



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK FIBER OPTIK
TELEKOMUNIKASI DENGAN METODE *CRITICAL CHAIN***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

INDRA LAKSAMANA

0906603985

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
DESEMBER 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Indra Laksamana

NPM : 0906603985

Tanda Tangan :



Tanggal : 29 Desember 2011

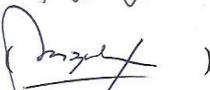
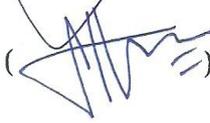
HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Indra Laksamana
NPM : 0906603985
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Analisis Penjadwalan Proyek Fiber Optik Telekomunikasi dengan Metode *Critical Chain*

Telah siap untuk dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diajukan sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. M. Dachyar, M.Sc. ()
Penguji : Ir. Yadrifil, M.Sc. ()
Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, M.Si. ()
Penguji : Ir. Amar Rahman, MEIM. ()
Penguji : Sumarsono, ST, M.Sc. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 19 Januari 2012

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik semesta alam dan penguasa atas segalanya yang telah memberikan rahmat dan hidayah-NYA dan junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi berjudul “**Analisis Penjadwalan Proyek Fiber Optik Telekomunikasi dengan Metode *Critical Chain*** ” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini penulis mendapat banyak bantuan, bimbingan dan dorongan dari semua pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Ir. M. Dachyar, MSc. selaku Dosen Pembimbing atas dukungan, masukan, motivasi dan bimbingannya dalam penyelesaian skripsi.
2. Ibu dan Papa serta Kakak dan Adikku yang selalu memberikan dorongan curahan kasih sayang, inspirasi hidup, bantuan dan do'a yang tulus.
3. Bapak Sudi Pranoto yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan data serta saran selama penulis melakukan penelitian dilapangan.
4. Pihak perusahaan yang telah memberikan informasi dalam skripsi ini.
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan dan karyawan di Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
6. Teman-teman kuliah seperjuangan : Machadi, Ervan, Ridwan, Hilal, Arif, Wegha, Dimas dan sahabat yang selalu memberikan dukungan, dorongan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini tidak lepas dari kekurangan, maka kritik dan saran sangat penulis harapkan, semoga sebuah karya ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Depok, 29 Desember 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Indra Laksamana
NPM : 0906603985
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK FIBER OPTIK
TELEKOMUNIKASI DENGAN METODE *CRITICAL CHAIN***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 19 Januari 2012

Yang Menyatakan



(Indra Laksamana)

ABSTRAK

Nama : Indra Laksamana
NPM : 0906603985
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Analisis Penjadwalan Proyek Fiber Optik Telekomunikasi dengan Metode *Critical Chain*

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penjadwalan proyek fiber optik telekomunikasi bagi pihak manajemen proyek perusahaan dari penjadwalan yang telah ditetapkan dengan tujuan mengetahui seberapa cepat proyek dapat diselesaikan. Indikator-indikator yang digunakan untuk memperhitungkan seberapa cepat proyek dapat dilaksanakan adalah dengan hubungan keterkaitan antar pekerjaan, kendala sumber daya, waktu *safety*, perubahan durasi dengan 50% probabilitas, *project buffer* dan *feeding buffer*. Metode *critical chain* digunakan untuk menganalisis penjadwalan yang telah dibuat sebelumnya dengan metode *critical path* dan dampak kendala serta ketidakpastian terhadap waktu penyelesaian. Hasil dari pengembangan penjadwalan dengan *critical chain* didapat waktu penyelesaian proyek menjadi 98,25 hari kerja dari 107 hari kerja yang telah dinyatakan didalam kontrak kerja sebelumnya. Melalui hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa proyek dapat dipercepat.

Kata Kunci :

Analisis Penjadwalan Proyek, Manajemen Proyek, Telekomunikasi, *Critical Chain*

ABSTRACT

Name : Indra Laksamana
Study Program : Industrial Engineering
Program Studi : Teknik Industri
Title : Fiber Optic Telecommunication Project Scheduling
Analysis with Critical Chain Method.

This study was conducted to analyze the fiber optic telecommunication project scheduling for the company project management division from a predetermined scheduling with the aim of knowing how fast the project can be completed. The indicators used to calculate how quickly the project can be implemented are the corresponding relationships between employment, resource constraints, time safety, changes in duration with 50% probability, project buffer and feeding buffers. The critical chain method used to analyze scheduling that have been made previously by the critical paths and the impact of constraints and uncertainties with respect to time of completion. The results of the development of critical chain scheduling with project completion time obtained a 98.25 working days from 107 days of work that has been stated in previous employment contract. Through the results of the analysis, it can be concluded that the project can be accelerated.

Key words :

Project Scheduling Analysis, Project Management, Telecommunication, Critical Chain.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Metodologi Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB 2 LANDASAN TEORI	10
2.1 Fiber Optik	10
2.1.1 Pengertian Fiber Optik	10
2.1.2 Perbandingan kabel Fiber Optik dan Kabel Tembaga	11
2.2 Definisi Proyek	12
2.2.1 Jenis-jenis Proyek	14
2.3 Manajemen Proyek	14
2.4 Manajemen Waktu Proyek	18
2.5 Metode <i>Critical Path</i>	19
2.6 Critical Chain Project Management	21
2.6.1 Definisi Critical Chain Project Management	22
2.6.2 Perbedaan Critical Chain dan Critical Path	23
2.6.3 Kebiasaan yang dihindari dalam penerapan Critical Chain	30
2.6.4 Elemen Kunci <i>Critical Chain</i>	31

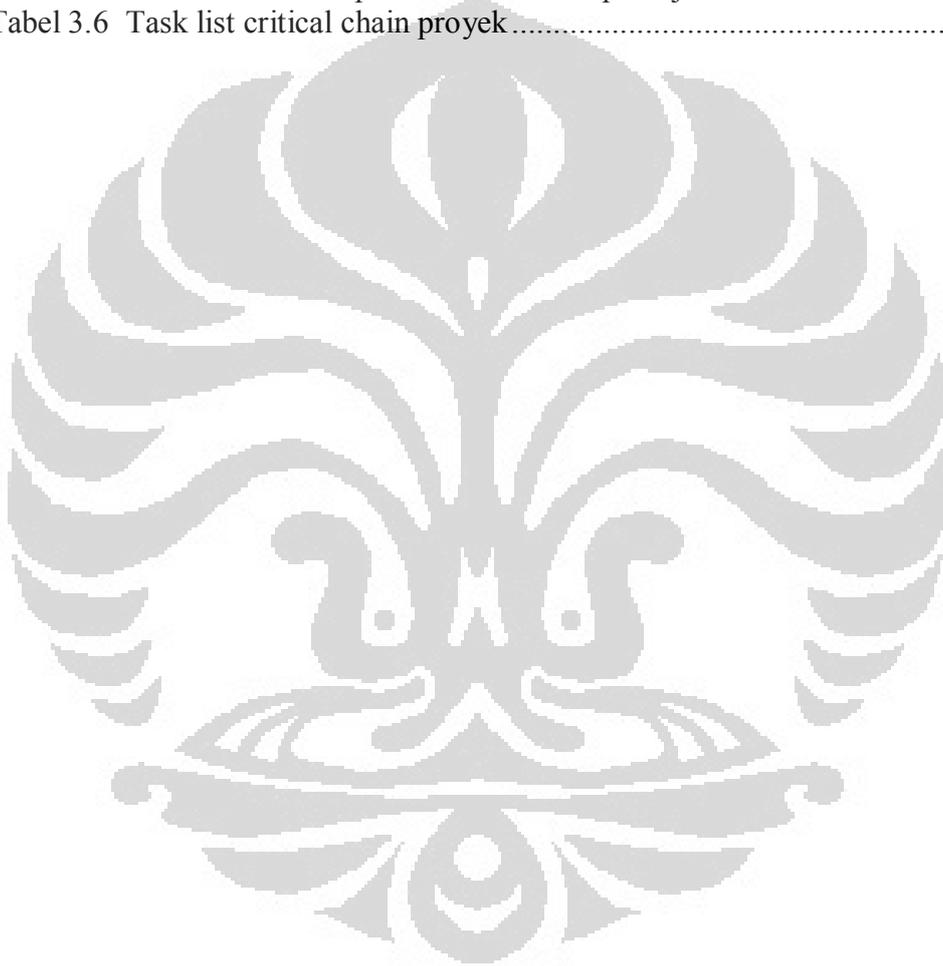
2.6.5	Manajemen Buffer	33
2.6.6	<i>Buffer</i>	34
2.6.7	Prosedur Penjadwalan <i>Critical Chain</i>	35
2.6.8	Implementasi <i>critical chain</i>	37
2.6.9	Tools atau Software yang digunakan dalam penjadwalan CCPM.....	37
BAB 3 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		39
3.1	Profil Perusahaan	39
3.1.1	Maksud dan Tujuan Perusahaan	40
3.1.2	Visi dan Misi Perusahaan.....	40
3.2	Organisasi Proyek	41
3.3.1	Lokasi Proyek.....	43
3.3.2	Waktu Proyek	45
3.3.3	Nilai Proyek.....	45
3.4	Perencanaan Proyek pada saat ini	45
3.4.1	Lingkup pekerjaan	45
3.4.2	Lingkup Pekerjaan yang di analisis (pendefinisian aktivitas)	46
3.4.3	Data penjadwalan Proyek.....	49
3.4.4	Perencanaan penjadwalan dengan metode <i>Critical Chain Method</i> ...	54
3.4.5	Pengendalian Proyek menggunakan metode CCPM.....	62
BAB 4 ANALISIS DATA		64
4.1	Analisis hasil penjadwalan Proyek.....	64
4.2	Analisis hasil penjadwalan <i>Critical Chain</i>	66
4.2.1	Hasil perubahan hubungan antar pekerjaan.....	66
4.2.2	Kendala sumber daya dan <i>buffer</i>	67
4.2.3	Analisis <i>buffer</i>	67
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	69
DAFTAR REFERENSI		70
LAMPIRAN		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jaringan Nusantara Super Highway Berbasis PALAPA RING.....	2
Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	7
Gambar 2.1 Sistem jaringan komunikasi fiber optik bawah laut internasional.....	11
Gambar 2.2 Kabel Fiber Optik.....	11
Gambar 2.3 Project Management Triangle.....	14
Gambar 2.4 Ilustrasi activity on node Metode Critical Path.....	21
Gambar 2.5 Student Syndrom.....	30
Gambar 2.6 Parkinson's Law.....	31
Gambar 2.7 Manajemen <i>Buffer</i>	33
Gambar 2.8 Ilustrasi Penjadwalan <i>critical chain</i> dan <i>critical path</i>	36
Gambar 3.1 Sejarah berdirinya PT.INTI.....	39
Gambar 3.2 Struktur Organisasi Proyek.....	42
Gambar 3.3 Lokasi Proyek OSP-FO AKSES dan RMJ KALIMANTAN.....	44
Gambar 3.4 Ruang lingkup pekerjaan proyek.....	46
Gambar 3.3 Bar Chart konflik sumber daya.....	59
Gambar 3.4 Bar chart Feeding Buffer.....	62
Gambar 3.5 <i>Fever Chart</i> untuk penetrasi <i>buffer</i>	63
Gambar 4.1 Bar chart pekerjaan <i>overlapping</i>	65
Gambar 4.2 <i>Critical chain</i> pada proyek OSP-FO akses dan RMJ.....	68

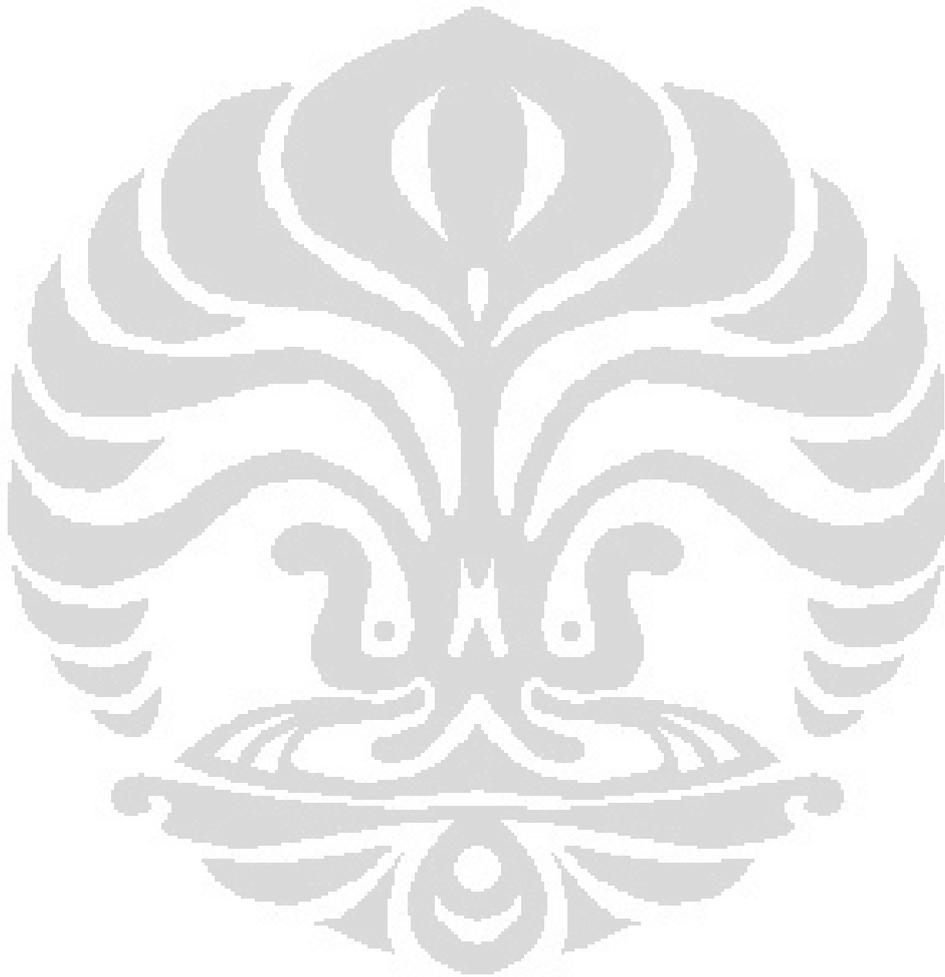
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemetaan bidang keilmuan Manajemen Proyek.....	17
Tabel 2.2 Perbedaan Critical Chain dan Critical Path.....	26
Tabel 3.1 Data hubungan keterkaitan pekerjaan <i>Critical Path</i>	50
Tabel 3.2 Data <i>Resource pool</i>	52
Tabel 3.3 Data <i>Slack</i> dari <i>Critical Path</i>	53
Tabel 3.4 Data hubungan keterkaitan dengan metode <i>Critical Chain</i>	55
Tabel 3.5. Data olahan 50% probabilitas waktu pekerjaan.....	57
Tabel 3.6 Task list critical chain proyek.....	60



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data penjadwalan proyek FO 2011	71
Lampiran 2 Data pengembangan jadwal CC.....	74



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang sangat pesat dewasa ini yang ditandai dengan meningkatnya pengguna jasa dibidang industri telekomunikasi serta meningkatnya kebutuhan kapasitas jalur media transmisi yang semakin besar dan handal (*broadband*) maka dibutuhkan pengembangan infrastruktur telekomunikasi yang terbaru. Indonesia sebagai salah satu negara dengan pertumbuhan pengguna telekomunikasi yang sangat tinggi menyadari arti pentingnya perkembangan teknologi telekomunikasi dalam persaingan global. Pada tahun 2010 Indonesia mengalami peningkatan peringkat dalam penggunaan ICT dari peringkat ke 67 menjadi peringkat ke 53 di taraf Internasional. Dengan pertumbuhan pengguna telekomunikasi mencapai 45 juta. Diperkirakan pertumbuhan investasi ICT di Indonesia akan mencapai Rp. 30, 2 triliun pada tahun 2014.

Sesuai rencana pemerintah melalui program Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) pada tahun 2011 akan mendorong investasi dibidang telematika meningkat dan juga meningkatkan penggunaan jaringan serat optik¹. Serat optik adalah media transmisi yang terbuat dari serat kaca dan plastik yang menggunakan bias cahaya dalam mentransmisikan data. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena mempunyai spektrum yang sangat sempit. Media transmisi fiber optik sudah menggantikan eranya media *copper* (tembaga) dengan alasan bahwa fiber optik memiliki kelebihan, yaitu : informasi ditransmisikan dengan kapasitas (*bandwidth*) yang tinggi, karena murni terbuat dari kaca dan plastik maka signal tidak terpengaruh pada gelombang elektromagnetik dan frekwensi radio. Sementara media tembaga dapat dipengaruhi oleh interferensi gelombang elektromagnetik dan media wireless dipengaruhi oleh frekwensi radio. Dengan kelebihan yang dimiliki ini maka fiber optik sudah banyak digunakan sebagai tulang punggung (*backbone*) jaringan

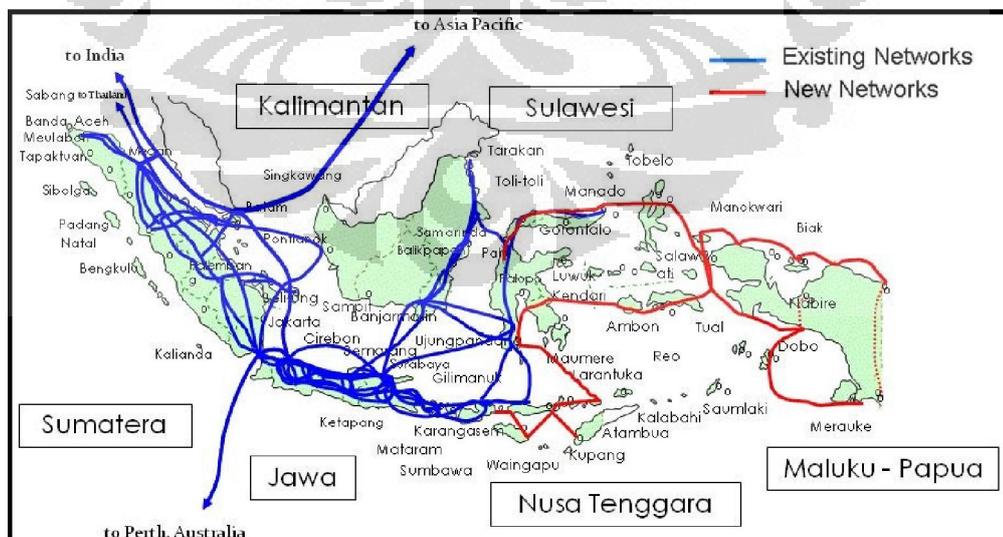
¹ Peraturan Presiden Republik Indonesia, “ Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia’ No.3,(2011)

telekomunikasi.

Salah satu operator Telekomunikasi di Indonesia berkomitmen membangun *backbone* fiber optik dengan nilai investasi Rp. 21 triliun. Komitmen ini tertuang dalam proyek ‘Nusantara Super Highway’ yang masih menggunakan konfigurasi PALAPA RING. Proyek ini bertujuan menghubungkan seluruh pulau di Indonesia dengan platform jaringan fiber optik.

Ke enam area dari ‘Nusantara Super Highway’ adalah sebagai berikut :

1. Area Sumatra : terbentang dari Banda Aceh hingga Bandar Lampung dengan panjang 9.981 Km; proyek terakhir berakhir
2. Area Jawa ; terbentang dari kota Merak hingga Banyuwangi dengan panjang 11.524 Km.
3. Area Kalimantan ; terbentang dari kota Pontianak hingga Tarakan dengan panjang 6.664 Km.
4. Area Sulawesi dan Maluku Utara ; terbentang dari Kota Makasar, Manado, Ternate ke Sanana. Dengan panjang 7.233 Km.
5. Area Bali dan Nusa Tenggara ; terbentang dari Kota Denpasar, Mataram, Kupang hingga Atambua dengan panjang 3.444 Km.
6. Area kepulauan Maluku dan Papua ; terbentang dari kota Ambon, Fak-fak, Sorong, Manokwari hingga Jayapura dengan panjang 8.254 Km.



Gambar 1.1 Jaringan Nusantara Super Highway Berbasis PALAPA RING

Proyek *backbone* fiber optik ini diharapkan selesai menyeluruh pada tahun 2014. Dengan demikian proyek *backbone* “Nusantara Super Highway” ini memiliki panjang tidak kurang dari 47.099 km terbentang dari Sumatera hingga Papua dan mencakup 421 kota/ *sub-district* atau 85% dari kota-kota yang ada di kecamatan².

Berdasarkan besarnya ukuran, luasnya ruang lingkup dan terbatasnya waktu pelaksanaan proyek serta dengan kendala-kendala pada masing-masing area yang berbeda-beda maka diperlukan manajemen proyek untuk mengelola proyek fiber optik telekomunikasi. Manajemen proyek bertujuan mengelola proyek berdasarkan siklus proyek agar dapat selesai dalam waktu dan biaya yang telah dianggarkan. Salah satu ciri dari proyek fiber optik telekomunikasi ini adalah bersifat berkesinambungan, sehingga antar proyek ada keterkaitannya dengan proyek berikutnya ataupun kelanjutan dari proyek selanjutnya. Untuk itu diperlukan suatu penjadwalan yang terpadu untuk mengendalikan proyek. Dan salah satu sifat dari proyek adalah peka terhadap perubahan, untuk itu diperlukan suatu analisis terhadap penjadwalan, analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kepekaan jadwal proyek terhadap perubahan-perubahan yang terjadi pada tahap pelaksanaan. Dalam bidang manajemen proyek dewasa ini berkembang suatu metode penjadwalan yang digunakan dalam menangani ketidakpastian (*uncertainty*) dan dampak negatif terhadap penyelesaian proyek serta melaksanakan proyek lain tanpa perlu menambahkan sumber daya. Metode ini dikenal dengan metode *Critical Chain Project Management*.

Critical Chain adalah suatu metode untuk merancang dan mengatur proyek yang menitikberatkan pada kebutuhan sumber daya untuk melaksanakan proyek, untuk itu *Critical Chain* telah diposisikan berbeda dengan metode *Critical Path* dan PERT, yang menitikberatkan pada perintah kerja dan penjadwalan yang kaku. *Critical chain* diperkenalkan oleh Eli Goldratt (Goldratt, 1997)³.

Dalam pengaruhnya didalam ilmu manajemen proyek *Critical Chain* dapat didefinisikan sebagai berikut “Banyak penulis melihat *Critical Chain* sebagai suatu terobosan yang sangat penting dalam manajemen proyek sejak diperkenalkannya

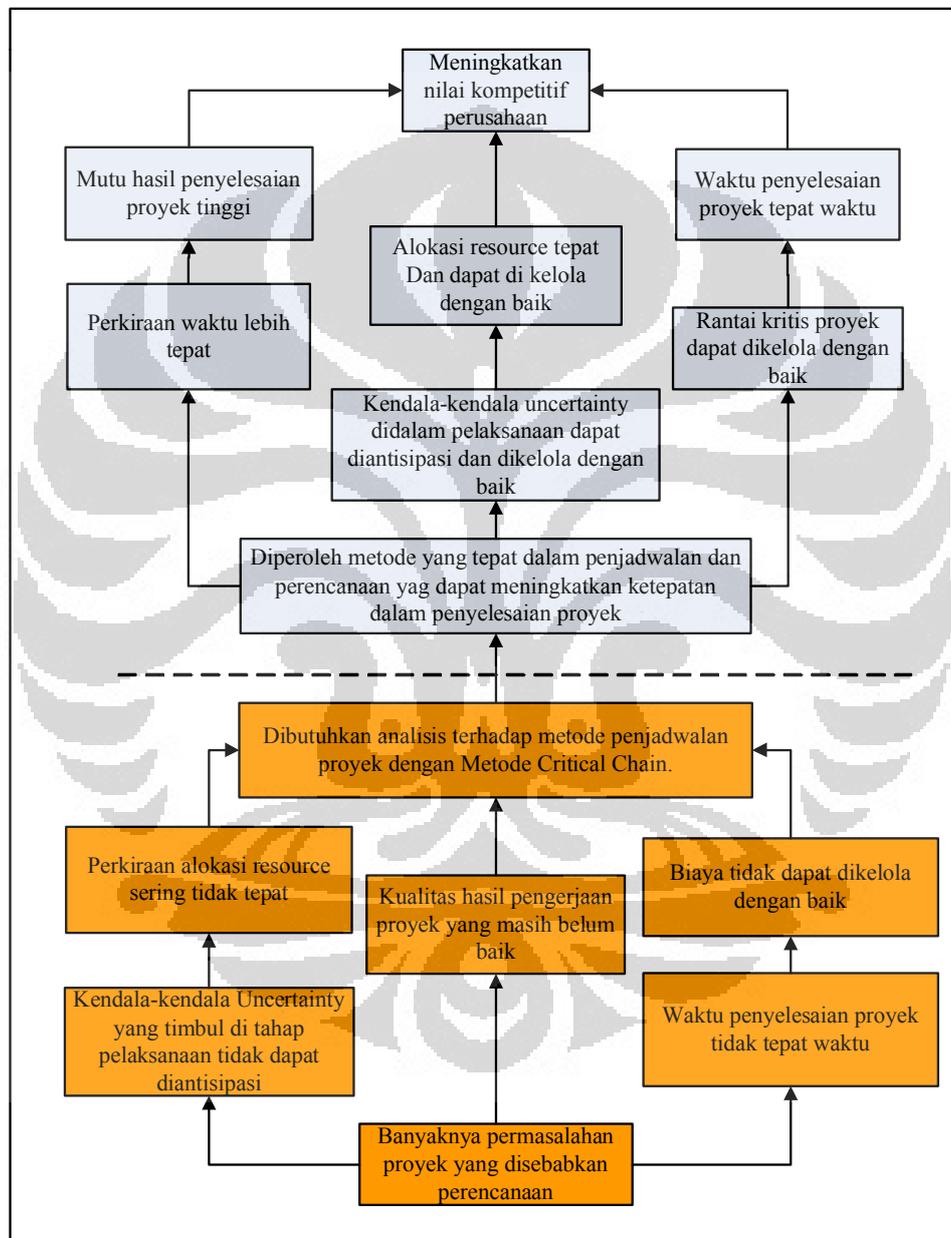
² <http://www.telkom.co.id> diakses 30/11/2011

³ Goldratt, E. M., 1997, *Critical Chain*, North River Press, Massachusetts

metode *Critical Path* dan mengacu pada *Critical Chain* sebagai arahan untuk manajemen proyek di era abad 21 ((Steyn, 2002;Newbold, 1998) “

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Dari latar belakang masalah diatas, berikut diagram keterkaitan masalah yang ditunjukkan pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah yang dipaparkan, inti permasalahan dalam penelitian di proyek fiber optik ini adalah penjadwalan dan pengelolaan kendala-kendala yang muncul secara tidak pasti didalam proyek yang masih kurang. Untuk itu diperlukan suatu metoda penjadwalan yang tepat dengan cara menganalisis jadwal yang telah dibuat sebelumnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui seberapa cepat proyek dapat diselesaikan dengan menganalisis metode penjadwalan yang telah dibuat oleh tim proyek dan mengelola kendala-kendala tidak pasti (*uncertainty*) didalam proyek dengan metode *Critical Chain*.

1.5 Batasan Masalah

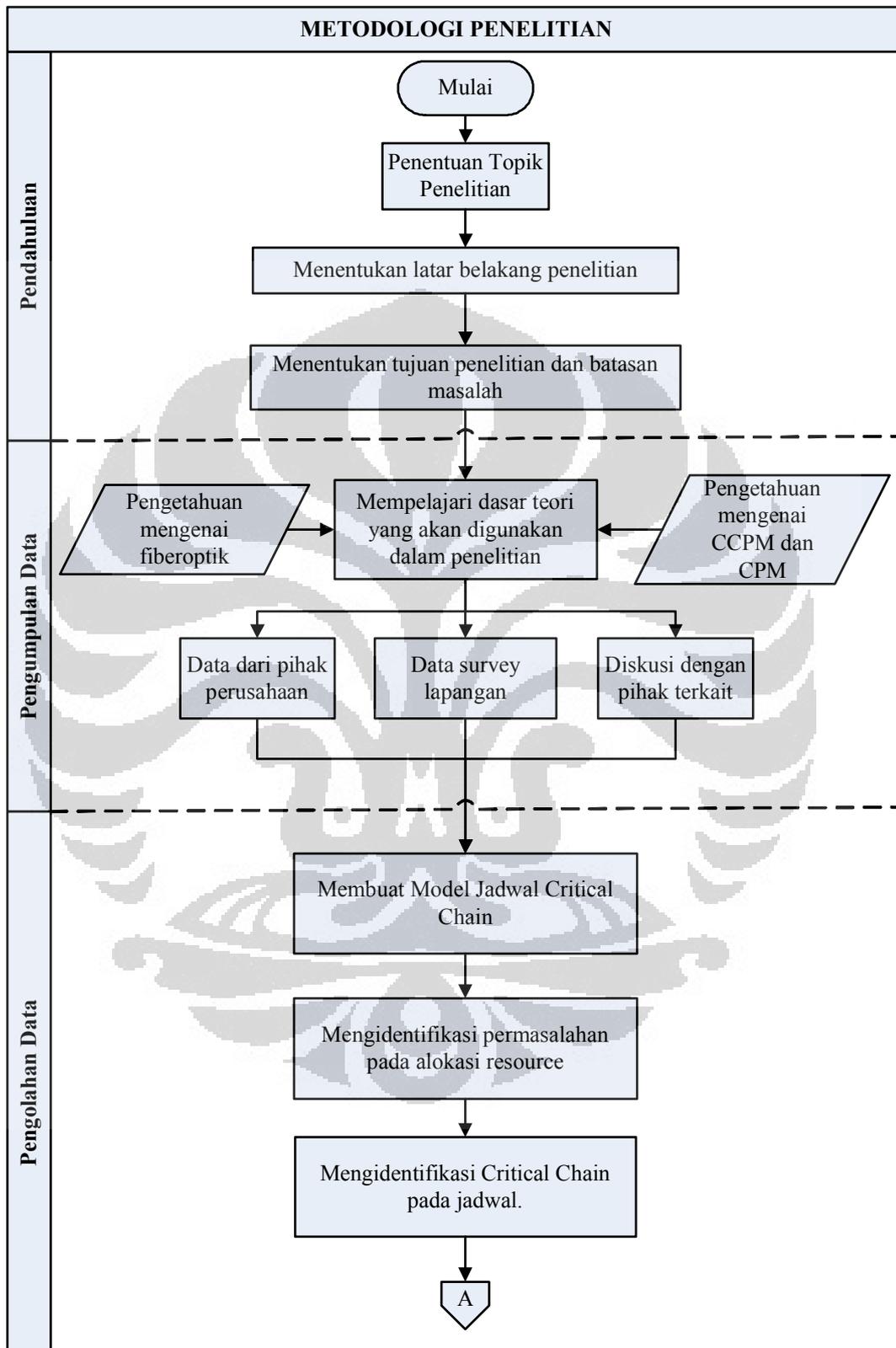
Dalam penelitian ini, ruang lingkup yang akan dibahas dibatasi agar sesuai dengan tujuannya. Batasan dalam penelitian ini adalah:

- Penelitian yang dilakukan adalah penelitian terhadap kasus pejadwalan proyek Outside Plant Fiber Optik akses dan RMJ di Area-KALIMANTAN.
- Data Primer dalam penelitian diperoleh dari pihak Internal PT.INTI dan data Sekunder berupa data tinjauan langsung tim survey proyek.
- Kendala-kendala tidak pasti berdasarkan pada kondisi dilapangan yang diambil oleh tim proyek.
- Komparasi yang dibuat didalam penelitian ini hanya melihat kesesuaian jadwal penyelesaian proyek.
- Proyek berlangsung dari bulan Oktober 2011 sampai direncanakan selesai pada bulan Februari 2012, sehingga penelitian hanya dibataskan pada tahap perencanaan.
- Penelitian hanya membahas penjadwalan Span proyek Gn SEKERAT-KARANGAN. Dengan bentangan proyek 101.520 meter.

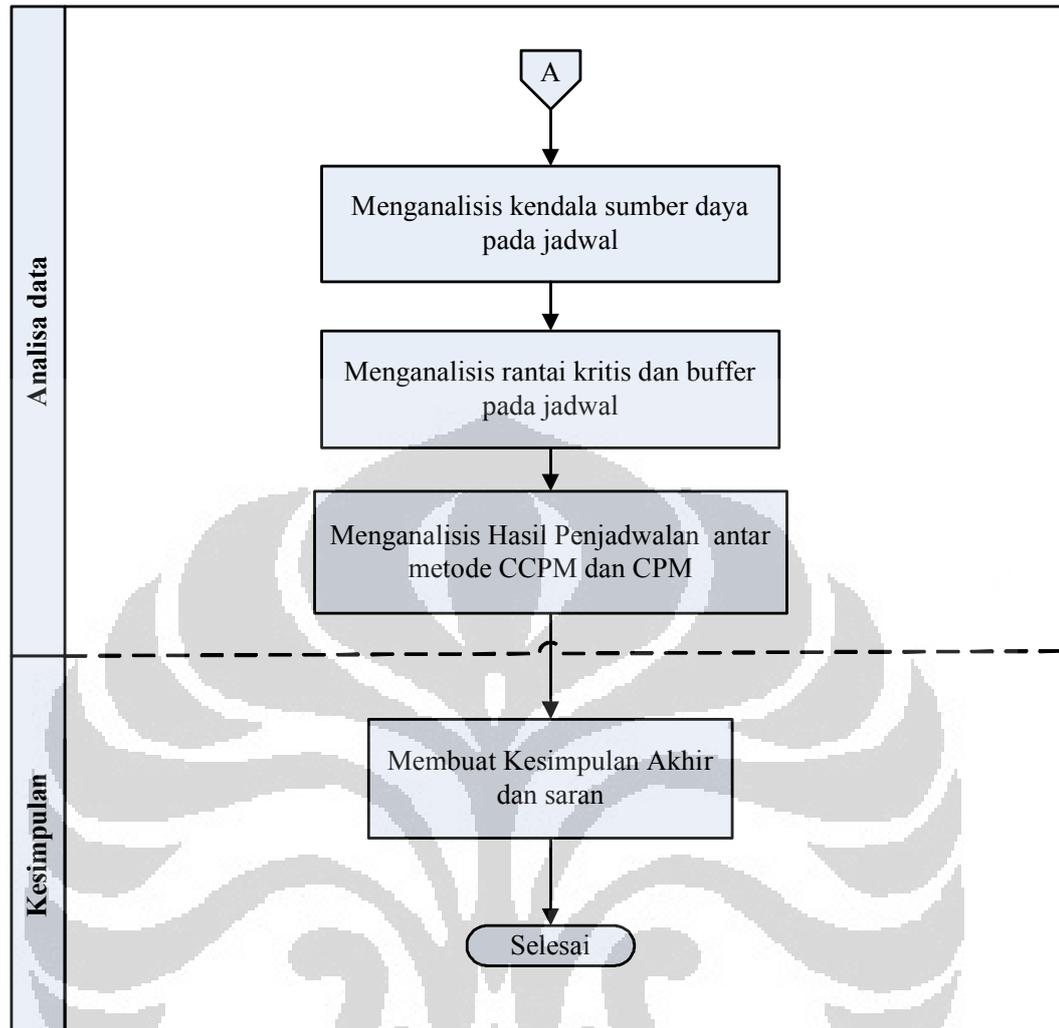
1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini disusun berdasarkan suatu kerangka berbentuk diagram alir yang bertujuan untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditentukan. Gambaran umum terhadap metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Tahap pendahuluan
Tahap pendahuluan ini meliputi penentuan topik penelitian, latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian dan batasan penelitian.
- Tahap Pengumpulan Data
Dalam tahap eksplorasi ini meliputi penjabaran landasan teori yang mendukung dan yang digunakan dalam penelitian serta pengambilan data yang digunakan dalam penelitian.
- Tahap Pengolahan Data
Tahap pengolahan data meliputi proses pengolahan data jadwal proyek perusahaan dengan menggunakan metode *critical chain*. Dalam tahapan ini juga mengolah data yang didapat dari supplier proyek.
- Tahap Analisis
Tahap analisis meliputi analisis dari data yang diperoleh dari penelitian, dalam tahap ini akan di analisis jadwal dengan komparasi metode *critical chain* dan *critical path*.
- Tahap Akhir
Dalam tahap ini dipaparkan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran-saran yang ditujukan bagi perusahaan dalam perencanaan jadwal proyek fiber optik yang dapat digunakan sebagai model penjadwalan untuk proyek-proyek fiberoptik di area lainnya.



Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian (sambungan)

1.7 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun berdasarkan Sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab pertama menjelaskan mengenai pendahuluan. Yang berisikan alasan penelitian dibuat dan menjelaskan latar belakang dari penelitian.

Bab Kedua menjelaskan mengenai landasan teori yang digunakan penulis untuk mendukung penelitian yang dilakukan. Landasan teori ini diambil oleh penulis baik dengan studi literatur, studi melalui jaringan internet, diskusi dengan pihak-pihak terkait. Teori-teori yang digunakan meliputi teori *Critical Chain Project Management*, *Theory of Constraint* dan *Critical Path Method*.

Bab ketiga merupakan bab pengumpulan data. Dalam bab ini dijelaskan

mengenai pengumpulan data yang dibutuhkan oleh penulis dalam penelitian.

Bab keempat merupakan bab Pengolahan dan Analisis data. Didalam bab ini dipaparkan proses pengolahan dan analisis data. Pengolahan data ini menggunakan metode *Critical Chain Project Management* dan juga program *Microsoft Project 2007*.

Bab kelima merupakan bab kesimpulan dan saran. Didalam bab ini penulis menyampaikan kesimpulan dan saran yang diambil dari penelitian yang telah dilakukan. dan juga penulis menyampaikan saran-saran yang nantinya dapat menjadi pertimbangan bagi pihak perusahaan pada proyek OSP-FO akses dan RMJ di area lainnya.



BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Fiber Optik

2.1.1 Pengertian Fiber Optik

Serat optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau *Light Emitting Diode*⁴. Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Teknologi serat optik ini pertama kali diaplikasikan di bidang teknologi komunikasi oleh perusahaan komunikasi GTE dan Bell Labs pada tahun 1977. Kemudian Teknologi serat optik dikembangkan dan digunakan diseluruh dunia sejak tahun 1980 dan merevolusi teknologi komunikasi.

Serat optik generasi pertama dioperasikan dengan Sistem gelombang cahaya $0.8\mu\text{m}$ dan data yang dapat ditransmisikan sebesar 45Mb/s.

Serat optik generasi kedua digunakan pada awal tahun 1980 dengan kapasitas transmisi masih terbatas dibawah 100Mb/s. Hal ini disebabkan dispersi pada serat multimode. Permasalahan dispersi ini kemudian terus dikembangkan.

Serat optik generasi ketiga dioperasikan dengan Sistem $1.55\mu\text{m}$ dan Sistem panjang gelombang 2.5Gb/s. Serat optik generasi ketiga ini dikomersialkan pada tahun 1990. Pada tahun 1992 serat optik keempat diperkenalkan. Lahirnya Serat optik generasi keempat menandai revolusi dibidang serat optik dengan ditemukannya *optikal amplification* serta *wavelength-divison multiplexing* (WDM).

⁴ Agrawal, G.P., 2002, *Fiber-optik communication* Sistims, Ed. 3, New-York: John Wiley & Sons, Inc.

Serat optik telah digunakan diseluruh dunia dan telah menjadi standard jaringan komunikasi internasional. Serat optik digunakan dalam jaringan *backbone* internasional (Tier 1) bawah laut yang dapat dilihat pada gambar 2.1.

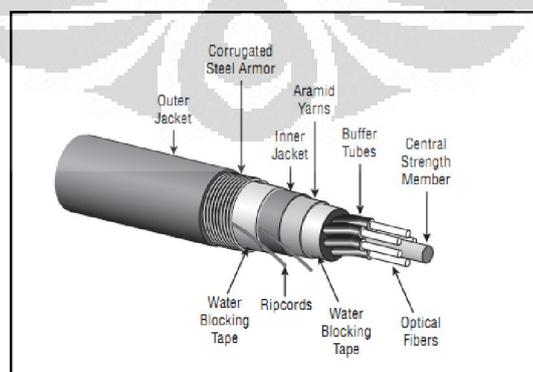


(Sumber: Fiber Optik Communication Sistim: 2010)

Gambar 2.1 Sistim jaringan komunikasi fiber optik bawah laut internasional.

2.1.2 Perbandingan kabel Fiber Optik dan Kabel Tembaga

Pada intinya perbandingan kabel serat optik terdiri dari beberapa *core*, sedangkan pada kabel tembaga hanya terdiri dari satu *core* .



Gambar 2.2 Kabel Fiber Optik

Keunggulan fiber optik dari kabel tembaga dapat ditinjau dari⁵ :

- Mampu membawa data dalam ukuran besar (broadband). Tercatat 64 Tb/s pada eksperimen pada tahun 2010
- Kecepatan transmisi 107 gigabit per detik.
- Mampu menghantarkan data jarak jauh tanpa pengulangan
- Biaya relatif murah
- Ukuran kecil dan ringan
- Tahan terhadap gangguan elektromagnetik
- Non-Penghantar
- Tidak korosi

Kekurangan dari fiber optik adalah

- Instalasi , pada dasarnya kabel fiber optik lebih susah diinstalasi dibandingkan dengan kabel tembaga. Pada bagian ujung dari kabel tembaga sangat mudah untuk dihubungkan secara langsung secara mekanik dan peyambungannya juga tidak perlu terlalu tepat. Konektor kabel tembaga dapat dipasang dengan cara dijepit dan di tekan agar melekat pada kabel. Untuk kabel serat optik penyambungan sedikit lebih rumit dibandingkan dengan kabel tembaga. Hal ini disebabkan sifat dari inti serat optik yang berupa serat kaca atau plastik apabila dipotong, hasilnya tidak seragam dan hal ini dapat menyebabkan pembiasan sinyal cahaya. Untuk mengatasi hal ini maka diperlukan perlakuan khusus dalam penyambungan serat optik dengan cara merapikan ujung dari kabel dengan alat khusus agar rata dan dapat terhubung dengan konektor.

2.2 Definisi Proyek

The Project Management Institute's (PMI) melalui buku panduan untuk *Project Management Body of Knowledge* mendefinisikan proyek sebagai usaha sementara yang dilakukan untuk menciptakan sebuah produk atau jasa yang unik. Kata sementara digunakan untuk membedakan proyek dengan produksi bahwa

⁵ O, Andrew. & W, Bill. (2009). *Cabling : The Complete Guide to Copper and Fiber Optik Networking*. Indiana. Wiley Publishing Inc.

setiap proyek memiliki waktu mulai dan waktu akhir yang pasti.. "Unik" berarti bahwa proyek-proyek semua berbeda satu sama lain. Keberhasilan proyek berarti proyek memberikan pelanggan apa yang mereka inginkan, ketika mereka menginginkannya, untuk harga yang mereka telah setuju untuk itu, dan memiliki tim proyek yang berusaha menciptakan kesuksesan itu (PMI, 2000)⁶.

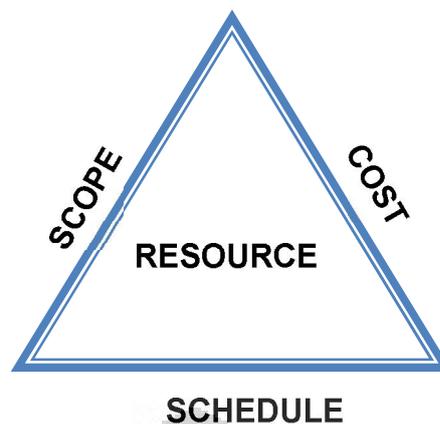
Proyek merupakan pusat perubahan didalam sebuah organisasi (Cox III & Schleier, 2010)⁷.Proyek dapat menjadi motor penggerak dalam proses *improvement* dan pengembangan produk baru. Secara umum proyek dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian pekerjaan atau usaha yang memiliki batasan waktu, anggaran, sumber daya, spesifikasi kerja, serta bersifat kompleks.

Proyek yang dinyatakan berhasil apabila memenuhi kebutuhan setiap orang yang memiliki kepentingan dalam proyek: para pemangku kepentingan. Semua proyek memiliki tujuan. Gambar 2.3 menggambarkan bahwa tujuan memuaskan biasanya memerlukan tiga kondisi yaitu *Scope, Cost, dan Schedule (Time)*. Ruang lingkup menetapkan standar minimum untuk hasil proyek . Biaya yang diperlukan dan kondisi jadwal biasanya diatur maksimal. Gambar 2.3 juga menggambarkan sumber daya di tengah, dengan hubungan ke semua tiga kondisi teknis yang diperlukan. Pengaruh sumber daya proyek terhadap ketiga kondisi yang diperlukan adalah sebagai faktor penentu kesuksesan proyek.

Tiga kondisi yang diperlukan adalah saling bergantung. Semakin lama sebuah proyek berlangsung, semakin besar proyek membutuhkan biaya. Semakin banyak biaya proyek, semakin lama waktu yang dibutuhkan. Semakin lama sebuah proyek berlangsung, semakin banyak peluang yang ada untuk mengubah ruang lingkup. Semakin banyak perubahan ruang lingkup, biaya lebih banyak dan meningkatkan jadwal.

⁶ PMI, A Guide to The Project Management Body of Knowledge, Upper Darby, PA: PMI,2000

⁷CoxIII,James F. and Schleier, John G. (2010).Theory of Constraints Handbook.McGraw Hill. pp 11



Gambar 2.3 *Project Management Triangle*

2.2.1 Jenis-jenis Proyek

Tipe I adalah proyek-proyek mutlak berbasis tenggat waktu untuk pelanggan eksternal. Dalam jenis proyek ini, biasanya terjadi perubahan biaya dan ruang lingkup, dan tetap pada jadwal yang telah ditetapkan.

Tipe II proyek tidak memiliki pendorong eksternal dan tanggal akhir tertentu. Banyak proyek yang hanya dibuat untuk mendapatkan keuntungan (misalnya, peluncuran produk baru atau pembangunan hotel) dan proyek-proyek pemerintah yang masuk ke dapat dimasukkan kedalam kategori ini.

Tipe III proyek sering bersaing satu sama lain untuk pendanaan dalam perusahaan. Proyek dengan tipe ini sering mendapatkan prioritas yang lebih tinggi pada daftar prioritas proyek karena apapun pendorongnya proyek akan mendapat penalti jika tidak tepat waktu..

Tipe IV adalah Proyek yang sering menentukan masa depan perusahaan. Perusahaan melakukan proyek tipe IV untuk meningkatkan nilai perusahaan di masa depan.

2.3 Manajemen Proyek

Manajemen Proyek telah dikembangkan sejak tahun 1950. Sejak dikembangkannya metode PERT dan CPM. Manajemen proyek merupakan ilmu yang harus dikuasai oleh para manajer-manajer yang terlibat didalam pengelolaan proyek. Berikut adalah beberapa definisi manajemen proyek.

Definisi manajemen proyek oleh beberapa ahli :

- 1) Manajemen proyek adalah dari aplikasi dari kumpulan alat dan teknik (CPM dan Matriks organisasi) untuk mengarahkan penggunaan sumber daya yang beragam terhadap pemenuhan yang unik, kompleks, terbatas pada waktu, biaya dan kendala kualitas. Setiap tugas membutuhkan gabungan alat tesis dan teknik terstruktur tertentu agar sesuai dengan lingkungan tugas tertentu (Atkinson, 1999) .
- 2) Manajemen proyek juga dapat didefinisikan sebagai aplikasi dari pengetahuan, keahlian, alat dan teknik tertentu dalam aktivitas-aktivitas proyek dalam memenuhi persyaratan proyek (Institute P. M., 2008).
- 3) Manajemen proyek adalah pekerjaan yang didalamnya terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, penyelenggaraan, pengarahan, dan pengendalian sumber daya perusahaan untuk jangka waktu yang relatif pendek untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Kerzner, 2006).

Berdasarkan penjelasan definisi-definisi diatas maka dapat diketahui sifat dari proses manajemen proyek dalam hal integrasi antar proses, interaksinya dan tujuan-tujuan yang dilayani. Dalam pelaksanaannya proses manajemen proyek dibagi kedalam lima kategori yang dikenal sebagai kelompok proses manajemen proyek.

Lima kelompok proses manajemen proyek sebagai berikut :

1. Kelompok proses inisiasi
Proses-proses yang dilakukan untuk mendefinisikan proyek baru atau fase baru dari proyek yang sudah ada dengan mendapatkan kewenangan untuk memulai proyek atau fase.
2. Kelompok proses perencanaan
Proses-proses yang diperlukan untuk menetapkan ruang lingkup dari proyek, memperbaiki tujuan, dan menentukan arah dari tindakan yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek.

3. Kelompok proses pelaksanaan.

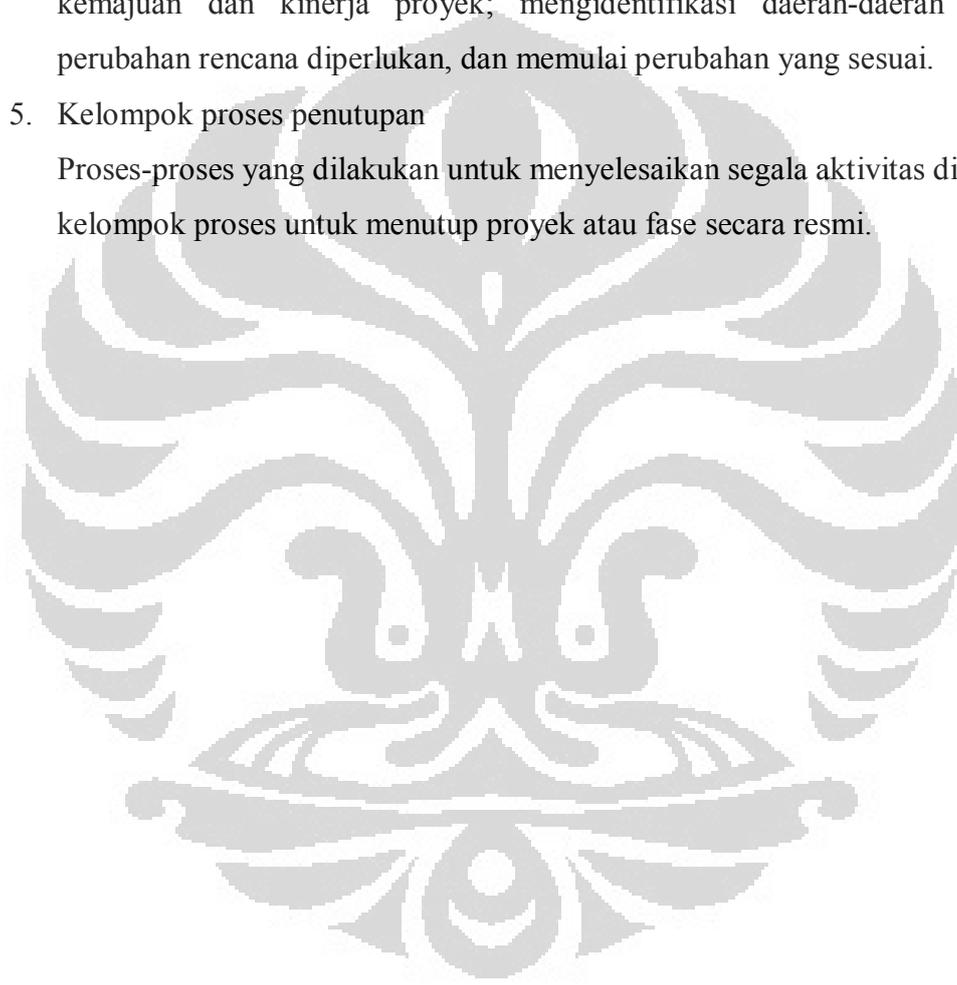
Proses-proses yang dilakukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang telah ditentukan didalam rencana manajemen proyek untuk memenuhi spesifikasi proyek.

4. Kelompok proses Pemantauan dan Pengendalian

Proses-proses yang diperlukan untuk melacak, mengatur dan mereview kemajuan dan kinerja proyek; mengidentifikasi daerah-daerah dimana perubahan rencana diperlukan, dan memulai perubahan yang sesuai.

5. Kelompok proses penutupan

Proses-proses yang dilakukan untuk menyelesaikan segala aktivitas disemua kelompok proses untuk menutup proyek atau fase secara resmi.



Tabel 2.1 Pemetaan bidang keilmuan Manajemen Proyek

Bidang Keilmuan	Kelompok Proses Manajemen Proyek				
	Kelompok Proses Inisiasi	Kelompok Proses Perencanaan	Kelompok Proses Pelaksanaan	Kelompok Proses kontrol & monitoring	Kelompok Proses Penutupan
Manajemen Integrasi Proyek	<ul style="list-style-type: none"> Membuat anggaran dasar proyek 	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan rencana manajemen proyek 	<ul style="list-style-type: none"> Mengatur dan mengarahkan Pelaksanaan Proyek 	<ul style="list-style-type: none"> Mengontrol dan mengawasi pekerjaan Proyek Melakukan kontrol perubahan yang terintegrasi. 	<ul style="list-style-type: none"> Menutup Proyek
Manajemen Ruang Lingkup Proyek		<ul style="list-style-type: none"> Mengumpulkan persyaratan Mendefinisikan Ruang Lingkup Membuat WBS 		<ul style="list-style-type: none"> Memverifikasi Ruang Lingkup Mengendalikan Ruang Lingkup 	
Manajemen Waktu Proyek		<ul style="list-style-type: none"> Mendefinisikan Aktivitas Mengurutkan Aktivitas Memperkirakan sumber daya aktivitas Memperkirakan durasi-durasi aktivitas Mengembangkan jadwal 		<ul style="list-style-type: none"> Mengendalikan Jadwal 	
Manajemen Biaya Proyek		<ul style="list-style-type: none"> Memperkirakan biaya-biaya Menentukan Anggaran 		<ul style="list-style-type: none"> Mengendalikan Biaya 	
Manajemen Kualitas Proyek		<ul style="list-style-type: none"> Merencanakan Kualitas 	<ul style="list-style-type: none"> Melaksanakan Penjaminan kualitas 	<ul style="list-style-type: none"> Melaksanakan Pengendalian kualitas 	
Manajemen Sumber Daya Proyek		<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan perencanaan sumber daya manusia 	<ul style="list-style-type: none"> Memperoleh tim proyek Membangun tim proyek Mengelola tim proyek 		
Manajemen Komunikasi Proyek	<ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi Stakeholder 	<ul style="list-style-type: none"> Merencanakan komunikasi-komunikasi 	<ul style="list-style-type: none"> Mendistribusikan Informasi Mengelola harapan Stakeholder 	<ul style="list-style-type: none"> Laporan Kinerja 	
Manajemen Resiko Proyek		<ul style="list-style-type: none"> Merencanakan manajemen resiko Mengidentifikasi resiko Melaksanakan analisis kualitatif resiko Melaksanakan analisis kuantitatif resiko Merencanakan tindakan-tindakan terhadap resiko 		<ul style="list-style-type: none"> Mengawasi dan mengendalikan resiko-resiko 	
Manajemen Pengadaan Proyek		<ul style="list-style-type: none"> Merencanakan pengadaan 	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pengadaan 	<ul style="list-style-type: none"> Mengelola Pengadaan 	<ul style="list-style-type: none"> Menutup Pengadaan

Manajemen proyek sendiri memiliki beberapa tujuan yaitu sebagai berikut :

Tujuan manajemen Proyek :

1. Mengelola sumber daya untuk keberhasilan proyek.
2. Mencapai dan memenuhi kepuasan pelanggan.

Berdasarkan tujuan diatas dapat disimpulkan bahwa manajer proyek harus mempertimbangkan kapan proyek dimulai dan kapan proyek dapat diakhiri dalam penjadwalan waktu yang tepat, sehingga proyek akan mempunyai nilai tambah (*value added*) dan nilai guna (*value in use*).

Didalam proses manajemen proyek terdapat beberapa kendala yaitu :

- 1.waktu
- 2.biaya
3. kinerja/teknologi
4. hubungan pelanggan yang baik (untuk penyelesaian proyek dari pelanggan luar)

Kesuksesan proyek menurut kerzner 2006 adalah pemenuhan terhadap beberapa persyaratan berikut :

- Sesuai dengan periode waktu yang telah dialokasikan
- Sesuai dengan biaya yang telah dianggarkan
- Pada kinerja yang benar atau tingkat yang spesifik
- Dapat diterima oleh pelanggan
- Dengan kesepahaman yang minimum dan saling menguntungkan terhadap perubahan – perubahan
- Tanpa mengganggu aliran pekerjaan utama dari organisasi
- Tanpa merubah budaya perusahaan

2.4 Manajemen Waktu Proyek

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

1. Pendefinisian aktivitas

Didalam proses ini terdapat proses mengidentifikasi tindakan spesifik yang akan dilakukan untuk menghasilkan penyaluran proyek.

2. Proses pengurutan aktivitas.

Proses mengidentifikasi dan mendokumentasikan keterkaitan antar aktivitas proyek.

3. Proses perkiraan sumber daya aktivitas

Proses memperkirakan tipe dan kuantitas dari material, pekerja, peralatan dan perbekalan yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap aktivitas.

4. Proses perkiraan durasi aktivitas

Proses perkiraan jumlah periode waktu kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tunggal dengan sumber daya yang telah diperkirakan.

5. Proses pembuatan Jadwal

Proses menganalisis urutan pekerjaan, jangka waktu, persyaratan sumber daya, dan kendala jadwal untuk membuat jadwal proyek.

6. Proses pengendalian jadwal

Proses pemantauan status proyek untuk memperbarui kemajuan proyek dan mengelola perubahan pada dasar jadwal.

Proses ini berinteraksi satu sama lain dan dengan proses di bidang pengetahuan lainnya. setiap proses dapat melibatkan usaha dari satu kelompok atau orang, berdasarkan kebutuhan proyek. Setiap proses terjadi setidaknya sekali dalam setiap proyek dan terjadi pada satu atau lebih tahapan proyek, jika proyek ini dibagi menjadi fase. meskipun proses yang disajikan di sini adalah komponen diskrit dengan interface didefinisikan dengan baik, dalam praktek mereka dapat tumpang tindih dan berinteraksi.

2.5 Metode *Critical Path*

Manajemen proyek merupakan bukan sesuatu yang baru bagi organisasi dan manajer. Ide dan konsep dibalik manajemen proyek efektif adalah sejauh mana modifikasi dan perbaikan dapat dilakukan. Seorang teknisi dari DuPont, Morgan R. Walker dan seorang ahli computer dari Remington-Rand, James E. Kelly, Jr, awalnya yang memahami *Critical Path Method (CPM)*. Mereka menciptakan suatu cara yang unik untuk mempresentasikan operasi didalam Sistem. Metode yang digunakan “diagram yang diisi panah atau metode jaringan

kerja pada tahun 1957 (Archibald & Villoria, 1964). Dan pada saat yang bersamaan angkatan laut amerika serikat mengembangkan sebuah program yang disebut “PERT (*Program Evaluation Research Task*)” dengan tujuan untuk menyediakan manajemen angkatan laut dengan cara yang lebih efektif. Dimana diharapkan nantinya dapat digunakan untuk mengevaluasi secara periodik informasi rudal balistik. Angkatan laut amerika dapat memperoleh informasi yang valid mengenai kemajuan proyek dan juga memiliki proyeksi akurat mengenai penyelesaian proyek sesuai yang diinginkan. Dan perlu diingat PERT hanya berdasarkan pada kendala waktu tidak termasuk informasi kuantitas, kualitas, dan biaya yang dibutuhkan dalam berbagai proyek. Untuk itu PERT harus digabungkan kedalam metode perencanaan dan pengendalian yang lain (Evarts, 1964).

Dalam metode *critical path*, jalur kritis dapat dihitung dengan menghitung total durasi proyek. Jalur kritis merupakan deretan aktivitas kritis yang menentukan jangka waktu penyelesaian bagi keseluruhan proyek. Sedangkan aktivitas yang tergolong tidak kritis, jadwal harus menunjukkan banyaknya waktu mengambang (*slack*) yang dapat digunakan ketika aktivitas tertunda atau jika sumber daya yang terbatas digunakan secara efektif. *Float* atau *Slack* merupakan sebuah hasil dari perhitungan jaringan kerja dengan menggunakan durasi aktivitas tunggal deterministik. Dan tidak ada hubungannya dengan variasi durasi aktivitas. Sebuah rantai aktivitas mendekati nol selama *critical path* mendekati *float* atau *slack* nol. Dan kemungkinan berlaku relatif terhadap rantai lainnya. Ide ini dapat mempertahankan jaringan kerja dari penggabungan jalur yang mana merupakan suatu bentuk ketidaknormalan (Leach L.P, 2000).

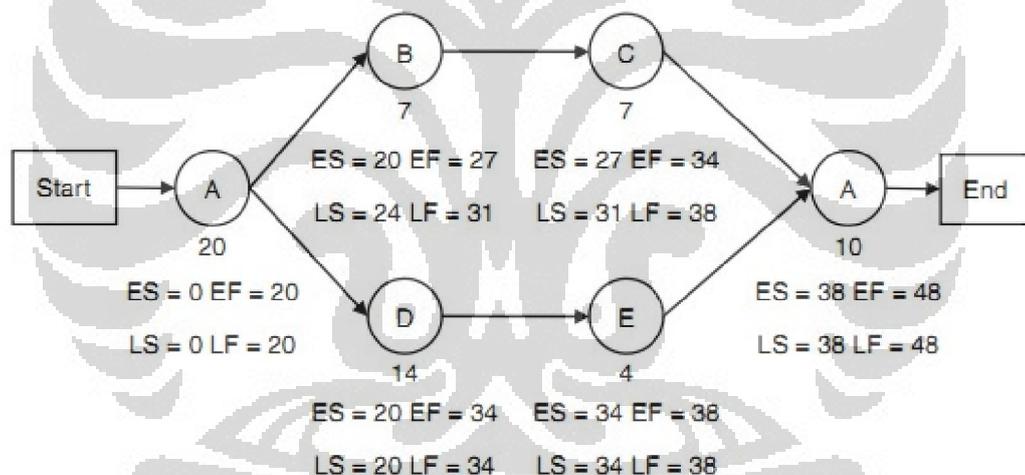
Berikut ini adalah langkah-langkah dalam penjadwalan dengan metode *Critical Path* :

1. Menentukan aktivitas individu.
2. Menentukan urutan aktivitas-aktivitas (hubungan keterkaitan anatar aktivitas).
3. Mengambar diagram jaringan kerja.
4. Estimasi waktu penyelesaian tiap aktivitas.
5. Identifikasi jalur kritis.

6. Memperbarui diagram *Critical Path*.

Didalam metode *critical path* terdapat 5 istilah dalam perhitunganya yaitu :

1. EST yaitu *Early Start Time* (waktu mulai paling awal)
2. EFT yaitu *Early Finish Time* (Waktu finish paling awal)
Dinyatakan dengan rumus : $EFT = EST + \text{durasi}$
3. LST yaitu *Latest Start Time* (waktu selesai paling awal)
4. LFT yaitu *Latest Finish Time* (waktu selesai paling akhir)
Dinyatakan dengan rumus : $LFT = LST + \text{durasi}$
5. *Float* atau *Slack* yaitu waktu mengambang yang menunjukkan kritis atau tidaknya suatu aktivitas.
Dinyatakan dengan rumus : $\text{Float atau Slack} = LFT - EFT$



Gambar 2.4 Ilustrasi activity on node Metode Critical Path

2.6 Critical Chain Project Management

Critical Chain Project Management merupakan suatu metode didalam manajemen proyek. Konsep *Critical Chain Manajemen Project* diperkenalkan pertama kali oleh Eliyahu M. Goldratt dalam bukunya dengan judul yang sama pada tahun 1997. *Critical Chain* merupakan suatu terobosan penting didalam

manajemen proyek. *Critical Chain* memiliki perbedaan dengan metode manajemen proyek tradisional yaitu *Critical Path Method* dan *PERT*

2.6.1 Definisi Critical Chain Project Management

Critical Chain Project Management merupakan sebuah teknik analisis jaringan kerja yang memiliki fungsi merubah jadwal proyek dengan menitikberatkan pada sumberdaya. Pada mulanya, diagram jadwal jaringan kerja proyek dibuat berdasarkan durasi yang diperkirakan dengan ketergantungan pada kebutuhan dan kendala yang dihadapi sebagai input. *Critical Path* kemudian baru dapat dihitung, setelah itu sumber daya tersedia dimasukkan dan sumber daya terbatas ditentukan. Jadwal hasilnya sering berubah menjadi *Critical Path*. Sumber daya yang terbatas pada *Critical Path* disebut *critical chain* (Institute P. M., 2008)

Sejak Goldratt memperkenalkan *Critical Chain* (CC) didalam bukunya dengan judul yang sama pada tahun 1997 (Goldratt, 1997), konsep ini telah didiskusikan secara luas dalam literatur dan komunitas manajemen proyek. Beberapa peneliti melihat *Critical Chain* merupakan suatu terobosan yang sangat penting untuk manajemen proyek sejak dikenalnya metode *Critical Path*. Dan merujuk pada *Critical Chain* sebagai pegarah untuk manajemen proyek pada abad 21 (Steyn H., 2002; Newbold, 1998).

Beberapa tahun terakhir, beberapa buku yang telah diterbitkan menjelaskan konsep yang mendasari *Critical Chain* (Newbold, 1998). Dan beberapa paket software berdasarkan konsep penjadwalan *Critical Chain* telah dikembangkan (Prochain, 1999; Scitor, 2000) Beberapa contoh aplikasi *Critical Chain* yang sukses telah diakui didalam literatur (Leach L. P., 1999). Dan didalam *website* (*Product Development Institute*, 1999). Sejumlah peneliti telah mendiskusikan konsep yang mendasari *critical chain* dan perbedaan antara *critical chain* dan *critical path* dalam tingkat konseptual (Globerson, 2000). Peneliti lain fokus terhadap aspek teknis penjadwalan *Critical Chain* dengan menggunakan analisis simulasi (Herroellen, 2001) (Cohen, Mandelbaum, & et, 2004). Walaupun penelitian studi ini sangat membantu, penulis akan berbagi pandangan, Herroelen dan Leus (2001 dan 2002) mengenai diskusi tersebut dalam kedua sisi dari

perdebatan *Critical Chain* yang sering terlalu umum untuk memberikan panduan dalam mengidentifikasi keuntungan dan kekurangan *Critical Chain* relatif terhadap konsep *Critical Path* yang telah ada.

2.6.2 Perbedaan *Critical Chain* dan *Critical Path*

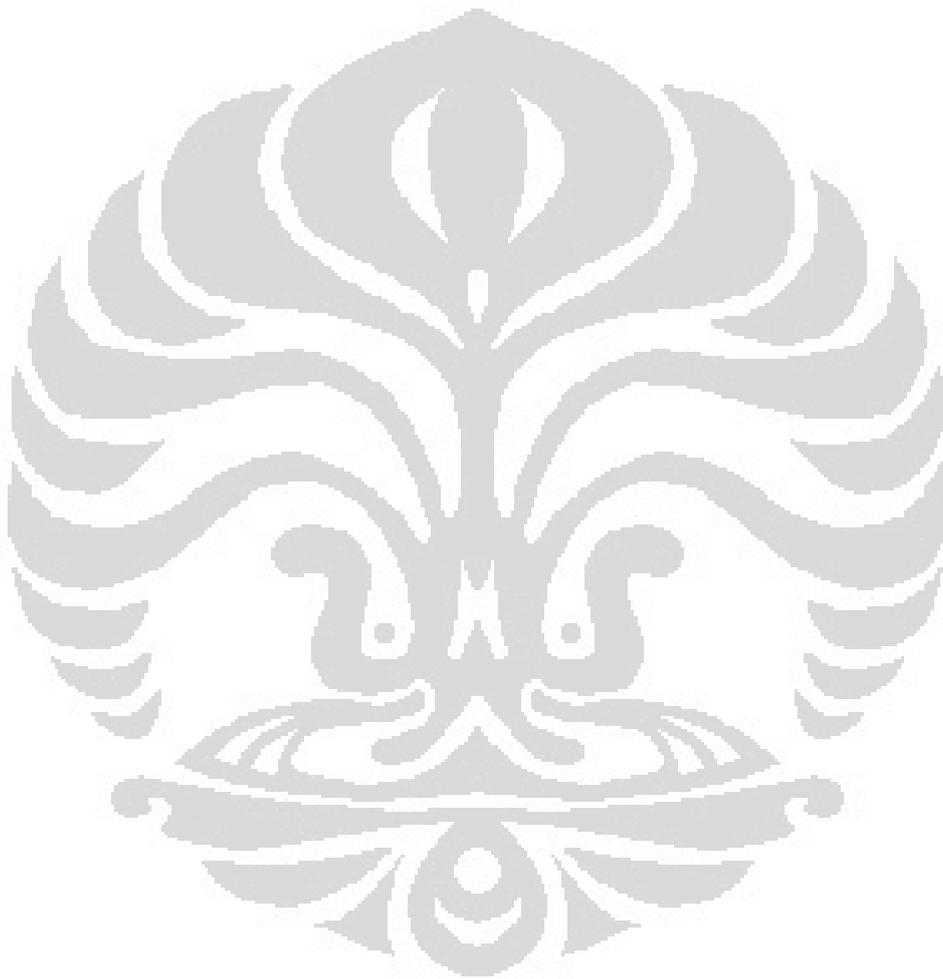
Menurut (Lechler, Ronen, & Stohr, 2005) perbedaan utama antara metode *critical path* dan *critical chain* dapat dilihat dalam cara pandang sebagai berikut :

- 1) **Teori**, *Critical Path* dan *Critical Chain* bergantung pada teori Sistem dan grafik. *Critical Path* dan *Critical Chain* sangat berbeda karena penerapan TOC pada manajemen proyek. TOC membutuhkan identifikasi terhadap tujuan keseluruhan Sistem. Penerapan pada proyek tunggal, *critical chain* mengidentifikasi kinerja tepat waktu sebagai tujuan pokok. Penerapan pada multi proyek, hasil dari keseluruhan Sistem diidentifikasi sebagai tujuan. Ada lima tahapan dari TOC yang dikembangkan oleh (Goldratt & Cox, The Goal, 1986) dan (Goldratt, Theory of Constraints, 1990) dan diaplikasikan ke manajemen proyek (Goldratt, 1998) Sebagai berikut :
 - **Identifikasi**, tahap menemukan kendala yang membatasi kinerja. Didalam kasus manajemen produksi adalah menemukan hubungan yang lemah dalam rantai produksi, sumber daya atau stasiun kerja yang menyebabkan *bottleneck*. Penerapan dalam manajemen proyek tunggal adalah mengidentifikasi *Critical Chain*. *Critical Chain* merupakan rantai terpanjang dari pekerjaan terdahulu dan sumber kendala.
 - **Exploit**, meningkatkan kinerja Sistem dengan sumberdaya yang ada. Pada proyek tunggal ini berarti *Critical Chain* berfungsi menjamin pekerjaan berlangsung secara efisien dan tanpa penundaan. Dalam kasus multi proyek ini berarti mengatur penyaluran sumberdaya yang kritis. Pertama, dengan memprioritaskan proyek dan kedua menghindari *multitasking* sehingga *bottleneck* sumberdaya telah selesai sebelum dilanjutkan ke prioritas proyek yang lebih rendah lainnya.
 - **Subordinate**, gunakan *slack* atau kapasitas lebih didalam sumber daya *non-bottleneck* dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja sumber daya

bottleneck. Didalam *Critical Chain* penekanannya adalah untuk mengurangi ketidakpastian pada kinerja saat batas waktu penyelesaian. Penerapan didalam proyek tunggal ini berarti aktivitas tidak kritis harusnya tidak mengganggu atau menunda dalam aktivitas kritis. Subordinasi dalam sebuah kasus multiproyek berarti sumber daya non kritis mungkin pada saat itu dibiarkan menganggur untuk menjamin utilisasi yang tinggi pada sumber daya *bottleneck* keseluruhan proyek.

- **Elevate**, jika kinerja Sistem tidak memuaskan setelah mengambil langkah diatas, maka perlu ditingkatkannya kapasitas keseluruhan proyek yang dipusatkan pada kendala *bottleneck*. Pada kedua kasus Proyek tunggal dan multi proyek ini berarti investasi pada sumberdaya tambahan. Umumnya, fokus akan dipusatkan pada peningkatan kapasitas sumberdaya yang memiliki dampak paling besar dalam *Critical Chain* atau total keluaran dari sistem. Sebagai kemungkinan lain, menaikkan kapasitas sistem berarti berinvestasi dalam infrastruktur IT. Training manajemen tambahan, dan lain-lain. Dalam kasus tertentu, meningkatkan kendala sistem dapat dilakukan dengan perubahan mekanisme, sebagai contoh dengan menugaskan beberapa tugas *Critical Chain* kedalam rantai non kritis. Berbeda dengan *Critical Path*, *Critical Chain* membuat perbedaan diantara sumber daya kritis dan non-kritis. *Critical Chain* meletakkan banyak perhatian pada pengaturan sumber daya kritis dan perencanaan utama berdasarkan sumberdaya ini. *Critical Path* memperlakukan sumber daya sebagai permasalahan kurang penting yang harus dibawah oleh perencanaan *Critical Path*, tanpa perbedaan yang jelas antara sumberdaya *bottleneck* dan *non-bottleneck*.
- **Goals**, didalam dunia *Critical Path*, jadwal proyek awal dirancang untuk meminimisasi durasi proyek dibawah kendala sumber daya. Kedua, pentingnya tujuan adalah untuk memenuhi “tiga kendala” dari biaya, waktu, dan kinerja pada proyek tunggal (Umble & Umble, 2000). Ini disadari bahwa pertukaran antara ketiga tujuan proyek ini sering terjadi. Sebagai contoh; kinerja tepat waktu akan diperoleh dengan mengurangi ruang lingkup proyek. Hal ini sangat penting diperhatikan bahwa lebih

banyak fungsi tujuan umum yang mempertimbangkan NPV penyelesaian proyek atau dengan sangat jelas mengambil resiko dengan pertimbangan tidak menemukan banyak penerimaan dalam prakteknya meskipun penelitian serius pada kedua bidang (Vanhouke, Demeulemeester, & Herroelen, 2001).



Tabel 2.2 Perbedaan *Critical Chain* dan *Critical Path*

PERSPEKTIF	CPM/PERT	Critical Chain
Teori	•Teori Sistem dan Teori Grafik	•Teori sistem dan Teori Grafik, TOC
Sasaran (Goal)	•Meminimalkan durasi proyek •Melindungi tanggal penyerahan akhir	•Meminimalkan Durasi proyek •Melindungi tanggal penyerahan akhir dengan buffer •Memperkecil WIP yaitu dapat mengurangi lamanya proses pekerjaan (Thomas G. Iechler, Stevens Institute of technology)
Ketidakpastian (Uncertainty)	•Memasukkan waktu pengaman kedalam perhitungan pekerjaan •Tidak menggunakan BUFFER proyek •CP melindungi suatu penyimpangan dengan waktu tenggang (<i>float</i>) •Penjadwalan pekerjaan dijadwalkan sesegera mungkin (<i>as soon as possible</i>) •Deterministik	•Menghilangkan waktu pengaman dalam perhitungan pekerjaan •Mengumpulkan waktu pengaman pada rantai kritis dalam bentuk <i>buffer</i> diakhir proyek •Menyisipkan <i>feeding buffer</i> dalam hubungan jaringan kerja antara rantai yang tidak kritis dengan rantai kritis •Penjadwalan pekerjaan dijadwalkan selambat mungkin (<i>as late as possible</i>) •Probabilistik
Manajemen Sumber Daya (Resource)	•Menentukan yang lebih diutamakan dan menyediakan kemudahan sumber daya pada dasar penjadwalan	• Menentukan yang lebih diutamakan dan menyediakan kemudahan sumber daya pada dasar penjadwalan
Penjadwalan (Scheduling)	• Pecahkan Masalah RCSP untuk memutuskan konflik sumber daya dan estimasi <i>Critical Path</i> • Tidak ada prioritas pada jalur Kritis • Mengijinkan adanya Multitasking	• Pecahkan masalah RSCP untuk memutuskan konflik sumber daya dan estimasi <i>Critical Chain</i> • Gunakan waktu mulai paling akhir (ALAP) untuk melaksanakan pekerjaan • Memasukkan buffer proyek dan feeding buffer • Memprioritaskan pada sebuah jalur kritis • Tidak mengijinkan adanya multitasking
Pemantauan (Monitoring)	• Memantau laporan dan waktu selesai pekerjaan • Memantau kemajuan pekerjaan terhadap milestone pekerjaan • Laporan earned value	• Manajemen buffer • Laporan penetrasi buffer
Behavioral issues	• Memasukkan waktu pengaman dalam perhitungan pekerjaan	• Menghindari <i>Student Syndrome</i> dan <i>parkinson's law</i>

Bertolak belakang dengan *Critical Path*, *Critical Chain* langsung mengarahkan kasus multiproyek sebagaimana kasus proyek tunggal. Didalam dunia *Critical Chain*, penekanan pada awalnya mengurangi ruang lingkup proyek sebagai bagian dari fokus pendekatan manajemen (Pass & Ronen, 2003). Sewaktu ruang lingkup telah disempurnakan menjadi elemen penting, penekanan akan bergeser kepada kinerja tepat waktu dan keluaran dalam fase penjadwalan dan pelaksanaan manajemen proyek.

Pemenuhan ketiga kendala sangat penting pada *Critical Chain* dan juga *Critical Path*. Sampai batas tertentu, ruang lingkup kendala ditunjukkan oleh langkah fokus pertama. Sementara biaya adalah sangat penting, kinerja biaya yang baik merupakan akibat yang wajar dari output kinerja yang tinggi. Mengakui bahwa kompleksitas yang terdapat pada manajemen proyek, *Critical Chain* diambil sebagai sebuah 'pemenuhan' pendekatan antara pengembangan dasar penjadwalan dan manajemen proyek selama fase pelaksanaan sebagaimana akan dijelaskan pada tahap berikut (Goldratt,1997). Pendekatan memenuhi berikut dipertanyakan, apakah sebagai suatu yang dapat dilakukan dalam menghadapi kompleksitas yang besar dan ketidakpastian dalam manajemen proyek dalam keadaan yang sebenarnya. Pendekatan yang memenuhi ini apakah terbukti dalam rekomendasi oleh *Critical Chain* didukung bahwa dimana tidak penting jika terdapat lebih dari satu *Critical Chain*, pilih satu dan melidunginya dari digantinya oleh *Critical Chain* lain selama pelaksanaan(Goldratt,1997). Juga terbukti dalam rekomendasi untuk fokus dalam menangani *bottleneck* sumberdaya dalam situasi multiproyek. Berikut adalah pemulihan sederhana yang memiliki keuntungan untuk membantu manajer fokus pada pentingnya bahkan ketika dunia nyata menjadi sangat luar biasa kompleks. Fokus dan penyederhanaan pandangan dari *Critical Chain* akan menyediakan keuntungan yang real, walaupun pernyataan ini perlu di uji antara teori dan prakteknya.

- 2) **Fokus perhatian**, dalam *Critical Path* konvensional, perhatian pokok manajemen terfokus pada kinerja proyek tunggal dengan memenuhi ketiga tujuan proyek, biaya, waktu dan ruang lingkup. Fokus manajemen diarahkan untuk mengatur aktivitas dalam *Critical Path*. Fokus didalam *Critical Path* pada efisiensi proyek tunggal menyebabkan menjadi lokal dan tidak global meskipun dalam optimisasi situasi multi proyek. Berbeda dengan *critical path*, *critical chain* dengan tegas terfokus pada keduanya, baik proyek tunggal dan Sistemkeseluruhan. Sebagai contoh : efisiensi global yang merupakan hasil penjumlahan dari efisiensi lokal. Dalam kasus proyek tunggal, fokus manajemen diarahkan untuk

menangani aktivitas didalam *critical chain* .Yang mana antara sumberdaya dan kendala sebelum dipertimbangkan penting. Sebuah kontribusi unik dari panduan *critical chain* adalah menyediakan untuk memperbaiki kinerja didalam situasi dimana multiproyek berbagi kelangkaan sumber daya.

Didalam kasus multi proyek, sebuah usaha dilakukan untuk memaksimalkan keluaran dengan cara mengatur interaksi multi proyek, dengan menangani Sistem sumber daya kritis luas dan manajemen disiplin termasuk dalam prioritas proyek.

- 3) ***Ketidakpastian***, ketidakpastian dan resiko yang terdapat didalam proyek telah menjadi permasalahan besar didalam sejarah manajemen proyek. Untuk mengestimasi resiko, simulasi montecarlo dari jaringan kerja proyek di kembangkan pada tahun 1970. Dan software analisis stokastik sebagaimana *Graphical Evaluation Review Techniques* (GERT) diperkenalkan oleh (Taylor & Moore, 1980). Karena mengestimasi aktivitas distribusi probabilitas secara konseptual sulit. Konsep ini tidak diterima secara umum. Saat ini, didalam manajemen proyek tradisional, ketidakpastian dan resiko disadari oleh pengembangan rencana kontijensi dan analisis resiko (PMI,2004). Margin keselamatan dibuat kedalam perkiraan aktivitas individu dan sisa di aktivitas individual proyek non kritis dapat digunakan sebagai *buffer* proyek untuk mengatasi variasi dijalur aktivitas non-kritis (Globerson, 2000).Ketidakpastian juga dapat diatur dengan menggunakan perubahan keputusan antara ketiga tujuan fundamental proyek.

Pendekatan diatas untuk menangani resiko dan ketidakpastian juga valid didalam *critical chain*, perbedaan fundamental pendekatannya telah dijelaskan. Pendukung *critical chain* berpendapat bahwa perkiraan aktivitas individual hampir dilemahkan oleh pengenalan margin pengaman yang mana memberikan durasi aktivitas probabilitas tinggi menjadi bertemu. Oleh karena itu Goldratt mengusulkan margin pengaman dihilangkan dari aktivitas individual dan dikumpulkan dalam *buffer* global (Goldratt, 1997).

- 4) **Manajemen sumberdaya**, manajemen sumberdaya sangat diperlukan didalam pendekatan *critical path* dan *critical chain*. sementara *critical path* awalnya fokus kepada penyelesaian kendala terdahulu, kebutuhan untuk mengenali dan menghindari konflik sumberdaya telah disadari sejak awal (Wiest, 1969). *Resource Constrained Scheduling Problem* (RSCP) (Herroelen et al., 1998) pada intinya sama untuk keduanya antara *critical path* dan *critical chain*. bagaimanapun *critical chain* secara jelas fokus kepada manajemen sumberdaya yang mana merupakan kunci perbedaan antara kedua pendekatan manajemen proyek tersebut. Khususnya, konsisten penerapan TOC, *critical chain* mendesak manajer untuk mengidentifikasi dan mengatur sistim 'bottleneck sumberdaya' didalam proyek.
- 5) **Permasalahan Kebiasaan**, sebuah literatur yang berkembang mengalamatkan permasalahan dari rendah nya kinerja proyek dengan mempelajari sisi manusia dari manajemen proyek (House, 1998 ;Lynn, 2002) area riset ini diterapkan dengan sama antara *critical path* dan *critical chain*; bagaimanapun *critical chain* berusaha untuk menghilangkan beberapa sumber konflik manusia dengan mendesain Sistim manajemen agar lebih efisien dan menghindari konflik antar sumberdaya. Untuk hal ini *critical chain* menambahkan beberapa konsep penanganan. Penanganan pertama telah dijelaskan diatas dinamakan penganti pengaman lokal dengan *buffer* global dan secara drastis memotong estimasi waktu aktivitas untuk meraih hasil dan kinerja tepat waktu yang lebih baik; bagaimanapun dalam prakteknya manajemen *critical chain* yang disarankan ini sangat kontroversial. Apakah perencana jadwal akan mengandakan ukuran awal dari estimasi mereka (McKay & Morton, 1998). Rekomendasi lain dari penanganan *critical chain* juga memiliki implikasi. Seperti telah disebutkan diatas, kunci tantangannya adalah menghindari tekanan pada sumberdaya ke aktivitas multitasking. Ini khususnya didalam lingkungan multiproyek. Dimana pemilik proyek berbeda dalam memberikan tekanan untuk dapat melaksanakan proyeknya terlebih dahulu (Patrick, 1998a; 1998b) dampak lain kebiasaan dari

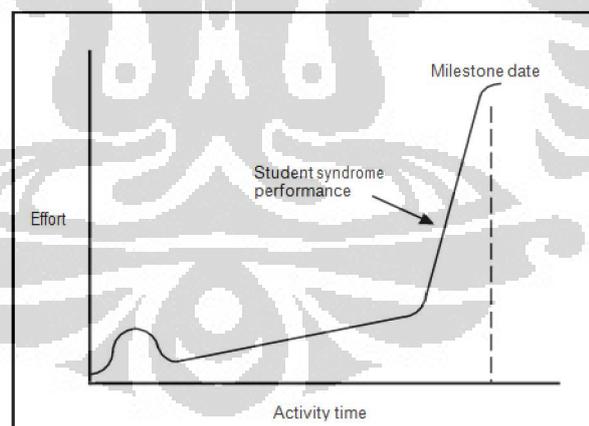
critical chain adalah orientasi keluaran. Yang mana bertujuan diharapkan mendorong manajer untuk berfikir global (Rand, 2000)

Permasalahan akhir adalah akuntabilitas terhadap berbagai aktivitas. *Critical path* fokus terhadap pemenuhan tanggal batas waktu penyelesaian dari aktivitas. Hal ini memungkinkan pemenuhan batas waktu penyelesaian dan pengontrolan jadwal. Disisi lain *critical chain* fokus kepada batas waktu penyelesaian keseluruhan proyek dan mengatur jadwal dengan mengawasi *buffer* proyek. Hal ini membutuhkan perubahan kebiasaan yang besar dan perubahan paradigma dari perspektif lokal menjadi global. Dari akuntabilitas pribadi menjadi akuntabilitas tujuan bersama.

2.6.3 Kebiasaan yang dihindari dalam penerapan Critical Chain

1. *Student Syndrome*

Student syndrome yaitu perilaku melaksanakan tugas pada waktu akhir periode. Maka kemungkinan terjadinya keterlambatan sangat besar dan sering kali terjadi penurunan kualitas karena tujuan utamanya adalah agar pekerjaan dapat selesai tepat waktu.



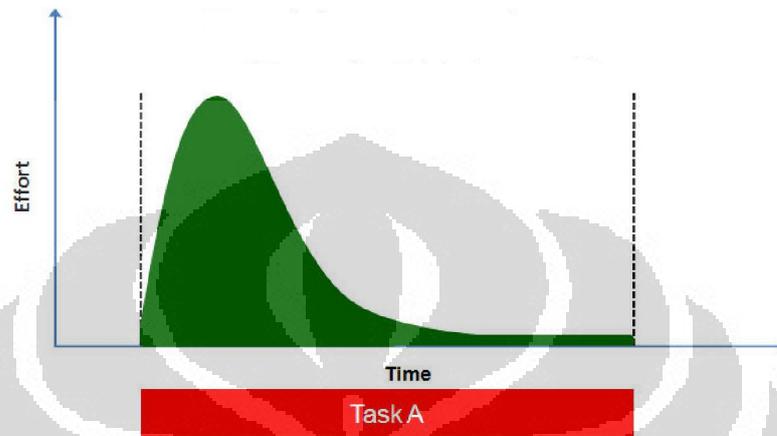
Gambar 2.5 Student Syndrome

2. *Sandbagging*

Sandbagging mengacu pada menahan pekerjaan yang telah diselesaikan hingga saat yang tepat atau lebih menguntungkan untuk secara resmi diakui penyelesaiannya.

3. *Parkinson's Law*

Suatu pekerjaan/pekerjaan yang mengembang untuk memenuhi waktu yang tersedia. Hal ini didasari pada pemikiran daripada menahan pekerjaan yang telah selesai, lebih baik melakukan meneruskan pekerjaan dengan tujuan menyempurnakan pekerjaan tersebut.



Gambar 2.6 Parkinson's Law

4. *Bad multitasking*

Bad multitasking adalah *multitasking* yang memperpanjang durasi dari aktivitas sebuah proyek. Didalam metode *critical chain*, *multitasking* tidak diperkenankan.

2.6.4 Elemen Kunci *Critical Chain*

1. Ketetapan dalam membuat rencana proyek

Didalam proses ini terdapat proses penetapan *scope*, *cost* dan *schedule* untuk pelaksanaan proyek.

2. Perkiraan Durasi Pekerjaan

Sumber daya manusia secara alami menyertakan *allowance* dalam perkiraan durasi mereka. Dalam mendefinisikan jadwal *critical chain*, *allowance* ini dihapus dari aktivitas individu dan dikumpulkan untuk melindungi seluruh proyek. Secara umum, sekitar setengah dari waktu *safety* yang dibutuhkan menjadi 90 sampai 95 persen untuk penyelesaian tugas, apakah untuk menutupi interupsi, pengerjaan ulang, tugas mendesak

tak terduga, dan kesalahan mengestimasi pekerjaan. *Critical chain* tidak menyediakan waktu "mulai" dan "selesai" untuk setiap tugas, seperti yang direkomendasikan oleh manajemen proyek tradisional, *critical chain* menggunakan jangka waktu tugas dan memanfaatkan sumber daya untuk bekerja pada berdasarkan konsep, *first-in first-out* (FIFO) sebagai dasar semua aktivitas antrian. Waktu mulai disediakan hanya untuk digunakan pada awal pekerjaan dalam jalur aktivitas dengan memperhatikan pekerjaan selanjutnya (successor) tapi tidak ada pendahulunya.

3. Ketidakpastian Pekerjaan

Untuk menutupi ketidakpastian pengestimasian biaya dan ketidakpastian aktivitas. Hal ini dikelola didalam *critical chain* dengan menggunakan *buffer*.

4. Konflik Sumber daya

Pada sebagian besar rencana proyek tradisional, tidak tersedianya sumber daya atau terlambatnya sebuah aktivitas dapat menyebabkan *critical path* bergeser. Beberapa proyek akan memiliki pergeseran *critical path* beberapa kali selama pelaksanaan proyek. Pergeseran ini mengakibatkan terus berubahnya prioritas dan terus-menerus berubahnya waktu mulai dan waktu selesai dari proyek. Hal ini terutama berlaku jika proyek tidak diseimbangkan sebelum dimulainya pekerjaan proyek.

Dalam perencanaan proyek dengan *critical chain*, sangat penting untuk menyelesaikan semua pertentangan sumber daya dengan menggunakan konsep penjadwalan terbalik, yaitu dengan memulai dari akhir jadwal proyek. Berdasarkan usaha penyeimbangan ini, *critical chain* dapat diidentifikasi sebagai rantai terpanjang dari aktivitas dan dengan sumberdaya yang mandiri.

5. Penggabungan Jalur

Ada resiko khusus dalam penjadwalan proyek di mana jalur atau rantai pekerjaan terpisah bergabung dengan rantai lainnya. Jika salah satu jalur adalah *critical chain*, maka tanggal penyelesaian proyek dapat terancam oleh penyelesaian akhir dari jalur non-kritis.

2.6.5 Manajemen Buffer

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

The TOCICO Dictionary mendefinisikan *buffer management* sebagai "Sebuah mekanisme umpan balik yang digunakan selama fase pelaksanaan manajemen operasi, distribusi dan proyek yang menyediakan sarana untuk memprioritaskan bekerja, untuk tahu kapan untuk mempercepat, untuk mengidentifikasi di mana kapasitas pelindung tidak cukup, dan untuk mengubah ukuran *buffer* bila diperlukan

Terdapat tiga zona dalam penggunaan suatu *buffer* sebagai berikut :



Gambar 2.7 Manajemen *Buffer*

- Variasi diharapkan (Zona Hijau)
Didalam zona ini terdapat waktu yang telah dikumpulkan dalam *buffer critical chain* yang berfungsi untuk melindungi tanggal penyelesaian proyek. Jika semua aktivitas berjalan sesuai dengan jadwal *critical chain*, beberapa atau semua *buffer* akan digunakan dan proyek ini akan selesai tepat pada atau sebelum tanggal yang dijadwalkan. Dalam zona hijau ini sebagai hasil dari pekerjaan proyek, maka dapat diharapkan sepertiga dari *buffer* akan digunakan karena ketidakpastian terjadi.
- Variasi normal (Zona Kuning)
Pemanfaatan dua pertiga dari *buffer critical chain* biasanya disebabkan karena ketidakpastian yang menjadi bagian dari prediksi durasi pekerjaan. Variasi kecil dalam pengoperasian proyek bukan alasan untuk mengambil

tindakan, tapi jika duapertiga *buffer* mulai digunakan untuk menutupi kelebihan tugas, maka harus dibuat suatu rencana yang bertujuan memperbaiki waktu yang hilang.

- Variasi abnormal (Zona Merah)

Penyebab khusus variasi (abnormal) biasanya merupakan hasil dari peristiwa unik di luar maupun selama proyek berlangsung. Kejadian tersebut dapat dinilai secara sederhana sebagai penyakit dari sumber daya proyek. Ketika bagian merah dari *buffer* digunakan, hal ini menandakan sebuah tindakan harus diambil dan rencana pelaksanaan dibuat disaat konsumsi *buffer* berada di bagian tengah *buffer*.

Jika *feeding buffer* digunakan, tindakan yang tepat adalah memantau *buffer* proyek. Jika *buffer* proyek masih dalam kondisi aman, maka tindakan pencegahan tidak perlu dilakukan. Jika *buffer* proyek telah digunakan, maka tindakan harus dimulai segera. Jika *buffer* penjadwalan yang digunakan, inisiasi proyek berikutnya harus ditunda sedini mungkin.

2.6.6 *Buffer*

Buffer pada *critical chain* adalah sebagai penyangga dalam mencegah suatu proyek atau aktivitas melebihi batas waktu, besar *buffer* yang diberikan biasanya 50 persen dari panjang jalur *Critical Chain*. Berdasarkan penggunaan *buffer* pada manajemen *buffer* diatas maka berikut jenis-jenis *buffer* yang digunakan dalam *critical chain*;

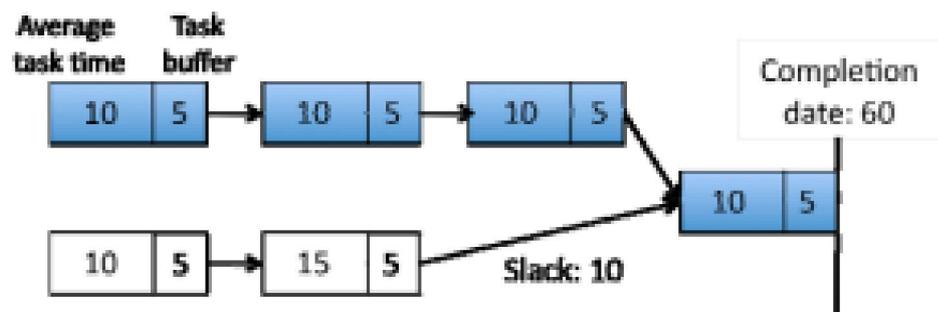
1. *Feeding Buffer* adalah *buffer* yang terdapat pada persambungan antara *critical chain* dengan aktivitas yang bukan *critical chain*, *feeding buffer* berfungsi melindungi *critical chain* agar tidak terpengaruh pada keterlambatan aktivitas tersebut.
2. *Project Buffer* adalah *buffer* yang terdapat pada akhir jalur *critical chain* terpanjang yang berguna untuk mengatasi variasi pada suatu proyek sehingga keterlambatan dapat dicegah.
3. *Resource buffer* adalah *buffer* yang berada diantara dua tugas yang dilaksanakan oleh sumber daya yang kritis untuk mencegah mundurnya pelaksanaan tugas karena tidak tersedianya sumber daya.

4. Drum *buffer* dan *strategic Buffer*, yaitu *buffer* yang terletak diantara dua buah proyek yang berurutan. *Buffer* ini berfungsi untuk mengatasi waktu dalam mempersiapkan proyek selanjutnya.

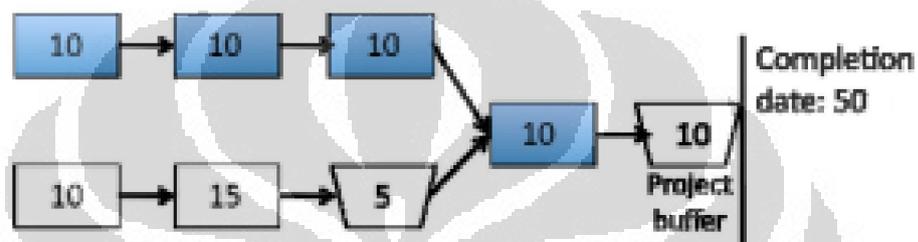
2.6.7 Prosedur Penjadwalan *Critical Chain*

Berdasarkan teori tentang penjadwalan *critical chain* maka terdapat prosedur atau langkah-langkah dalam penyusunan penjadwalan didalam metode *critical chain*. Berikut adalah ke enam langkah dalam pengembangan penjadwalan didalam metode *critical chain* :

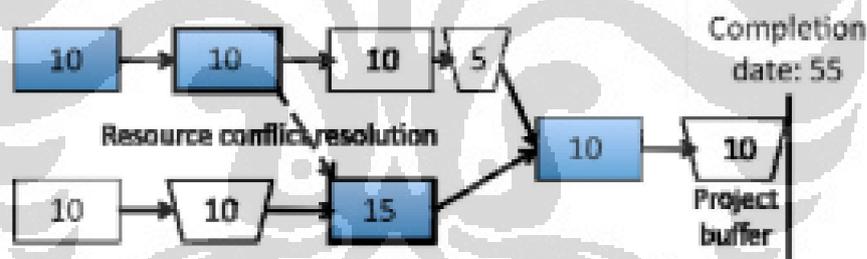
1. Membuat jadwal inisialisasi proyek dengan menghapus waktu *safety* dari setiap durasi aktivitas.
2. Menjadwalkan dari akhir proyek serta menghilangkan konflik sumber daya.
3. Mengidentifikasi jalur terpanjang dari sumber daya dan depedensi aktivitas.
4. Menghitung dan menyisipkan *Project buffer* proyek (ukuran dari *buffer* proyek biasanya sebesar 50 persen dari panjang total durasi *critical chain*).
5. Menghitung dan menyisipkan *feeding buffer* kedalam semua rantai yang tergabung didalam *critical chain*, menghilangkan konflik sumber daya yang timbul didalam proyek.
6. Menambahkan interaksi *buffer* sumber daya untuk menjamin sumber daya yang tidak memiliki pekerjaan pendahulu memulai pekerjaan. Dan terhadap semua sumber daya yang telah ditentukan didalam *critical chain*.



a: Critical path planning (shaded activities are on the critical path); each task worker maintains a safety buffer



b: Planning with task safeties cut in half and moved into the project buffer



c: Critical Chain (shaded activities) planning with resource contention (between bold-framed tasks) and project buffer

Gambar 2.8 Ilustrasi Penjadwalan *critical chain* dan *critical path*

2.6.8 Implementasi *critical chain*

Dalam prakteknya metode *critical chain* telah banyak menyumbangkan kontribusi terhadap dunia industri dan manufaktur di dunia. Berikut beberapa bukti dari penerapan metode *critical chain* :

- Honeywell DAS

Honeywell DAS merupakan perusahaan manufaktur penerbangan telah sukses menerapkan CCPM dengan berhasil memenuhi permintaan konsumen terhadap pesanan yang memiliki jadwal pelaksanaan selama 13 bulan menjadi 6 bulan.

- Lucent Technologies

Pada tahun 1996 *Lucent technology* menerapkan CCPM dalam mengevaluasi proyek-proyek yang berjalan (sebagai *pilot project* dengan metode TOC). Proyek ini berhasil selesai pada tahun 1997.

- U.S Navy Shipyards

Angkatan Laut AS telah menerapkan CCPM di sejumlah galangan kapal angkatan laut. Salah satu keberhasilan terbesar adalah dengan pemeliharaan USS Harry S. Truman pada tahun 2001, yang merupakan satu kapal terbesar di dunia. TOC dan CCPM diadopsi secara terpisah (yaitu, menggunakan perangkat lunak dari proyek yang sudah ada) memungkinkan tim proyek untuk menyelesaikan proyek lebih awal dan menghemat lebih dari \$ 20 juta. Aplikasi CCPM berikutnya adalah di Pearl Harbor Naval Shipyard menghasilkan peningkatan kinerja jadwal dari 40% menjadi lebih dari 90% dan peningkatan produktivitas sekitar 100% pada proyek-proyek yang lebih sederhana dengan melakukan pemeliharaan pada kapal selam nuklir AS. Angkatan Laut AS memperluas penggunaan CCPM untuk proyek yang lebih besar di empat galangan kapal publik dan berencana untuk memperpanjang penggunaannya ke galangan-galangan kapal swasta yang mendukung kegiatan mereka.

2.6.9 Tools atau Software yang digunakan dalam penjadwalan CCPM

Berikut ini adalah software yang digunakan didalam penelitian :

1. Microsoft Project 2007

Microsoft project merupakan tools/software yang dapat membantu dalam menyusun perencanaan dan pengendalian jadwal suatu proyek secara terperinci pekerjaan demi pekerjaan yang merupakan keluaran dari *Microsoft project*. *Microsoft project* juga dapat membantu melakukan perencanaan dan dan pemantuan terhadap penggunaan sumber daya. Aplikasi ini juga dapat mencatat kebutuhan tenaga kerja pada tiap sektor pekerjaan, mencatat jam kerja, jam lembur dan perhitungan biaya untuk tiap tenaga kerja. *Microsoft project* juga dapat memberikan laporan posisi kemajuan proyek sesuai dengan kemajuan proyek.

2. CCPM+

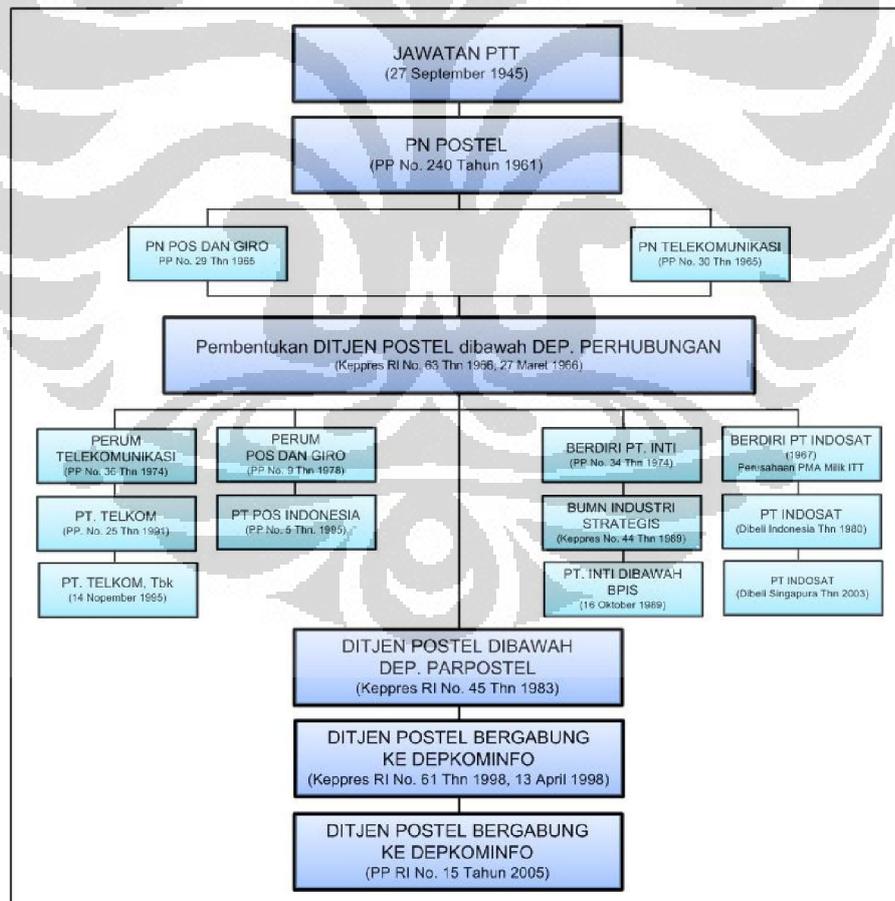
CCPM+ merupakan software *add-in* untuk *Microsoft project* yang berguna untuk menganalisis penjadwalan dengan menggunakan metode *critical chain*. *Software* ini memiliki fitur mulai dari pengidentifikasian *critical chain*, melakukan perhitungan probabilitas 50 persen dan pengendalian *buffer*.

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Profil Perusahaan

PT.INTI merupakan Badan Usaha Milik Negara yang didirikan berdasarkan peraturan pemerintah No. 34 Tahun 1974. Terhitung tanggal 28 Desember 1974 dengan keputusan Menteri Keuangan Republik Indonesia Kep.171/MK/IV/12/1974 dengan status perseroan yang dibawah oleh departemen keuangan sebagai pemilik saham. Berdasarkan peraturan pemerintah No. 59 Tahun 1989, PT. INTI digabungkan dengan kelompok Badan Pengelola Industri Strategis.



Gambar 3.1 Sejarah berdirinya PT.INTI

(Sumber : <http://www.postel.go.id>)

3.1.1 Maksud dan Tujuan Perusahaan

Berdasarkan akte pendirian perusahaan, maksud dan tujuan pendirian PT INTI adalah turut melaksanakan dan menunjang kebijaksanaan dan program pemerintah dibidang Ekonomi dan Pembangunan Nasional pada umumnya dan khususnya dibidang industri informasi dan komunikasi dengan memperhatikan prinsip-prinsip yang berlaku bagi perseroan.

Selanjutnya di samping maksud dan tujuan tersebut diatas, secara komersial perusahaan bertujuan untuk menjadi perusahaan yang menguntungkan (*Profitable*), makmur (*Prosperous*), dan berkelanjutan (*sustainable*). Dengan situasi yang belum kembali normal sejak krisis ekonomi melanda Indonesia berapa tahun lalu, dalam jangka waktu yang telah ditentukan. PT INTI (Persero) akan melakukan usaha untuk meningkatkan kondisi perusahaan dari tahapan bertahan hidup (*Survival*) menjadi perusahaan yang tumbuh (*Growth*).

3.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

1. Visi Perusahaan

PT. INTI (Persero) bertujuan untuk menjadi pilihan pertama bagi para pelanggan untuk mentransformasikan “MIMPI” menjadi “REALITA” (*To be the Customer's first choices in transforming DREAMS into REALITY*).

2. Misi Perusahaan

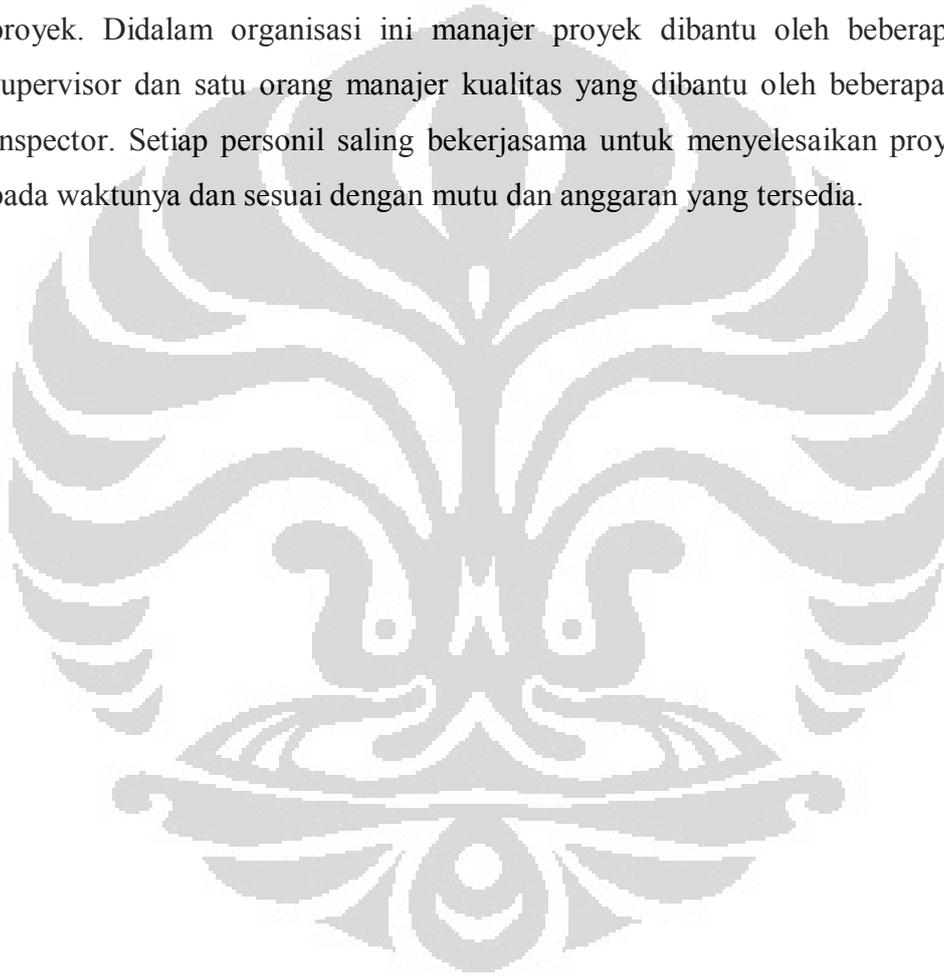
- Fokus PT INTI (Persero) akan tertuju sepenuhnya pada pekerjaan jasa *Engineering* yang sesuai dengan spesifikasi dan permintaan konsumen.
- Dalam menjalankan bisnis PT INTI (Persero) akan berusaha semaksimal mungkin untuk kepentingan *Stakeholder*.
- Akan mengembangkan jejaring bisnis yang sinergik baik dengan pemakain jasa PT INTI (Persero) maupun pemasok demi menumbuhkembangkan kinerja yang saling menguntungkan.

3. Strategi Perusahaan

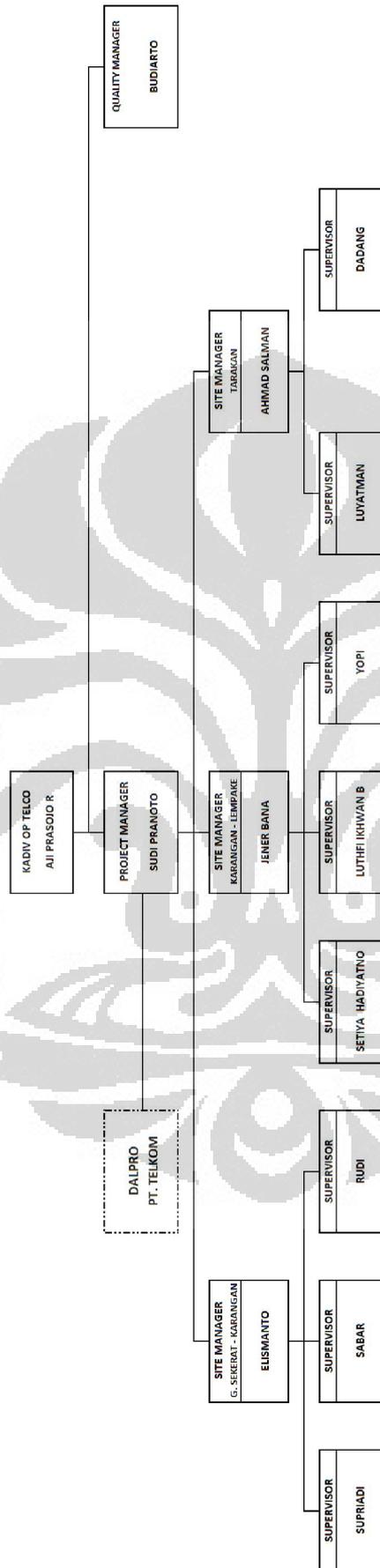
PT INTI (Persero) dalam menumbuhkembangkan usahanya adalah dengan fokus pada bidang jasa informasi dan komunikasi dengan penekanan pada Integrasi Sistem dan Teknologi Infokom (ISTI).

3.2 Organisasi Proyek

Organisasi proyek pada objek penelitian ini terletak pada divisi manajemen proyek. Didalam organisasi ini manajer proyek dibantu oleh beberapa orang supervisor dan satu orang manajer kualitas yang dibantu oleh beberapa Quality Inspector. Setiap personil saling bekerjasama untuk menyelesaikan proyek tepat pada waktunya dan sesuai dengan mutu dan anggaran yang tersedia.



**STRUKTUR ORGANISASI PROYEK
PENGADAAN DAN PEMASANGAN OUTSIDE PLANT FIBER OPTIK AKSES DAN RMJ
GUNUNG SEKERAT - KARANGAN - LEMPAKE DAN TARAKAN - MAMBURUNGAN**



Gambar 3.2 Struktur Organisasi Proyek

3.3 Tinjauan Umum Proyek

Proyek Outside Plant Fiber Optik akses dan RMJ merupakan proyek hasil kerjasama PT. Telkom. Tbk dengan PT. INTI (Persero) sebagai mitra pelaksana. Proyek ini merupakan proyek pengadaan dan pemasangan OSP-FO AKSES dan RMJ. Proyek fiber optik telekomunikasi yang menjadi bahasan penelitian ini merupakan hasil suatu bentuk kontrak kerjasama. Kontrak ini sendiri merupakan kontrak yang membawahi 7 area proyek yaitu :

1. Area-1 SUMBAGUT
2. Area-2 SUMBAGSEL
3. Area-3 Jakarta dan JABAR
4. Area-4 JATENG
5. Area-5 JATIM
6. Area-6 KALIMANTAN
7. Area-7 KTI

3.3.1 Lokasi Proyek

Lokasi proyek dimana tempat penelitian berlangsung adalah lokasi proyek AREA-6 KALIMANTAN yang merupakan bagian dari kontrak kerjasama PT INTI. Lokasi proyek berada di beberapa titik di daerah Kalimantan timur yaitu di kecamatan Sekerat, Kecamatan Karangan, Kecamatan Lempake, wilayah Tarakan dan Mamburungan. Lokasi wilayah dapat di telusuri dengan GPS yaitu :

- 1 BTS KARANGAN dengan koordinat N 01 20.959, E 117 39.412
2. BTS LEMPAKE dengan koordinat N 1 40.088, E 118 01.825
3. BTS Gn. SEKERAT dengan koordinat N 00 51.250, E 117 44.179
4. Wilayah Tarakan-Mamburungan

Untuk peninjauan lapangan dapat digunakan moda transportasi darat. Dan kondisi geografis dari lokasi proyek masih merupakan daerah yang belum padat dan memiliki tantangan karena belum adanya sarana pendukung.



Gambar 3.3 Lokasi Proyek OSP-FO AKSES dan RMJ KALIMANTAN

(Sumber : Lokasi GPS fiber optik OSP-FO 2011 PT INTI (Persero))

Pelaksanaan proyek dibagi kedalam :

- a. Total panjang rute = 204.844 meter dengan rincian sebagai berikut :
 - BCTR = 165.806 meter
 - Estimasi BCTR Rock = 28.681 meter
 - Rute lintasan, jembatan = 1.960 meter
 - Hanging non- jembatan = 4.639 meter
 - Panjang kabel = 212.293 meter
 - Panjang HDPE = 204.844 meter.
- b. Dari total panjang span tersebut maka proyek dibagi kedalam tiga subsistem :
 - SS#1 : BTS Sekerat – BTS Karangan dengan panjang rute 101.520 meter.
 - SS#2 : BTS Karangan- BTS Lempake dengan panjang rute 98.306 meter.
 - SS#3 : STO Tarakan- Site Mamburungan dengan panjang rute 7.928 meter.

Dengan demikian penjadwalan proyek dibagi kedalam tiga span tersebut. Penjadwalan proyek yang digunakan perusahaan adalah dengan menggunakan metode *Critical Path Method*.

3.3.2 Waktu Proyek

Proyek pemasangan OSP-FO AKSES dan RMJ ini direncanakan dimulai pada bulan Oktober 2011 hingga Februari 2012 sejak ditandatanganinya surat pesanan untuk menyelesaikan seluruh lingkup pekerjaan pada proyek OSP-FO AKSES dan RMJ Area-6 KALIMANTAN. Setelah proyek ini selesai PT INTI (Persero) masih berkewajiban untuk melakukan perawatan dalam waktu setahun terhitung Februari 2012.

3.3.3 Nilai Proyek

Jumlah nilai proyek untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan yang tertulis didalam kontrak adalah Rp. 20.363.055.600 (sudah termasuk PPn 10%). Nilai ini merupakan nilai acuan yang akan menjadi Rencana Anggaran Biaya.

3.4 Perencanaan Proyek pada saat ini

Perencanaan jadwal yang dibuat oleh PT.INTI adalah penjadwalan dan pengendalian yang didasarkan pada metode *Critical Path* dan dengan pengontrolan biaya melalui pembobotan dengan *BoQ* yang nantinya akan menghasilkan *S-Curve*.

3.4.1 Lingkup pekerjaan

Lingkup pekerjaan pembangunan OSP-FO 2011 yang menjadi acuan dalam penelitian dan merupakan acuan dalam pembuatan jadwal. Lingkup pekerjaan ini tercantum dalam kontrak induk proyek OSP-FO AKSES dan RMJ 2011. Ruang lingkup ini meliputi dan tidak terbatas pada:

1. Project management
2. Permit approval
3. Survey, planning, & design OSP, DRM
4. Pengetesan kabel, HDPE, COD di pabrikan dan lokasi.
5. Pemasangan kabel serat optik type core G. 652D dan G.655C dengan proteksi COD 1 way dan atau 3 way dengan default kedalaman 1,5 meter menggunakan teknologi mesin.
6. Integrasi dengan terminal kabel serat optik eksisting dengan, integrasi

dengan JT eksisting, dan Sistim grounding eksisting.

7. *Site acquisition* untuk penempatan ODC dan OTB indoor maupun outdoor.
8. *Commissoning* dan *Acceptence test* serat optik dan Sipil
9. Penyediaan kendaraan roda empat dan waspang.



Gambar 3.4 Ruang lingkup pekerjaan proyek

a.) pekerjaan pengelaran fiber optik, b.) pekerjaan trenching, c.) pekerjaan penarikan dengan water blown, d.) pekerjaan instalasi fiber optik lintas jembatan.

(Sumber : Metode kerja proyek fiber optik OSP-FO 2011 PT. INTI (Persero))

3.4.2 Lingkup Pekerjaan yang di analisis (pendefinisian aktivitas)

Didalam penelitian ini lingkup pekerjaan yang di analisis adalah sesuai dengan paket pekerjaan yang terdapat pada *master schedule* proyek OSP-FO AKSES dan RMJ yang berupa barchart dan Microsoft Project, yang mempunyai uraian sebagai berikut :

- *Workbreak Down Structure* Penjadwalan SS#1 Gn SEKERAT-KARANGAN

0. Surat Pesanan (SP)

1. Pengadaan & Fabrikasi

1.1. Material OSP

1.1.1. Subduct HDPE

1.1.1.1. Fabrikasi

1.1.1.2. Faktory inspection test

1.1.1.3. Pembuatan Laporan

1.1.2. Kabel FO G.655C

1.1.2.1. Fabrikasi

1.1.2.2. Faktory inspection test

1.1.2.3. Pembuatan laporan

1.2. Accessories OSP

1.2.1. Tiang Besi

1.2.1.1. Fabrikasi

1.2.1.2. Faktory inspection test

1.2.1.3. Pembuatan Laporan

1.2.2. OTB

1.2.2.1. Fabrikasi

1.2.2.2. Faktory inspection test

1.2.2.3. Pembuatan Laporan

1.2.3. Closure FO

1.2.3.1. Fabrikasi

1.2.3.2. *Factory inspection test*

1.2.3.3. Pembuatan laporan

2. Pembangunan Gn Sekerat - Karang (101.520 m)

2.1. Persiapan

2.1.1. Pengurusan Ijin (Permit Pemda/Private)

2.1.1.1. Ijin Pemda

2.1.1.1.1. Pembuatan surat ijin ke PEMDA

2.1.1.1.2. Pengajuan Ijin

2.1.1.1.3. Dokumentasi Ijin

2.1.1.2. ijin Dari private Area

2.1.1.2.1. Pembuatan surat ijin ke Private Area

2.1.1.2.2. Pengajuan Ijin

2.1.1.2.3. Dokumentasi Ijin

2.1.2. Re-Survey / Stacking

2.1.2.1. Pengecekan Kondisi Rute

2.1.2.2. Penentuan calon penempatan akses FO

2.1.2.3. Pengecekan rencana pengelaran kabel FO

2.1.2.4. Penentuan Komposisi roding, galian, boring, dan jembatan serta penempatan MH

2.1.2.5. Pengukuran jarak rute FO dari STO ke STO

2.1.2.6. Pengecekan kondisi Duct

2.1.2.7. Pembuatan laporan

2.1.3. Pembuatan dan penyediaan sarana Penunjang

- 2.1.3.1. Penyediaan sarana penyimpanan barang
- 2.1.3.2. Penyediaan sarana untuk pekerja
- 2.1.3.3. Penyediaan peralatan (excavator,
- 2.1.3.4. Penyediaan alat transportasi dan pengiriman Logistik
- 2.1.3.5. Penyediaan alat transportasi roda 4 (WASPANG)
- 2.1.3.6. Pembuatan laporan
- 2.2. Pengiriman Material
 - 2.2.1. Subduct HDPE
 - 2.2.1.1. Pengemasan dan pengiriman
 - 2.2.1.2. Pembuatan laporan
 - 2.2.2. Kabel FO G.655C
 - 2.2.2.1. Pengemasan dan pengiriman
 - 2.2.2.2. Pembuatan laporan
 - 2.2.3. Accessories OSP
 - 2.2.3.1. Pengemasan dan pengiriman
 - 2.2.3.2. Pembuatan laporan
- 2.3. Instalasi & Test.Comm
 - 2.3.1. Civil Work
 - 2.3.1.1. Trenching/Boring/Rojok/Crossing
 - 2.3.1.1.1. Penyediaan peralatan dan sumber daya di lokasi
 - 2.3.1.1.2. Menentukan jalur kabel
 - 2.3.1.1.3. Pitting Test
 - 2.3.1.1.4. Penggalian
 - 2.3.1.1.5. Pembuatan laporan
 - 2.3.1.2. Hand Hole (HH)
 - 2.3.1.2.1. Penyediaan peralatan dan sumber daya di lokasi
 - 2.3.1.2.2. Pengalihan Lubang
 - 2.3.1.2.3. Pembuatan lantai kerja
 - 2.3.1.2.4. Membuat Bekisting
 - 2.3.1.2.5. Membuat/Memasang Kerangka besi
 - 2.3.1.2.6. Mengecor Untuk lantai dan dinding
 - 2.3.1.2.7. Memasang Kerangka besi untuk atap
 - 2.3.1.2.8. Mengecor beton untuk tutup
 - 2.3.1.2.9. Merapikan dinding, lantai, atap dan leher bagian dalam
 - 2.3.1.2.10. Memasang stopper
 - 2.3.1.2.11. Menutup sisa galian tanah
 - 2.3.1.2.12. Pembuatan Laporan
 - 2.3.1.3. Jembatan/Lintasan
 - 2.3.1.3.1. Persiapan peralatan

- 2.3.1.3.2. Penerimaan dan pengujian alat dilokasi
- 2.3.1.3.3. Pemasangan alat penyangga dan pelindung
- 2.3.1.3.4. Pemasangan pipa pelindung
- 2.3.1.3.5. Pembuatan Laporan
- 2.3.1.4. Penarikan Subduct HDPE
 - 2.3.1.4.1. Kabel FO G.655C
 - 2.3.1.4.2. Penarikan FO G.655C
 - 2.3.1.4.3. Jointing dan Terminasi
- 2.3.2. Test.Comm
 - 2.3.2.1. Pembuatan jadwal Comm. Test
 - 2.3.2.2. Surat ijin Masuk lokasi
 - 2.3.2.3. Pelaksanaan Comm Test
 - 2.3.2.4. Melengkapi Kekurangan/memperbaiki
 - 2.3.2.5. Pembuatan Permohonan Uji terima
- 3. Uji Terima (BAUT)
 - 3.1. Pembuatan jadwal uji terima
 - 3.2. Surat Ijin masuk Lokasi
 - 3.3. Pelaksanaan Uji terima
 - 3.4. Melengkapi memperbaiki ketidaksesuaian/kekurangan
 - 3.5. Pembuatan As Built Drawing
 - 3.6. BAST-1 Parsial
- Serah Terima (BAST)

Keseluruhan lingkup pekerjaan diatas merupakan input dalam penjadwalan CCPM dalam penelitian ini. Lingkup pekerjaan diatas merupakan acuan untuk ketiga penjadwalan proyek yang ada.

3.4.3 Data penjadwalan Proyek

Berikut data yang diperoleh didalam proses penelitian :

1. Hubungan Antar Aktivitas

Pada penjadwalan proyek fiber optik ini hubungan antar aktivitas dapat dilihat pada didalam penjadwalan yang telah dibuat oleh tim proyek. Didalam hubungan antar aktivitas ini dapat dilihat lintasan kritis proyek dan hubungan keterkaitan tiap pekerjaan. Penentuan hubungan antar aktivitas ini ditetapkan oleh tim proyek berdasarkan ketergantungan sumber daya dan sifat pekerjaan itu sendiri. Didalam penjadwalan ini banyak terdapat aktivitas yang *overlapping*. *Overlapping* dapat dilihat pada gambar 3.1 .

Tabel 3.1 Data hubungan keterkaitan pekerjaan *Critical Path*

No	Pekerjaan	Durasi	Predecessor
1	Surat Pesanan (SP)	0 d	
2	Pengadaan & Fabrikasi	50 d	2
3	Material OSP	50 d	
4	Subduct HDPE	30 d	
5	Fabrikasi	26 d	2FS+1 d
6	Factory inspection test	3 d	6
7	Pembuatan Laporan	1 d	7
8	Kabel FO G.655C	50 d	
9	Fabrikasi	47 d	2FS+1 d
10	Factory inspection test	2 d	10
11	Pembuatan laporan	1 d	11
12	Accessories OSP	30 d	
13	Tiang Besi	30 d	
14	Fabrikasi	28 d	4SS+15 d
15	Factory inspection test	2 d	15
16	Pembuatan Laporan	1 d	16FF
17	OTB	30 d	
18	Fabrikasi	28 d	4SS+15 d
19	Factory inspection test	2 d	19
20	Pembuatan Laporan	1 d	20FF
21	Closure FO	30 d	
22	Fabrikasi	27 d	4SS+15 d
23	Factory inspection test	2 d	23
24	Pembuatan laporan	1 d	24
25	Pembangunan Gn Sekerat - Karang (101.520 m)	101 d	
26	Persiapan	20 d	
27	Pengurusan Ijin (Permit Pemda/Private)	8 d	
28	Ijin Pemda	8 d	
29	Pembuatan surat ijin ke PEMDA	1 d	2FS+1 d
30	Pengajuan Ijin	6 d	30
31	Dokumentasi Ijin	1 d	31
32	ijin Dari private Area	7 d	
33	Pembuatan surat ijin ke Private Area	1 d	2FS+1 d
34	Pengajuan Ijin	4 d	34
35	Dokumentasi Ijin	2 d	35
36	Re-Survey / Stacking	20 d	
37	Pengecekan Kondisi Rute	5 d	2FS+1 d
38	Penentuan calon penempatan akses FO	4 d	38
39	Pengecekan rencana pengelaran kabel FO	1 d	39
40	Penentuan Komposisi roding, galian, boring, dan jembatan sert	2 d	40
41	Pengukuran jarak rute FO dari STO ke STO	5 d	41
42	Pengecekan kondisi Duct	2 d	42
43	Pembuatan laporan	1 d	43
44	Pembuatan dan penyediaan sarana Penunjang	20 d	
45	Penyediaan sarana penyimpanan barang	5 d	2FS+1 d
46	Penyediaan sarana untuk pekerja	5 d	46
47	Penyediaan peralatan (excavator,	7 d	47
48	Penyediaan alat transportasi dan pengiriman Logistik	7 d	48SS
49	Penyediaan alat transportasi roda 4 (WASPANG)	2 d	49

(Sumber : Data olahan microsoft project proyek fiber optik OSP-FO 2011)

Tabel 3.1 Data hubungan keterkaitan pekerjaan *Critical Path* (lanjutan)

No	Pekerjaan	Durasi	Predecessor
50	Pembuatan laporan	1 d	50
51	Pengiriman Material	44 d	
52	Subduct HDPE	28 d	
53	Pengemasan dan pengiriman	27 d	8FS-10 d
54	Pembuatan laporan	1 d	54
55	Kabel FO G.655C	14 d	
56	Pengemasan dan pengiriman	13 d	12
57	Pembuatan laporan	1 d	57
58	Accessories OSP	14 d	
59	Pengemasan dan pengiriman	13 d	17,21,25
60	Pembuatan laporan	1 d	60
61	Instalasi & Test.Comm	81 d	
62	Civil Work	77 d	
63	Trenching/Boring/Rojok/Crossing	55 d	
64	Penyediaan peralatan dan sumber da di lokasi	4 d	32,36,44,51
65	Menentukan jalur kabel	4 d	65
66	Pitting Test	5 d	66
67	Penggalian	41 d	67
68	Pembuatan laporan	1 d	68
69	Hand Hole (HH)	55 d	
70	Penyediaan peralatan dan sumber da di lokasi	1 d	32,36,44,51
71	Penggalian Lubang	11 d	71
72	Pembuatan rantai kerja	6 d	72
73	Membuat Bekisting	17 d	73
74	Membuat/Memasang Kerangka besi	17 d	74
75	Mengecor Untuk rantai dan dinding	17 d	75SS
76	Memasang Kerangka besi untuk atap	3 d	76,75
77	Mengecor beton untuk tutup	3 d	77SS
78	Merapikan dinding, rantai, atap dan leher bagian dalam	3 d	78SS
79	Memasang stopper	3 d	79SS
80	Menutup sisa galian tanah	3 d	80SS
81	Pembuatan Laporan	1 d	81FF,77,78,79,80
82	Jembatan/Lintasan	55 d	
83	Persiapan peralatan	2 d	32,36,44,51
84	Penerimaan dan pengujian alat dilokasi	2 d	84
85	Pemasangan alat penyangga dan pelindung	20 d	85
86	Pemasangan pipa pelindung	55 d	32,36,44,51,86FF
87	Pembuatan Laporan	1 d	87FF
88	Penarikan Subduct HDPE	55 d	32,36,44,51
89	Kabel FO G.655C	22 d	
90	Penarikan FO G.655C	15 d	55,58,61,69,82,88,89
91	Jointing dan Terminasi	7 d	91
92	Test.Comm	4 d	
93	Pembuatan jadwal Comm. Test	1 d	92
94	Surat ijin Masuk lokasi	1 d	94SS
95	Pelaksanaan Comm Test	2 d	95,94
96	Melengkapi Kekurangan/memperbaiki	1 d	96
97	Pembuatan Permohonan Uji terima	1 d	97FF
98	Uji Terima (BAUT)	5 d	
99	Pembuatan jadwal uji terima	1 d	98
100	Surat Ijin masuk Lokasi	1 d	100SS
101	Pelaksanaan Uji terima	2 d	100,101
102	Melengkapi memperbaiki ketidaksesuaian/kekurangan	1 d	102
103	Pembuatan As Built Drawing	2 d	103FF
104	BAST-1 Parsial	1 d	104
105	Serah Terima (BAST)	0 d	105

(Sumber : Data olahan microsoft project proyek fiber optik OSP-FO 2011)

Data *resource* yang digunakan pada proyek OSP-FO AKSES dan RMJ ini terdiri dari material, tenaga kerja dan biaya. Tenaga kerja didalam proyek ini terbagi atas dua kategori yaitu tenaga kerja tak langsung dan tenaga kerja langsung. Tenaga kerja tidak langsung adalah tenaga kerja pada divisi manajemen Proyek yang ada pada PT INTI (Persero) sedangkan tenaga kerja langsung adalah tenaga kerja yang langsung terlibat di lapangan dalam proses pekerjaan proyek. Data material pada proyek didasarkan pada *Bill of Quantity* yang telah diterbitkan sebelumnya pada saat surat pesanan disetujui. Berikut ini adalah data *resource* yang digunakan dalam proyek OSP-FO AKSES dan RMJ ini:

Tabel 3.2 Data *Resource pool*

No	Resource	Type	No	Resource	Type
1	Project Manager	Work	23	Excavator	Work
2	Quality Manager	Work	24	Gudang	Cost
3	Site Manager	Work	25	BBM Solar	Material
4	Supervisor	Work	26	MH-HH2	Material
5	Staff administrasi	Work	27	DD-V5-1	Material
6	Mandor	Work	28	DD-BM-1	Material
7	Jointer	Work	29	DD-DA-S1	Material
8	Tukang gali	Work	30	DD-BSS-S1	Material
9	Tukang Las	Work	31	HB-PS-1	Material
10	Tukang konstruksi	Work	32	HB-PS-2	Material
11	Tukang Tarik	Work	33	DD-ROD	Material
12	Tukang gelar	Work	34	DC-SD-3	Material
13	Kepala Tukang gali	Work	35	DD-HDPE-1	Material
14	Kepala Tukang Las	Work	36	BC-TR-5	Material
15	Kepala Tukang konstruksi	Work	37	BCTR ROCKY	Material
16	Kepala Tukang Tarik	Work	38	DC-OF-SM-24	Material
17	Kepala Tukang gelar	Work	39	OS-SM-24	Material
18	Jointer	Work	40	TC-OF-R-19	Material
19	Supir	Work	41	TC-SM-24	Material
20	Pekerja	Work	42	SC-MP-C	Material
21	Mobilisasi	Work	43	DC-OF-SM-24	Material
22	Kendaraan Waspang	Work	44	BC-PP	Material
			45	SC-OF-SM-24	Material

2. Data Slack Critical Path

Data *slack* yang merupakan jumlah dari *delay* yang diijinkan sebelum suatu aktivitas benar-benar terlambat sangat berpengaruh didalam pengembangan *critical chain*. *Slack* harus diidentifikasi dengan baik karena konsep *feeding buffer* di dalam *critical chain* bergantung pada *slack*. Kesalahan dalam mengidentifikasi *slack* dapat menyebabkan kesalahan *feeding buffer*. Dengan menggunakan Microsoft Project 2007 maka dihasilkan *slack* yang dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Data *Slack* dari *Critical Path*

Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Start Slack	Finish Slack
SS#1 GUNUNG SEKERAT - KARANGAN	Fri 10/28/11	Sat 2/11/12	Fri 10/28/11	Sat 2/11/12	0 days	0 days
Surat Pesanan (SP)	Fri 10/28/11	Fri 10/28/11	Fri 10/28/11	Fri 10/28/11	0 days	0 days
Pengadaan & Fabrikasi	Sat 10/29/11	Sat 12/17/11	Wed 11/9/11	Wed 12/28/11	11 days	11 days
Material OSP	Sat 10/29/11	Sat 12/17/11	Wed 11/9/11	Wed 12/28/11	11 days	11 days
Subduct HDPE	Sat 10/29/11	Sun 11/27/11	Tue 11/15/11	Wed 12/14/11	17 days	17 days
Fabrikasi	Sat 10/29/11	Wed 11/23/11	Tue 11/15/11	Sat 12/10/11	17 days	17 days
Factory inspection test	Thu 11/24/11	Sat 11/26/11	Sun 12/11/11	Tue 12/13/11	17 days	17 days
Pembuatan Laporan	Sun 11/27/11	Sun 11/27/11	Wed 12/14/11	Wed 12/14/11	17 days	17 days
Kabel FO G.655C	Sat 10/29/11	Sat 12/17/11	Wed 11/9/11	Wed 12/28/11	11 days	11 days
Fabrikasi	Sat 10/29/11	Wed 12/14/11	Wed 11/9/11	Sun 12/25/11	11 days	11 days
Factory inspection test	Thu 12/15/11	Fri 12/16/11	Mon 12/26/11	Tue 12/27/11	11 days	11 days
Pembuatan Laporan	Sat 12/17/11	Sat 12/17/11	Wed 12/28/11	Wed 12/28/11	11 days	11 days
Accessories OSP	Sat 11/12/11	Sun 12/11/11	Tue 11/29/11	Wed 12/28/11	17 days	17 days
Tiang Besi	Sat 11/12/11	Sun 12/11/11	Tue 11/29/11	Wed 12/28/11	17 days	17 days
Fabrikasi	Sat 11/12/11	Thu 12/8/11	Tue 11/29/11	Sun 12/25/11	17 days	17 days
Factory inspection test	Fri 12/9/11	Sat 12/10/11	Mon 12/26/11	Tue 12/27/11	17 days	17 days
Pembuatan Laporan	Sun 12/11/11	Sun 12/11/11	Wed 12/28/11	Wed 12/28/11	17 days	17 days
OTB	Sat 11/12/11	Sun 12/11/11	Tue 11/29/11	Wed 12/28/11	17 days	17 days
Fabrikasi	Sat 11/12/11	Thu 12/8/11	Tue 11/29/11	Sun 12/25/11	17 days	17 days
Factory inspection test	Fri 12/9/11	Sat 12/10/11	Mon 12/26/11	Tue 12/27/11	17 days	17 days
Pembuatan Laporan	Sun 12/11/11	Sun 12/11/11	Wed 12/28/11	Wed 12/28/11	17 days	17 days
Closure FO	Sat 11/12/11	Sun 12/11/11	Tue 11/29/11	Wed 12/28/11	17 days	17 days
Fabrikasi	Sat 11/12/11	Thu 12/8/11	Tue 11/29/11	Sun 12/25/11	17 days	17 days
Factory inspection test	Fri 12/9/11	Sat 12/10/11	Mon 12/26/11	Tue 12/27/11	17 days	17 days
Pembuatan Laporan	Sun 12/11/11	Sun 12/11/11	Wed 12/28/11	Wed 12/28/11	17 days	17 days
Pembangunan Gn Sekerat - Karangan (101.520 m)	Sat 10/29/11	Mon 2/6/12	Sat 10/29/11	Mon 2/6/12	0 days	0 days
Persiapan	Sat 10/29/11	Thu 11/17/11	Sat 10/29/11	Thu 11/17/11	0 days	0 days
Pengurusan Ijin (Permit Pemda/Private)	Sat 10/29/11	Sat 11/5/11	Thu 11/10/11	Thu 11/17/11	12 days	12 days
Re-Survey / Stacking	Sat 10/29/11	Thu 11/17/11	Sat 10/29/11	Thu 11/17/11	0 days	0 days
Pengecekan Kondisi Rute	Sat 10/29/11	Wed 11/2/11	Sat 10/29/11	Wed 11/2/11	0 days	0 days
Penentuan calon penempatan akses FO	Thu 11/3/11	Sun 11/6/11	Thu 11/3/11	Sun 11/6/11	0 days	0 days
Pengecekan rencana pengelaran kabel FO	Mon 11/7/11	Mon 11/7/11	Mon 11/7/11	Mon 11/7/11	0 days	0 days
Penentuan Komposisi roding, galian, boring, dan jembatan	Tue 11/8/11	Wed 11/9/11	Tue 11/8/11	Wed 11/9/11	0 days	0 days
Pengukuran jarak rute FO dari STO ke STO	Thu 11/10/11	Mon 11/14/11	Thu 11/10/11	Mon 11/14/11	0 days	0 days
Pengecekan kondisi Duct	Tue 11/15/11	Wed 11/16/11	Tue 11/15/11	Wed 11/16/11	0 days	0 days
Pembuatan laporan	Thu 11/17/11	Thu 11/17/11	Thu 11/17/11	Thu 11/17/11	0 days	0 days
Pembuatan dan penyediaan sarana Penunjang	Sat 10/29/11	Thu 11/17/11	Sat 10/29/11	Thu 11/17/11	0 days	0 days
Penyediaan sarana penyimpanan barang	Sat 10/29/11	Wed 11/2/11	Sat 10/29/11	Wed 11/2/11	0 days	0 days
Penyediaan sarana untuk pekerja	Thu 11/3/11	Mon 11/7/11	Thu 11/3/11	Mon 11/7/11	0 days	0 days
Penyediaan peralatan (excavator,	Tue 11/8/11	Sun 11/13/11	Tue 11/8/11	Sun 11/13/11	0 days	0 days
Penyediaan alat transportasi dan pengiriman Logistik	Mon 11/14/11	Tue 11/15/11	Mon 11/14/11	Tue 11/15/11	0 days	0 days
Penyediaan alat transportasi roda 4 (WASPANG)	Wed 11/16/11	Wed 11/16/11	Wed 11/16/11	Wed 11/16/11	0 days	0 days
Pembuatan Laporan	Thu 11/17/11	Thu 11/17/11	Thu 11/17/11	Thu 11/17/11	0 days	0 days
Pengiriman Material	Mon 11/28/11	Sat 12/31/11	Thu 12/15/11	Wed 1/11/12	17 days	11 days
Subduct HDPE	Mon 11/28/11	Sun 12/25/11	Thu 12/15/11	Wed 1/11/12	17 days	17 days
Pengemasan dan pengiriman	Mon 11/28/11	Sat 12/24/11	Thu 12/15/11	Tue 1/10/12	17 days	17 days
Pembuatan laporan	Sun 12/25/11	Sun 12/25/11	Wed 1/11/12	Wed 1/11/12	17 days	17 days

(Sumber : Data olahan microsoft project proyek fiber optik OSP-FO 2011)

Dari hasil data pada tabel 3.3 diatas maka jadwal ini memiliki *critical path* yang diurutkan berdasarkan nomor *task name* pekerjaan sebagai berikut :

1. 38-39-40-41-42-43-44
2. 46-47-48-49-50-51
3. 65-66-67-68-69
4. 71-72-73-74-75-76-82
5. 89
6. 91-92
7. 94-95-96-97
8. 99-100-101-103

Berdasarkan data diatas *critical path* dapat diketahui bahwa jalur kritis didalam penjadwalan yang dibuat oleh tim proyek terdapat lebih dari satu.

Berikut ini adalah kombinasi *critical path* yang ada didalam pejadwalan :

1. 38-39-40-41-42-43-44-65-66-67-68-69-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
2. 38-39-40-41-42-43-44-71-72-73-74-75-76-82-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
3. 38-39-40-41-42-43-44-89-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
4. 46-47-48-49-50-51-65-66-67-68-69-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
5. 46-47-48-49-50-51-71-72-73-74-75-76-82-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
6. 46-47-48-49-50-51-89-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103

3.4.4 Perencanaan penjadwalan dengan metode *Critical Chain Method*

Dalam membuat penjadwalan dengan metode *critical chain* maka dibutuhkan hubungan keterkaitan antar aktivitas. Hubungan antar aktivitas ini merupakan kendala (*constraints*). Berikut pengolahan hubungan antar aktivitas didalam penjadwalan *critical chain*.

a) Hubungan keterkaitan aktivitas

Hubungan antar aktivitas *critical chain* ini merupakan kendala (*constraints*). Hubungan antar aktivitas *critical chain* ini didasari pada

ketergantungan aktivitas itu sendiri. Hubungan keterkaitan ini hanya menggunakan hubungan *Finish to start*, sedangkan pola hubungan yang menggunakan *lead* atau *leg time* disusun ulang dengan *backward scheduling*. Berikut ini adalah data hasil olahan hubungan keterkaitan :

Tabel 3.4 Data hubungan keterkaitan dengan metode *Critical Chain*

No	Task Name	Predecessor
1	SS#1 GUNUNG SEKERAT - KARANGAN	
2	Surat Pesanan (SP)	
3	Pengadaan & Fabrikasi	2
4	Material OSP	
5	Subduct HDPE	
6	Fabrikasi	2FS+1 day
7	Factory inspection test	6
8	Pembuatan Laporan	7
9	Kabel FO G.655C	
10	Fabrikasi	2FS+1 day
11	Factory inspection test	10
12	Pembuatan laporan	11
13	Accessories OSP	
14	Tiang Besi	
15	Fabrikasi	2SS+15 days
16	Factory inspection test	15
17	Pembuatan Laporan	16
18	OTB	
19	Fabrikasi	2SS+15 days
20	Factory inspection test	19
21	Pembuatan Laporan	20
22	Closure FO	
23	Fabrikasi	2SS+15 days
24	Factory inspection test	23
25	Pembuatan laporan	24
26	Pembangunan Gn Sekerat - Karang (101.520 m)	
27	Persiapan	
28	Pengurusan Ijin (Permit Pemda/Private)	
29	Ijin Pemda	
30	Pembuatan surat ijin ke PEMDA	2FS+1 day
31	Pengajuan Ijin	30
32	Dokumentasi Ijin	31
33	Ijin Dari private Area	
34	Pembuatan surat ijin ke Private Area	2FS+1 day
35	Pengajuan Ijin	34
36	Dokumentasi Ijin	35
37	Re-Survey / Stacking	
38	Pengecekan Kondisi Rute	2FS+1 day
39	Penentuan calon penempatan akses FO	38
40	Pengecekan rencana pengelaran kabel FO	39
41	Penentuan Komposisi roding, galian, boring, dan jembatan	40
42	Pengukuran jarak rute FO dari STO ke STO	41
43	Pengecekan kondisi Duct	42
44	Pembuatan laporan	43
45	Pembuatan dan penyediaan sarana Penunjang	
46	Penyediaan sarana penyimpanan barang	2FS+1 day
47	Penyediaan sarana untuk pekerja	46
48	Penyediaan peralatan (excavator,	47
49	Penyediaan alat transportasi dan pengiriman Logistik	48
50	Penyediaan alat transportasi roda 4 (WASPANG)	49
51	Pembuatan laporan	50
52	Pengiriman Material	

Tabel 3.4 Data hubungan keterkaitan dengan metode *Critical Chain* (lanjutan)

No	Task Name	Predecessor
53	Subduct HDPE	
54	Pengemasan dan pengiriman	8
55	Pembuatan laporan	54
56	Kabel FO G.655C	
57	Pengemasan dan pengiriman	12
58	Pembuatan laporan	57
59	Accessories OSP	
60	Pengemasan dan pengiriman	17,21,25
61	Pembuatan laporan	60
62	Instalasi & Test.Comm	
63	Civil Work	
64	Trenching/Boring/Rojok/Crossing	
65	Penyediaan peralatan dan sumber daya di lokasi	32,36,44,51
66	Menentukan jalur kabel	65
67	Pitting Test	66
68	Penggalian	67
69	Pembuatan laporan	68
70	Hand Hole (HH)	
71	Penyediaan peralatan dan sumber daya di lokasi	32,36,44,51
72	Penggalian Lubang	71
73	Pembuatan lantai kerja	72
74	Membuat Bekisting	73
75	Membuat/Memasang Kerangka besi	74
76	Mengecor Untuk lantai dan dinding	74
77	Memasang Kerangka besi untuk atap	74
78	Mengecor beton untuk tutup	77
79	Merapikan dinding, lantai, atap dan leher bagian dalam	78
80	Memasang stopper	79
81	Menutup sisa galian tanah	80
82	Pembuatan Laporan	81,75,76
83	Jembatan/Lintasan	
84	Persiapan peralatan	32,36,44,51
85	Penerimaan dan pengujian alat di lokasi	84
86	Pemasangan alat penyangga dan pelindung	85
87	Pemasangan pipa pelindung	32,36,44,51,86
88	Pembuatan Laporan	87
89	Penarikan Subduct HDPE	32,36,44,51
90	Kabel FO G.655C	
91	Penarikan FO G.655C	55,58,61,69,82,88,89
92	Jointing dan Terminasi	91
93	Test.Comm	
94	Pembuatan jadwal Comm. Test	92
95	Pelaksanaan Comm Test	94
96	Melengkapi Kekurangan/memperbaiki	95
97	Pembuatan Permohonan Uji terima	96
98	Uji Terima (BAUT)	
99	Pembuatan jadwal uji terima	97
100	Pelaksanaan Uji terima	99
101	Melengkapi memperbaiki ketidaksesuaian/kekurangan	100
102	Pembuatan As Built Drawing	101
103	BAST-1 Parsial	102
104	Serah Terima (BAST)	103

Data pada tabel 3.4 merupakan data olahan dari tabel 3.1. Dalam metode penjadwalan dengan metode *critical chain* hubungan keterkaitan ini memperhatikan hubungan antar task dengan kondisi sifat pekerjaan itu sendiri. Dengan hubungan *Finish to start* maka terdapat konsekuensi suatu rantai pekerjaan menjadi lebih panjang dibandingkan *overlapping*. Untuk itu langkah pertama adalah dengan menghilangkan waktu *safety* dari tiap pekerjaan dengan

menggunakan 50% probabilitas dari waktu pekerjaan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Didalam proyek OSP-FO ini probabilitas 50% digunakan pada setiap pekerjaan diantaranya pekerjaan pengadaan, survei, pengadaan peralatan, pekerjaan sipil dan proses *commisioning*.

Berikut pada tabel 3.5 adalah durasi dari aktivitas setelah dihilangkan dengan probabilitas 50% :

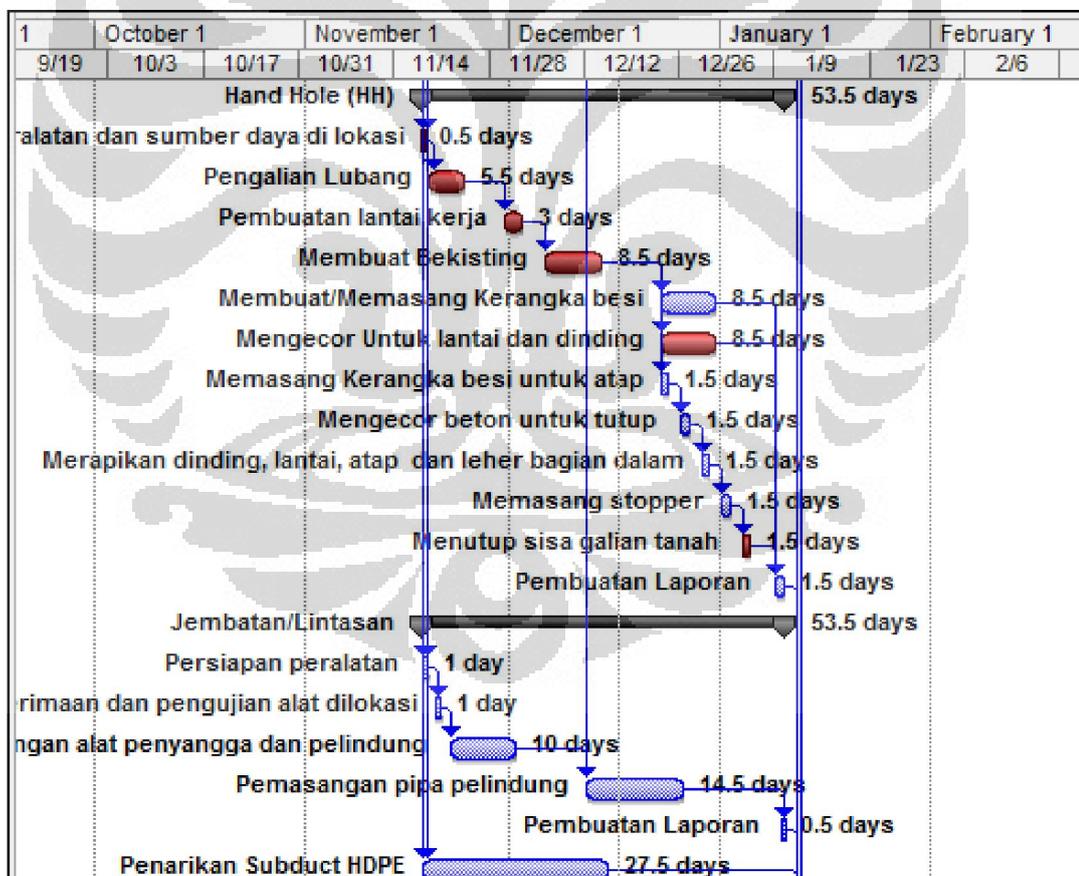
Tabel 3.5. Data olahan 50% probabilitas waktu pekerjaan

Pekerjaan	Durasi
Pengadaan & Fabrikasi	25 days
Material OSP	25 days
Fabrikasi	13 days
Factory inspection test	1.5 days
Pembuatan Laporan	0.5 days
Fabrikasi	23.5 days
Factory inspection test	1 day
Pembuatan laporan	0.5 days
Accessories OSP	15.5 days
Fabrikasi	13.5 days
Factory inspection test	1 day
Pembuatan Laporan	0.5 days
Fabrikasi	13.5 days
Factory inspection test	1 day
Pembuatan Laporan	0.5 days
Fabrikasi	13.5 days
Factory inspection test	1 day
Pembuatan laporan	1 day
Persiapan	15 days
Ijin Pemda	6 days
Pengajuan Ijin	3 days
Dokumentasi Ijin	0.5 days
Pembuatan surat ijin ke Private Area	0.5 days
Pengajuan Ijin	2 days
Dokumentasi Ijin	1 day
Pengecekan Kondisi Rute	2.5 days
Penentuan calon penempatan akses FO	2 days
Pengecekan rencana pengelaran kabel FO	0.5 days
Penentuan Komposisi roding, galian, boring, dan jembatan	1 day
Pengukuran jarak rute FO dari STO ke STO	2.5 days
Pengecekan kondisi Duct	1 day
Pembuatan laporan	0.5 days
Penyediaan sarana penyimpanan barang	2.5 days
Penyediaan sarana untuk pekerja	2.5 days
Penyediaan peralatan (excavator,	3 days

Tabel 3.5 Data olahan 50% probabilitas waktu pekerjaan (Lanjutan)

Pekerjaan	Durasi
Penyediaan alat transportasi dan pengiriman Logistik	1 day
Penyediaan alat transportasi roda 4 (WASPANG)	0.5 days
Pembuatan laporan	0.5 days
Pengiriman Material	33 days
Pengemasan dan pengiriman	13.5 days
Pembuatan laporan	0.5 days
Kabel FO G.655C	23 days
Pengemasan dan pengiriman	6.5 days
Pembuatan laporan	0.5 days
Pengemasan dan pengiriman	6.5 days
Pembuatan laporan	0.5 days
Penyediaan peralatan dan sumber daya di lokasi	2 days
Menentukan jalur kabel	2 days
Pitting Test	2.5 days
Penggalian	20.5 days
Pembuatan laporan	0.5 days
Penyediaan peralatan dan sumber daya di lokasi	0.5 days
Pengalian Lubang	5.5 days
Pembuatan rantai kerja	3 days
Membuat Bekisting	8.5 days
Membuat/Memasang Kerangka besi	8.5 days
Mengecor Untuk lantai dan dinding	8.5 days
Memasang Kerangka besi untuk atap	1.5 days
Mengecor beton untuk tutup	1.5 days
Merapikan dinding, lantai, atap dan leher bagian dalam	1.5 days
Memasang stopper	1.5 days
Menutup sisa galian tanah	1.5 days
Pembuatan Laporan	1.5 days
Persiapan peralatan	1 day
Penerimaan dan pengujian alat dilokasi	1 day
Pemasangan alat penyangga dan pelindung	10 days
Pemasangan pipa pelindung	14.5 days
Pembuatan Laporan	0.5 days
Kabel FO G.655C	11 days
Penarikan FO G.655C	7.5 days
Jointing dan Terminasi	3.5 days
Test.Comm	2 days
Pembuatan jadwal Comm. Test	0.5 days
Pelaksanaan Comm Test	0.5 days
Melengkapi Kekurangan/memperbaiki	0.5 days
Pembuatan Permohonan Uji terima	0.5 days
Pembuatan jadwal uji terima	0.5 days
Pelaksanaan Uji terima	0.5 days
Melengkapi memperbaiki ketidaksesuaian/kekurangan	0.5 days
Pembuatan As Built Drawing	0.5 days
BAST-1 Parsial	0.5 days
Serah Terima (BAST)	0 days

Setelah dilakukan 50% probabilitas maka perlu diperhatikan ketersediaan sumber daya pada tiap pekerjaan. Untuk itu perlu diperhatikan pekerjaan yang mengalami konflik sumber daya. Tiap-tiap pekerjaan yang menggunakan sumber daya yang sama harus dipisahkan. Pemisahan ini dilakukan dengan cara meninjau proyek dari pekerjaan akhir (*successor*) ke pekerjaan paling awal (*backward scheduling*). Pada pekerjaan *civil works* terdapat konflik dimana pekerjaan memasang kerangka besi dan merapikan, dinding, lantai atap dan leher bagian atas merupakan pekerjaan yang sama. Namun dengan *constraint* penyelesaian waktu selesai yang sama maka pekerjaan menggunakan 2 grup namun tetap menggunakan hubungan *finish to start*. konflik antar 2 pekerjaan ini dibatasi oleh 2 *constraint*.



Sumber : Data olahan microsoft project proyek fiber optik OSP-FO 2011)

Gambar 3.3 Bar Chart konflik sumber daya

Dari diagram batang konflik sumber pada gambar 3.3 maka dapat dilihat pekerjaan yang masih dalam keadaan *overlapping*. Keadaan pekerjaan diatas merupakan kondisi pekerjaan yang tidak dapat digeser, berdasarkan sifatnya pekerjaan memasang kerangka besi harus bersamaan dengan pekerjaan mengecor lantai dan dinding. Kondisi ini memakai sumber daya yang sama namun untuk pekerjaan memasang kerangka besi lebih dititik beratkan pada sumber daya tukang konstruksi 2. Dengan pengaturan sumber daya tersebut maka pekerjaan dapat dikalkulasi kedalam penjadwalan *critical chain*.

Tabel 3.6 Task list critical chain proyek

WBS	Pekerjaan
1.3.1.3.1	Penyediaan sarana penyimpanan barang
1.3.1.3.2	Penyediaan sarana untuk pekerja
1.3.1.3.3	Penyediaan peralatan (excavator,
1.3.1.3.4	Penyediaan alat transportasi dan pengiriman Logistik
1.3.1.3.5	Penyediaan alat transportasi roda 4 (WASPANG)
1.3.1.3.6	Pembuatan laporan
1.3.3.1.2.1	Penyediaan peralatan dan sumber daya di lokasi
1.3.3.1.2.2	Pengalian Lubang
1.3.3.1.2.3	Pembuatan lantai kerja
1.3.3.1.2.4	Membuat Bekisting
1.3.3.1.2.6	Mengecor Untuk lantai dan dinding
1.3.3.1.2.12	Pembuatan Laporan
1.3.3.1.4.1	Penarikan FO G.655C
1.3.3.1.4.2	Jointing dan Terminasi
1.3.3.2.1	Pembuatan jadwal Comm. Test
1.3.3.2.2	Pelaksanaan Comm Test
1.3.3.2.3	Melengkapi Kekurangan/memperbaiki
1.3.3.2.4	Pembuatan Permohonan Uji terima
1.4.1	Pembuatan jadwal uji terima
1.4.2	Pelaksanaan Uji terima
1.4.3	Melengkapi memperbaiki ketidaksesuaian/kekurangan
1.4.4	Pembuatan As Built Drawing
1.4.5	BAST-1 Parsial

Dengan teridentifikasinya *critical chain* maka langkah selanjutnya adalah melindungi *critical chain* yang merupakan pekerjaan-pekerjaan yang berpengaruh terhadap keterlambatan proyek. Untuk melindungi proyek dari keterlambatan maka perlu dimasukkannya *Project buffer*. Perhitungan besaran *project buffer*

dihitung 50 persen dari panjang rantai kritis (*cut and paste method*).

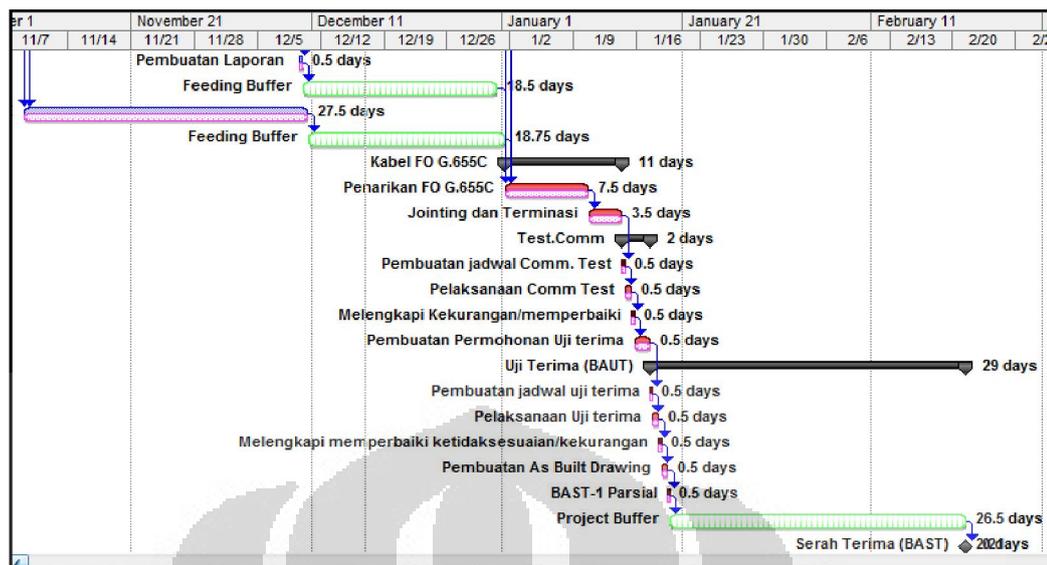
$$\text{Project buffer} = 50\% \times \text{panjang rantai kritis}$$

Tahap berikut dari pengembangan penjadwalan ini adalah dengan memasukkan feeding buffer ke dalam penjadwalan proyek. Tujuan dari memasukkan *feeding buffer* ini adalah untuk menjaga dan melindungi pekerjaan-pekerjaan yang berada pada *critical chain* dari perubahan yang terjadi disebabkan keterlambatan pada pekerjaan-pekerjaan *non-critical*.

Feeding buffer disisipkan didalam penjadwalan pada persimpangan antara pekerjaan *critical chain* dan *non-critical chain*. Besarnya ukuran dari *feeding buffer* ini dihitung dengan cara 50 persen dari panjang rantai non kritis. Perhitungan ini juga memperhatikan faktor *slack* dari setiap aktivitas.

Berikut salah satu penentuan *buffer* didalam penjadwalan *critical chain* pada pekerjaan persiapan dengan sub-task pengajuan izin Pemda :

$$\begin{aligned} \text{Feeding buffer}_{\text{izin pemda}} &= \sum \text{durasi (pembuatan surat + Pengajuan Izin +} \\ &\quad \text{Laporan)} \times 50\% \\ &= (0.5 + 3 + 0.5) \times 50\% \\ &= 2 \text{ hari} \end{aligned}$$



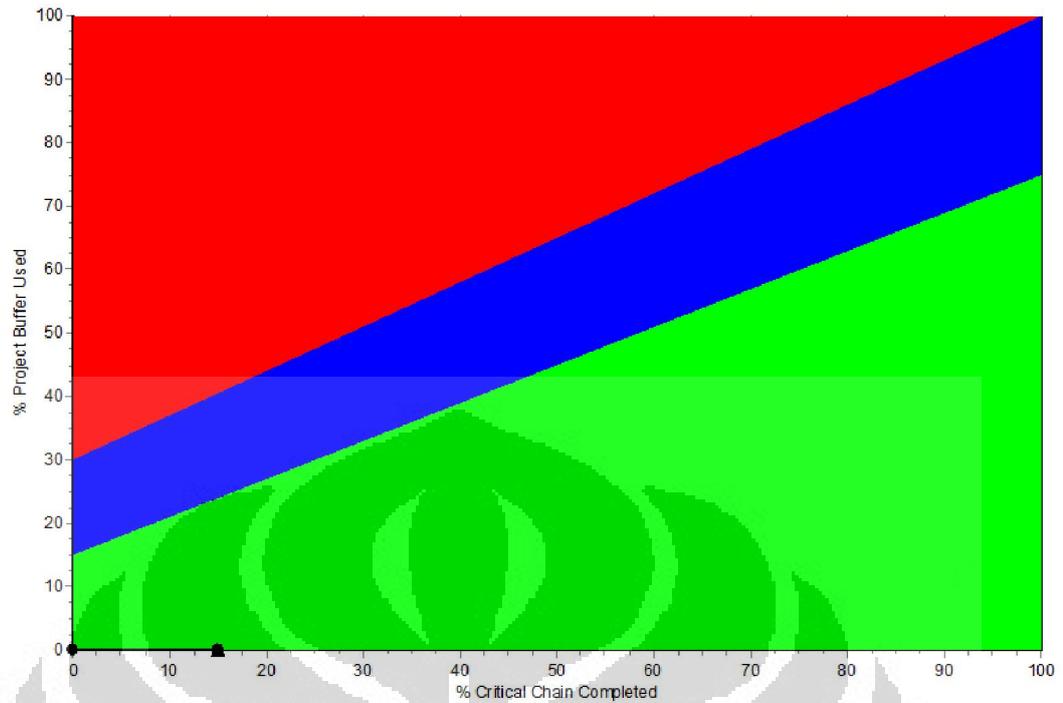
(Sumber : Data olahan microsoft project proyek fiber optik OSP-FO 2011)

Gambar 3.4 Bar chart *Feeding buffer*

Langkah selanjutnya adalah menambahkan interaksi *buffer* sumber daya untuk menjamin sumber daya yang tidak memiliki pekerjaan pendahulu memulai pekerjaan dan juga terhadap semua sumber daya yang telah ditentukan didalam *critical chain*. Namun didalam penjadwalan ini sumber daya yang digunakan merupakan sumber daya yang telah tersedia sebelumnya dan tidak ada penambahan sumber daya.

3.4.5 Pengendalian Proyek menggunakan metode CCPM

Pada tahap akhir dari penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM maka perlu dilakukannya pengendalian terhadap proyek yaitu dengan cara mengukur tingkat kemajuan pekerjaan terhadap jadwal. Proses pengendalian didalam CCPM adalah dengan mengukur penetrasi *buffer* terhadap waktu mulai dan selesainya suatu pekerjaan . Didalam penelitian ini pengendalian terhadap penetrasi *buffer* belum dapat disimulasikan terhadap kemajuan proyek, hal ini disebabkan pengembangan jadwal masih didalam tahap perencanaan. Didalam pengendalian buffer ini kemajuan proyek dikontrol melalui penetrasi *buffer*



Gambar 3.5 *Fever Chart* untuk penetrasi *buffer*

terhadap alokasi *buffer* yang telah dibuat sebelumnya dengan tingkat penggunaan *buffer* dalam realisasinya dilapangan.

BAB 4

ANALISIS DATA

Berdasarkan pada data proyek *Outside Plant Fiber Optik* Akses dan *Regional Metro Junction* yang telah diolah maka kemudian data dapat di analisis Data di Analisis menurut deskripsi pekerjaan, durasi proyek, hubungan antar pekerjaan, tingkat kemajuan pekerjaan dan sumber daya terpakai.

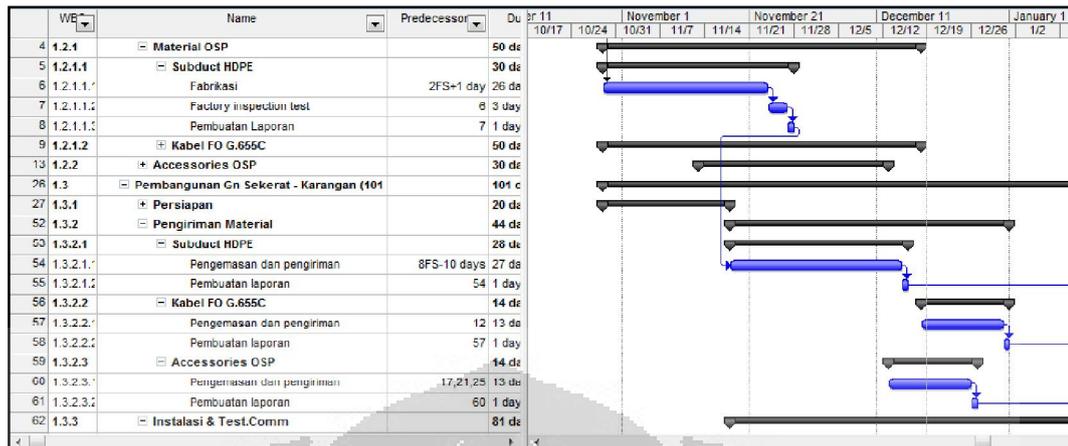
Dari hasil penjadwalan *critical path* dan *critical chain* ini digunakan untuk mengetahui seberapa cepat penyelesaian proyek dengan faktor kendala yang timbul selama berlangsungnya proyek.

4.1 Analisis hasil penjadwalan Proyek

Berdasarkan analisis pada penjadwalan dengan metode *critical path* yang telah dibuat oleh tim proyek. Teridentifikasi kendala utama dari penyelenggaraan proyek yaitu penyelesaian proyek berdurasi 107 hari kalender kerja. Dari data hasil penjadwalan hubungan keterkaitan antar kegiatan didalam proyek menggunakan *lead time* dan *lag time*. Hubungan antar kegiatan ini menunjukkan adanya pekerjaan yang tumpang tindih (*overlapping*).

Pekerjaan yang tumpang tindih yaitu pekerjaan pengadaan *subduct* HDPE, Pengadaan kabel FO G.655C, pengadaan aksesoris tiang besi, pengadaan aksesoris OTB, pengadaan *closure* FO, pembuatan ijin pemda, pembuatan ijin *private area*, pengecekan kondisi rute, penyediaan penyimpanan barang, pengemasan *subduct* HDPE. Hubungan keterkaitan antara pekerjaan pengadaan *subduct* HDPE dengan hubungan 8FS-10 day menunjukkan kegiatan pengemasan dimulai 10 hari sebelum pekerjaan laporan fabrikasi *subduct* HDPE selesai dengan demikian terjadi penundaan dibagian pengemasan dan pengiriman *subduct* HDPE.

Dari data hubungan pada gambar 4.1 maka terdapat pengalokasian sumber daya tim pengadaan pada pekerjaan fabrikasi *Subduct* HDPE dan pengemasan dan pengiriman *subduct* HDPE di pekerjaan pengemasan dan pengiriman yang tidak terpakai atau sudah memulai pekerjaan.



Gambar 4.1 Bar chart pekerjaan *overlapping*

Dari pemakaian sumber daya didalam penjadwalan ini konflik sumber daya tidak diperhitungkan. Konflik sumber daya diperhitungkan setelah *critical path* teridentifikasi didalam penjadwalan. Dari hasil pengolahan dengan menggunakan *microsoft project* terdapat lebih dari satu *critical path* didalam penjadwalan ini. Jalur *critical path* berdasarkan *task* tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) 38-39-40-41-42-43-44-65-66-67-68-69-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
- 2) 38-39-40-41-42-43-44-71-72-73-74-75-76-82-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
- 3) 38-39-40-41-42-43-44-89-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
- 4) 46-47-48-49-50-51-65-66-67-68-69-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
- 5) 46-47-48-49-50-51-71-72-73-74-75-76-82-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103
- 6) 46-47-48-49-50-51-89-91-92-94-95-96-97-99-100-101-103

Berdasarkan *critical path* yang teridentifikasi maka dapat terlihat bahwa *critical path* didalam penjadwalan ini dapat berubah-ubah dan didalam penjadwalan *critical path* ini *project planner* menitikberatkan pada pemerataan sumber daya pada pekerjaan-pekerjaan yang tergabung didalam *critical path* saja. Akibat dari perubahan-perubahan tersebut maka pengendalian terhadap proyek menjadi tidak efektif.

4.2 Analisis hasil penjadwalan *Critical Chain*

Berdasarkan hasil pengolahan software microsoft project maka terdapat beberapa output yang dianalisis yaitu :

- Perubahan hubungan keterkaitan antar pekerjaan
- Perubahan durasi dengan metode 50% (*cut and paste method*)
- Kendala sumber daya dan buffer
- Penetrasi *buffer*

4.2.1 Hasil perubahan hubungan antar pekerjaan

Dari hasil pengolahan data terlihat pada pekerjaan pengadaan fabrikasi *subduct* HDPE yang memiliki hubungan keterkaitan 2SS+15 *day* dan menjadi predecessor pada pekerjaan pengemasan dan pengiriman *subduct* HDPE dengan predecessor 8FS-10 *day*. Hal ini menunjukkan adanya fungsi *lead time* dan *lag time* didalam pekerjaan. Didalam *critical chain* kondisi hubungan pekerjaan ini dijadwal dengan penjadwalan mundur. Dari pekerjaan penyediaan *subduct* HDPE pada task 57, pekerjaan pengadaan *subduct* HDPE harus sudah selesai. Sehingga hubungan keterkaitan dua pekerjaan ini di ubah menjadi *finish to start* dan waktu *lead time* dihilangkan, akan tetapi pada kenyataannya dilapangan, pihak *supplier subduct* HDPE memproduksi *subduct* HDPE tetap dengan durasi 26 hari. Maka hal ini perlu diantisipasi dengan penambahan *supplier* untuk menghindari terjadinya keterlambatan pada proses pengiriman.

Analisis terhadap perubahan durasi dengan menghilangkan waktu safety dari tiap pekerjaan memiliki pengaruh terhadap tanggal dimulainya suatu pekerjaan dan tanggal penyelesaiannya. Pada penjadwalan *critical chain* dalam penelitian ini, durasi waktu yang dimasukkan sebagai input durasi adalah durasi yang telah dibuat sebelumnya sebagai *likely start date*. Dengan acuan *actual start date* adalah tanggal dimulainya proyek yaitu tanggal 10/28/11 dengan pekerjaan Surat pesanan. Perubahan dengan menggunakan 50% probabilitas waktu pelaksanaan pekerjaan dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan diantaranya : Pengadaan, persiapan, instalasi dan test *commisioning*. Setelah dilakukan 50 % probabilitas maka durasi pekerjaan berubah: Pekerjaan pengadaan *subduct* HDPE yang memiliki durasi 26 hari berubah menjadi 13 hari. Dan juga berikut

pekerjaan-pekerjaan lainnya.

4.2.2 Kendala sumber daya dan *buffer*

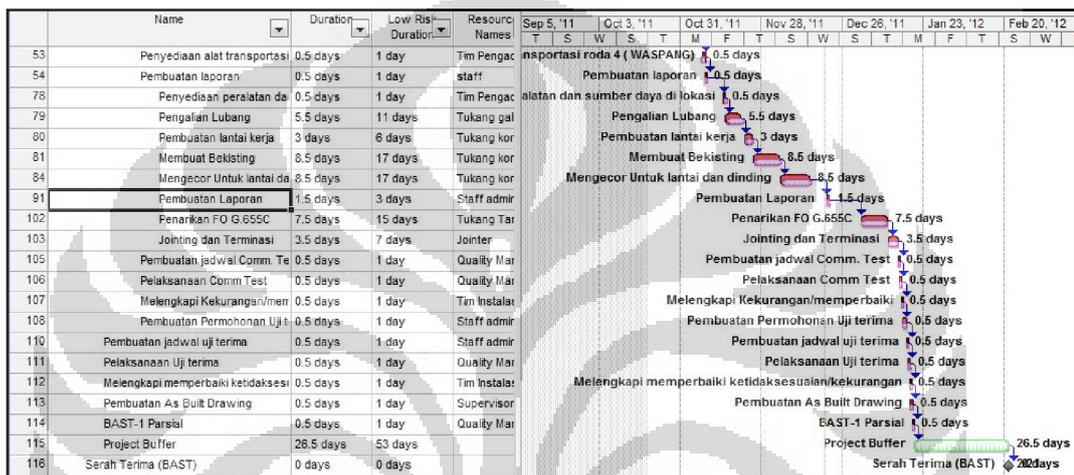
Setelah mendapatkan hasil dari perubahan hubungan antar pekerjaan dan perubahan durasi 50%. Maka langkah selanjutnya adalah menganalisis konflik sumber daya yang ada didalam penjadwalan. Semua pemakaian sumber daya yang menggunakan *resource pool* yang sama maka harus diidentifikasi dan dipisahkan, pekerjaan-pekerjaan yang memiliki sifat yang sama seperti : pembuatan lantai kerja, membuat bekisting, membuat/memasang kerangka besi. Pekerjaan-pekerjaan tersebut harus dipisahkan dalam penggunaan sumber dayanya dengan membentuk 2 sumber daya dari sumber daya yang sama.

4.2.3 Analisis *buffer*

Buffer didalam hasil dari pengembangan penjadwalan (dapat dilihat pada lampiran 2) adalah sebagai berikut :

- 1) *Feeding buffer* pada kegiatan pengajuan izin PEMDA : 2 hari
- 2) *Feeding buffer* pada kegiatan pengajuan izin area *private* : 1,75 hari
- 3) *Feeding buffer* pada kegiatan *re-survey* dan *stacking* : 5 hari
- 4) *Feeding buffer* pada kegiatan pengiriman subduct HDPE : 14,5 hari
- 5) *Feeding buffer* pada kegiatan pengiriman kabel FO G.655C : 16 hari
- 6) *Feeding buffer* pada kegiatan pengiriman Aksesoris OSP : 10,75 hari
- 7) *Feeding buffer* pada kegiatan *trenching* : 18,75 hari
- 8) *Feeding buffer* pada kegiatan *handhole* : 4,25 hari
- 9) *Feeding buffer* pada kegiatan *handhole 2* : 3,75 hari
- 10) *Feeding buffer* pada pekerjaan jembatan : 18,75 hari
- 11) *Feeding buffer* pada pekerjaan jembatan 2 : 18,75 hari
- 12) *Project buffer* : 26,5 hari

Feeding buffer berfungsi menjaga *critical chain* dari keterlambatan dari kegiatan-kegiatan *non-critical chain* yang dihitung berdasarkan penjumlahan dari kegiatan-kegiatan *non-critical chain* yang akan menjadi *predecessor* dari *critical chain*. Dengan adanya *buffer* maka pengendalian terhadap proyek mudah dilaksanakan, pengendalian dilakukan dengan memperhitungkan besar pemakaian *buffer* pada setiap kemajuan proyek yang dapat diperoleh melalui laporan mingguan dan harian kemajuan proyek.



Gambar 4.2 *Critical chain* pada proyek OSP-FO akses dan RMJ

Dari hasil pengolahan data *critical chain* pada gambar 4.2 maka dihasilkan durasi total *critical chain* sebesar 53 hari, maka besar *project buffer* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Project buffer} &= 53 \text{ hari} \times 50\% \\ &= 26,5 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tersedia 26,5 hari sebagai waktu untuk melindungi proyek dari keterlambatan. Setelah *project buffer* dimasukkan kedalam penjadwalan maka untuk melindungi kinerja aktivitas jaringan yang berada pada *critical chain* dari perubahan-perubahan yang disebabkan oleh keterlambatan pekerjaan-pekerjaan *non-critical chain*, maka perlu disisipkan *feeding buffer*. Penentuan besaran *feeding buffer* berasal dari 50% dari total waktu pelaksanaan pekerjaan. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan software maka dihasilkan penyelesaian proyek fiber optik telekomunikasi dengan waktu kerja sebesar 98.25 hari kerja.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pengolahan data dan Analisis yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Penjadwalan dengan metode *critical chain* dapat mempercepat proyek menjadi 98,25 hari dari sebelumnya 107 hari waktu yang telah ditentukan.
- Dari hasil Analisis CCPM dengan memotong setengah dari waktu pelaksanaan pada tiap-tiap durasi pekerjaan (probabilitas 50%) maka pekerjaan dapat selesai lebih cepat, namun apabila dalam pelaksanaannya aktual dilapangan proyek menghabiskan seluruh buffer proyek maka waktu pengerjaan akan lebih lama.

5.2 Saran

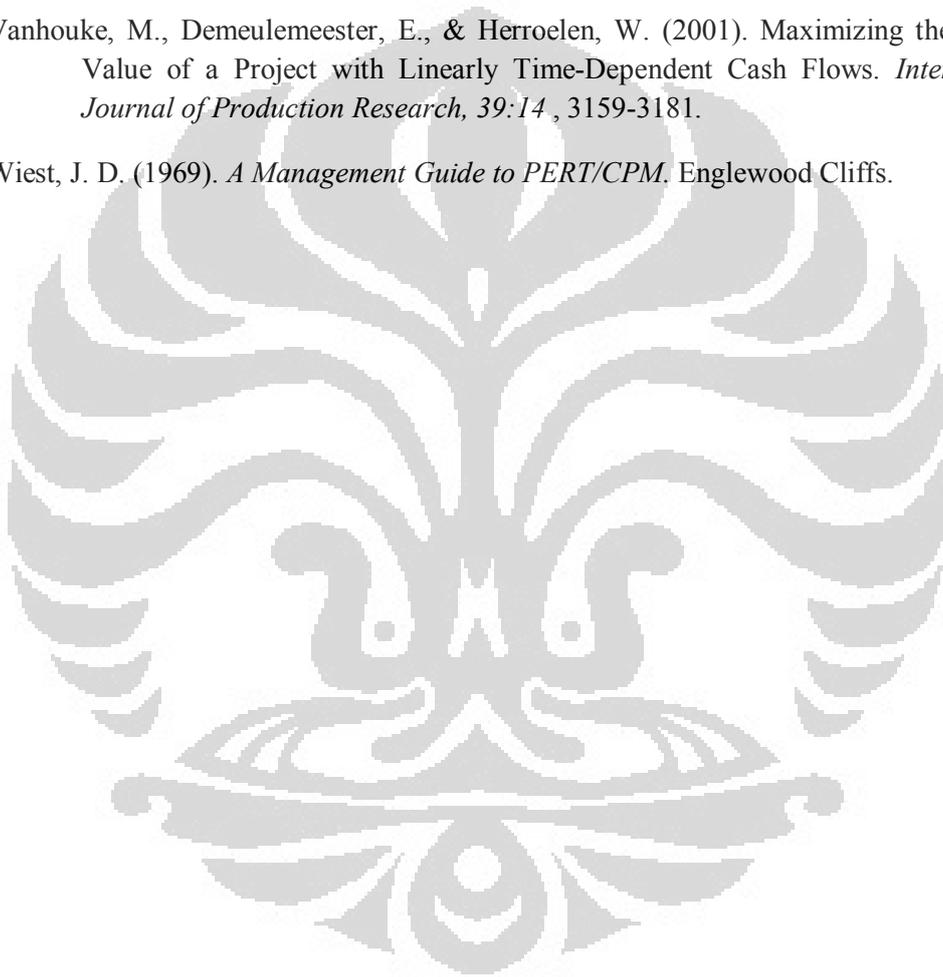
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dalam penjadwalan proyek fiber optik telekomunikasi maka dapat disampaikan saran bahwa metode pejadwalan *critical chain* dapat diterapkan didalam penjadwalan proyek fiber optik telekomunikasi, selain itu perlu dukungan dari personil-personil yang terlibat didalam proses penjadwalan dengan mengkaji setiap aspek dari penjadwalan *critical chain* dimasa yang akan datang.

DAFTAR REFERENSI

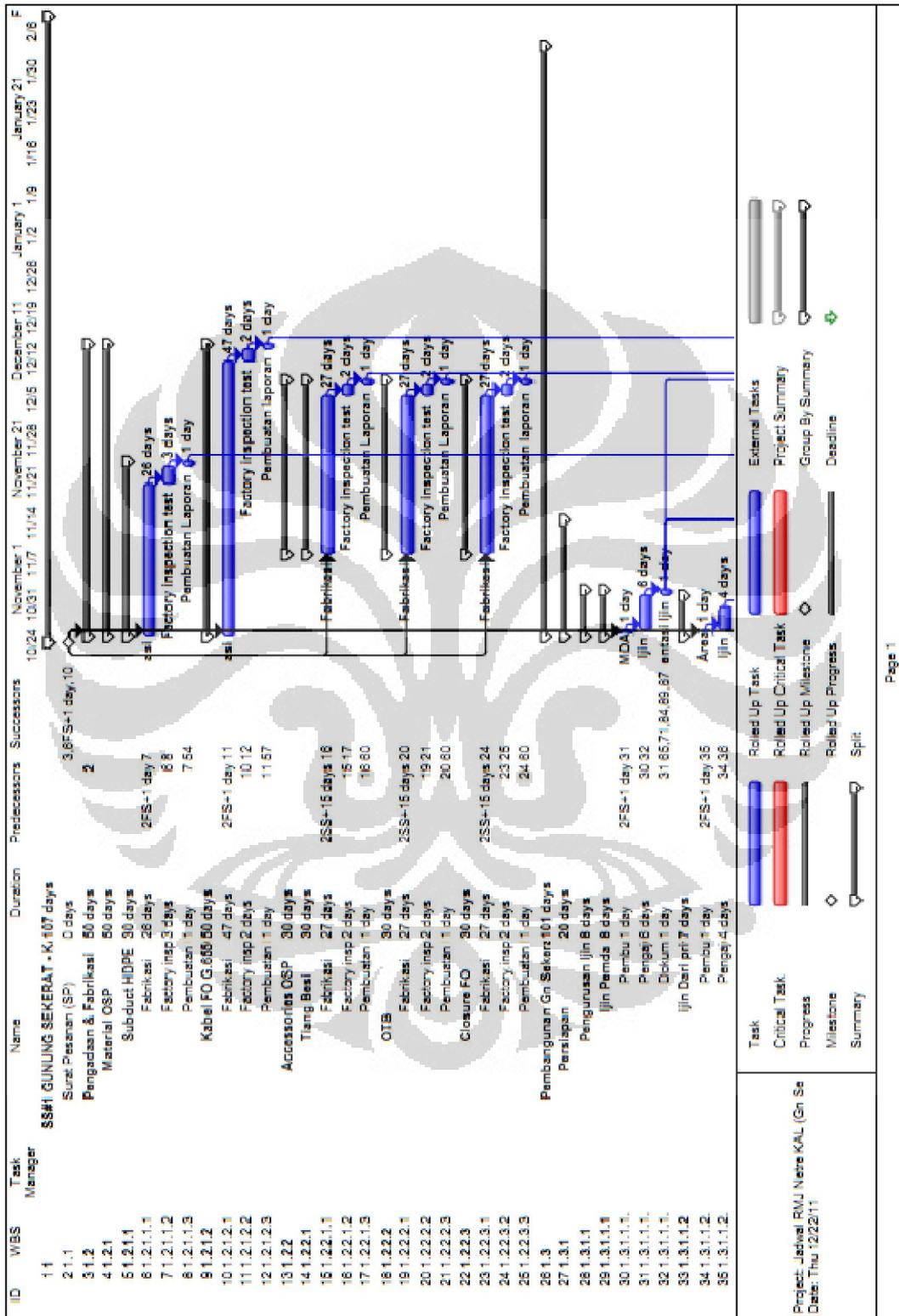
- Archibald, R. D., & Villoria, R. I. (1964). *Network Based Management System (PERT/CPM)*. New York : Wiley.
- Atkinson, R. (1999). Project Management : Cost, Time and Quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other succes criteria. *International Journal of Project Management Vol.17, No. 6* , 337-342.
- Cohen, I., Mandelbaum, A., & et, a. (2004). Multi-Project Scheduling And Control: A Process-based Comparative Study of the Critical Chain Methodology and Some Alternatives. *Project Management Journal*, 35:2 , 39-50.
- Cox III, J. F., & Schleier, J. G. (2010). *Theory of Constraints Handbook*. McGraw Hill.
- Evarts, H. F. (1964). *Introduction to PERT* . Boston: Allyn and Bacon.
- Globerson, S. (2000). *PMBOK and the Critical Chain*. 63-66.
- Goldratt. (1997). *Critical Chain*. Massachusetts: North River Press.
- Goldratt, E. M. (1998). Critical Chain . *IIE Transaction* , 759-763.
- Goldratt, E. M. (1990). *Theory of Constraints*. North River Press.
- Goldratt, E. M., & Cox, J. (1986). *The Goal*. North River Press.
- Herroelen, W., Leus, R., & Demeulemeester, E. (2002). Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify. *Project Management Journal*; 33:4 , 48-60.
- Herroellen, W. a. (2001). On the Merits and Pitfalls of the Critical Chain Scheduling . *Journal of Operations Management*, 19 , 559-577.
- House, R. S. (1998). *The Human Side of Project Management*. Addison-Wesley.
- Institute, P. D. (1999). <http://www.pdinstitute.com>. Retrieved from Tutorial Goldratt's Critical Chain Method : A One Project Solutions.
- Institute, P. M. (2008). *An American National Standard : A Guide to The Project Management Body of Knowledge (4th ed)*. USA: Project Management Institute, Inc.
- Kerzner, H. (2006). *Project Management (9th ed.)*. USA: John Wiley & Sons.

- Leach, L. (2000). *Critical Chain Project Management*. Norwood, MA: Artech House.
- Leach, L. P. (1999). Critical Chain Project Management Improves Project Performance. *Project Management Journal* , 39-51.
- Lechler, T. G., Ronen, B., & Stohr, E. A. (2005). Critical Chain : A New Project Management Paradigm or Old Wine in New Bottles? *Engineering Management Journal* , 45.
- Lynn, G. .. (2002). *Blockbusters : The Five Keys to Developing GREAT New Products*. Harper Collins.
- McKay, K. N., & Morton, T. (1998). Critical Chain . *IIE Transactions* ; 30:8 , 759-763.
- Newbold, R. (1998). *Project Management in the Fast Lane : Applying the Theory of Constraints*. Saint Lucie Press.
- Pass, S., & Ronen, B. (2003). Management by Market Constraint in the Hi Tech Industry. *International Journal of Production Research* , 713-724.
- Patrick, F. (1998b). Critical Scheduling and Buffer Management- Getting Out from Between Parkinson's Rock and Murphy's Hard Place. *PM Network* ;13 , 57-62.
- Patrick, F. (1998a). Program Management-Turning Many Projects into Few Priorities with TOC. *Project Management Institute Symposium* .
- PMI. (2000). *A Guide to The Project Management Body of Knowledge*. Upper Darby: PMI.
- Prochain Solutions, I. (1999). www.prochain.com. Retrieved from Prochain Plus Project Scheduling.
- Rand, G. (2000). Critical Chain : The Theory of Constraints Applied to Project Management. *International Journal of Project management* , 173-177.
- Scitor. (2000). www.scitor.com/products/ps_suite/ccintro.htm.
- Steyn, H. (2000). An Investigation into the Fundamentals of Critical Chain Project Scheduling. *International Journal of Project Management* , 363-369.
- Steyn, H. (2002). Project Management Applications of the Theory of Constraints Beyond Critical Chain Scheduling. *International Journal of Project Management*, 20 , 75-80.

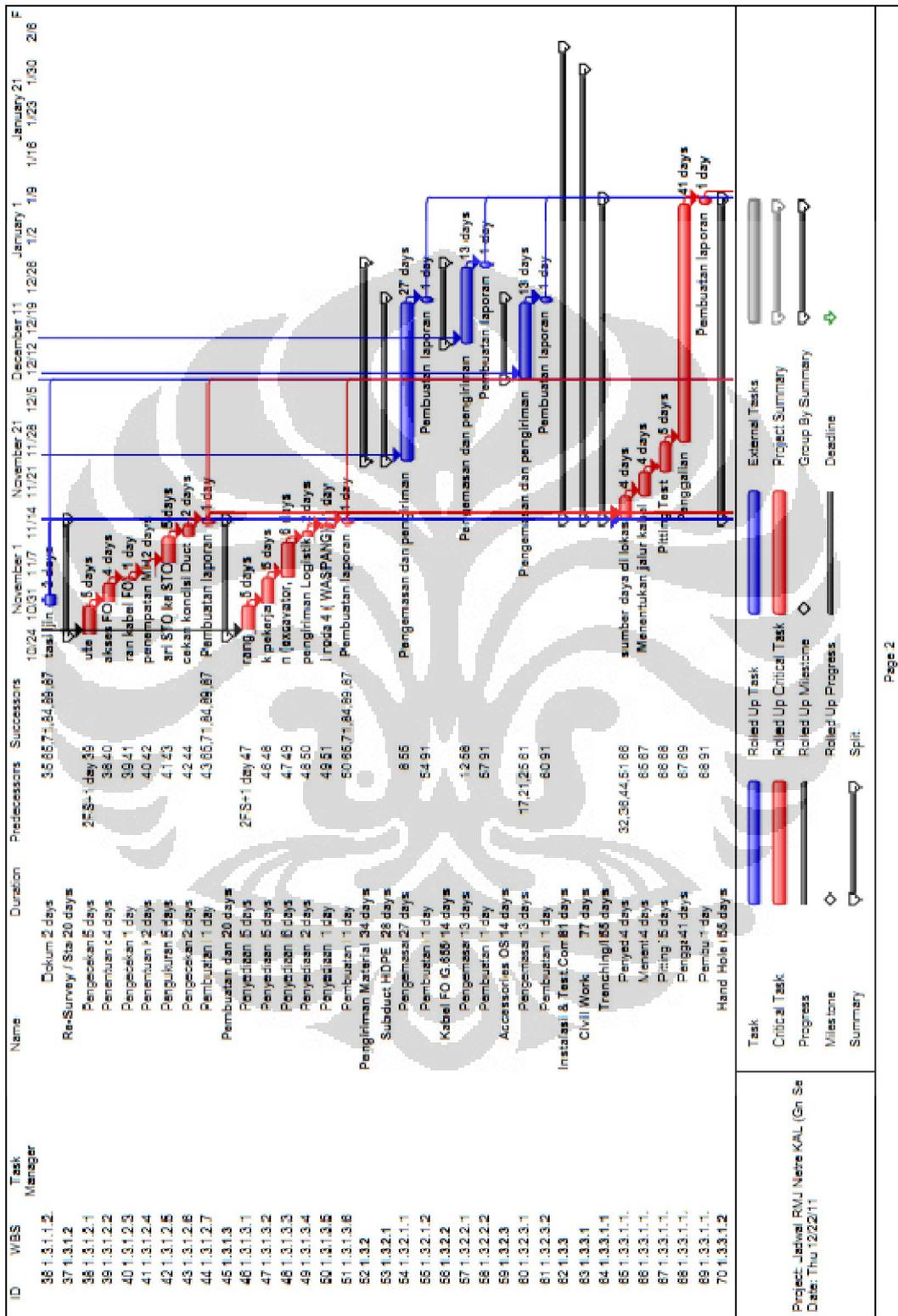
- Taylor, B. W., & I J, M. (1980). R&D Project Planning with Q-GERT Network Modeling and Simulation. *Management Science*; 26:1 , 44-59.
- Thomas, G. L., Ronen, B., & Edward, A. S. (2005). Critical Chain : A New Project Management Paradigm or Old wine in New Bottles? *Engineering Management Journal* , 45.
- Umble, M., & Umble, E. (2000). Manage Your Projects for Success : An Application of the Theory of Constraints . *Production and Inventory Management Journal* , 27-32.
- Vanhouke, M., Demeulemeester, E., & Herroelen, W. (2001). Maximizing the Present Value of a Project with Linearly Time-Dependent Cash Flows. *International Journal of Production Research*, 39:14 , 3159-3181.
- Wiest, J. D. (1969). *A Management Guide to PERT/CPM*. Englewood Cliffs.



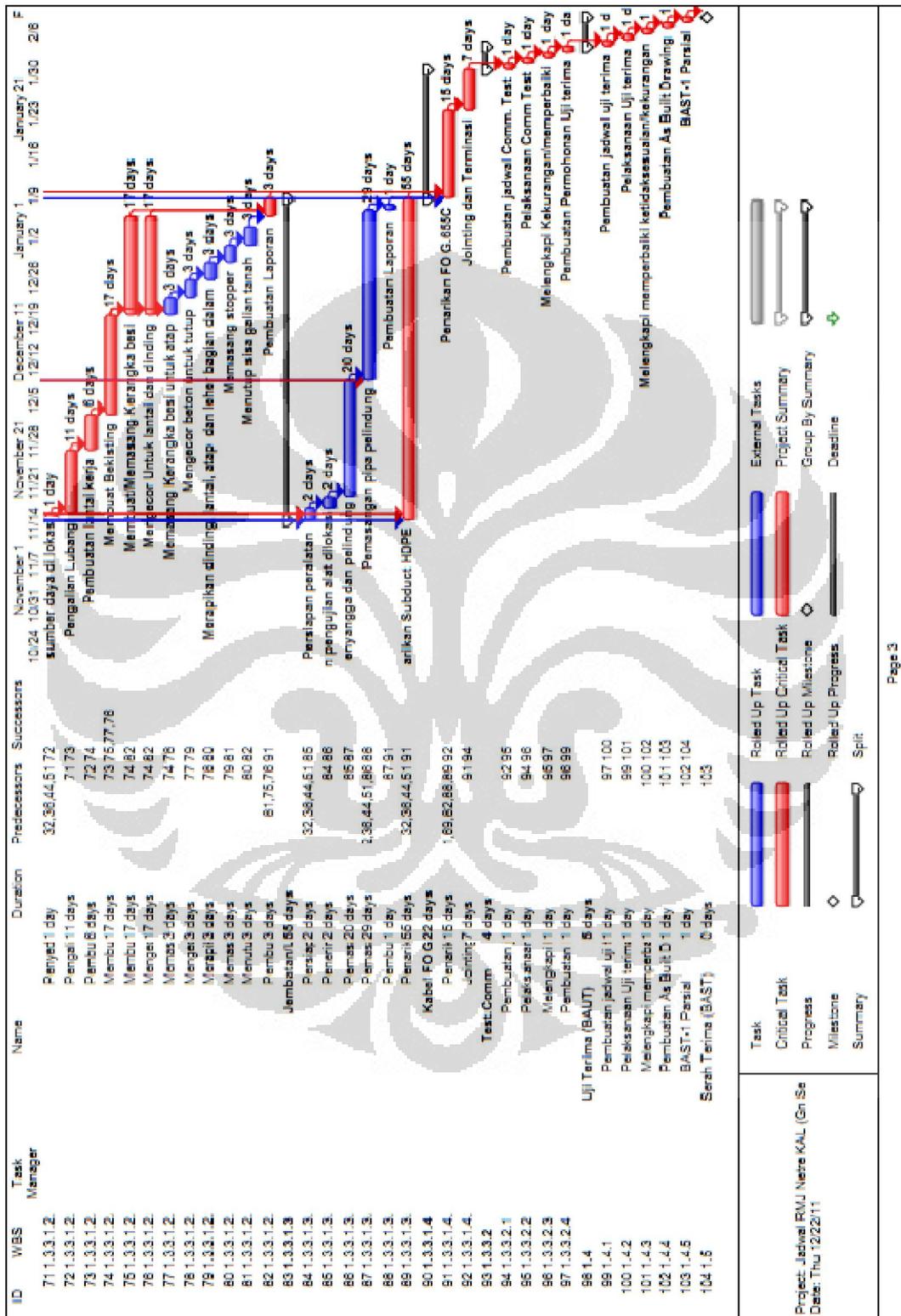
Lampiran 1 : Data penjadwalan proyek FO 2011



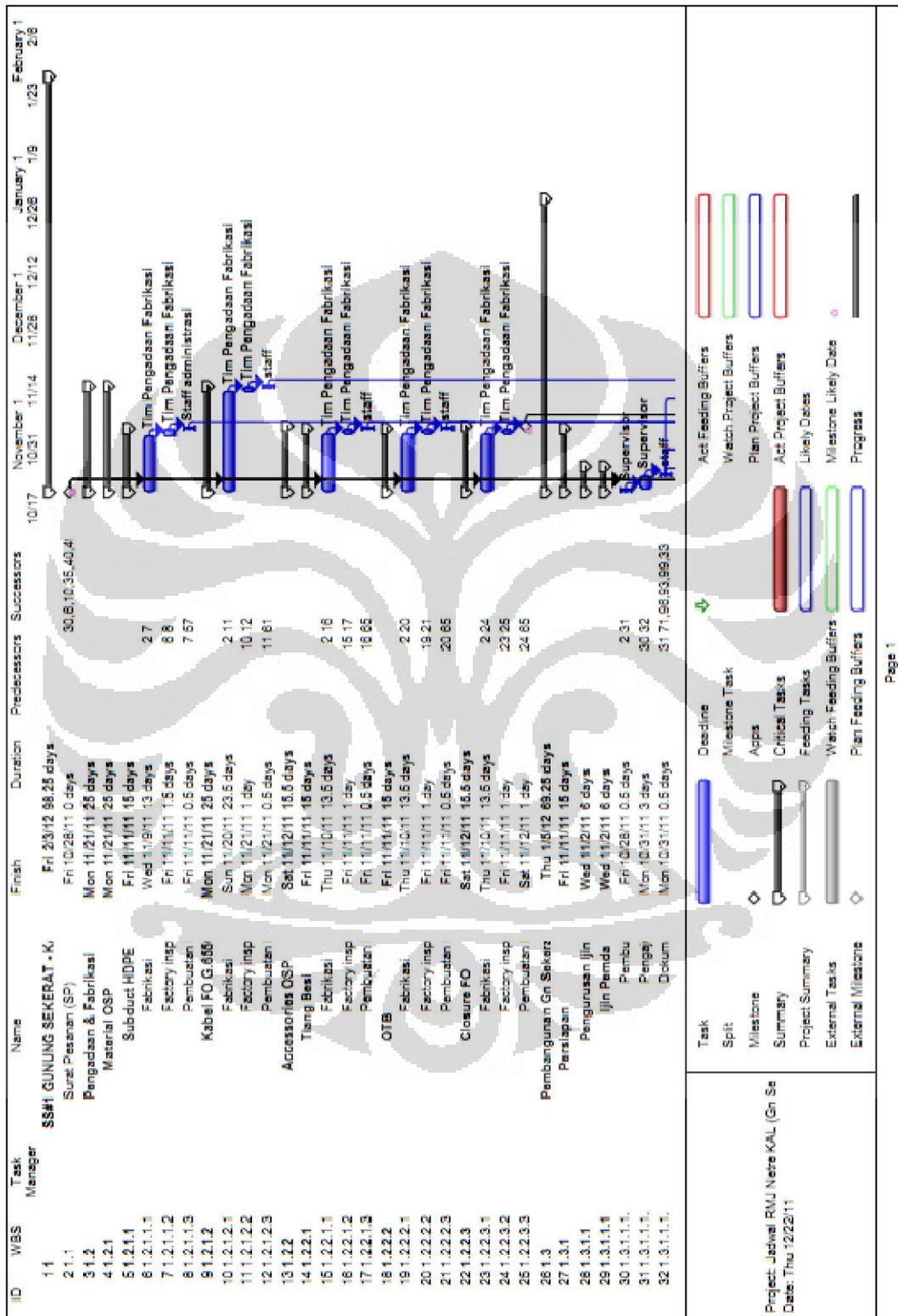
”Lanjutan”



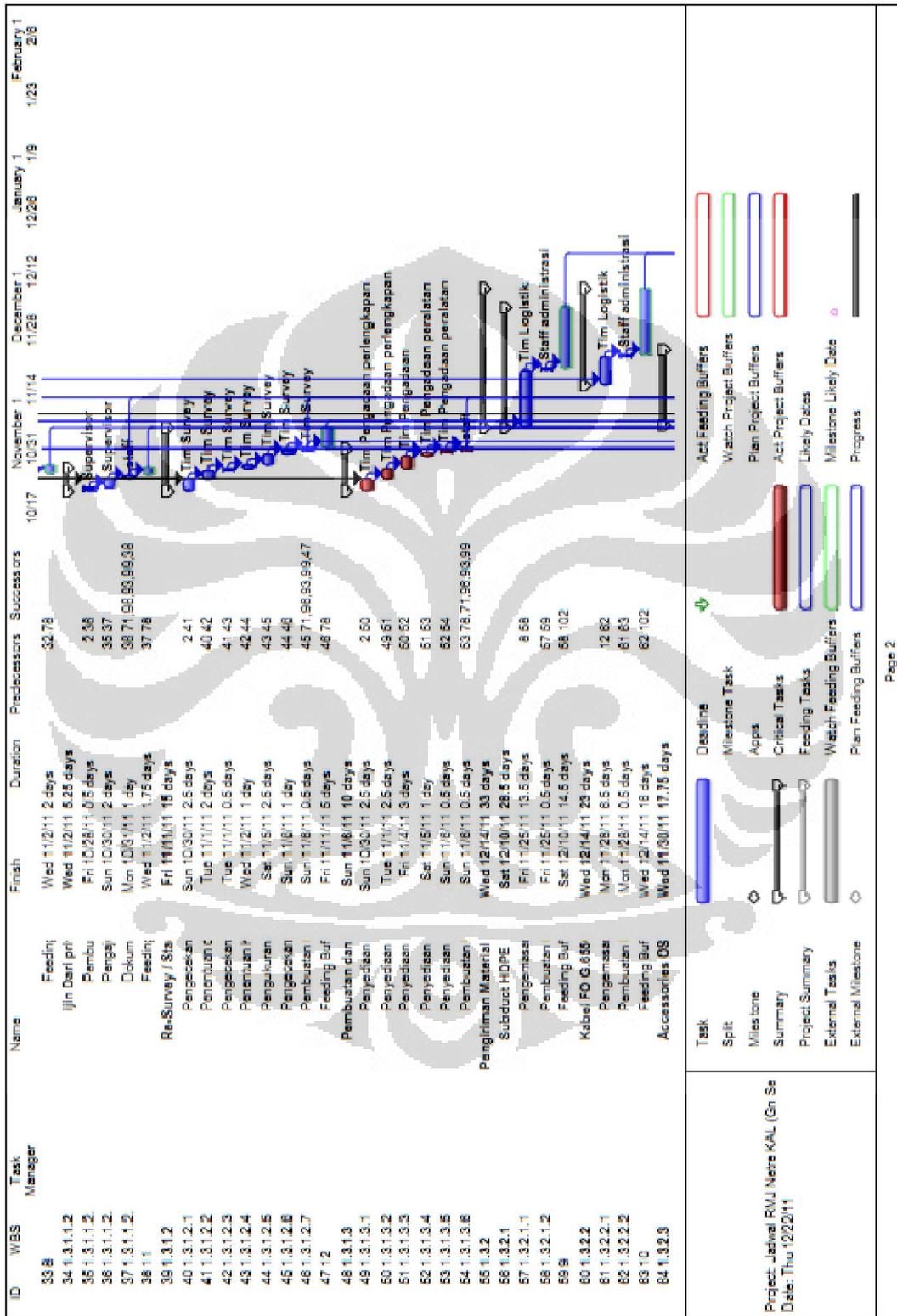
”Lanjutan”



Lampiran 2 : Data pengembangan jadwal CC

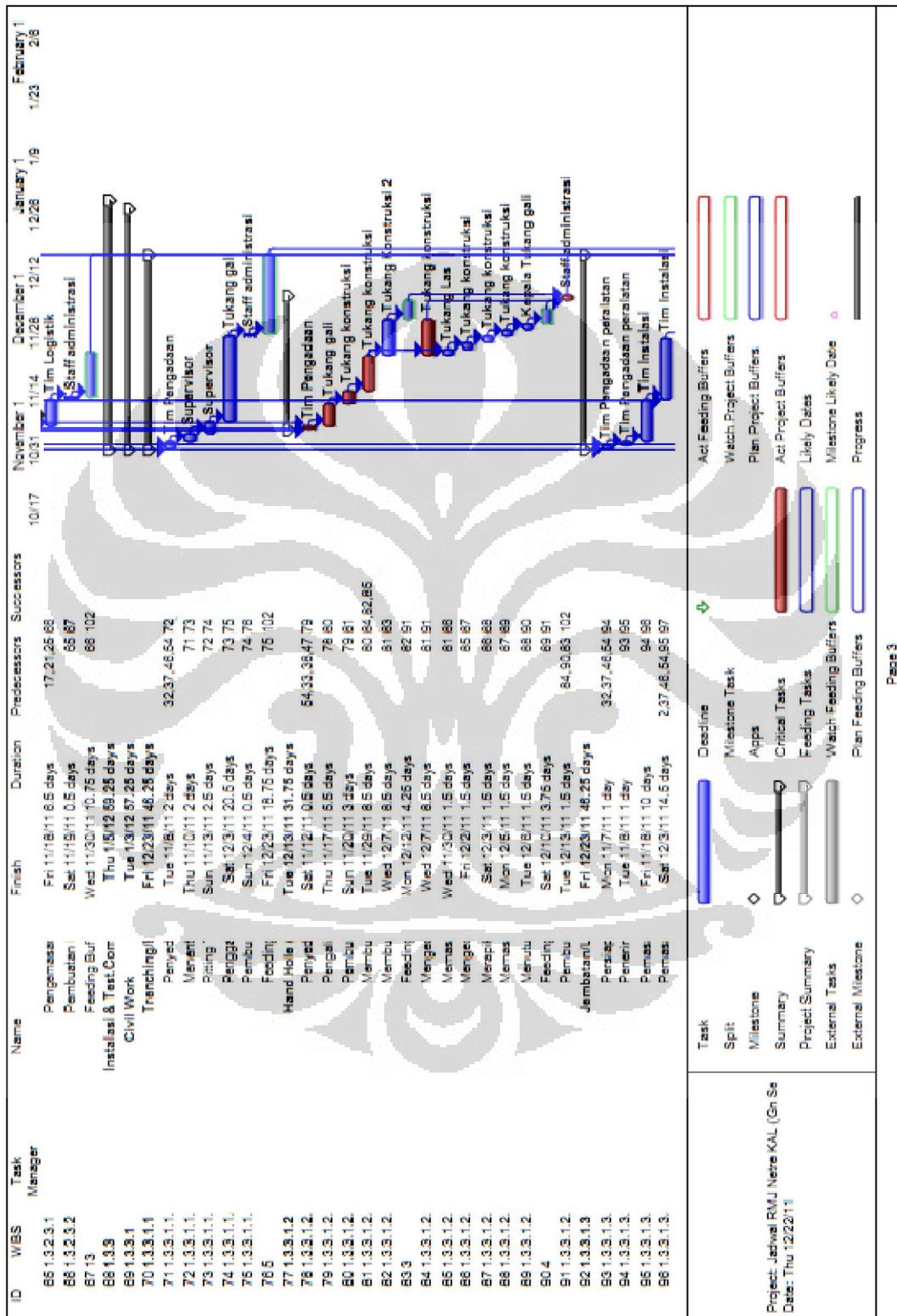


”Lanjutan”



Project: Jadwal RMU Neta KAL (Gn Sa
Date: Thu 12/2/11

”Lanjutan”



”Lanjutan”

