

**IMPLEMENTASI PENJADWALAN PROYEK ALARM SYSTEM
TOYOTA SIENTA DENGAN METODE CRITICAL CHAIN
DI PT SARANA KARYA MASINDO**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat – Syarat Penyelesaian
Program Studi Diploma IV Teknik Industri Otomotif
Pada Politeknik STMI Jakarta**

OLEH:

**NAMA : IVAN DWI KRISTIYANTO
NIM : 1114026**



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2019**

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

IMPLEMENTASI PENJADWALAN PROYEK *ALARM SYSTEM TOYOTA SIENTA* DENGAN METODE *CRITICAL CHAIN* DI PT. SARANA KARYA MASINDO

DISUSUN OLEH :

NAMA : IVAN DWI KRISTIYANTO

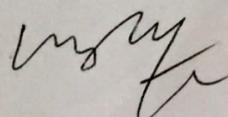
NIM : 1114026

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah Diperiksa Dan Disetujui Untuk Diajukan Dan
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir
Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, 3 September 2019

Dosen Pembimbing



Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.
NIP : 195810251985031006

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ivan Dwi Kristiyanto
NIM : 1114026

Berstatus sebagai mahasiswa jurusan Program Studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul
“IMPLEMENTASI PENJADWALAN PROYEK ALARM SYSTEM TOYOTA SIENTA DENGAN METODE CRITICAL CHAIN DI PT. SARANA KARYA MASINDO”

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur kuliah, survei lapangan, asistensi dengan Dosen Pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acara yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah diduplikasi atau pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar Sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 3 September 2019

Yang Membuat Pernyataan



Ivan Dwi Kristiyanto

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

“IMPLEMENTASI PENJADWALAN PROYEK ALARM SYSTEM TOYOTA SIENTA DENGAN METODE CRITICAL CHAIN DI PT SARANA KARYA MASINDO”

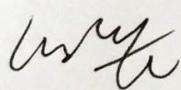
DISUSUN OLEH:

NAMA : IVAN DWI KRISTIYANTO
NIM : 1114026
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Senin tanggal 23 September 2019

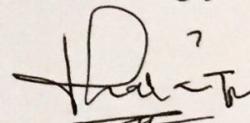
Jakarta, 23 September 2019

Dosen Penguji 1



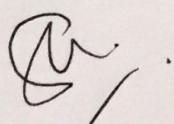
(Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.)
NIP. 195810251985031006

Dosen Penguji 2



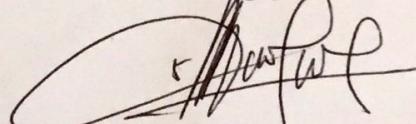
(Lucyana Tresia, M.T)
NIP. 197803012008032001

Dosen Penguji 3



(Dianasanti Salati, S.T., M.T)
NIP. 198109112009012007

Dosen Penguji 4



(Dr. Siti Aisyah, S.T., M.T)
NIP. 197712172002122003

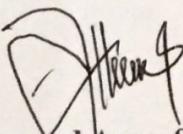


LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

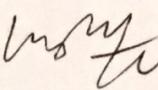
Nama	: Wan Dwi Kristiyanto
NIM	: 1114026
Judul Tugas Akhir	: Implementasi Pengaduanan Projek Alarm System Toyota Sienta dengan Metode Critical Chain di PT. Sarana Karya Makindo
Pembimbing	: Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
5/8/19	Bab I	Revisi	✓
6/8/19	Bab I	Revisi	✓
7/8/19	Bab I	ACC.	✓
8/8/19	Bab II	Revisi	✓
	Bab II	ACC	✓
12/8/19	Bab III	Revisi	✓
13/8/19	Bab III	ACC	✓
15/8/19	Bab IV	Revisi	✓
26/8/19	Bab IV	ACC	✓
27/8/19	Bab V	Revisi	✓
28/8/19	Bab V	ACC	✓
30/8/19	Bab VI	revisi	✓
2/9/19	Bab VI	ACC	✓
4/9/19	Bab VII	ACC.	✓

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Industri Otomotif


Muhammad Agus, S.T., M.T.
NIP. 19700829 200212 1 001

Pembimbing


Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.
NIP: 195810251985031006



SAI GLOBAL CERTIFICATION SERVICES Pty.Ltd Registration ISO 9001:2008 No.Reg QEC 264727

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Implementasi Penjadwalan Proyek *Alarm System* Toyoya Sienta Dengan Metode *Critical Chain* Di PT Sarana Karya Masindo”. Penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua tercinta yang tak henti-hentinya selalu mendoakan, memotivasi, dan mencerahkan segala pengorbanannya baik dari segi moril serta materi. dan juga kepada adik penulis yang selalu memberikan doa dan dukungannya.

Penulisan Tugas Akhir ini untuk memenuhi sebagian persyaratan akademis Program Studi Diploma IV Teknik Industri Otomotif (TIO) di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai penulisan Tugas Akhir, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini secara khusus penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T. selaku Pembantu Direktur 1 Bidang Akademik Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhamad Agus, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif yang telah memberikan dedikasinya mengurus mahasiswa/i Teknik Industri Otomotif.
- Bapak Ir. Suriadi A. Salam, M.Com. selaku Dosen Pembimbing, yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk memberikan petunjuk serta saran-saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Ibu Vivi selaku *Manager* PPC PT SKM, Bapak Slamet Riyadi selaku pembimbing penulis dalam melaksanakan PKL, Bapak Eko selaku *Group*

Leader, yang telah memberikan kesempatan, bimbingan dan arahan dalam melakukan penelitian di PT Sarana Karya Masindo.

- Keluarga yang tidak pernah bosan memberi semangat dan dukungan, terutama untuk ibu, bapak, dan kakak.
- Dian Rizky Larasati, S.Pd. yang selalu memberikan semangat, doa, dukungan, serta pengertian kepada penulis.
- Teman terdekat, Destri Ninda Riyani, Zimrif Timotius, Devi Asriani, atas kebersamaan, kebahagiaan, dukungan dan semangatnya.
- Teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Industri Politeknik STMI Jakarta, dan seluruh teman-teman di kampus Politeknik STMI Jakarta, khususnya untuk angkatan 2014 jurusan Teknik Industri Otomotif atas saran, dukungan, kebersamaan, kebahagiaan, dan semangatnya.
- Teman-teman seperjuangan dalam melaksanakan bimbingan dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu.

Jakarta, 3 September 2019

Penulis

ABSTRAK

PT. Sarana Karya Masindo adalah perusahaan industri komponen otomotif yang bergerak dalam bidang *accesories* mobil, yaitu *carpet* dan *alarm*. PT. Toyota Astra Motor sebagai pemilik proyek memberikan kepercayaan dan bekerjasama dengan PT. Sarana Karya Masindo untuk mengembangkan dan menyediakan *alarm system* untuk Toyota Sienta sebagai kali pertamanya mendapatkan proyek *alarm* pada jenis mobil Toyota Sienta. Komitmen ini tertuang dalam “*Project 800A*”. Proyek ditargetkan selesai dalam waktu 240 hari. Data pada tahun 2017 menunjukan bahwa proyek mengalami keterlambatan yang terjadi selama 25 hari dari waktu yang di targetkan. Oleh karna itu, diperlukan penanganan terhadap masalah tersebut. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu metode yang tepat yaitu metode *critical chain* yang bertujuan untuk membantu manajemen proyek menetapkan estimasi waktu proyek dengan efisien. *Critical Chain* dapat menghilangkan *safety time* dan digantikan dengan *buffer time* untuk aktivitas-aktivitas individual dan memfokuskan pada penyelesaian *critical chain* proyek. *Buffer time* terdiri dari *feeding buffer* dengan *project buffer*. *Feeding buffer* adalah waktu peyangga yang menghubungkan aktifitas non-*critical chain* dengan aktifitas *critical chain*. *Project buffer* adalah waktu peyangga yang di letakkan di akhir *critical chain* suatu proyek sebagai cadangan waktu untuk keseluruhan proyek. Konflik sumber daya diperhitungkan setelah *critical path* teridentifikasi didalam penjadwalan 1-2-3-4-5-6-7-8-9-16-17-18-19-20-21-22-23-28-29-30. penjadwalan yang semula berdurasi 264 hari setelah di olah menggunakan *critical chain* data menjadi 198 hari untuk menyelesaikan proyek *alarm system* Toyota Sienta. Dengan di beri *feeding buffer* selama 4,75 hari dan 6,25 hari sebagai waktu peyangga yang menghubungkan kegiatan non kritis dengan kegiatan kritis, dan *project buffer* selama 66 hari diletakkan pada akhir *critical chain* suatu proyek sebagai cadangan waktu untuk keseluruhan kegiatan proyek.

Kata Kunci: *Critical Chain Project Management, Theory of Constraint, Feeding Buffer, Project Buffer, Critical Path.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Definisi Proyek.....	5
2.2 Jenis-Jenis Proyek	7
2.3 Manajemen Proyek.....	7
2.4 Manajemen Waktu Proyek	9
2.5 Metode <i>Critical Path</i>	10
2.6 <i>Critical Chain Project Manajemen</i>	12
2.7 Estimasi Waktu Pengaman.....	13
2.8 Perbedaan <i>Critical Chain</i> dan <i>Critical Path</i>	17
2.9 Kebiasaan Yang Dihindari dalam Penerapan <i>Critical Chain</i>	23
2.10 Elemen Kunci <i>Critical Chain</i>	29
2.11 Manajemen <i>Buffer</i>	30
2.12 <i>Buffer</i>	31
2.13 Prosedur Penjadwalan <i>Critical Chain</i>	32
2.14 Metode Pengukuran <i>Buffer</i>	33
2.15 <i>Tools</i> atau <i>Software</i> Yang Digunakan Dalam CCPM	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35

3.1	Jenis Dan Sumber Data	35
3.2	Metode Pengumpulan Data	35
3.3	Teknik Analisis	38
	BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	40
4.1	Pengumpulan Data	40
4.2	Pengolahaan Data.....	69
	BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	75
	BAB VI PENUTUP	79
6.1	Kesimpulan.....	79
6.2	Saran	79
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peerbedaan <i>Critical Chain</i> dan <i>Critical Path</i>	19
Tabel 2.1 Peerbedaan <i>Critical Chain</i> dan <i>Critical Path</i> Lanjutan	20
Tabel 4.1 Waktu Kerja PT SKM.....	49
Tabel 4.2 <i>Component Parts and Materials Parts</i>	50
Tabel 4.3 Data Keterlambatan Dalam Beberapa Tahun Terakhir.....	56
Tabel 4.4 Data Keterlambatan Pada Aktivitas Dalam Beberapa Tahun Terakhir	56
Tabel 4.5 Aktivitas <i>Project 800A Toyota Sienta</i>	57
Tabel 4.6 Aktivita Mass QC <i>Project 800A Toyota Sienta</i>	58
Tabel 4.7 Aktivita Mass Assy <i>Project 800A Toyota Sienta</i>	59
Tabel 4.7 Aktivita Mass Assy <i>Project 800A Toyota Sienta Lanjutan</i>	60
Tabel 4.8 Data hubungan Keterkaitan Pekerjaan <i>Critical Path</i>	64
Tabel 4.8 Data hubungan Keterkaitan Pekerjaan <i>Critical Path</i> Lanjutan.....	65
Tabel 4.9 Tenaga Kerja <i>Internal project 800A</i>	66
Tabel 4.10 Data Hubungan Keterkaitan Metode <i>Critical Chain</i>	70
Tabel 4.10 Data Hubungan Keterkaitan Metode <i>Critical Chain</i> Lanjutan	71
Tabel 4.11 Data Olahan 50% Probabilitas Waktu Pekerjaan.....	71
Tabel 4.11 Data Olahan 50% Probabilitas Waktu Pekerjaan Lanjutan	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Project Management Triangle</i>	6
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Activity On Node Metode Critical Path</i>	12
Gambar 2.3 Ilustrasi Rantai Secara Fisik <i>TOC</i>	13
Gambar 2.4 Kurva Distribusi Penyelesaian Pekerjaan	14
Gambar 2.5 Estimasi Varian Pekerjaan	15
Gambar 2.6 Pembuatan Waktu Komitmen Yang Dijanjikan.....	15
Gambar 2.7 Perbedaan Waktu Pengaman Pada Tiga Proyek	16
Gambar 2.8 Hilangnya Waktu Pengaman Pekerjaan Karena <i>Student's Syndrome</i>	24
Gambar 2.9 <i>Student't Syndrome</i>	25
Gambar 2.10 <i>Parkinson's Law</i>	25
Gambar 2.11 Kasus Ideal: Tiga Proyek Dengan Sumber Daya Yang Didedikasikan	26
Gambar 2.12 Kebutuhan Sumber Daya Pada Tiga Proyek <i>Multitasking</i>	27
Gambar 2.13 <i>Critical Chain</i> : Tiga Proyek Tanpa <i>Multitasking</i>	28
Gambar 2.14 Keuntungan dari <i>Critical Chain</i>	28
Gambar 2.15 Manajemen <i>Buffer</i>	30
Gambar 2.16 Ilustrasi Penjadwalan <i>Critical Chain</i> dan <i>Critical Path</i>	33
Gambar 2.17 Aktivitas Pada Rantai Kritis	33
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	39
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Sarana Karya Masindo	43
Gambar 4.2 <i>Shock Sensor ECU</i>	50
Gambar 4.3 <i>Buzzer</i>	51
Gambar 4.4 <i>Wiring Harness</i>	51
Gambar 4.5 <i>Bracket</i>	52
Gambar 4.6 <i>Installation Kit</i>	52
Gambar 4.7 <i>Layout Lantai 1</i> PT. SKM	53

Gambar 4.8 <i>Layout Lantai 2 PT SKM</i>	54
Gambar 4.9 Sertifikasi dan Penghargaan	55
Gambar 4.10 <i>Network Planning Project 800A</i>	70
Gambar 4.11 Jaringan Sederhana <i>Critical Path</i>	69
Gambar 4.12 <i>Bar Chart</i> Konflik Sumber Daya	73
Gambar 4.13 <i>Critical Chain</i> Menyisipkan <i>Feeding Buffer</i> dan <i>Project Bufer</i> .75	
Gambar 5.1 Jalur Kritis Berdasarkan <i>Task</i>	77
Gambar 5.2 <i>Critical Chain</i> Pada Proyek <i>Alarm Sienta</i>	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Penjadwalan Toyota Sienta *Project 800A*

Lampiran Penjadwalan Toyota Sienta *Project 800A Dengan Critical Chain*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri otomotif di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya yang sejalan dengan tujuan pemerintah untuk mewujudkan Indonesia sebagai negara industri. Industri otomotif merupakan salah satu klaster unggulan yang mendukung perekonomian negara Indonesia. Industri otomotif di Indonesia masih banyak melakukan impor bahan baku dan komponennya dari luar negeri, sedangkan kebutuhan komponen otomotif meningkat menyusulnya pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia, yang salah satunya adalah *alarm* mobil.

PT Sarana Karya Masindo adalah perusahaan industri komponen otomotif yang bergerak dalam bidang *accesories* mobil, yaitu *carpet* dan *alarm*. Salah satu konsumen terbesarnya adalah PT Toyota Astra Motor, PT Sarana Karya Masindo untuk pertama kalinya dipercaya mengembangkan dan menyediakan *alarm system* untuk mobil Toyota Sienta. Sesuai dengan kontrak yang telah disetujui diawal tahun 2018 oleh PT Toyota Astra Motor dan PT Sarana Karya Masindo, proyek ditargetkan selesai dalam waktu 240 hari. Apabila terjadi keterlambatan dalam penyelesaian proyek dalam jangka waktu yang telah ditetapkan dalam kontrak maka akan dikenakan denda keterlambatan.

Pada tahun 2017 terdapat beberapa proyek yang mengalami keterlambatan yang cukup lama, sehingga perusahaan mengalami kerugian yang cukup besar. Data pada tahun 2017, menunjukan bahwa proyek Fortuner *corner sensor* dan Rush *corner sensor* mengalami keterlambatan terjadi selama 25 hari dari waktu yang di targetkan. Mengacu pada data keterlambatan proyek pada tahun 2017 dengan *supplier* yang sama proyek *alarm* Toyota Sienta adalah proyek pertama kalinya yang dikembangkan oleh PT Sarana Karya Masindo, maka data keterlambatan dari tahun 2017 menjadi tolok ukur diperlukanya suatu rancangan terhadap penjadwalan proyek, rancangan ini bertujuan untuk mengurangi resiko keterlambatan penjadwalan proyek.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu metode yang tepat untuk membantu manajemen proyek menetapkan estimasi waktu proyek dengan efisien. Metode *Critical Chain* dianggap tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut karena metode *Critical Chain* dapat menghilangkan *safety time* dan digantikan dengan *buffer time* untuk aktivitas-aktivitas individual dan memfokuskan pada penyelesaian *critical chain* proyek. *Buffer time* terdiri dari *feeding buffer* dengan *project buffer*. Menurut Santosa (2009), *Feeding buffer* adalah waktu peyangga yang menghubungkan aktifitas non-*critical chain* dengan aktifitas *critical chain*. Selain itu *feeding buffer* juga berfungsi sebagai waktu cadangan jika terdapat keterlambatan pada aktifitas non-*critical chain*. *Project buffer* adalah waktu peyangga yang di letakkan di akhir *critical chain* suatu proyek sebagai cadangan waktu untuk keseluruhan proyek. Kedua *buffer time* inilah yang akan menjamin *critical chain* dan integritas jadwal proyek secara keseluruhan oleh karena itu, dibuat perencanaan penjadwalan proyek *alarm* Toyota Sienta dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil penjadwalan proyek *alarm system* Toyota Sienta dengan menggunakan metode *CCPM*?
2. Bagaimana cara menjaga agar tidak terjadi kendala-kendala yang menyebabkan keterlambatan?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya, maka dapat ditetapkan tujuan dibuatnya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat penjadwalan proyek *alarm system* Toyota Sienta yang lebih optimal dengan metode *Critical Chain Project Management*.

-
2. Menentukan *project buffer* dan *feeding buffer* untuk mengantisipasi keterlambatan.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dan agar penulisan lebih terarah sehingga ruang lingkup pembahasan menjadi jelas. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian terhadap kasus penjadwalan proyek *alarm* Toyota Sienta type E,V dan Q.
2. Komparasi yang dibuat di dalam penelitian ini hanya melihat kesesuaian jadwal penyelesaian proyek tanpa memperhitungkan biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Bagi perusahaan
Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai masukan dalam pengambilan kebijakan perusahaan, dan menentukan strategi pada masa yang akan datang sebagai upaya penanganan keterlambatan.
2. Bagi penulis
 - Hasil ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai pentingnya pelaksanaan proyek *alarm system* Toyota Sienta dengan metode *critical chain* dalam perusahaan. Selain penelitian ini dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisis data, merancang, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang telah diperoleh.
 - Mampu mengaplikasikan teori-teori tentang Manajemen Proyek untuk menentukan waktu penyelesaian proyek yang tepat dan cepat.
 - Menambah pengetahuan tentang pembangunan proyek menggunakan Metode CCPM (*Critical Chain Project Management*).

3. Bagi pihak lain

Dari hasil penelitian dapat memberi informasi kepada pihak proyek tentang kegiatan-kegiatan kritis sehingga dapat mengurangi penundaan penyelesaian proyek.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan, pembahasan dan penyusunan Tugas Akhir ini, maka penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, pokok permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini merupakan bagian yang berisi dasar-dasar teori atau konsep yang digunakan sebagai dasar pemikiran ilmiah untuk membahas dan menganalisa suatu permasalahan yang ada.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam memecahkan masalah yang ada.

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisikan data umum perusahaan, data hasil percobaan yang diperlukan dan selanjutnya dilakukan pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB V: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan analisis serta pembahasan terhadap hasil yang diperoleh dari hasil pengumpulan dan pengolahan data melalui metode yang diterapkan.

BAB VI: PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, serta saran-saran yang diperlukan perusahaan untuk perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Proyek

Sebuah proyek merupakan suatu usaha atau aktivitas yang kompleks, mempunyai objektif yang spesifik yang harus diselesaikan, terdefinisi dengan jelas waktu awal dan akhirnya, mempunyai batas dana, menggunakan sumber daya (manusia, uang, peralatan, dan sumber daya lainnya), serta multifungsional dimana anggota proyek bisa berasal dari departemen yang berbeda. Sebuah proyek juga dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Selain itu, proyek didefinisikan sebagai sebuah rangkaian aktivitas unik yang saling terkait untuk mencapai suatu hasil tertentu dan dilakukan dalam periode waktu tertentu. Menurut *Project Management Body of Knowledge (PMBOK) Guide* dalam Santosa (2009), sebuah proyek memiliki beberapa karakteristik penting yang terkandung didalamnya yaitu: sementara, unik, selalu berkembang, dan berlanjut hingga proyek berakhir.

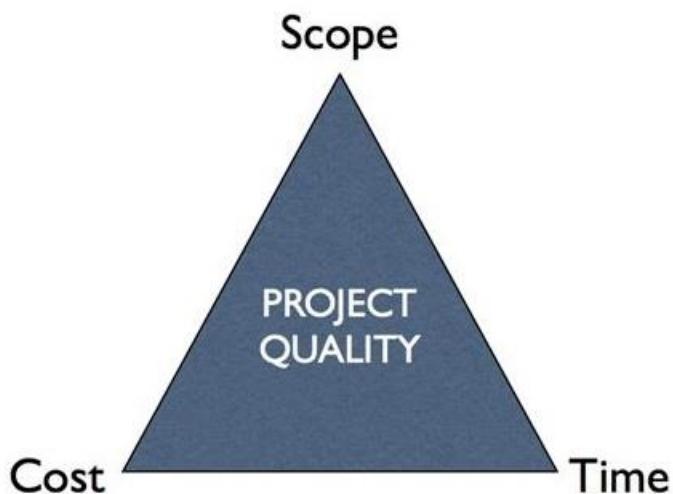
Karakteristik ini yang membedakan proyek dengan aktivitas rutin operasional. Aktivitas rutin operasional cenderung bersifat terus menerus dan berulang-ulang sedangkan proyek bersifat temporer dan unik. Dari segi tujuan, proyek akan berhenti jika tujuan telah tercapai, sedangkan aktivitas operasional akan terus menyesuaikan tujuannya agar pekerjaan tetap berjalan.

Selain itu proyek selalu melibatkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Senantiasa dibutuhkan pemberdayaan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran, dan harapan penting tertentu. Aktivitas atau kegiatan-kegiatan pada proyek merupakan sebuah mata rantai, yang dimulai sejak dituangkannya ide, direncanakan, kemudian dilaksanakan, sampai benar-benar memberikan hasil yang sesuai dengan perencanaan semula. Hingga pada akhirnya kita akan dapat melihat bahwa pelaksanaan proyek pada umumnya

merupakan rangkaian mekanisme tugas dan kegiatan yang kompleks, membentuk saling ketergantungan, dan secara otomatis mengandung permasalahan tersendiri.

Proyek yang dinyatakan berhasil apabila memenuhi kebutuhan setiap orang yang memiliki kepentingan dalam proyek para pemangku kepentingan. Semua proyek memiliki tujuan, gambar 2.1 menjelaskan 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 2.1 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.



Gambar 2.1 *Project Management Triangle*
Sumber: PMI (2000)

2.2 Jenis Jenis Proyek

Adapun Jenis-jenis proyek yang terbagi menjadi beberapa tipe, sebagai berikut:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Tipe IV adalah Proyek yang sering menentukan masa depan perusahaan. Perusahaan melakukan proyek tipe IV untuk meningkatkan nilai perusahaan dimasa 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.

Menurut Husnan dan Muhammad (2000), Manajemen proyek merupakan proses untuk merencanakan penyiapan sarana fisik dan peralatan lunak lainnya agar proyek yang kita rencanakan tersebut bisa mulai beroperasi secara komersial tepat pada waktunya.

Sementara Kerzner (2006) menekankan bahwa, 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.

Berdasarkan penjelasan definisi-definisi di atas 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 ke dalam lima kategori yang dikenal sebagai 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.

Berdasarkan manajemen proyek, harus mempertimbangkan kapan proyek dimulai dan kapan proyek dapat diakhiri dalam penjadwalan waktu yang tepat, sehingga proyek akan mempunyai nilai tambah dan nilai guna.

Di dalam proses manajemen proyek ada beberapa kendala yang dapat menghambat jalannya proyek secara optimal yaitu, waktu, biaya, kinerja, 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:

1. Pendefinisian Aktivitas

Di dalam 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 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 praktik mereka dapat tumpang tindih dan berinteraksi.

2.5 Metode *Critical Path*

Manajemen proyek merupakan bukan sesuatu yang baru bagi organisasi dan *manager*. Ide dan konsep dibalik manajemen proyek efektif adalah sejauh mana modifikasi dan perbaikan dapat dilakukan. Seorang teknisi dari Du Pont, Walker dan James, awalnya yang memahami *Critical Path Method (CPM)*. Mereka menciptakan suatu cara yang unik untuk mempresentasikan operasi didalam sistem (Archibald dan Villoria, 1964).

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. Namun perlu diingat *PERT* hanya berdasarkan pada kendala waktu tidak termasuk informasi kuantitas, kualitas, dan biaya yang dibutuhkan dalam berbagai proyek.

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 tidak ada hubungannya dengan variasi durasi aktivitas. Sebuah rantai aktivitas mendekati nol selama *Critical Path* mendekati *Float* atau *Slack* nol. Kemungkinan berlaku relatif terhadap rantai lainnya. Ide ini dapat mempertahankan jaringan kerja dari penggabungan jalur yang mana merupakan suatu bentuk ketidaknormalan (Leach, 2000).

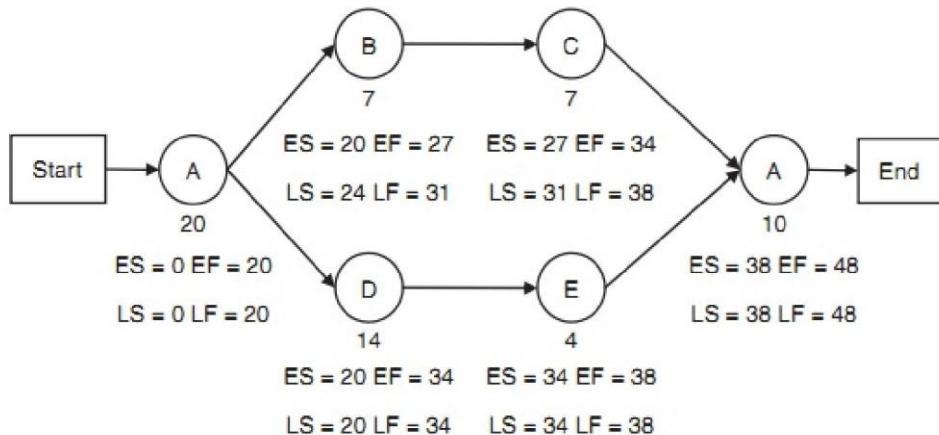
Berikut ini adalah langkah-langkah dalam penjadwalan dengan metode *Critical Path*:

1. Menentukan aktivitas individu.
2. Menentukan urutan aktivitas-aktivitas (hubungan keterkaitan antar aktivitas).
3. Menggambar diagram jaringan kerja.
4. Estimasi waktu penyelesaian tiap aktivitas.
5. Identifikasi jalur kritis.
6. Memperbarui diagram *Critical Path*.

Menurut Leach (2000), di dalam metode *Critical Path* terdapat 5 istilah dalam perhitungannya yaitu:

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

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



Gambar 2.2 Ilustrasi Activity On Node Metode Critical Path

Sumber: Leach (2000)

2.6 Critical Chain Project Management

Critical Chain Project Management adalah metode penjadwalan dan pengendalian proyek yang dikembangkan dari sebuah metodologi yang disebut *Theory of Constraints* (Goldratt, 1990).

Goldratt menguraikan secara singkat bagaimana *Theory of Constraints* (*TOC*) diberlakukan bagi proyek-proyek untuk memperbaiki kinerja proyek ke depan. Pendekatan *TOC* memfokuskan pada sukses penyelesaian pekerjaan yang tepat waktu pada proyek secara keseluruhan.

Critical Chain Project Management merupakan sebuah teknik analisis jaringan kerja yang memiliki fungsi merubah jadwal proyek dengan menitikberatkan pada sumber daya. 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, 2008).

Hakekat dari *TOC* adalah untuk memfokuskan pada model batasan kunci yang mana secara langsung berkontribusi ke sistem kinerja, mengatur *buffer* sumber daya untuk mengoptimalkan proses, dan membuat optimal penggunaan

kapasitas yang sudah ada. Menurut *TOC*, setiap proyek akan dipengaruhi oleh satu atau beberapa batasan-batasan sumber daya dimana kapasitas batasan di dalam aktivitas mempengaruhi keseluruhan durasi-durasi proyek. Goldratt mengaplikasikan 5 langkah berikut:

1. Mengidentifikasi batasan sistem (*Identify*).
2. Memutuskan bagaimana cara memanfaatkan batasan sistem (*Exploit*).
3. Turunkan yang lainnya kepada keputusan tersebut (*Subordinate*).
4. Naikan batasan sistem (*Elevate*).
5. Kembali ke langkah awal dan tidak membiarkan keterlambatan yang menyebabkan batasan sistem.

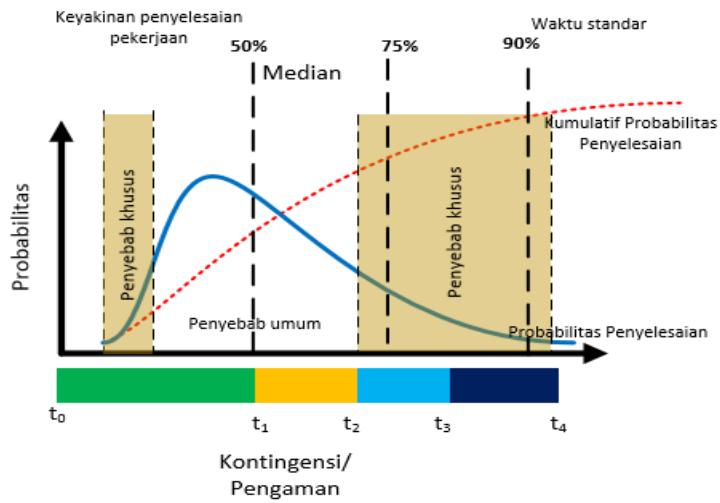
Rantai secara fisik adalah yang paling umum digunakan untuk menggambarkan *TOC*. Tujuan utama dari rantai adalah untuk memberikan kekuatan dalam keadaan tegang. Mata rantai terlemah menentukan kekuatan rantai. Meningkatkan kekuatan mata rantai selain mata rantai terlemah tidak berdampak pada kekuatan rantai keseluruhan (lihat gambar 2.3).



Gambar 2.3 Ilustrasi Rantai Fisik *TOC*
Sumber : Leach (2000)

2.7 Estimasi Waktu Pengaman

Dalam mengestimasi durasi proyek harus didasarkan pada pengalaman perencana, dimana kebanyakan dari perencana penjadwalan cenderung untuk menambahkan durasi pengaman yang tersembunyi ke dalam penilaian - penilaian mereka untuk setiap ketidakpastian pada kinerja aktual.



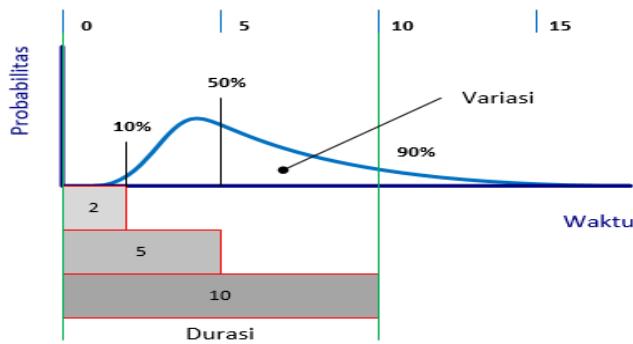
Gambar 2.4 Kurva Distribusi Penyelesaian Pekerjaan

Sumber: Meijr (2002)

Keterangan:

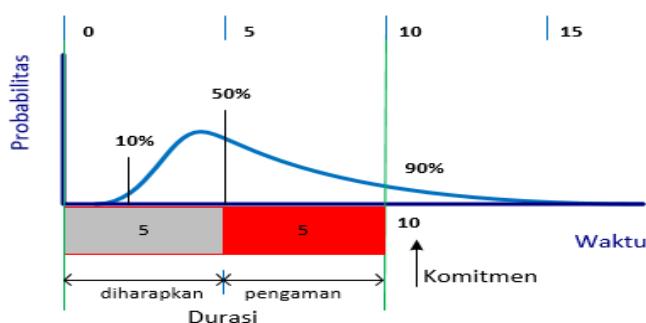
- t_0-t_1 = Sejumlah waktu pekerjaan yang akan diambil jika segalanya berjalan dengan baik.
- t_1-t_2 = Sejumlah waktu untuk mengatasi ketidakpastian didalam melakukan pekerjaan.
- t_2-t_3 = Sejumlah waktu yang dihabiskan berkerja di aktivitas yang lain.
- t_3-t_4 = Sejumlah waktu yang dipertimbangkan untuk gangguangangguan yang mungkin terjadi.

seperti yang diperlihatkan di dalam Gambar 2.4, ada kemungkinan 10% menyelesaikan pekerjaan di dalam dua hari, kemungkinan 50% menyelesaikan pekerjaan di dalam lima hari, dan kemungkinan 90% menyelesaikan pekerjaan di dalam 10 hari. Jika kita mengambil “estimasi” sembilan diantara sepuluh hari, lalu perkiraan mu tidak 50% kemungkinan waktu yang diharapkan, tetapi 90% kemungkinan waktu yang dijanjikan. Hal inilah yang kebanyakan orang gunakan ketika mereka diminta untuk mengestimasi suatu pekerjaan.



Gambar 2.5 Estimasi Varian Pekerjaan
Sumber: Zultner (2003)

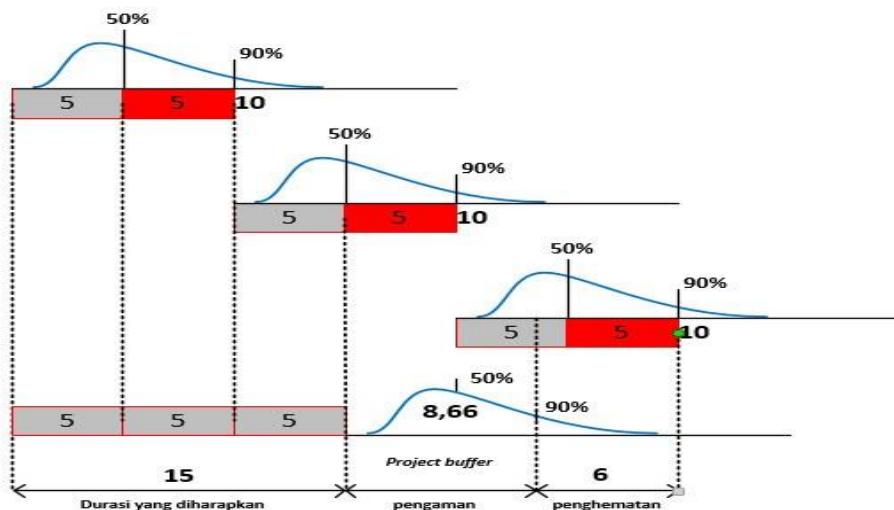
Seperti yang diperlihatkan di dalam Gambar 2.5, untuk memenuhi waktu penyelesaian pekerjaan yang telah dijanjikan, maka seseorang memberikan waktu pengaman yang signifikan untuk memberikan perlindungan pada waktu pelaksanaan karena ia harus mempertimbangkan kondisi kerja aktual termasuk banyaknya berbagai pekerjaan mendesak yang akan timbul atau pekerjaan tersebut bisa menjadi lebih sulit dibanding kelihatannya ketika kita melakukannya, dan untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak terduga. Seperti pada umumnya, kebanyakan software penjadwalan memperkirakan 90% kemungkinan waktu yang dijanjikan dan sekitar separuh jangka waktu itu adalah waktu pengaman atau perlindungan untuk memastikan pekerjaan tersebut dapat selesai tepat waktu.



Gambar 2.6 Pembuatan Waktu Komitmen Yang Dijanjikan
Sumber: Zultner (2003)

Di dalam Gambar 2.7, kita mempunyai suatu proyek dengan tiga pekerjaan serupa dengan waktu yang dijanjikan 10 hari termasuk pengaman di masing-masing pekerjaan. *Manager* proyek mencoba untuk memastikan bahwa proyek

dapat selesai tepat waktu dengan menjaga setiap pekerjaan agar selesai tepat pada waktunya.



Gambar 2.7 Perbedaan Waktu Pengaman Pada Tiga Proyek
Sumber: Zultner (2003)

Dengan menggunakan penjadwalan tradisional, tiga pekerjaan yang masing-masing mempunyai durasi 10 hari, dimana waktu pelaksanaan dan pengaman yang diperlukan akan menghabiskan waktu keseluruhan selama 30 hari. Masing-masing dari ketiga pekerjaan mempunyai 90% kemungkinan menyelesaikan pekerjaan tepat waktu. Tetapi kenyataannya kemungkinan dari penyelesaian proyek tepat waktu kurang dari 90%. Sehingga berdasarkan pengalaman tersebut manajer proyek cenderung untuk menambahkan suatu cadangan ketidakpastian (*contingency reserve*) hingga berakhirnya proyek. Namun hal ini adalah karena jalan yang terbaik untuk memperbaiki kinerja proyek adalah dengan mengatur ketidakpastian yang ada didalam proyek.

Ketika satu perusahaan asuransi menyatakan keselamatan dari ketiga pemilik rumah tersebut, pemilik rumah membayar lebih sedikit kepada perusahaan asuransi yang kemudian mereka mendapatkan perlindungan terhadap rumah mereka masing-masing dibanding mereka merencanakan untuk menyisihkan dana sebelumnya yang cukup besar dalam waktu kurang dari lima hari. Hal ini dapat dilakukan karena perusahaan asuransi mengetahui bahwa

bagaimana mungkin ketiga rumah tersebut akan mendapatkan masalah yang serius pada waktu yang bersamaan.

Seperi contoh diatas efisiensi dari waktu pengaman yang disatukan sehingga waktu pengaman yang tersedia untuk dibagi bersama 8,66 hari, namun hal ini sama dengan perlindungan untuk proyek (90% kemungkinan) seperti lima hari waktu pengaman di dalam masing-masing tugas. Namun sekarang, waktu pengaman di luar masing-masing tugas, tanpa membuat proyek terlambat sehingga membuat proyek lebih cepat 6 hari atau dapat mereduksi 15% dibanding penjadwalan tradisional. Inilah alasan kenapa kita dapat mengatakan waktu pelaksanaan proyek dengan menggunakan metode *Critical Chain* dapat 15%-25% lebih pendek atau cepat dibanding penjadwalan tradisional.

2.8 Perbedaan *Critical Chain* dan *Critical Path*

Menurut (Lechler, Ronen, dan 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 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 dan Cox, pada tahun 1986 dan Goldratt pada tahun 1990 lalu diaplikasikan ke manajemen proyek sebagai berikut:

- *Identification*, 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 sumber daya 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 sumber daya yang kritis. Pertama, dengan memprioritaskan proyek dan kedua menghindari *multitasking* sehingga *bottleneck sumber daya* telah selesai sebelum dilanjutkan ke prioritas proyek yang lebih rendah lainnya.
- *Subordinate*, gunakan *slack* atau kapasitas lebih di dalam sumber daya *non-bottleneck* dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja sumber daya *bottleneck*. Di dalam *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 ditingatkannya kapasitas keseluruhan proyek yang dipusatkan pada kendala *bottleneck*. Pada kedua kasus Proyek tunggal dan multi proyek ini berarti investasi pada sumber daya tambahan. Umumnya, fokus akan dipusatkan pada peningkatan kapasitas sumber daya 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 sumber daya ini. *Critical Path* memperlakukan sumber daya

sebagai permasalahan kurang penting yang harus dibawahi oleh perencanaan *Critical Path*, tanpa perbedaan yang jelas antara sumber daya *bottleneck* dan *non-bottleneck*.

- *Goals*, di dalam 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. 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 dan Herroelen, 2001).

Adapun perbedaan mengenai *Critical Chain* dan *Critical Path*, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Table 2.1 Perbedaan *Critical Chain* dan *Critical Path*

PERSPEKTIF	CPM/PERT	<i>Critical Chain</i>
Teori	• Teori Sistem dan Teori Grafik	• Teori Sistem dan Teori Grafik, <i>TOC</i>
Sasaran (goal)	• Meminimalkan durasi proyek • Melindungi tanggal penyerahan akhir	• Meminimalkan durasi proyek • Melindungi tanggal penyerahan akhir dengan <i>buffer</i>
Ketidakpastian (Uncertainty)	• Memasukkan waktu pengaman kedaalam perhitungan pekerjaan • Tidak menggunakan <i>buffer</i> 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

Lanjut...

Tabel 2.1 Perbedaan *Critical Chain* dan *Critical Path* (Lanjutan)

Manajemen Sumber Daya (Resource)	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan yang lebih diutamakan dan menyediakan kemudahan sumber daya pada dasar penjadwalan 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan yang lebih diutamakan dan menyediakan kemudahan sumber daya pada dasar penjadwalan
Penjadwalan (Scheduling)	<ul style="list-style-type: none"> Pecahkan masalah RSCP untuk memutuskan konflik sumber daya dan estimasi <i>Critical Path</i> Tidak ada prioritas pada jalur kritis Mengijinkan adanya <i>multitasking</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan waktu mulai paling akhir (ALAP) untuk melaksanakan pekerjaan Memasukkan <i>buffer</i> proyek dan <i>feeding buffer</i> Memrioritaskan pada sebuah jalur kritis Tidak mengijinkan adanya <i>multitasking</i>
Pemantauan (Monitoring)	<ul style="list-style-type: none"> Memantau laporan dan waktu selesai pekerjaan Memantau kemajuan pekerjaan terhadap milestone pekerjaan Laporan <i>earned value</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Manajemen <i>buffer</i> • Laporan penetrasi <i>buffer</i>
Behavioral issues	<ul style="list-style-type: none"> Memasukkan waktu pengaman dalam perhitungan pekerjaan 	<ul style="list-style-type: none"> Menghindari <i>student syndrome</i> dan <i>parkinson's law</i>

Sumber: Leach (2004)

Bertolak belakang dengan *Critical Path*, *Critical Chain* langsung mengarahkan kasus multiproyek sebagaimana kasus proyek tunggal. Di dalam dunia *Critical Chain*, penekanan pada awalnya mengurangi ruang lingkup proyek sebagai bagian dari fokus pendekatan manajemen (Pass dan 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 ditujukan 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). Terbukti dalam rekomendasi untuk fokus dalam menangani *bottleneck* sumber daya 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 penyederhanan 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 di dalam *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 Sistem keseluruhan. Sebagai contoh, efisiensi *global* yang merupakan hasil penjumlahan dari efisiensi lokal. Dalam kasus proyek tunggal, fokus manajemen diarahkan untuk menangani aktivitas di dalam *Critical Chain*. Sebuah kontribusi unik dari panduan *Critical Chain* adalah menyediakan untuk memperbaiki kinerja didalam situasi dimana multiproyek berbagi kelangkaan sumber daya.

Di dalam 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 di dalam proyek telah menjadi permasalahan besar didalam sejarah manajemen proyek. Untuk mengestimasi

resiko, simulasi montecarlo dari jaringan kerja proyek dikembangkan pada tahun 1970. *Software* analisis stokastik sebagaimana *Graphical Evaluation Review Techniques (GERT)* diperkenalkan oleh Taylor dan Moore pada tahun 1980. Karena mengestimasi aktivitas distribusi probabilitas secara konseptual sulit, konsep ini tidak diterima secara umum. Saat ini di dalam 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 diaktivitas 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 di atas 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.

4. Manajemen Sumber Daya

Manajemen sumber daya sangat diperlukan di dalam pendekatan *Critical Path* dan *Critical Chain*. *Critical Chain* secara jelas fokus kepada manajemen sumber daya yang mana merupakan kunci perbedaan antara kedua pendekatan manajemen proyek tersebut. Khususnya, konsisten penerapan *TOC*, *Critical Chain* mendesak manajer untuk mengidentifikasi dan mengatur sistem *bottleneck* sumber daya didalam proyek.

5. Permasalahan Kebiasaan

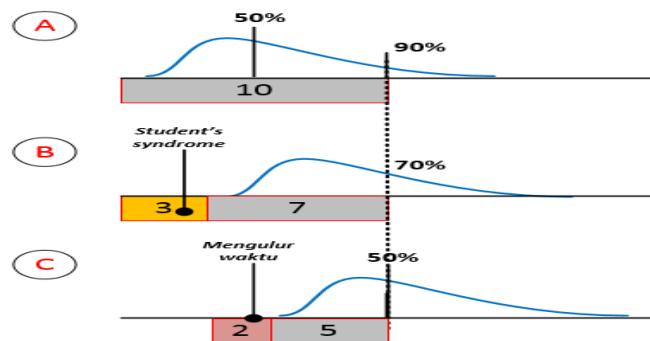
Sebuah literatur yang berkembang mengalamatkan permasalahan dari rendah nya kinerja proyek dengan mempelajari sisi manusia dari manajemen proyek (*Lynn, 2002*) area riset ini diterapkan dengan sama antara *Critical Path* dan *Critical Chain*. Bagaimanapun *Critical Chain* berusaha untuk menghilangkan beberapa sumber konflik manusia dengan mendesain sistem manajemen agar lebih efisien dan menghindari konflik antar sumber daya. 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. Rekomendasi lain dari penanganan *Critical Chain* juga memiliki implikasi. Seperti yang disebutkan diatas, kunci tantangannya adalah menghindari tekanan pada sumber daya ke aktivitas *multitasking*. Ini khususnya didalam lingkungan multi proyek. Dampak lain kebiasaan dari *Critical Chain* adalah orientasi keluaran. Tujuan yang diharapkan adalah 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.

2.9 Kebiasaan yang dihindari dalam penerapan *Critical Chain*

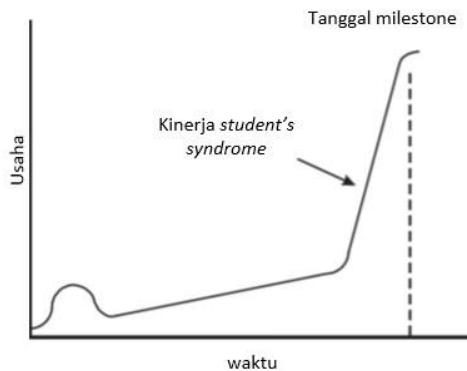
1. *Student's Syndrome* serupa dengan ketika para siswa diberikan suatu tugas, mereka biasanya memulai mengerjakan tugas tersebut di menit-menit terakhir, bahkan panjangnya waktu yang diberikan tidak cukup untuk meyelesaikan tugas-tugas tersebut lebih cepat. Oleh karena itu, waktu pengaman yang ditambahkan menjadi terbuang karena untuk memulai mengerjakan tugas tersebut tidak dilakukan pada waktu awal. Perilaku ini dapat menyebabkan waktu pengaman yang terdapat didalam pekerjaan terbuang percuma bahkan sebelum kita memulai pekerjaan untuk melakukan pekerjaan, sehingga kita tidak lagi mempunyai 90% kemungkinan waktu

yang dijanjikan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Hilangnya Waktu Pengaman Pekerjaan Karena *Student's Syndrome*
Sumber: Zultner (2003)

Didalam Gambar 2.8 A, dengan 90% kemungkinan waktu komitmen, mereka mempunyai banyak waktu untuk menyelesaikan pekerjaan. Jadi mereka berpikir dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut dalam waktu 7 hari, yaitu dengan mengerjakan sedikit beberapa pekerjaan yang mendesak atau mengulur waktu memulai pekerjaan. Permulaan ini tidak masalah karena masih ada waktu pengaman 5 hari. Didalam gambar 2.8 B, dapat dilihat bahwa waktu pengaman telah terbuang dengan percuma selama 3 hari. Sayangnya pada hari berikutnya seperti yang dapat dilihat dalam gambar 2.8 C ketika mereka mulai melakukan pekerjaan terjadi masalah yang tidak terduga sehingga waktu yang tersisa berkurang menjadi 5 hari, yang berarti waktu pengaman yang disediakan telah habis. Oleh karena itu mereka berusaha mempercepat untuk menyelesaikan pekerjaan dengan mengambil waktu pada malam hari, tidak peduli seberapa besar usaha yang ia lakukan.



Gambar 2.9 Student's Syndrome

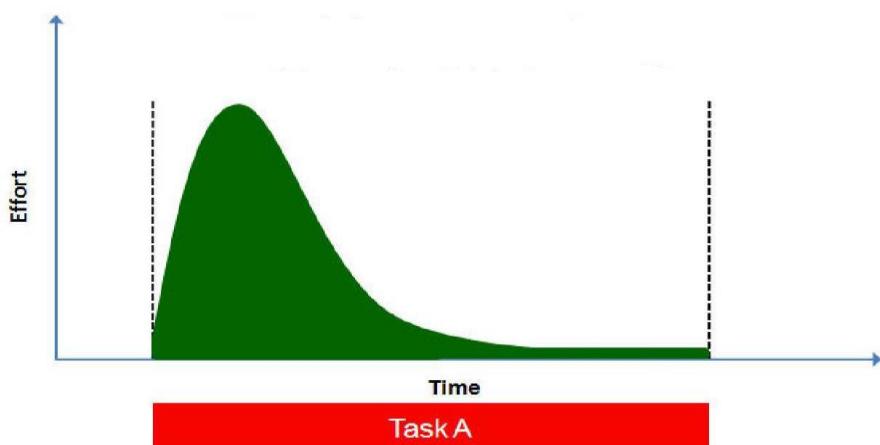
Sumber: Zultner (2003)

2. Sandbagging

Sandbagging mengacu pada menahan pekerjaan yang telah diselesaikan hingga saat yang tepat atau lebih menguntungkan untuk secara resmi diakui penyelesaiannya. *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 2.10 Parkinson's law

Sumber: Zultner (2003)

4. Multitasking

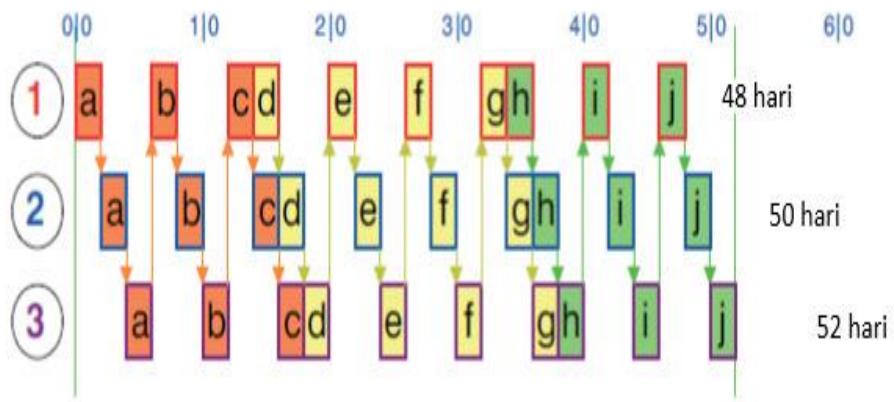
Multitasking berarti mengerjakan beberapa pekerjaan dalam waktu yang bersamaan. Pengaruh dari *multitasking* seharusnya dipertimbangkan karena fragmentasi dari sumber daya dan waktu persiapan peralatan akan menyebabkan tugas-tugas menjadi tertunda karena kehilangan konsentrasi. Gambar 2.11 menunjukkan tiga proyek yang identik, dan seorang manager proyek bertanggung jawab untuk masing-masing proyek. Masing-masing proyek terdiri dari 10 pekerjaan dengan durasi masing-masing 2 hari. Ada tiga jenis sumber daya yang diperlukan. Di dalam kasus ideal ini, karena kita mempunyai tiga orang untuk masing-masing jenis sumber daya, kita dapat mendedikasikan satu orang dari setiap jenis sumber daya untuk masing-masing proyek. Ketiga proyek tersebut masing-masing dapat diselesaikan dalam 20 hari.



Gambar 2.11 Kasus ideal : Tiga Proyek Dengan Sumber Daya yang Didedikasikan
Sumber: Zultner (2003)

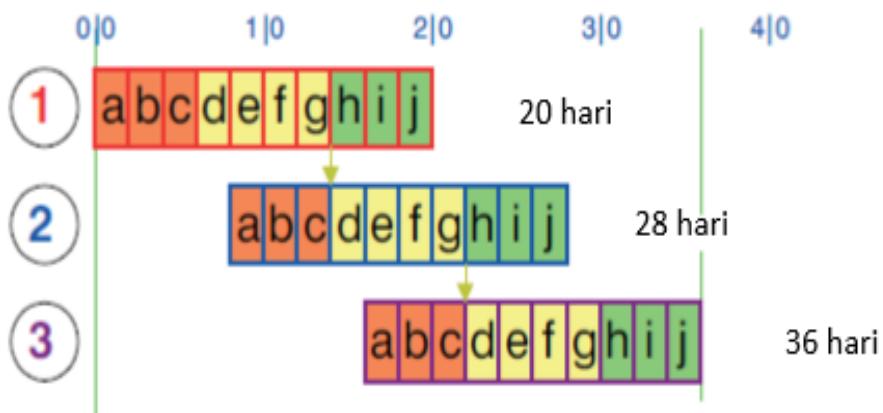
Jika kita hanya mempunyai satu dari tiap jenis sumber daya, bagaimana seharusnya kita melakukannya? Di dalam Gambar 2.12, manager proyek untuk proyek 1, 2, dan 3 berusaha untuk menekankan membuat kemajuan di masing-masing proyek mereka setiap minggunya. Sehingga pekerjaan di proyek 1 belum

selesai, sumber daya berpindah ke pekerjaan di proyek 2 demikian seterusnya. Maka manajer proyek akan memiliki “kemajuan” dari masing-masing proyek untuk dilaporkan setiap minggunya. Tentu saja, ini memerlukan waktu yang lebih panjang ketika kita tidak mempunyai banyak sumber daya. Maka masing-masing proyek selesai dalam waktu 48, 50, dan 52 hari. Sehingga hal ini berarti mempengaruhi waktu penyerahan proyek secara keseluruhan.



Gambar 2.12 Kebutuhan Sumber Daya Pada Tiga Proyek *Multitasking*
Sumber: Zultner (2003)

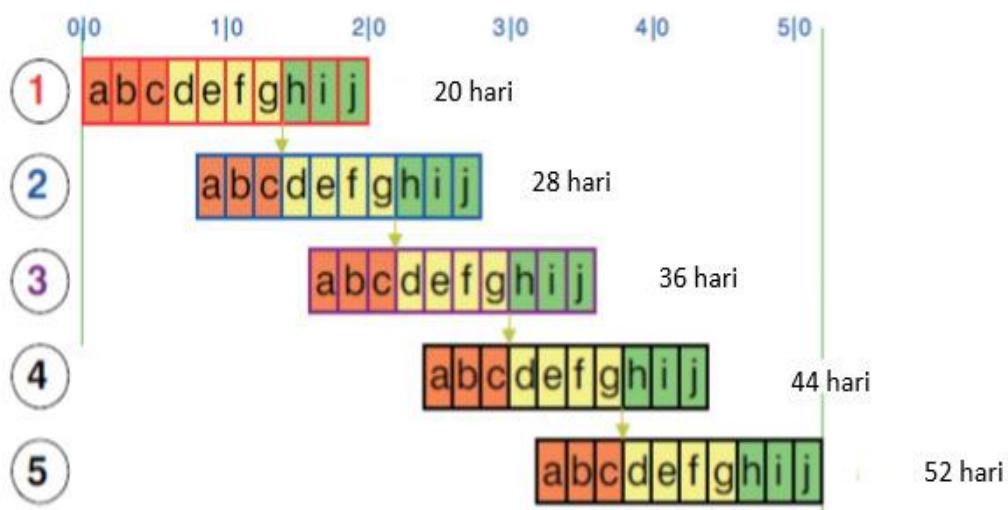
Sedangkan di dalam gambar 2.13, masing-masing sumber daya menyelesaikan semua pekerjaan di proyeknya sebelum berpindah kepada proyek yang lainnya, sehingga tidak ada sumber daya yang berpindah ke pekerjaan yang lain dan kemudian meneruskan kembali pekerjaan yang telah di tinggalkannya dimana hal ini lebih disukai dan dapat menghasilkan kualitas pekerjaan yang lebih baik atau dengan kata lain membedakannya dalam skala prioritas menghindari *multitasking*. Semua proyek diselesaikan lebih cepat di dalam waktu 20, 28, dan 36 hari. Bahkan proyek 1 yang menjadi prioritas tinggi dikerjakan 20 hari atau mengalami progres 240% dan proyek 3 lebih cepat 16 hari bila dibandingkan kasus *multitasking*. Sehingga dapat dikatakan “efisiensi” dari *multitasking* adalah suatu mitos.



Gambar 2.13 Critical Chain: Tiga proyek tanpa *multitasking*

Sumber: Zultner (2003)

Maka, dari pada menyelesaikan tiga proyek yang dilaksanakan dalam 52 hari dengan *multitasking*. Berapa banyak yang bisa dilakukan dalam waktu yang sama tanpa *multitasking*? Di dalam Gambar 2.14, kita dapat melihat keuntungan dari CCPM. Dengan jumlah sumber daya yang sama kita dapat menyelesaikan 5 proyek tanpa adanya tambahan biaya dan tidak ada resiko-resiko tambahan jika kita menghapuskan *multitasking* di semua proyek.



Gambar 2.14 Keuntungan dari Critical Chain

Sumber: Zultner (2003)

2.10 Elemen Kunci *Critical Chain*

Adapun Elemen kunci *Critical Chain* yang sangat penting agar dapat mengidentifikasi masalah yang terjadi dalam suatu proyek, yaitu sebagai berikut:

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, pengeraaan 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 memanfatkan 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 sumber daya 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.

2.11 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 2.15 Manajemen *Buffer*

Sumber: Nasution dan Resthy (2014)

1. 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.

2. 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 dua pertiga *buffer* mulai digunakan untuk menutupi kelebihan tugas, maka harus dibuat suatu rencana yang bertujuan memperbaiki waktu yang hilang.

3. 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 tidak 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.

2.12 *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*.

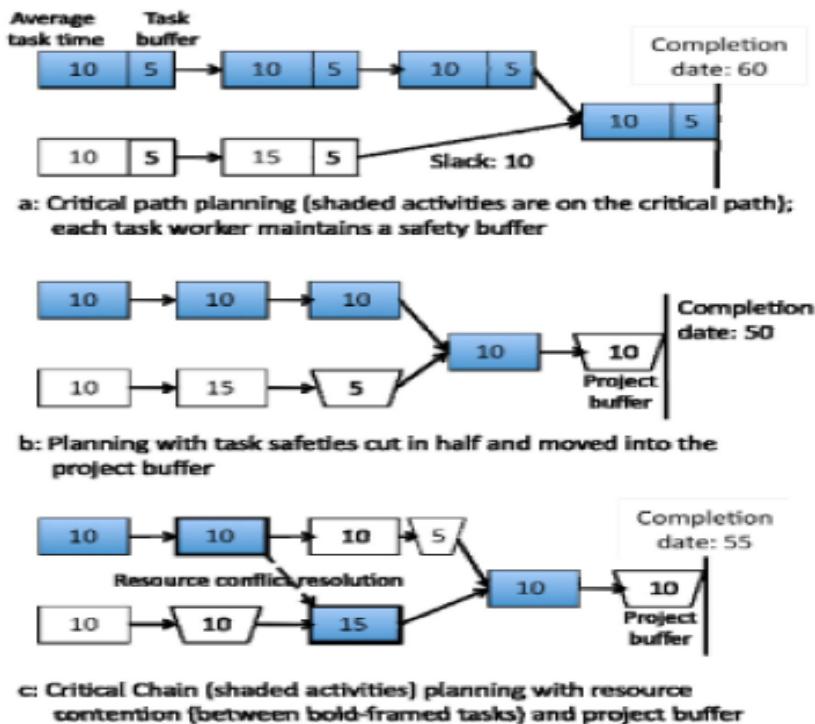
1. *Feeding buffer* adalah *buffer* yang terdapat pada persambungan antara *Critical Chain* dengan aktivitas yang bukan *Critical Chain*, *feeding buffer* berfungsi melindungi *Critical Chain* agar tidak terpengaruh pada keterlambatan aktivitas tersebut.
2. *Project buffer* adalah *buffer* yang terdapat 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.

2.13 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 keenam 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.

- 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*.



Gambar 2.16 Ilustrasi Penjadwalan *Critical Chain* dan *Critical Path*
Sumber: Nasution dan Resthy (2014)

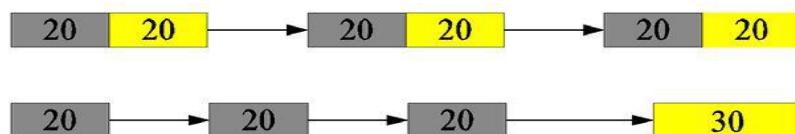
2.14 Metode Pengukuran Buffer

Menurut Herroelen (2001), di dalam literature, terdapat 2 metode pendekatan yang sering digunakan dalam menentukan ukuran *buffer* yang sederhana untuk menentukan *buffer* proyek dan *feeding buffer* yaitu *cut and paste method* (C and PM juga disebut 50% aturan) dan *Root Square Error method* (RSEM).

1. Metode *cut and paste* (C and PM)

Aturan perekat yang digunakan untuk menentukan *buffer* proyek dan *feeding buffer* di dalam C&PM pada dasarnya memotong 50% dari durasi untuk semua aktivitas, dan untuk melekatkan *buffer* proyek dengan separuh durasi rantai kritis (*Critical Chain*) pada akhir rantai, seperti halnya untuk melekatkan *buffer* pengisi dengan separuh durasi aktivitas ke aktivitas pada

jalur yang tidak rantai kritis (*non Critical Chain*) yang membawa kepada rantai kritis. Sebagai contoh, dapat dilihat pada gambar 2.17, dalam rantai kritis dengan 3 aktivitas, setiap tugas dengan waktu ketidaktentuan 20, yang berasal dari pemotonga sebesar 50% dari aktivitas keseluruhan waktu kerja 40, dan *buffer* proyek memempunyai 30 sebagai ukuran *buffer* yang ditambahka pada akhir rantai kritis yang mempunyai durasi 60



Gambar 2.17 Aktivitas Pada Rantai Kritis

Sumber: Herroelen (2001)

2. *Metode Root Square Error (RSEM).*

Aturan perekat yang digunakan untuk menentukan *buffer* proyek dan *feeding buffer* di dalam (*RSEM*) memerlukan 2 estimasi durasi tugas, pertama estimasi aman (S) mempunyai cukup pengaman untuk melindungi dari semua kemungkinan besar sumber keterlambatan, dan yang kedua estimasi rata-rata yaitu 50% dari durasi, ukuran *buffer* ditetapkan sebagai 2 standar deviasi.

2.15 Tools atau Software Yang Digunakan Dalam CCPM

Berikut ini adalah *software* yang digunakan dalam penelitian:

1. *Microsoft Project*

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 pemantauan 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.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan penggambaran mengenai jalannya proses penelitian dan proses berfikir yang sistematis yang ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian. Dalam bab ini akan dibahas metode serta teknik penelitian yang digunakan, serta langkah-langkah dalam penyelesaian masalah untuk dianalisis, sehingga diperoleh kesimpulan dan saran-saran yang dapat diterapkan di perusahaan.

3.1 Jenis dan Sumber Data

Salah satu langkah awal yang dilakukan dalam menyusun laporan penelitian adalah mengumpulkan data dari perusahaan yang akan diteliti. Data merupakan salah satu unsur penting sebagai masukan dalam melakukan pengolahan data untuk dibahas dalam laporan ini.

1. Jenis Data

- **Data Primer**

Data primer yaitu data yang di peroleh secara langsung. Namun dalam penelitian ini tidak menggunakan data primer.

- **Data sekunder**

Data sekunder berupa dokumen perusahaan yang sudah ada terdiri dari sejarah perusahaan, perkembangan perusahaan, struktur organisasi, uraian tugas, tata letak pabrik dan material yang digunakan, data keterlambatan beberapa tahun terakhir dan penjadwalan proyek.

2. Sumber Data

Data ini berasal dari bagian *Human Resource Development (HRD)* yang mencakup data umum perusahaan, dan *Production Planning and Inventory Control (PPIC)* PT Sarana Karya Masindo.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Sumber data dalam penyusunan penelitian ini di peroleh dengan metode-metode antara lain:

1. Penelitian Pustaka (*Library Research*)

Melalui penelitian ini diperoleh data yang sifatnya teoritis dan ilmiah, yang dapat menjadi landasan dalam menganalisa permasalahan penelitian. Adapun cara melakukan penelitian kepustakaan adalah dengan cara membaca dan menganalisa bahan-bahan yang diperoleh:

- Buku referensi (*text book*) yang ada hubungannya dengan masalah pembahasan manajemen proyek.

2. Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Penelitian ini dilakukan dengan cara mendatangi langsung subyek penelitian (perusahaan) untuk mendapatkan data sekunder yang diperoleh pengamatan, yaitu dengan memperhatikan penjadwalan proyek yang ada dalam perusahaan.

- Data sekunder dari perusahaan.

3. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dilakukan untuk merumuskan masalah apa saja yang ada pada penelitian ini. Sehingga dapat memudahkan dalam penetapan tujuan penelitian.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini secara garis besarnya adalah untuk menghasilkan rancangan penjadwalan proyek dengan menggunakan metode *Critical Chain* agar mengantisipasi keterlambatan.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan objek yang akan diteliti untuk membantu penyelesaian masalah yang terjadi dalam penelitian pada PT Sarana Karya Masindo. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- *Brainstorming* dilakukan dengan bertukar informasi dengan pihak terkait perusahaan untuk menghasilkan ide yang dapat digunakan sebagai solusi terhadap permasalahan yang dihadapi.

- Pengamatan langsung pada semua bagian untuk mengetahui proses kerja secara keseluruhan. Serta mengamati pekerjaan yang dicapai untuk jam kerja normal.

6. Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan maka selanjutnya dilakukan langkah-langkah pengolahan data.

Setelah memperoleh data yang dibutuhkan dan mendapatkan hasil dari pengolahan data, selanjutnya dapat dilakukan analisa dan pembahasan terhadap permasalahan yang diteliti berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan diolah, sehingga gambaran keseluruhan mengenai permasalahan yang dihadapi perusahaan dapat kita peroleh.

7. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data, sehingga dapat menjawab tujuan dari penelitian. Analisis yang dilakukan diantaranya:

- Analisis jalur kritis

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kendala-kendala yang terjadi di dalam penjadwalan.

- Analisis *Project Buffer*

Analisis ini dilakukan ntuk melindungi proyek dari keterlambatan.

- Analisis *Feeding Buffer*

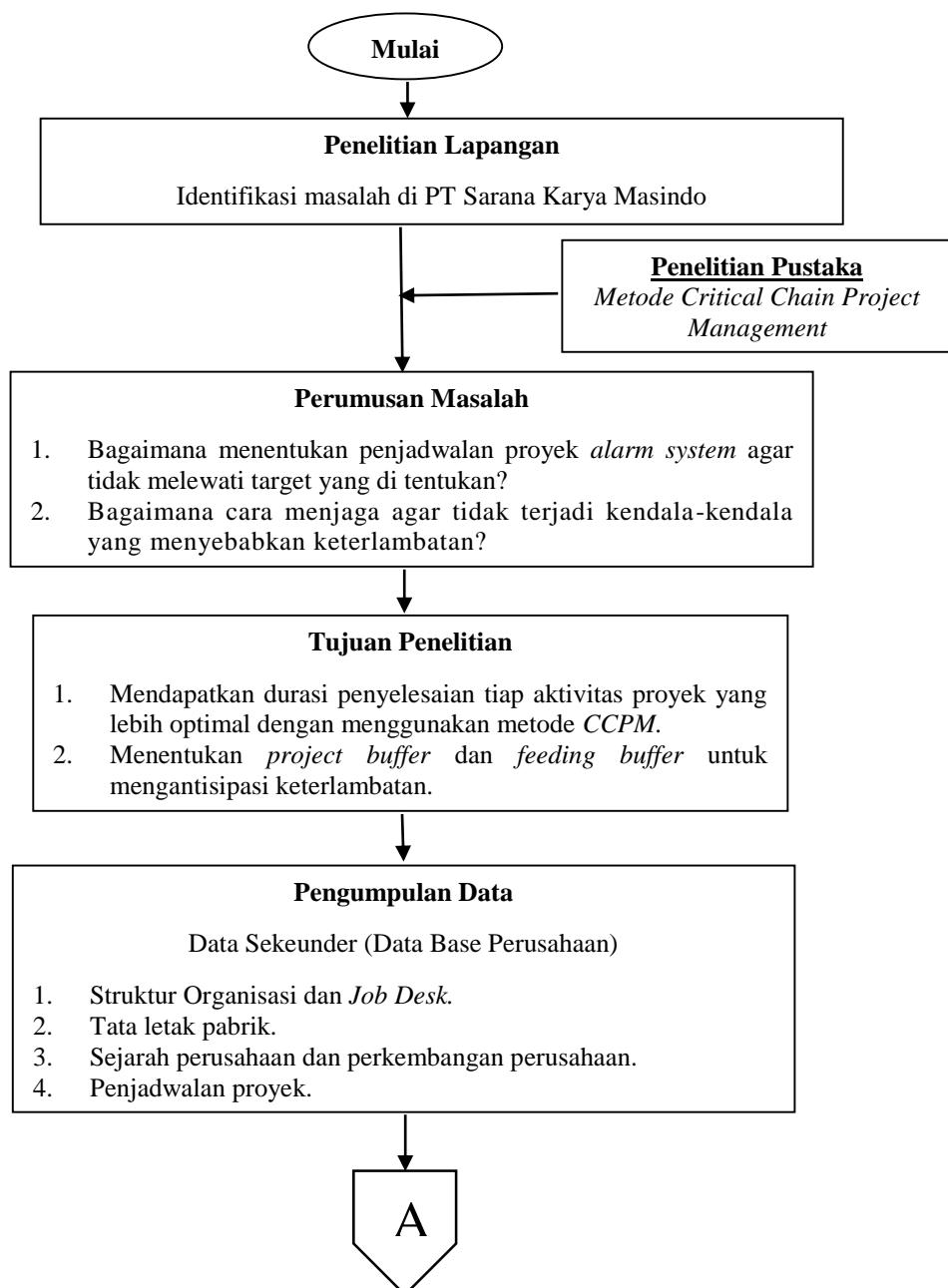
Analisis ini dilakukan untuk menjaga dan melindungi pekerjaan-pekerjaan yang berada pada *critical chain* dari perubahan yang terjadi disebabkan keterlambatan pada pekerjaan-pekerjaan *non-critical*.

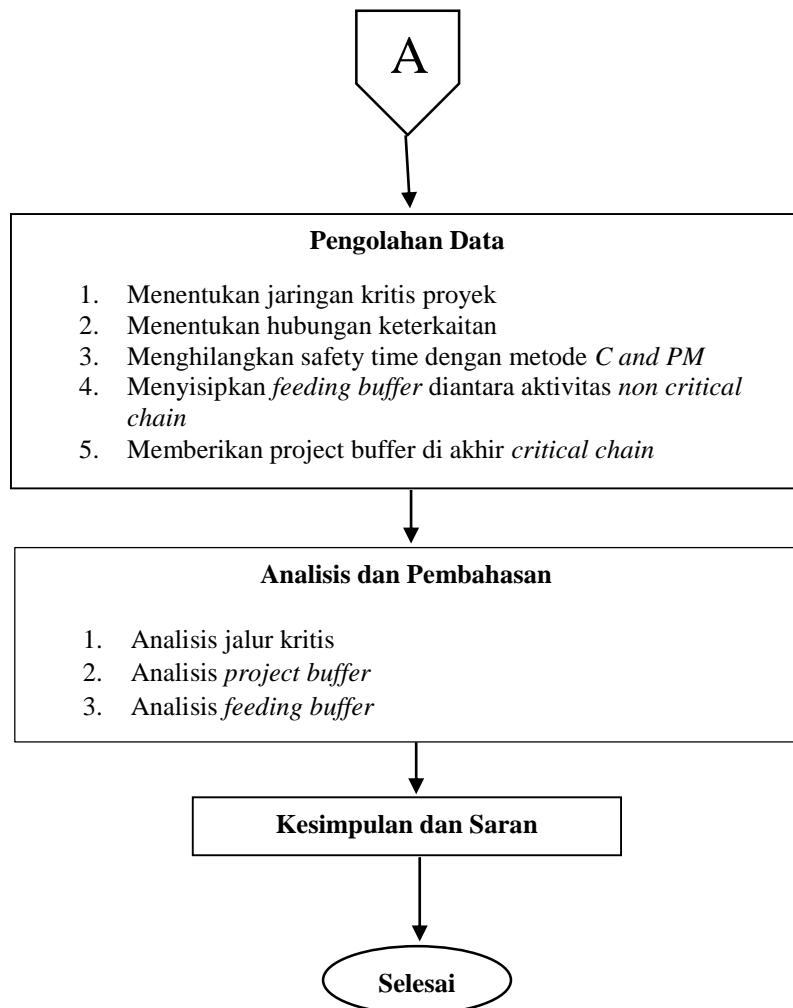
8. Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan pengolahan data dan analisis data, tahap selanjutnya adalah menarik kesimpulan yang diperoleh berdasarkan pengolahan data dan analisis masalah untuk menjawab tujuan penelitian, serta memberikan saran-saran yang bermanfaat.

3.3 Teknik Analisis

Teknik analisis data yang dijelaskan dapat digambarkan menjadi suatu diagram kerangka pemecahan masalah yang merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat dari gambar 3.1





Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan pada PT Sarana Karya Masindo. Adapun data yang telah dikumpulkan.

1. Data Umum Perusahaan

PT Sarana Karya Masindo didirikan oleh Susanto Widjaja pada tahun 2010. PT Sarana Karya Masindo memiliki 1 gedung kantor pusat, 1 gudang, dan 1 ruang produksi dengan jumlah karyawan sebanyak 30 orang karyawan. Tahun 2011 PT SKM mulai berkembang dengan memiliki 1 gedung kantor pusat, 1 kantor pemasaran, 2 gudang, dan 2 pabrik karpet dengan jumlah karyawan 60 orang. Perkembangan pada PT SKM terus meningkat pada tahun 2013 dengan adanya produk baru yang di produksinya yaitu, sebuah *alarm* dan sensor pada kendaraan roda empat. Dengan memiliki 1 gedung kantor pusat, 2 kantor pemasaran, 4 gudang, 2 pabrik karpet, dan 1 pabrik *alarm* dan sensor dengan memiliki jumlah karyawan lebih dari 200 orang karyawan. Susanto Widjaja telah memiliki pengalaman bisnis di bidang aksesoris otomotif selama lebih dari 15 tahun yang bergabung dengan *Vkool Group*.

PT SKM memiliki tim serta jaringan yang kuat, sehingga PT SKM selalu siap untuk bersaing dengan para pelaku bisnis otomotif di Indonesia. Salah satu *customer* besar PT SKM dengan jumlah pesanan produk *alarm* dan karpet mobil adalah Toyota Astra *Manufacturing*.

2. Visi dan Misi Perusahaan

Visi adalah suatu kemampuan untuk memandang, kemampuan untuk memahami apa yang akan diwujudkan di masa yang akan datang dan suatu ide yang ada dalam angan-angan. Misi adalah suatu pernyataan tentang apa yang harus dikerjakan oleh perusahaan atau lembaga dalam usaha mewujudkan Visi tersebut. Adapun visi dan misi PT SKM sebagai berikut:

- Visi

Menjadi mitra terbaik di industri otomotif di seluruh Indonesia dan diakui secara internasional.

- Misi

- Senantiasa membentuk SDM yang berkualitas dan berkompetensi.
- Konsisten meningkatkan efisiensi dan sistem kerja yang lebih baik.
- Memberikan layanan yang terbaik untuk semua pelanggan.

3. Struktur Organisasi

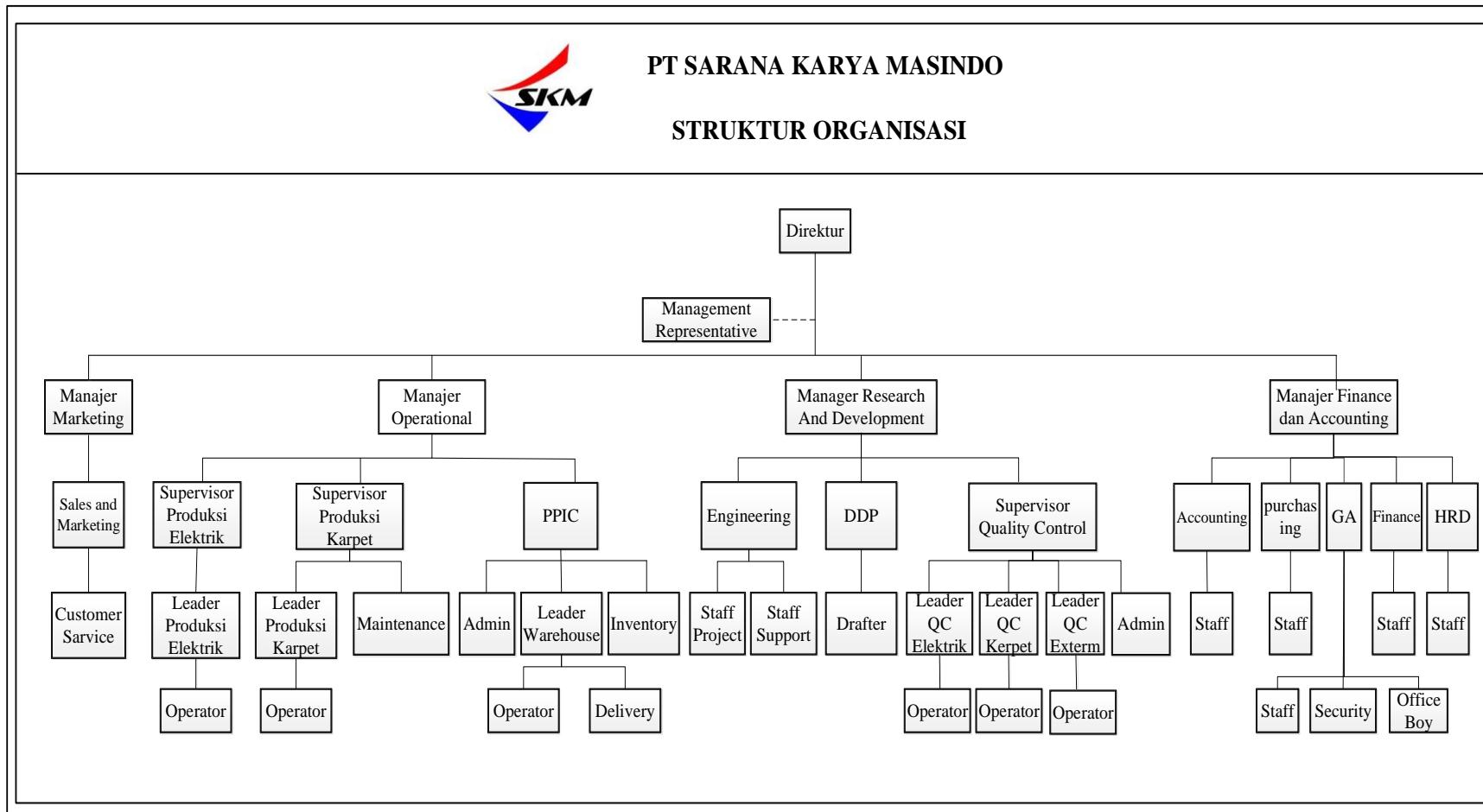
Setiap perusahaan pada umumnya mempunyai struktur organisasi. Penyusunan struktur organisasi merupakan langkah awal dalam memulai pelaksanaan kegiatan perusahaan, dengan kata lain penyusunan struktur organisasi adalah langkah terencana dalam suatu perusahaan untuk melaksanakan fungsi perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengawasan.

Pembagian tugas dalam organisasi haruslah diatur sedemikian rupa sehingga dapat menopang tercapainya tujuan bersama. Bentuk dari adanya pembagian tugas dapat digambarkan ke dalam suatu struktur organisasi atau bagan organisasi. Adapun struktur organisasi dari PT SKM dapat di lihat pada gambar 4.1

4. *Job Description*

Job Description adalah suatu gambaran jelas tentang suatu pekerjaan atau tugas dan tanggung jawab yang dimiliki pada setiap bagian atau divisi guna dapat mengintegrasikan tujuan dari setiap line dalam organisasi tersebut.

Dengan *job description* yang jelas dan terukur, maka perusahaan dapat beroperasi secara teratur dan akan meningkatkan produktivitas setiap karyawannya. Dokumen *job description* berlaku untuk semua karyawan, dari level tertinggi sampai level terendah.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Sarana Karya Masindo

Sumber: PT SKM

4. Direktur

- Mengkoordinir para *manager* untuk melaksanakan tugas dengan benar.
- Mempelajari semua laporan-laporan yang diberikan oleh masing-masing *manager* dan mempunyai hak untuk mengoreksi.
- Menetapkan tujuan perusahaan bersama *manager* dan staf.
- Menandatangani surat-surat yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.
- Memimpin, mengawasi, dan memberikan pengarahan kepada *manager* perusahaan atas tugas dan tanggung jawabnya.
- Mengkoordinir tugas-tugas yang didelegasikan kepada para *manager*, serta memelihara hubungan kerjasama diantara mereka.
- *Manager Representative*
 - Memastikan *system* manajemen mutu diimplementasikan dan dipelihara sesuai dengan persyaratan *System Manajemen Mutu* (ISO 9001:2000).
 - Melaporkan kepada *Top Manajemen*, kinerja *system* manajemen mutu serta perbaikan perbaikan yang dibutuhkan.
 - Mensosialisasikan kepada seluruh karyawan program kepedulian akan persyaratan-persyaratan pelanggan.
 - Bertanggung jawab sebagai wakil perusahaan kepada pihak luar dalam hal *system*.
 - Mewakili direksi untuk melaksanakan kebijakan mutu perusahaan.
- *Manager*
 - Bertanggung jawab membuat, mengawasi, dan mengevaluasi seluruh rencana operasi produksi harian.
 - Pelaksanaan dan pengendalian seluruh operasi produksi yang sesuai dengan rencana dan jadwal produksi bulanan.
 - Bertanggung jawab mengawasi dan mengevaluasi proses perencanaan dan pemeliharaan mesin mesin, peralatan dan instalasi pabrik agar tidak mengganggu proses produksi dan aktivitas pasca produksi.
 - Mengevaluasi pencapaian target-target produksi (mutu, jumlah, *delivery*, biaya) dan pelaksanaan sistem pemeliharaan mesin/peralatan

dan instalasi pabrik serta mengkoordinir upaya-upaya perbaikan guna meningkatkan produktivitas berkelanjutan.

- Mendukung upaya-upaya peningkatan kompetensi personalia pada divisi operasi.
- Mengkoordinir/mengatur sistem pelatihan karyawan.
- Mendorong peningkatan kompetensi karyawan.
- Membuat spesifikasi jabatan seluruh karyawan yang didasari oleh masukan-masukan dari bagian terkait.

- *Sales and Marketing*

- Mencari *customer* baru.
- Mencari PO (*purchase order*).
- Menerima inputan dari *customer*.
- Membuat penawaran dengan akurat dan cepat.
- Melakukan negosiasi dengan *customer*.
- Membuat laporan dengan akurat.
- Mengelola *customer* yang ada.

- *Research and Development*

- Menerima inputan dari *customer*.
- Mewujudkannya dengan gambar konsep dan melakukan persetujuan oleh *customer*.
- Menjadwalkan dan mendistribusikan ke *departement* terkait.
- Mengolah *work order* dari *marketing*.
- Menghasilkan gambar *detail*.
- Membuat laporan dengan akurat.

- *Accounting and Finance*

- Membuat perencanaan keuangan bulanan dan tahunan untuk seluruh *departement* yang ada.
- Mengawasi dan mengendalikan administrasi dari semua aktifitas keuangan perusahaan yang berkaitan dengan realisasi perencanaan keuangan.

- Menyediakan informasi bagi manajemen untuk mengevaluasi terjadinya perubahan dalam realisasi anggaran.
 - Menjamin tersedianya laporan keuangan yang sesuai standar akutansi dan keuangan secara berkala atau sewaktu-waktu jika diperlukan.
 - Melakukan pembayaran *vendor* lewat Bank.
- *Supervisor*
 - Mengatur kerjanya para bawahannya.
 - Membuat *job description* para bawahannya.
 - Bertanggung jawab atas hasil kerja bawahannya.
 - Memberi motivasi kepada bawahannya.
 - Membuat jadwal untuk karyawan.
 - Memberikan *briefing*.
 - Membuat *planning* pekerjaan untuk kedepannya yaitu *planning* kerja harian, mingguan, bulanan, dan tahunan.
 - *PPIC (Production Planning and Inventory Control)*
 - Menerima *work order* dan *delivery instruction* dari *marketing*.
 - Membuat perencanaan operasi produksi selama satu bulan berdasarkan order yang diterima.
 - Menghitung kebutuhan bahan baku dan bahan pendukung berdasarkan *work order*.
 - Memonitor hasil produksi *finished goods*.
 - Mengontrol *delivery*.
 - *Document Development Project*
 - Memastikan daftar induk dokumen terus di *update*.
 - Melakukan koordinasi untuk memastikan bahwa dokumen yang beredar dan digunakan di lapangan valid dan *update*.
 - Melakukan dan menindak lanjuti usulan permintaan perubahan dokumen.
 - *Purchasing*
 - Membuat *purchase order*.
 - Menyimpan data *supplier*.

- Menyimpan surat-surat penawaran.
 - Monitoring order barang masuk yang melalui *purchase order*.
 - Mengadakan barang ATK apabila ada permintaan dari setiap bagian yang memerlukan.
 - Mengatur keperluan administrasi perusahaan agar selalu tersedia.
 - Membuat laporan analisa kinerja *supplier*.
 - Membuat laporan hasil evaluasi *supplier*.
 - Membuat laporan daftar *supplier* yang terseleksi.
- *Human Resource Development*
 - Mengumpulkan daftar hadir karyawan.
 - Bertanggung jawab mengelola dan mengembangkan sumber daya manusia.
 - Menangani administrasi kepegawaian.
 - Melakukan rekap absensi karyawan.
 - *General Affair*
 - Melakukan pemeriksaan berkala pada peralatan.
 - Melaksanakan kegiatan perawatan dan perbaikan peralatan.
 - Membuat rekayasa dan pengembangan peralatan.
 - Melaksanakan instruksi atasan.
 - Membuat dokumen.
 - Melaporkan ketidaksesuaian kepada atasan.
 - Staf Administrasi
 - Melaksanakan aktifitas penyiapan ruang kerja dan menyiapkan peralatan kantor untuk seluruh pegawai.
 - Melakukan tugas surat menyurat, dokumentasi dan pengarsipan.
 - Membuat rencana dan mengevaluasi kerja harian dan bulanan untuk memastikan tercapainya kualitas target kerja yang dipersyaratkan dan sebagai bahan informasi kepada atasan.
 - *Control* dan *Input* data.

- *Leader*

- Mempersiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan proses produksi masing-masing *departement* (mesin, *tools* dan operator).
- Membagi tugas produksi kepada operator agar bekerja sesuai dengan metode kerja yang diterapkan.
- Menguasai kerja mesin dan peralatan lainnya di bagian *departement* masing-masing.
- Berusaha mencapai terget kerja bersama operator.
- Mendokumentasikan dan melaporkan data dari hasil kerja masing-masing *departement*.
- Menjaga efek negatif yang ditimbulkan dari proses produksi terhadap lingkungan.
- Memantau dan memberikan pengarahan kepada operator dalam masalah kedisiplinan kerja dan metode kerja dan keselamatan kerja.
- Menjaga kesehatan dan keselamatan kerja.
- Melakukan pengecekan/perawatan preventif terhadap mesin-mesin dan *tools* di area *departement* masing-masing.
- Mengecek setiap produk sesuai standar mutu yang ditentukan, yang akan dikirim ke bagian proses selanjutnya.

- *Maintenance*

- Melakukan pemeriksaan harian semua mesin produksi, sesuai *point check* yang ada pada *form daily check sheet maintenance*, yang tertempel di masing-masing mesin.
- Melakukan *service maintenance* semua mesin produksi secara bulanan, enam bulanan maupun tahunan sesuai dengan *schedule*.
- Melakukan *corrective action* terhadap mesin produksi yang mengalami masalah.
- Memelihara peralatan kerja yang telah disediakan.
- Membuat laporan kerja harian kepada atasan.

- Melaksanakan pekerjaan dengan benar sesuai perintah kerja yang menyangkut pemeliharaan/perbaikan mesin dan sarana penunjang produksi.

- *Operator*

- Mengikuti perintah pembagian tugas.
- Mengoperasikan mesin dan peralatan yang sudah menjadi tanggung jawabnya.
- Melaksanakan tugas yang telah diberikan dengan penuh tanggung jawab, disiplin, dan tepat waktu dengan target yang telah ditentukan.
- Bekerja sesuai SOP (*Standar Operational Procedure*).

- *Warehouse*

- Mempersiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan proses produksi dan keluar masuk barang.
- Mengawasi jalannya proses serah terima barang.
- Menguasai semua jenis pekerjaan bagian bahan baku.
- Berusaha menjaga dan merawat barang dengan baik.
- Membuat laporan aktivitas kerja.
- Mengawasi jalannya pelaksanaan penerimaan/bongkar barang.
- Menjaga kesehatan dan keselamatan kerja dibagian gudang.

- *Security*

- Melaksanakan pengamanan secara menyeluruh di lokasi kerja.
- Masalah-masalah SDM serta keamanan dapat tertangani dengan baik.
- Melakukan *body check* karyawan.
- Menjaga dan memelihara aset perusahaan.

- *Office Boy*

- Melakukan kebersihan di semua lingkungan kerja dan lingkungan perusahaan.
- Menyediakan kondisi yang nyaman dan bersih.

Tenaga kerja adalah salah satu faktor terpenting dalam menjalankan proses bisnis industri agar dapat meningkatkan kualitas dan kredibilitas perusahaan di

mata klien, pelanggan, atau mitra bisnis. Demi meningkatkan satu hal tersebut, maka perlu dibuat sebuah aturan kerja yang mampu mengendalikan tenaga kerja yang jumlahnya sangat banyak dan variatif. Jumlah tenaga kerja total yang ada di PT SKM yaitu 200 orang.

PT SKM memiliki peraturan mengenai jam kerja pada karyawannya yaitu selama 5 hari kerja dalam seminggu dengan ditentukan selama 8 jam kerja per harinya.

Tabel 4.1 Waktu Kerja PT SKM

Jam Kerja Hari Senin – Jum'at		
No	Waktu	Keterangan
1	08.30 - 12.00	Kerja
2	12.00 – 13.00	Istirahat
3	13.00 – 15.20	Kerja
4	15.20 – 15.30	Istirahat
5	15.30 – 17.30	Kerja

Sumber: PT SKM

Pada hari Sabtu dan Minggu di tetapkan sebagai hari libur di PT SKM, dan pada waktu kerja yang dilaksanakan hanya pada waktu tersebut tidak ada penerapan program shift pada setiap bagian.

5. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk yaitu mengenai suatu uraian yang terperinci mengenai barang yang di berikan perusahaan, spesifikasi adalah sebagai berikut:

Untuk *part* dari *alarm* tidak diproduksi di PT Sarana Karya Masindo, melainkan dari *supplier* yang bekerja sama dengan PT Sarana Karya Masindo. *Supplier* membuat produk sesuai dengan spesifikasi dan *design* dari PT Sarana Karya Masindo.

Tabel 4.2 *Component Parts and Material Parts*

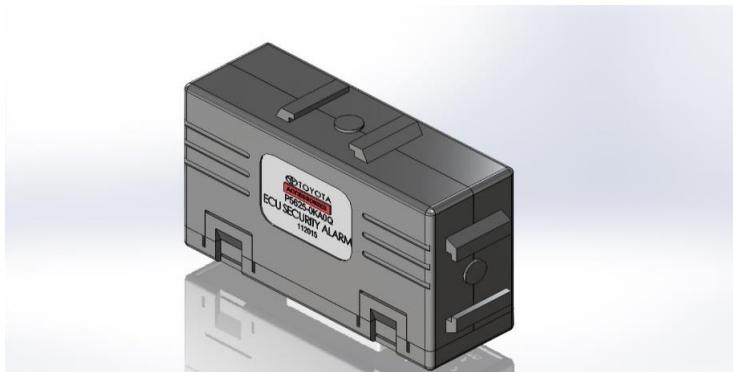
COMPONENT PARTS & MATERIALS LIST					
No.	Part Number	Part Name	Supplier	Plant	Critical Process
1	PZ061-0D564	ECU	Steelmate	China	Function
2	PZ061-0D658	Sensor	Steelmate	China	Function
3	P5507-0DA0Q	Bracket	Kahatur	China	Apperance
4	PZ061-0D566	Wire harness	Casuarina	China	Apperance
5	PZ061-0D567	Buzzer	Steelmate	China	Apperance
6	PZ061-0D659	Installation kit	CSS	Indonesia	Apperance

Sumber: PT SKM

Berikut part-part dari *alarm system* adalah :

- Shock sensor (ECU)

Shock sensor atau bisa disebut *ECU (Electronic Control Unit)* yang berisi software atau program yang berfungsi sebagai otak, untuk mengatur *alarm* berbunyi apabila ada getaran yang dilakukan ke mobil.



Gambar 4.2 *Shock sensor ECU*

Sumber: PT SKM

- *Buzzer*

Buzzer adalah alat yang mengeluarkan suara, untuk memberitahu atau menandakan telah terjadi sesuatu, apabila mobil mendapat getaran keras maka *shock sensor* akan memberikan sinyal ke sirene untuk mengeluarkan suara yang keras.

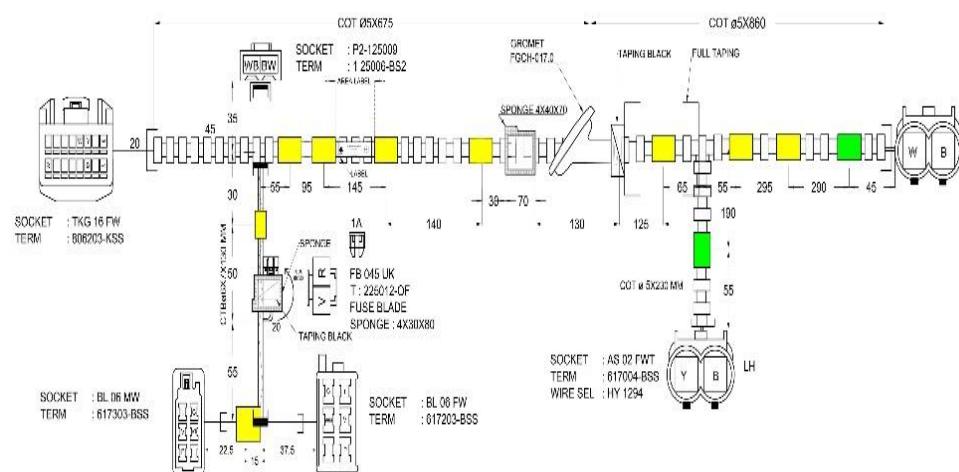


Gambar 4.3 *Buzzer*

Sumber: PT SKM

- *Wiring harness*

Wiring harness adalah salah satu komponen kendaraan bermotor yang merupakan serangkaian kabel yang berfungsi sebagai penyalur arus listrik dari suatu bagian kebagian lain yang membutuhkan.

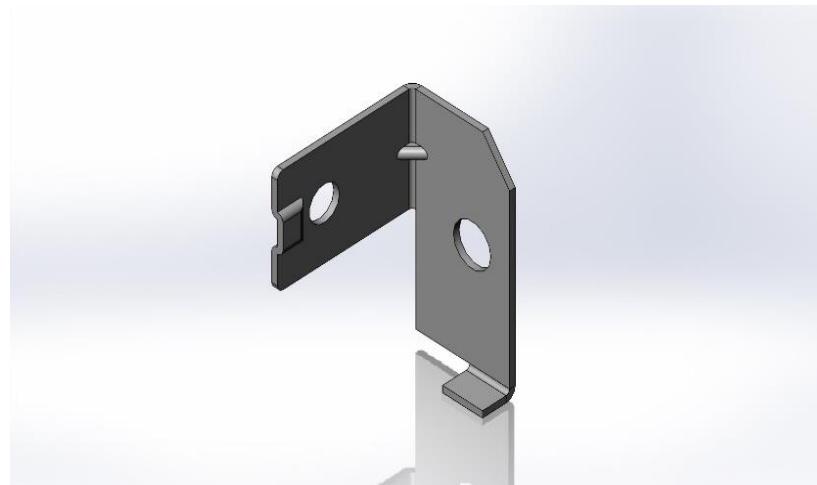


Gambar 4.4 *Wiring harness*

Sumber: PT SKM

- *Bracket*

Bracket adalah kerangka dari logam, keramik atau plastik yang terhubung ke *part shock sensor* sebagai penahan dan memegang *shock sensor* untuk ditempatkan dibagian mobil, biasanya *bracket* dan *shock sensor* terletak dibawah *dashboard*.



Gambar 4.5 *Bracket*
Sumber: PT SKM

- *Installation Kit*

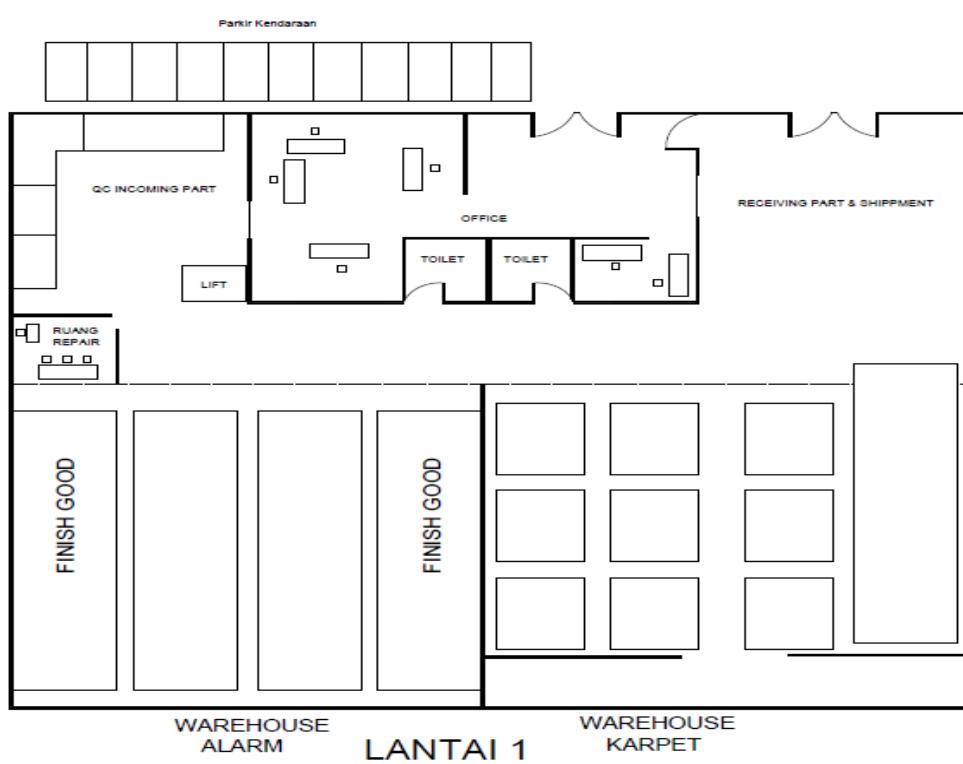
Installation kit adalah komponen pelengkap untuk meng-*install part alarm* ke mobil, seperti *cable tie*, *t-mount*, *bolt* dan *nut*.



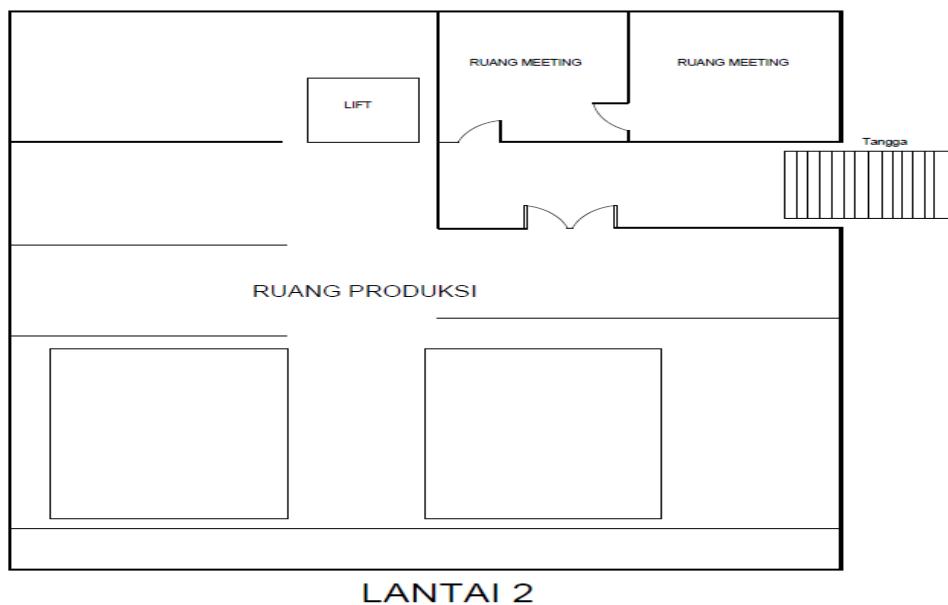
Gambar 4.6 *Installation Kit*
Sumber: PT SKM

6. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik berpengaruh kepada efisiensi proses produksi dan mempermudah proses orientasi *material handling*. PT SKM dengan tata letaknya yang dapat dikatakan sudah memenuhi standar, yaitu tata letak yang sudah efektif dan efisien. Untuk lantai produksi dibangun di lantai 1, dan ruang kantor atau *office* di lantai 2 dengan tujuan operator produksi dapat selalu mengontrol tanpa membutuhkan jarak yang jauh dengan fasilitas produksi. Selain itu pihak perusahaan dapat dengan mudah mengontrol seluruh aktifitas selama kegiatan produksi berlangsung. Berikut adalah tata letak PT Sarana Karya Masindo:



Gambar 4.7 *Layout* Lantai 1 PT SKM
Sumber: PT SKM



Gambar 4.8 *Layout* Lantai 2 PT SKM
Sumber: PT SKM

7. Perkembangan Perusahaan

Adapun *project* yang telah dikerjakan PT Sarana Karya Masindo selama beberapa tahun ini:

- Tahun 2012, mulai *supply* Karpet Comfort secara paket di Auto 2000 sebagai berikut:
 - Camry, Land Cruiser, Nav 1, Fortuner, Altis, FJ Cruiser
- Tahun 2013, berkembang ke bidang Elektrik seperti *Alarm* dan *Parking Sensor*, *supply* secara paket dan aplikasi pemasangan di *spek up line* Auto 2000 sebagai berikut:
 - Etios *Alarm*, Etios *Reverse Parking Sensor*
- Tahun 2014, kami mendapatkan kepercayaan menjadi vendor PT. Toyota Astra Motor, dan *develop* bersama produk-produk Elektrikal dan Carpet sebagai berikut:
 - Rush *Alarm*, Rush *Corner Sensor*, Innova *Upgrade Alarm*, Fortuner *Upgrade Alarm*, Fortuner *Corner Sensor*, Yaris *Reverse Parking Sensor*, Fortuner *Tufted Carpet*, Altis *Tufted Carpet*, Camry *Tufted Carpet*, Nav 1 *Tufted Carpet*, Land Cruiser *Tufted Carpet*

- Tahun 2015, *Develop product electrical*:
 - New Rush *Alarm*, New Rush *Corner Sensor*, New Innova *Upgrade*
- Tahun 2016, Dipercaya untuk mendekelop beberapa product baru:
 - New Fortuner *Upgrade*, New Fortuner *Corner Sensor*, Fortuner *Tufted Carpet*
- Sertifikat dan penghargaan dari PT. Toyota Astra Motor



Gambar 4.9 Sertifikat dan Penghargaan
Sumber: PT SKM

Penghargaan-penghargaan tersebut diberikan kepada PT Sarana Karya Masindo sebagai bentuk apresiasi telah menjalin hubungan kerja memiliki segi kualitas yang baik. memiliki segi kualitas yang baik. bersama PT. Toyota Astra Motor selama beberapa tahun belakangan ini.

8. Tinjauan Umum Proyek

Proyek merupakan proyek hasil kerjasama PT. Toyota Astra Motor dengan PT Sarana Karya Masindo sebagai mitra pelaksana.

Tabel 4.3 Data Keterlambatan Dalam Beberapa Tahun Terakhir

NO	NAMA PROYEK	WAKTU MULAI PROYEK	DEADLINE PROYEK	WAKTU PROYEK SELESAI	LAMA KETERLAMBATAN	SUPPLIER
1	Yaris Reverse Parking Sensor	07/01/2016	07/03/2017	07/03/2017	-	Malaysia
2	Etios Alarm	04/01/2016	23/09/2016	30/09/2016	8 hari	Malaysia
3	Rush Alarm	06/03/2017	09/03/2017	29/12/2017	22 hari	China
4	Fortuner Upgrade Alarm	04/01/2016	23/09/2016	06/10/2017	15 hari	China
5	Fortuner Corner Sensor	09/01/2017	20/09/2017	14/10/2017	25 hari	China
6	Rush Corner Sensor	09/01/2017	20/09/2017	14/10/2017	25 hari	China

Sumber: PT SKM

Untuk proyek *alarm* Toyota Sienta memiliki *supplier* yang sama dengan Toyota Fortuner dan Toyota Rush, Maka data keterlambatan ini menjadi titik acuan untuk proyek *alarm*

Tabel 4.4 Data Keterlambatan Pada Aktivitas Dalam Beberapa Tahun Terakhir

NO	AKTIVITAS	TANGGAL MULAI			TANGGAL SELESAI		
		RENCANA	AKTUAL	KETERLAMBATAN (HARI)	RENCANA	AKTUAL	KETERLAMBATAN (HARI)
1	Study	04/01/2016	04/02/2016	-	15/01/2016	20/01/2016	5 hari
2	pembuatan prototype	28/01/2016	04/02/2016	6 hari	01/02/2016	08/02/2016	6 hari
3	ujji ketahanan	18/04/2017	21/04/2017	4 hari	21/04/2017	26/04/2017	4 hari
4	delivery part	08/05/2017	22/05/2017	11 hari	12/05/2017	26/05/2017	11 hari
5	Mass QC	09/08/2017	23/08/2017	11 hari	23/08/2017	06/09/2017	11 hari
6	Mass Assy	06/09/2017	20/09/2017	11 hari	08/09/2017	02/09/2017	11 hari

Sumber: PT SKM

- Lokasi Proyek

Lokasi proyek dimana tempat kerja praktek ini berlangsung adalah di PT Sarana Karya Masindo dan PT. Toyota Astra Motor-*Production Planning and Development Division* (TAM-PPDD).

- Waktu Proyek *Alarm System* Toyota Sienta

Proyek pengadaan dan pemasangan *alarm system* Toyota Sienta ini direncanakan mulai pada bulan Maret 2018 hingga Maret 2019 sejak ditandatanganinya surat kontrak untuk menyelesaikan seluruh lingkup pekerjaan pada proyek *alarm* Toyota Sienta. Setelah proyek ini selesai PT Sarana Karya Masindo masih berkewajiban untuk melakukan perbaikan apabila terdapat masalah dalam *alarm system* Toyota Sienta.

Tabel 4.5 Aktivitas Project 800A Toyota Sienta

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
PROJECT 800A (SIENTA)	264 days	Tue 20/03/18	Fri 22/03/19	
TAHAP DESIGN	32 days	Tue 20/03/18	Wed 02/05/18	
1. Study	16 days	Tue 20/03/18	Mon 09/04/18	
2. Drawing	4 days	Tue 10/04/18	Fri 13/04/18	3
3. Prototype Part	4 days	Mon 16/04/18	Thu 19/04/18	4
4. Percobaan Peletakan	6 days	Fri 20/04/18	Fri 27/04/18	5
5. Tes ketahanan	3 days	Mon 30/04/18	Wed 02/05/18	6
TAHAP PLANNING	43 days	Thu 03/05/18	Mon 02/07/18	
6. Persetujuan Part	3 days	Thu 03/05/18	Mon 07/05/18	7
7. Pembuatan Dokumen Proyek	5 days	Tue 08/05/18	Mon 14/05/18	9
8. Bill Of Material	3 days	Tue 15/05/18	Thu 17/05/18	10;5SS
9. Planning Production	15 days	Fri 18/05/18	Thu 07/06/18	11
10. Menentukan Supplier	5 days	Fri 08/06/18	Thu 14/06/18	12
11. Inventory Control	4 days	Fri 15/06/18	Wed 20/06/18	13
12. Purchash Order	3 days	Thu 21/06/18	Mon 25/06/18	14
13. Delivery Part	5 days	Tue 26/06/18	Mon 02/07/18	15
TAHAP RECEIVING	5 days	Tue 03/07/18	Mon 09/07/18	
14. Quality Control Incoming	5 days	Tue 03/07/18	Mon 09/07/18	16
15. Inspection Standart	5 days	Tue 03/07/18	Mon 09/07/18	18SS
TAHAP QUALITY	127 days	Fri 18/05/18	Mon 12/11/18	
16. Mapping Line QC	10 days	Fri 18/05/18	Thu 31/05/18	12SS
17. Mapping man power	3 days	Fri 01/06/18	Tue 05/06/18	21
18. Work Instruction	2 days	Fri 22/06/18	Mon 25/06/18	22
19. Mapping Skill	6 days	Tue 26/06/18	Tue 03/07/18	23
20. Tranning job	2 days	Wed 04/07/18	Thu 05/07/18	24
21. Tranning Evaluation Base On Cycle Time	2 days	Fri 06/07/18	Mon 09/07/18	25
22. Mass QC	90 days	Tue 10/07/18	Mon 12/11/18	26;19
TAHAP ASSY	217 days	Fri 18/05/18	Mon 18/03/19	
23. Mapping Line Assy	10 days	Fri 18/05/18	Thu 31/05/18	12SS
24. Mapping man power	3 days	Fri 01/06/18	Tue 05/06/18	29
25. Work Instruction	2 days	Fri 22/06/18	Mon 25/06/18	30
26 .Tranning Job	2 days	Tue 26/06/18	Wed 27/06/18	31
27.Training Evaluation Base On Cycle Time	2 days	Fri 29/06/18	Mon 02/07/18	32
28. Mass Assy	90 days	Tue 13/11/18	Mon 18/03/19	33;27
TAHAP SHIPING	4 days	Tue 19/03/19	Fri 22/03/19	
29. Inspection Outgoing	2 days	Tue 19/03/19	Thu 21/03/19	34
30. Delivery To Customer	1 day	Fri 22/03/19	Fri 22/03/19	36

Sumber: PT SKM

Table 4.6 Aktivitas Mass QC Project 800A Toyota Sienta

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
22. Mass QC	90 days	Tue 10/07/18	Mon 12/11/18	26;19

wiring harness	90 days	Tue 10/07/18	Mon 12/11/18	
siapkan dan ambil <i>wiring harness</i> dari <i>area incoming</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	19
periksa <i>socket female</i> 28 pin	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	29SS
periksa <i>lost insert terminal cable</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	30SS
periksa <i>band clip round</i> dengan membelakangi <i>fuse</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	31SS
periksa <i>fuse</i> (1,2A; 2,1A; 3,2A)	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	32SS
periksa <i>socket fuse</i> rusak atau tidak	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	33SS
ukur dimensi <i>tapping</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	34SS
periksa <i>socket female</i> 19 pin	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	35SS
periksa <i>lost insert terminal cable</i> 19 pin	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	36SS
<i>test function</i> dengan alat <i>checker</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	37SS
function wiring harness	90 days	Tue 10/07/18	Mon 12/11/18	
tekan tombol <i>learn</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	38SS
tekan tombol <i>test</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	40SS
tekan <i>enter</i> sebanyak 2 kali sampai ada tulisan pas	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	41SS
ganti kabel baru tekan tombol <i>reset</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	42SS
matikan alat <i>checker</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	43SS
bracket	90 days	Tue 10/07/18	Mon 12/11/18	
ambil <i>bracket</i> dari <i>area incoming</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	44SS
periksa <i>bracket ecu module</i> tidak rusak	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	46SS
periksa dimensi <i>bracket</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	47SS
shock sensor	90 days	Tue 10/07/18	Mon 12/11/18	
ambil <i>shock sensor</i> dari <i>area incoming</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	48SS
masukan ke dalam <i>jig mesin</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	50SS
masukan sinyal pengubung ke <i>buzzer</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	51SS
lalu <i>jig mesin</i> memberikan getaran	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	52SS
buzzer	90 days	Tue 10/07/18	Mon 12/11/18	53SS
ambil <i>buzzer</i> dari <i>area incoming</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	53SS
masukan sinyal pengubung dari <i>shock sensor</i>	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	55SS
<i>jig mesin</i> pada <i>shock sensor</i> bergetar	90 days	<i>Tue 10/07/18</i>	<i>Mon 12/11/18</i>	56SS

Sumber: PT SKM

Tabel 4.7 Aktivitas *Mass Assy Project 800A Toyota Sienta*

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
28. Mass Assy	90 days	Fri 29/06/18	Thu 01/11/18	

Mata sensor	90 days	Fri 29/06/18	Thu 01/11/18	
ambil dan cek visual warna mata	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	63SS;57
pasang <i>rubber</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	66SS
tempelkan <i>sticker</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	67SS
tempatkan di <i>conveyor</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	68SS
instalasi kit	90 days	Fri 29/06/18	Thu 01/11/18	
ambil dan hitung <i>cable ties</i> 300mm	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	69SS
masukan ke plastik	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	71SS
ambil dan hitung <i>cable ties</i> 150mm	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	72SS
masukan ke plastik	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	73SS
masukan bolt 10mm ke dalam plastik	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	74SS
tempatkan di <i>conveyor</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	75SS
bracket	90 days	Fri 29/06/18	Thu 01/11/18	
ambil,cek, dan masukan <i>bracket</i> ke <i>jig</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	76SS
tuangkan <i>wash benzine</i> ke kain majun	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	78SS
bersihkan permukaan <i>bracket</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	79SS
ambil dan tuangkan prmer ke kain majun	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	80SS
tempelkan <i>double tape</i> 3m	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	81SS
tempatkan di <i>conveyor</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	82SS
shock sensor	90 days	Fri 29/06/18	Thu 01/11/18	
ambil <i>shock sensor</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	83SS
tempelkan sticker	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	85SS
pasang <i>bracket module</i> dengan tangan	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	86SS
press <i>bracket modul</i> dengan <i>jig</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	87SS
marking putih <i>bracket</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	88SS
buzzer	90 days	Fri 29/06/18	Thu 01/11/18	
pasang <i>jig buzzer</i> ke <i>shock sensor</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	89SS
pasang <i>buzzer</i> pada <i>shock sensor</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	91SS
lepasan <i>jig</i> dari modul	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	92SS
masukan <i>shock sensor</i> ke plastik	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	93SS
letakan di <i>conveyor</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	94SS
wiring harness	90 days	Fri 29/06/18	Thu 01/11/18	
ikat <i>engine room A</i> dan <i>room B</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	95SS

<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	Lanjut...
ambil dan ikat <i>wire harness cabin a-e room</i> dan <i>cabin b jadi satu</i>	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	97SS

Tabel 4.7 Aktivitas Mass Assy Project 800A Toyota Sienta Lanjutan

jadi satu				
masukan <i>wire harness</i> ke kanban	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	98SS
ambil dan cek <i>buzzer</i> , masukan ke kanban	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	99SS
ambil dan cek <i>shock sensor</i> , masukan ke kanban	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	100SS
ambil dan cek <i>bracket</i> , masukan ke kanban	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	101SS
ambil dan cek <i>installasi kit</i> , masukan ke kanban	90 days	<i>Fri 29/06/18</i>	<i>Thu 01/11/18</i>	102SS

Sumber: PT SKM

- Perencanaan Proyek Pada Saat Ini

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

- Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan *project 800A* yang menjadi acuan dalam penelitian dan merupakan acuan dalam pembuatan jadwal. Lingkup pekerjaan ini tercantum dalam kontrak *project 800A*. Ruang lingkup ini meliputi dan tidak terbatas pada:

- *Project manejemen.*
- *Permit approval.*
- *Study, planning, dan design wiring harness, bracket*
- Pengetesan *wiring harness* di pabrik dan lokasi
- Pemasangan *wiring harness, bracket*, dan *shock sensor* dengan mobil Toyota Sienta.

9. Lingkup Pekerjaan Yang Dianalisis (Pendefenisian Aktivitas)

Sesuai dengan paket pekerjaan yang terdapat pada *master schedule project 800A* yang berupa *barchart* dan *microsoft project* yang mempunyai uraian sebagai berikut:

- Tahap *Design*

- *Study*

Study adalah survei dan mempelajari proyek yang akan dilaksanakan, yang dipelajari adalah jalur kabel, tempat peletakan *ECU* dan *sirine*.

- *Drawing*

Setelah *Study* selesai dilakukan, maka data dari *engineering* akan diberikan ke *drafter* untuk selanjutnya diproses menjadi *Drawing* yang menjadi acuan untuk pembuatan *prototype* dan produksi.

- *Prototype part*

Drawing yang selesai selanjutnya diajukan ke *supplier part* untuk dibuatkan sampel, *prototype* yang dibuat sebagai acuan untuk produksi.

- Percobaan Peletakan

Percobaan ini sebagai *sample* peletakan di mobil.

- Uji ketahanan

Uji ketahanan, biasanya pengetesan *part* dilakukan selama satu bulan, dan akan dilihat apakah *part* tersebut tahan dan layak untuk diproduksi.

- Tahap *Planning*

- Persetujuan *Part*

Approval part adalah penerimaan sample *part* yang telah dilakukan tes atau *durability* tes ke pihak customer.

- Dokumen Proyek

Setelah penempatan *part*, percobaan peletakan, dan Uji ketahanan sesuai, selanjutnya melakukan pembuatan dokumen yang akan diserahkan ke PT. Toyota Astra Motor sebagai dokumen proyek.

- *Bill Of Material*

Bill Of Material adalah rincian-rincian *part* yang diperlukan dan dibutuhkan untuk proyek yang dilaksanakan, dan sebagai acuan untuk produksi dan biaya.

- *Planning Production*

Planning Production merupakan perencanaan aktivitas yang akan dilakukan untuk produksi *massal*.

- *Penentuan Supplier*

Menentukan *supplier* untuk *part-part* yang akan diproduksi.

- *Purchase order*

Purchase order adalah surat pesanan yang dikeluarkan setelah terjadi kesepakatan berdasarkan quotation, yaitu pesanan untuk *part-part* yang di-*order* di lokal maupun *import*.

- *Delivery*

Delivery adalah pengiriman *part-part* dari *supplier local* maupun *part import* dari luar negeri ke pabrik untuk diproses lebih lanjut.

- Tahap *Receiving*

- *Quality Control Incoming*

Pengecekan *part-part* yang dikirim dari *supplier* berdasarkan jumlah yang telah di order

- *Inspection standard*

Inspection standard adalah penentuan standar untuk melakukan inspeksi atau pengecekan *part-part* yang diterima dari *supplier* dengan menggunakan tabel *sample AQL*.

- Tahap *Quality*

- *Mapping line*

Mapping line adalah pemetaan untuk line produksi, berdasarkan arus proses produksi yang telah dibuat.

- *Mapping man power*

Mapping man power adalah pemetaan atau penempatan operator yang melakukan produksi, penempatan operator sesuai dengan *skill*, dan operator untuk mengoperasikan mesin *QC*.

- *Work Instruction*

Work Instruction adalah pemberian instruksi atau arahan pekerjaan yang diberikan kepada para operator sebelum *Mass QC*.

- *Mapping skill*

Mapping skill adalah pemetaan operator untuk produksi berdasarkan *skill* atau kemampuan yang dimiliki oleh tiap operator, karena tiap operator memiliki *skill* yang berbeda antara satu dengan yang lainnya.

- *Training job*

Training job adalah pelatihan yang diberikan kepada operator untuk melakukan *Mass QC*.

- *Training Evaluation Base On Cycle Time*

Setelah melakukan training, selanjutnya akan dilakukan evaluasi terhadap waktu *QC*, yang akan ditetapkan sebagai waktu produksi.

- *Mass QC*

Setelah semua persiapan alat, mesin dan bahan baku lengkap, selanjutnya adalah melakukan *QC* masal.

- Tahap *ASSembling*

- *Mapping line*

Mapping line adalah pemetaan untuk *line assemblingg*, berdasarkan arus proses *assemblingg* yang telah dibuat.

- *Mapping man power*

Mapping man power adalah pemetaan atau penempatan operator yang melakukan *assemblingg*, penempatan operator sesuai dengan *skill*, dan operator untuk mengoperasikan mesin.

- *Work Instruction*

Work Instruction adalah pemberian instruksi kepada operator sebelum melakukan *mass assemblingg*.

- *Training job*

Training job adalah pelatihan yang diberikan kepada operator untuk melakukan *mass assemblingg*.

- *Training Evaluation Base On Cycle Time*

Setelah melakukan *training*, selanjutnya akan dilakukan evaluasi terhadap waktu *assemblingg*, yang akan ditetapkan sebagai waktu *assemblingg*.

- *Mass assemblingg*

Setelah semua persiapan alat, mesin dan bahan baku lengkap, selanjutnya adalah melakukan *assemblingg*.

- Tahap *Shipping*

- *Inspection Outgoing*

Pengecekan barang jadi yang akan dikirim ke PT. Toyota Astra Motor, berdasarkan Surat perintah kerja.

- *Delivery To Customer*

Pengiriman barang jadi ke PT. Toyota Astra Motor.

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

10. Data Penjadwalan Proyek

Berikut data yang diperoleh didalam proses penelitian penjadwalan proyek *alarm* Sienta:

- Hubungan Antar Aktivitas

Pada penjadwalan proyek *alarm system* Toyota Sienta ini hubungan antar aktivitas dapat dilihat pada di dalam penjadwalan yang telah dibuat oleh tim proyek. Di dalam 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.

Pekerjaan pada proyek *alarm* Toyota Sienta dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu *design, planning, receiving, quality, assemblingg*, dan *shipping*.

Tabel 4.8 Data Hubungan Keterkaitan Pekerjaan *Critical Path*

Task Name	Duration	Predecessors
PROJECT 800A (SIENTA)	264 days	
TAHAP DESIGN	32 days	
1. Study	16 days	
2. Drawing	4 days	3
3. Prototype Part	4 days	4
4. Percobaan Peletakan	6 days	5

Lanjut...

Tabel 4.8 Data Hubungan Keterkaitan Pekerjaan *Critical Path* Lanjutan

<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Predecessors</i>
5. Tes ketahanan	3 days	6
TAHAP PLANNING	43 days	
6. Persetujuan <i>Part</i>	3 days	7
7. Pembuatan Dokumen Proyek	5 days	9
8. <i>Bill Of Material</i>	3 days	10;SS
9. <i>Planning Production</i>	15 days	11
10. Menentukan <i>Supplier</i>	5 days	12
11. <i>Inventory Control</i>	4 days	13
12. <i>Purchash Order</i>	3 days	14
13. <i>Delivery Part</i>	5 days	15
TAHAP RECEIVING	5 days	
14. <i>Quality Control Incoming</i>	5 days	16
15. <i>Inspection Standart</i>	5 days	18SS
TAHAP QUALITY	127 days	
16. <i>Mapping Line QC</i>	10 days	12SS
17. <i>Mapping man power</i>	3 days	21
18. <i>Work Instruction</i>	2 days	22
19. <i>Mapping Skill</i>	6 days	23
20. <i>Tranning job</i>	2 days	24
21. <i>Tranning Evaluation Base On Cycle Time</i>	2 days	25
22. <i>Mass QC</i>	90 days	26;19
TAHAP ASSY	217 days	
23. <i>Mapping Line</i>	10 days	12SS
24. <i>Mapping man power</i>	3 days	29
25. <i>Work Instruction</i>	2 days	30
26. <i>Trainning Job</i>	2 days	31
27. <i>Training Evaluation Base On Cycle Time</i>	2 days	32
28. <i>Mass Assy</i>	90 days	33;27
TAHAP SHIPING	4 days	
29. <i>Inspection Outgoing</i>	2 days	34
30. <i>Delivery To Customer</i>	1 day	36

Sumber : PT SKM

Data *resource* yang digunakan pada *project 800A* 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 langsung adalah tenaga kerja pada divisi *Research and Development* proyek yang ada pada PT Sarana Karya Masindo, sedangkan tenaga kerja tidak langsung adalah tenaga kerja bulanan dan harian. Berikut ini adalah data *resource* yang digunakan dalam proyek *alarm system* Toyota Sienta ini:

Tabel 4.9 Tenaga Kerja *Internal Project* 800A

No	Resource	Type
1	<i>Project Manager</i>	<i>Work</i>
2	<i>Quality Manager</i>	<i>Work</i>
3	<i>R&D Manager</i>	<i>Work</i>
4	<i>Section Head</i>	<i>Work</i>
5	<i>Engineering</i>	<i>Work</i>
6	<i>staff administrasi</i>	<i>Work</i>
7	<i>Drafter</i>	<i>Work</i>
8	<i>Operator Produksi</i>	<i>Work</i>
9	<i>Driver</i>	<i>Work</i>
10	<i>Purchasing</i>	<i>Work</i>
11	<i>Quality Control</i>	<i>Work</i>
12	<i>Quality Assurance</i>	<i>Work</i>
13	<i>Sirene</i>	<i>Material</i>
14	<i>Bracket</i>	<i>Material</i>
15	<i>Wiring harness</i>	<i>Material</i>
16	<i>Installation Kit</i>	<i>Material</i>

Sumber: PT SKM

Berdasarkan tabel data hubungan keterkaitan pekerjaan proyek *alarm* Toyota Sienta diatas terdapat 30 pekerjaan dengan durasi total untuk menyelesaikan semua pekerjaan adalah 264 hari.

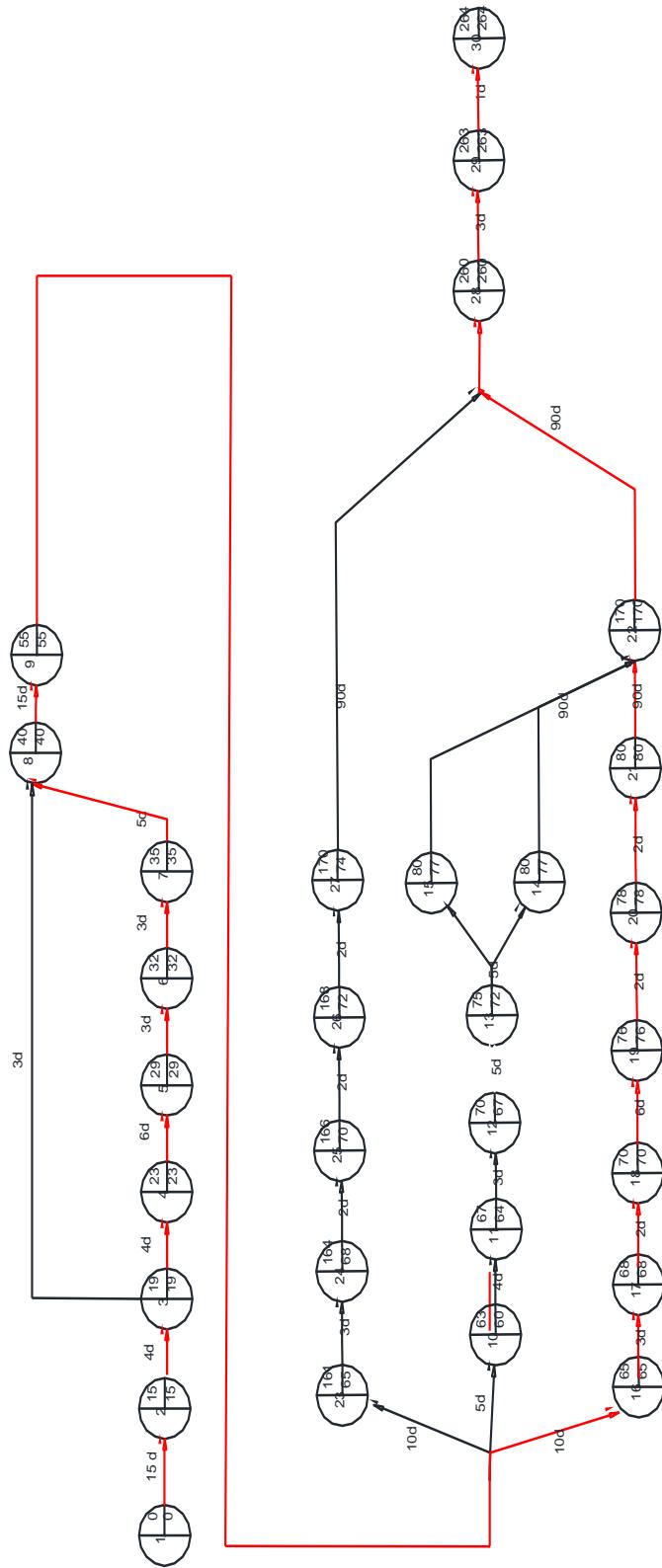
Predecessor adalah hubungan antar tugas atau aktifitas dalam satu proyek, yang artinya jika satu tugas atau aktifitas mengalami perubahan waktu maka otomatis tugas lainnya akan ikut berubah.

Pada kegiatan *Bill Of Material*, *predecessor* nya 10;5SS, SS adalah *Start to Start* yaitu pekerjaan B dimulai bersamaan dengan pekerjaan A. 5SS artinya adalah pekerjaan *Bill Of Material* dimulai bersamaan dengan kegiatan *prototype part*.

Pada kegiatan 22 yaitu *mappingline QC* dan *mappingline assy* terjadi *overlapping, predecessor* nya 12SS, yang artinya kegiatan *mappingline QC* dan *mappingline assy* dimulai bersamaan dengan kegiatan *Planning Production*.

- *Network planning*

Network planning (jaringan kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram jaringan. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan. Berikut adalah *network planning* berdasarkan tabel data keterkaitan pekerjaan diatas:



Gambar 4.10 *Network Planning Project 800A*
Sumber: PT SKM

Jaringan kerja proyek untuk menentukan jalur kritis:

- 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20 - 21 - 22 - 28 - 29 - 30 = 264
- 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 22 - 28 - 29 - 30 = 261
- 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 15 - 22 - 28 - 29 - 30 = 261
- 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 23 - 24 - 25 - 26 - 27 - 28 - 29 - 30 = 168

4.2 Pengolahan data

1. Perencanaan Penjadwalan Dengan Metode *Critical chain*

Dalam membuat penjadwalan dengan metode *critical chain* maka dibutuhkan hubungan keterkaitan antar aktivitas. Hubungan antar aktivitas ini merupakan kendala (*constraints*). Untuk mengeksplorasi kendala, tugas pada rantai kritis diberikan prioritas di atas semua kegiatan lainnya. Akhirnya, proyek yang direncanakan dan dikelola untuk memastikan bahwa sumber daya yang siap ketika tugas rantai kritis harus mulai, mensubordinasi semua sumber daya lain untuk rantai kritis. Berikut pengolahan hubungan antar aktivitas didalam penjadwalan *critical chain*.

- Jaringan Kritis (*critical chain*)

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*.

Dapat dilihat bahwa kegiatan yang berada pada rantaian kritis (*critical chain*) memiliki jumlah waktu pelaksanaan keseluruhan selama 264 hari yang berada dalam rentang waktu tanggal 19 Maret 2018 sampai dengan 21 Maret 2019, seperti pada gambar 4.10 (*network planning*). Didapatkan 20 aktivitas yang berada didalam jalur kritis, aktivitas-aktivitas tersebut adalah sebagai berikut ini:

Tabel 4.10 Data Hubungan Keterkaitan Metode *Critical Chain*

<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Predecessors</i>
PROJECT 800A (SIENTA)	264 days	
TAHAP DESIGN	32 days	
1. <i>Study</i>	16 days	
2. <i>Drawing</i>	4 days	3
3. <i>Prototype Part</i>	4 days	4
4. <i>Percobaan Peletakan</i>	6 days	5
5. <i>Tes ketahanan</i>	3 days	6
TAHAP PLANNING	43 days	
6. <i>Persetujuan Part</i>	3 days	7
7. <i>Pembuatan Dokumen Proyek</i>	5 days	9
8. <i>Bill Of Material</i>	3 days	10;5SS
9. <i>Planning Production</i>	15 days	11
10. <i>Menentukan Supplier</i>	5 days	12
11. <i>Inventory Control</i>	4 days	13
12. <i>Purchash Order</i>	3 days	14
13. <i>Delivery Part</i>	5 days	15
TAHAP RECEIVING	5 days	
14. <i>Quality Control Incoming</i>	5 days	16
15. <i>Inspection Standart</i>	5 days	18SS
TAHAP QUALITY	127 days	
16. <i>Mapping Line QC</i>	10 days	12SS
17. <i>Mapping man power</i>	3 days	21
18. <i>Work Instruction</i>	2 days	22
19. <i>Mapping Skill</i>	6 days	23
20. <i>Tranning job</i>	2 days	24
21. <i>Tranning Evaluation Base On Cycle Time</i>	2 days	25
22. <i>Mass QC</i>	90 days	26;19
TAHAP ASSY	217 days	
23. <i>Mapping Line Assy</i>	10 days	12SS
24. <i>Mapping man power</i>	3 days	29
25. <i>Work Instruction</i>	2 days	30
26. <i>Trainning Job</i>	2 days	31
27. <i>Training Evaluation Base On Cycle Time</i>	2 days	32
28. <i>Mass Assy</i>	90 days	33;27
TAHAP SHIPING	3 days	
29. <i>Inspection Outgoing</i>	2 days	34
30. <i>Delivery To Customer</i>	1 day	36

Sumber : Pengolahan Data

Untuk itu langkah pertama adalah dengan menghilangkan waktu pengaman dari tiap pekerjaan dengan menggunakan 50% probabilitas dari waktu

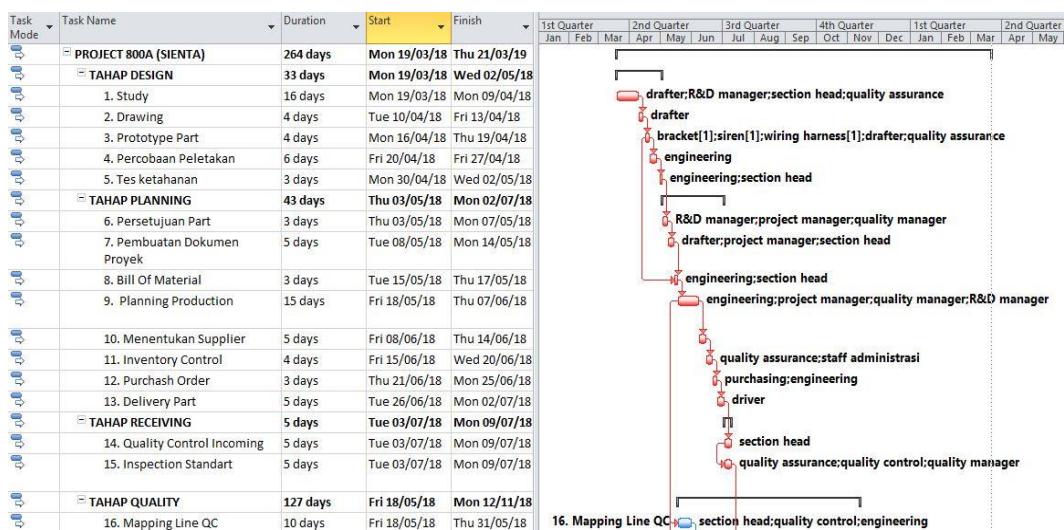
pekerjaan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Berikut pada tabel 4.7 adalah durasi dari aktivitas setelah dihilangkan dengan probabilitas 50%:

Tabel 4.11 Data Olahan 50% Probabilitas Waktu Pekerjaan

<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>
PROJECT 800A (SIENTA)	132 days
TAHAP DESIGN	16,5 days
1. Study	8 days
2. Drawing	2 days
3. Prototype Part	2 days
4. Percobaan Peletakan	3 days
5. Tes ketahanan	1,5 days
TAHAP PLANNING	21,5 days
6. Persetujuan Part	1,5 days
7. Pembuatan Dokumen Proyek	2,5 days
8. Bill Of Material	1,5 days
9. Planning Production	7,5 days
10. Menentukan Supplier	2,5 days
11. Inventory Control	2 days
12. Purchash Order	1,5 days
13. Delivery Part	2,5 days
TAHAP RECEIVING	2,5 days
14. Quality Control Incoming	2,5 days
15. Inspection Standart	2,5 days
TAHAP QUALITY	63,5 days
16. Mapping Line QC	5 days
17. Mapping man power	1,5 days
18. Work Instruction	1 day
19. Mapping Skill	3 days
20. Tranning job	1 day
21. Tranning Evaluation Base On Cycle Time	1 day
22. Mass QC	45 days
TAHAP ASSY	108,5 days
23. Mapping Line Assy	5 days
24. Mapping man power	1,5 days
25. Work Instruction	1 day
26 .Trainning Job	1 day
27.Training Evaluation Base On Cycle Time	1 day
28. Mass Assy	45 days
TAHAP SHIPING	67,5 days
29. Inspection Outgoing	1 days
30. Delivery To Customer	0,5 days

Sumber: Pengolahan Data

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 (*succesor*) ke pekerjaan paling awal (*backward scheduling*). Ada beberapa pekerjaan yang dilakukan dengan waktu yang bersamaan.



Gambar 4.12 Bar Chart Konflik Sumber Daya
Sumber: Pengolahan Data

pekerjaan yang masih dalam keadaan *overlapping*. Keadaan pekerjaan diatas merupakan kondisi pekerjaan yang tidak dapat digeser, berdasarkan sifatnya pekerjaan *prototype part* harus bersamaan dengan pekerjaan *Bill Of Material*. Dengan pengaturan sumber daya tersebut maka pekerjaan dapat dikalkulasi kedalam penjadwalan *critical chain*.

- *Project buffer*

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*. Besarnya *project buffer* dihitung dengan menggunakan metode *cut and paste* yaitu 50% dari waktu keseluruhan

pelaksanaan proyek pada pekerjaan yang berada pada rantai kritis. Sehingga dari durasi rantai kritis selama 132 hari, maka didapatkan *project buffer* sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Project buffer} &= \sum \text{rantai kritis} \times 50\% \\ &= 132 \times 50\% \\ &= 66 \text{ hari} \end{aligned}$$

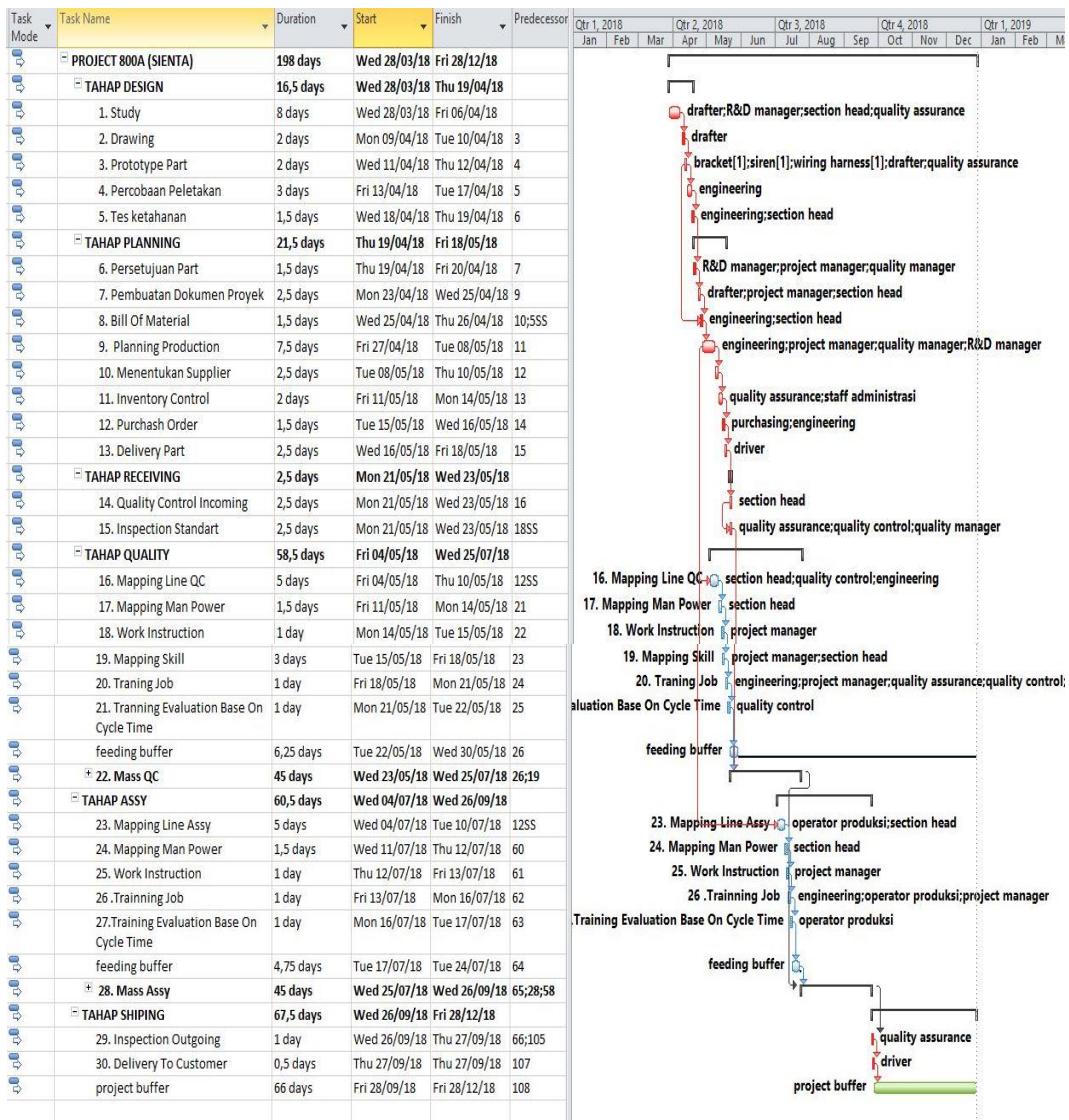
- *Feeding buffer*

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.

Besarnya *feeding buffer* sama dengan perhitungan *project buffer* yaitu besarnya 50% dari waktu keseluruhan dari rantai non-kritis:

$$\begin{aligned} \text{Feeding Buffer(1)} &= \sum \text{durasi aktivitas} \times 50\% \\ &= (16+17+18+19+20+21) \times 50\% \\ &= (5+1,5+1+3+1+1) \times 50\% \\ &= 6,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Feeding buffer(2)} &= \sum \text{durasi aktivitas} \times 50\% \\ &= (23+24+25+26+27) \times 50\% \\ &= (5+1,5+1+1+1) \times 50\% \\ &= 4,75 \end{aligned}$$



Gambar 4.13 Critical Chain Menyisipkan Feeding Buffer dan Project Buffer
Sumber: Pengolahan Data

Pada penerapan perhitungan CCPM dengan *microsoft project*, *project 800A alarm system* Toyota Sienta dapat diselesaikan dalam durasi 198 hari, Karena CCPM melakukan penjadwalan secara simultan maka waktu untuk penggerjaan proyek dapat di lakukan secara optimal dalam setiap aktivitasnya.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

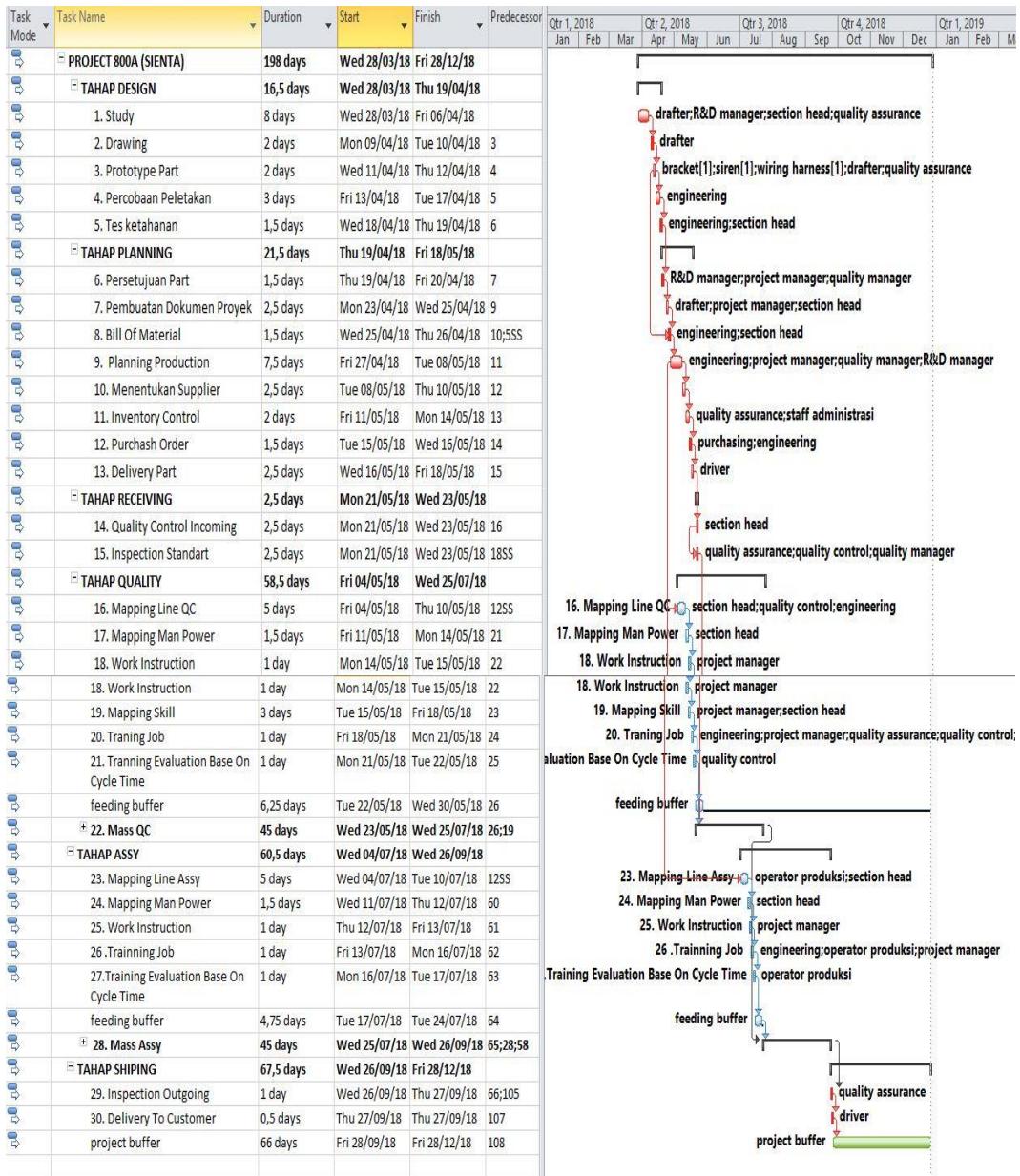
Berdasarkan pada data proyek *alarm system toyota sienta* yang telah diolah maka kemudian data dapat di analisis. Data di analisis menurut deskripsi pekerjaan, durasi proyek, hubungan antar pekerjaan, tingkat kemajuan pekerjaan dan sumber daya terpakai. Dari hasil penjadwalan *critical path* dan *critical chain* ini digunakan untuk mengetahui seberapa cepat penyelesaian proyek dengan faktor kendala yang timbul selama berlangsungnya proyek.

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 264 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*).

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 satu *critical path* didalam penjadwalan ini. Jalur *critical path* berdasarkan *task* tersebut adalah sebagai berikut :

1-2-3-4-5-6-7-8-9-16-17-18-19-20-21-22-23-28-29-30



Gambar 5.1 Jalur Kritis Berdasarkan Task

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan *critical path* yang teridentifikasi maka dapat terlihat bahwa *critical path* didalam penjadwalan ini dapat berubah-ubah dan di dalam 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.

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*

3. Hasil perubahan hubungan antar pekerjaan

Analisis terhadap perubahan durasi dengan menghilangkan waktu pengaman 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*. Setelah dilakukan 50% probabilitas maka durasi pekerjaan berubah: Pekerjaan *study* yang memiliki durasi 16 hari berubah menjadi 8 hari dan juga berikut pekerjaan-pekerjaan lainnya.

4. 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.

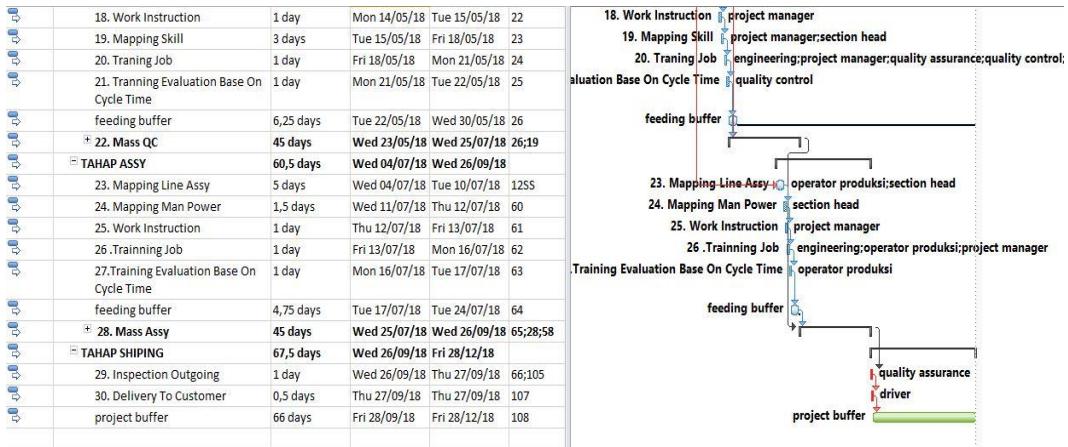
5. Analisis *buffer*

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

- *Feeding buffer* pada aktivitas 23+24+25+26+27: 4,75 hari
- *Feeding buffer* pada aktivitas 16+17+18+19+20+21: 6,25 hari
- *Project Buffer* 66 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 *predeccesor* 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 5.2 *Critical chain* Pada Proyek *Alarm Sienta*

Sumber: Pengolahan Data

Dari hasil pengolahan data *critical chain* pada gambar 5.2 maka dihasilkan durasi total *critical chain* sebesar 132 hari, maka besar *project buffer* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Project Buffer} &= 132 \text{ hari} \times 50\% \\ &= 66 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tersedia 66 hari sebagai waktu untuk melindungi proyek dari keterlambatan. Setelah *Project Buffer* dimasukan 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* sama dengan perhitungan *Project Buffer* yaitu besarnya 50% dari waktu keseluruhan dari rantai non kritis.

Dari hasil perhitungan maka dihasilkan penyelesaian proyek *Toyota Sienta* dengan waktu kerja sebesar 198 hari.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat sesuai tujuan penelitian dan hasil dari analisis dan pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Penjadwalan proyek *alarm system* Toyota Sienta dengan menggunakan metode *critical chain* terdapatlah suatu rancangan penjadwalan yang semula berdurasi 264 hari setelah diolah data menggunakan metode *Critical Chain* menjadi 198 hari untuk menyelesaikan proyek *alarm system* Toyota Sienta. Dengan menggunakan metode tersebut dapat mencapai target yang diinginkan dari *customer* 240 hari.
2. Dari hasil penjadwalan yang telah dianalisis terdapat kendala yang teridentifikasi memperlambat aktivitas proyek, maka dari itu pada kegiatan yang berada pada rantai non kritis diberikan *buffer time* pada setiap kegiatan yang tidak berada pada rantai kritis. Pada kegiatan *mapping line qc*, *mapping man power qc*, *mapping skill*, *work instruction training job*, dan *training evaluation base on cycle time* di beri *feeding* selama 6,25 hari. Pada kegiatan *mapping line assy*, *mapping man power assy*, *work instruction training job*, dan *training evaluation base on cycle time* di beri *feeding buffer* selama 4,75 hari sebagai waktu penyangga yang menghubungkan kegiatan non kritis dengan kegiatan kritis, dan *project buffer* selama 66 hari diletakkan pada akhir *critical chain* suatu proyek sebagai cadangan waktu untuk keseluruhan kegiatan proyek.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan sebagai bahan pertimbangan perbaikan perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan diharapkan sebaiknya mengevaluasi strategi pada masa yang akan datang sebagai upaya penanganan keterlambatan.

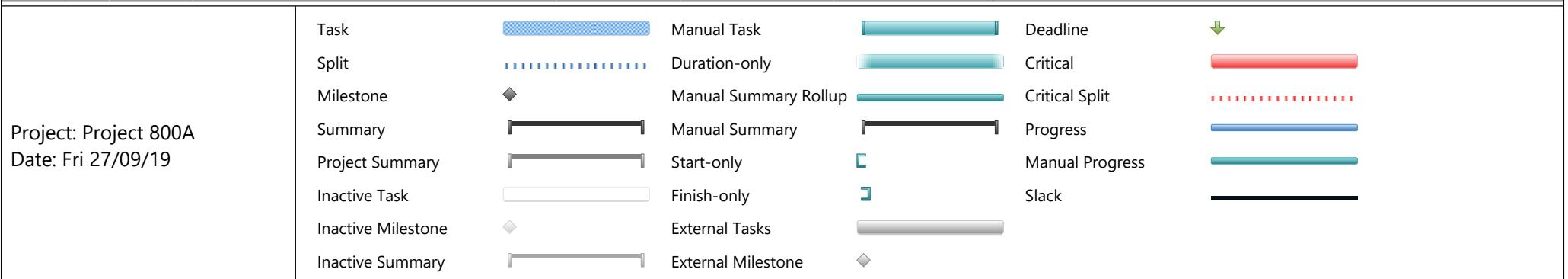
2. Dari hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dengan menggunakan metode *critical chain* dapat memberikan pengetahuan baru untuk merancang penjadwalan agar tidak terjadi keterlambatan.

DAFTAR PUSTAKA

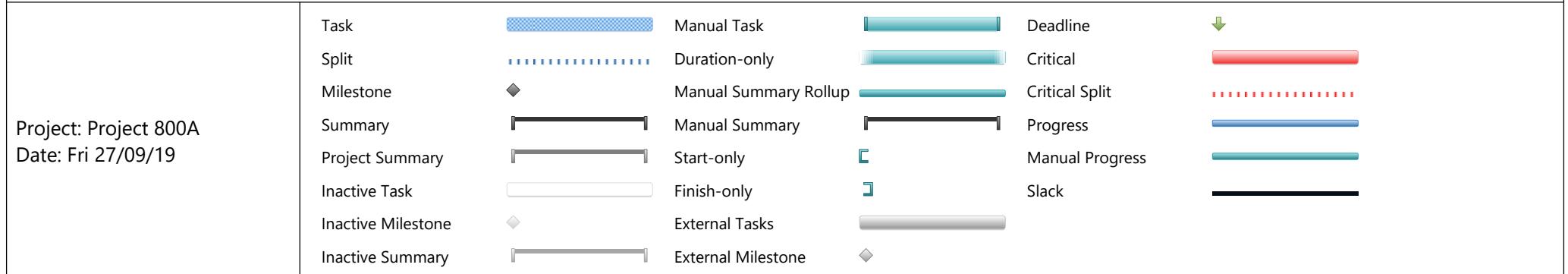
- Globerson, S. (2000). *PMBOK and The Critical Chain*. *PM Network* 14 (5), 63-66.
- Goldratt, E. M. (1997). *Critical Chain*. Massachusetts: *North River Press*.
- Goldratt, E. M. (1990). *Theory of Constraints*. Massachusetts: *North River Press*.
- Goldratt, E. M., dan Cox, J. (1986). *The Goal*. Massachusetts: *North River Press*.
- Husnan, S., dan Muhammad, S. (2000). Studi Kelayakan Proyek. Edisi Keempat, UPP AMP YKPN, Yogyakarta.
- Herroelen, W., Leus, R. (2001). On the Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling, *Journal of Operatons Management*, Vol 19, 559-577
- Herroelen, W., Leus, R., dan Demeulemeester, E. (2002). *Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify*. *Project Management Journal*; 33:4 , 48-60.
- 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.
- Lechler, T. G., Ronen, B., dan Stohr, E. A. (2005). *Critical Chain: A New Project Management Paradigm or Old Wine in New Bottles?* *Engineering Management Journal*, 45.
- Lynn, G. (2002). *Blockbuster: The Five Keys to Developing Great New Products*. Harper Colins
- Meijer, E. (2003). *Critical Chain: A hands-On Project Application*.
- Nasution, S. R., dan Resthy. (2014). *Penerapan Metode Critical Chain Project Management untuk Perencanaan Proyek Very Low Pressure Phase-ii Kei Ltd. Jurnal Teknologi Technoscientia*. ISSN: 1979-8415. vol. 6 no. 2 Februari 2014.
- Pass, S., dan Ronen, B. (2003). *Management by market constraint in the Hi Tech Industry*. *International Journal of Production Research*, 713-724.
- PMI. (2000). *A Guide to The Project Management Body of Knowledge*. Upper Darby: PMI.

- Rand, G. (2000). *Critical Chain : The Theory of Constraints Applied to Project Management*. *International Journal of Project management*, 173-177.
- Santosa, B. (2009). Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi, Graha Ilmu, 2009, Yogyakarta.
- Vanhouke, M., Demeulester, E., dan Herrorlen, W. (2001). *Maximizing the Present Value of a Project with Linearly Time-Dependent Cash Flows*. *International Journal of Production Research*, 39:14, 3159-3181.
- Zultner, Richard E. (2003). *Getting Projects Out of Your System: A Critical Chain Primer*. Cutter-IT Journal, Vol.16 No 3: 10-18.

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish							
						Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
1		PROJECT 800A (SIENTA)	198 days	Wed 28/03/18	Fri 28/12/18							
2	●	TAHAP DESIGN	16,5 days	Wed 28/03/18	Thu 19/04/18							
3	📅	1. Study	8 days	Wed 28/03/18	Fri 06/04/18							
4		2. Drawing	2 days	Mon 09/04/18	Tue 10/04/18							
5		3. Prototype Part	2 days	Wed 11/04/18	Thu 12/04/18							
6	●	4. Percobaan Peletakan	3 days	Fri 13/04/18	Tue 17/04/18							
7	●	5. Tes ketahanan	1,5 days	Wed 18/04/18	Thu 19/04/18							
8		TAHAP PLANNING	21,5 days	Thu 19/04/18	Fri 18/05/18							
9	📅	6. Persetujuan Part	1,5 days	Thu 19/04/18	Fri 20/04/18							
10		7. Pembuatan Dokumen Proyek	2,5 days	Mon 23/04/18	Wed 25/04/18							
11		8. Bill Of Material	1,5 days	Wed 25/04/18	Thu 26/04/18							
12	●	9. Planning Production	7,5 days	Fri 27/04/18	Tue 08/05/18							
13		10. Menentukan Supplier	2,5 days	Tue 08/05/18	Thu 10/05/18							
14		11. Inventory Control	2 days	Fri 11/05/18	Mon 14/05/18							
15		12. Purchash Order	1,5 days	Tue 15/05/18	Wed 16/05/18							
16		13. Delivery Part	2,5 days	Wed 16/05/18	Fri 18/05/18							
17		TAHAP RECEIVING	2,5 days	Mon 21/05/18	Wed 23/05/18							
18		14. Quality Control Incoming	2,5 days	Mon 21/05/18	Wed 23/05/18							
19	●	15. Inspection Standart	2,5 days	Mon 21/05/18	Wed 23/05/18							
20		TAHAP QUALITY	58,5 days	Fri 04/05/18	Wed 25/07/18							

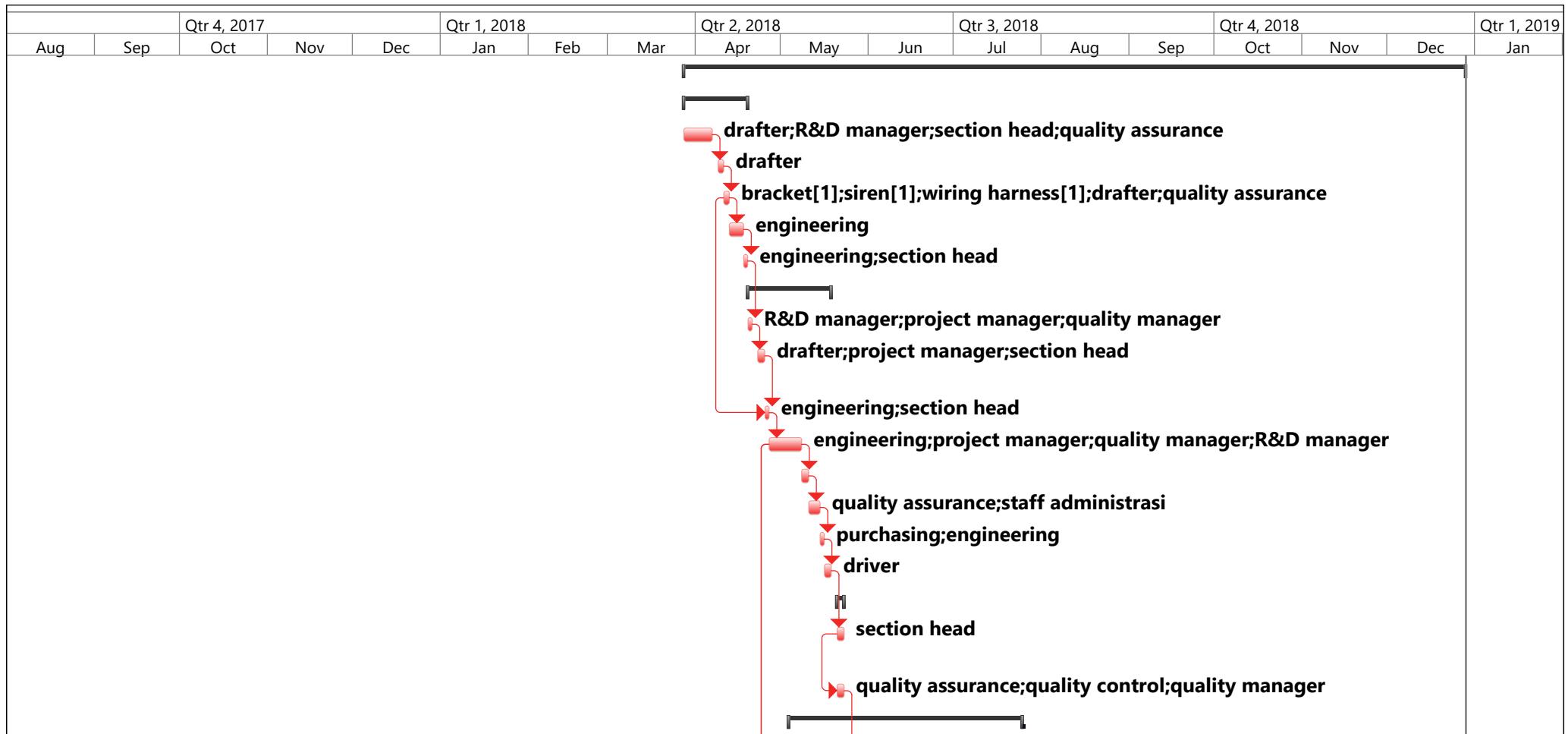


ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish			Qtr 4, 2015			Qtr 1, 2016		
						Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	
21		16. Mapping Line QC	5 days	Fri 04/05/18	Thu 10/05/18								
22		17. Mapping Man Power	1,5 days	Fri 11/05/18	Mon 14/05/18								
23		18. Work Instruction	1 day	Mon 14/05/18	Tue 15/05/18								
24		19. Mapping Skill	3 days	Tue 15/05/18	Fri 18/05/18								
25		20. Traning Job	1 day	Fri 18/05/18	Mon 21/05/18								
26		21. Tranning Evaluation Base On Cycle Time	1 day	Mon 21/05/18	Tue 22/05/18								
27		feeding buffer	6,25 days	Tue 22/05/18	Wed 30/05/18								
28		22. Mass QC	45 days	Wed 23/05/18	Wed 25/07/18								
59		TAHAP ASSY	60,5 days	Wed 04/07/18	Wed 26/09/18								
60		23. Mapping Line Assy	5 days	Wed 04/07/18	Tue 10/07/18								
61		24. Mapping Man Power	1,5 days	Wed 11/07/18	Thu 12/07/18								
62		25. Work Instruction	1 day	Thu 12/07/18	Fri 13/07/18								
63		26 .Tranning Job	1 day	Fri 13/07/18	Mon 16/07/18								
64		27.Training Evaluation Base On Cycle Time	1 day	Mon 16/07/18	Tue 17/07/18								
65		feeding buffer	4,75 days	Tue 17/07/18	Tue 24/07/18								
66		28. Mass Assy	45 days	Wed 25/07/18	Wed 26/09/18								
106		TAHAP SHIPING	67,5 days	Wed 26/09/18	Fri 28/12/18								
107		29. Inspection Outgoing	1 day	Wed 26/09/18	Thu 27/09/18								
108		30. Delivery To Customer	0,5 days	Thu 27/09/18	Thu 27/09/18								
109		project buffer	66 days	Fri 28/09/18	Fri 28/12/18								

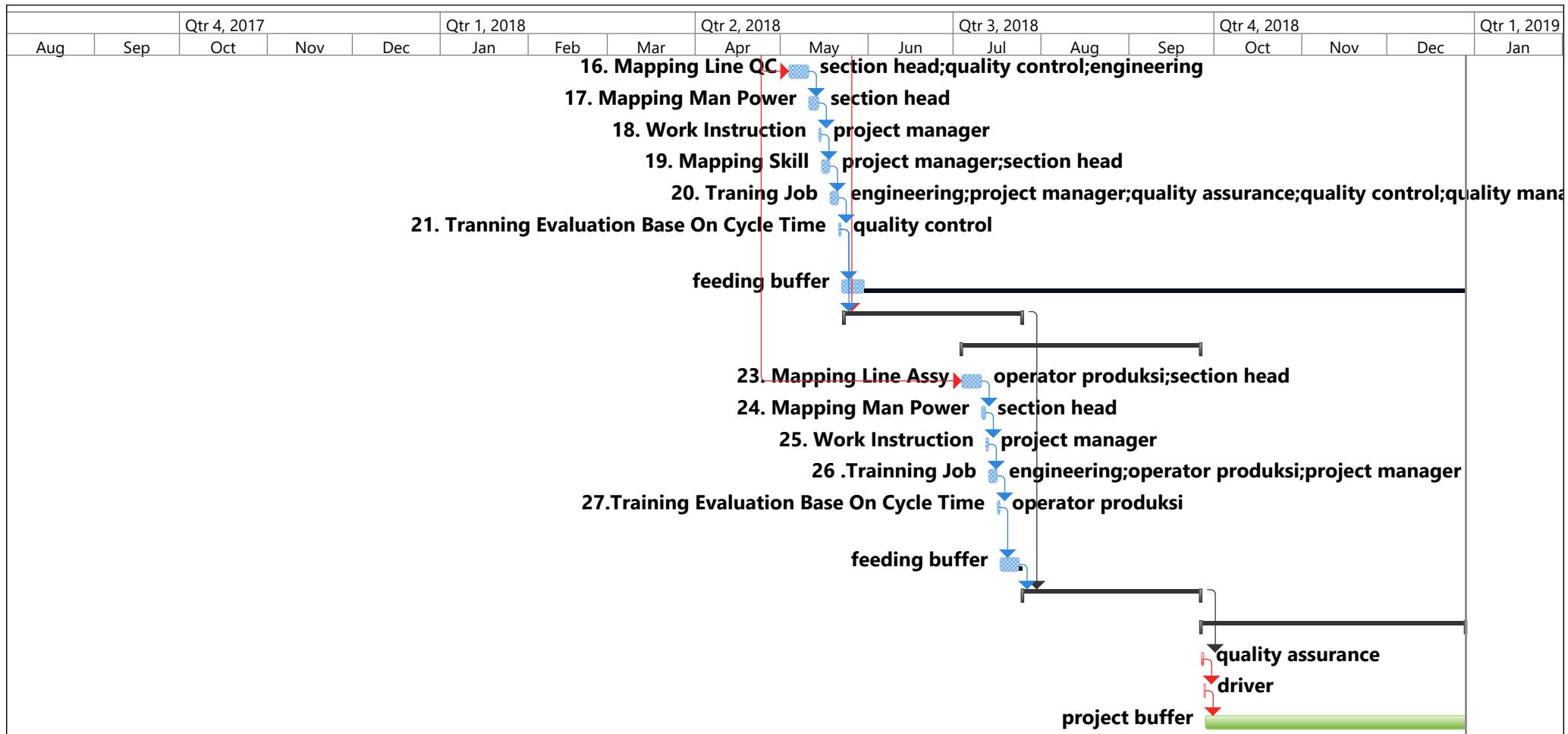


		Qtr 2, 2016			Qtr 3, 2016			Qtr 4, 2016			Qtr 1, 2017			Qtr 2, 2017			Qtr 3, 2017		
Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul		
Project: Project 800A	Date: Fri 27/09/19																		
		Task		Manual Task		Deadline													
		Split		Duration-only		Critical													
		Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split													
		Summary		Manual Summary		Progress													
		Project Summary		Start-only		Manual Progress													
		Inactive Task		Finish-only		Slack													
		Inactive Milestone		External Tasks															
		Inactive Summary		External Milestone															

		Qtr 2, 2016			Qtr 3, 2016			Qtr 4, 2016			Qtr 1, 2017			Qtr 2, 2017			Qtr 3, 2017		
Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul		
Project: Project 800A	Date: Fri 27/09/19																		
		Task		Manual Task		Deadline													
		Split		Duration-only		Critical													
		Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split													
		Summary		Manual Summary		Progress													
		Project Summary		Start-only		Manual Progress													
		Inactive Task		Finish-only		Slack													
		Inactive Milestone		External Tasks															
		Inactive Summary		External Milestone															



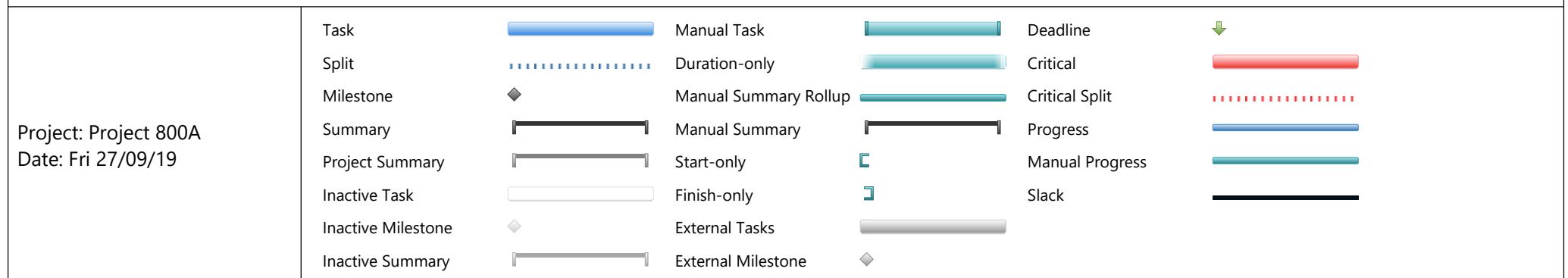
Project: Project 800A Date: Fri 27/09/19	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Critical	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split	
	Summary		Manual Summary		Progress	
	Project Summary		Start-only		Manual Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Slack	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			



Project: Project 800A
Date: Fri 27/09/19

Task		Manual Task		Deadline	
Split		Duration-only		Critical	
Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split	
Summary		Manual Summary		Progress	
Project Summary		Start-only		Manual Progress	
Inactive Task		Finish-only		Slack	
Inactive Milestone		External Tasks			
Inactive Summary		External Milestone			

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Current Status		4th Quarter			1st Quarter		
						Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	
1	Normal	PROJECT 800A (SIENTA)	264 days	Mon 19/03/18	Thu 21/03/19								
2	Critical	TAHAP DESIGN	33 days	Mon 19/03/18	Wed 02/05/18								
3	Normal	1. Study	16 days	Mon 19/03/18	Mon 09/04/18								
4	Normal	2. Drawing	4 days	Tue 10/04/18	Fri 13/04/18								
5	Normal	3. Prototype Part	4 days	Mon 16/04/18	Thu 19/04/18								
6	Critical	4. Percobaan Peletakan	6 days	Fri 20/04/18	Fri 27/04/18								
7	Critical	5. Tes ketahanan	3 days	Mon 30/04/18	Wed 02/05/18								
8	Normal	TAHAP PLANNING	43 days	Thu 03/05/18	Mon 02/07/18								
9	Normal	6. Persetujuan Part	3 days	Thu 03/05/18	Mon 07/05/18								
10	Normal	7. Pembuatan Dokumen Proyek	5 days	Tue 08/05/18	Mon 14/05/18								
11	Normal	8. Bill Of Material	3 days	Tue 15/05/18	Thu 17/05/18								
12	Critical	9. Planning Production	15 days	Fri 18/05/18	Thu 07/06/18								
13	Normal	10. Menentukan Supplier	5 days	Fri 08/06/18	Thu 14/06/18								
14	Normal	11. Inventory Control	4 days	Fri 15/06/18	Wed 20/06/18								
15	Normal	12. Purchash Order	3 days	Thu 21/06/18	Mon 25/06/18								
16	Normal	13. Delivery Part	5 days	Tue 26/06/18	Mon 02/07/18								
17	Normal	TAHAP RECEIVING	5 days	Tue 03/07/18	Mon 09/07/18								
18	Critical	14. Quality Control Incoming	5 days	Tue 03/07/18	Mon 09/07/18								
19	Critical	15. Inspection Standart	5 days	Tue 03/07/18	Mon 09/07/18								



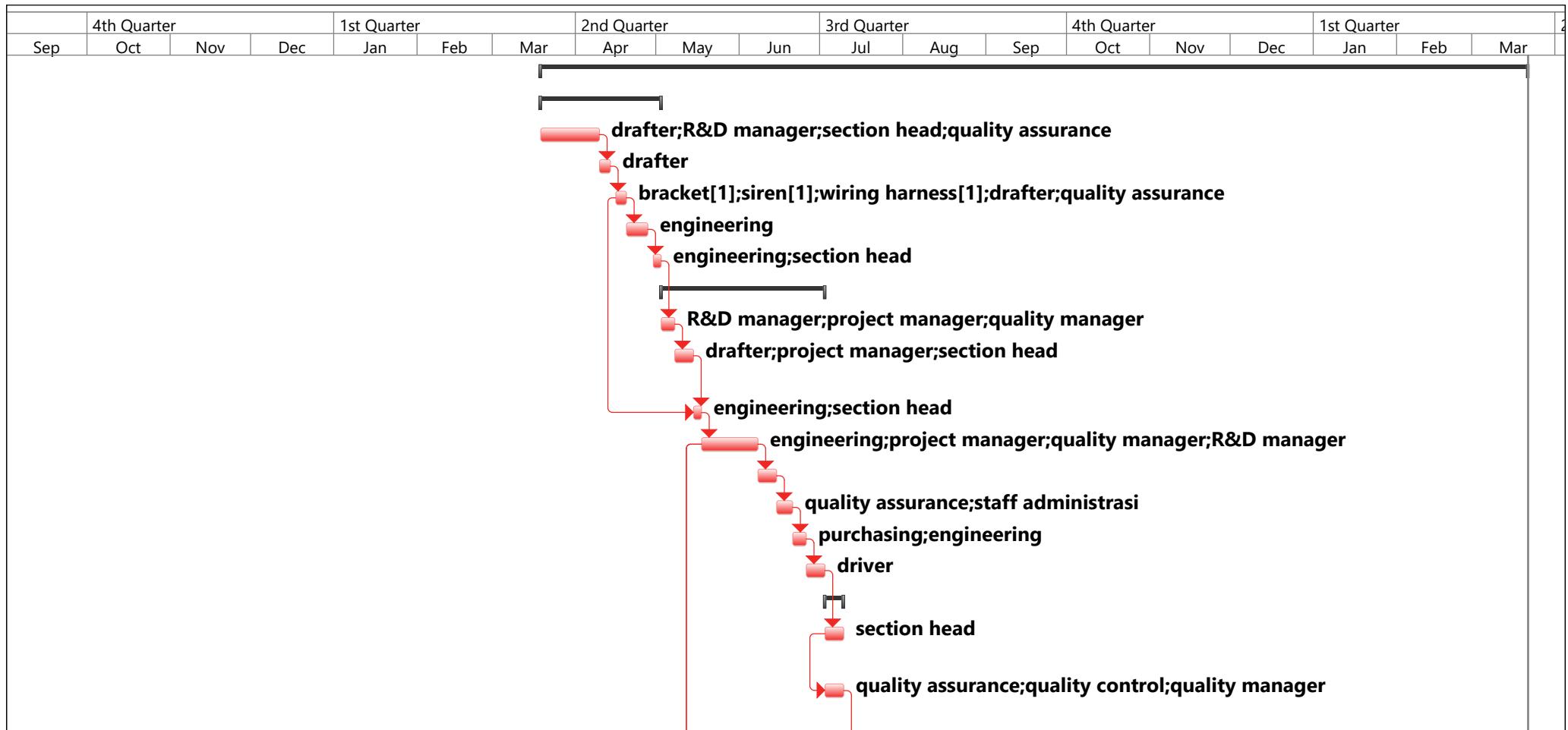
ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish			4th Quarter		1st Quarter			
								Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan
20		TAHAP QUALITY	127 days	Fri 18/05/18	Mon 12/11/18								
21	📅	16. Mapping Line QC	10 days	Fri 18/05/18	Thu 31/05/18								
22	👤	17. Mapping Man Power	3 days	Fri 01/06/18	Tue 05/06/18								
23	📅	18. Work Instruction	2 days	Fri 22/06/18	Mon 25/06/18								
24	👤	19. Mapping Skill	6 days	Tue 26/06/18	Tue 03/07/18								
25	👤	20. Traning Job	2 days	Wed 04/07/18	Thu 05/07/18								
26	👤	21. Tranning Evslation Base On Cycle Time	2 days	Fri 06/07/18	Mon 09/07/18								
27		22. Mass QC	90 days	Tue 10/07/18	Mon 12/11/18								
58		TAHAP ASSY	217 days	Fri 18/05/18	Mon 18/03/19								
59	📅	23. Mapping Line Assy	10 days	Fri 18/05/18	Thu 31/05/18								
60	👤	24. Mapping Man Power	3 days	Fri 01/06/18	Tue 05/06/18								
61	📅	25. Work Instruction	2 days	Fri 22/06/18	Mon 25/06/18								
62	👤	26 .Trainning Job	2 days	Tue 26/06/18	Wed 27/06/18								
63	📅	27.Training Evaluation Base On Cycle Time	2 days	Fri 29/06/18	Mon 02/07/18								
64		28. Mass Assy	90 days	Tue 13/11/18	Mon 18/03/19								
104		TAHAP SHIPING	3 days	Tue 19/03/19	Thu 21/03/19								
105		29. Inspection Outgoing	2 days	Tue 19/03/19	Wed 20/03/19								
106		30. Delivery To Customer	1 day	Thu 21/03/19	Thu 21/03/19								

Project: Project 800A Date: Fri 27/09/19	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Critical	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split	
	Summary		Manual Summary		Progress	
	Project Summary		Start-only		Manual Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Slack	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

		2nd Quarter			3rd Quarter			4th Quarter			1st Quarter			2nd Quarter			3rd Quarter		
Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	
Project: Project 800A	Date: Fri 27/09/19																		
		Task		Manual Task		Deadline													
		Split		Duration-only		Critical													
		Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split													
		Summary		Manual Summary		Progress													
		Project Summary		Start-only		Manual Progress													
		Inactive Task		Finish-only		Slack													
		Inactive Milestone		External Tasks															
		Inactive Summary		External Milestone															

		2nd Quarter			3rd Quarter			4th Quarter			1st Quarter			2nd Quarter			3rd Quarter		
Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	

Project: Project 800A Date: Fri 27/09/19	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Critical	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split	
	Summary		Manual Summary		Progress	
	Project Summary		Start-only		Manual Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Slack	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			



<p>Project: Project 800A Date: Fri 27/09/19</p>	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Critical	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split	
	Summary		Manual Summary		Progress	
	Project Summary		Start-only		Manual Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Slack	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			

The Gantt chart illustrates the timeline and dependencies for various project tasks:

- 16. Mapping Line QC**: Duration from Sep 15 to Oct 15. Assigned to section head;quality control;engineering.
- 17. Mapping Man Power**: Duration from Oct 15 to Nov 15. Assigned to section head. This task depends on 16. Mapping Line QC.
- 18. Project Plan**: Duration from Nov 15 to Dec 15. Assigned to project manager. This task depends on 17. Mapping Man Power.
- 19. Resource Allocation**: Duration from Dec 15 to Jan 15. Assigned to project manager;section head. This task depends on 18. Project Plan.
- 20. Procurement**: Duration from Jan 15 to Feb 15. Assigned to engineering;project manager;quality assurance;quality control;quality mana. This task depends on 19. Resource Allocation.
- 21. Quality Control Setup**: Duration from Feb 15 to Mar 15. Assigned to quality control. This task depends on 20. Procurement.
- 22. Training Session Planning**: Duration from Mar 15 to Apr 15. Assigned to operator produksi;section head. This task depends on 21. Quality Control Setup.
- 23. Mapping Line Assy**: Duration from Apr 15 to May 15. Assigned to operator produksi;section head. This task depends on 22. Training Session Planning.
- 24. Mapping Man Power**: Duration from May 15 to Jun 15. Assigned to section head. This task depends on 23. Mapping Line Assy.
- 25. Work Instruction**: Duration from Jun 15 to Jul 15. Assigned to project manager. This task depends on 24. Mapping Man Power.
- 26 .Trainning Job**: Duration from Jul 15 to Aug 15. Assigned to engineering;operator produksi;project manager. This task depends on 25. Work Instruction.
- 27.Training Evaluation Base On Cycle Time**: Duration from Aug 15 to Sep 15. Assigned to operator produksi. This task depends on 26 .Trainning Job.

Project: Project 800A Date: Fri 27/09/19	Task		Manual Task		Deadline	
	Split		Duration-only		Critical	
	Milestone		Manual Summary Rollup		Critical Split	
	Summary		Manual Summary		Progress	
	Project Summary		Start-only		Manual Progress	
	Inactive Task		Finish-only		Slack	
	Inactive Milestone		External Tasks			
	Inactive Summary		External Milestone			