hasil penjelasan umum dari masing-masing manajer tiap departemen yang bersangkutan.

Tabel 3.28 Kebijakan Penggunaan Sumber Daya Perusahaan

No	Kebijakan Penggunaan Sumber Daya Perusahaan
1	Departemen Project Management
	Karyawan hanya melakukan pengawasan terhadap kinerja kontraktor di lapangan
	Satu karyawan dapat mengawasi beberapa pembangunan menara
	Pengawasan biasanya dilakukan dengan telepon
	Pada situasi khusus dapat meminta bantuan bagian maintenance di lapangan
2	Departemen Logistic
	Perusahaan telah memiliki database pemasok material berdasarkan harga, kualitas, dan daerah di Indonesia
	Keterkaitan antara perusahaan dan pemasok telah terjalin lama
	Material yang dipesan berupa rangkaian menara dan shelter
	Material umum lainnya dipesan oleh pihak kontraktor
	Perusahaan hanya perlu menghubungi kontraktor melalui email atau telepon
3	Departemen Customer Relation
	Karyawan berperan dalam mendapatkan pesanan dari konsumen
	Setiap karyawan memiliki tanggung jawab dalam menangani satu operator telekomunikasi
4	Departemen Site Acquisition
	Karyawan perlu turun langsung ke lapangan dan menjalin komunikasi dengan masyarakat sekitar karena masalah ini sensitif
	Masing-masing karyawan dapat menangani lebih dari satu kasus pembebasan lahan karena keterbatasan karyawan
	Apabila proses pembebasan lahan dilakukan oleh kontraktor maka perusahaan hanya bertindak sebagai pengawas baik melalui telepon atau email
5	Departemen Engineering & Design
	Setiap karyawan membuat gambar teknik menara untuk menjadi acuan kontraktor dalam pembangunan menara dan menjadi alat kontrol oleh Departemen Project Management
	Masing-masing karyawan dapat menangani lebih dari satu gambar teknik

3. *Activity List dan Activity Attribute*

Kedua masukan ini berasal dari pengolahan data pada tahap Pendefinisian Aktivitas. Hasil pengolahannya dapat dilihat pada sub bab sebelumnya.

4. *Resource Availability*

Berdasarkan keterangan pihak Divisi *Human resource* bahwa jumlah karyawan pada perusahaan untuk direktorat pembangunan menara memang terbatas, dilain pihak jumlah pembangunan menara yang dilaksanakan mencapai ratusan unit dalam sekali pelaksanaan. Untuk mensiasati hal tersebut maka dibuat suatu kebijakan bahwa baik staff maupun mamanjer dapat melaksanakan tugas yang sama tetapi mempunyai wewenang yang berbeda.

Tabel 3.29 *Resoure Availability*

No	Resource Availability
1	Departemen Project Management dikepalai oleh satu orang manajer yang membawahi tujuh orang
2	Departemen Logistic dikepalai oleh satu orang manajer yang membawahi lima orang
3	Departemen Site Acquisition dikepalai oleh satu orang manajer yang membawahi enam orang
4	Departemen Customer Relation dikepalai oleh satu orang manajer yang membawahi sebelas orang
5	Departemen Engineering & Design dikepalai oleh satu orang manajer yang membawahi enam orang

5. *Project Management Plan*

Project management plan telah dibuat untuk masukan pada tahap Pendefinisian Aktivitas sehingga dapat dilihat pada table 3.7.

3.3.4. Metode Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Pada dasarnya penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi metode penjadwalan untuk mengetahui kelebihan dan kekurang masing-masing metode, maka sebagian besar menerapkan metode keputusan para ahli agar sesuai dengan

pihak perusahaan. Pada tahap ini seluruh metode yang digunakan adalah keputusan dari para ahli, yaitu manajer yang bersangkutan.

Tabel 3.30 Metode Pengolahan Data Penentuan Sumber Daya Aktivitas

No	Departemen	Metode Pengolahan Data
1	Departement Customer Relation	Expert Judgement
2	Departement Site Acquisition	Expert Judgement
3	Departement Logistic	Expert Judgement
4	Departemen Engineering and Design	Expert Judgement
5	Departement Project Management	Expert Judgement

3.3.5. Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Sumber Daya Aktivitas

Sumber daya dibagi menjadi dua kategori yakni sumber daya manusia dan sumber daya material. Kedua sumber daya ini sangat berperan dalam kesuksesan sebuah proyek. Karena pada tahap ini tidak ada perubahan urutan aktivitas maka susunan aktivitas awal yang telah ditetapkan masih relevan untuk digunakan pada tahap selanjutnya. Kebutuhan sumber daya merupakan bagian dari atribut aktivitas untuk itu maka hasil yang ditampilkan hanya berupa kebutuhan sumber daya dari setiap aktivitas. Sedangkan untuk *resource breakdown structure* atau sering disebut struktur organisasi tim proyek tidak ditampilkan karena tim proyek pelaksana pembangunan menara adalah seluruh karyawan pada Direktorat Menara sehingga struktur organisasinya tidak ditampilkan kembali. Dari kebijakan yang dijalankan perusahaan didapat bahwa *resource calender* dari setiap karyawan adalah lima hari dalam seminggu. Tetapi untuk hari kerja bagi kontraktor adalah setiap hari. Berikut ini akan ditampilkan hasil-hasil pada tahap ini per tiap departemen.

1. Departemen *Customer Relation*

Berdasarkan hasil keputusan ahli, yaitu manajer serta karyawan departemen *Customer Relation* maka didapatkan kebutuhan sumber daya per aktivitas sebagai berikut.

Tabel 3.31 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen
Customer Relation

No	Aktivitas	Sumber Daya	Material
1	Menerima Purchase Order dari operator	1 Staff Customer Relation	Dokumen PO
2	Melakukan validasi Purchase Order		Dokumen Validasi PO
3	Mencetak Surat Kesanggupan		Dokumen Surat kesanggupan
4	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)		Dokumen BAPS
5	BAPS selesai		-

2. Departemen *Site Acquisition*

Untuk setiap kegiatan pembebasan lahan memerlukan satu penanggung jawab dari departemen *Site Acquisition*. Apabila pembebasan lahan dilakukan oleh pihak kontraktor maka perusahaan hanya melakukan pengawasan yang diwakili oleh satu staf dari departemen *Site Acquisition*. Berdasarkan hasil wawancara dan keputusan para ahli, Manajer Departemen *Site Acquisition* didapatkan hasil berikut ini.

Tabel 3.32 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen
Site Acquisition

No	Aktivitas	Sumber Daya	Material
1	Merencanakan survey	1 Staff Site Acquisition	Dokumen penugasan site acquisition, dokumen validasi PO
2	Melakukan survey lapangan		Kamera, GPS, Telepon
3	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah		-
4	Menyusun laporan survey		Dokumen engineering survey report, foto panorama dan peta
5	Mendapatkan persetujuan laporan survey		-
6	Memeriksa legalitas tanah		Chack list legalitas tanah
7	Melakukan negosiasi harga		Berita acara kesepakatan
8	Melakukan sosialisasi dan ijin warga		Surat persetujuan penyanding
9	Proses soil test		
	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	Kontraktor	Sistem komputerisasi perusahaan
	Membuat surat tugas ke kontraktor		Dokumen surat tugas, fax, email, dan telepon
	Soil Test		
10	Melakukan kontrak atau beli tanah	1 Staff Site Acquisition	Persetujuan kontrak sewa atau akta jual beli
11	Mencetak Ready For Construction (RFC)		Dokumen RFC
12	Mengurus perizinan	1 staff site Acquisition (PEMDA)	IMB

3. Departemen *Logistic*

Berdasarkan Manajer Departemen *Logistic*, jumlah staff yang dibutuhkan untuk saat ini mencukupi karena sudah melakukan pembagian tugas yang berhubungan dengan pihak luar dan yang bertugas sebagai administrasi. Hasil pengolahan data selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.33 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen *Logistic*

No	Aktivitas	Sumber Daya	Material
1	Pemilihan kontraktor		Database kontraktor dan pemasok
2	Meeting dengan kontraktor		
	Menghubungi kontraktor	1 staff logistic	Jadwal pembangunan menara, dokumen surat tugas, dan standar drawing
	Meeting dengan kontraktor		
3	Mengeluarkan SPK		Dokumen surat perintah kerja
4	Pemesanan material		
	Pemesanan tower		
	<i>Memesan tower ke pabrikan</i>		Email dan Telepon
	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>		Email dan Telepon
	Pemesanan shelter	1 staff logistic	
	<i>Memesan shelter ke pabrikan</i>		Email dan Telepon
	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>		Email dan Telepon
	Pemesanan Mounting		
	<i>Memesan mounting ke pabrikan</i>		Email dan Telepon
	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>		Email dan Telepon
5	Menghubungi kontraktor PLN	1 staff logistic	Email dan Telepon
6	Proses Pembayaran		
	Invoicing	1 staff logistic	Dokumen pemesanan tower
	Verifikasi Data		Dokumen pemesanan tower
	Disposisi		Nota pembayaran

4. Departemen *Engineering & Design*

Berdasarkan keterangan dari Departemen *Engineering and Design*, setiap aktivitas perancangan menara dapat dilakukan oleh satu orang karyawan saja. Baik itu manajer maupun karyawan

dapat melakukannya. Hasil pengolahan data selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.34 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen *Engineering & Design*

No	Aktivitas	Sumber Daya	Material
1	Proses disain fondasi		
	Membuat surat tugas ke konsultan	1 Staff Engineering and Design	Surat tugas konsultan
	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC		hasil soil test
	Mendisain fondasi	Kontraktor	
2	Mengkaji ulang disain fondasi		
	Mendapat disain fondasi dari konsultan		Gambar design pondasi, hasil soil test, fax, email, dan telepon
	Mengkaji ulang disain fondasi		Gambar design pondasi, hasil soil test
3	Pembuatan as planned drawing		
	Mendapatkan site map dari Departemen Sitac	1 Staff Engineering and Design	Gambaran kasar peta lokasi, fax email, dan telepon
	Membuat Site Layout dan (Site Map Drawing)		Komputer
	Membuat as planned drawing		Komputer
	Memberikan as planned drawing ke Dep. Project Management		

5. Departemen *Project Management*

Karena proses konstruksi dilakukan oleh kontraktor maka tidak dilakukan penjabaran mengenai sumber daya manusia maupun material karena itu semua merupakan tanggung jawab kontraktor. Sedangkan untuk proses pengawasan dapat dilakukan oleh satu orang yang sanggup untuk memantau lebih dari satu proses pembangunan menara. Hasil pengolahan data selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.35 Sumber Daya Manusia dan Material Pada Aktivitas Di Departemen
Project Management

No	Aktivitas	Sub Aktivitas	Sumber Daya	Material
1	Konstruksi		1 Staff Project Management, Kontraktor	Email dan Telepon
2	Konstruksi Selesai			
3	RFI			
4	Uji Fungsi Tower			
		Pra Uji Fungsi		
		Menyiapkan undangan uji fungsi	1 Staff Project Management, Kontraktor	Komputer
		Mengirim undangan uji fungsi ke operator		Surat Undangan Uji Fungsi
		Proses Uji Fungsi		kendaraan
		Perbaikan		
		Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower		Dokumen BAUF
		Uji Fungsi selesai		
5	Uji Terima Tower 1			
		Menerima undangan dari kontraktor	1 staff administrasi Project Management	Surat Undangan Uji Terima
		Proses uji terima 1		kendaraan
		Perbaikan		
		Menandatangani BALUT ke-1		Dokumen BALUT-1
		Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor		Checklist BAST-1
		Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1		Dokumen BAST-1
		Menandatangani BAST 1		Dokumen BAST-1
		Uji terima 1 selesai		
6	Uji Terima Tower 2			
		Masa Retensi	1 Staff Project Management, Kontraktor	
		Proses uji terima 2		Kendaraan
		Menandatangani BALUT ke-2		Dokumen BALUT-2
		Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2		Dokumen BAST-2
		Menandatangani BAST 2		Dokumen BAST-2
		Uji terima 2 selesai		

3.4. Penentuan Durasi Aktivitas

3.4.1. Data Yang Diperlukan Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

Pada tahap ini diperlukan delapan buah masukan untuk menghasilkan estimasi durasi tiap-tiap kegiatan. Masukan-masukan tersebut adalah sebagai berikut

Tabel 3.36 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas⁴⁵

No	Data Untuk Tahap Activity Duration Estimating
1	Enterprise enviromental factor
	Informasi mengenai durasi waktu yang diperlukan dalam melakukan kegiatan pembangunan menara
2	Organizational process asset
	Data historis berupa waktu dari kegiatan-kegiatan pembangunan menara
3	Project Scope Statement
	Informasi mengenai waktu yang tercantum dalam pernyataan batasan proyek
4	Activity List
	Informasi mengenai aktivitas yang akan dikerjakan dalam pembangunan menara
5	Activity Resource Requirement
	kebutuhan kana sumber daya pada setiap kegiatan pembangunan menara
6	Resource Calendar
	Informasi mengenai waktu ketersediaan sumber daya perusahaan
7	Activity Attribut
	Informasi tambahan mengenai seluruh aktivitas di dalam pembangunan menara
8	Project management plan
	Data berupa petunjuk perusahaan dalam rangka mengembangkan jadwal proyek

3.4.2. Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

Masukan-masukan tersebut dapat diperoleh dari berbagai sumber yang berbeda. Selanjutnya akan diberikan sumber-sumber dalam mendapatkan informasi yang diperlukan.

Tabel 3.37 Sumber Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

No	Data Untuk Tahap Activity Duration Estimating	Sumber
1	Enterprise enviromental factor	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquitition, Manajer Engineering & Design
2	Organizational process asset	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquitition, Manajer Engineering & Design
3	Project Scope Statement	Manajer umum divisi site development
4	Activity List	Hasil tahap Activity Definition
5	Activity Resource Requirement	Hasil tahap Activity Resource Estimating
6	Resource Calendar	Divisi Human Resources
7	Activity Attribut	Hasil tahap Activity Definition
8	Project management plan	Manajer umum divisi site development

⁴⁵ Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.140.

3.4.3. Hasil Pengumpulan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari pihak perusahaan, maka hasilnya adalah sebagai berikut:

1. *Enterprise Environmental Factor*

Berdasarkan keterangan yang diberikan pada masing-masing manajer departemen di perusahaan, belum ada standar waktu yang ditentukan untuk setiap kegiatan pembangunan menara. Perusahaan hanya menggunakan acuan garis besar yaitu waktu sebesar sembilan puluh hari untuk mencari lahan dan melakukan konstruksi pembangunan menara ditambah enam hari untuk perbaikan. Serta tidak ada standar waktu kapan suatu kegiatan harus mulai dan selesai.

2. *Organizational Process Asset*

Dari lima departemen yang berhubungan dengan pembangunan menara tidak ada data historis yang baik dan standar mengenai durasi waktu penyelesaian suatu kegiatan. Yang ada hanya berupa catatan singkat akan kejadian yang terjadi ditambah sedikit keterangan durasi waktu. Catatan ini hanya berupa catatan pribadi dan bukan merupakan suatu kewajiban.

3. *Project Scope Statement*

Dari *project scope statement* maka dapat disimpulkan bahwa batasan waktu pada pembangunan menara adalah sembilan puluh hari yang terdiri dari proses pembebasan lahan dan konstruksi menara dan ditambah kelonggaran waktu untuk perbaikan serta penundaan material selama enam hari. Batasan waktu ini merupakan suatu kewajiban yang harus ditepati oleh perusahaan dimana jika melebihi batas waktu maka akan didenda oleh pihak operator sesuai perjanjian.

4. *Activity List, Activity Attribute, dan Activity Resource Requirement*

Masukan-masukan ini merupakan hasil pada pengolahan data pada tahap Pendefinisian Aktivitas dan Penentuan Sumber Daya Aktivitas. Sehingga untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada sub bab sebelumnya.

5. *Resource Calendar*

Berdasarkan jadwal kerja yang dikeluarkan oleh Divisi *Human Resource*, karyawan perusahaan untuk semua departemen bekerja selama lima hari dalam seminggu.

6. *Project Management Plan*

Masukan ini telah dibahas lebih lanjut pada tahap Pendefinisian Aktivitas sehingga dapat dilihat untuk lebih jelasnya pada tabel 3.7.

3.4.4. Metode Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

Terdapat dua metode pengolahan data yang mungkin diperlukan pada tahap Penentuan Durasi Aktivitas, yaitu *Expert Judgement* dan *Template*. Dibawah ini akan ditampilkan secara lengkap metode yang digunakan oleh masing-masing departemen.

Tabel 3.38 Metode Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

No	Departemen	Metode Pengolahan Data
1	Departement Customer Relation	Expert Judgement
2	Departement Site Acquisition	Expert Judgement
3	Departement Logistic	Expert Judgement
4	Departemen Engineering and Design	Expert Judgement
5	Departement Project Management	Expert Judgement, Template

3.4.5. Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas

3.4.5.1. Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas Metode *Critical Chain*

Hasil dari pengolahan data pada bagian ini adalah sebuah durasi masing-masing kegiatan pembangunan menara yang digabungkan dengan atribut kegiatan. Berdasarkan para ahli, maka dilakukan estimasi tetapi dengan pendekatan *critical chain* yang hanya mengestimasi sesuai durasi yang dibutuhkan tanpa adanya *safety time* dan *allowance* keterlambatan. Berikut akan ditampilkan hasil pengolahan data pada tiap-tiap departemen yang berkaitan dalam pembangunan menara.

1. Departemen *Customer Relation*Tabel 3.39 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Chain* Di Departemen *Customer Relation*

No	Aktivitas	Durasi (hari)
1	PROSES PEMBANGUNAN TOWER	
2	CUSTOMER RELATION	
3	Menerima Purchase Order dari operator	0
4	Melakukan validasi Purchase Order	0.5
5	Mencetak Surat Kesanggupan	0.5
6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	3

2. Departement *Site Acquisition*Tabel 3.40 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Chain* Di Departemen *Site Acquisition*

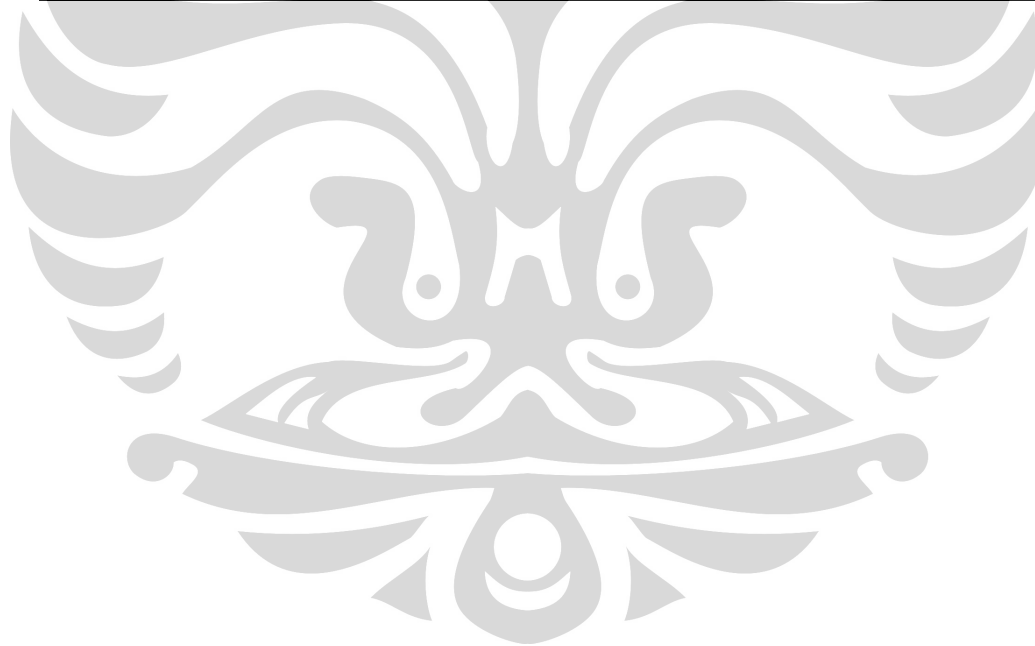
No	Aktivitas	Durasi (hari)
7	SITE ACQUISITION	
8	Merencanakan survey	0.5
9	Melakukan survey lapangan	2
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	0.5
11	Menyusun laporan survey	1
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	3
13	Memeriksa legalitas tanah	0.5
14	Melakukan negosiasi harga	4
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	4
16	Proses soil test	1
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	0
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	0
19	Soil Test	1
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	3
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	1
22	Mengurus perizinan	30

3. Departemen *Logistic*Tabel 3.41 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Chain* Di Departemen *Logistic*

No	Aktivitas	Durasi (hari)
23	LOGISTIC	
24	Pemilihan kontraktor	0.5
25	Meeting dengan kontraktor	1
26	Menghubungi kontraktor	0
27	Meeting dengan kontraktor	1
28	Mengeluarkan SPK	4
29	Pemesanan material	15.5
30	Pemesanan tower	0.5
31	<i>Memesan tower ke pabrikan</i>	0.5
32	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	0.5
33	Pemesanan shelter	0.5
34	<i>Memesan shelter ke pabrikan</i>	0.5
35	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	0.5
36	Pemesanan Mounting	0.5
37	<i>Memesan mounting ke pabrikan</i>	0.5
38	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	0.5
39	Menghubungi kontraktor PLN	0.5
40	Proses Pembayaran	2
41	Invoicing	2
42	Verifikasi Data	2
43	Disposisi	2

4. Departemen *Engineering & Design*Tabel 3.42 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Chain* Di Departemen *Engineering & Design*

No	Aktivitas	Durasi (hari)
44	ENGINEERING AND DESIGN	
45	Proses disain fondasi	1
46	Membuat surat tugas ke konsultan	0
47	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	0
48	Mendisain fondasi	1
49	Mengkaji ulang disain fondasi	1
50	Mendapat disain fondasi dari konsultan	0
51	Mengkaji ulang disain fondasi	1
52	Pembuatan as planned drawing	5
53	Mendapatkan site map dari Departemen Sitac	0
54	Membuat Site Layout dan (Site Map Drawing)	1
55	Membuat as planned drawing	4
56	Memberikan as planned drawing ke Dep. PM	0



5. Departemen *Project Management*Tabel 3.43 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Chain* Di Departemen *Project Management*

No	Aktivitas	Durasi (hari)
57	PROJECT MANAGEMENT (KONSTRUKSI)	
58	Persiapan	3
59	Survey lokasi dan ijin mulai kerja	1
60	Pembersihan lahan	1
61	Setting Layout	1
62	Pekerjaan Tower	24
63	Pabrikasi Tower	14
64	Galvanis	7
65	Pengemasan	1
66	Pengiriman	2
67	Pekerjaan Shelter	17
68	Pabrikasi Shelter	7
69	Galvanis	7
70	Pengemasan	1
71	Pengiriman	2
72	Pekerjaan Mounting	17
73	Pabrikasi Mounting	7
74	Galvanis	7
75	Pengemasan	1
76	Pengiriman	2
77	Pondasi Tower & Erection Tower	28
78	Gali Pondasi & Lantai Kerja	6
79	Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	2
80	Pengecoran Pelat	1
81	Proses Pengeringan Beton Pelat	2
82	Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom	2
83	Pengecoran Balok dan Kolom	1
84	Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom	2
85	Urugan & Pematatan Kembali	2
86	Sorting material	1
87	Ereksi Tower	5
88	Pengecatan Tower	2
89	Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)	2

Tabel 3.44 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Chain* Di Departemen *Project Management* (sambungan)

No	Aktivitas	Durasi (hari)
90	Pekerjaan Shelter Ckd & ME	25
91	Pondasi shelter ckd	8
92	Install Shelter ckd	2
93	Install ME	5
94	Penyambungan daya PLN 23 KVA	25
95	Pekerjaan pagar	8
96	Galian pondasi + Pasangan batukali	3
97	Pagar type 1	3
98	Pagar type 2 + pintu	3
99	Pengecatan	2
100	Pekerjaan Halaman	5
101	Pemadatan dan perataan tanah halaman	2
102	Lapisan gravel dibawah tower	1
103	Paving Block & Kansteen	2
104	Jalan akses	5
105	Ready For Installation (RFI)	1
106	Uji Fungsi Tower	12
107	Pra Uji Fungsi	1
108	Menyiapkan undangan uji fungsi	1
109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator	1
110	Proses Uji Fungsi	1
111	Perbaikan	5
112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower	1
113	Uji Terima Tower 1	19
114	Menerima undangan dari kontraktor	0
115	Proses uji terima 1	1
116	Perbaikan	5
117	Menandatangani BALUT ke-1	1
118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor	5
119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1	5
120	Menandatangani BAST 1	1
121	Uji Terima Tower 2	30
122	Masa Retensi	20
123	Proses uji terima 2	1
124	Menandatangani BALUT ke-2	1
125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2	7
126	Menandatangani BAST 2	1

Pada durasi waktu diatas terdapat beberapa kegiatan yang mempunyai durasi waktu 0 hari, hal ini terjadi karena kegiatan tersebut memang dapat dilakukan dengan cepat atau bentuknya seperti pemberitahuan atau hanya mendapatkan informasi selain itu kegiatan tersebut adalah sebuah kegiatan penanda yang tidak terdapat aktivitas didalamnya.

3.4.5.2. Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Penentuan Durasi Aktivitas Metode *Critical Path*

Hasil dari pengolahan data pada bagian ini adalah sebuah durasi masing-masing kegiatan pembangunan menara yang digabungkan dengan atribut kegiatan. Berdasarkan para ahli, maka dilakukan estimasi dengan persentase ketepatan mencapai sembilan puluh lima persen sehingga diharapkan estimasi ini dapat sesuai dengan kegiatan aktual yang terjadi. Berikut akan ditampilkan hasil pengolahan data pada tiap-tiap departemen yang berkaitan dalam pembangunan menara.

1. Departemen *Customer Relation*

Tabel 3.45 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Path* Di Departemen *Customer Relation*

No	Aktivitas	Durasi (hari)
1	PROSES PEMBANGUNAN TOWER	
2	CUSTOMER RELATION	
3	Menerima Purchase Order dari operator	0
4	Melakukan validasi Purchase Order	1
5	Mencetak Surat Kesanggupan	1
6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	10

2. Departement *Site Acquisition*Tabel 3.46 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Path* Di Departemen *Site Acquisition*

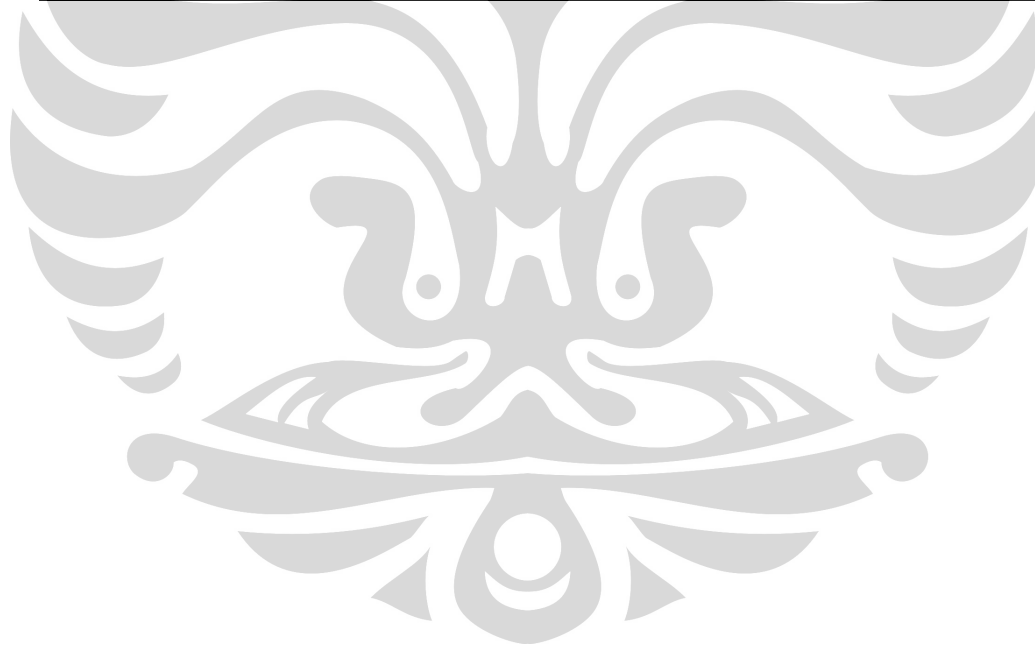
No	Aktivitas	Durasi (hari)
7	SITE ACQUISITION	
8	Merencanakan survey	1
9	Melakukan survey lapangan	3
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	2
11	Menyusun laporan survey	1
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	5
13	Memeriksa legalitas tanah	2
14	Melakukan negosiasi harga	7
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	10
16	Proses soil test	2
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	0
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	0
19	Soil Test	2
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	5
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	1
22	Mengurus perizinan	90

3. Departemen *Logistic*Tabel 3.47 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Path* Di Departemen *Logistic*

No	Aktivitas	Durasi (hari)
23	LOGISTIC	
24	Pemilihan kontraktor	2
25	Meeting dengan kontraktor	1
26	Menghubungi kontraktor	0
27	Meeting dengan kontraktor	1
28	Mengeluarkan SPK	4
29	Pemesanan material	1
30	Pemesanan tower	1
31	<i>Memesan tower ke pabrikan</i>	1
32	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	0
33	Pemesanan shelter	1
34	<i>Memesan shelter ke pabrikan</i>	1
35	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	0
36	Pemesanan Mounting	1
37	<i>Memesan mounting ke pabrikan</i>	1
38	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	0
39	Menghubungi kontraktor PLN	0
40	Proses Pembayaran	3
41	Invoicing	3
42	Verifikasi Data	3
43	Disposisi	3

4. Departemen *Engineering & Design*Tabel 3.48 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Path* Di Departemen *Engineering & Design*

No	Aktivitas	Durasi (hari)
44	ENGINEERING AND DESIGN	
45	Proses disain fondasi	7
46	Membuat surat tugas ke konsultan	1
47	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	2
48	Mendisain fondasi	3
49	Mengkaji ulang disain fondasi	3
50	Mendapat disain fondasi dari konsultan	1
51	Mengkaji ulang disain fondasi	2
52	Pembuatan as planned drawing	34
53	Mendapatkan site map dari Departemen Sitac	0
54	Membuat Site Layout dan (Site Map Drawing)	1
55	Membuat as planned drawing	3
56	Memberikan as planned drawing ke Dep. PM	0



5. Departemen *Project Management*Tabel 3.49 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Path* Di Departemen *Project Management*

No	Aktivitas	Durasi (hari)
57	PROJECT MANAGEMENT (KONSTRUKSI)	
58	Persiapan	9
59	Survey lokasi dan ijin mulai kerja	1
60	Pembersihan lahan	2
61	Setting Layout	2
62	Pekerjaan Tower	26
63	Pabrikasi Tower	14
64	Galvanis	7
65	Pengemasan	1
66	Pengiriman	4
67	Pekerjaan Shelter	19
68	Pabrikasi Shelter	7
69	Galvanis	7
70	Pengemasan	1
71	Pengiriman	4
72	Pekerjaan Mounting	19
73	Pabrikasi Mounting	7
74	Galvanis	7
75	Pengemasan	1
76	Pengiriman	4
77	Pondasi Tower & Erection Tower	44
78	Gali Pondasi & Lantai Kerja	10
79	Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	3
80	Pengecoran Pelat	3
81	Proses Pengeringan Beton Pelat	3
82	Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom	3
83	Pengecoran Balok dan Kolom	3
84	Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom	3
85	Urugan & Pematatan Kembali	3
86	Sorting material	3
87	Ereksi Tower	7
88	Pengecatan Tower	3
89	Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)	3

Tabel 3.50 Durasi Per Aktivitas Metode *Critical Path* Di Departemen *Project Management* (sambungan)

No	Aktivitas	Durasi (hari)
90	Pekerjaan Shelter Ckd & ME	41
91	Pondasi shelter ckd	10
92	Install Shelter ckd	3
93	Install ME	7
94	Penyambungan daya PLN 23 KVA	25
95	Pekerjaan pagar	16
96	Galian pondasi + Pasangan batukali	7
97	Pagar type 1	6
98	Pagar type 2 + pintu	6
99	Pengecatan	3
100	Pekerjaan Halaman	8
101	Pemadatan dan perataan tanah halaman	3
102	Lapisan gravel dibawah tower	2
103	Paving Block & Kansteen	3
104	Jalan akses	7
105	Ready For Installation (RFI)	1
106	Uji Fungsi Tower	14
107	Pra Uji Fungsi	1
108	Menyiapkan undangan uji fungsi	1
109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator	1
110	Proses Uji Fungsi	1
111	Perbaikan	7
112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower	1
113	Uji Terima Tower 1	32
114	Menerima undangan dari kontraktor	0
115	Proses uji terima 1	1
116	Perbaikan	7
117	Menandatangani BALUT ke-1	1
118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor	5
119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1	7
120	Menandatangani BAST 1	3
121	Uji Terima Tower 2	70
122	Masa Retensi	60
123	Proses uji terima 2	1
124	Menandatangani BALUT ke-2	1
125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2	7
126	Menandatangani BAST 2	1

Pada durasi waktu diatas terdapat beberapa kegiatan yang mempunyai durasi waktu 0 hari, hal ini terjadi karena kegiatan tersebut memang dapat dilakukan dengan cepat atau bentuknya seperti pemberitahuan atau mendapatkan informasi selain itu kegiatan tersebut adalah sebuah kegiatan penanda yang tidak terdapat aktivitas didalamnya.

3.5. Pengembangan Jadwal

3.5.1. Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengembangan Jadwal

Terdapat Sembilan masukan berdasarkan *literatur* yang diperlukan pada bagian ini, dengan adanya masukan-masukan ini maka pembuatan jadwal dapat menghasilkan tingkat ketepatan yang tinggi. Masukan yang diperlukan pada tahap ini akan diberikan pada tabel berikut ini.

Tabel 3.51 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengembangan Jadwal⁴⁶

No	Data Untuk Tahap Schedule Development
1	Organizational process asset Informasi mengenai kalender proyek
2	Project Scope Statement Informasi mengenai asumsi dan batasan waktu proyek
3	Activity List Informasi mengenai aktivitas yang akan dikerjakan dalam pembangunan menara
4	Activity Attribut Informasi tambahan mengenai seluruh aktivitas di dalam pembangunan menara
5	Project Schedule Network Diagram Informasi mengenai urutan dan proiritas kegiatan dalam pembangunan menara
6	Activity Resource Requirement kebutuhan kana sumber daya pada setiap kegiatan pembangunan menara
7	Resource Calendar Informasi mengenai waktu ketersediaan sumber daya perusahaan
8	Activity Duration Estimating Informasi mengenai waktu disetiap kegiatan proyek
9	Project management plan Data berupa petunjuk perusahaan dalam rangka mengembangkan jadwal proyek

⁴⁶ Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.143.

3.5.2. Proses Pengumpulan Data Pada Tahap Pengembangan Jadwal

Proses pengumpulan data pada tahap Pengembangan Jadwal didapat dari sumber yang berbeda-beda. Untuk lebih jelasnya maka akan ditampilkan dibawah ini tabel sumber informasi berdasarkan kebutuhan data yang diperlukan.

Tabel 3.52 Sumber Data Untuk Pengembangan Jadwal

No	Data Untuk Tahap Schedule Development	Sumber
1	Organizational process asset	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquisition, Manajer Engineering & Design
2	Project Scope Statement	Manajer umum divisi site development
3	Activity List	Hasil tahap Activity Definition
4	Activity Attribut	Hasil tahap Activity Definition
5	Project Schedule Network Diagram	Hasil tahap Activity Sequencing
6	Activity Resource Requirement	Hasil tahap Activity Resource Estimating
7	Resource Calendar	Divisi Human Resources
8	Activity Duration Estimating	Hasil tahap Activity Duration Estimating
9	Project management plan	Manajer umum divisi site development

3.5.3. Hasil Pengumpulan Data Pada Tahap Pengembangan Jadwal

Hasil pengumpulan data pada tahap ini akan dijabarkan secara jelas berdasarkan data-data yang dibutuhkan dibawah ini:

1. *Organizational Process Asset*

Berdasarkan kalender proyek yang digunakan perusahaan maka terdapat lima hari kerja dalam satu minggu dan jika terdapat hari libur nasional maka seluruh karyawan akan libur juga. Kecuali jika ada kasus khusus.

2. *Project Scope Statement*

Didalam *project scope statement* telah disebutkan bahwa proses pembangunan menara dari pembebasan lahan sampai dengan selesainya konstruksi dibutuhkan waktu sembilan puluh hari ditambah dengan waktu kelonggaran selama enam hari. *Project Scope Statement* dapat dilihat selengkapnya pada tabel 3.4.

3. *Activity List, Activity Attribute, dan Activity Resource Requirement*

Masukan-masukan ini merupakan hasil pada pengolahan data pada tahap Pendefinisian Aktivitas dan Penentuan Sumber Daya Aktivitas. Sehingga untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada sub bab diatas.

4. *Resource Calender*

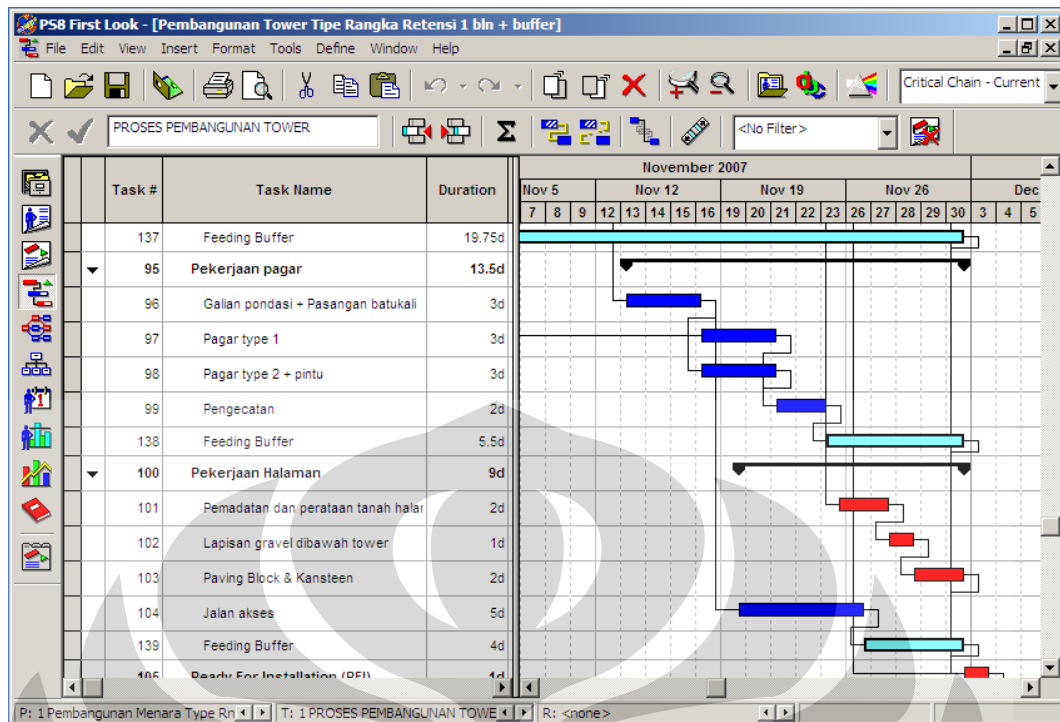
Berdasarkan jadwal kerja yang dikeluarkan oleh Divisi *Human Resource*, karyawan perusahaan untuk semua departemen bekerja selama lima hari dalam seminggu.

5. *Project Management Plan*

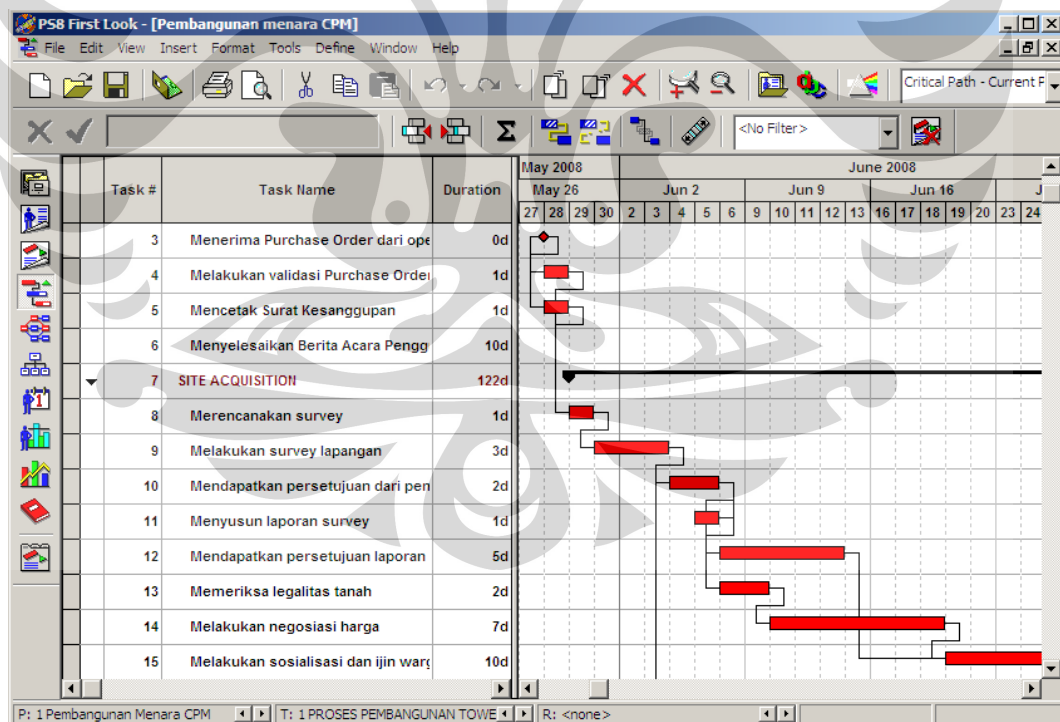
Masukan ini telah dibahas lebih lanjut pada tahap Pendefinisian Aktivitas sehingga dapat dilihat untuk lebih jelasnya pada tabel 3.7.

3.5.4. Metode Pengembangan Jadwal

Metode yang digunakan dalam Pengembangan Jadwal adalah *Critical Chain Method* dan *Critical Path Method* dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Sciforma PS8 yang dapat mendukung dalam penerapan metode *Critical Chain* dan juga dapat digunakan untuk metode *critical path*. Karena tujuan utama dari pembuatan penjadwalan ini adalah mengetahui pembangunan menara dari segi waktu dan dibandingkan antara kedua metode tersebut maka dibuatlah suatu kegiatan untuk dijadikan dalam *schedule baseline* untuk mengetahui jarak antar kegiatan penting pada tiap-tiap tahap.



Gambar 3.5 Tampilan Software PS8 Untuk *Critical Chain*



Gambar 3.6 Tampilan Software PS8 Untuk *Critical Path*

3.5.5. Hasil Pengolahan Data Pengembangan Jadwal

3.5.5.1. Hasil Pengolahan Data Pengembangan Jadwal Metode *Critical Chain*

Hasil yang diperoleh pada tahap ini adalah *project schedule* yang dilengkapi dengan *schedule model data* dan *schedule baseline*. *Project schedule* yang dikembangkan dengan mengadopsi *Critical Chain Method* sehingga dapat diketahui *schedule model data* atau informasi mengenai suatu kegiatan. Dengan metode tersebut juga dapat dihasilkan *schedule baseline* atau jadwal standar. Hasil dari tahap pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. *Schedule Model Data*

Oleh karena terdapat beberapa aktivitas yang memiliki keterkaitan yang cukup rumit untuk dibuat penjadwalannya maka dilakukan sedikit perubahan untuk memudahkan dalam pembuatan penjadwalan dan perhitungan. Aktivitas yang dilakukan perubahan tersebut adalah aktivitas pemilihan kontraktor dengan keterkaitan 21 FS – 7d, untuk mempermudah maka keterkaitan aktivitas tersebut diubah menjadi 15 FS + 6d.

2. *Project Schedule*

Tahapan dalam pembuatan jadwal dengan menggunakan metode *critical chain* pertama adalah mengetahui semua aktivitas yang dilakukan beserta keterkaitan dan estimasi durasi aktivitas. Setelah mengetahui seluruh daftar kegiatan yang harus dilakukan maka dibuat *network diagram* untuk mengetahui dengan menghitung kegiatan mana saja yang berada pada jalur *critical chain* selanjutnya menambahkan *buffer* pada jalur tersebut.

Tabel 3.53 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada *Departemen Customer Relation* Dengan Pendekatan *Critical Chain*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
1	PROSES PEMBANGUNAN TOWER		
2	CUSTOMER RELATION		
3	Menerima Purchase Order dari operator		0
4	Melakukan validasi Purchase Order	3	0.5
5	Mencetak Surat Kesanggupan	3 SS	0.5
6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	120 FS 1d	3

Tabel 3.54 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen *Site Acquisition* Dengan Pendekatan *Critical Chain*

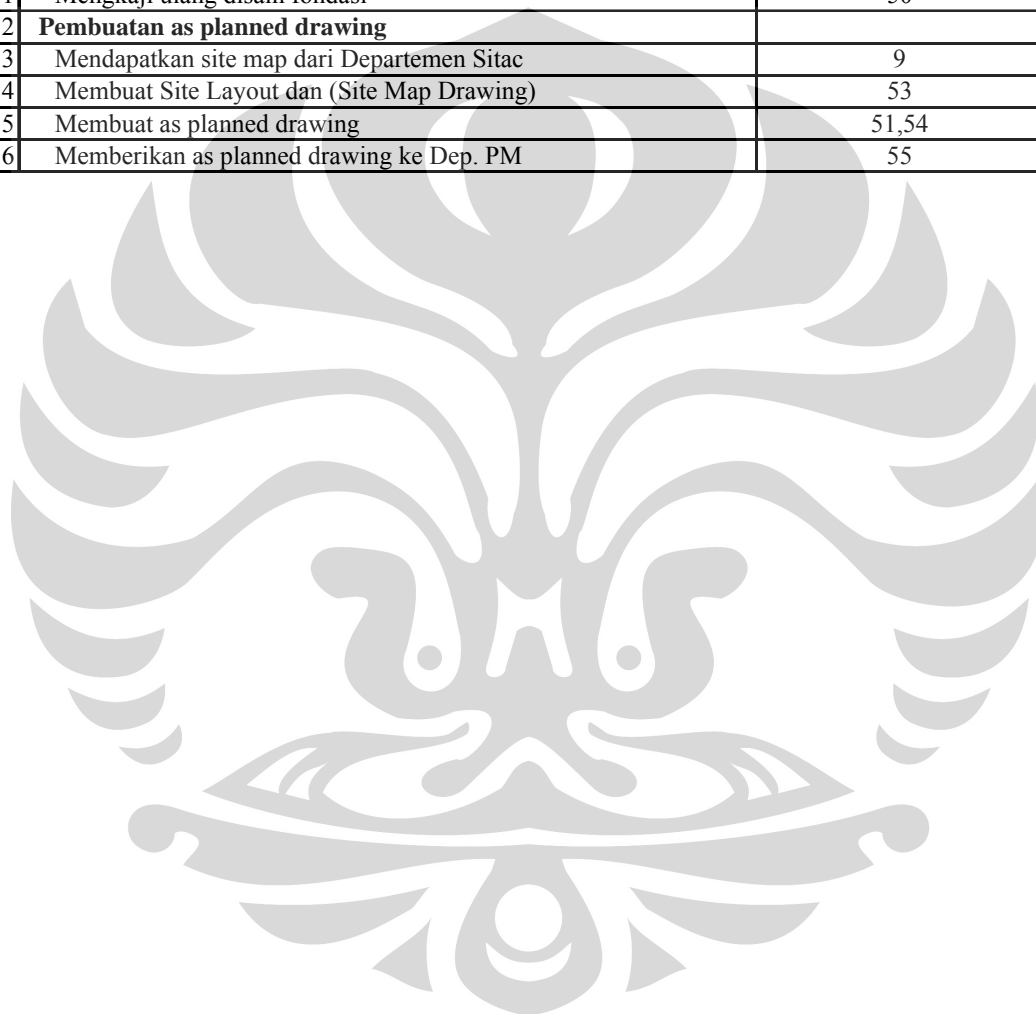
No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
7	SITE ACQUISITION		
8	Merencanakan survey	4,5	0.5
9	Melakukan survey lapangan	8	2
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	9	0.5
11	Menyusun laporan survey	10 FF	1
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	10,11	3
13	Memeriksa legalitas tanah	12 SS	0.5
14	Melakukan negosiasi harga	13	4
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	12,14	4
16	Proses soil test		1
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	15	0
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	17 SS	0
19	Soil Test	18	1
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	19,15 FF	3
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	15,20	1
22	Mengurus perizinan	21 SS,20	30

Tabel 3.55 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen *Logistic* Dengan Pendekatan *Critical Chain*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
23	LOGISTIC		
24	Pemilihan kontraktor	15 FS + 6d	0.5
25	Meeting dengan kontraktor		1
26	Menghubungi kontraktor	24	0
27	Meeting dengan kontraktor	26	1
28	Mengeluarkan SPK	27	4
29	Pemesanan material		15.5
30	Pemesanan tower		0.5
31	Memesan tower ke pabrikan	21	0.5
32	Memberitahukan ekspedisi	31 FF	0.5
33	Pemesanan shelter		0.5
34	Memesan shelter ke pabrikan	21	0.5
35	Memberitahukan ekspedisi	34 FF	0.5
36	Pemesanan Mounting		0.5
37	Memesan mounting ke pabrikan	21	0.5
38	Memberitahukan ekspedisi	37 FF	0.5
39	Menghubungi kontraktor PLN	59 SS	0.5
40	Proses Pembayaran		2
41	Invoicing	31,34,37	2
42	Verifikasi Data	41 SS	2
43	Disposisi	42 SS	2

Tabel 3.56 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen *Engineering And Design* Dengan Pendekatan *Critical Chain*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
44	ENGINEERING AND DESIGN		
45	Proses disain fondasi		1
46	Membuat surat tugas ke konsultan	18 SS	0
47	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	19	0
48	Mendisain fondasi	47,46	1
49	Mengkaji ulang disain fondasi		1
50	Mendapat disain fondasi dari konsultan	48	0
51	Mengkaji ulang disain fondasi	50	1
52	Pembuatan as planned drawing		5
53	Mendapatkan site map dari Departemen Sitac	9	0
54	Membuat Site Layout dan (Site Map Drawing)	53	1
55	Membuat as planned drawing	51,54	4
56	Memberikan as planned drawing ke Dep. PM	55	0



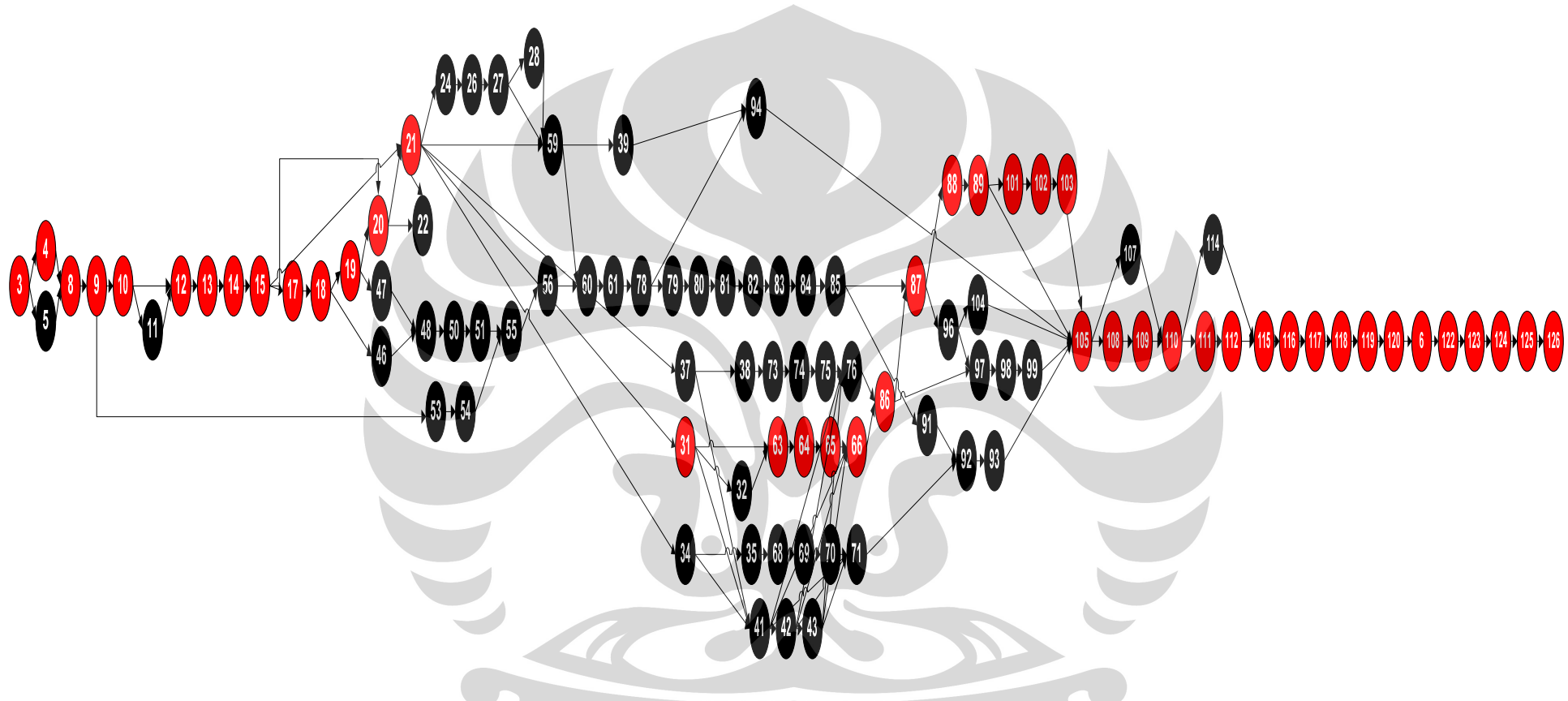
Tabel 3.57 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen *Project Management* Dengan Pendekatan *Critical Chain*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
57	PROJECT MANAGEMENT (KONSTRUKSI)		
58	Persiapan		3
59	Survey lokasi dan ijin mulai kerja	21,27,28	1
60	Pembersihan lahan	56,59	1
61	Setting Layout	60	1
62	Pekerjaan Tower		24
63	Pabrikasi Tower	32 FS 3d,31 FS 3d	14
64	Galvanis	63	7
65	Pengemasan	64	1
66	Pengiriman	65,41,42,43	2
67	Pekerjaan Shelter		17
68	Pabrikasi Shelter	34 FS 3d,35 FS 3d	7
69	Galvanis	68	7
70	Pengemasan	69	1
71	Pengiriman	70,41,42,43	2
72	Pekerjaan Mounting		17
73	Pabrikasi Mounting	37 FS 3d,38 FS 3d	7
74	Galvanis	73	7
75	Pengemasan	74	1
76	Pengiriman	75,41,42,43	2
77	Pondasi Tower & Erection Tower		28
78	Gali Pondasi & Lantai Kerja	61	6
79	Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	78	2
80	Pengecoran Pelat	79	1
81	Proses Pengeringan Beton Pelat	80	2
82	Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom	81	2
83	Pengecoran Balok dan Kolom	82	1
84	Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom	83	2
85	Urugan & Pematatan Kembali	84	2
86	Sorting material	66,76	1
87	Ereksi Tower	85,86	5
88	Pengecatan Tower	87	2
89	Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)	88	2

Tabel 3.58 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada Departemen *Project Management* Dengan Pendekatan *Critical Chain* (sambungan)

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
90	Pekerjaan Shelter Ckd & ME		25
91	Pondasi shelter ckd	85	8
92	Install Shelter ckd	91,71	2
93	Install ME	92	5
94	Penyambungan daya PLN 23 KVA	78,39	25
95	Pekerjaan pagar		8
96	Galian pondasi + Pasangan batukali	87	3
97	Pagar type 1	96,86	3
98	Pagar type 2 + pintu	97 SS	3
99	Pengecatan	97,98	2
100	Pekerjaan Halaman		5
101	Pemadatan dan perataan tanah halaman	89	2
102	Lapisan gravel dibawah tower	101	1
103	Paving Block & Kansteen	102	2
104	Jalan akses	96	5
105	Ready For Installation (RFI)	93,89,94,99,103,104	1
106	Uji Fungsi Tower		12
107	Pra Uji Fungsi	105	1
108	Menyiapkan undangan uji fungsi	105	1
109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator	108	1
110	Proses Uji Fungsi	107,109 FS 3d	1
111	Perbaikan	110	5
112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower	111	1
113	Uji Terima Tower 1		19
114	Menerima undangan dari kontraktor	110	0
115	Proses uji terima 1	114 FS 1d,112	1
116	Perbaikan	115	5
117	Menandatangani BALUT ke-1	116	1
118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor	117	5
119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1	118	5
120	Menandatangani BAST 1	119	1
121	Uji Terima Tower 2		30
122	Masa Retensi	120,6 SS	20
123	Proses uji terima 2	122	1
124	Menandatangani BALUT ke-2	123	1
125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2	124	7
126	Menandatangani BAST 2	125	1

Setelah seluruh keterangan akan aktivitas, keterkaitan dan durasi waktu maka untuk itu dibuat suatu *network diagram* untuk mengetahui kegiatan yang berada pada *critical chain*, yaitu suatu jalur terpanjang dari kegiatan yang mempertimbangkan ketergantungan tiap kegiatan dan ketergantungan sumber daya. *Network diagram* proyek pembangunan menara adalah sebagai berikut.



Gambar 3.7 Network Diagram Proyek Pembangunan Menara

Kegiatan yang berada pada jalur *critical chain* adalah kegiatan yang mempunyai *slack time* 0 dan telah melakukan *resources leveling* serta merupakan jalur kritis terpanjang.

Slack Time pada setiap kegiatan akan ditampilkan pada tabel dibawah ini yang dibagi berdasarkan departemen pembangunan menara.

Tabel 3.59 *Slack Time* Aktivitas Metode *Critical Chain* Pada Departemen *Customer Relation*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
1	PROSES PEMBANGUNAN TOWER					
2	CUSTOMER RELATION					
3	Menerima <i>Purchase Order</i> dari operator	0	0	0	0	0
4	Melakukan validasi <i>Purchase Order</i>	0	0	0	0	0
5	Mencetak Surat Kesanggupan	0	0	0	0	0
6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	92	94	92	94	0

Kegiatan yang berada pada jalur *critical chain* pada Departemen *Customer Relation* adalah sebagai berikut:

1. Menerima *purchase order* dari operator
2. Melakukan validasi *purchase order*
3. Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)

Tabel 3.60 *Slack Time* Aktivitas Metode *Critical Chain* Pada Departemen *Site Acquisition*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
7	SITE ACQUISITION					
8	Merencanakan survey	1	1	1	1	0
9	Melakukan survey lapangan	1	3	1	3	0
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	3	3	3	3	0
11	Menyusun laporan survey	3	3	3	3	0
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	4	6	4	6	0
13	Memeriksa legalitas tanah	4	4	4	4	0
14	Melakukan negosiasi harga	4	8	4	8	0
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	8	12	8	12	0
16	Proses soil test					
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	12	12	12	12	0
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	12	12	12	12	0
19	Soil Test	12	13	12	13	0
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	13	16	13	16	0
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	16	17	16	17	0
22	Mengurus perizinan	92	121	16	46	75

Kegiatan yang berada pada jalur *critical chain* pada Departemen *Site Acquisition* adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan survey
2. Melakukan survey lapangan
3. Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah

4. Mendapatkan persetujuan laporan survey
5. Memeriksa legalitas tanah
6. Melakukan negosiasi harga
7. Melakukan sosialisasi dan izin warga
8. Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen SITAC
9. Membuat surat tugas ke kontraktor
10. *Soil test*
11. Melakukan kontrak atau beli tanah
12. Mencetak RFC

Tabel 3.61 *Slack Time* Aktivitas Metode *Critical Chain* Pada Departemen *Logistic*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
23	LOGISTIC					
24	Pemilihan kontraktor	18	18	10	10	8
25	Meeting dengan kontraktor					
26	Menghubungi kontraktor	19	19	10	10	9
27	Meeting dengan kontraktor	19	19	11	11	8
28	Mengeluarkan SPK	20	23	12	15	8
29	Pemesanan material					
30	Pemesanan tower					
31	<i>Memesan tower ke pabrian</i>	17	17	17	17	0
32	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	17	17	17	17	0
33	Pemesanan shelter					
34	<i>Memesan shelter ke pabrian</i>	32	32	17	17	15
35	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	32	32	17	17	15
36	Pemesanan Mounting					
37	<i>Memesan mounting ke pabrian</i>	24	24	17	17	7
38	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	24	24	17	17	7
39	Menghubungi kontraktor PLN	34	34	17	17	17
40	Proses Pembayaran					
41	Invoicing	41	42	18	19	23
42	Verifikasi Data	41	42	18	19	23
43	Disposisi	41	42	18	19	23

Pada aktivitas di departemen logistic hanya terdapat satu aktivitas yang merupakan jalur *critical chain* yakni aktivitas memesan tower ke pabrian. Hanya ada satu aktivitas yang berada pada jalur *critical chain* pada Departemen *Logistic*, hal ini disebabkan karena kegiatan pada Departemen *Logistic* dilakukan secara parallel dengan kegiatan pembangunan menara secara fisik.

Tabel 3.62 *Slack Time* Aktivitas Metode *Critical Chain* Pada Departemen *Engineering & Design*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
44	ENGINEERING AND DESIGN					
45	Proses disain fondasi					
46	Membuat surat tugas ke konsultan	19	19	12	12	7
47	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	19	19	13	13	6
48	Mendisain fondasi	19	19	13	14	5
49	Mengkaji ulang disain fondasi					
50	Mendapat disain fondasi dari konsultan	20	20	14	14	6
51	Mengkaji ulang disain fondasi	20	20	14	15	5
52	Pembuatan as planned drawing					
53	Mendapatkan site map dari Departemen Sitac	20	20	3	3	17
54	Membuat Site Layout dan (Site Map Drawing)	20	20	3	4	16
55	Membuat as planned drawing	21	24	15	19	5
56	Memberikan as planned drawing ke Dep. PM	25	25	19	19	6

Aktivitas yang terdapat pada Departemen *Engineering & Design* tidak ada yang berada pada jalur *critical chain*, hal ini dikarenakan Departemen *Engineering & Design* termasuk aktivitas yang mendukung pembangunan menara secara fisik dan dapat dilakukan secara parallel dengan kegiatan yang lain.

Tabel 3.63 *Slack Time* Aktivitas Metode *Critical Chain* Pada Departemen *Project Management*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
57	PROJECT MANAGEMENT (KONSTRUKSI)					
58	Persiapan					
59	Survey lokasi dan ijin mulai kerja	24	24	17	18	6
60	Pembersihan lahan	25	25	19	20	5
61	Setting Layout	26	26	20	21	5
62	Pekerjaan Tower					
63	Pabrikasi Tower	21	34	21	34	0
64	Galvanis	35	41	35	41	0
65	Pengemasan	42	42	42	42	0
66	Pengiriman	43	44	43	44	0
67	Pekerjaan Shelter					
68	Pabrikasi Shelter	36	42	21	27	15
69	Galvanis	43	49	28	34	15
70	Pengemasan	50	50	35	35	15
71	Pengiriman	51	52	36	37	15
72	Pekerjaan Mounting					
73	Pabrikasi Mounting	28	34	21	27	7
74	Galvanis	35	41	28	34	7
75	Pengemasan	42	42	35	35	7
76	Pengiriman	43	44	36	37	7
77	Pondasi Tower & Erection Tower					
78	Gali Pondasi & Lantai Kerja	27	32	21	27	5
79	Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	33	34	27	29	5
80	Pengecoran Pelat	35	35	29	30	5
81	Proses Pengeringan Beton Pelat	36	37	30	32	5
82	Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom	38	39	32	34	5
83	Pengecoran Balok dan Kolom	40	40	34	35	5
84	Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom	41	42	35	37	5
85	Urugan & Pematatan Kembali	43	44	37	39	5
86	Sorting material	45	45	45	45	0
87	Ereksi Tower	46	50	46	50	0
88	Pengecatan Tower	51	52	51	52	0
89	Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)	53	54	53	54	0

Tabel 3.64 *Slack Time* Aktivitas Metode *Critical Chain* Pada Departemen *Project Management* (sambungan)

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
90	Pekerjaan Shelter Ckd & ME					
91	Pondasi shelter ckd	45	52	39	47	5
92	Install Shelter ckd	53	54	47	49	5
93	Install ME	55	59	49	54	5
94	Penyambungan daya PLN 23 KVA	35	59	27	52	7
95	Pekerjaan pagar					
96	Galian pondasi + Pasangan batukali	52	54	51	53	1
97	Pagar type 1	55	57	54	56	1
98	Pagar type 2 + pintu	55	57	54	56	1
99	Pengecatan	58	59	57	58	1
100	Pekerjaan Halaman					
101	Pemadatan dan perataan tanah halaman	55	56	55	56	0
102	Lapisan gravel dibawah tower	57	57	57	57	0
103	Paving Block & Kansteen	58	59	58	59	0
104	Jalan akses	55	59	54	58	1
105	Ready For Installation (RFI)	60	60	60	60	0
106	Uji Fungsi Tower					
107	Pra Uji Fungsi	65	65	61	61	4
108	Menyiapkan undangan uji fungsi	61	61	61	61	0
109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator	62	62	62	62	0
110	Proses Uji Fungsi	66	66	66	66	0
111	Perbaikan	67	71	67	71	0
112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower	72	72	72	72	0
113	Uji Terima Tower 1					
114	Menerima undangan dari kontraktor	72	72	66	66	6
115	Proses uji terima 1	73	73	73	73	0
116	Perbaikan	74	78	74	78	0
117	Menandatangani BALUT ke-1	79	79	79	79	0
118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor	80	84	80	84	0
119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1	85	89	85	89	0
120	Menandatangani BAST 1	90	90	90	90	0
121	Uji Terima Tower 2					
122	Masa Retensi	92	111	92	111	0
123	Proses uji terima 2	112	112	112	112	0
124	Menandatangani BALUT ke-2	113	113	113	113	0
125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2	114	120	114	120	0
126	Menandatangani BAST 2	121	121	121	121	0

Kegiatan yang berada pada jalur kritis pada Departemen *Project Management* adalah sebagai berikut:

1. Pabrikasi Tower
2. Galvanis
3. Pengemasan
4. Pengiriman
5. *Sorting* Material
6. Ereksi Tower
7. Pengecatan Tower
8. Instalasi Aksesoris Tower
9. Pemadatan dan perataan tanah halaman

10. Lapisan gravel dibawah *tower*
11. Paving Block dan Kansteen
12. *Ready For Instalation*
13. Menyiapkan undangan uji fungsi
14. Mengirim undangan uji fungsi ke operator
15. Proses uji fungsi
16. Perbaikan
17. Menandatangani BAUF/Penutupan uji fungsi tower
18. Proses uji terima 1
19. Perbaikan
20. Menandatangani BALUT ke-1
21. Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor
22. Membuat berita acara serah terima (BAST) ke-1
23. Menandatangani BAST 1
24. Masa retensi
25. Proses uji terima 2
26. Menandatangani BALUT ke-1
27. Membuat berita acara serah terima (BAST) ke-2
28. Menandatangani BAST 2

Pada tabel berikut ini akan ditampilkan aktivitas yang berada pada *critical chain* secara keseluruhan dari kelima departemen.

Tabel 3.65 Aktivitas Pada Jalur *Critical Chain*

No	Aktivitas Critical Chain	No	Aktivitas Critical Chain
3	Menerima Purchase Order dari operator	89	Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)
4	Melakukan validasi Purchase Order	101	Pemadatan dan perataan tanah halaman
8	Merencanakan survey	102	Lapisan gravel dibawah tower
9	Melakukan survey lapangan	103	Paving Block & Kansteen
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	105	Ready For Installation (RFI)
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	108	Menyiapkan undangan uji fungsi
13	Memeriksa legalitas tanah	109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator
14	Melakukan negosiasi harga	110	Proses Uji Fungsi
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	111	Perbaikan
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	115	Proses uji terima 1
19	Soil Test	116	Perbaikan
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	117	Menandatangani BALUT ke-1
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor
31	Memesan tower ke pabrik	119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1
63	Pabrikasi Tower	120	Menandatangani BAST 1
64	Galvanis	6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)
65	Pengemasan	122	Masa Retensi
66	Pengiriman	123	Proses uji terima 2
86	Sorting material	124	Menandatangani BALUT ke-2
87	Ereksi Tower	125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2
88	Pengecatan Tower	126	Menandatangani BAST 2

Setelah mendapatkan *critical chain* maka dapat dilakukan perhitungan durasi *buffer* pada proyek ini. Pertama yang dilakukan adalah menghitung durasi *project buffer*.

$$\text{Durasi Project Buffer} = \text{panjang Critical Chain} \times \%$$

Persentase yang digunakan adalah 50%, jumlah tersebut digunakan karena persentase tingkat kebenaran yang digunakan pada saat pengestimasi durasi tiap-tiap kegiatan adalah 50%. Sedangkan panjang durasi *critical chain* yang didapat sebesar 120,5 hari.

$$\text{Durasi Project Buffer} = 120,5 \text{ hari} \times 50\% = \mathbf{60,25 \text{ hari}}$$

Selanjutnya adalah melakukan perhitungan durasi *Feeding Buffer*. *Feeding buffer* diberikan untuk menjaga kegiatan yang memasuki *critical chain* agar tidak menjadi kendala pada *critical chain* tersebut.

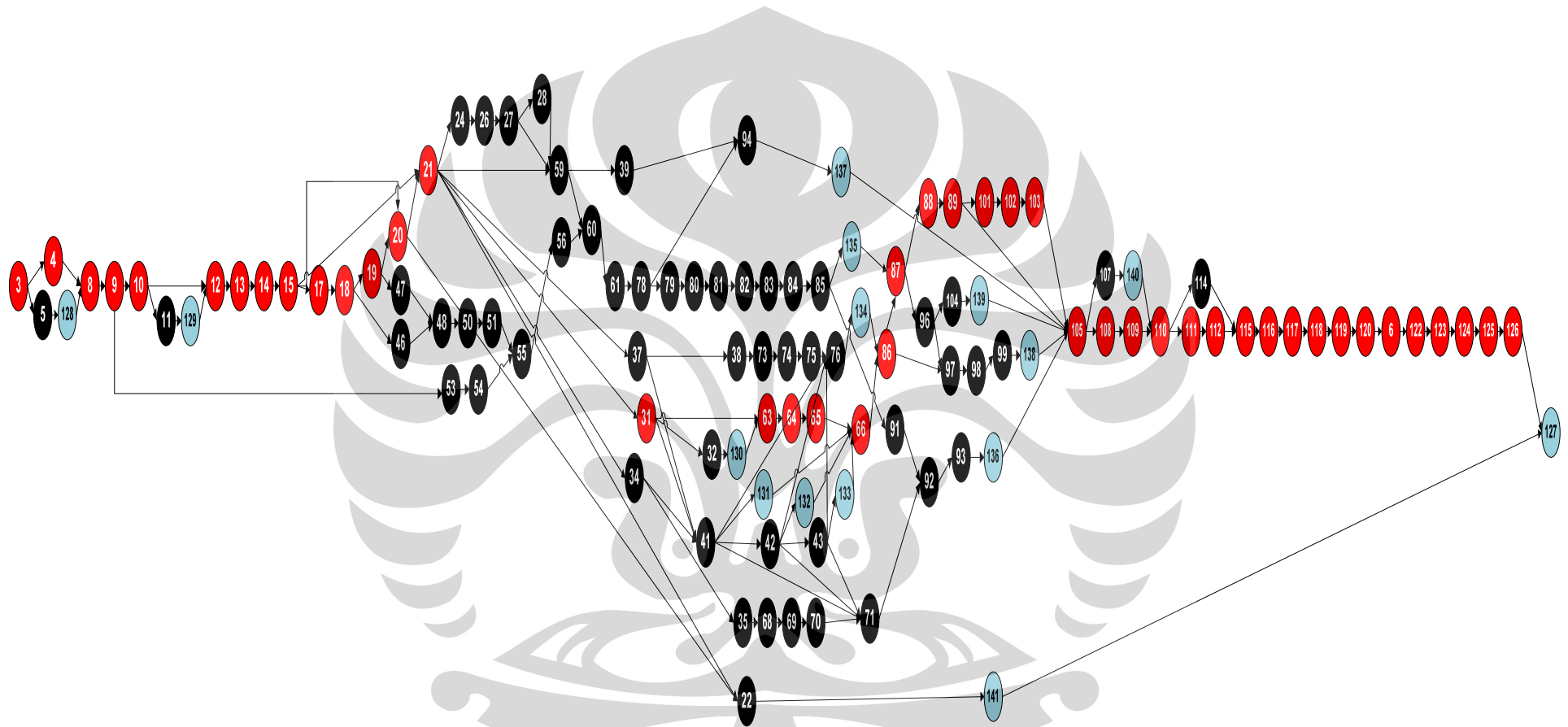
$$\text{Durasi Feeding Buffer} = \text{panjang non Critical Chain} \times \%$$

Persentase yang digunakan adalah 50%, jumlah tersebut digunakan Karena persentase tingkat kebenaran yang digunakan pada saat pengestimasi durasi tiap-tiap kegiatan adalah 50%. Perhitungan durasi *feeding buffer* akan diberikan pada tabel berikut

Tabel 3.66 Perhitungan Durasi *Feeding Buffer* dan *Project Buffer*

No	Buffer	Aktivitas Non Critical Chain	Aktivitas Critical	Durasi Non Critical Chain (hari)	Durasi Buffer (hari)
127	Project Buffer	-	-	-	60.25
128	Feeding Buffer	5	8	0.5	0.25
129	Feeding Buffer	11	12	1	0.5
130	Feeding Buffer	132	63	0.5	0.25
131	Feeding Buffer	34,47,41	66	2.5	1.25
132	Feeding Buffer	42,34,47,41	66	4.5	2.25
133	Feeding Buffer	43,42,34,47,41	66	6.5	3.25
134	Feeding Buffer	34,37,38,41,42,43,73,74,75,76	86	18	9
135	Feeding Buffer	24,26,27,28,46,47,48,50,51,53,54,55,59,60,61,78,79,80,81,82,83,84,85	87	26.5	13.25
136	Feeding Buffer	24,26,27,28,46,47,48,50,51,53,54,55,59,60,61,78,79,80,81,82,83,84,85,43,42,34,47,41,91,92,93,35,68,69,70,71	105	41.5	20.75
137	Feeding Buffer	39,94,24,26,27,28,46,47,48,50,51,53,54,55,59,60,61,78,43,42,34,47,41,91,92,93,35,68,69,70,71	105	39.5	19.75
138	Feeding Buffer	96,97,98,99	105	11	5.5
139	Feeding Buffer	96,104	105	8	4
140	Feeding Buffer	107	110	1	0.5
141	Feeding Buffer	22	127	30	15

Berikut ini adalah *network diagram* setelah penambahan *buffer* pada *project*.



Gambar 3.8 Network Diagram Dengan Buffer Proyek Pembangunan Menara Metode Critical Chain

Setelah penambahan *buffer* pada *project* maka didapatkan durasi total pembangunan menara dengan menggunakan *critical chain* sebesar 197,75 hari kerja.

3. *Schedule Baseline*

Schedule baseline merupakan standar waktu kegiatan penting (*milestone*) pembangunan menara. Kegiatan penting yang digunakan untuk mengetahui standar waktu poin-poin pembangunan menara adalah aktivitas yang dijadikan sebagai patokan perusahaan dalam mengukur perkembangan pembangunan menara. Berikut ini akan diberikan tabel *schedule baseline* pembangunan menara untuk metode *critical chain*.

Tabel 3.67 *Schedule Baseline* Metode *Critical Chain*

No	Aktivitas	Durasi (hari)	Departemen
1	PO	-	Customer Relation
2	PO - RFC	26	Site Acquisition
3	RFC - Konstruksi	6	Engineering & Design
4	Konstruksi - RFI	73	Project Management
5	RFI - BAUF	18	Project Management
6	BAUF - BAPS	28	Project Management
7	BAPS - On Air	3	Customer Relation

Pada aktivitas konstruksi perhitungan hari ditandai dengan dimulainya aktivitas survey lokasi dan ijin mulai kerja, sedangkan pada aktivitas BAUF hari dihitung pada aktivitas penutupan uji fungsi *tower*. Pada aktivitas BAPS itu tanggal dimulai bersamaan dengan dimulainya aktivitas BAPS, sedangkan untuk On Air itu ditandai dengan selesainya proses BAPS.

3.5.5.2. Hasil Pengolahan Data Pengembangan Jadwal Metode *Critical Path*

Hasil yang diperoleh pada tahap ini adalah *project schedule* yang dilengkapi dengan *schedule model data* dan *schedule baseline*. *Project schedule* yang dibuat menggunakan *Critical Path Method* sehingga dapat diketahui *schedule model data* atau informasi mengenai suatu kegiatan berdasarkan metode *Critical Path*. Dengan metode tersebut juga dapat dihasilkan *schedule baseline* atau jadwal standar. Hasil dari tahap pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. *Schedule Model Data*

Oleh karena terdapat beberapa aktivitas yang memiliki keterkaitan yang cukup rumit untuk dibuat penjadwalannya maka dilakukan sedikit perubahan untuk memudahkan dalam pembuatan penjadwalan dan perhitungan. Sama dengan metode *critical chain* aktivitas yang dilakukan perubahan pada metode *critical path* adalah aktivitas pemilihan kontraktor dengan keterkaitan 21 FS – 7d, untuk mempermudah maka keterkaitan aktivitas tersebut diubah menjadi 15 FS + 6d.

2. *Project Schedule*

Dalam pembuatan *Project Schedule* dengan menggunakan metode *critical path* hal pertama yang harus dilakukan adalah membuat network diagram berdasarkan atribut aktivitas yang dilengkapi keterkaitan antar kegiatan dan durasi kegiatan dengan pendekatan *critical path*. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk menentukan jalur kritis dalam mengetahui jalur terpanjang yang dijadikan sebagai durasi total proyek pembangunan menara. Berikut ini adalah tabel keseluruhan aktivitas dilengkapi dengan keterkaitan antar kegiatan dan durasinya.

Tabel 3.68 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada *Customer Relation* Dengan Pendekatan *Critical Path*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
1	PROSES PEMBANGUNAN TOWER		
2	CUSTOMER RELATION		
3	Menerima Purchase Order dari operator		0
4	Melakukan validasi Purchase Order	3	1
5	Mencetak Surat Kesanggupan	3 SS	1
6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	120 FS 1d	10

Tabel 3.69 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada *Site Acquisition* Dengan Pendekatan *Critical Path*

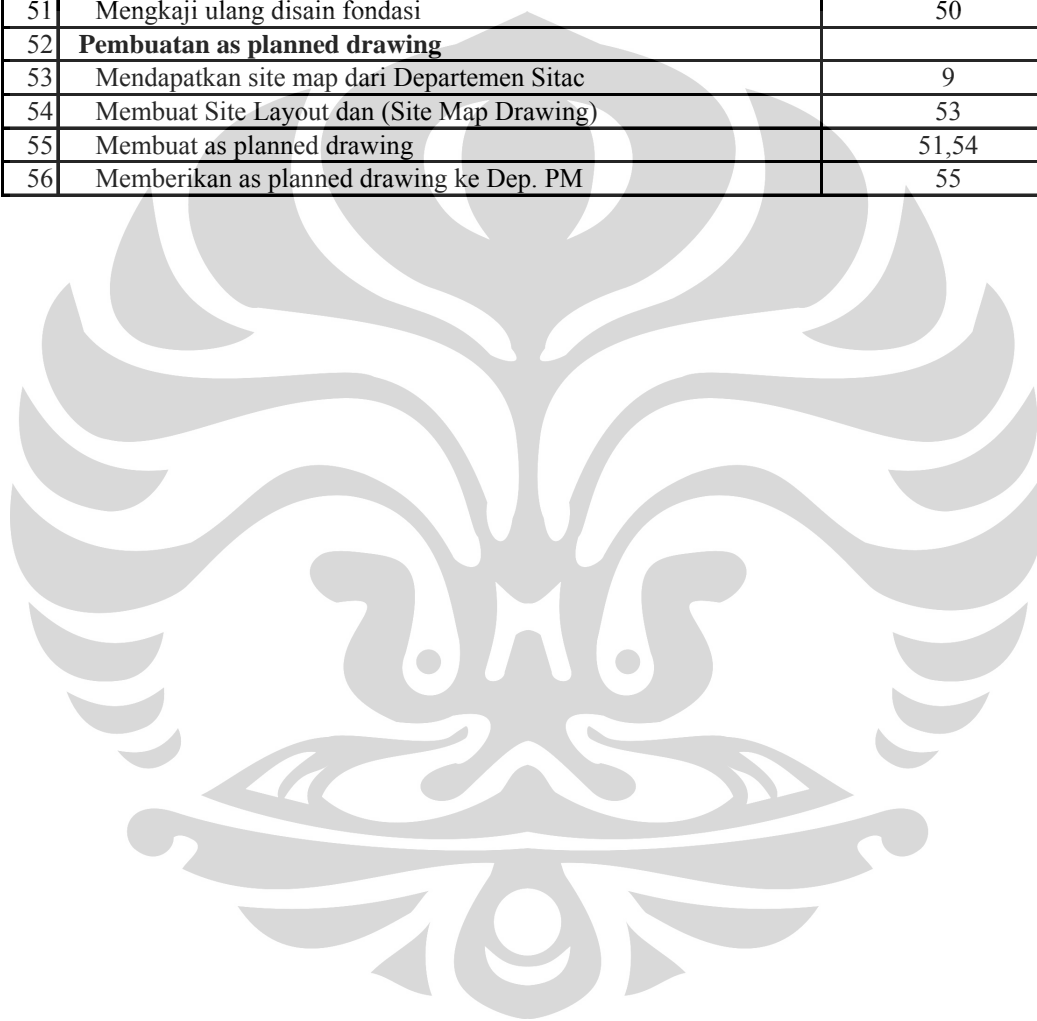
No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
7	SITE ACQUISITION		
8	Merencanakan survey	4,5	1
9	Melakukan survey lapangan	8	3
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	9	2
11	Menyusun laporan survey	10 FF	1
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	10,11	5
13	Memeriksa legalitas tanah	12 SS	2
14	Melakukan negosiasi harga	13	7
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	12,14	10
16	Proses soil test		2
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	15	0
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	17 SS	0
19	Soil Test	18	2
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	19,15 FF	5
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	15,20	1
22	Mengurus perizinan	21 SS,20	90

Tabel 3.70 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada *Logistic* Dengan Pendekatan *Critical Path*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
23	LOGISTIC		
24	Pemilihan kontraktor	15 FS + 6d	2
25	Meeting dengan kontraktor		1
26	Menghubungi kontraktor	24	0
27	Meeting dengan kontraktor	26	1
28	Mengeluarkan SPK	27	4
29	Pemesanan material		1
30	Pemesanan tower		1
31	Memesan tower ke pabrikan	21	1
32	Memberitahukan ekspedisi	31 FF	0
33	Pemesanan shelter		1
34	Memesan shelter ke pabrikan	21	1
35	Memberitahukan ekspedisi	34 FF	0
36	Pemesanan Mounting		1
37	Memesan mounting ke pabrikan	21	1
38	Memberitahukan ekspedisi	37 FF	0
39	Menghubungi kontraktor PLN	59 SS	0
40	Proses Pembayaran		3
41	Invoicing	31,34,37	3
42	Verifikasi Data	41 SS	3
43	Disposisi	42 SS	3

Tabel 3.71 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada *Engineering And Design* Dengan Pendekatan *Critical Path*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
44	ENGINEERING AND DESIGN		
45	Proses disain fondasi		7
46	Membuat surat tugas ke konsultan	18 SS	1
47	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	19	2
48	Mendisain fondasi	47,46	3
49	Mengkaji ulang disain fondasi		3
50	Mendapat disain fondasi dari konsultan	48	1
51	Mengkaji ulang disain fondasi	50	2
52	Pembuatan as planned drawing		34
53	Mendapatkan site map dari Departemen Sitac	9	0
54	Membuat Site Layout dan (Site Map Drawing)	53	1
55	Membuat as planned drawing	51,54	3
56	Memberikan as planned drawing ke Dep. PM	55	0



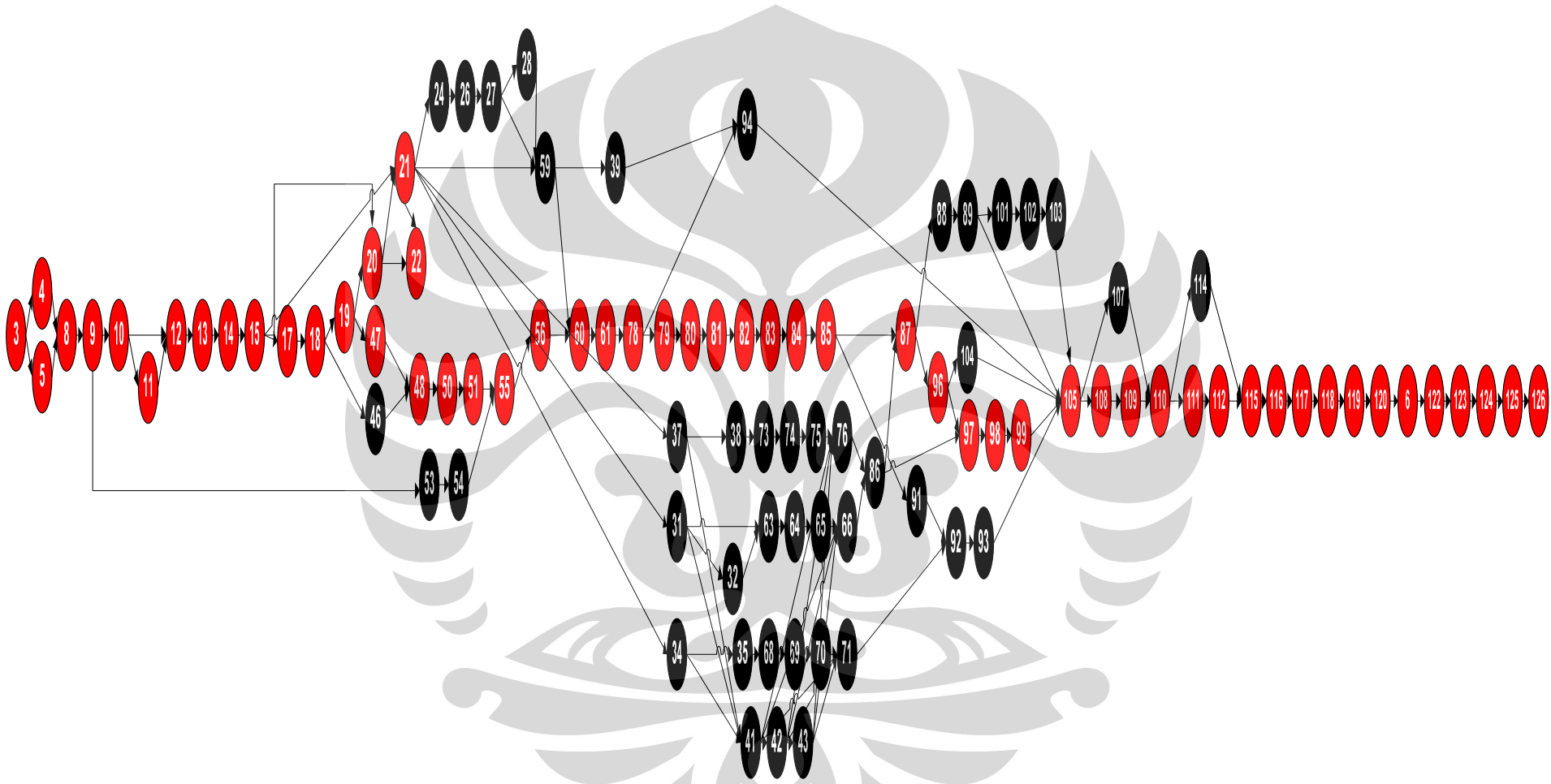
Tabel 3.72 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada *Project Management* Dengan Pendekatan *Critical Path*

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
57	PROJECT MANAGEMENT (KONSTRUKSI)		
58	Persiapan		9
59	Survey lokasi dan ijin mulai kerja	21,27,28	1
60	Pembersihan lahan	56,59	2
61	Setting Layout	60	2
62	Pekerjaan Tower		26
63	Pabrikasi Tower	32 FS 3d,31 FS 3d	14
64	Galvanis	63	7
65	Pengemasan	64	1
66	Pengiriman	65,41,42,43	4
67	Pekerjaan Shelter		19
68	Pabrikasi Shelter	34 FS 3d,35 FS 3d	7
69	Galvanis	68	7
70	Pengemasan	69	1
71	Pengiriman	70,41,42,43	4
72	Pekerjaan Mounting		19
73	Pabrikasi Mounting	37 FS 3d,38 FS 3d	7
74	Galvanis	73	7
75	Pengemasan	74	1
76	Pengiriman	75,41,42,43	4
77	Pondasi Tower & Erection Tower		44
78	Gali Pondasi & Lantai Kerja	61	10
79	Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	78	3
80	Pengecoran Pelat	79	3
81	Proses Pengeringan Beton Pelat	80	3
82	Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom	81	3
83	Pengecoran Balok dan Kolom	82	3
84	Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom	83	3
85	Urugan & Pematatan Kembali	84	3
86	Sorting material	66,76	3
87	Ereksi Tower	85,86	7
88	Pengecatan Tower	87	3
89	Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)	88	3

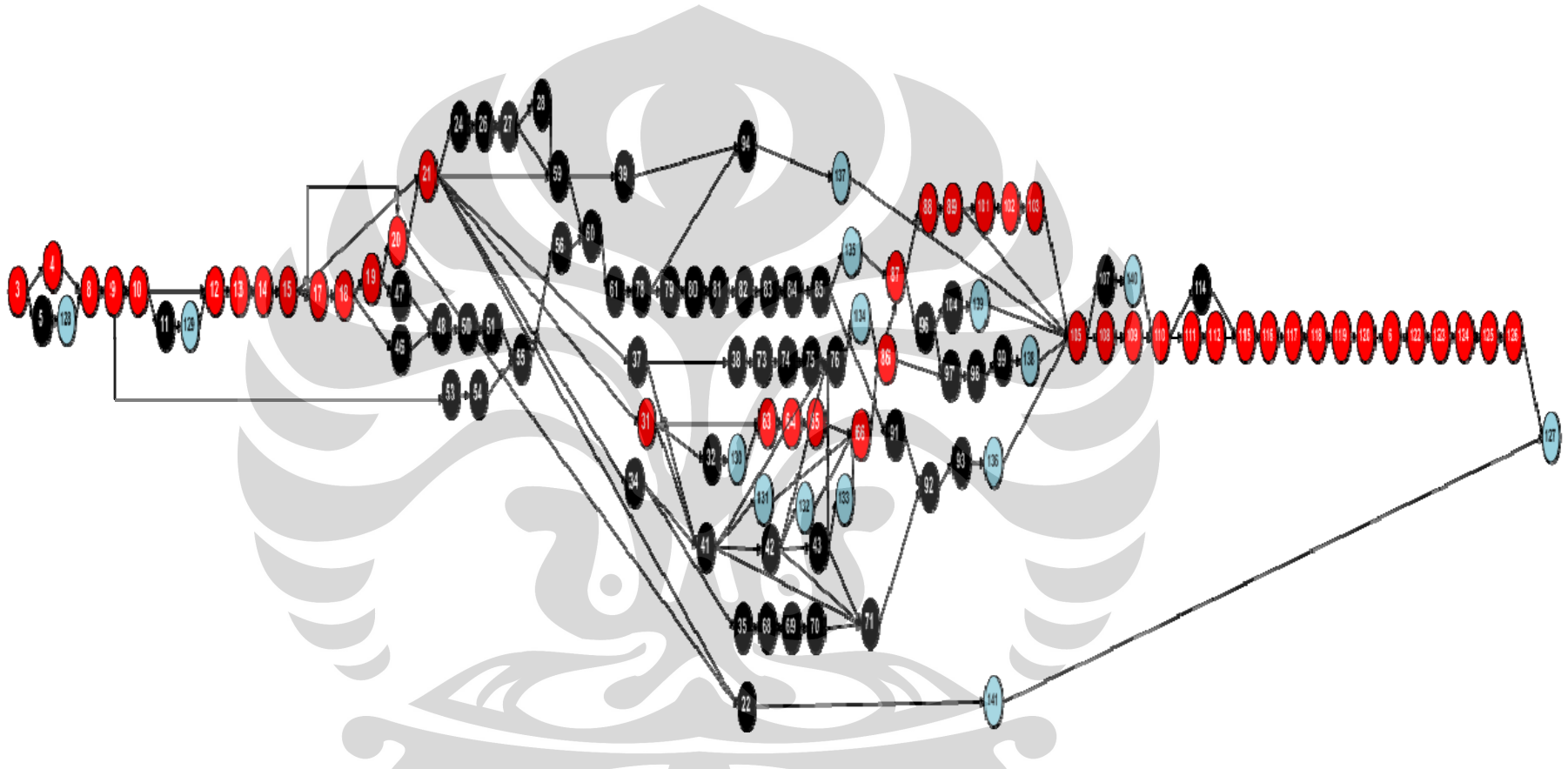
Tabel 3.73 Aktivitas Keterkaitan Dan Durasi Pada *Project Management* Dengan Pendekatan *Critical Path* (sambungan)

No	Aktivitas	Kegiatan Pendahulu	Durasi (hari)
90	Pekerjaan Shelter Ckd & ME		41
91	Pondasi shelter ckd	85	10
92	Install Shelter ckd	91,71	3
93	Install ME	92	7
94	Penyambungan daya PLN 23 KVA	78,39	25
95	Pekerjaan pagar		16
96	Galian pondasi + Pasangan batukali	87	7
97	Pagar type 1	96,86	6
98	Pagar type 2 + pintu	97 SS	6
99	Pengecatan	97,98	3
100	Pekerjaan Halaman		8
101	Pemadatan dan perataan tanah halaman	89	3
102	Lapisan gravel dibawah tower	101	2
103	Paving Block & Kansteen	102	3
104	Jalan akses	96	7
105	Ready For Installation (RFI)	93,89,94,99,103,104	1
106	Uji Fungsi Tower		14
107	Pra Uji Fungsi	105	1
108	Menyiapkan undangan uji fungsi	105	1
109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator	108	1
110	Proses Uji Fungsi	107,109 FS 3d	1
111	Perbaikan	110	7
112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower	111	1
113	Uji Terima Tower 1		32
114	Menerima undangan dari kontraktor	110	0
115	Proses uji terima 1	114 FS 1d,112	1
116	Perbaikan	115	7
117	Menandatangani BALUT ke-1	116	1
118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor	117	5
119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1	118	7
120	Menandatangani BAST 1	119	3
121	Uji Terima Tower 2		70
122	Masa Retensi	120,6 SS	60
123	Proses uji terima 2	122	1
124	Menandatangani BALUT ke-2	123	1
125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2	124	7
126	Menandatangani BAST 2	125	1

Setelah seluruh keterangan akan aktivitas, keterkaitan dan durasi waktu maka untuk itu dibuat suatu *network diagram* untuk mengetahui kegiatan yang berada pada jalur kritis, yaitu jalur dengan *slack time* aktivitas 0. *Network diagram* proyek pembangunan menara dengan pendekatan *critical path* adalah sebagai berikut.



Gambar 3.9 *Network Diagram* Proyek Pembangunan Menara Dengan Metode *Critical Path*



Gambar 3.10 *Network Diagram* Proyek Pembangunan Menara Dengan Metode *Critical Chain + Buffer*

Setelah itu maka didapatkan kegiatan yang berada pada jalur *critical path* adalah kegiatan yang mempunyai *slack time* 0. *Slack Time* pada setiap kegiatan akan ditampilkan pada tabel dibawah ini yang dibagi berdasarkan departemen pembangunan menara.

Tabel 3.74 *Slack Time* Aktivitas Pada Departemen *Customer Relation* Dengan Metode *Critical Path*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
1	PROSES PEMBANGUNAN TOWER					
2	CUSTOMER RELATION					
3	Menerima Purchase Order dari operator	0	0	0	0	0
4	Melakukan validasi Purchase Order	0	0	0	0	0
5	Mencetak Surat Kesanggupan	0	0	0	0	0
6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	137	146	137	146	0

Kegiatan yang berada pada jalur kritis pada Departemen *Customer Relation* adalah sebagai berikut:

1. Menerima *purchase order* dari operator
2. Melakukan validasi *purchase order*
3. Mencetak surat kesanggupan
4. Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)

Tabel 3.75 *Slack Time* Aktivitas Pada Departemen *Site Acquisition* Dengan Metode *Critical Path*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
7	SITE ACQUISITION					
8	Merencanakan survey	1	1	1	1	0
9	Melakukan survey lapangan	2	6	2	6	0
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	5	6	5	6	0
11	Menyusun laporan survey	6	6	6	6	0
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	7	11	7	11	0
13	Memeriksa legalitas tanah	7	10	7	10	0
14	Melakukan negosiasi harga	11	15	11	15	0
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	16	25	16	25	0
16	Proses soil test					
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	25	26	25	26	0
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	25	26	25	26	0
19	Soil Test	26	27	26	27	0
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	30	32	30	32	0
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	35	35	35	35	0
22	Mengurus perizinan	35	122	35	122	0

Kegiatan yang berada pada jalur kritis pada Departemen *Site Acquisition* adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan survey
2. Melakukan survey lapangan
3. Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah

4. Menyusun laporan survey
5. Mendapatkan persetujuan laporan survey
6. Memeriksa legalitas tanah
7. Melakukan negosiasi harga
8. Melakukan sosialisasi dan izin warga
9. Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen SITAC
10. Membuat surat tugas ke kontraktor
11. *Soil test*
12. Melakukan kontrak atau beli tanah
13. Mencetak RFC
14. Mengurus perizinan

Tabel 3.76 *Slack Time* Aktivitas Pada Departemen *Logistic* Dengan Metode *Critical Path*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
23	LOGISTIC					
24	Pemilihan kontraktor	27	30	31	32	2
25	Meeting dengan kontraktor					
26	Menghubungi kontraktor	30	30	35	35	5
27	Meeting dengan kontraktor	31	31	35	35	4
28	Mengeluarkan SPK	30	35	36	37	2
29	Pemesanan material					
30	Pemesanan tower					
31	<i>Memesan tower ke pabrikan</i>	36	36	41	41	5
32	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	36	36	42	42	6
33	Pemesanan shelter					
34	<i>Memesan shelter ke pabrikan</i>	36	36	65	65	29
35	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	36	36	65	65	29
36	Pemesanan Mounting					
37	<i>Memesan mounting ke pabrikan</i>	36	36	50	50	14
38	<i>Memberitahukan ekspedisi</i>	36	36	51	51	15
39	Menghubungi kontraktor PLN	36	36	72	72	36
40	Proses Pembayaran					
41	Invoicing	35	37	66	66	29
42	Verifikasi Data	35	37	66	66	29
43	Disposisi	35	37	66	66	29

Pada aktivitas di departemen *logistic* tidak terdapat aktivitas yang berada pada jalur kritis, hal ini disebabkan karena kegiatan pada Departemen *Logistic* dilakukan secara parallel dengan kegiatan pembangunan menara secara fisik.

Tabel 3.77 *Slack Time* Aktivitas Pada Departemen *Engineering & Design* Dengan Metode *Critical Path*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
44	ENGINEERING AND DESIGN					
45	Proses disain fondasi					
46	Membuat surat tugas ke konsultan	26	26	31	31	5
47	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	30	31	30	31	0
48	Mendisain fondasi	30	32	30	32	0
49	Mengkaji ulang disain fondasi					
50	Mendapat disain fondasi dari konsultan	35	35	35	35	0
51	Mengkaji ulang disain fondasi	36	35	36	35	0
52	Pembuatan as planned drawing					
53	Mendapatkan site map dari Departemen Sitac	6	6	35	35	29
54	Membuat Site Layout dan (Site Map Drawing)	5	5	35	35	30
55	Membuat as planned drawing	36	40	36	40	0
56	Memberikan as planned drawing ke Dep. PM	40	41	40	41	0

Kegiatan yang berada pada jalur kritis pada Departemen *Engineering & Design* adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil *soil test* dari Departemen SITAC
2. Mendisain pondasi
3. Mendapat desain pondasi dari konsultan
4. Mengkaji ulang desain pondasi
5. Membuat *as planned drawing*
6. Memberikan *as planned drawing* ke Departemen *Project Management*

Tabel 3.78 *Slack Time* Aktivitas Pada Departemen *Project Management* Dengan Metode *Critical Path*

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
57	PROJECT MANAGEMENT (KONSTRUKSI)					
58	Persiapan					
59	Survey lokasi dan ijin mulai kerja	36	36	40	40	4
60	Pembersihan lahan	41	40	41	40	0
61	Setting Layout	41	42	41	42	0
62	Pekerjaan Tower					
63	Pabrikasi Tower	40	51	45	60	9
64	Galvanis	52	60	61	65	5
65	Pengemasan	61	61	66	66	5
66	Pengiriman	60	65	67	70	5
67	Pekerjaan Shelter					
68	Pabrikasi Shelter	40	46	70	76	30
69	Galvanis	45	51	75	81	30
70	Pengemasan	52	52	82	82	30
71	Pengiriman	55	56	85	86	30
72	Pekerjaan Mounting					
73	Pabrikasi Mounting	40	46	52	60	14
74	Galvanis	45	51	61	65	14
75	Pengemasan	52	52	66	66	14
76	Pengiriman	55	56	67	70	14
77	Pondasi Tower & Erection Tower					
78	Gali Pondasi & Lantai Kerja	45	52	45	52	0
79	Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	55	55	55	55	0
80	Pengecoran Pelat	56	60	56	60	0
81	Proses Pengeringan Beton Pelat	61	61	61	61	0
82	Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom	62	66	62	66	0
83	Pengecoran Balok dan Kolom	65	67	65	67	0
84	Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom	70	70	70	70	0
85	Urugan & Pemadatan Kembali	71	75	71	75	0
86	Sorting material	66	66	71	75	9
87	Ereksi Tower	76	80	76	80	0
88	Pengecatan Tower	81	85	85	85	4
89	Instalasi Aksesoris Tower (termasuk ME Tower)	86	86	86	90	4

Tabel 3.79 *Slack Time* Aktivitas Pada Departemen *Project Management* Dengan Metode *Critical Path* (sambungan)

No	Aktivitas	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
90	Pekerjaan Shelter Ckd & ME					
91	Pondasi shelter ckd	76	85	77	86	1
92	Install Shelter ckd	86	86	87	91	5
93	Install ME	87	95	90	96	1
94	Penyambungan daya PLN 23 KVA	55	77	72	96	19
95	Pekerjaan pagar					
96	Galian pondasi + Pasangan batukali	81	87	81	87	0
97	Pagar type 1	90	95	90	95	0
98	Pagar type 2 + pintu	90	95	90	95	0
99	Pengecatan	96	96	96	96	0
100	Pekerjaan Halaman					
101	Pemadatan dan perataan tanah halaman	87	91	91	91	0
102	Lapisan gravel dibawah tower	90	91	92	95	4
103	Paving Block & Kansteen	92	96	96	96	0
104	Jalan akses	90	96	90	96	0
105	Ready For Installation (RFI)	97	97	97	97	0
106	Uji Fungsi Tower					
107	Pra Uji Fungsi	100	100	102	102	2
108	Menyiapkan undangan uji fungsi	100	100	100	100	0
109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator	101	101	101	101	0
110	Proses Uji Fungsi	105	105	105	105	0
111	Perbaikan	106	110	106	110	0
112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower	111	111	111	111	0
113	Uji Terima Tower 1					
114	Menerima undangan dari kontraktor	105	105	111	111	6
115	Proses uji terima 1	112	112	112	112	0
116	Perbaikan	115	121	115	121	0
117	Menandatangani BALUT ke-1	120	120	120	120	0
118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor	121	125	121	125	0
119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1	126	132	126	132	0
120	Menandatangani BAST 1	135	135	135	135	0
121	Uji Terima Tower 2					
122	Masa Retensi	137	196	137	196	0
123	Proses uji terima 2	197	197	197	197	0
124	Menandatangani BALUT ke-2	200	200	200	200	0
125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2	201	205	201	205	0
126	Menandatangani BAST 2	207	207	207	207	0

Kegiatan yang berada pada jalur kritis pada Departemen *Project Management* adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan lahan
2. *Setting layout*
3. Gali pondasi & lantai kerja
4. Bekisting & penulangan pondasi pelat
5. Pengecoran pelat
6. Proses pengeringan beton pelat
7. Bekisting & penulangan balok dan kolom
8. Pengecoran balok dan kolom

9. Proses pengeringan beton balok dan kolom
10. Urugan dan pemadatan kembali
11. Ereksi tower
12. Galian pondasi + pasangan batu kali
13. Pagar tipe 1
14. Pagar tipe 2 + pintu
15. Pengecatan
16. *Ready For Instalation*
17. Menyiapkan undangan uji fungsi
18. Mengirim undangan uji fungsi ke operator
19. Proses uji fungsi
20. Perbaikan
21. Menandatangani BAUF/Penutupan uji fungsi tower
22. Proses uji terima 1
23. Perbaikan
24. Menandatangani BALUT ke-1
25. Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor
26. Membuat berita acara serah terima (BAST) ke-1
27. Menandatangani BAST 1
28. Masa retensi
29. Proses uji terima 2
30. Menandatangani BALUT ke-2
31. Membuat berita acara serah terima (BAST) ke-2
32. Menandatangani BAST 2

Pada tabel berikut ini akan ditampilkan aktivitas yang berada pada jalur kritis *Critical Path* secara keseluruhan dari kelima departemen.

Tabel 3.80 Aktivitas Jalur Kritis metode *Critical Path*

No	Aktivitas Critical Path	No	Aktivitas Critical Path
3	Menerima Purchase Order dari operator	81	Proses Pengeringan Beton Pelat
4	Melakukan validasi Purchase Order	82	Bekisting & Penulangan Balok dan Kolom
5	Mencetak Surat Kesanggupan	83	Pengecoran Balok dan Kolom
8	Merencanakan survey	84	Proses Pengeringan Beton Balok & Kolom
9	Melakukan survey lapangan	85	Urugan & Pemadatan Kembali
10	Mendapatkan persetujuan dari pemilik tanah	87	Ereksi Tower
11	Menyusun laporan survey	96	Galian pondasi + Pasangan batukali
12	Mendapatkan persetujuan laporan survey	97	Pagar type 1
13	Memeriksa legalitas tanah	98	Pagar type 2 + pintu
14	Melakukan negosiasi harga	99	Pengecatan
15	Melakukan sosialisasi dan ijin warga	105	Ready For Installation (RFI)
17	Mendapatkan informasi izin warga dari Departemen Sitac	108	Menyiapkan undangan uji fungsi
18	Membuat surat tugas ke kontraktor	109	Mengirim undangan uji fungsi ke operator
19	Soil Test	110	Proses Uji Fungsi
20	Melakukan kontrak atau beli tanah	111	Perbaikan
21	Mencetak Ready For Construction (RFC)	112	Menandatangani BAUF/Penutupan Uji Fungsi Tower
22	Mengurus perizinan	115	Proses uji terima 1
47	Mendapatkan hasil soil test dari Departemen SITAC	116	Perbaikan
48	Mendisain fondasi	117	Menandatangani BALUT ke-1
50	Mendapat disain fondasi dari konsultan	118	Menerima kelengkapan administrasi dokumen dari kontraktor
51	Mengkaji ulang disain fondasi	119	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 1
55	Membuat as planned drawing	120	Menandatangani BAST 1
56	Memberikan as planned drawing ke Dep. PM	6	Menyelesaikan Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)
60	Pembersihan lahan	122	Masa Retensi
61	Setting Layout	123	Proses uji terima 2
78	Gali Pondasi & Lantai Kerja	124	Menandatangani BALUT ke-2
79	Bekisting & Penulangan Pondasi Pelat	125	Membuat Berita Acara Serah Terima (BAST) ke 2
80	Pengecoran Pelat	126	Menandatangani BAST 2

Pada aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis tersebut terdapat beberapa kombinasi rangkaian jalur kritis. Berikut akan ditampilkan kombinasi tersebut tetapi dalam bentuk rangkaian nomor aktivitas, rangkaian tersebut yakni

- 1) 3-4-8-9-10-11-13-14-15-20-22
- 2) 3-5-8-9-10-11-13-14-15-20-22
- 3) 3-4-8-9-10-12-13-14-15-20-22
- 4) 3-5-8-9-10-12-13-14-15-20-22
- 5) 3-4-8-9-10-11-13-14-15-21-22
- 6) 3-5-8-9-10-11-13-14-15-21-22
- 7) 3-4-8-9-10-12-13-14-15-21-22
- 8) 3-5-8-9-10-12-13-14-15-21-22
- 9) 3-4-8-9-10-11-13-14-15-20-21-22
- 10) 3-5-8-9-10-11-13-14-15-20-21-22
- 11) 3-4-8-9-10-12-13-14-15-20-21-22

- 12) 3-5-8-9-10-12-13-14-15-20-21-22
- 13) 3-4-8-9-10-11-13-14-15-17-18-19-20-22
- 14) 3-5-8-9-10-11-13-14-15-17-18-19-20-22
- 15) 3-4-8-9-10-12-13-14-15-17-18-19-20-22
- 16) 3-5-8-9-10-12-13-14-15-17-18-19-20-22
- 17) 3-4-8-9-10-11-13-14-15-17-18-19-20-21-22
- 18) 3-5-8-9-10-11-13-14-15-17-18-19-20-21-22
- 19) 3-4-8-9-10-12-13-14-15-17-18-19-20-21-22
- 20) 3-5-8-9-10-12-13-14-15-17-18-19-20-21-22
- 21) 3-4-8-9-10-11-13-14-15-17-18-19-47-48-50-51-55-56-60-
61-78-79-80-81-82-83-84-85-87-96-97-98-99-105-108-109-
110-111-112-115-116-117-118-119-120-6-122-123-124-
125-126
- 22) 3-5-8-9-10-11-13-14-15-17-18-19-47-48-50-51-55-56-60-
61-78-79-80-81-82-83-84-85-87-96-97-98-99-105-108-109-
110-111-112-115-116-117-118-119-120-6-122-123-124-
125-126
- 23) 3-4-8-9-10-12-13-14-15-17-18-19-47-48-50-51-55-56-60-
61-78-79-80-81-82-83-84-85-87-96-97-98-99-105-108-109-
110-111-112-115-116-117-118-119-120-6-122-123-124-
125-126
- 24) 3-5-8-9-10-12-13-14-15-17-18-19-47-48-50-51-55-56-60-
61-78-79-80-81-82-83-84-85-87-96-97-98-99-105-108-109-
110-111-112-115-116-117-118-119-120-6-122-123-124-
125-126

3. *Schedule Baseline*

Schedule baseline merupakan standar waktu kegiatan penting (*milestone*) pembangunan menara. Kegiatan penting yang digunakan untuk mengetahui standar waktu poin-poin pembangunan menara adalah aktivitas yang dijadikan sebagai patokan perusahaan dalam mengukur

perkembangan pembangunan menara. Berikut ini akan diberikan tabel *schedule baseline* pembangunan menara untuk metode *critical path*.

Tabel 3.81 *Schedule Baseline* Metode *Critical Path*

No	Aktivitas	Durasi (hari)	Departemen
1	PO	-	Customer Relation
2	PO - RFC	47	Site Acquisition
3	RFC - Konstruksi	14	Engineering & Design
4	Konstruksi - RFI	74	Project Management
5	RFI - BAUF	20	Project Management
6	BAUF - BAPS	36	Project Management
7	BAPS - On Air	13	Customer Relation

Pada aktivitas konstruksi perhitungan hari ditandai dengan dimulainya aktivitas survey lokasi dan ijin mulai kerja, sedangkan pada aktivitas BAUF hari dihitung pada aktivitas penutupan uji fungsi tower. Pada aktivitas BAPS itu dimulai bersamaan dengan dimulainya aktivitas BAPS, sedangkan untuk On Air itu ditandai dengan selesainya proses BAPS.

3.6. Pengontrolan jadwal

3.6.1. Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengontrolan jadwal

Terdapat empat masukan data penting untuk melakukan proses kontrol proyek pada tahap ini, yaitu *Schedule Management Plan*, *Schedule Baseline*, *Performance Report*, dan *Approved Change Request*. Karena tujuan utama tahap ini adalah untuk melakukan evaluasi kinerja proyek berdasarkan pendekatan *critical chain* dan *critical path* maka diasumsikan seluruh proyek telah selesai pada tahap tertentu sehingga *approved change request* tidak ditampilkan karena tidak ada perubahan jadwal yang terjadi. Selain itu pihak perusahaan juga telah membuat suatu target pada penyelesaian pembangunan menara yang harus dipenuhi dan tidak dapat dirubah secara mudah.

Tabel 3.82 Data Yang Diperlukan Pada Tahap Pengontrolan Jadwal⁴⁷

No	Data Untuk Tahap Schedule Control
1	Schedule management plan
	Informasi mengenai bagaimana proyek dijalankan dan dikontrol sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan
2	Schedule Baseline
	Data berupa perencanaan tahap-tahap pelaksanaan proyek
3	Performance Report
	Data mengenai durasi aktual kegiatan di dalam proyek

3.6.2. Proses Pengumpulan Data Dalam Tahap Pengontrolan jadwal

Pada tahap ini data-data yang diperlukan keterangannya didapat dari berbagai sumber yang berhubungan. Berikut akan ditampilkan keterangan yang lebih rinci.

Tabel 3.83 Sumber Data Pada Tahap Pengontrolan jadwal

No	Data Untuk Tahap Schedule Control	Sumber
1	Schedule management plan	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquitition, Manajer Engineering & Design
2	Schedule Baseline	Hasil dari tahap schedule development
3	Performance Report	Manajer Departemen Project Manajemen, Manajer Departemen Logistic, Manajer Departemen Customer Relation, Manajer Departemen Site Acquitition, Manajer Engineering & Design

Karena perusahaan belum mempunyai *performance report* untuk kegiatan pembangunan menara maka peneliti melakukan evaluasi terhadap waktu pembangunan menara dengan mencari waktu-waktu tanggal terjadinya *schedule baseline* pada proyek pembangunan menara antara bulan Juni sampai Desember 2007. Untuk pembuatan performance report tersebut peneliti membutuhkan data-data sebagai berikut.

⁴⁷ Project Management Institute, *Op.Cit.*,p.153.

Tabel 3.84 Data Untuk *Performance Report*

No	Data Untuk Performance Report
1	Tanggal Purchase Order (PO) Data ini digunakan sebagai titik awal perhitungan durasi proyek
2	Tanggal Ready For Construction (RFC) Data berguna untuk mengetahui tanggal ketika lahan siap dilakukan konstruksi
3	Tanggal Survey Lokasi & Ijin Mulai Kerja Data berguna untuk mengetahui tanggal mulainya konstruksi
4	Tanggal Ready for Instalation Data berguna untuk mengetahui menara telah selesai konstruksi
5	Tanggal Berita Acara Uji Fungsi (BAUF) Data ini berguna untuk mengetahui bahwa menara sudah siap beroperasi
6	Tanggal Berita Acara Penggunaan Site (BAPS) Data ini digunakan untuk mengetahui kesiapan menara dan dokumen untuk penagihan biaya
7	Tanggal On Air Data ini digunakan untuk mengetahui tanggal penyewaan menara dimulai

Karena sistem komputerisasi perusahaan baru berjalan pada awal tahun 2008 maka data-data yang diperlukan banyak yang harus dicari dari dokumen masa lalu dari setiap proyek yang berlangsung, oleh karena itu data dikumpulkan dari beberapa departemen yang berhubungan. Rangkuman sumber kebutuhan data untuk pembuatan performance report dapat dilihat pada data berikut ini.

Tabel 3.85 Sumber Data Untuk *Performance Report*

No	Data Untuk Performance Report	Sumber
1	Tanggal Purchase Order (PO)	Departemen Customer Relation
2	Tanggal Ready For Construction (RFC)	Departemen Site Acquisition
3	Tanggal Survey Lokasi & Ijin Mulai Kerja	Departemen Project Management
4	Tanggal Ready for Instalation	Departemen Project Management
5	Tanggal Berita Acara Uji Fungsi (BAUF)	Departemen Project Management
6	Tanggal Berita Acara Penggunaan Site (BAPS)	Departemen Customer Relation
7	Tanggal On Air	Departemen Customer Relation

3.6.3. Hasil Pengumpulan Data Dalam Tahap Pengontrolan jadwal

Hasil pengumpulan data untuk tahap ini dapat dilihat dibawah ini secara lengkap:

1. *Schedule Management Plan*

Proses pembangunan menara terbagi dua tahap utama yaitu pembebasan lahan dan proses konstruksi menara. Pada tahap pembebasan lahan proses pengontrolannya dilakukan oleh departemen *Site Acquisition*

Universitas Indonesia

setiap hari selain karena dibawah tanggung jawab departemen itu alasan lainnya adalah karena tahap ini merupakan tahap awal pembangunan menara. Pada tahap ini sangat dipengaruhi oleh faktor luar yang sangat sulit untuk dikontrol sehingga banyak variasi yang terjadi untuk itu diperlukan usaha yang intensif. Pada tahap kontruksi kontraktor diwajibkan untuk membuat laporan dua kali seminggu yakni hari senin dan rabu. Selain bentuk laporan tersebut terdapat pula pengawas lapangan yang bertugas berkeliling untuk memantau perkembangan dilapangan, tetapi jumlahnya masih terbatas.

2. *Schedule Baseline*

Schedule baseline merupakan hasil pengolahan data pada tahap Pengembangan Jadwal, untuk mengetahui perjalanan pembuatannya dapat dilihat pada sub bab sebelumnya yaitu pengolahan data Pengembangan Jadwal

3. *Performance Report*

Performance report untuk mengetahui durasi waktu aktual pelaksanaan proyek pembangunan menara diperusahaan baru dilaksanakan sistemnya pada awal tahun 2008 sehingga catatan proyek-proyek yang berjalan pada tahun sebelumnya kurang lengkap dan diperlukan kegiatan ekstra untuk merekap dari dokumen-dokumen perpindahan tahap pelaksanaan pembangunan. Tetapi data-data yang diperlukan dalam membuat *performance report* telah terkumpul walaupun didalamnya terdapat beberapa data proyek yang tidak wajar atau tanggal suatu tahap lebih cepat dari tanggal tahap sebelumnya. Semuanya terdapat 549 proyek pembangunan menara dari bulan Juni sampai dengan Desember 2008 dan tersebar diseluruh Indonesia.

3.6.4. Metode Evaluasi Pada Tahap Pengontrolan Jadwal

Metode yang digunakan dalam pengolahan data pada *performance report* adalah *Time slip* dan *Schedule Performance Report (SPI)*. Dengan menggunakan metode *time slip* maka akan terlihat penyimpangan waktu yang terjadi pada tahap-tahap *schedule baseline* proyek pembangunan menara berdasarkan pada dua

metode penjadwalan. Metode ini dilakukan dengan mengurangi durasi aktual pelaksanaan tahap pada tiap proyek dengan durasi pada dua metode penjadwalan. Sehingga akan dihasilkan perbedaan durasi pada tiap tahap tersebut, perbedaan durasi ini dapat bertanda positif jika durasi aktual lebih besar dari pada durasi *schedule baseline* dua metode penjadwalan atau bertanda negatif jika durasi aktual lebih kecil dari pada durasi *schedule baseline* dua metode penjadwalan.

Metode SPI digunakan untuk melihat rasio perbandingan antara durasi pada *schedule baseline* dengan durasi aktual tiap tahap yang terjadi. Rasio standar pada metode SPI adalah 1 yaitu durasi aktual tepat dengan *schedule baseline* metode penjadwalan. Tetapi rasio ini dapat bernilai kurang dari satu jika durasi aktual yang terjadi lebih besar dari durasi metode penjadwalan atau lebih besar dari satu jika durasi aktual yang terjadi lebih singkat dari pada durasi metode penjadwalan.

3.6.5. Hasil Pengolahan Data Pada Tahap Pengontrolan jadwal

Keluaran yang dihasilkan berupa *performance measurement* dalam bentuk waktu untuk mendukung penelitian dalam penentuan metode yang paling cocok dengan perusahaan. Hasil pengolahan data dari evaluasi kinerja populasi proyek pembangunan menara selama bulan Juni sampai Desember 2007 berdasarkan dua pendekatan metode penjadwalan yakni metode *critical chain* dan metode *critical path* akan diberikan pada Lampiran 3.1 dan Lampiran 3.2.

4. ANALISIS

4.1. *Critical Chain*

Berdasarkan PMBOK suatu manajemen proyek mempunyai *triple constraint* yaitu ruang lingkup, waktu dan biaya⁴⁸. Kualitas dalam manajemen proyek merupakan kombinasi dari tiga faktor pada *triple constraint* yang tersusun optimal diantara tiga hambatan; waktu, biaya, dan ruang lingkup proyek. Untuk itu dalam melihat metode penjadwalan dengan *critical chain* peneliti menggunakan sudut pandang *triple constraint*. Selain itu peneliti juga menggunakan faktor-faktor lain yang bersifat umum yakni *input*, proses, dan *output* dalam melakukan analisa perbandingan metode penjadwalan tersebut.

4.1.1. *Triple Constraint*

4.1.1.1. Ruang lingkup

Ruang lingkup merupakan produk, layanan dan hasil dari sebuah proyek⁴⁹. Pada analisa metode penjadwalan ini faktor ruang lingkup lebih ditekankan pada target waktu atau layanan dari perusahaan dalam membangun sebuah menara. Karena produk dan hasil dari sebuah proyek pembangunan menara itu sudah distandarisasi dan tidak ada perbedaan antara proyek yang satu dengan proyek yang lain.

Target waktu perusahaan yang digunakan pada pembangunan menara adalah sebagai berikut.

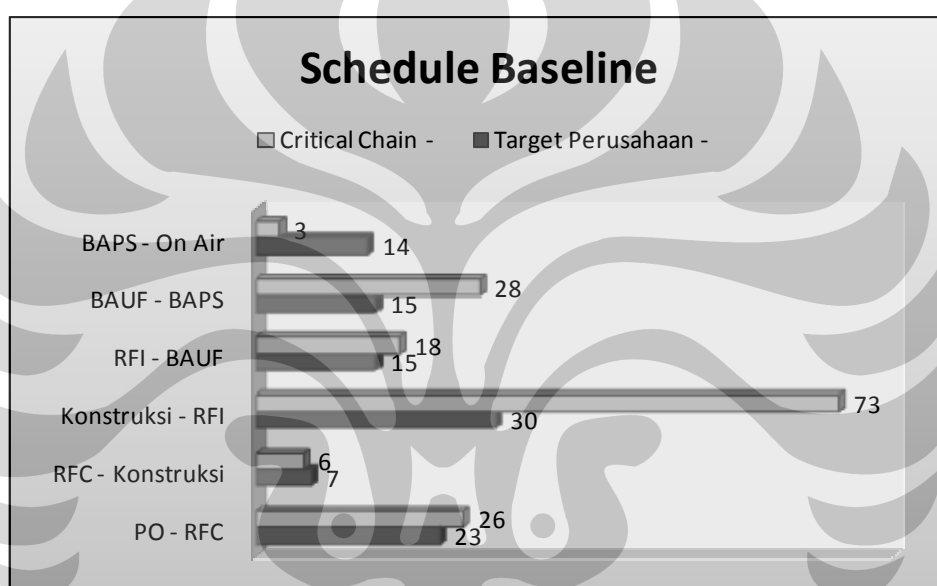
⁴⁸ Project Management Institute, *Op.Cit.*, p.8.

⁴⁹ Project Management Institute, *Op.Cit.*p.375

Tabel 4.1 Target Waktu Perusahaan

No	Aktivitas	Durasi (hari)	Departemen
1	PO	-	Customer Relation
2	PO - RFC	23	Site Acquisition
3	RFC - Konstruksi	7	Engineering & Design
4	Konstruksi - RFI	30	Project Management
5	RFI - BAUF	15	Project Management
6	BAUF - BAPS	15	Project Management
7	BAPS - On Air	14	Customer Relation

(Direktorat Tower)

Gambar 4.1 Diagram Perbandingan *Schedule Baseline Critical Chain* Dengan Target Perusahaan

Jika target waktu perusahaan tersebut dibandingkan dengan *schedule baseline* pada metode *critical chain* terdapat perbedaan pada durasi waktunya untuk semua aktivitas. Perbedaan durasi waktu tersebut ada yang lebih cepat tetapi ada juga yang lebih lambat. Tetapi hanya ada dua aktivitas yang mempunyai durasi waktu lebih cepat dibandingkan dengan target perusahaan yakni aktivitas RFC-Konstruksi dan aktivitas BAPS-On Air. Sedangkan selebihnya mempunyai durasi waktu yang lebih besar dari target perusahaan. Perbedaan-perbedaan waktu tersebut secara lengkapnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Perbedaan Durasi Target Waktu Perusahaan Dengan *Schedule Baseline* Metode *Critical Chain*

No	Aktivitas	Perbedaan Durasi (hari)
1	PO	-
2	PO - RFC	3
3	RFC - Konstruksi	-1
4	Konstruksi - RFI	43
5	RFI - BAUF	3
6	BAUF - BAPS	13
7	BAPS - On Air	-11

Dari tabel perbedaan durasi waktu tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata perbedaan waktu untuk target waktu penyelesaian perusahaan dengan *schedule baseline* metode *critical chain* adalah 8,333 hari. Dari segi total durasi pembangunan menara target yang digunakan perusahaan mempunyai total durasi sebesar 104 hari sedangkan total durasi *schedule baseline* metode *critical chain* sebesar 154 hari maka terdapat perbedaan yang cukup signifikan yakni sebesar 50 hari.

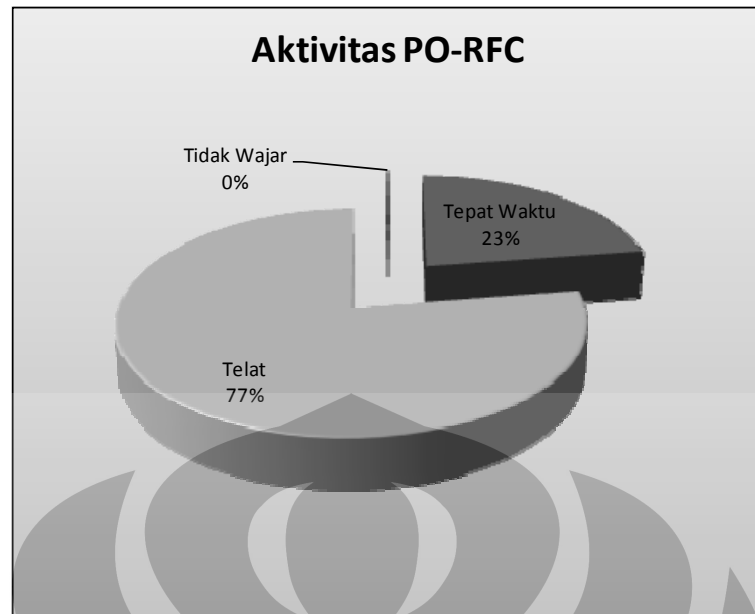
4.1.1.2. Waktu

Faktor waktu atau waktu yang ditekankan disini adalah perbedaan waktu atau ketepatan penjadwalan yang dibuat dengan metode *critical chain* dengan waktu durasi aktual pembangunan menara. Proyek pembangunan menara yang dijadikan *sample* adalah proyek yang pemesanannya terjadi pada bulan Juni sampai dengan Desember 2007. *Sample* tersebut diambil karena dengan pemesanan pada bulan itu diharapkan proyek pembangunan menara sekarang ini sudah banyak yang selesai dan data yang didapat masih aktual.

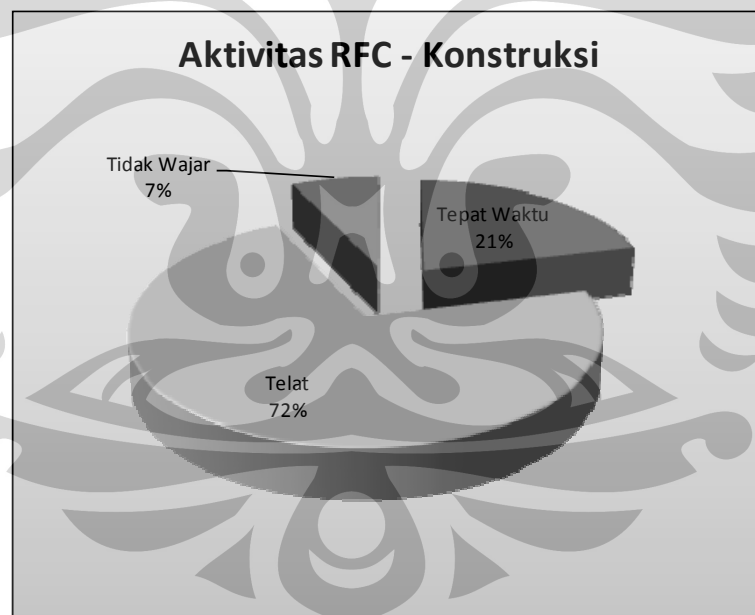
Total durasi penjadwalan pembangunan menara dengan metode *critical chain* membutuhkan waktu 197,75 hari kerja. Sedangkan total durasi jika semua berjalan dengan tepat waktu tanpa menggunakan *buffer* yang ada hanya sebesar 137,5 hari kerja. Karena tujuan dari perusahaan adalah menyelesaikan pembangunan menara dengan secepatnya maka metode penjadwalan ini sejalan dengan tujuan perusahaan.

Berdasarkan *performance report* proyek pembangunan menara yang telah dilakukan perhitungan *time slip* dan SPI (*schedule performance report*) berdasarkan metode penjadwalan *critical chain* maka dihasilkan kesimpulan:

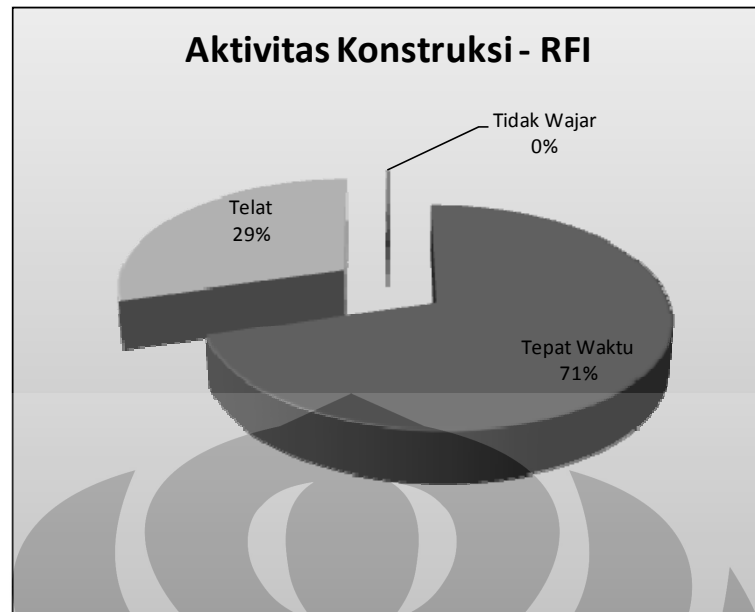
Universitas Indonesia



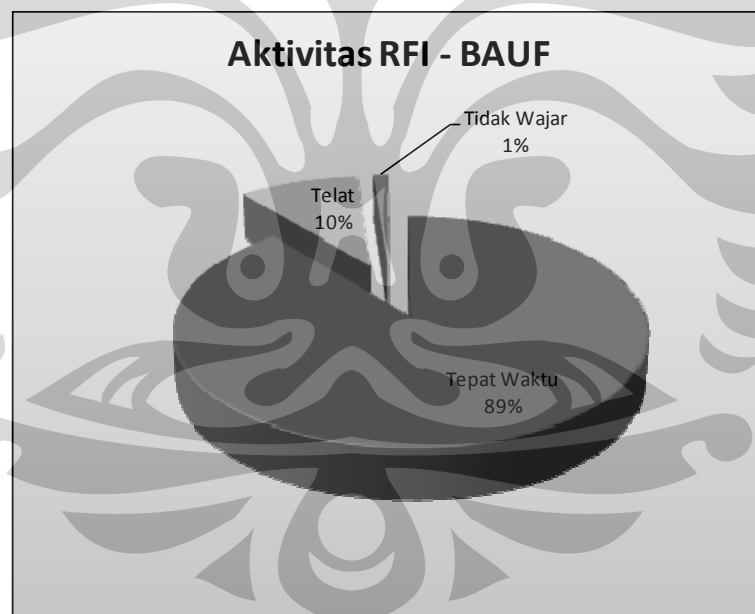
Gambar 4.2 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas PO-RFC Metode *Critical Chain*



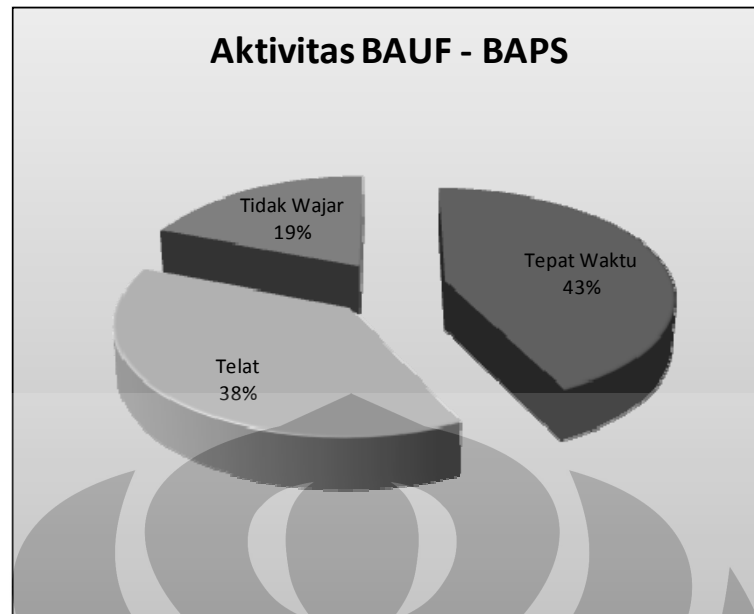
Gambar 4.3 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas RFC-Konstruksi Metode *Critical Chain*



Gambar 4.4 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas Konstruksi-RFI Metode *Critical Chain*



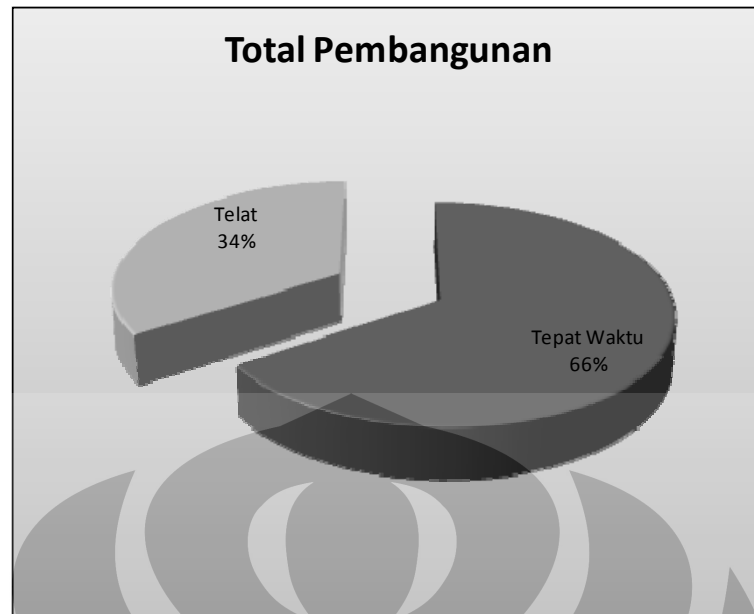
Gambar 4.5 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas RFI-BAUF Metode *Critical Chain*



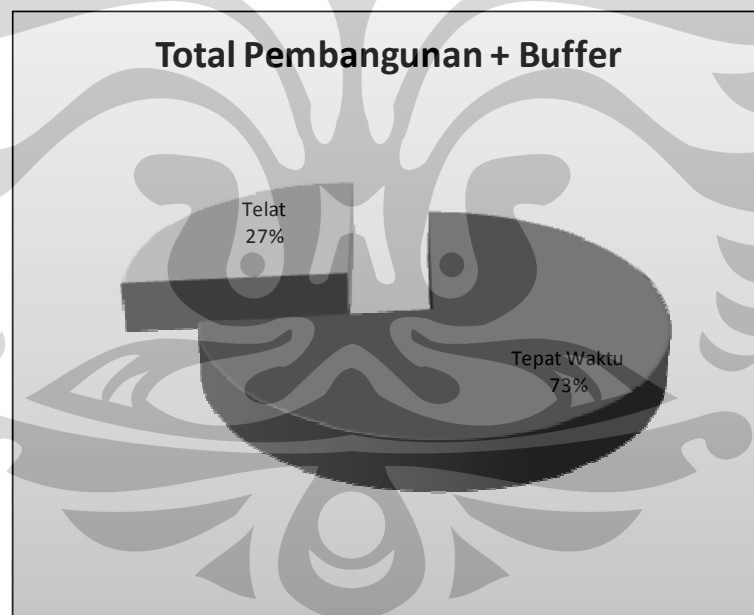
Gambar 4.6 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas BAUF-BAPS Metode *Critical Chain*



Gambar 4.7 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas BAPS-On Air Metode *Critical Chain*



Gambar 4.8 Diagram Pie Kombinasi Pada Total Pembangunan Metode *Critical Chain*



Gambar 4.9 Diagram Pie Kombinasi Pada Total Pembangunan + *Buffer* Metode *Critical Chain*

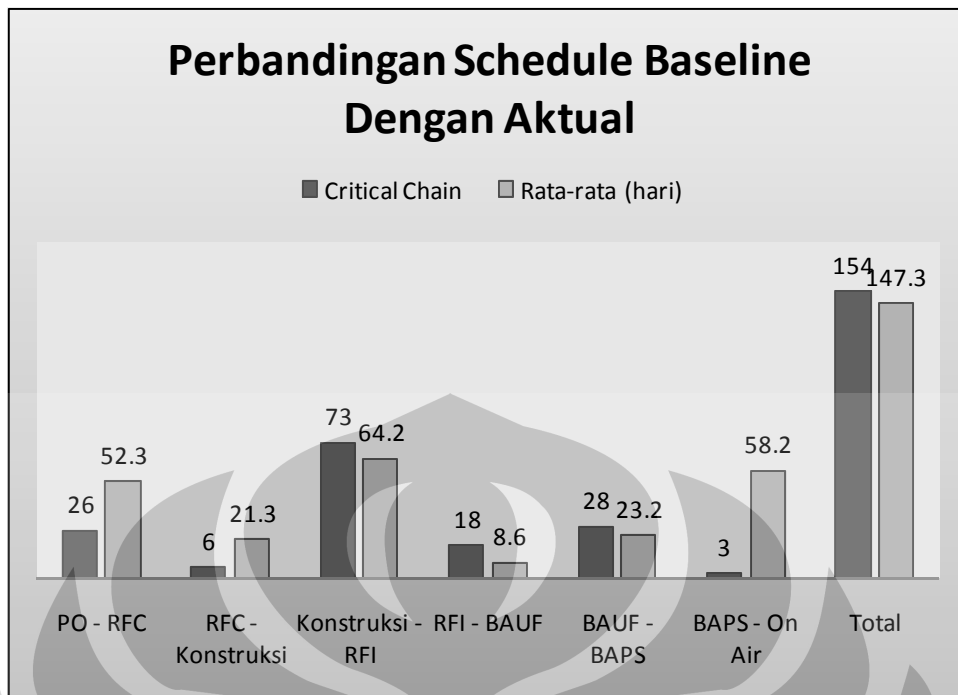
Berdasarkan pada beberapa *Pie Charts* diatas maka dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga aktivitas yang jumlah aktivitas telat lebih banyak dari jumlah aktivitas tepat waktu berdasarkan metode penjadwalan *critical chain*. Aktivitas tersebut adalah aktivitas PO-RFC, aktivitas RFC-Konstruksi, dan aktivitas BAPS-

Universitas Indonesia

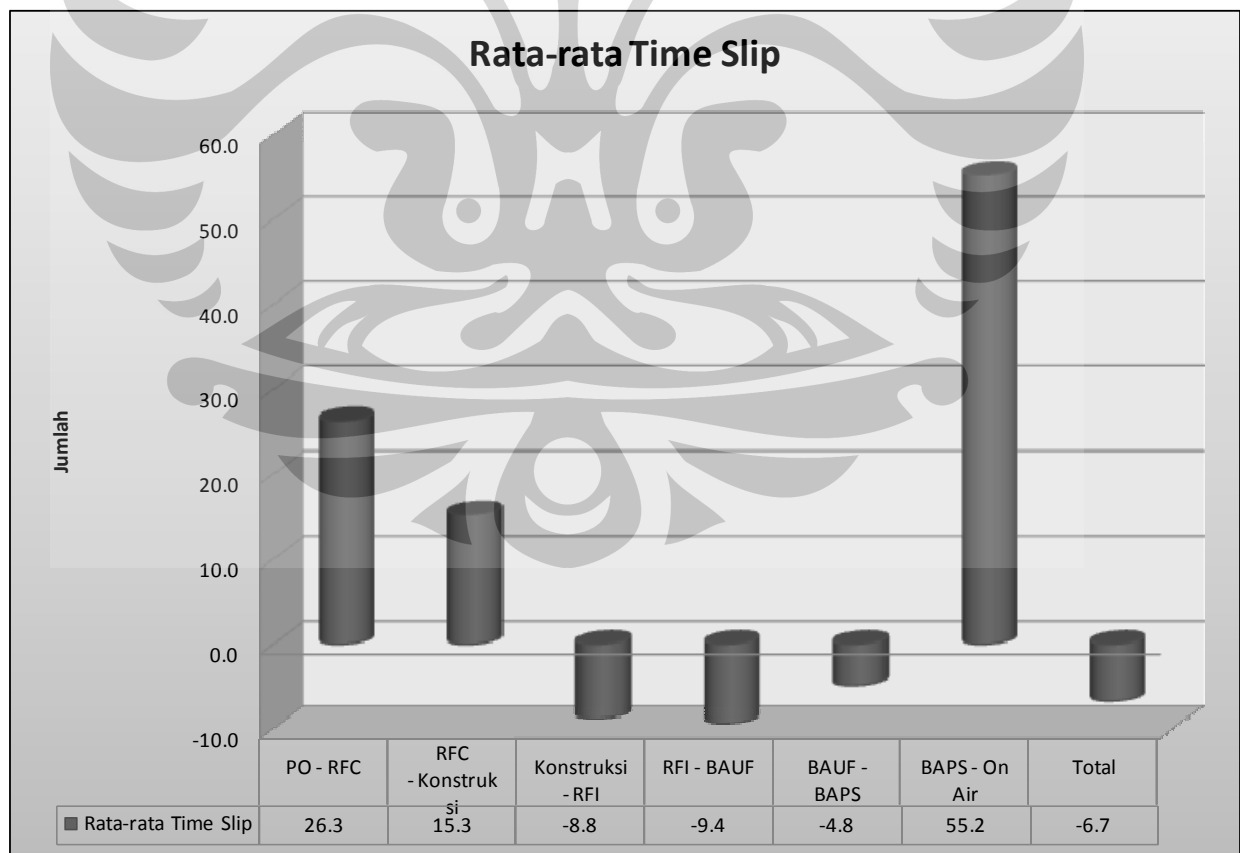
On Air. Bahkan untuk aktivitas BAPS-On Air jumlah proyek telat mencapai 100% yakni 126 buah hal ini membuat penjadwalan pada aktivitas ini perlu dikaji ulang, sedangkan untuk aktivitas PO-RFC dan aktivitas RFC-Konstruksi jumlah telatnya berturut-turut 77% dan 72% yakni sebesar 424 buah dan 394 buah.

Untuk aktivitas lain dapat dikatakan baik karena jumlah proyek yang tepat waktu lebih besar dibandingkan jumlah proyek yang telat. Pada aktivitas Konstruksi-RFI, aktivitas RFI-BAUF, aktivitas BAUF-BAPS, Total Pembangunan dan Total Pembangunan + *Buffer* persentase proyek yang telat berturut-turut 29%, 10%, 38%, 34% dan 27% dengan jumlah proyek yang telat 122 buah, 40 buah, 48 buah, 188 buah, dan 146 buah.

Pada *performance report* tersebut terdapat data yang tidak wajar, data yang dimaksud dalam hal ini merupakan data tertanggal pada tahap-tahap tersebut yang lebih cepat dibandingkan dengan data tertanggal pada tahap sebelumnya. Sehingga durasi waktu yang terjadi adalah negatif. Sedangkan pada total pembangunan + *buffer* persentase proyek yang telat lebih sedikit dengan total pembangunan, hal ini terjadi karena pada metode *critical chain* ini terdapat *buffer* sebesar 60,25 hari yang berfungsi untuk menjaga proyek, meskipun begitu *buffer* tersebut tidak dapat menutupi keterlambatan tetapi masih ada saja proyek yang telat.



Gambar 4.10 Diagram Perbandingan *Schedule Baseline Critical Chain* Dengan Rata-rata Durasi Aktual

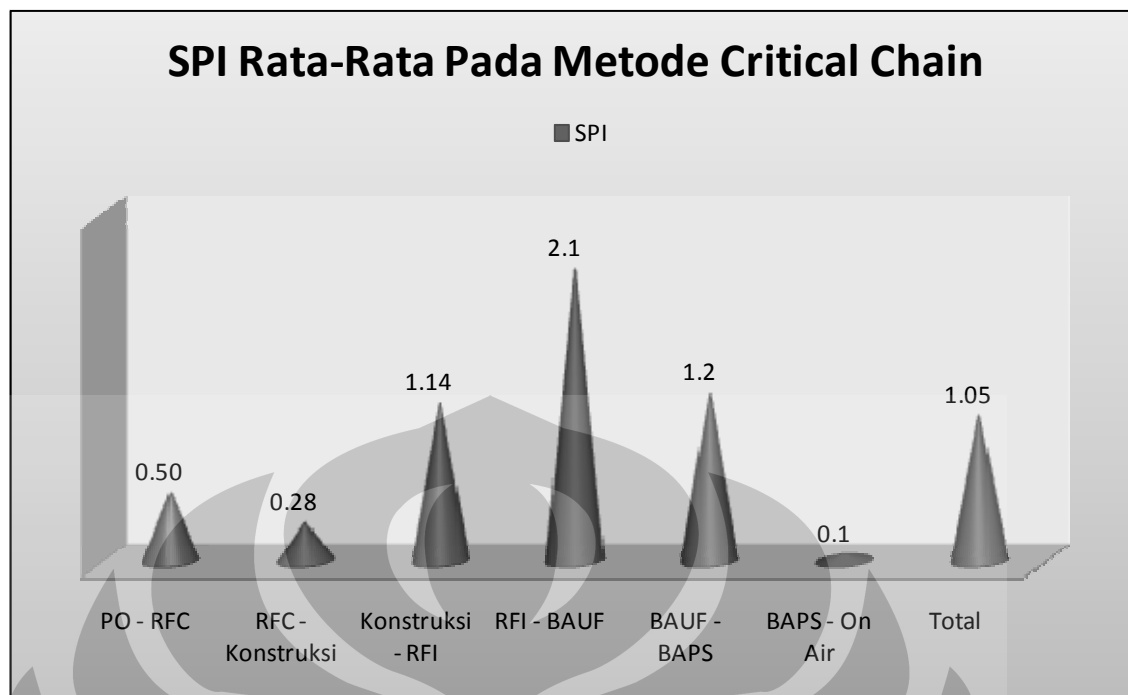


Gambar 4.11 Diagram Rata-Rata *Time slip* Pada Metode *Critical Chain*

Pada diagram perbandingan *schedule baseline* dengan rata-rata aktual yang terjadi pada tiap-tiap aktivitas maka dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa aktivitas yang durasi rata-rata aktualnya lebih besar dibandingkan dengan *schedule baseline critical chain*. Aktivitas-aktivitas tersebut adalah PO-RFC, RFC-Konstruksi, dan BAPS-On Air. Perbedaan yang paling jauh adalah pada aktivitas BAPS-On Air yakni rata-rata durasi aktual itu lebih besar 55,2 hari, Sedangkan pada aktivitas PO-RFC dan RFC-Konstruksi rata-rata durasi aktual itu hanya lebih besar 26,3 hari dan 15,2 hari. Dapat dikatakan bahwa perbedaan durasi yang terjadi pada aktivitas BAPS-On Air cukup ekstrim maka disimpulkan tingkat akurasi penjadwalan pada metode ini lebih rendah dibanding dengan yang lain.

Untuk aktivitas-aktivitas yang lain seperti Konstruksi-RFI, RFI-BAUF, BAUF-BAPS, dan total durasi mempunyai rata-rata durasi aktual yang lebih cepat dari *schedule baseline* dengan menggunakan metode *critical chain* sehingga menghasilkan rata-rata *time slip* lebih kecil dari nul yaitu -8,8 hari, -9,4 hari, -4,8 hari dan -6,7 hari. Karena perbedaan pada durasi aktivitas-aktivitas ini tidak ekstrim maka dapat disimpulkan bahwa keakuratan penjadwalan pada aktivitas-aktivitas ini cukup baik. Hal ini juga membuktikan bahwa dengan menggunakan metode *critical chain* pada aktivitas-aktivitas ini dapat mencakupi durasi aktual pembangunan menara.

Pada perbedaan yang terjadi peneliti menggunakan dua kelompok angka yakni positif dan negatif. Hal ini dilakukan untuk membedakan durasi yang berlebihan dengan durasi yang lebih singkat, tentu saja positif untuk durasi yang berlebih dan negative untuk yang lebih singkat.



Gambar 4.12 Diagram SPI Rata-Rata Pada Metode *Critical Chain*

Jika membandingkan penjadwalan metode *critical chain* dengan durasi aktual maka dapat dihasilkan SPI (*schedule performance indeks*) untuk semua tahap aktivitas. Pada aktivitas-aktivitas tersebut terdapat SPI yang lebih kecil dari satu bahkan ada yang terkecil mencapai 0,1 yaitu aktivitas BAPS-On Air, sedangkan aktivitas PO-RFC dan RFC-Konstruksi mempunyai SPI 0,5 dan 0,28. Pada aktivitas yang lain memiliki SPI yang baik yaitu lebih besar dari satu. Bahkan aktivitas yang terbaik memiliki SPI mencapai 2,1 yaitu aktivitas RFI-BAUF. Untuk Aktivitas seperti konstruksi-RFI, BAUF-BAPS, dan total mempunyai SPI yang lebih besar dari satu yaitu berturut-turut 1,14; 1,2; dan 1,05. Jika diteliti lebih dalam maka terdapat tiga penyimpangan yang melebihi 0,5 dari SPI standar yakni 1. Aktivitas tersebut adalah aktivitas RFC-Konstruksi, aktivitas RFI-BAUF, dan aktivitas BAPS-On Air sehingga pada aktivitas-aktivitas perlu dilihat lagi penjadwalan yang terjadi. Apakah tingkat akurasi yang diinginkan sudah tercapai.

4.1.1.3. Biaya

Pembuatan penjadwalan dengan metode *critical chain* ini tidak membuat perubahan dari segi biaya walaupun terdapat perbedaan dari jadwal pembangunan

menara karena pihak perusahaan melakukan kerjasama dengan pihak kontraktor dalam pencarian lahan, penyediaan material, pengiriman material, dan pembangunan menara. Perjanjian tersebut dibayar perproyek/perkejadian bukan perhari sehingga tidak terjadi perbedaan dari segi biaya dengan menggunakan metode penjadwalan critical chain. Mungkin arus uang keluar yang terjadi jika perusahaan mengadopsi metode ini adalah dalam bentuk pelatihan bagi sumber daya manusia yang terlibat, tetapi arus uang yang keluar ini lebih bersifat investasi bukan biaya.

4.1.2. *General*

Selain dari segi *triple constraint* analisis penjadwalan dengan metode *critical chain* juga dilakukan dari sudut pandang secara umum yakni dari segi *input* atau masukan-masukan yang diperlukan dalam pembuatan penjadwalan, segi proses atau pelaksanaan pembuatan penjadwalan, dan segi *output* atau bagaimana hasil dari penjadwalan tersebut.

4.1.2.1. *Input*

Input merupakan segala sesuatu yang diperlukan dalam membuat penjadwalan dengan pendekatan suatu metode, seperti data yang diperlukan dan alat bantu dalam pembuatan penjadwalan. Pada metode *critical chain input* atau masukan yang diperlukan yang berbeda dengan metode lain salah satunya berupa data estimasi yang menggunakan tingkat ketepatan hanya mencapai 50% saja atau menyingkirkan *allowance* dan *safety* waktu di estimasi waktu durasi aktivitas. Data ini biasanya belum terdapat pada perusahaan karena perusahaan menggunakan tingkat ketepatan yang mencapai 95%. Sehingga perlu lagi dilakukan pengumpulan data yang sesuai dengan metode *critical chain*. Selain itu merubah pola pikir pihak yang berwenang dalam menentukan estimasi durasi hanya sebatas waktu yang diperlukan saja itu cukup sulit karena mereka akan secara otomatis memasukan *allowance* atau *safety* waktu , sehingga diperlukan lagi usaha dalam sosialisasi penggunaan metode baru.

Selain pendekatan estimasi waktu diperlukan juga alat bantu berupa perangkat lunak dalam mengadopsi metode *critical chain* seperti PS8, Concerto, atau ProChain. Untuk itu dalam pengadopsian metode penjadwalan ini maka

perusahaan perlu menginvestasi perangkat lunak ini karena perangkat lunak yang saat ini digunakan dalam perusahaan *Microsoft Project* belum mendukung dalam penggunaan metode *critical chain*, sehingga akan dibutuhkan lagi pelatihan dan investasi dalam penerapan metode ini.

4.1.2.2. Proses

Proses merupakan segala sesuatu yang harus dilakukan dalam membuat dan mengolah masukan dalam menghasilkan penjadwalan dengan metode tertentu. Dalam membuat penjadwalan dengan metode *critical chain* proses yang harus dilakukan setelah mendapat atribut aktivitas, keterkaitan antar aktivitas, dan durasi aktivitas adalah membuat *network diagram* untuk mempermudah perhitungan *slack* waktu setelah mengetahui jalur *critical chain* maka dilakukan perhitungan durasi *project buffer* dan *feeding buffer*.

Dengan menggunakan metode *critical chain* terdapat pekerjaan atau proses ekstra yaitu untuk mengetahui total durasi diperlukan perhitungan *buffer*, sehingga dari segi kemudahan penggunaan metode ini lebih rumit karena terdapat proses tambahan yaitu menghitung *buffer* sehingga proses perhitungannya lebih panjang. Sedangkan dalam fleksibilitas proses metode ini juga dapat menggunakan *schedule model data* dalam mempermudah perhitungan, sehingga metode ini dapat dikatakan cukup fleksibel dalam proses perhitungannya.

4.1.2.3. Output

Output merupakan hasil dari penjadwalan dalam mengadopsi metode tertentu. Hasil penjadwalan dengan menggunakan metode *critical chain* jika ditinjau lebih dalam dari sudut pandang manajemen waktu adalah suatu penjadwalan yang dapat dijadikan sebagai acuan, pengawasan, dan evaluasi. Pada metode *critical chain* semua itu dapat dilakukan terlebih lagi pada metode ini terdapat cara pengawasan yang disebut *buffer management*, yaitu melihat seberapa besar *buffer* yang digunakan yang menandakan besar penyimpangan yang terjadi. *Output* ini sangat mempermudah dalam pengawasan karena hanya melihat penggunaan *buffer* yang terjadi baru setelah itu melihat penyebabnya, itu akan membuat pekerjaan lebih fokus dan sederhana.

4.2. *Critical Path*

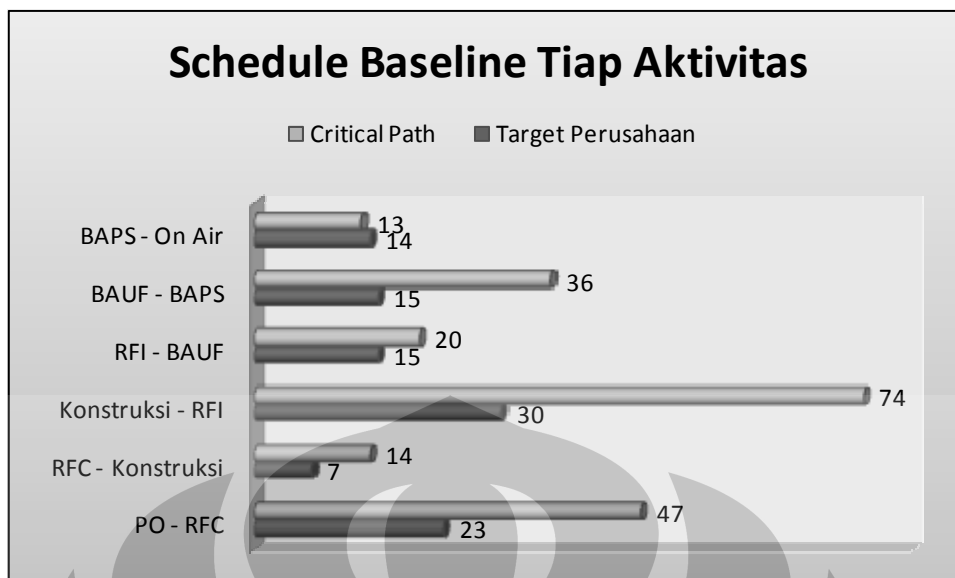
Tidak berbeda dengan dengan metode lain, maka dalam menganalisis metode penjadwalan *critical path* peneliti juga menggunakan sudut pandang *triple constraint*. Faktor-faktor yang terdapat pada *triple constraint* yakni ruang lingkup, waktu, dan biaya akan dimasukkan kedalam analisis perbedaan metode penjadwalan *critical path* dengan metode lain karena dalam membandingkan sesuatu kita harus melihat dari sisi yang sama agar dihasilkan perbandingan yang setingkat. Selain dari itu pada bagian ini metode *critical path* juga akan dilihat secara umum yaitu dari segi *input*, proses, dan *output*. Hal ini dilakukan karena metode-metode ini digunakan oleh perusahaan dalam melakukan penjadwalan pembangunan menara sehari-hari sehingga sangat penting adanya untuk melihat metode-metode ini dalam hal apa saja yang dibutuhkan, bagaimana proses perhitungannya, dan bagaimana hasil yang dicapai untuk mengetahui tingkat kemudahan, fleksibilitas, dan pencapaian metode penjadwalan.

4.2.1. *Triple Constraint*

4.2.1.1. Ruang lingkup

Pengertian dari ruang lingkup adalah produk, layanan, dan hasil dari sebuah proyek. Tetapi pada bagian ini peneliti lebih menekankan pada layanan proyek yakni *delivery* waktu atau waktu penyelesaian pembangunan menara. Selain itu produk dan hasil dari proyek adalah sebuah menara yang telah memiliki standar sehingga dapat dikatakan produk dan hasil tersebut sama untuk setiap proyek.

Sedangkan untuk target perusahaan dalam bentuk *schedule baseline* untuk tiap tahap akan ditampilkan dibawah ini dilengkapi dengan *schedule baseline* untuk tiap tahap menggunakan metode penjadwalan *critical path*.



Gambar 4.13 Diagram Perbandingan *Schedule Baseline Critical Path* Dengan Target Perusahaan

Dari diagram perbandingan diatas maka terlihat bahwa *schedule baseline* metode penjadwalan *critical path* tidak satu pun yang sesuai dengan target waktu perusahaan pada tiap aktivitas baik itu lebih besar atau lebih singkat dari target durasi perusahaan. Hanya ada satu aktivitas pada *schedule baseline* yang lebih singkat dibanding dengan target waktu perusahaan yakni, aktivitas BAPS-On Air. Sedangkan selebihnya lebih besar dari target waktu perusahaan. Berikut akan diberikan perbedaan durasi waktu pada tiap-tiap aktivitas.

Tabel 4.3 Perbedaan Durasi Target Waktu Perusahaan Dengan *Schedule Baseline* Metode *Critical Path*

No	Aktivitas	Perbedaan Durasi (hari)
1	PO	-
2	PO - RFC	24
3	RFC - Konstruksi	7
4	Konstruksi - RFI	44
5	RFI - BAUF	5
6	BAUF - BAPS	21
7	BAPS - On Air	-1

Total *schedule baseline* pada metode *critical path* mencapai 204 hari. Total durasi ini berbeda dengan total durasi target perusahaan sebesar 100 hari karena perusahaan hanya menargetkan 104 hari dalam menyelesaikan tahapan-

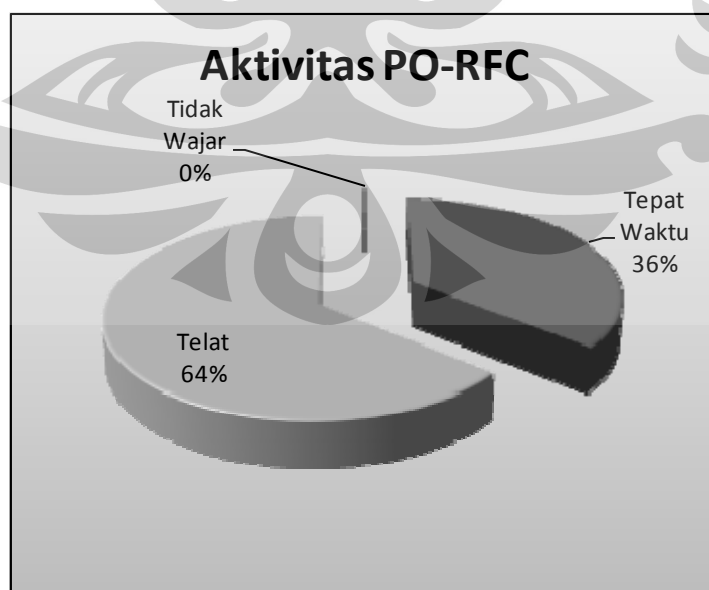
tahapan tersebut. Dari perbedaan-perbedaan durasi antara target perusahaan dengan schedule baseline maka dihasilkan rata-rata sebesar 16,67 hari, rata-rata penyimpangan ini dapat dikatakan cukup besar. Sehingga sepertinya penjadwalan dengan menggunakan metode *critical path* tidak mendukung target perusahaan yang berperinsip untuk menyelesaikan pembangunan menara secepatnya untuk meningkatkan kualitas pelayanan terhadap pelanggan dari segi waktu.

4.2.1.2. Waktu

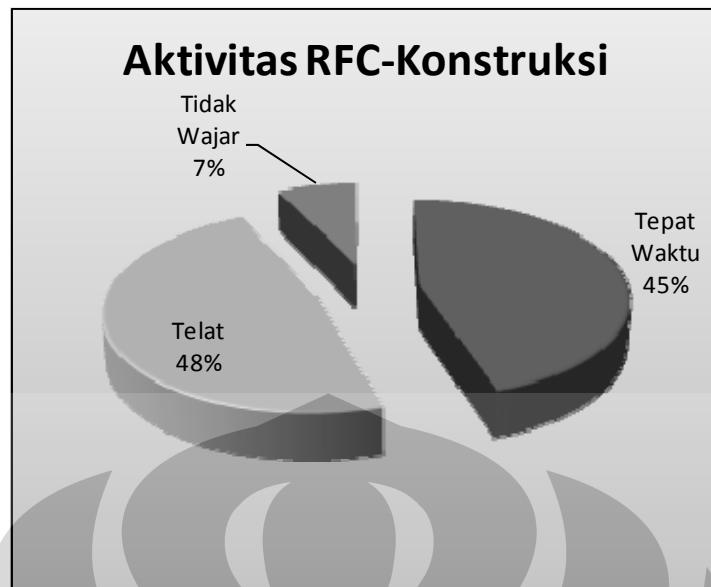
Faktor waktu yang dijadikan pertimbangan dalam analisis bagian ini adalah seberapa besar tingkat ketepatan metode *critical path* jika dibandingkan dengan durasi aktual yang terjadi pada sample pembangunan menara, yakni proyek yang dipesan pada bulan Juni-Desember 2007.

Total durasi pembangunan menara dengan menggunakan pendekatan metode *critical path* membutuhkan waktu sebesar 207 hari. Total durasi ini sudah termasuk *allowance* dan *safety* waktu didalamnya sehingga tidak ada penambahan waktu untuk mengatasi keterlambatan yang terjadi sehingga tidak dapat mentolerir keterlambatan yang terjadi.

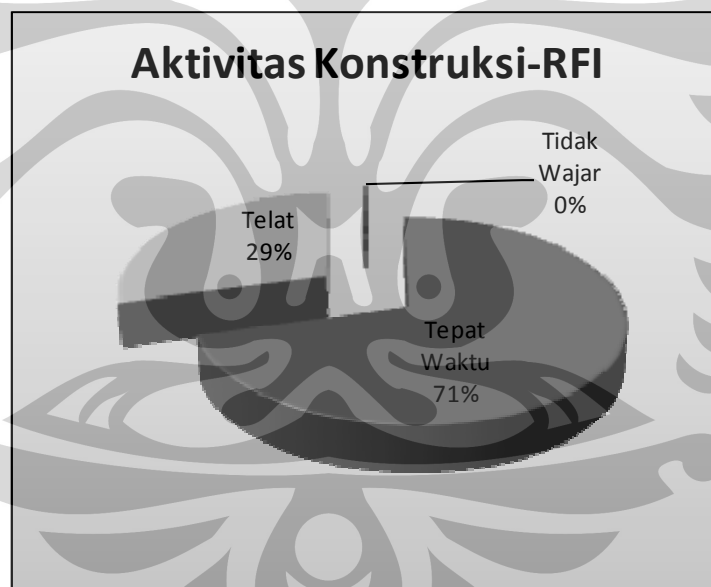
Berdasarkan *performance report* yang dilakukan dengan pendekatan penjadwalan *critical path* yaitu *time slip* dan SPI, maka dihasilkan beberapa perbandingan sebagai berikut.



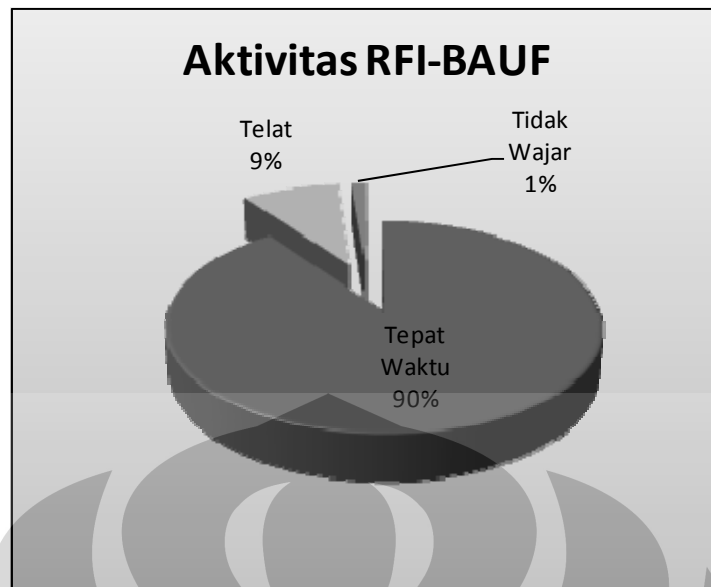
Gambar 4.14 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas PO-RFC Metode *Critical Path*



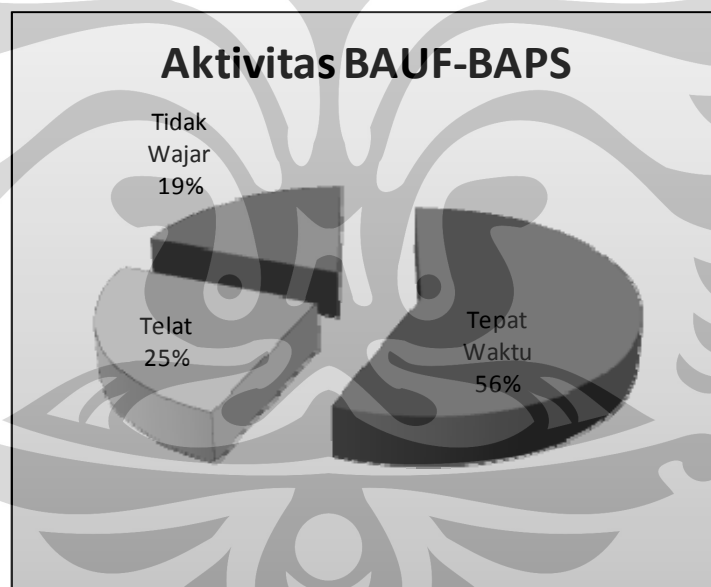
Gambar 4.15 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas RFC-Konstruksi Metode *Critical Path*



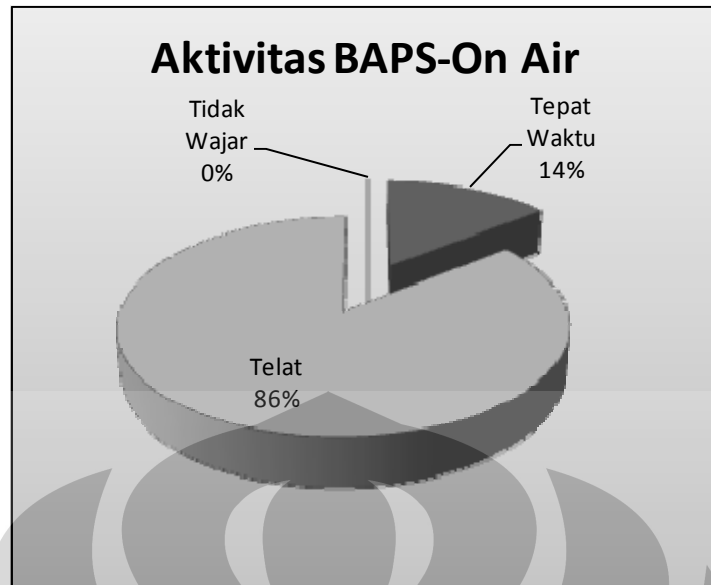
Gambar 4.16 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas Konstruksi-RFI Metode *Critical Path*



Gambar 4.17 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas RFI-BAUF Metode *Critical Path*



Gambar 4.18 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas BAUF-BAPS Metode *Critical Path*



Gambar 4.19 Diagram Pie Kombinasi Pada Aktivitas BAPS-On Air Metode *Critical Path*



Gambar 4.20 Diagram Pie Kombinasi Pada Total Pembangunan Metode *Critical Path*

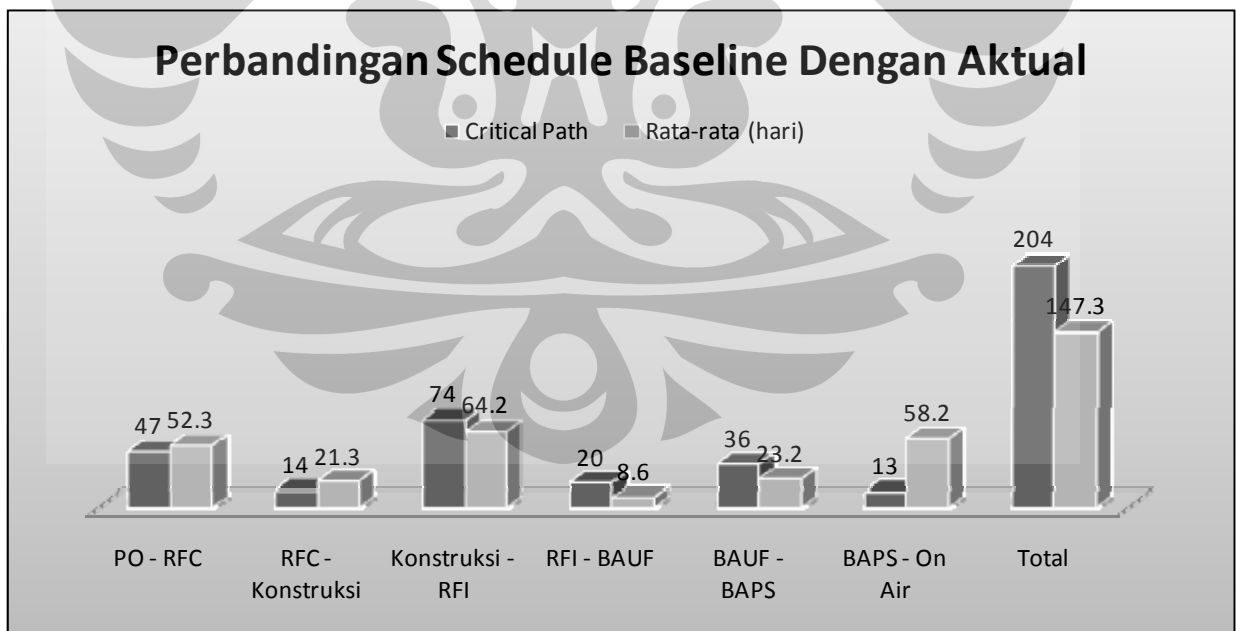
Berdasarkan kesimpulan pada *performance report* untuk metode *critical path* yang ditampilkan dalam bentuk diagram *pie* diatas maka terdapat tiga tahap aktivitas yang mempunyai kombinasi telat lebih besar dibanding dengan yang lain. Tahap-tahap aktivitas tersebut adalah aktivitas PO-RFC, aktivitas RFC-Konstruksi dan aktivitas BAPS-On Air dengan persentase telatnya berturut-turut

Universitas Indonesia

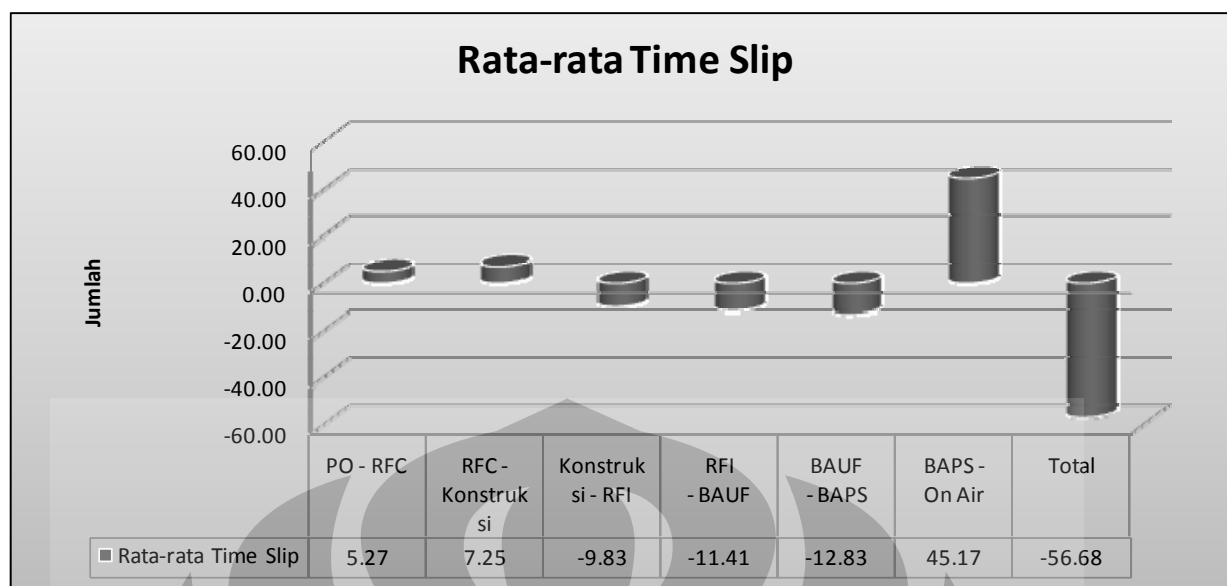
sebesar 64%, 48%, dan 86%. Persentase tersebut dihasilkan oleh jumlah telat yang terjadi sebesar 351 buah, 262 buah dan 108 buah berturut-turut untuk aktivitas PO-RFC, aktivitas RFC-Konstruksi dan aktivitas BAPS-On Air.

Selain aktivitas-aktivitas tersebut terdapat pula aktivitas yang mempunyai persentase telat lebih kecil dari yang lain. Aktivitas-aktivitas tersebut adalah aktivitas konstruksi-RFI, aktivitas RFI-BAUF, dan aktivitas BAUF-BAPS dengan persentase telat berturut-turut sebesar 29%, 9%, dan 25%. Persentase tersebut disumbangkan oleh jumlah telat sebesar 121 buah, 36 buah, dan 31 buah. Dengan kombinasi dari dua kelompok aktivitas tersebut maka dihasilkan total durasi yang mempunyai persentase telat yang lebih kecil yakni hanya 25%, hal ini dikarenakan jumlah durasi aktivitas yang telat lebih sedikit dan dapat ditutupi oleh jumlah durasi aktivitas lebih cepat dari jadwal sehingga dihasilkan persentase durasi total yang lebih besar tepat waktu yakni mencapai 75%.

Pada *performance report* tersebut terdapat data yang tidak wajar, yang dimaksud dengan hal ini adalah terdapat data tanggal pada tahap-tahap tersebut yang lebih cepat dibandingkan dengan tanggal pada tahap sebelumnya. Sehingga durasi waktu yang terjadi adalah minus.



Gambar 4.21 Diagram Perbandingan *Schedule Baseline Critical Path* Dengan Rata-Rata Durasi Aktual



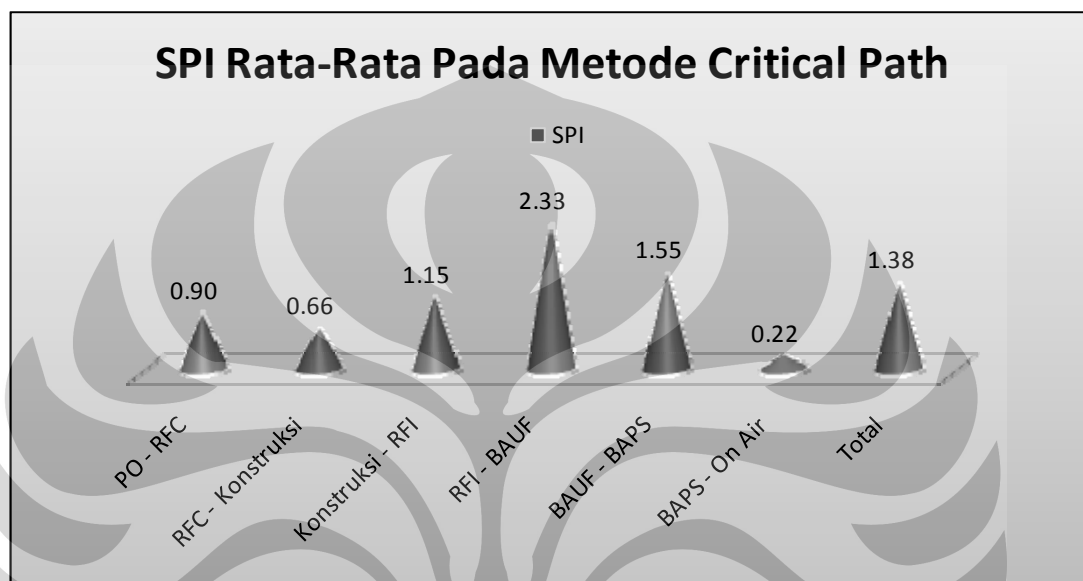
Gambar 4.22 Diagram Rata-Rata *Time slip* Pada Metode *Critical Path*

Jika dilihat perbandingan antara *schedule baseline* pada metode *critical path* dengan rata-rata durasi aktual yang terjadi maka dapat disimpulkan tingkat keakuratan metode ini. Dari enam aktivitas yang dilakukan pada pembangunan menara jika dicocokkan dengan penjadwalan metode ini maka terdapat tiga aktivitas yang rata-rata durasi aktualnya lebih besar dari *schedule baseline* yakni aktivitas PO-RFC, aktivitas RFC-Konstruksi, dan aktivitas BAPS-On Air. Perbedaan atau *time slip* pada durasi aktivitas tersebut mencapai 5,27 hari, 7,25 hari, dan 45,17 hari. Aktivitas BAPS-On Air mempunyai delta durasi yang terbesar pada bagian ini yakni mencapai 45,17 hari karena berdasarkan *schedule baseline* aktivitas ini hanya berdurasi 13 hari sedangkan durasi rata-rata aktual yang terjadi mencapai 58,2 hari. Sehingga akurasi pada penjadwalan ini di aktivitas BAPS-On Air sangat kecil.

Pada tiga aktivitas yang lain seperti aktivitas Konstruksi-RFI, aktivitas RFI-BAUF, dan aktivitas BAUF-BAPS memiliki durasi penjadwalan dengan metode *critical path* yang lebih besar dari pada rata-rata durasi aktual yang terjadi. Perbedaan itu berturut-turut sebesar -9,83 hari, -11,41 hari, dan -12,83 hari. Tetapi tidak ada perbedaan yang cukup ekstrim pada tiga aktivitas ini. Sedangkan total durasi rata-rata aktual yang terjadi itu lebih kecil dengan total durasi penjadwalan yakni hanya 147,3 hari sehingga membuat perbedaan -56,68 hari. Dapat dikatakan

perbedaan ini cukup ekstrim sehingga total akurasinya dapat dikatakan tidak cukup baik.

Pada perbedaan yang terjadi peneliti menggunakan dua kelompok angka yakni positif dan negatif. Hal ini dilakukan untuk membedakan mana durasi yang berlebih dan mana durasi yang lebih singkat, tentu saja positif untuk durasi yang berlebih dan negatif untuk yang lebih singkat.



Gambar 4.23 Diagram SPI Rata-Rata Pada Metode *Critical Path*

Pada diagram SPI rata-rata dengan menggunakan metode *critical path* dapat dilihat terdapat tiga aktivitas yang memiliki SPI lebih kecil dari satu atau mempunyai durasi lebih lama dari *schedule baseline*. Tiga aktivitas tersebut adalah aktivitas PO-RFC, aktivitas RFC-Konstruksi, dan aktivitas BAPS-On Air dengan SPI sebesar 0,9; 0,66; dan 0,22. Tetapi hanya aktivitas BAPS-On Air yang memiliki perbedaan SPI lebih besar 0,5 dari angka standar yaitu 1. Sehingga aktivitas ini perlu mendapat perhatian lebih pada penjadwalannya.

Sedangkan pada aktivitas yang lain memiliki SPI lebih besar dari satu yang artinya memiliki durasi lebih kecil dari standar sehingga dapat dikatakan baik. Aktivitas-aktivitas ini adalah aktivitas Konstruksi-RFI, aktivitas RFI-BAUF, dan aktivitas BAUF-BAPS dengan SPI sebesar 1,15; 2,33; dan 1,55. Jika dilihat maka terdapat dua aktivitas yang lebih besar 0,5 dari angka SPI standar yaitu aktivitas RFI-BAUF dan aktivitas BAUF-BAPS sehingga dua aktivitas ini perlu

mendapat perhatian lebih pada penjadwalannya. Pada total durasi mempunyai SPI yang baik yaitu 1,38 berarti total durasi pada penjadwalan ini dapat dikatakan masih cukup baik karena tidak berbeda lebih besar 0,5 dari angka standar yaitu 1.

4.2.1.3. Biaya

Penggunaan metode *critical path* pada penjadwalan di perusahaan tidak membuat perbedaan dari segi biaya, hal ini dapat terjadi dikarenakan pihak perusahaan menggunakan jasa pihak ketiga atau kontraktor dalam pembangunan menara mulai dari tahap pencarian lahan, penyediaan material, pengiriman material, sampai pembangunan menara secara fisik sehingga meskipun dengan penggunaan metode ini akan terdapat perbedaan durasi hari pembangunan menara. Perjanjian dalam penggunaan jasa pihak ketiga ini berdasarkan kejadian yang terjadi atau perpembangunan menara bukan pada berapa hari yang dibutuhkan dalam pembangunan menara, sehingga walaupun akan terjadi perbedaan durasi maka biaya perjanjiannya tidak berubah. Metode ini sudah digunakan oleh perusahaan sehingga mungkin perusahaan tidak membutuhkan pelatihan lagi, sehingga biaya investasi untuk pelatihan mungkin tidak perlu dikeluarkan.

4.2.2. General

Metode *critical path* selain dilihat dari segi *triple constrain* juga dilihat secara *general* atau umum. Terdapat tiga kategori dalam hal ini yaitu *input*, proses, dan *output*. Yang termasuk kategori *input* adalah segala sesuatu masukan atau yang dibutuhkan dalam pembuatan penjadwalan dengan metode *critical path*. Untuk kategori proses adalah usaha yang dibutuhkan atau dilakukan untuk mengolah dan memproses *input* dalam menghasilkan penjadwalan dalam metode *critical path*. Sedangkan *output* adalah hasil dari ini semua yaitu penjadwalan.

4.2.2.1. Input

Pembuatan penjadwalan dengan menggunakan metode *critical path* membutuhkan beberapa data atau masukan yang terpenting seperti atribut aktivitas, keterkaitan antar aktivitas, estimasi durasi. Pada metode *critical path* estimasi durasi kegiatan yang digunakan mengadopsi tingkat ketepatan mencapai 95%, sehingga biasanya para pembuat estimasi memasukan *safety* waktu dan *allowance* dalam estimasi yang dibuatnya. Perilaku ini sudah menjadi pola di

Universitas Indonesia

dalam diri orang tersebut sehingga akan mempermudah dalam memperoleh data estimasi. Selain itu pihak perusahaan sudah menggunakan metode ini sebelumnya sehingga sudah berpengalaman dan tidak memerlukan pelatihan intensif mengenai penjadwalan dengan metode *critical path*.

Selain data masukan yang dibutuhkan pada pembuatan penjadwalan adalah perangkat lunak untuk mempermudah perhitungan karena proses pembangunan menara terdiri dari seratus dua puluh enam aktivitas. Karena metode penjadwalan *critical path* sudah lama berkembang dan lebih sering digunakan maka perangkat lunak yang dapat tersedia lebih banyak. Sekarang ini perusahaan menggunakan *Microsoft Project* dalam membuat penjadwalan, sehingga tidak diperlukan lagi investasi untuk alat bantu perangkat lunak.

4.2.2.2. Proses

Setelah semua data dan kebutuhan akan pembuatan penjadwalan terpenuhi maka dapat langsung dilakukan proses pembuatan penjadwalan. Pembuatan penjadwalan dengan pendekatan *critical path* membutuhkan beberapa proses seperti pengurutan aktivitas dengan *network diagram* berdasarkan hubungan keterkaitan antar aktivitas, setelah itu dilakukan perhitungan *slack* waktu untuk mengetahui jalur kritis yang terbentuk sehingga akan terlihat total durasi dan *schedule baseline* pada masing-masing tahap atau aktivitas. Berdasarkan proses ini maka dapat dikatakan penjadwalan dengan menggunakan metode *critical path* lebih sedikit proses yang dilakukan dalam pembuatan penjadwalan. Sedangkan dalam fleksibilitas proses metode ini juga dapat menggunakan *schedule model data* dalam mempermudah perhitungan, sehingga metode ini dapat dikatakan cukup fleksibel dalam proses perhitungannya.

4.2.2.3. Output

Hasil penjadwalan pada metode *critical path* tidak terdapat metode khusus dalam melakukan pengawasan atau kontrol. Sehingga harus melakukan pengawasan satu persatu aktivitas mana yang telah melebihi durasi yang dibuat dan bagaimana menanganinya. Sehingga output yang dihasilkan tidak praktis dan sulit dalam melakukan pengawasan proyek karena pengawasan dilakukan secara konvensional.

4.3. Perbandingan Metode *Critical Chain* Dengan Metode *Critical Path*

Untuk dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dua metode penjadwalan pada proyek pembangunan menara maka peneliti harus membandingkan metode *critical chain* dengan metode *critical path* berdasarkan faktor-faktor *triple constraint* dan faktor-faktor umum. Analisis berdasarkan faktor-faktor tersebut telah dilakukan pada subbab sebelumnya, sehingga pada bagian ini akan dilakukan perbandingan analisis tersebut untuk melihat metode paling cocok pada perusahaan.

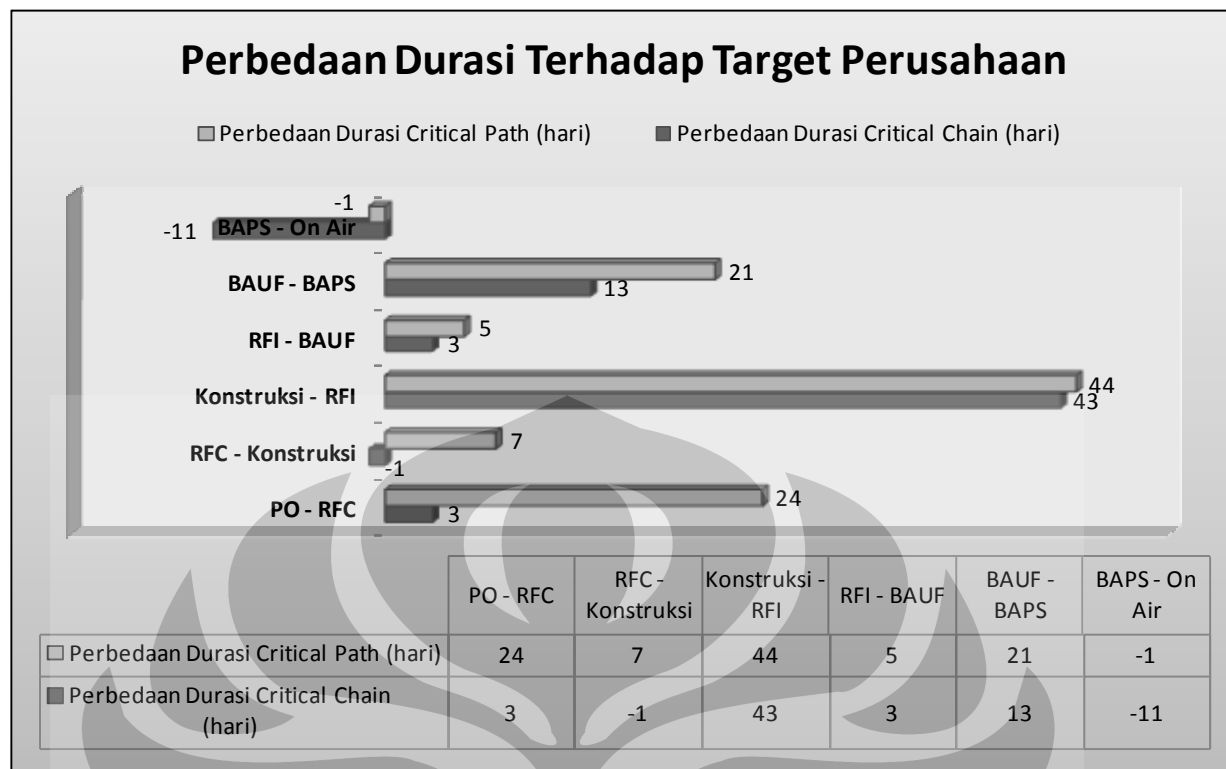
4.3.1. *Triple Constraint*

Untuk mendapatkan kualitas yang baik pada manajemen proyek maka perlu dihasilkan kombinasi terhadap tiga hambatan utama (*triple constraint*) yaitu ruang lingkup, waktu dan biaya. Sehingga dengan melihat analisis dua metode berdasarkan faktor-faktor itu maka akan dihasilkan metode yang paling cocok dengan perusahaan dan sejalan dengan prinsip kualitas pada manajemen proyek.

4.3.1.1. Ruang lingkup

Faktor ruang lingkup merupakan layanan dalam membangun menara sehingga sangat erat kaitannya dengan *delivery* waktu atau target waktu pelayanan pembangunan perusahaan. Oleh karena itu pada bagian ini peneliti akan melihat kedua metode penjadwalan berdasarkan perbedaan target waktu perusahaan pada tahap-tahap pembangunan menara.

Dari segi total durasi pada *schedule baseline* maka metode penjadwalan *critical chain* mempunyai total durasi yang lebih singkat dibanding metode penjadwalan *critical path* yaitu sebesar 154 hari sedangkan metode penjadwalan *critical path* mempunyai total durasi 204 hari. Sehingga perbedaan total durasi *schedule baseline* dengan total durasi target perusahaan yang lebih kecil adalah dengan metode penjadwalan *critical chain* yakni hanya berbeda 50 hari.



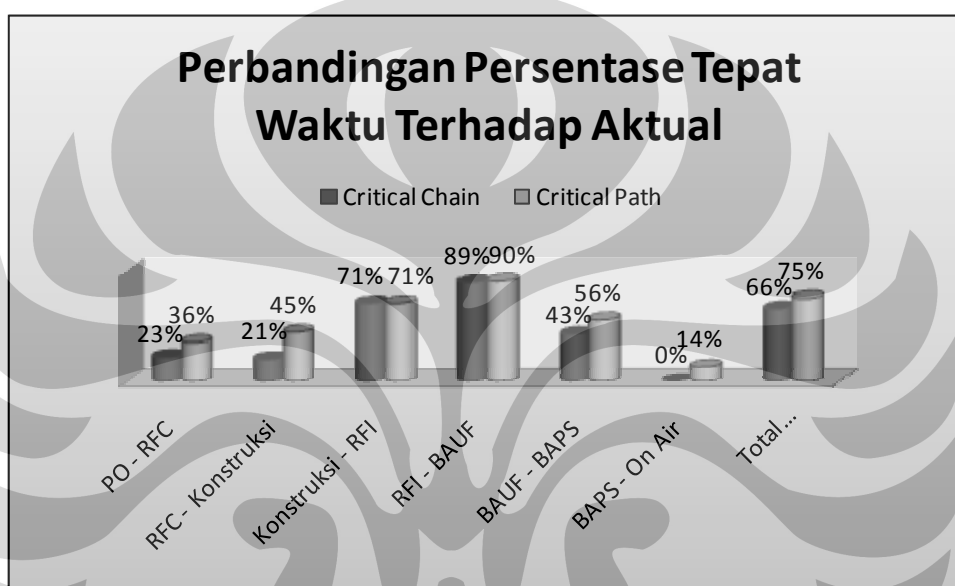
Gambar 4.24 Diagram Perbedaan Durasi Dua Metode Dengan Target Perusahaan

Perbedaan pada tiap-tiap tahap target perusahaan dengan dua metode penjadwalan dapat dilihat pada diagram diatas. Berdasarkan diagram tersebut dapat terlihat bahwa perbedaan durasi metode *critical chain* pada tiap tahap lebih sedikit dibandingkan metode *critical path* kecuali pada tahap aktivitas BAPS-On Air. Hal ini didukung dengan data rata-rata perbedaan durasi pada tiap tahap metode *critical chain* lebih kecil dibandingkan dengan metode *critical path* yaitu 8,33 hari sedangkan *critical path* 16,67 hari. Sehingga dapat disimpulkan metode penjadwalan *critical chain* lebih mendekati target perusahaan dan sejalan dengan keinginan perusahaan dalam memberikan penyelesaian pembangunan menara secepatnya.

4.3.1.2. Waktu

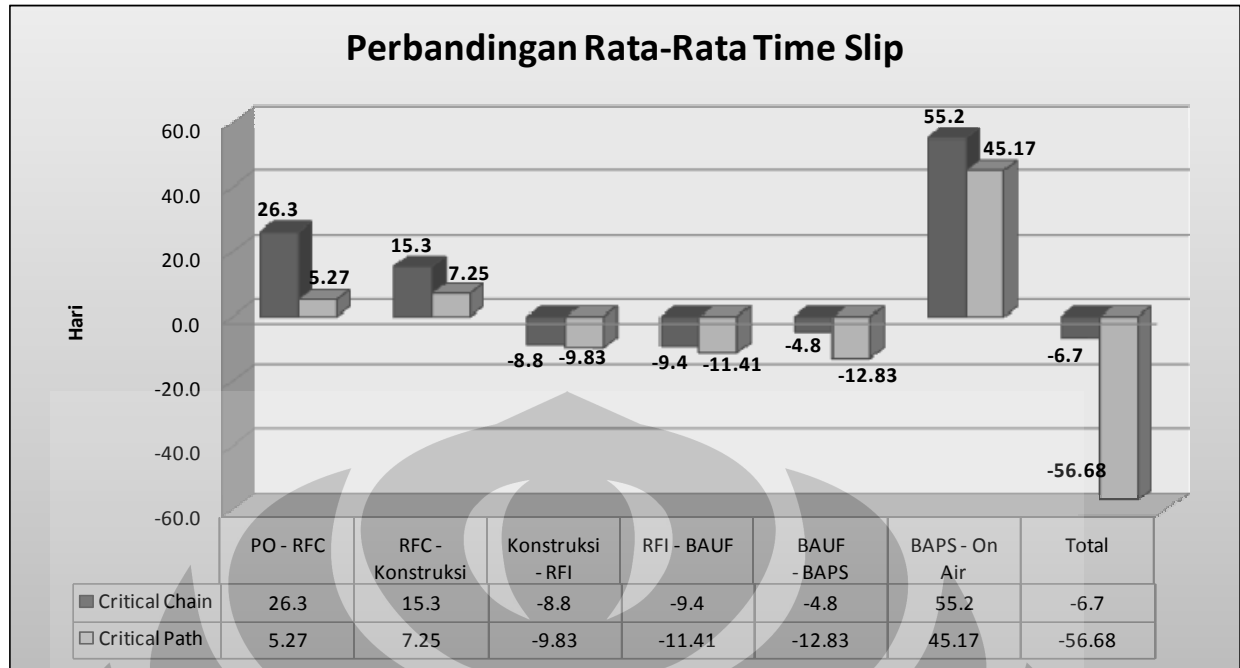
Pada faktor ini akan dibandingkan total durasi kedua metode dan perbandingan penjadwalan kedua metode dengan durasi aktual yang terjadi, sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan metode mana yang paling cocok untuk perusahaan.

Dari perbandingan total durasi dua metode penjadwalan, metode *critical chain* mempunyai durasi lebih singkat yaitu maksimal berdurasi 197,75 hari kerja tetapi jika tidak terjadi keterlambatan pada tiap aktivitas maka durasi hanya mencapai 137,5 hari kerja. Sedangkan untuk metode penjadwalan *critical path* mempunyai durasi sebesar 207 hari. Berdasarkan ini maka total durasi *critical chain* jauh lebih singkat dibandingkan dengan *critical path* sehingga lebih dapat mengakomodir keinginan perusahaan untuk dapat menyelesaikan pembangunan menara secepatnya.



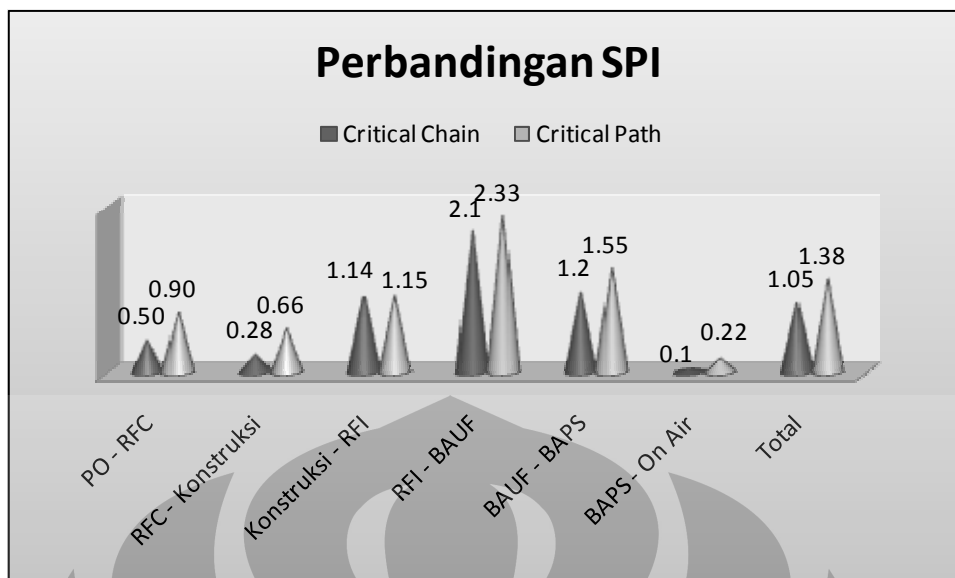
Gambar 4.25 Diagram Perbandingan Persentase Tepat Waktu Dua Metode

Jika dibandingkan durasi dua metode penjadwalan dengan durasi aktual yang terjadi maka akan terlihat seperti pada gambar di atas. Dari gambar itu maka persentase penjadwalan yang tepat waktu dengan menggunakan metode *critical path* lebih besar pada hampir semua tahap aktivitas hanya pada tahap Konstruksi-RFI keduanya mempunyai persentase yang sama. Hal ini juga berlaku untuk total durasi yang terjadi, total durasi untuk *critical path* lebih besar persentase tepat waktunya. Berdasarkan itu semua maka tingkat akurasi durasi metode *critical path* terhadap aktual lebih baik dibandingkan dengan *critical chain*.



Gambar 4.26 Diagram Perbandingan Rata-rata *Time slip* Dua Metode

Untuk melihat akurasi penjadwalan dapat juga dengan menggunakan teknik *time slip* pada tahap-tahap *schedule baseline* dibandingkan dengan aktual yang terjadi. Maka berdasarkan teknik itu didapatlah diagram diatas, dari diagram tersebut dapat terlihat besar *time slip* yang terjadi pada tiap tahap untuk kedua metode. Karena pada tiap tahap perbandingan antara dua metode tersebut berbeda-beda dan tidak ada yang mendominasi maka peneliti melakukan perhitungan rata-rata pada perbedaan durasi secara mutlak untuk menentukan metode mana yang lebih baik. Berdasarkan rata-rata *time slip* yang dibuat metode *critical chain* dapat dibilang lebih baik dalam akurasi karena memiliki rata-rata *time slip* yang lebih sedikit simpangannya dengan angka 0 yakni 18,1 hari sedangkan metode *critical path* memiliki rata-rata *time slip* 21,2 hari.



Gambar 4.27 Diagram Perbandingan SPI Dua Metode

Sama seperti *time slip*, SPI juga dapat dijadikan indikator dalam melihat akurasi metode penjadwalan. Pada diagram perbandingan belum dapat ditentukan metode mana yang terbaik berdasarkan nilai SPI. Sedangkan dari diagram diatas metode *critical path* mempunyai SPI yang lebih besar dari *critical chain*, tetapi itu tidak menjamin lebih baik karena nilai SPI yang terbaik adalah 1 bukan yang lebih besar. Untuk itu maka peneliti melakukan pendekatan rata-rata pada nilai SPI untuk kedua metode. Nilai rata-rata SPI untuk metode *critical chain* adalah 0,9 sedangkan untuk metode *critical path* sebesar 1,17. Berdasarkan nilai tersebut maka metode *critical chain* lebih baik berdasarkan pendekatan SPI karena nilai SPI rata-rata yang didapat lebih kecil simpangannya terhadap nilai standar 1.

4.3.1.3. Biaya

Karena perusahaan menggunakan jasa pihak ketiga dalam proses pembangunan menara mulai dari pembebasan lahan sampai pembangunan maka penerapan kedua metode ini tidak berpengaruh dari segi biaya, hal ini dikarenakan perjanjian yang dibuat dengan pihak ketiga dibayar berdasarkan per jumlah tower yang dibangun bukan berdasarkan durasi yang dilakukan. Sehingga dari segi biaya dapat disimpulkan kedua metode sama baiknya.

4.3.2. General

Selain melihat dari *triple constraint* kedua metode akan bandingkan berdasarkan sudut pandang secara umum yaitu faktor *input*, proses, dan *output*. Sehingga akan didapat kelebihan dan kekurangan dua metode dari faktor *input*, proses, dan *output* yang lebih baik, lebih mudah, dan lebih menguntungkan bagi perusahaan.

4.3.2.1. Input

Masukan yang dibutuhkan untuk pembuatan penjadwalan pada kedua metode membutuhkan data yang hampir sama, hanya berbeda pada pengestimasi durasi aktivitas. Jika menggunakan *critical chain* data estimasi durasi aktivitas berbeda dengan yang biasa yaitu estimasi durasi tanpa adanya *allowance* dan *safety* waktu sehingga proses pengumpulan data ini lebih sukar terutama dalam merubah pola pikir pembuat estimasi.

Selain data kedua metode ini juga berbeda pada alat bantu pembuatan penjadwalan, karena metode *critical chain* tidak dapat dijalankan dengan perangkat lunak *Microsoft Project* yang sudah digunakan, sehingga perusahaan harus mengadopsi perangkat lunak lain maka dibutuhkan lagi investasi, pelatihan, dan adaptasi untuk perangkat lunak baru ini.

Sehingga dapat disimpulkan jika menggunakan metode *critical path* akan lebih mudah bagi perusahaan terutama pada factor input, karena data dan alat bantu yang dibutuhkan sudah tersedia.

4.3.2.2. Proses

Proses yang dijalankan pada kedua metode ini hampir sama tetapi terdapat tambahan proses yang harus dilakukan jika menggunakan metode *critical chain*. Selain proses pembuatan *network diagram* untuk menghitung *slack* waktu dan penentuan jalur kritis pada metode *critical chain* juga dilakukan perhitungan durasi *project buffer* dan *feeding buffer* yang artinya metode ini mempunyai proses yang lebih panjang dan lebih rumit. Berdasarkan itu maka peneliti menyimpulkan bahwa pengadopsian metode *critical chain* akan lebih menyulitkan perusahaan dalam proses pembuatan penjadwalan, sehingga perusahaan lebih cocok untuk menggunakan metode *critical path*.

4.3.2.3. *Output*

Hasil keluaran yang dihasilkan pada metode *critical chain* selain penjadwalan juga terdapat *buffer management* yang berguna dan mempermudah dalam proses pengawasan dan kontrol proyek. Sehingga metode *critical chain* mempunyai nilai lebih bagi perusahaan dalam mengontrol proyek yang selama ini sangat sering terjadi keterlambatan. Maka dari segi *output* yang dihasilkan metode *critical chain* lebih cocok dan dapat mengatasi permasalahan keterlambatan bagi perusahaan.



5. KESIMPULAN

Kesimpulan analisis perbandingan dua metode penjadwalan berdasarkan sudut pandang *triple constraint* yang merupakan faktor penentu kualitas suatu proyek seperti Ruang lingkup, Waktu serta biaya dan berdasarkan sudut pandang secara umum seperti *input*, proses dan *output* untuk melihat penggunaan metode tersebut pada perusahaan adalah sebagai berikut

Faktor-faktor pada *critical chain* berdasarkan kriteria penilaian diatas yang memiliki keunggulan adalah

1. Faktor Ruang lingkup

Dari segi faktor ini metode *critical chain* lebih mempunyai keunggulan karena mempunyai total durasi *schedule baseline* yang lebih singkat yakni 154 hari dibanding metode *critical path* yakni 204 hari serta mempunyai perbedaan dengan target durasi perusahaan yang lebih rendah dibanding metode *critical path*.

2. Faktor Waktu

Dari segi faktor waktu metode *critical chain* lebih mempunyai keunggulan karena total durasi keseluruhan lebih singkat yakni 197,75 hari dibanding metode *critical path* dengan 207 hari, sedangkan rata-rata *time slip* dan rata-rata SPI metode ini lebih rendah yaitu 18,1 hari dan 0,9 hari dibanding metode *critical path* dengan 21,2 hari dan 1,17 hari.

3. Faktor Output

Dari segi faktor *output* metode *critical chain* lebih mempunyai keunggulan karena tambahan *output* yang dihasilkan yakni *buffer management* sangat membantu dalam proses pengawasan dan kontrol proyek sedangkan metode *critical path* tidak terdapat hal seperti ini.

Faktor-faktor pada *critical path* berdasarkan kriteria penilaian diatas yang memiliki keunggulan adalah

1. Faktor *Input*

Dari segi faktor *input* metode *critical path* lebih mempunyai keunggulan karena data yang dibutuhkan dalam pembuatan penjadwalan lebih sedikit dan mudah diperoleh yaitu data estimasi dengan ketepatan mencapai 95%, selain itu metode ini juga dapat menggunakan perangkat lunak yang biasa tersedia diperusahaan.

2. Faktor Proses

Dari segi faktor proses metode *critical path* lebih mempunyai keunggulan karena proses yang diperlukan dalam penjadwalan metode ini lebih sedikit dan mudah dilakukan dikarenakan tanpa perlu membuat perhitungan *project buffer* dan *feeding buffer*.

Untuk faktor biaya kedua metode mempunyai kedudukan yang sama karena penggunaan kedua metode ini tidak akan mempengaruhi biaya pembangunan menara.

Berdasarkan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa metode *critical chain* mempunyai faktor keunggulan yang lebih banyak dari pada *critical path* yaitu tiga dari tujuh faktor kriteria penilaian. Dimana faktor ruang lingkup, waktu, dan *Output* lebih unggul dibandingkan metode *critical path*.

DAFTAR REFERENSI

- A. Kalton, H. Robinson, R. Richards, *Enhanced Critical Chain Project Management via Advanced Planning & Scheduling Technology*, PMICOS 2007 Annual Conference.
- Antonio Prensa, *Management Institute Puerto Rico*, 2002.
- B.Y. Iskandar, *Perkembangan Telekomunikasi Indonesia*, 2007.
- C. Hendrickson, *Project Management for Construction*, Prentice Hall, Pittsburgh, 2000.
- C.R. Cook, *Just Enough Project Management*, McGraw-Hill, US, 2005.
- C. Schwindt, *Resource Allocation in Project Management*, Springer, Berlin, 2005.
- Critical chain Concept, Scitor Corporation
- E.M. Goldratt, *Critical Chain*, North River Press, Great Barrington, 1997.
- G.I. Kendall, G. Pitagorsky and D. Hulett, "Integrating Critical Chain and the PMBOK® Guide", International Institute for Learning, Inc, 2001.
- H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Kontrolling, Eighth Edition*, John Wiley & Sons, Canada, 2003.
- H. Steyn, *Project management application of the theory of constraint beyond critical chain scheduling*, International Journal of Project Management 20, Elsevier Science, 2002.
- J.B. Yang, *How the Critical Chain Scheduling Method is Working for Construction*, Cost Engineering, April 2007.
- J. Charvat, *Project management Nation: Tools, Techniques, and Goals for The New and Practicing IT Project Manager*, John Wiley & Sons, New York, 2002.
- J. Westland, *The Project Management Life Cycle*, Kogan Page, London, 2006.
- J.P. Lewis, *Fundamentals of project management*, AMACOM, New York, 2007.
- K.M. Djawahir, *Belajar Jurusan-jurusan CEO yang Optimistis*, 2008, <www.Majalahswa.com>, (last update 24 Jan 2008, accessed 10 Mar 2008)
- Lockyer, Keith dan James Gordon, *Project Management and Project Network Techniques Sixth Edition*, 1996.

- Lawrence P. Leach, *Critical chain project management*, ARTECH HOUSE, INC. Londond, 2005.
- Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge 3rd edition*, Project Management Institute, 2004.
- Steven D. Eppinger, *Massachusetts Institute of technology*, 2003
- Taha, A. Hamdy, *Operation Research: An Introduction Seventh Edition*, Prentice Hall, New Jersey, 2003.
- T. Raz, R. Barnes, D. Dvir, “A Critical Look at Critical Chain Project Management”, in *Project Management Journal*, ABI/INFORM Global, 2003.
- T.G. Lechler, B. Romen, E.A. Stohr, *Critical chain: A New Project Management Paradigm or Old Wine in New Bottle?*, Engineering Management Journal, Dec 2007.
- T. Cooke, Davies, *The real success factors on project*, International journal of project management, Elsevier Science, 2002.
- Youth Policy and Programs, *Project Management T-Kit*, Council of Europe and European Commission, Europe, 2000.