



TUGAS AKHIR – MO184804

ANALISIS PERCEPATAN PENJADWALAN PROYEK PELABUHAN PATIMBAN SUBANG

MUHAMMAD NAUFAL NABILAH

NRP. 04311540000113

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Silvianita, S.T., M.T., Ph.D.

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2019



TUGAS AKHIR - MO141326

ANALISIS PERCEPATAN PENJADWALAN PROYEK PELABUHAN PATIMBAN SUBANG

MUHAMMAD NAUFAL NABILAH

NRP. 04311540000113

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Silvianita, S.T., M.T., Ph.D.

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2019

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PERCEPATAN PENJADWALAN PROYEK
PEMBANGUNAN PELABUHAN PATIMBAN SUBANG
TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada
program studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Muhammad Naufal Nabilah NRP. 04311540000113

Disetujui oleh:

1. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D. M.RINA. (Pembimbing 1)



2. Silvanita, S.T., M.Sc., Ph.D. (Pembimbing 2)

3. Dr. Eng. Shade Rahmawati, S.T. (Penguji 1)

4. Raditya Danu, S.T., M.T. (Penguji 2)



SURABAYA, Juli 2019

ANALISIS PERCEPATAN PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN PELABUHAN PATIMBAN SUBANG

Nama Mahasiswa : Muhammad Naufal Nabilah
NRP : 04311540000113
Departemen : Teknik Kelautan - FTK ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D. M.RINA
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Pelabuhan Patimban merupakan salah satu pelabuhan yang sedang dalam pembangunan saat ini oleh Pemerintah Indonesia. Pembangunan pelabuhan ini dibagi menjadi tiga tahap. Pembangunan tahap satu ditargetkan dapat mulai beroperasi pada akhir tahun 2019, namun karena masalah pendanaan, pembangunan menjadi terhambat. Masalah keterlambatan selalu menjadi permasalahan utama yang sering terjadi pada proyek pembangunan. Pada umumnya, hal ini terjadi akibat dari penanganan masalah penjadwalan yang tidak baik dan tidak efisien. Penggunaan metode tradisional yang selalu dipakai pun tidak dapat memberikan solusi yang tepat. Oleh karena itu, berkembanglah metode baru yang diharapkan mampu menjadi solusi dari permasalahan tersebut, yaitu *Critical Chain Project Management* (CCPM). CCPM adalah sebuah metode perencanaan proyek yang menekankan pada sumber daya yang diperlukan dalam melakukan tugas-tugas yang ada pada proyek sehingga metode ini mampu menghilangkan faktor-faktor keterlambatan seperti *multitasking*, *student syndrome*, *Parkinson's law* dan dapat memberikan waktu luang (*buffer*) di akhir jadwal proyek. Pada tugas akhir ini, penjadwalan dilakukan menggunakan metode CPM yang kemudian dipercepat menggunakan metode CCPM. Analisis penjadwalan ini dibantu oleh *software Ms. Project*. Hasil menunjukkan, bahwa metode CCPM memberikan durasi lebih cepat yaitu sebesar 206 hari dengan *buffer* sebesar 180 hari.

Kata Kunci: Manajemen Proyek, CPM, CCPM, *Buffer*, dan *Software Ms. Project*

ACCELERATION ANALYSIS OF CONSTRUCTION SCHEDULING IN PATIMBAN SUBANG PORT

Student Name : **Muhamad Naufal Nabilah**
Student Number : **04311540000113**
Major : **Teknik Kelautan - FTK ITS**
Supervisors : **Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., M.RINA**
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

Patimban Port is one of the ports currently under construction by the Indonesian Government. The construction of this port is divided into three phases. The first phase construction is targeted to start operating at the end of 2019, but because the funding problems, construction has been hampered. Delay problems are always the main problem project that often occur in construction. In general, this happens due to bad handling and inefficient scheduling. The use of traditional methods that commonly used also cannot provide the right solution. Therefore, a new method is developed which is expected to be the solution to the problem, namely the Critical Chain Project Manager (CCPM) CCPM is a project planning method that emphasizes the resources needed to carry out tasks in the project that can fix the factors of delay such as multitasking, student syndrome, Parkinson's law and can provide buffer at the end of the project schedule. In this thesis, scheduling is performed by using CPM method and then acceleration by using CCPM method. The analysis of scheduling for this thesis is carried out by using Ms. Project assistance. The results show that the duration of CCPM gave a faster duration of 206 days with a buffer of 180 days.

Key Words: Project Management, CPM, CCPM, *Buffer*, dan *Software Ms. Project*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah Swt. karena berkat rahmat dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Analisis Percepatan Penjadwalan Proyek Pelabuhan Patimban Subang". Penyusunan tugas akhir ini ialah untuk memenuhi prasyarat sebagai kelulusan dalam menyelesaikan studi kesarjanaan (S1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Tugas akhir ini dirancang sedemikian rupa sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat khususnya dalam dunia manajemen proyek. Dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapatnya banyak kekurangan sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis sebagai bahan koreksi laporan mendatang. Demikian kata pengantar yang dapat penulis sampaikan

Terima kasih

Surabaya, Juli 2019

Muhamad Naufal Nabilah

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | x |
| UCAPAN TERIMAKASIH | xi |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan | 3 |
| 1.4 Manfaat | 3 |
| 1.5 Batasan Masalah | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.2 Dasar Teori | 7 |
| 2.2.1 Pelabuhan | 7 |
| 2.2.2 Pelabuhan Patimban | 7 |
| 2.2.3 Manajemen Proyek | 8 |
| 2.2.4 Network Planning | 8 |
| 2.2.5 Critical Path Method | 11 |
| 2.2.6 Critical Chain Project Management (CCPM) | 12 |

| | | |
|-------------------------------|--|----|
| 2.2.7 | Perhitungan Jalur Kritis..... | 16 |
| 2.2.8 | Pengurangan Durasi Kegiatan..... | 18 |
| BAB III | | 22 |
| METODOLOGI PENELITIAN..... | | 23 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian..... | 23 |
| 3.2 | Penjelasan Diagram Alir Penelitian | 25 |
| 3.2.1 | Tahap Identifikasi Masalah | 25 |
| 3.2.2 | Studi Literatur | 25 |
| 3.2.3 | Pengumpulan Data | 25 |
| 3.2.4 | Analisa Data dan Pembahasan | 26 |
| 3.2.5 | Kesimpulan dan Saran..... | 27 |
| 3.3 | Penyusunan Penjadwalan Menggunakan Software Ms. Project..... | 27 |
| BAB IV | | 31 |
| ANALISIS DAN PEMBAHASAN | | 31 |
| 4.1 | Jadwal Kegiatan | 31 |
| 4.2 | Data Penjadwalan Proyek..... | 31 |
| 4.3 | Penyusunan Network Planning dengan CPM | 36 |
| 4.3.1 | Penyusunan Menggunakan <i>Software Ms. Project</i> | 36 |
| 4.4 | Penyusunan <i>Network Planning</i> dengan <i>Critical Chain Project Management</i> | 43 |
| 4.4.1 | Pengurangan <i>Safety Time</i> pada durasi kegiatan | 43 |
| 4.5 | Analisis pada <i>Buffer Management</i> | 53 |
| BAB V | | 55 |
| KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 55 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 55 |
| 5.2 | Saran | 55 |
| Daftar Pustaka | | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. 1 Pembangunan Pelabuhan Patimban | 1 |
| Gambar 2. 1 Peta Lokasi Pelabuhan Patimban | 7 |
| Gambar 2. 2 Lingkaran Kegiatan | 10 |
| Gambar 2. 3 Hubungan antarkejadian 1 | 10 |
| Gambar 2. 4 Hubungan antarkejadian 2 | 11 |
| Gambar 2. 5 Hubungan antarkejadian 3 | 11 |
| Gambar 2. 6 Contoh penggunaan dummy | 11 |
| Gambar 2. 7 Distribusi durasi dalam aktivitas | 19 |
| Gambar 2. 8 <i>Buffer</i> pada CCPM | 20 |
| Gambar 2. 9 Contoh perhitungan buffer menggunakan metode CPM | 20 |
| Gambar 2. 10 Contoh perhitungan buffer menggunakan metode RSEM | 21 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian | 24 |
| Gambar 3. 2 <i>Bar "Project"</i> | 28 |
| Gambar 3. 3 <i>Project Information</i> | 28 |
| Gambar 3. 4 Change Working Time | 29 |
| Gambar 3. 5 Project Option | 29 |
| Gambar 3. 6 <i>Detail for '[Default]'</i> | 30 |
| Gambar 3. 7 <i>Task Bar</i> | 30 |
| Gambar 3. 8 <i>Task Information</i> | 30 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 1 Data Waktu dan Aktivitas Kerja | 31 |
| Tabel 4. 2 Ketergantungan Antarkegiatan Proyek | 34 |
| Tabel 4. 3 Perhitungan Maju CPM | 37 |
| Tabel 4. 4 Perhitungan Mundur CPM..... | 39 |
| Tabel 4. 5 Perhitungan Total Float CPM | 41 |
| Tabel 4. 6 Jalur Kritis CPM | 42 |
| Tabel 4. 7 Perhitungan Pengurangan Durasi Kegiatan | 43 |
| Tabel 4. 8 Perhitungan Maju CCPM..... | 45 |
| Tabel 4. 9 Perhitungan Mundur CCPM | 46 |
| Tabel 4. 10 Perhitungan Mundur CCPM | 48 |
| Tabel 4. 11 Perhitungan Total Float CCPM | 48 |
| Tabel 4. 12 Lintasan Kritis CCPM..... | 50 |
| Tabel 4. 13 Penempatan Buffer..... | 51 |
| Tabel 4. 14 Perhitungan Feeding Buffer 1 | 51 |
| Tabel 4. 15 Perhitungan Feeding Buffer 2 | 53 |
| Tabel 4. 16 Perhitungan Project Buffer..... | 53 |
| Tabel 4. 17 Presentase Pemakaian Durasi Project Buffer..... | 54 |

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam menyusun tugas akhir ini, penulis tidak lepas dari banyaknya pihak yang membantu dan membimbing penulis agar terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu. Ucapan ini penulis sampaikan kepada:

1. Kedua Orang tua serta kakak-kakak dan adik penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D. dan Ibu Silvianita S.T., M.Sc., Ph.D. sebagai dosen pembimbing I dan II yang selalu memberikan dan meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat diselesaikannya laporan ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Eng. Rudi Walujo Prastianto, S.T., M.T., sebagai Kepala Departemen Teknik Kelautan FTK ITS, Bapak Handayanu sebagai dosen wali penulis serta seluruh dosen, staff dan karyawan yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di Departemen Teknik Kelautan.
4. Para penguji sidang tugas akhir yang telah memberikan saran dan evaluasi kepada penulis guna laporan akhir tersusun dengan baik.
5. Teman-teman penulis "TRITONOUS", terutama kepada Intan, Febi, Carolina, Emanuella, Mora, Farid, Ikhsan, Bosni, Randi, Hanif, Zaki yang telah menemani, membantu, dan mendukung penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan penyusunan tugas akhir
6. Dan, seluruh pihak yang terlibat kepada penulis selama perkuliahan penyusunan tugas akhir ini

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Undang Undang No. 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran, menyatakan: "Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang di pergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang dan bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan keamanan pelayaran kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi". Pelabuhan dapat dibagi menjadi beberapa fungsi, seperti pelabuhan utama yang fungsi pokoknya ialah melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri dan internasional, pelabuhan pengumpul yang berfungsi sebagai kegiatan yang melayani angkutan laut dalam negeri, dan pelabuhan pengumpan yang berfungsi melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri namun jumlah muat angkutnya terbatas (Triatmodjo, 2009). Saat ini, Indonesia sedang membangun pelabuhan yang akan menjadi salah satu pelabuhan dengan teknologi tercanggih, lihat gambar 1.1, yaitu Pelabuhan Patimban yang terletak di Patimban, Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat.



Gambar 1. 1 Pembangunan Pelabuhan Patimban

Pelabuhan ini direncanakan akan dibangun dengan kapasitas 2,74 juta TEU di atas lahan sebesar lebih dari 300 hektare. Pelabuhan Patimban yang sedang dalam pembangunan saat ini diharapkan akan mengurangi kepadatan jalan ke Pelabuhan Tanjung Priok yang selama ini sebagian besar industri yang berada di Bekasi, Cikarang, Karawang, dan sekitarnya melakukan bongkar muat barang di Pelabuhan Tanjung Priok.

Pada pembangunan pelabuhan yang kompleks dibutuhkan perencanaan proyek yang efektif dan efisien. Sehingga kontraktor yang terlibat dalam proyek pembangunan pelabuhan harus dapat memenuhi target penjadwalan yang telah dirancang sesuai durasi yang telah ditentukan. Penjadwalan proyek merupakan salah satu bagian yang paling penting dari sebuah perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang sebuah proyek dilaksanakan berdasarkan urutan tertentu dari awal hingga akhir proyek (Ridho & Syahrizal, 2014). Menurut Badri (1997), Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien, ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat. Dan pada kenyataan di lapangannya, seringkali penjadwalan proyek mengalami permasalahan permasalahan yang dihadapi. Faktor permasalahan yang muncul dapat dari internal ataupun eksternal perusahaan. Contoh masalah internal dapat berupa *student syndrome*, *multitasking*, dan keterlambatan pengadaan bahan baku serta masalah eksternal dapat berupa perubahan cuaca atau iklim yang cepat sehingga dampaknya akan mengakibatkan keterlambatan.

Bedasarkan Rencana Induk Pelabuhan Patimban, pembangunan pelabuhan ini dibagi menjadi 3 tahap, tahap I fase 1 yang dilaksanakan pada tahun 2017 hingga 2019, tahap I fase II pada tahun 2020 – 2021 tahap II pada tahun 2022 – 2026 dan tahap III 2027 - 2036. Pelabuhan tahap I ini direncanakan dapat dioperasikan pada akhir tahun 2019, namun karena terkendala masalah pendanaan maka pembangunan ini mengalami keterlambatan sebesar 87% dari total keseluruhan pembangunan tahap I. Berdasarkan permasalahan tersebut, telah dikenal solusi dari metode-motede tradisional yang dapat memberikan penanganan yang efisien, yaitu metode *Critical Chain Project Management* (CCPM). CCPM pertama kali diperkenalkan oleh Goldratt pada tahun 1997. Tujuan dari metode ini adalah meningkatkan tingkat penyelesaian proyek dengan cara menghilangkan

multitasking, student syndrome, parkinson's law serta memberi *buffer* di waktu akhir. Sehingga keunggulan dari metode ini ialah penyelesaian proyek akan lebih cepat dan efisien.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, akan dilakukan penjadwalan ulang menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) sesuai data yang diberikan dan kemudian akan dipercepat menggunakan *Critical Chain Project Management* (CCPM) dan akan menggunakan bantuan dari *software Ms Project* dalam proses penyusunan penjadwalannya. *Software Ms Project* sendiri merupakan salah satu dari *software* aplikasi untuk perencanaan proyek dengan beberapa pertimbangan, seperti dapat memberikan analisis yang lebih akurat serta dapat bekerja secara multi proyek daripada *software* lain.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diangkat dalam penulisan tugas akhir ini:

1. Berapa durasi jalur kritis dari pembangunan pelabuhan menggunakan metode CPM pada *software Ms. Project*?
2. Berapa durasi percepatan penjadwalan ulang jika menggunakan metode CCPM pada *software Ms. Project*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari permasalahan-permasalahan yang terjadi adalah:

1. Mengetahui jalur kritis dan durasi total dari jalur kritis dari pembangunan pelabuhan.
2. Mengetahui durasi percepatan penjadwalan ulang pada jalur kritis dengan menggunakan metode CCPM pada *software Ms. Project*

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dapat memberikan pandangan terhadap solusi yang akan diambil dalam usaha pencapaian target penyelesaian penjadwalan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang kompleks ini maka batasan permasalahan yang akan dianalisis adalah sebagai berikut

1. Objek dalam penelitian ini adalah pembangunan Pelabuhan Patimban yang berfokus pada proyek tahap 1.
2. Tidak membahas mengenai penyebab risiko keterlambatan
3. *Software Ms. Project* hanya untuk membantu pengecekan pembuatan jadwal manual.
4. Tidak menganalisis *resource buffer*.
5. Analisis biaya tidak digunakan

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan bahasan dimana setiap bahasan disusun menjadi beberapa bab tersendiri. Sistematika pembahasan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Bab I memberikan uraian tentang latar belakang masalah, rumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan, dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

Bab II memberikan penjelasan mengenai dasar-dasar teori yang berhubungan dengan pelabuhan, penjadwalan, manajemen proyek, *network planning*, prinsip dasar CCPM, dan penggunaan *software Ms. Project*.

Bab III menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini yang digambarkan dalam diagram alir penelitian. Tahapan yang dimaksud adalah penentuan latar belakang masalah, studi kepustakaan, pengumpulan data, analisa data meliputi tahap pembuntan model simulasi, tahap simulasi dan analisis, serta pembahasan hingga pada akhirnya akan diambil suatu kesimpulan.

Bab IV menjelaskan tentang pembahasan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini, dibahas mengenai jadwal pengerjaan proyek dengan menggunakan metode CCPM yang dilanjutkan dengan penggunaan *software Ms. Project*

Bab V berisi tentang kesimpulan dari hasil analisa yang dilakukan serta pemberian saran-saran, baik untuk peningkatan kinerja perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pelabuhan merupakan sarana prasarana penting yang harus dimiliki negara kepulauan seperti di Indonesia ini. Peran pelabuhan ini berdasarkan undang-undang tidak hanya untuk tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan bongkar muat barang, tetapi juga sebagai penunjang dari aktivitas perdagangan baik secara nasional ataupun internasional. Dengan di banggunya pelabuhan ini, maka perusahaan memerlukan rancangan proyek manajemen yang baik.

Dalam kondisi lapangannya, metode-metode tradisional yang dipakai saat ini masih menimbulkan masalah. Contoh sederhananya ialah ketidaksesuaian antara rancangan jadwal dan kenyataannya di lapangan. Permasalahan yang terjadi disebabkan oleh dua faktor yang terikat, yaitu internal dan eksternal. Untuk mengatasi masalah tersebut, kini, diaplikasikan sebuah metode yang disebut *Critical Chain Project Management*. CCPM adalah metode yang mengembangkan konsep CPM dengan tujuan memaksimalkan kinerja dengan cara mengurangi durasi dari setiap aktivitas di dalam proyek yang masih memasukan safety time (Leach, 2000). CCPM cenderung bekerja dengan menjaga sumber daya yang ada, dengan cara mengoptimalisasi sumber daya pada masa awal proyek sehingga dapat dengan cepat beralih tugas yang lain setelahnya, agar rangkaian pekerjaan proyek selesai tepat waktu sesuai jadwal (Suyasen et al, 2014).

Penelitian mengenai penjadwalan proyek hingga saat ini sudah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu dengan berbagai macam metode, diantaranya sebagai berikut:

Aulady, Mohamad dan Orleans, Cesaltino (2016) meneliti mengenai perbandingan metode *Critical Path Method* (CPM) dengan Metode *Critical Chain Project Management* pada durasi waktu proyek konstruksi pembangunan apartemen menara runkut. Langkah yang beliau lakukan ialah mengidentifikasi jalur kritis dari penjadwalan awal menggunakan metode CPM lalu penjadwalan tersebut diatur ulang menggunakan metode CCPM dan didapatkan hasil yang lebih cepat dibandingkan dengan metode CPM.

Suyansen et al (2014) meneliti tentang penentuan *buffer sizing* dalam penerapan Metode *Critical Chain Project Management* pada sebuah proyek konstruksi dengan menghitung durasi anggapan sebagai durasi pesimis, durasi optimis dan durasi *most likely* serta menghitung faktor yang meliputi keterbatasan sumber daya, kompleksitas jaringan, dan *risk preference*. Sehingga di dapatkan hasil untuk durasi pesimis dan durasi *most likely* sebesar 131 hari dan 189 hari.

Ramanda, Ryan dan Arvianto, Ary (2015) meneliti tentang penerapan Metode *Critical Chain Project Management* yang di bandingkan dengan metode *multitasking* dan metode penjadwalan yang tidak simultan dalam mengatasi masalah yang terjadi pada multi proyek dengan keterbatasan *resources* di PT. Berkat Manunggal Jaya dan dihasilkan durasi yang lebih cepat ialah durasi yang menggunakan metode CCPM.

Kusuma et al (2015), meneliti tentang pengendalian biaya dan waktu pada proyek pembangunan hotel dengan menggunakan konsep *earned value* dengan menggunakan *oracle primavera project p6*. Dari permasalahan yang diteliti didapatkan hasil untuk penyelesaian proyek adalah dengan pengurangan waktu yang didapat sebesar 14 hari dari waktu yang direncanakan dengan anggaran sebesar Rp5.351.619,16 dengan cara memperkecil durasi pada item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

Baskara dan Noor (2012), meneliti tentang perencanaan dan pengendalian proyek periklanan yang menerapkan metode identifikasi *waste* dengan pendekatan *Lean Thinking* serta langkah yang diambil untuk mencegahnya. Dan juga melakukan penyusunan ulang jadwal menggunakan CCPM dan mengendalikan proyek tersebut untuk meminimalisir keterlambatan dengan memantau S-Curve melalui pemindahan waktu penyangga di akhir proyek. Dan hasil yang diperoleh ialah pengurangan durasi waktu dengan durasi sebesar tujuh hari.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pelabuhan

Pelabuhan adalah suatu daerah perairan yang terlindungi terhadap gelombang laut yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, gudang laut dan tempat tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang dimana barang-barang dapat disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan (Triatmodjo, 2009). Selanjutnya menurut peraturan pemerintah nomor 11 tahun 1983, secara umum pelabuhan adalah tempat berlabuh dan/atau tempat bertambatnya kapal laut serta kendaraan lainnya, menaikan dan menurunkan penumpang, bongkar muat barang dan hewan, serta merupakan daerah lingkungan kerja kegiatan ekonomi.

2.2.2 Pelabuhan Patimban



Gambar 2. 1 Peta Lokasi Pelabuhan Patimban

Pelabuhan Patimban terletak di Desa Patimban, Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis Pelabuhan ini terletak di utara pesisir pantai utara Jawa Barat, lihat gambar 2.1. Secara astronomis, pelabuhan ini terletak pada 107°54'8.54" Bujur Timur dan 6°13'50.08" Lintang Selatan. Menurut deskripsi proyek yang dikutip dari Rencana Tindak Pembebasan Lahan dan Pemukiman Kembali (LARAP) tahun 2016, Proyek pembangunan pelabuhan ini mencakup

back up area kurang lebih seluas 356.23 ha, jalan akses kurang lebih seluas 15.799 Ha, dan area pelabuhan (area laut) seluas 301 ha. Tujuan pembangunan pelabuhan ini selain mengurangi kepadatan jalan ke Pelabuhan Tanjung Priok, juga dapat menjadi sistem logistic nasional yang baik dengan biaya yang semakin murah dengan mendekatkan pusat produksi ke pelabuhan

2.2.3 Manajemen Proyek

Menurut Siswanto (2007), dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencanaan yang Ingin, seperti penyusunan jadwal dan proses pengendalian (Valikoniene, 2014) Dengan adanya manajemen proyek maka akan terlihat batasan mengenai tugas wewenang, dan tanggung jawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek baik langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak akan terjadi adanya tugas dan tanggung jawab yang dilakukan secara bersamaan (*overlapping*).

2.2.4 Network Planning

2.2.4.1 Definisi *Network Planning*

Menurut Somantri (2005), network planning adalah satu model yang banyak digunakan dalam penyelenggaraan proyek, yang produknya berupa informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam diagram jaringan kerja yang bersangkutan

2.2.4.2 Pengertian Kegiatan, Peristiwa dan Lintasan Kritis pada *Network Planning*

Menurut Handoko (2000) dikutip dalam Somantri (2005) mengatakan bahwa kegiatan merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan kegiatan mengkonsumsi waktu dan sumber daya serta mempunyai waktu dimulai dan waktu berakhir.

Dan yang perlu menjadi perhatian dalam kegiatan pengelolaan proyek adalah lintasan kritis, hal ini dikarenakan keterlambatan kegiatan kritis dapat memperpanjang waktu penyelesaian seluruh proyek. Somantri (2005) mendefinisikan lintasan kritis merupakan lintasan dengan jumlah waktu yang

paling lama dibandingkan dengan semua lintasan lain yang mungkin. Jumlah waktu dalam lintasan kritis sama dengan umur proyek.

2.2.4.3 Beberapa Ketentuan dalam Network Planning

Wallfram 1. Ervianto (2003) dalam Somantri (2005) mengemukakan ketentuan dalam *network planning* sebagai berikut:

- Dalam penggambarannya, *network planning* harus jelas dan mudah dibaca.
- Harus dimulai dan diakhiri pada *event*/kejadian.
- Kegiatan disimbolkan dengan anak panah yang dapat digambarkan dengan garis lurus atau garis putus-putus.
- Sedapat mungkin terjadinya pemotongan antaranak panah
- Diantara dua kejadian hanya boleh ada satu anak panah.
- Penggunaan kegiatan semua menggunakan garis putus-putus dan jumlahnya seperlunya saja.

2.2.4.4 Simbol-Simbol dalam Network Planning

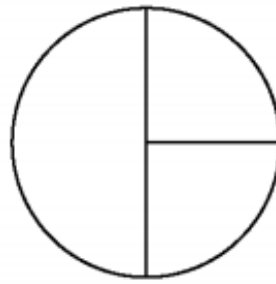
Menurut Eddy Herjanto (2003) dikutip dalam Semantri (2005) untuk dapat membaca baik suatu diagram jaringan kerja perlu dijelaskan pengertian dasar hubungan antar simbol yang ada Simbol-simbol tersebut adalah sebagai berikut:

1. Anak Panah

Anak panah menggambarkan kegiatan. Arah anak panah menunjukkan arah kegiatan ataupun kegiatan yang mengikutinya.

2. Lingkaran

Lingkaran menggambarkan peristiwa (*event*). Setiap kejadian pasti dimulai dengan peristiwa juga, yaitu peristiwa mulainya kegiatan dan selesainya kegiatan tersebut. Untuk membedakan peristiwa satu dengan lainnya, maka setiap peristiwa diberi nomor. Penomoran biasanya dilakukan secara *ascending order*, yaitu dari nomor kecil ke nomor yang lebih besar. Penomoran yang memiliki jarak akan lebih baik, karena memberikan keleluasaan apabila perlu menyisipkan suatu kegiatan tambahan.



Gambar 2. 2 Lingkaran Kegiatan

(Sumber: Somantri, 2005)

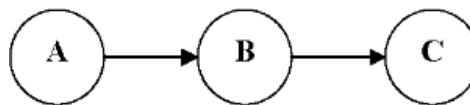
3. Anak panah putus-putus (*Dummy*)

Anak panah putus-putus melambangkan hubungan antarperistiwa. Cara menggambarinya sama dengan cara mengambarkan anak panah biasa. Hubungan antarperistiwa tidak perlu diperhitungkan dan karenanya tidak memiliki nama dalam perhitungan waktu, sumber daya dan ruangan, lamanya dihitung sama dengan nol, tetapi harus ada bila diperlukan untuk menyatakan logika ketergantungan kegiatan.

2.2.4.5 Hubungan Antarkegiatan

Hubungan antar kegiatan ini menurut Somantri (2005) dinyatakan sebagai berikut:

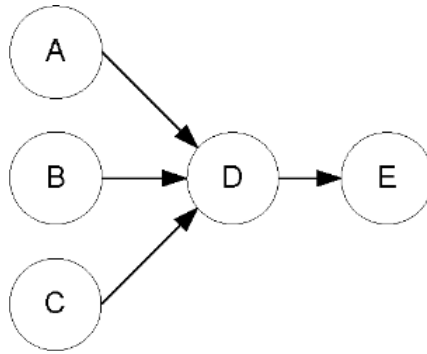
1. pada gambar 2.3 kejadian B baru dapat dimulai sesudah kejadian A selesai dikerjakan (hubungan seri).



Gambar 2. 3 Hubungan antarkejadian 1

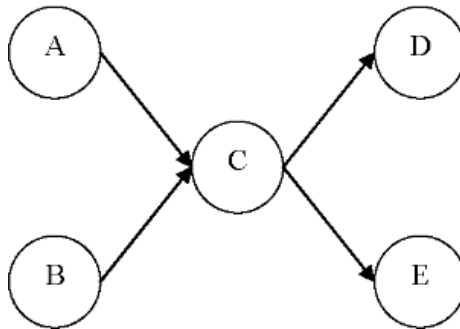
(Sumber: Somantri, 2005)

2. Gambar 2.4 menunjukkan setelah kejadian ABC selesai, baru kejadian D dapat dimulai



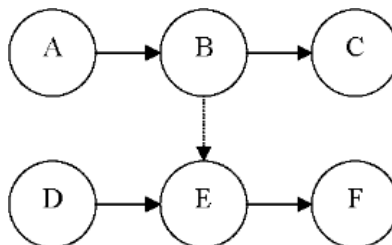
Gambar 2. 4 Hubungan antarkejadian 2
(Sumber: Somantri, 2005)

3. Gambar 2.5 menunjukkan kejadian C dapat dimulai ketika kejadian A dan B selesai kemudian kejadian D dan E dapat dimulai ketika kejadian C telah selesai.



Gambar 2. 5 Hubungan antarkejadian 3
(Sumber: Somantri, 2005)

4. Atau bisa juga ditambahkan *dummy* agar *network diagram* lebih rapi seperti gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Contoh penggunaan dummy
(Sumber: Somantri, 2005)

2.2.5 Critical Path Method

Menurut Siswanto (2007) dalam jurnal Ridho dan Syahrizal (2014) *Critical Path Method* merupakan sebuah model ilmu manajemen untuk

perencanaan dan pengendalian sebuah proyek, yang dikembangkan sejak tahun 1957 oleh perusahaan *Du Pont* untuk membangun suatu pabrik kimia dengan tujuan untuk menentukan jadwal kegiatan beserta anggaran biayanya dengan maksud pekerjaan-pekerjaan yang telah dijadwalkan itu dapat diselesaikan secara tepat waktu serta tepat biaya. Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972), metode Jalur Kritis yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek, merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

Menurut Badri (1997), manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut:

1. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
2. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
3. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan *crash program* (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.
4. *Time slack* atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

2.2.6 Critical Chain Project Management (CCPM)

2.2.6.1 Penjelasan Metode CCPM

CCPM menggunakan tiga alat teori untuk meningkatkan kinerja proyek dan teori ini berlaku untuk menghilangkan enam spesifik clem proyek yang mengarah pada jadwal proyek *overruns* (Prof P.M. Chawan & Gaikwad, 2012).

(1) *Theory of Constraints.*

CCPM menerapkan TOC untuk manajemen proyek. TOC dapat diringkas dengan "Setiap sistem harus memiliki kendala. Kalau tidak, hasilnya akan meningkat tanpa terikat, atau menjadi nol". Pesan utama dari Tujuan TOC adalah fokus pada tujuan perusahaan dan pada kendala yang menghalangi pencapaian tujuan perusahaan.

(2) *Common Cause Variation.*

W. Edwards Deming mengidentifikasi dua jenis variasi: (1) Variasi Penyebab Umum, seperti penyebab yang melekat dalam sistem dan tanggung jawab manajemen. (2) Variasi Penyebab Khusus: Penyebab khusus untuk beberapa kelompok pekerja, atau pekerja produksi tertentu, atau mesin tertentu atau pekerja produksi tertentu, atau mesin tertentu, atau kondisi lokal tertentu. Variasi ini mewakili ketidakpastian waktu kinerja aktivitas

(3) *Statistical Laws Governing Common Cause Variation.*

"Variasi proyek adalah jumlah dari variasi aktivitas pekerjaan". Metode statistik yang menggabungkan variansi ini adalah untuk dapat melindungi rangkaian kegiatan ke tingkat probabilitas yang sama dengan waktu ketidakpastian total yang jauh lebih sedikit daripada melindungi setiap aktivitas pekerjaan masing-masing.

Titik awal CCPM adalah daftar tugas dengan perkiraan durasi dan dependensinya. Langkah pertama terdiri dari mengembangkan jadwal awal untuk tugas-tugas proyek. Hal ini dilakukan sambil memperhitungkan ketergantungan antara tugas dan ketersediaan sumber daya, karena setidaknya beberapa sumber daya memiliki ketersediaan terbatas. Jadwal yang dihasilkan lebih panjang dari jadwal yang diperoleh dengan algoritma metode jalur kritis dasar; kegiatan kritis ditunda sambil menunggu sumber daya yang mereka butuhkan.

CCPM mengidentifikasi rantai kritis sebagai serangkaian tugas yang menghasilkan jalur terpanjang untuk penyelesaian proyek setelah pengadaan sumber daya. Rantai kritis menghasilkan tanggal penyelesaian proyek yang diharapkan, sumber daya yang dibutuhkan oleh tugas pada rantai kritis didefinisikan sebagai sumber daya kritis. Langkah selanjutnya dalam perencanaan

CCPM terdiri dari menghitung ulang jadwal proyek berdasarkan perkiraan durasi tugas yang dipersingkat. Yang rasional saat memperpendek perkiraan durasi asli adalah sebagai berikut:

- Semua tugas dalam proyek tunduk pada tingkat ketidakpastian tertentu.
- Ketika diminta untuk memberikan perkiraan durasi, pemilik tugas harus menambahkan margin keselamatan agar waktu penyelesaian tugas tepat waktu sant durasi tugas terlalu tinggi.
- Dalam keseluruhan rangkaian kegiatan tugas tidak akan membutuhkan seluruh jumlah margin keselamatan dan harus diselesaikan lebih cepat dari jadwal

2.2.6.2 Langkah-Langkah Metode CCPM

Valikoniene (2014) menyimpulkan bahwa metode CCPM mempunyai lima langkah berdasarkan TOC (*Theory of Constraint*) antara lain:

1. Mengidentifikasi *Critical Chain*. *Critical chain* adalah batasan mulai hingga berakhirnya sebuah proyek. Untuk mengidentifikasinya langkah-langkah berikut harus dilakukan:
 - a. Mengembangkan dasar utama dari sebuah proyek. Langkah ini sama seperti metode CPM.
 - i. Tentukan tujuan dari proyek tersebut. rencanakan anggaran, durasi dan kebutuhan konsumen.
 - ii. Tentukan aktivitas yang dilakukan sesuai dengan *work-breakdown-structure*.
 - iii. Tentukan keterkaitan antara aktivitas-aktivitas dalam proyek tersebut untuk mendapatkan durasi total. Untuk lebih mudahnya sesuaikan dengan pendekatan *as-late-as-possible*.
 - iv. Estimasikan durasi, biaya dan sumber daya yang dibutuhkan setiap aktivitas,
 - v. Cari *critical chain* sama seperti metode CPM tetapi ditambahkan pertimbangan sumber dayanya
2. Memutuskan bagaimana untuk mengeksploitasi rantai kritis. Untuk lebih jelasnya ikuti langkah-langkah berikut:

- a. Mengurangi durasi dari masing-masing aktivitas
 - b. Memasukan *project buffer*
- 3. Subordinat pekerjaan lain, jalan, dan sumber daya ke rantai kritis
 - a. Masukan *feeding buffer*.
 - b. Lakukan penjadwalan ulang setelah memasukan *feeding buffer*.
 - c. Masukan *resource buffer*
- 4. Mengembangkan critical chain. Jika penjadwalan yang dibuat dirasa belum memuaskan, maka rantai kritis harus dikembangkan. Pengembangan ini mencakup penambahan sumber daya, merubah runtutan aktivitas, merubah peralatan dan material, untuk menyalurkan sumber daya dari aktivitas non kritis ke aktivitas kritis, menambahkan jam lembur dan lain-lain.

2.2.6.3 Enam Penghambat Spesifik pada Proyek

Chawan Gaikwad (2012) menjelaskan enam penghambat yang secara spesifik selalu terjadi pada proyek, antara lain:

1. *Excessive Activity Duration Estimates.*

Sebagian besar manajer proyek memasukkan waktu kontingensi (ketidakpastian) dalam setiap estimasi aktivitas untuk memperhitungkan variasi aktivitas umum penyebab individual. Sebagai contoh, seorang karyawan diberikan sebuah tugas dan dapat diselesaikan dalam 5 hari. Lalu, ketika berpikir sedikit lagi, karyawan itu khawatir tentang efek gangguan kerja yang tidak direncanakan. Akhirnya, karyawan tersebut menambahkan penyelesaiannya menjadi 10 hari. Dengan demikian, secara signifikan memperpanjang durasi rencana proyek.

2. *Little Actual Activity Positive Variation*

Seorang karyawan memiliki estimasi 10 hari untuk melakukan pekerjaan yang juga termasuk periode darurat, lalu karyawan tersebut menunda nunda memulai bekerja hingga hari kelima. Saat dimulai, semua berjalan baik-baik saja. Tetapi, pada hari ketujuh atau kedelapan mengalami masalah yang tidak terduga dengan pekerjaannya. Tiba-tiba, karyawan tersebut menyadari bahwa keselamatannya hilang dan ia menghabiskan dua tiga hari ke depan bekerja secepat mungkin dengan kelebihan estimasi awal.

3. *Failure to pass on Positive Variation*

Dalam sebagian besar budaya, hanya sedikit bahkan tidak ada sama sekali imbalan untuk menyelesaikan kegiatan yang lebih awal, namun hanya ada hukuman jika terlambat atau memiliki masalah kualitas. Jika individu menyelesaikan aktivitas lebih awal, mereka mendapat lebih banyak pekerjaan. Lingkungan ini mendorong terjadinya keterlambatan.

4. *Project Delay Caused by Activity Path Merging*

Sebagian besar proyek memiliki banyak jalur aktivitas yang harus bergabung ke jalur kritis. Jika tanpa alasan lain selain menjadi tonggak sejarah yang mengidentifikasi penyelesaian proyek, biasanya jalan gabungan cenderung berkonsentrasi di dekat akhir proyek. Seperti salah satu alasan, yaitu untuk operasi "perakitan" atau "pengujian" yang diletakan pada akhir proyek dan membutuhkan banyak clement untuk bersatu. Penggabungan jalur aktivitas ini membuat filter yang menghilangkan fluktuasi positif, dan meneruskan penundaan terpanjang. Oleh karena itu, aktivitas penerus tidak dapat dimulai sampai kegiatan penggabungan yang terbaru selesai.

5. *Multitasking*

Multitasking adalah kinerja berbagai aktivitas proyek pada saat yang bersamaan.

6. *Loss of Focus*

Beberapa aspek perencanaan proyek yang sering berganti-ganti dapat mempersulit manajer proyek untuk mengetahui di mana harus fokus untuk memastikan pengiriman proyek termasuk:

- Jadwal mulai awal, yang memungkinkan semua jalur aktivitas untuk memulai pada saat yang sama.
- Mengubah jalur kritis selama kinerja proyek.
- Berusaha untuk secara eksklusif menggunakan nilai yang diperoleh untuk kontrol proyek.

2.2.7 Perhitungan Jalur Kritis

Perhitungan pada jalur kritis dapat dikerjakan dengan 2 tahap. Tahap pertama disebut perhitungan maju, dimana perhitungan dimulai dari node "awal dan

bergerak ke node "akhir". Tahap kedua yang disebut perhitungan mundur dimana perhitungan dimulai dari node akhir dan bergerak ke node "awal". Di setiap node, sebuah nilai dihitung yang mewakili waktu tercepat untuk suatu kejadian yang bersangkutan.

2.2.7.1 Perhitungan Maju

Pada perhitungan maju dimaksudkan untuk menghitung saat yang paling awal terjadinya dan penyelesaian kegiatan suatu proyek. Waktu mulai paling awal EET (*Earliest Event Time*) suatu kegiatan dapat didapatkan dari persamaan 2.1 (Soeharto, 1999):

$$EF_{(i-j)} = ES_{(i-j)} + t_j \quad (2.1)$$

Dimana:

EF_j = waktu penyelesaian paling awal suatu kegiatan j

ES_j = waktu mulai paling awal dari kegiatan j

t_j = durasi dari kegiatan j

Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan terdahulu, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

2.2.7.2 Perhitungan mundur

Pada perhitungan mundur dimaksudkan untuk menghitung saat yang paling akhir penyelesaian dan terjadinya dari kegiatan suatu proyek. Waktu penyelesaian paling akhir LF (*Latest Event Time*) suatu kegiatan didapatkan dari persamaan 2.2 (Soeharto, 1999):

Dimana:

$$LS_{(i-j)} = LF_{(i-j)} - t_j \quad (2.2)$$

LS_j = waktu mulai paling akhir dari kegiatan j

LF_j = waktu penyelesaian paling akhir suatu kegiatan j

t_j = durasi dari kegiatan j

Dari hasil persamaan-persamaan diatas maka jalur kritis sebuah kegiatan dapat ditentukan apabila memenuhi tiga kondisi sebagai berikut

$$ES = LS$$

$$EF = LF$$

$$LF - ES = \text{Durasi Kegiatan}$$

2.2.7.3 Menghitung *Total Float*

Menurut Mahendra (2004) dalam Somantri (2005), *total float* adalah tenggang waktu yang masih dimungkinkan untuk terjadi keterlambatan selesainya pekerjaan tersebut tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek. Adapun persamaan untuk mencari *total float* sebagai berikut

$$\text{Total Float} = LF - EF \quad (2.3)$$

Dimana:

EF = *Earliest Finish*

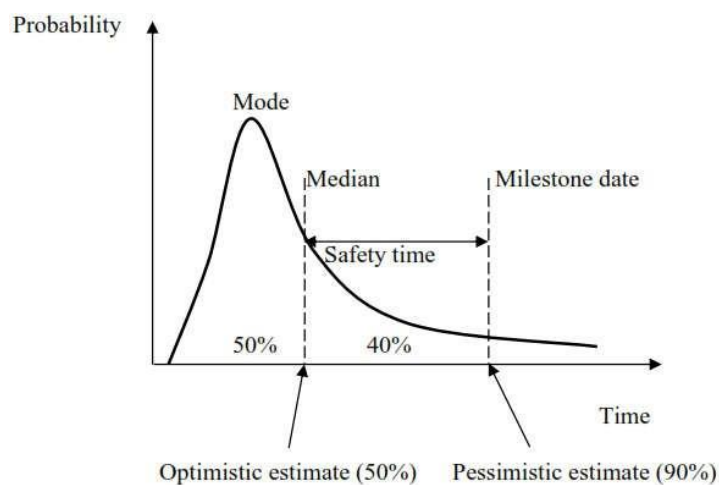
LF = *Latest Finish*

Dari persamaan diatas, maka suatu kegiatan dikatakan berada dalam jalur kritis adalah ketika besarnya TF = 0.

2.2.8 Pengurangan Durasi Kegiatan

CCPM mengendalikan beberapa permasalahan dengan memasukan *buffer* ke dalam jadwal proyek. Berbeda dengan metode tradisional yang menambahkan *safety time* ke dalam masing-masing kegiatan. Metode ini mengurangi durasi proyek dengan membuang *safety time* dari masing-masing kegiatan di dalam jadwal.

Leach (2000) menyatakan bahwa pengurangan durasi didapat dari nilai tengah atau median dari setiap kegiatan. Yaitu sebesar 50/50 kemungkinan untuk selesai lebih awal atau menjelang waktu tenggat. Untuk lebih jelas lihat gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Distribusi durasi dalam aktivitas
(Sumber: Valikoniene, 2014)

2.2.8.1 Tipe-Tipe *Buffer*

Menurut Leach (2000), manajemen *buffer* adalah kunci untuk mengatur aktivitas pada rantai kritis jadwal proyek. Manajemen *buffer* dapat memberikan pandangan terhadap dampak risiko yang kumulatif kepada kinerja proyek. Oleh karena itu, menjadwalkan tanpa mempertimbangkan batasan sumber daya menjadi sesuatu yang tidak dapat dipercaya dalam menjadwalkan. Menurut Leach (2000), di dalam lingkungan proyek tunggal ada tiga tipe *buffer* yang digunakan dalam *critical chain*, yaitu:

1. *Project Buffer*

Safety time dimasukkan ke dalam beberapa kegiatan, dan ditambahkan pada akhir proyek dan digabung menjadi *project buffer*. *Buffer* ini bertujuan untuk melindungi waktu akhir dari penyelesaiannya.

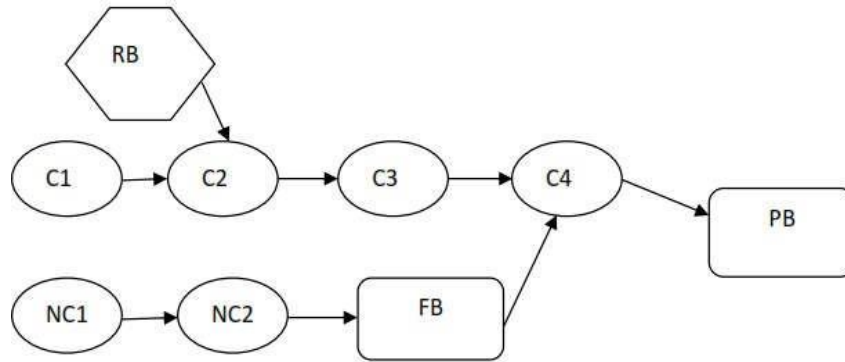
2. *Feeding Buffer*

Feeding buffer dimasukkan untuk melindungi kegiatan jalur kritis akibat terlambatnya kegiatan-kegiatan non jalur kritis. *Buffer* ini dimasukkan pada akhir kegiatan-kegiatan non kritis

3. *Resource Buffer*

Resource buffer adalah satu-satunya *buffer* yang sifatnya non-waktu, Fungsinya sebagai sinyal, mekanisme jaga-jaga untuk sumber daya agar disiapkan terlebih dahulu ketika dibutuhkan oleh aktivitas dalam jalur kritis *Resource buffer* dimasukkan ke dalam kegiatan ketika aktivitas jalur kritis memelurkan sumber daya yang jenisnya berbeda.

Gambar 2.8 mendemonstrasikan penggunaan *buffer* atau waktu penyangga di dalam metode CCPM. *Feeding Buffer* (FB) ditempatkan pada poin aktivitas non critical bertemu dengan aktivitas critical. *Resource Buffer* (RB) dimasukkan sebelum aktivitas kritikal C2, karena aktivitas tersebut memelurkan sumber daya yang berbeda dari aktivitas C1. *Project buffer* (PB) ditempatkan pada akhir dari proyek.

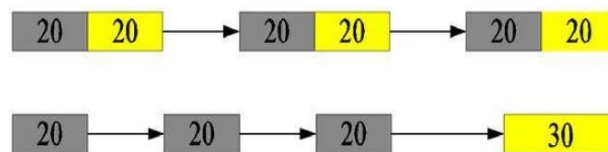


Gambar 2. 8 *Buffer* pada CCPM
(Sumber: Valikoniene, 2014)

2.2.8.2 Metode Pengukuran Nilai Buffers

Menurut Herroelen (2002), ada dua metode yang sering digunakan dalam menentukan ukuran *buffer* yaitu dengan *copy and paste method* (CPM) dan *root square error method* (RSEM). Goldratt (1997) mengemukakan bahwa penggunaan 50% dari *safety time* yang dibuang digunakan untuk *project buffer*, dan 50% dari *safety time* yang dibuang dari kegiatan non kritis terpanjang menjadi *feeding buffer*.

Contoh dapat dilihat pada gambar 2.9, dalam rantai kritis dengan tiga aktivitas, setiap tugas dengan *safety time* 20, yang berasal dari pemotongan sebesar 50% dari aktivitas keseluruhan waktu kerja 40, dan *project buffer* mempunyai nilai 30 sebagai ukuran *buffer* yang ditambahkan pada akhir rantai kritis yang mempunyai durasi 60 (Ramanda dan Arvianto 2014).



Gambar 2. 9 Contoh perhitungan buffer menggunakan metode CPM
(Sumber: Ramanda & Arvianto, 2014)

Metode lain yang digunakan untuk mencari nilai *buffer* adalah *root square error method* (RSEM) dapat dilihat pada gambar 2.10. Metode ini mengaplikasikan dua estimasi dari masing masing aktivitas: estimasi aman dari 100% kemungkinan (Si) dan waktu optimis adalah estimasi yang besarnya 50% dari nilai estimasi aman

(A_i). Perbedaan dari kedua estimasi adalah durasi aman kegiatannya. Besarnya nilai *buffer* didapatkan dengan menyelesaikan persamaan 2.4 (Newbold, 1998)

$$\text{Buffer Size} = 2 \times \sqrt{\left(\frac{S_1 - A_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{S_2 - A_2}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{S_n - A_n}{2}\right)^2} \quad (2.4)$$

Dimana:

S = waktu aman

A = waktu optimis

Dimana n adalah banyaknya aktivitas dalam rantai kritis. Menggunakan contoh yang sama dari kasus CPM, ukuran *project buffer* dengan menggunakan metode RSEM adalah 35 yang berasal dari setiap tugas. Dengan nilai S_i 40, selanjutnya A_i 20, dan hasil *buffer size* yang didapat adalah 35 (Ramanda & Arvianto, 2014)



Gambar 2. 10 Contoh perhitungan buffer menggunakan metode RSEM
(Sumber: Ramanda & Arvianto, 2014)

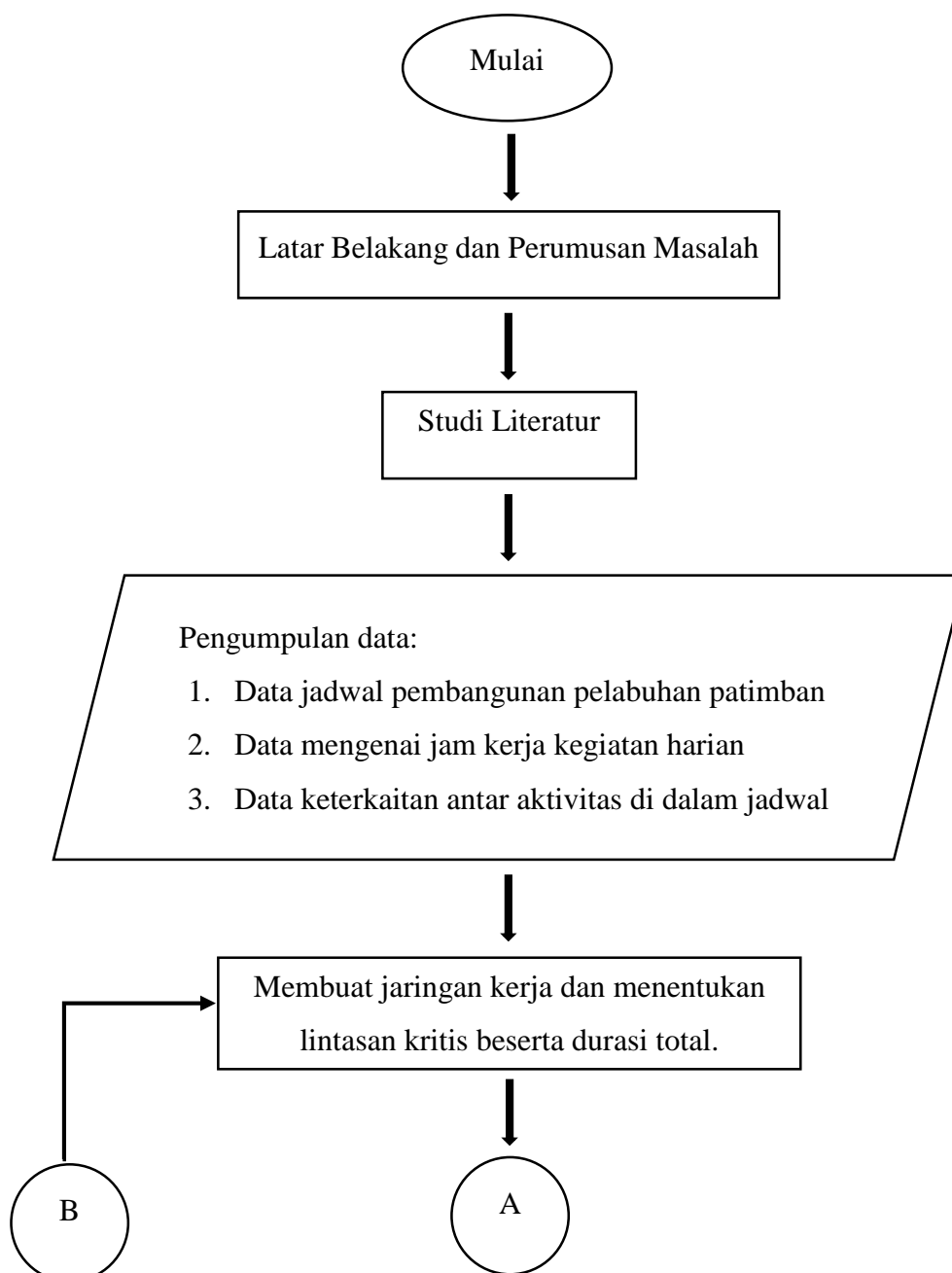
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

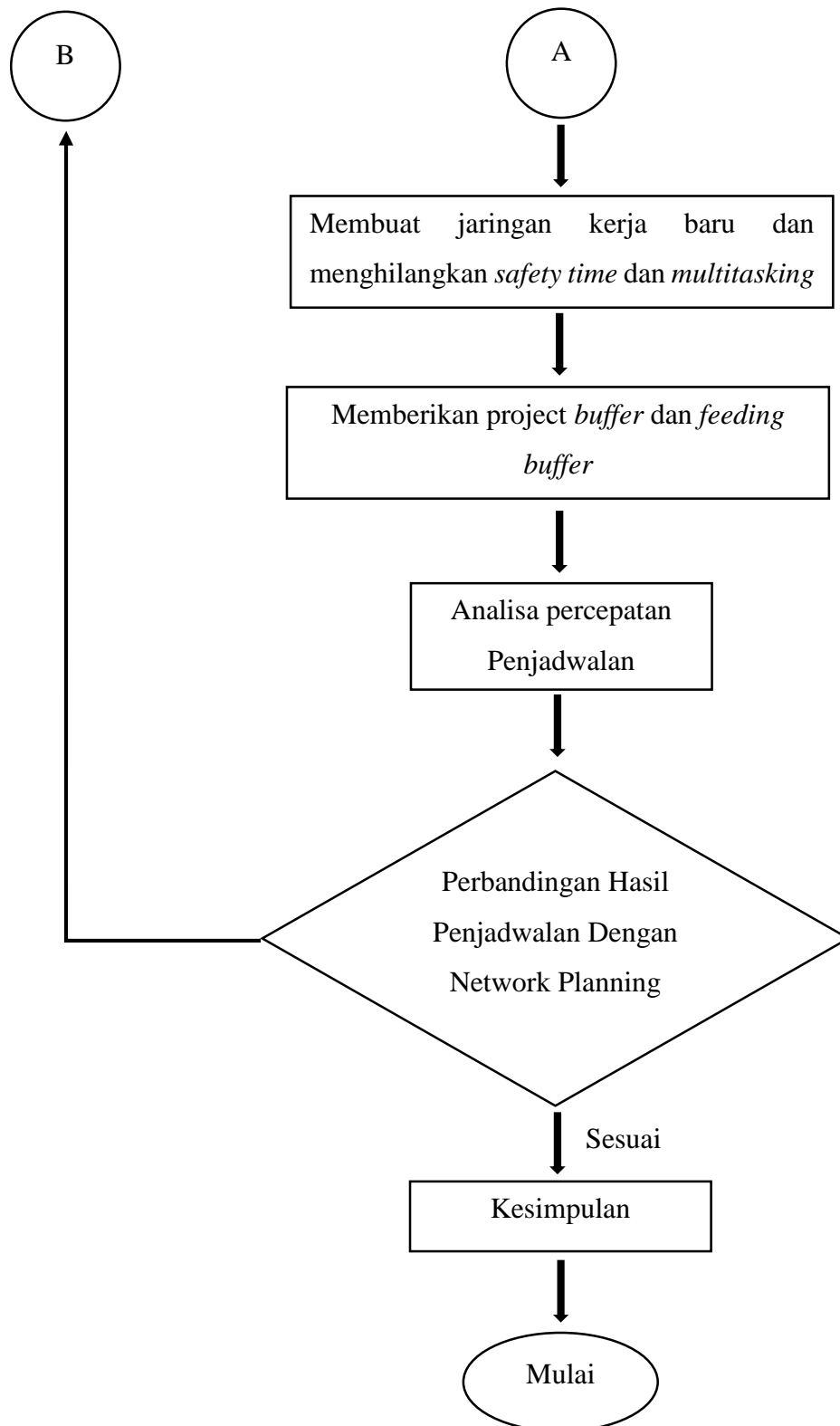
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk memudahkan dalam penulisan tugas akhir ini maka dibuat diagram alir dan penjelasan dari tahapan-tahapan pengerjaan. Secara garis besar pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

3.2.1 Tahap Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa durasi jalur kritis dari pembangunan pelabuhan menggunakan metode CPM pada *software Ms. Project*?
2. Berapa durasi percepatan penjadwalan ulang jika menggunakan metode CCPM pada *software Ms. Project*?

Tahap Selanjutnya adalah menganalisis dari permasalahan yang ada sebelumnya perlu dilakukan pemahaman dahulu mengenai: manajemen proyek, network planning penjadwalan dengan metode CCPM, penggunaan *Ms. Project*. Maka dari itu, perlu dilakukannya studi literatur mengenai hal-hal berikut.

3.2.2 Studi Literatur

Untuk mendukung penulisan tugas akhir ini, maka diperlukan studi literature yang memiliki hubungan dengannya untuk meningkatkan dan mengembangkan wawasan dan analisa Studi literature yang digunakan antara lain, yaitu:

1. Studi mengenai penjadwalan pembangunan proyek.
2. Studi mengenai metode CPM, CCPM dan penggunaannya
3. Studi mengenai *Ms. Project* dan cara penggunaannya

3.2.3 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini yang dilakukan adalah mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini: Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

1. Data *schedule* pembangunan Pelabuhan Patimban sesuai kontrak kerja antara kontraktor, konsultan dan *owner* beserta duriasinya.
2. Data mengenai waktu jam kerja harian, meliputi durasi jam kerja biasa dan jam kerja lembur.

3.2.4 Analisa Data dan Pembahasan

Setelah data yang diperlukan sudah lengkap, maka sudah bisa dimulai tahap pembahasan dalam tugas akhir ini. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Membuat Penjadwalan

Penjadwalan diawali dengan membuat jaringan kerja sesuai dengan *work breakdown structure* proyek pembangunan pelabuhan patimban yang telah di dapat dari perusahaan. Selanjutnya menganalisa lintasan kritisnya dan *total float* atau durasi total dari proyek tersebut pun akan diketahui.

2. Membuat Penjadwalan Ulang

Seperti halnya langkah nomor 1, penjadwalan kembali dbuat dengan metode CCPM, dengan menghilangkan *safety time* dan *multitasking*. Lalu menganalisis kembali dimana jalur kritis itu berada

3. Meghilangkan *safety time* dan *multitasking*

Menghilangkan *safety time* bertujuan untuk memaksimalkan produktivitas dari pekerja agar tidak ada waktu yang terbuang percuma. Metode yang digunakan adalah metode C&PM atau *cut and paste method* dengan cara memotong 10 - 40% waktu dari durasi masing-masing kegiatan dari WBS. Kemudian menghilangkan *multitasking* dengan memotong jaringan kerja yang dibuat. Hal ini bertujuan untuk mempersingkat durasi dari masing masing pekerjaan meskipun waktu total pengerjaan kedua pekerjaan tersebut tetap sama

4. Menentukan dan memasukan *project buffer* pada akhir kegiatan

Setelah menghilangkan *safety time* dan *multitasking* dari masing-masing aktivitas, langkah selanjutnya adalah menghitung *project buffer*. Besar nilainya *project buffer* adalah rata-rata dari total *safety time* yang dibuang pada masing-masing aktivitas. Metode lain yang dapat digunakan ialah *root square error method* (RSEM) dengan menghitung dua standar deviasi.

5. Memasukan *feeding buffer*

Metode yang digunakan untuk menentukan *feeding buffer* sama dengan *project buffer* yaitu menggunakan *root square error method* (RSEM) tetapi hanya terbatas pada *safety time* yang terdapat pada lintasan kritis saja. Ha

ini bertujuan untuk melindungi lintasan kritis yang telah dipotong durasinya dari keterlambatan.

6. Analisis percepatan penjadwalan

Setelah semua analisa telah dilakukan dalam metode CCPM, Maka sudah dapat diketahui durasi total proyek dari durasi lintasan kritisnya.

7. Verifikasi Penjadwalan

Tahap ini dilakukan Analisis terhadap *critical chain* yang telah dibuat yaitu dengan membandingkan hasil penjadwalan dengan *ganttt chart* dan *network planning*. Apakah memiliki perbedaan dalam total waktu kegiatan dan lintasan kritis yang dihasilkan. Serta dilakukan Analisis *buffer management* untuk memudahkan dalam mengontrol proyek berdasarkan banyaknya *buffer* yang digunakan dengan tiga kondisi di dalam *buffer management* tersebut sama besar.

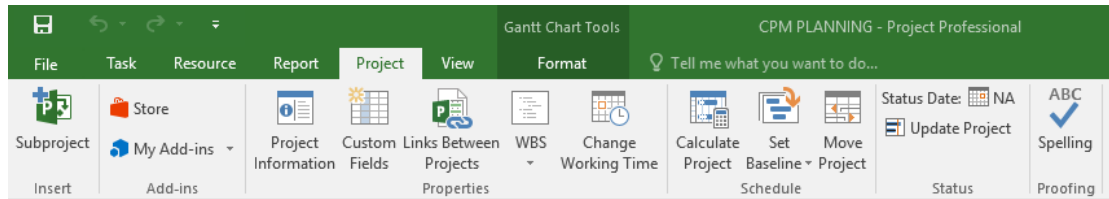
3.2.5 Kesimpulan dan Saran

Setelah semua tahapan dilakukan maka disusun kesimpulan dari penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dengan menggunakan metode dan software. Sehingga memberikan gambaran yang dapat diambil sebagai saran-saran yang dapat dijalankan dan daripada penelitian ini dapat berguna juga bagi pembaca, berguna juga bagi peningkatan kinerja perusahaan dan bagi pengembangan penelitian ini di masa depan.

3.3 Penyusunan Penjadwalan Menggunakan Software Ms. Project

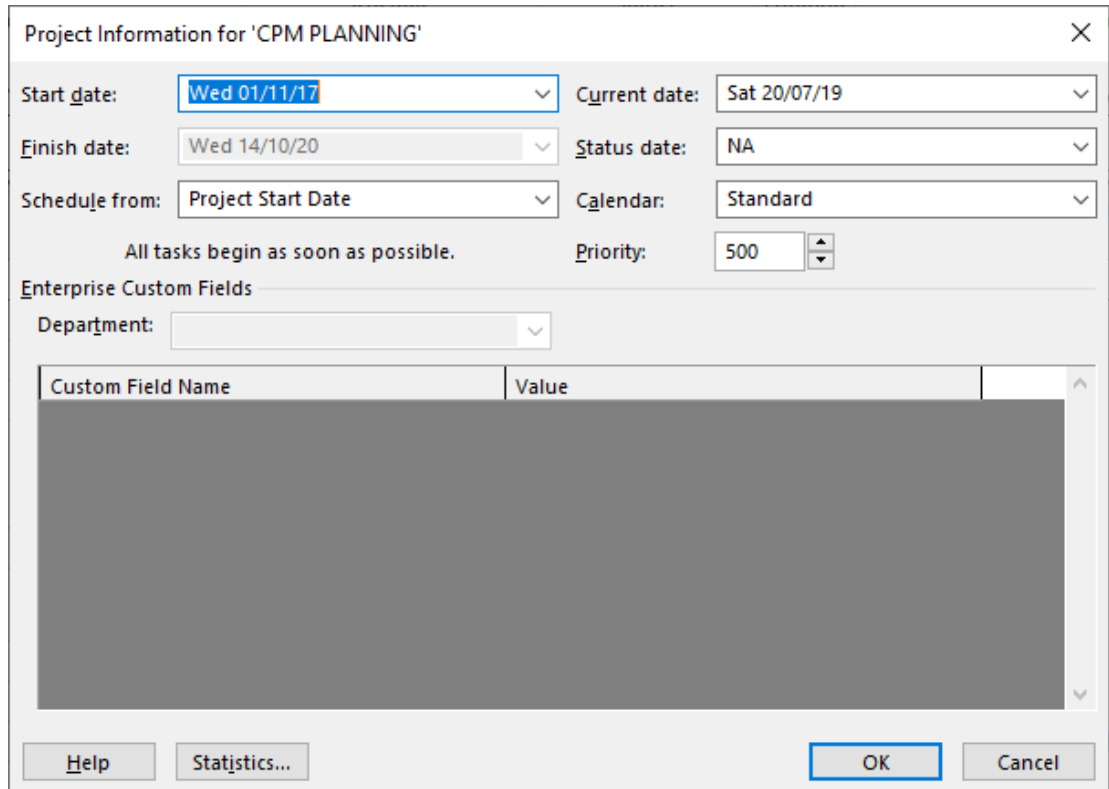
Langkah pertama yang dilakukan dalam penyusunan Network planning dalam *MS. Project* adalah sebagai berikut:

1. Membuka *Ms. Project*
2. Untuk memulai sebuah penjadwalan proyek, langkah awal yang terpenting ialah memberika informasi terkait dimulainya suatu project dan mengatur jam kerja pada proyek tersebut. Pada *bar Project*, klik "*Project Information*" untuk mengatur mulainya kegiatan proyek.



Gambar 3. 2 Bar "Project"

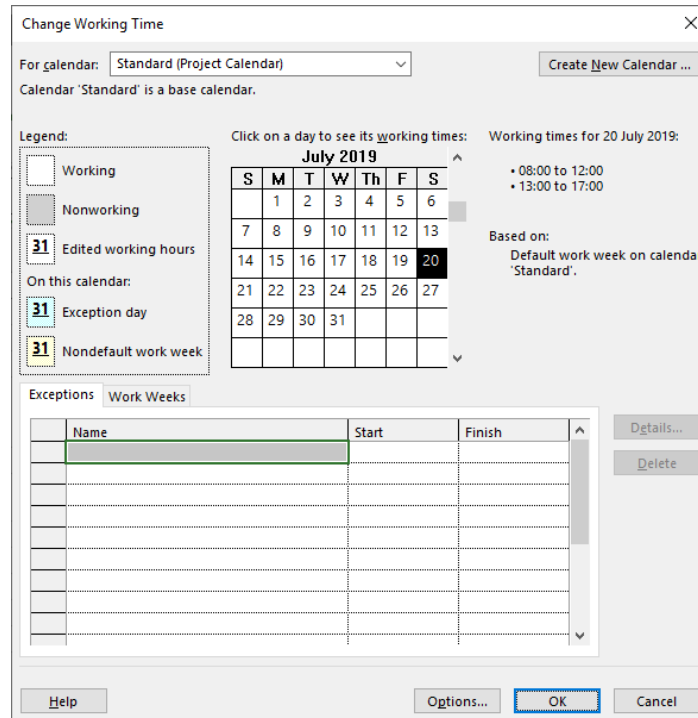
Setelah di klik, akan muncul jendela seperti berikut:



Gambar 3. 3 Project Information

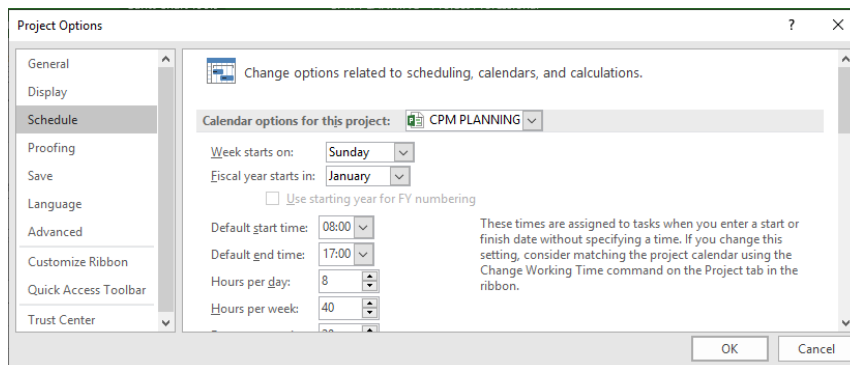
"start date" ialah untuk mengatur mulainya tanggal kerja. Dan "Current date" ialah hari dimana kita memulai untuk mulai menjadwalkan proyek. Lalu klik "OK".

3. Lalu setelah itu, aturlah jam kerja proyek pada bar "project" lalu klik "Change Working Time".



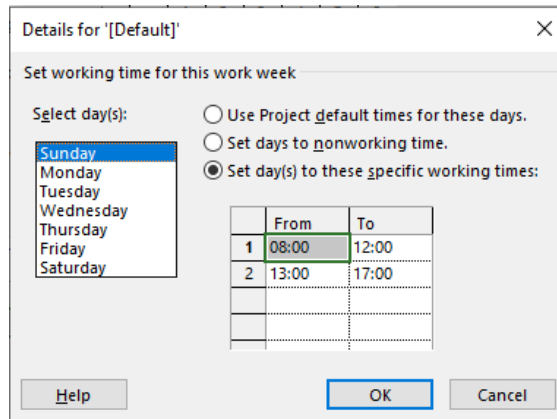
Gambar 3. 4 Change Working Time

Untuk jam kerja yang berbeda dari umumnya, dapat kita atur melalui tombol "*option*" di bawah.



Gambar 3. 5 Project Option

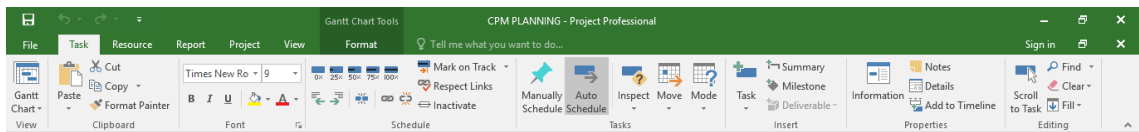
4. Untuk mengatur waktu yang lebih detail lagi setiap minggunya, dapat mengaturnya pada bar "*Work Weeks*" kemudian "*Details...*" setelah diatur sesuai yang diinginkan, klik "OK".



Gambar 3. 6 Detail for '[Default]'

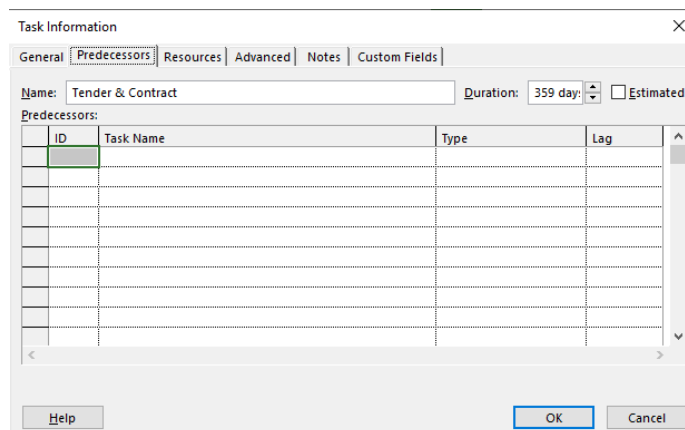
Kemudian, sekarang dapat memulai untuk mengetikkan list-list kegiatan pada lembar kerja pada halaman awal ketika kita membuka *MS. Project*

5. Untuk mengatur WBS, dapat langsung mengklik "*Indent Task*" pada bar "*Task*" dengan cara men-*drag* terlebih dahulu kegiatan yang akan di *breakdown*.



Gambar 3. 7 Task Bar

6. Untuk mengatur *predecessors*, dapat dilakukan langkah klik "*Information*" pada Bar "*Task*" atau dengan mengklik 2x pada kolom predecessor pada lembar kerjanya.



Gambar 3. 8 Task Information

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Jadwal Kegiatan

Kegiatan pengerjaan proyek pembangunan pelabuhan ini dilaksanakan setiap hari mulai dari hari Senin sampai dengan Minggu pada pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 17.00 WIB dengan waktu istirahat selama satu jam mulai pukul 12.00 WIB sampai dengan 13.00 WIB. Maka jam kerja per harinya adalah 8 jam

4.2 Data Penjadwalan Proyek

Penyusunan WBS (*Work Breakdown Structure*) dari data yang diperoleh akan dilakukan terlebih dahulu sehingga akan memudahkan dalam penyusunan selanjutnya dan dalam ketergantungan antara aktivitas satu dengan aktivitas lainnya. agar lebih mudah dan aktivitas-aktivitas dalam proyek tersebut saling berkaitan. Berdasarkan data yang di telah disusun, selanjutnya akan dihitung durasi dari pengerjaan proyek pembangunan pelabuhan dengan menggunakan *Ms. Project* dengan mengaplikasikan metode CPM (*Critical Path Method*) dan CCPM (*Critical Chain Project Management*). Berikut data dari proyek tersebut.

Tabel 4. 1 Data Waktu dan Aktivitas Kerja

| No ID | Task Name | Duration (days) | Start | Finish |
|-------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Tender & Contract | 359 | Wed 01/11/17 | Thu 25/10/18 |
| 2 | Commencemnet Date | 0 | Sun 28/10/18 | Sun 28/10/18 |
| 3 | Soil Investigation | 48 | Tue 11/09/18 | Sun 28/10/18 |
| 4 | Test Pile | 33 | Fri 28/09/18 | Tue 30/10/18 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 97 | Tue 13/11/18 | Sun 17/02/19 |
| 6 | Super Structure | 374 | Wed 12/12/18 | Fri 20/12/19 |

Lanjutan Tabel 4. 1 Data Waktu dan Aktivitas Kerja

| No ID | Task Name | Duration (days) | Start | Finish |
|-------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 349 | Sun 20/01/19 | Fri 03/01/20 |
| 8 | Strut | 224 | Sun 31/03/19 | Sat 09/11/19 |
| 9 | Apron Concrete | 126 | Fri 16/08/19 | Thu 19/12/19 |
| 10 | Steel Pipe (SPP) | 127 | Thu 19/09/19 | Thu 23/01/20 |
| 11 | Soil Investigation II | 38 | Mon 24/09/18 | Wed 31/10/18 |
| 12 | Test Pile II | 25 | Mon 29/10/18 | Thu 22/11/18 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurement | 180 | Sun 13/01/19 | Thu 11/07/19 |
| 14 | O&M Building Substation | 155 | Thu 01/08/19 | Thu 02/01/20 |
| 15 | Fire Engine Garage | 94 | Thu 01/08/19 | Sat 02/11/19 |
| 16 | Utility ADMI Area Landscaping | 175 | Wed 07/08/19 | Tue 28/01/20 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 227 | Wed 30/10/19 | Fri 12/06/20 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 222 | Wed 30/10/19 | Sun 07/06/20 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 235 | Sun 29/12/19 | Wed 19/08/20 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 219 | Sun 29/12/19 | Mon 03/08/20 |
| 21 | Super Structure II | 584 | Fri 18/01/19 | Sun 23/08/20 |
| 22 | Corrosion Protection System | 482 | Mon 11/03/19 | Sat 04/07/20 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 226 | Sat 06/04/19 | Sun 17/11/19 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 293 | Tue 16/04/19 | Sun 02/02/20 |
| 25 | Pier Head Construction | 327 | Sat 20/04/19 | Wed 11/03/20 |
| 26 | Strut II | 246 | Wed 10/07/19 | Wed 11/03/20 |
| 27 | Soil Investigation III | 30 | Wed 03/10/18 | Thu 01/11/18 |
| 28 | Preparation Works | 126 | Sun 23/12/18 | Sat 27/04/19 |

Lanjutan Tabel 4. 1 Data Waktu dan Aktivitas Kerja

| No ID | Task Name | Duration (days) | Start | Finish |
|-------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| 29 | Car Terminal 1 | 58 | Thu 01/08/19 | Fri 27/09/19 |
| 30 | Car Terminal 2 | 58 | Sat 28/09/19 | Sun 24/11/19 |
| 31 | Truck Waiting Area | 120 | Sun 16/06/19 | Sun 13/10/19 |
| 32 | Container Terminal 1 | 165 | Wed 29/01/20 | Sat 11/07/20 |
| 33 | CPM Works | 300 | Sun 28/04/19 | Fri 21/02/20 |
| 34 | Reclamation | 351 | Mon 17/06/19 | Mon 01/06/20 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 380 | Thu 04/07/19 | Fri 17/07/20 |
| 36 | Yard Lighting System | 396 | Thu 04/07/19 | Sun 02/08/20 |
| 37 | Pre-Survey | 90 | Mon 29/10/18 | Sat 26/01/19 |
| 38 | Interim Survey | 515 | Sun 27/01/19 | Wed 24/06/20 |
| 39 | Mobilization | 14 | Mon 29/10/18 | Sun 11/11/18 |
| 40 | Pre-Dredging for Terminal Area | 152 | Mon 12/11/18 | Fri 12/04/19 |
| 41 | Engineer's Office | 148 | Mon 29/10/18 | Mon 25/03/19 |
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 381 | Thu 09/08/18 | Sat 24/08/19 |
| 43 | Stone Work | 289 | Tue 01/01/19 | Wed 16/10/19 |
| 44 | Environmental Monitoring | 365 | Tue 26/03/19 | Tue 24/03/20 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 402 | Fri 12/04/19 | Sun 17/05/20 |
| 46 | Post Survey | 44 | Thu 18/06/20 | Fri 31/07/20 |
| 47 | Container Terminal 2 | 30 | Sun 12/07/20 | Mon 10/08/20 |
| 48 | Corrosion Protection System | 284 | Sun 10/11/19 | Wed 19/08/20 |
| 49 | Pier Head Construction | 214 | Tue 12/11/19 | Fri 12/06/20 |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 210 | Wed 27/11/19 | Tue 23/06/20 |

Lanjutan Tabel 4. 1 Data Waktu dan Aktivitas Kerja

| No ID | Task Name | Duration (days) | Start | Finish |
|-------|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| 51 | Berth Utility | 136 | Fri 20/12/19 | Sun 03/05/20 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 318 | Sat 17/08/19 | Mon 29/06/20 |
| 53 | Apron Concrete II | 285 | Tue 24/09/19 | Sat 04/07/20 |
| 54 | Berth Utility II | 276 | Fri 18/10/19 | Sun 19/07/20 |
| 55 | Water Supply System | 342 | Fri 23/08/19 | Wed 29/07/20 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 58 | Sat 23/05/20 | Sun 19/07/20 |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 64 | Mon 29/06/20 | Mon 31/08/20 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 162 | Fri 27/03/20 | Fri 04/09/20 |
| 59 | Concrete Pavement | 393 | Wed 18/09/19 | Wed 14/10/20 |

Selain data penjadwalan, terdapat juga data ketergantungan antara kegiatan satu dengan yang lainnya. Dapat dilihat pada table 4.2.

Tabel 4. 2 Ketergantungan Antarkegiatan Proyek

| No ID | Task Name | Predecessors | Successors |
|-------|---------------------------------------|------------------------|--|
| 1 | Tender & Contract | Start | 2FS+3 days |
| 2 | Commencemnet Date | 1FS+3 days | 3FF;11FF+3 days;27FS-26 days;37;39;41;42FS-81 days |
| 3 | Soil Investigation | 2FF | 4FF+2 days;11SS+13 days |
| 4 | Test Pile | 3FF+2 days | 5FS+13 days |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 4FS+13 days | 6SS+29 days |
| 6 | Super Structure | 5SS+29 days | 7SS+39 days |
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 6SS+39 days | 8SS+70 days |
| 8 | Strut | 7SS+70 days | 9FF+40 days |
| 9 | Apron Concrete | 8FF+40 days | 10SS+34 days |
| 10 | Steel Pile Pipe (SPP) | 9SS+34 days | 48SS+52 days |
| 11 | Soil Investigation II | 3SS+13 days;2FF+3 days | 12FS-3 days |
| 12 | Test Pile II | 11FS-3 days | 13FS+51 days |

Lanjutan Tabel 4. 2 Ketergantungan Antarkegiatan Proyek

| No ID | Task Name | Predecessors | Successors |
|-------|---|---------------------------|----------------------------|
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 12FS+51 days | 14FS+20 days;21SS+5 days |
| 14 | O&M Buuilding Substation | 13FS+20 days | 15SS |
| 15 | Fire Engine Garage | 14SS | 16SS+6 days |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 15SS+6 days | 17SS+84 days |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 16SS+84 days | 18SS |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 17SS | 19SS+60 days |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 18SS+60 days | 20SS |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 19SS | 57FF+28 days |
| 21 | Super Structure II | 13SS+5 days | 22SS+52 days |
| 22 | Corrosion Protection System | 21SS+52 days | 23SS+26 days |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 22SS+26 days | 24SS+10 days |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 23SS+10 days | 25SS+4 days |
| 25 | Pier Head Construction | 24SS+4 days | 26FF |
| 26 | Strut II | 25FF | 52SS+38 days |
| 27 | Soil Investigation III | 2FS-26 days | 28FS+51 days |
| 28 | Preparation Works | 27FS+51 days | 29FS+95 days;33 |
| 29 | Car Terminal 1 | 28FS+95 days | 30 |
| 30 | Car Terminal 2 | 29 | 31SS-104 days;32FS+65 days |
| 31 | Truck Waiting Area | 30SS-104 days | 32FF+40 days |
| 32 | Container Trminal 1 | 31FF+40 days;30FS+65 days | 47 |
| 33 | CPM Works | 28 | 34SS+50 days |
| 34 | Reclamation | 33SS+50 days | 35SS+17 days |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 34SS+17 days | 36SS |
| 36 | Yard Lighting System | 35SS | 55SS+50 days |
| 37 | Pre-Survey | 2 | 38 |
| 38 | Interim Survey | 37 | 46FF+36 days |
| 39 | Mobilization | 2 | 40 |
| 40 | Pre-Dreging for Terminal Area | 39 | 45FS-1 day |
| 41 | Engineer's Office | 2 | 44SS-1 day |
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 2FS-81 days | 43FF+53 days |
| 43 | Stone Work | 42FF+53 days | 44SS+84 days |
| 44 | Environmental Monitoring | 43SS+84 days;41SS-1 day | 45SS+17 days |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 40FS-1 day;44SS+17 days | 46FS+31 days |
| 46 | Post Survey | 38FF+36 days;45FS+31 days | 47FS-21 days |
| 47 | Container Terminal 2 | 32;46FS-21 days | 48FF+9 days;59FF+65 days |
| 48 | Corrosion Protection System | 10SS+52 days;47FF+9 days | 49SS+2 days |
| 49 | Pier Head Construction | 48SS+2 days | 50FF+11 days |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 49FF+11 days | 51SS+23 days |
| 51 | Berth Utility | 50SS+23 days | 52FF+57 days |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 26SS+38 days;51FF+57 days | 53FF+5 days |

Lanjutan Tabel 4. 2 Ketergantungan Antarkegiatan Proyek

| No ID | Task Name | Predecessors | Successors |
|-------|--|---------------------------|--------------|
| 53 | Apron Concrete II | 52FF+5 days | 54FF+15 days |
| 54 | Berth Utility II | 53FF+15 days | 55FF+10 days |
| 55 | Water Supply System | 36SS+50 days;54FF+10 days | 56FF-10 days |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 55FF-10 days | 57SS+37 days |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 56SS+37 days;20FF+28 days | 58FF+4 days |
| 58 | Temporary ADM I Area Building Landscaping | 57FF+4 days | 59FF+39 days |
| 59 | Concrete Pavement | 47FF+65 days;58FF+39 days | Finish |

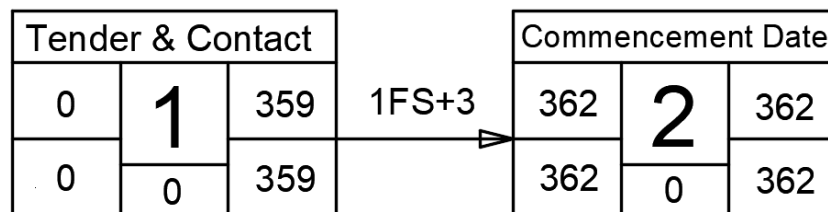
4.3 Penyusunan Network Planning dengan CPM

4.3.1 Penyusunan Menggunakan *Software Ms. Project*

Dengan langkah yang telah di jelakan pada bab III, maka hasil pembuatan penjadwalan menggunakan *Ms. Project* dapat dilihat pada lampiran A

4.3.2 Penyusunan Menggunakan Perhitungan Manual

Setelah menguraikan kegiatan dalam bentuk WBS, maka selanjutnya akan mudah menghitung manualnya dengan membuat network diagram. Setelah itu, dilakukannya analisis waktu kegiatan dengan menggunakan perhitungan maju yang nantinya akan mendapatkan nilai ES (*Early Start*) dan EF (*Early Finish*). Dalam perhitungan ES dan EF, tedapat keterkaitan antarkegiatan, seperti FS (*Finish to Start*), SS (*Start to Start*), FF (*Finish to Finish*), dan SF (*Start to Finish*). Maka dalam perhitungan mencari nilai ES dan EF-nya ialah berikut ini:



Hubungan antara ID 1 dengan 2 ialah 1FS+3, maka langkah perhitungannya ialah:

$$ES_1 = EF_2 + 3$$

$$ES_1 = 359 + 3$$

$$ES_1 = 362$$

$$EF_1 = ES_3 + t_2$$

$$ES_1 = 362 + 0$$

$$ES_1 = 362$$

Dengan cara yang sama pada kegiatan selanjutnya, hasil perhitungan maju dapat dilihat pada tabel 4.3.

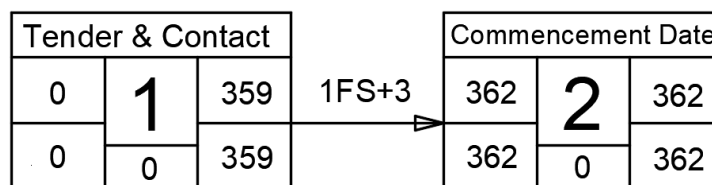
Tabel 4. 3 Perhitungan Maju CPM

| No ID | Task Name | Duration (days) | ES | EF |
|-------|---|-----------------|-----|------|
| 1 | Tender & Contract | 359 | 0 | 359 |
| 2 | Commencemnet Date | 0 | 362 | 362 |
| 3 | Soil Investigation | 48 | 314 | 362 |
| 4 | Test Pile | 33 | 331 | 364 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 97 | 377 | 474 |
| 6 | Super Structure | 374 | 406 | 780 |
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 349 | 445 | 794 |
| 8 | Strut | 224 | 515 | 739 |
| 9 | Apron Concrete | 126 | 653 | 779 |
| 10 | Steel Pile Pipe (SPP) | 127 | 687 | 814 |
| 11 | Soil Investigation II | 38 | 327 | 365 |
| 12 | Test Pile II | 25 | 362 | 387 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 180 | 438 | 618 |
| 14 | O&M Buuilding Substation | 155 | 638 | 793 |
| 15 | Fire Engine Garage | 94 | 638 | 732 |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 175 | 644 | 819 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 227 | 728 | 955 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 222 | 728 | 950 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 235 | 788 | 1023 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 219 | 788 | 1007 |
| 21 | Super Structure II | 584 | 443 | 1027 |
| 22 | Corrosion Protection System | 482 | 495 | 977 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 226 | 521 | 747 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 293 | 531 | 824 |
| 25 | Pier Head Construction | 327 | 535 | 862 |
| 26 | Strut II | 246 | 616 | 862 |
| 27 | Soil Investigation III | 30 | 336 | 366 |
| 28 | Preparation Works | 126 | 417 | 543 |
| 29 | Car Terminal 1 | 58 | 638 | 696 |
| 30 | Car Terminal 2 | 58 | 696 | 754 |
| 31 | Truck Waiting Area | 120 | 808 | 928 |
| 32 | Container Trminal 1 | 165 | 819 | 984 |
| 33 | CPM Works | 300 | 543 | 843 |
| 34 | Reclamation | 351 | 593 | 944 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 380 | 610 | 990 |
| 36 | Yard Lighting System | 396 | 610 | 1006 |

Lanjutan Tabel 4. 3 Perhitungan Maju CPM

| No ID | Task Name | Duration (days) | ES | EF |
|-------|--|-----------------|-----|------|
| 37 | Pre-Survey | 90 | 362 | 452 |
| 38 | Interim Survey | 515 | 452 | 967 |
| 39 | Mobilization | 14 | 362 | 376 |
| 40 | Pre-Dreging for Terminal Area | 152 | 376 | 528 |
| 41 | Engineer's Office | 148 | 362 | 510 |
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 381 | 281 | 662 |
| 43 | Stone Work | 289 | 426 | 715 |
| 44 | Environmental Monitoring | 365 | 510 | 875 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 402 | 527 | 929 |
| 46 | Post Survey | 44 | 960 | 1004 |
| 47 | Container Terminal 2 | 30 | 984 | 1014 |
| 48 | Corrosion Protection System | 284 | 739 | 1023 |
| 49 | Pier Head Construction | 214 | 741 | 955 |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 210 | 756 | 966 |
| 51 | Berth Utility | 136 | 779 | 915 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 318 | 654 | 972 |
| 53 | Apron Concrete II | 285 | 692 | 977 |
| 54 | Berth Utility II | 276 | 716 | 992 |
| 55 | Water Supply System | 342 | 660 | 1002 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 58 | 934 | 992 |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 64 | 971 | 1035 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 162 | 877 | 1039 |
| 59 | Concrete Pavement | 393 | 686 | 1079 |

Setelah mendapatkan ES dan EF dari perhitungan maju, selanjutnya melakukan perhitungan mundur untuk mendapatkan nilai LS dan LF. Cara perhitungan mundur adalah sebagai berikut.



Hubungan antara ID 1 dengan IS 2 ialah 1FS + 3, maka langkah perhitungannya ialah

$$LF_1 = LS_2 - 3$$

$$LF_1 = 362 - 3$$

$$LF_1 = 359$$

$$LS_1 = LF_1 + t_1$$

$$LS_1 = 359 - 359$$

$$LS_1 = 0$$

Dengan perhitungan yang sama, hasil dari perhitungan mundur dapat dilihat pada table 4.4.

Tabel 4. 4 Perhitungan Mundur CPM

| No ID | Task Name | Duration (days) | LS | LF |
|-------|---------------------------------------|-----------------|-----|------|
| 1 | Tender & Contract | 359 | 0 | 359 |
| 2 | Commencemnet Date | 0 | 362 | 362 |
| 3 | Soil Investigation | 48 | 315 | 363 |
| 4 | Test Pile | 33 | 332 | 365 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 97 | 378 | 475 |
| 6 | Super Structure | 374 | 407 | 781 |
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 349 | 446 | 795 |
| 8 | Strut | 224 | 516 | 740 |
| 9 | Apron Concrete | 126 | 654 | 780 |
| 10 | Steel Pile Pipe (SPP) | 127 | 688 | 815 |
| 11 | Soil Investigation II | 38 | 328 | 366 |
| 12 | Test Pile II | 25 | 363 | 388 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 180 | 439 | 619 |
| 14 | O&M Buuilding Substation | 155 | 639 | 794 |
| 15 | Fire Engine Garage | 94 | 639 | 733 |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 175 | 645 | 820 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 227 | 729 | 956 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 222 | 729 | 951 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 235 | 789 | 1024 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 219 | 789 | 1008 |
| 21 | Super Structure II | 584 | 444 | 1028 |
| 22 | Corrosion Protection System | 482 | 496 | 978 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 226 | 522 | 748 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 293 | 532 | 825 |
| 25 | Pier Head Construction | 327 | 536 | 863 |
| 26 | Strut II | 246 | 617 | 863 |
| 27 | Soil Investigation III | 30 | 336 | 366 |
| 28 | Preparation Works | 126 | 417 | 543 |
| 29 | Car Terminal 1 | 58 | 638 | 696 |
| 30 | Car Terminal 2 | 58 | 696 | 754 |
| 31 | Truck Waiting Area | 120 | 808 | 928 |
| 32 | Container Trminal 1 | 165 | 820 | 985 |

Lanjutan Tabel 4. 4 Perhitungan Mundur CPM

| No ID | Task Name | Duration (days) | LS | LF |
|-------|--|-----------------|-----|------|
| 33 | CPM Works | 300 | 544 | 844 |
| 34 | Reclamation | 351 | 594 | 945 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 380 | 611 | 991 |
| 36 | Yard Lighting System | 396 | 611 | 1007 |
| 37 | Pre-Survey | 90 | 363 | 453 |
| 38 | Interim Survey | 515 | 454 | 969 |
| 39 | Mobilization | 14 | 363 | 377 |
| 40 | Pre-Dredging for Terminal Area | 152 | 377 | 529 |
| 41 | Engineer's Office | 148 | 512 | 660 |
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 381 | 282 | 663 |
| 43 | Stone Work | 289 | 427 | 716 |
| 44 | Environmental Monitoring | 365 | 511 | 876 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 402 | 528 | 930 |
| 46 | Post Survey | 44 | 961 | 1005 |
| 47 | Container Terminal 2 | 30 | 984 | 1014 |
| 48 | Corrosion Protection System | 284 | 740 | 1024 |
| 49 | Pier Head Construction | 214 | 742 | 956 |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 210 | 757 | 967 |
| 51 | Berth Utility | 136 | 780 | 916 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 318 | 655 | 973 |
| 53 | Apron Concrete II | 285 | 693 | 978 |
| 54 | Berth Utility II | 276 | 717 | 993 |
| 55 | Water Supply System | 342 | 661 | 1003 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 58 | 935 | 993 |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 64 | 972 | 1036 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 162 | 878 | 1040 |
| 59 | Concrete Pavement | 393 | 686 | 1079 |

4.3.3 Mengidentifikasi Lintasan Kritis dengan Total Float

Jalur kritis merupakan jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan yang memiliki waktu terlama dalam sebuah proyek. Lintasan kritis pun dapat diartikan sebagai umur dari proyek tersebut. Dan apabila pada lintasan kritis ini mengalami keterlambatan maka akan memengaruhi kegiatan berikutnya yang akhirnya akan menyebabkan umur proyek yang lebih panjang lagi.

Setelah melakukan perhitungan maju dan mundur, maka selanjutnya ialah mengidentifikasi jalur kritis tersebut dengan menghitung total *float*. Total *float* dapat di ketahu dari pengurangan antara LS (*Late Start*) dngan ES (*Early Start*)

dan/atau LF (*late Finish*) dengan EF (*Early Finish*). Kegiatan yang memiliki jumlah total float sama dengan 0 (nol) maka kegiatan tersebut terdapat pada lintasan kritis. Perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4. 5 Perhitungan Total Float CPM

| No ID | Task Name | LS | LF | ES | EF | Total Float |
|-------|---|-----|------|-----|------|-------------|
| 1 | Tender & Contract | 0 | 359 | 0 | 359 | 0 |
| 2 | Commencemnet Date | 362 | 362 | 362 | 362 | 0 |
| 3 | Soil Investigation | 315 | 363 | 314 | 362 | 1 |
| 4 | Test Pile | 332 | 365 | 331 | 364 | 1 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 378 | 475 | 377 | 474 | 1 |
| 6 | Super Structure | 407 | 781 | 406 | 780 | 1 |
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 446 | 795 | 445 | 794 | 1 |
| 8 | Strut | 516 | 740 | 515 | 739 | 1 |
| 9 | Apron Concrete | 654 | 780 | 653 | 779 | 1 |
| 10 | Steel Pile Pipe (SPP) | 688 | 815 | 687 | 814 | 1 |
| 11 | Soil Investigation II | 328 | 366 | 327 | 365 | 1 |
| 12 | Test Pile II | 363 | 388 | 362 | 387 | 1 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 439 | 619 | 438 | 618 | 1 |
| 14 | O&M Buuilding Substation | 639 | 794 | 638 | 793 | 1 |
| 15 | Fire Engine Garage | 639 | 733 | 638 | 732 | 1 |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 645 | 820 | 644 | 819 | 1 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 729 | 956 | 728 | 955 | 1 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 729 | 951 | 728 | 950 | 1 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 789 | 1024 | 788 | 1023 | 1 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 789 | 1008 | 788 | 1007 | 1 |
| 21 | Super Structure II | 444 | 1028 | 443 | 1027 | 1 |
| 22 | Corrosion Protection System | 496 | 978 | 495 | 977 | 1 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 522 | 748 | 521 | 747 | 1 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 532 | 825 | 531 | 824 | 1 |
| 25 | Pier Head Construction | 536 | 863 | 535 | 862 | 1 |
| 26 | Strut II | 617 | 863 | 616 | 862 | 1 |
| 27 | Soil Investigation III | 336 | 366 | 336 | 366 | 0 |
| 28 | Preparation Works | 417 | 543 | 417 | 543 | 0 |
| 29 | Car Terminal 1 | 638 | 696 | 638 | 696 | 0 |
| 30 | Car Terminal 2 | 696 | 754 | 696 | 754 | 0 |
| 31 | Truck Waiting Area | 808 | 928 | 808 | 928 | 0 |
| 32 | Container Trminal 1 | 820 | 985 | 819 | 984 | 1 |
| 33 | CPM Works | 544 | 844 | 543 | 843 | 1 |
| 34 | Reclamation | 594 | 945 | 593 | 944 | 1 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 611 | 991 | 610 | 990 | 1 |
| 36 | Yard Lighting System | 611 | 1007 | 610 | 1006 | 1 |
| 37 | Pre-Survey | 363 | 453 | 362 | 452 | 1 |
| 38 | Interim Survey | 454 | 969 | 452 | 967 | 2 |
| 39 | Mobilization | 363 | 377 | 362 | 376 | 1 |
| 40 | Pre-Dreging for Terminal Area | 377 | 529 | 376 | 528 | 1 |
| 41 | Engineer's Office | 512 | 660 | 362 | 510 | 150 |

Lanjutan Tabel 4. 5 Perhitungan Total Float CPM

| No ID | Task Name | LS | LF | ES | EF | Total Float |
|-------|--|-----|------|-----|------|-------------|
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 282 | 663 | 281 | 662 | 1 |
| 43 | Stone Work | 427 | 716 | 426 | 715 | 1 |
| 44 | Environmental Monitoring | 511 | 876 | 510 | 875 | 1 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 528 | 930 | 527 | 929 | 1 |
| 46 | Post Survey | 961 | 1005 | 960 | 1004 | 1 |
| 47 | Container Terminal 2 | 984 | 1014 | 984 | 1014 | 0 |
| 48 | Corrosion Protection System | 740 | 1024 | 739 | 1023 | 1 |
| 49 | Pier Head Construction | 742 | 956 | 741 | 955 | 1 |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 757 | 967 | 756 | 966 | 1 |
| 51 | Berth Utility | 780 | 916 | 779 | 915 | 1 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 655 | 973 | 654 | 972 | 1 |
| 53 | Apron Concrete II | 693 | 978 | 692 | 977 | 1 |
| 54 | Berth Utility II | 717 | 993 | 716 | 992 | 1 |
| 55 | Water Supply System | 661 | 1003 | 660 | 1002 | 1 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 935 | 993 | 934 | 992 | 1 |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 972 | 1036 | 971 | 1035 | 1 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 878 | 1040 | 877 | 1039 | 1 |
| 59 | Concrete Pavement | 686 | 1079 | 686 | 1079 | 0 |

Dari perhitungan total float pada tabel 4.5, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Durasi dari lintasan kritis dengan menggunakan metode CPM yaitu sebesar 1079 hari.
2. Lintasan jalur kritis. Dapat dilihat pada 4.6.

Tabel 4. 6 Jalur Kritis CPM

| No ID | Task Name | LS | LF | ES | EF | Total Float |
|-------|------------------------|-----|------|-----|------|-------------|
| 1 | Tender & Contract | 0 | 359 | 0 | 359 | 0 |
| 2 | Commencemnet Date | 362 | 362 | 362 | 362 | 0 |
| 27 | Soil Investigation III | 336 | 366 | 336 | 366 | 0 |
| 28 | Preparation Works | 417 | 543 | 417 | 543 | 0 |
| 29 | Car Terminal 1 | 638 | 696 | 638 | 696 | 0 |
| 30 | Car Terminal 2 | 696 | 754 | 696 | 754 | 0 |
| 32 | Container Trminal 1 | 819 | 984 | 819 | 984 | 0 |
| 47 | Container Terminal 2 | 984 | 1014 | 984 | 1014 | 0 |
| 59 | Concrete Pavement | 686 | 1079 | 686 | 1079 | 0 |

4.4 Penyusunan *Network Planning* dengan *Critical Chain Project Management*

4.4.1 Pengurangan *Safety Time* pada durasi kegiatan

Dalam penerapan metode CCPM, langkah pertama yang dilakukan ialah mengurangi durasi pada setiap kegiatan sebesar 10-40%, dan dimulai pada kegiatan yang belum selesai pengerjaannya yang di mulai dari tanggal 23 juli 2019. Perhitungan dan penempatan pengurangan durasi kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Perhitungan Pengurangan Durasi Kegiatan

| No ID | Task Name | CPM Duration (days) | CCPM Duration (days) |
|-------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|
| 1 | Tender & Contract | 359 | 359 |
| 2 | Commencemnet Date | 0 | 0 |
| 3 | Soil Investigation | 48 | 48 |
| 4 | Test Pile | 33 | 33 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 97 | 97 |
| 6 | Super Structure | 374 | 224 |
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 349 | 209 |
| 8 | Strut | 224 | 134 |
| 9 | Apron Concrete | 126 | 76 |
| 10 | Steel Pile Pipe (SPP) | 127 | 76 |
| 11 | Soil Investigation II | 38 | 38 |
| 12 | Test Pile II | 25 | 25 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 180 | 180 |
| 14 | O&M Buuilding Substation | 155 | 93 |
| 15 | Fire Engine Garage | 94 | 56 |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 175 | 105 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 227 | 136 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 222 | 133 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 235 | 141 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 219 | 131 |
| 21 | Super Structure II | 584 | 350 |
| 22 | Corrosion Protection System | 482 | 289 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 226 | 136 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 293 | 176 |
| 25 | Pier Head Construction | 327 | 196 |
| 26 | Strut II | 246 | 148 |
| 27 | Soil Investigation III | 30 | 30 |

Tabel 4. 7 Perhitungan Pengurangan Durasi Kegiatan

| No ID | Task Name | CPM Duration (days) | CCPM Duration (days) |
|-------|--|---------------------|----------------------|
| 28 | Preparation Works | 126 | 126 |
| 29 | Car Terminal 1 | 58 | 35 |
| 30 | Car Terminal 2 | 58 | 35 |
| 31 | Truck Waiting Area | 120 | 72 |
| 32 | Container Terminal 1 | 165 | 99 |
| 33 | CPM Works | 300 | 180 |
| 34 | Reclamation | 351 | 211 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 380 | 228 |
| 36 | Yard Lighting System | 396 | 238 |
| 37 | Pre-Survey | 90 | 90 |
| 38 | Interim Survey | 515 | 309 |
| 39 | Mobilization | 14 | 14 |
| 40 | Pre-Dredging for Terminal Area | 152 | 152 |
| 41 | Engineer's Office | 148 | 148 |
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 381 | 229 |
| 43 | Stone Work | 289 | 173 |
| 44 | Environmental Monitoring | 365 | 219 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 402 | 241 |
| 46 | Post Survey | 44 | 26 |
| 47 | Container Terminal 2 | 30 | 30 |
| 48 | Corrosion Protection System | 284 | 170 |
| 49 | Pier Head Construction | 214 | 128 |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 210 | 126 |
| 51 | Berth Utility | 136 | 82 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 318 | 191 |
| 53 | Apron Concrete II | 285 | 171 |
| 54 | Berth Utility II | 276 | 166 |
| 55 | Water Supply System | 342 | 205 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 58 | 35 |
| 57 | Cable Laying (MV, LV) | 64 | 38 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 162 | 97 |
| 59 | Concrete Pavement | 393 | 236 |

4.4.2 Pembuatan *Network Planning* dengan metode CCPM

Selanjutnya ialah membuat kembali *network diagram* jaringan untuk kegiatan CCPM, hal ini bertujuan untuk membandingkan penjadwalan dengan menggunakan *MS. Project*. Cara pengerjaannya sama dengan halnya

pengerjaan pada metode CPM. Setelah membuat *network planning*, selanjutnya ialah mengidentifikasi jalur kritis yang dimulai dengan perhitungan maju seperti pada tabel 4.8 dan kemudian dilanjutkan dengan perhitungan mundur pada tabel 4.9.

Tabel 4. 8 Perhitungan Maju CCPM

| No ID | Task Name | CCPM Duration (days) | ES | EF |
|-------|---------------------------------------|----------------------|-----|-----|
| 1 | Tender & Contract | 359 | 0 | 359 |
| 2 | Commencemnet Date | 0 | 362 | 362 |
| 3 | Soil Investigation | 48 | 314 | 362 |
| 4 | Test Pile | 33 | 331 | 364 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 97 | 377 | 474 |
| 6 | Super Structure | 224 | 394 | 618 |
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 209 | 417 | 626 |
| 8 | Strut | 134 | 459 | 593 |
| 9 | Apron Concrete | 76 | 541 | 617 |
| 10 | Steel Pile Pipe (SPP) | 76 | 561 | 637 |
| 11 | Soil Investigation II | 38 | 327 | 365 |
| 12 | Test Pile II | 25 | 362 | 387 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 180 | 438 | 618 |
| 14 | O&M Buuilding Substation | 93 | 630 | 723 |
| 15 | Fire Engine Garage | 56 | 630 | 686 |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 105 | 634 | 739 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 136 | 684 | 820 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 133 | 684 | 817 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 141 | 720 | 861 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 131 | 720 | 851 |
| 21 | Super Structure II | 350 | 441 | 791 |
| 22 | Corrosion Protection System | 289 | 472 | 761 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 136 | 488 | 624 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 176 | 494 | 670 |
| 25 | Pier Head Construction | 196 | 496 | 692 |
| 26 | Strut II | 148 | 544 | 692 |
| 27 | Soil Investigation III | 30 | 336 | 366 |
| 28 | Preparation Works | 126 | 417 | 543 |
| 29 | Car Terminal 1 | 35 | 600 | 635 |
| 30 | Car Terminal 2 | 35 | 635 | 670 |
| 31 | Truck Waiting Area | 72 | 703 | 775 |
| 32 | Container Trminal 1 | 99 | 709 | 808 |
| 33 | CPM Works | 180 | 543 | 723 |

Lanjutan Tabel 4. 8 Perhitungan Maju CCPM

| No ID | Task Name | CCPM Duration (days) | ES | EF |
|-------|--|----------------------|-----|-----|
| 34 | Reclamation | 211 | 573 | 784 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 228 | 583 | 811 |
| 36 | Yard Lighting System | 238 | 583 | 821 |
| 37 | Pre-Survey | 90 | 362 | 452 |
| 38 | Interim Survey | 309 | 452 | 761 |
| 39 | Mobilization | 14 | 362 | 376 |
| 40 | Pre-Dredging for Terminal Area | 152 | 376 | 528 |
| 41 | Engineer's Office | 148 | 362 | 510 |
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 229 | 313 | 542 |
| 43 | Stone Work | 173 | 401 | 574 |
| 44 | Environmental Monitoring | 219 | 451 | 670 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 241 | 461 | 702 |
| 46 | Post Survey | 26 | 747 | 773 |
| 47 | Container Terminal 2 | 30 | 778 | 808 |
| 48 | Corrosion Protection System | 170 | 643 | 813 |
| 49 | Pier Head Construction | 128 | 644 | 772 |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 126 | 653 | 779 |
| 51 | Berth Utility | 82 | 667 | 749 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 191 | 592 | 783 |
| 53 | Apron Concrete II | 171 | 615 | 786 |
| 54 | Berth Utility II | 166 | 629 | 795 |
| 55 | Water Supply System | 205 | 596 | 801 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 35 | 760 | 795 |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 38 | 782 | 820 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 97 | 725 | 822 |
| 59 | Concrete Pavement | 236 | 637 | 873 |

Tabel 4. 9 Perhitungan Mundur CCPM

| No ID | Task Name | CCPM Duration (days) | LS | LF |
|-------|---------------------------------------|----------------------|-----|-----|
| 1 | Tender & Contract | 359 | 0 | 359 |
| 2 | Commencemnet Date | 0 | 362 | 362 |
| 3 | Soil Investigation | 48 | 326 | 374 |
| 4 | Test Pile | 33 | 395 | 428 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 97 | 441 | 538 |
| 6 | Super Structure | 224 | 458 | 682 |

Lanjutan Tabel 4. 9 Perhitungan Mundur CCPM

| No ID | Task Name | CCPM Duration (days) | LS | LF |
|-------|---|----------------------|-----|-----|
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 209 | 481 | 690 |
| 8 | Strut | 134 | 523 | 657 |
| 9 | Apron Concrete | 76 | 605 | 681 |
| 10 | Steel Pipe Pile (SPP) | 76 | 625 | 701 |
| 11 | Soil Investigation II | 38 | 339 | 377 |
| 12 | Test Pile II | 25 | 374 | 399 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 180 | 450 | 630 |
| 14 | O&M Building Substation | 93 | 642 | 735 |
| 15 | Fire Engine Garage | 56 | 642 | 698 |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 105 | 646 | 751 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 136 | 696 | 832 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 133 | 696 | 829 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 141 | 732 | 873 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 131 | 732 | 863 |
| 21 | Super Structure II | 350 | 605 | 955 |
| 22 | Corrosion Protection System | 289 | 636 | 925 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 136 | 652 | 788 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 176 | 658 | 834 |
| 25 | Pier Head Construction | 196 | 660 | 856 |
| 26 | Strut II | 148 | 708 | 856 |
| 27 | Soil Investigation III | 30 | 336 | 366 |
| 28 | Preparation Works | 126 | 417 | 543 |
| 29 | Car Terminal 1 | 35 | 600 | 635 |
| 30 | Car Terminal 2 | 35 | 635 | 670 |
| 31 | Truck Waiting Area | 72 | 703 | 775 |
| 32 | Container Trminal 1 | 99 | 709 | 808 |
| 33 | CPM Works | 180 | 651 | 831 |
| 34 | Reclamation | 211 | 681 | 892 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 228 | 691 | 919 |
| 36 | Yard Lighting System | 238 | 691 | 929 |
| 37 | Pre-Survey | 90 | 380 | 470 |
| 38 | Interim Survey | 309 | 470 | 779 |
| 39 | Mobilization | 14 | 406 | 420 |
| 40 | Pre-Dreging for Terminal Area | 152 | 420 | 572 |
| 41 | Engineer's Office | 148 | 406 | 554 |

Tabel 4. 10 Perhitungan Mundur CCPM

| No ID | Task Name | CCPM Duration (days) | LS | LF |
|-------|--|----------------------|-----|-----|
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 229 | 357 | 586 |
| 43 | Stone Work | 173 | 445 | 618 |
| 44 | Environmental Monitoring | 219 | 495 | 714 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 241 | 505 | 746 |
| 46 | Post Survey | 26 | 765 | 791 |
| 47 | Container Terminal 2 | 30 | 778 | 808 |
| 48 | Corrosion Protection System | 170 | 671 | 841 |
| 49 | Pier Head Construction | 128 | 672 | 800 |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 126 | 681 | 807 |
| 51 | Berth Utility | 82 | 695 | 777 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 191 | 620 | 811 |
| 53 | Apron Concrete II | 171 | 643 | 814 |
| 54 | Berth Utility II | 166 | 657 | 823 |
| 55 | Water Supply System | 205 | 624 | 829 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 35 | 788 | 823 |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 38 | 810 | 848 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 97 | 753 | 850 |
| 59 | Concrete Pavement | 236 | 637 | 873 |

Setelah melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur, maka selanjutnya ialah mengidentifikasi jalur kritis tersebut dengan menghitung total *float* seperti langkah pada metode CPM sebelumnya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut:

Tabel 4. 11 Perhitungan Total Float CCPM

| No ID | Task Name | LS | LF | ES | EF | Total Float |
|-------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 1 | Tender & Contract | 0 | 359 | 0 | 359 | 0 |
| 2 | Commencemnet Date | 362 | 362 | 362 | 362 | 0 |
| 3 | Soil Investigation | 326 | 374 | 314 | 362 | 12 |
| 4 | Test Pile | 395 | 428 | 331 | 364 | 64 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 441 | 538 | 377 | 474 | 64 |
| 6 | Super Structure | 458 | 682 | 394 | 618 | 64 |
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 481 | 690 | 417 | 626 | 64 |
| 8 | Strut | 523 | 657 | 459 | 593 | 64 |
| 9 | Apron Concrete | 605 | 681 | 541 | 617 | 64 |
| 10 | Steel Pile Pipe (SPP) | 625 | 701 | 561 | 637 | 64 |

Lanjutan Tabel 4. 11 Perhitungan Total Float CCPM

| No ID | Task Name | LS | LF | ES | EF | Total Float |
|-------|---|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 11 | Soil Investigation II | 339 | 377 | 327 | 365 | 12 |
| 12 | Test Pile II | 374 | 399 | 362 | 387 | 12 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 450 | 630 | 438 | 618 | 12 |
| 14 | O&M Building Substation | 642 | 735 | 630 | 723 | 12 |
| 15 | Fire Engine Garage | 642 | 698 | 630 | 686 | 12 |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 646 | 751 | 634 | 739 | 12 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 696 | 832 | 684 | 820 | 12 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 696 | 829 | 684 | 817 | 12 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 732 | 873 | 720 | 861 | 12 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 732 | 863 | 720 | 851 | 12 |
| 21 | Super Structure II | 605 | 955 | 441 | 791 | 164 |
| 22 | Corrosion Protection System | 636 | 925 | 472 | 761 | 164 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 652 | 788 | 488 | 624 | 164 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 658 | 834 | 494 | 670 | 164 |
| 25 | Pier Head Construction | 660 | 856 | 496 | 692 | 164 |
| 26 | Strut II | 708 | 856 | 544 | 692 | 164 |
| 27 | Soil Investigation III | 336 | 366 | 336 | 366 | 0 |
| 28 | Preparation Works | 417 | 543 | 417 | 543 | 0 |
| 29 | Car Terminal 1 | 600 | 635 | 600 | 635 | 0 |
| 30 | Car Terminal 2 | 635 | 670 | 635 | 670 | 0 |
| 31 | Truck Waiting Area | 703 | 775 | 703 | 775 | 0 |
| 32 | Container Trminal 1 | 709 | 808 | 709 | 808 | 0 |
| 33 | CPM Works | 651 | 831 | 543 | 723 | 108 |
| 34 | Reclamation | 681 | 892 | 573 | 784 | 108 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 691 | 919 | 583 | 811 | 108 |
| 36 | Yard Lighting System | 691 | 929 | 583 | 821 | 108 |
| 37 | Pre-Survey | 380 | 470 | 362 | 452 | 18 |
| 38 | Interim Survey | 470 | 779 | 452 | 761 | 18 |
| 39 | Mobilization | 406 | 420 | 362 | 376 | 44 |
| 40 | Pre-Dreging for Terminal Area | 420 | 572 | 376 | 528 | 44 |
| 41 | Engineer's Office | 406 | 554 | 362 | 510 | 44 |
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 357 | 586 | 313 | 542 | 44 |
| 43 | Stone Work | 445 | 618 | 401 | 574 | 44 |
| 44 | Environmental Monitoring | 495 | 714 | 451 | 670 | 44 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 505 | 746 | 461 | 702 | 44 |
| 46 | Post Survey | 765 | 791 | 747 | 773 | 18 |
| 47 | Container Terminal 2 | 778 | 808 | 778 | 808 | 0 |
| 48 | Corrosion Protection System | 671 | 841 | 643 | 813 | 28 |
| 49 | Pier Head Construction | 672 | 800 | 644 | 772 | 28 |

Tabel 4. 12 Perhitungan Total Float CCPM

| No ID | Task Name | LS | LF | ES | EF | Total Float |
|-------|--|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 50 | PC Deck Slab Installation | 681 | 807 | 653 | 779 | 28 |
| 51 | Berth Utility | 695 | 777 | 667 | 749 | 28 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 620 | 811 | 592 | 783 | 28 |
| 53 | Apron Concrete II | 643 | 814 | 615 | 786 | 28 |
| 54 | Berth Utility II | 657 | 823 | 629 | 795 | 28 |
| 55 | Water Supply System | 624 | 829 | 596 | 801 | 28 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 788 | 823 | 760 | 795 | 28 |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 810 | 848 | 782 | 820 | 28 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 753 | 850 | 725 | 822 | 28 |
| 59 | Concrete Pavement | 637 | 873 | 637 | 873 | 0 |

Dari perhitungan total *float* pada tabel 4.11, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Durasi dari lintasan kritis dengan menggunakan metode CCPM yaitu sebesar 873 hari. Sehingga memberikan durasi percepatan dari metode CPM sebesar 206 hari.
2. Lintasan jalur kritis. Dapat dilihat pada 4.13

Tabel 4. 13 Lintasan Kritis CCPM

| No ID | Task Name | LS | LF | ES | EF | Total Float |
|-------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 1 | Tender & Contract | 0 | 359 | 0 | 359 | 0 |
| 2 | Commencemnet Date | 362 | 362 | 362 | 362 | 0 |
| 27 | Soil Investigation III | 336 | 366 | 336 | 366 | 0 |
| 28 | Preparation Works | 417 | 543 | 417 | 543 | 0 |
| 29 | Car Terminal 1 | 600 | 635 | 600 | 635 | 0 |
| 30 | Car Terminal 2 | 635 | 670 | 635 | 670 | 0 |
| 31 | Truck Waiting Area | 703 | 775 | 703 | 775 | 0 |
| 32 | Container Trminal 1 | 709 | 808 | 709 | 808 | 0 |
| 47 | Container Terminal 2 | 778 | 808 | 778 | 808 | 0 |
| 59 | Concrete Pavement | 637 | 873 | 637 | 873 | 0 |

4.4.3 Perhitungan *Buffer*

Risiko yang terjadi setelah pengurangan durasi pada kegiatan akan menyebabkan keterlambatan yang semakin besar. Maka dari itu, dibuatlah waktu

penyangga (*buffer*) yang diharapkan mampu mengatasi keterlambatan tersebut. Ada 2 jenis *buffer* yang digunakan, yaitu *project buffer* yang diletakan pada akhir dari lintasan jalur kritis dan *feeding buffer* yang diletakan pada akhir kegiatan lintasan non-kritis sebelum memasuki lintasan jalur kritis. Dari hasil pembuatan *network diagram* CCPM, penempatan *project buffer* dan *feeding buffer* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Penempatan *Buffer*

| Task | Placement at Network Planning |
|------------------|---|
| Feeding Buffer 1 | 3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-33-34-35-36-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-FB1 |
| Feeding Buffer 2 | 37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-FB2 |
| Project Buffer | 1-2-27-28-29-30-31-32-47-59-PB |

Buffer yang ditambahkan kedalam waktu proyek yang durasi aktivitasnya dikurangi dengan tujuan akan menghasilkan jadwal yang lebih aman. Perhitungan besarnya *buffer* dengan *Root Square Error Method* (RSEM) digunakan dengan cara menghitung dua standar deviasi dengan memasukan durasi CPM yang dikurangi dengan durasi CCPM yang telah didapatkan. Dengan menggunakan rumus (2.4), hasil perhitungan *feeding buffer* 1, 2, dan *project buffer* dapat dilihat pada tabel 4.13 hingga 4.15

Tabel 4. 15 Perhitungan *Feeding Buffer* 1

| No ID | Task Name | CPM Duration (days) | CCPM Duration (days) | (Si-Ai)/2 | ((Si-Ai)/2)^2 |
|-------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------|---------------|
| 3 | Soil Investigation | 48 | 48 | 0 | 0 |
| 4 | Test Pile | 33 | 33 | 0 | 0 |
| 5 | Pier Head and PC Deck Slab Procurment | 97 | 97 | 0 | 0 |
| 6 | Super Structure | 374 | 224 | 75 | 5625 |
| 7 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) | 349 | 209 | 70 | 4900 |
| 8 | Strut | 224 | 134 | 45 | 2025 |
| 9 | Apron Concrete | 126 | 76 | 25 | 625 |
| 10 | Steel Pile Pipe (SPP) | 127 | 76 | 26 | 650 |

Lanjutan Tabel 4. 14 Perhitungan Feeding Buffer 1

| No ID | Task Name | CPM Duration (days) | CCPM Duration (days) | (Si-Ai)/2 | ((Si-Ai)/2)^2 |
|-------|--|---------------------|----------------------|-----------|---------------|
| 11 | Soil Investigation II | 38 | 38 | 0 | 0 |
| 12 | Test Pile II | 25 | 25 | 0 | 0 |
| 13 | Pier Head and PC Deck Slab Procurement | 180 | 180 | 0 | 0 |
| 14 | O&M Buuilding Substation | 155 | 93 | 31 | 961 |
| 15 | Fire Engine Garage | 94 | 56 | 19 | 361 |
| 16 | Ultility ADMI Area Landscaping | 175 | 105 | 35 | 1225 |
| 17 | Temporary ADMI Area Building A | 227 | 136 | 46 | 2070 |
| 18 | Temporary ADMI Area Building C&D | 222 | 133 | 45 | 1980 |
| 19 | Temporary ADMI Area Building B | 235 | 141 | 47 | 2209 |
| 20 | Temporary ADMI Area Building E&F | 219 | 131 | 44 | 1936 |
| 21 | Super Structure II | 584 | 350 | 117 | 13689 |
| 22 | Corrosion Protection System | 482 | 289 | 97 | 9312 |
| 23 | Steel Pipe Sheet Pile (SPSP) II | 226 | 136 | 45 | 2025 |
| 24 | Steel Pipe Pile (SPP) II | 293 | 176 | 59 | 3422 |
| 25 | Pier Head Construction | 327 | 196 | 66 | 4290 |
| 26 | Strut II | 246 | 148 | 49 | 2401 |
| 33 | CPM Works | 300 | 180 | 60 | 3600 |
| 34 | Reclamation | 351 | 211 | 70 | 4900 |
| 35 | Cable Sleeves Installation (MV, LV, CM) | 380 | 228 | 76 | 5776 |
| 36 | Yard Lighting System | 396 | 238 | 79 | 6241 |
| 48 | Corrosion Protection System | 284 | 170 | 57 | 3249 |
| 49 | Pier Head Construction | 214 | 128 | 43 | 1849 |
| 50 | PC Deck Slab Installation | 210 | 126 | 42 | 1764 |
| 51 | Berth Utility | 136 | 82 | 27 | 729 |
| 52 | PC Deck Slab Installation II | 318 | 191 | 64 | 4032 |
| 53 | Apron Concrete II | 285 | 171 | 57 | 3249 |
| 54 | Berth Utility II | 276 | 166 | 55 | 3025 |
| 55 | Water Supply System | 342 | 205 | 69 | 4692 |
| 56 | Outdoor Main Electrical Equipment Installation | 58 | 35 | 12 | 132 |
| 57 | Cable Lying (MV, LV) | 64 | 38 | 13 | 169 |
| 58 | Temporary ADMI Area Building Landscaping | 162 | 97 | 33 | 1056 |
| | | | | Total | 104172 |
| | | | | FB 1 | 646 |

Tabel 4. 16 Perhitungan Feeding Buffer 2

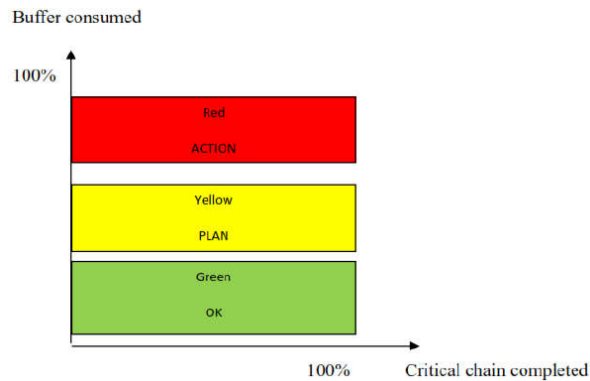
| No ID | Task Name | CPM Duration (days) | CCPM Duration (days) | (Si-Ai)/2 | ((Si-Ai)/2)^2 |
|-------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------|---------------|
| 37 | Pre-Survey | 90 | 90 | 0 | 0 |
| 38 | Interim Survey | 515 | 309 | 103 | 10609 |
| 39 | Mobilization | 14 | 14 | 0 | 0 |
| 40 | Pre-Dreging for Terminal Area | 152 | 152 | 0 | 0 |
| 41 | Engineer's Office | 148 | 148 | 0 | 0 |
| 42 | Mobilization of Cement Supply Vessel | 381 | 229 | 76 | 5776 |
| 43 | Stone Work | 289 | 173 | 58 | 3364 |
| 44 | Environmental Monitoring | 365 | 219 | 73 | 5329 |
| 45 | Basin Dredging for Offshore Dumping | 402 | 241 | 81 | 6480 |
| 46 | Post Survey | 44 | 26 | 9 | 81 |
| Total | | | | | 31639 |
| FB 2 | | | | | 356 |

Tabel 4. 17 Perhitungan Project Buffer

| No ID | Task Name | CPM Duration (days) | CCPM Duration (days) | (Si-Ai)/2 | ((Si-Ai)/2)^2 |
|-------|------------------------|---------------------|----------------------|-----------|---------------|
| 1 | Tender & Contract | 359 | 359 | 0 | 0 |
| 2 | Commencemnet Date | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | Soil Investigation III | 30 | 30 | 0 | 0 |
| 28 | Preparation Works | 126 | 126 | 0 | 0 |
| 29 | Car Terminal 1 | 58 | 35 | 12 | 132 |
| 30 | Car Terminal 2 | 58 | 35 | 12 | 132 |
| 31 | Truck Waiting Area | 120 | 72 | 24 | 576 |
| 32 | Container Trminal 1 | 165 | 99 | 33 | 1089 |
| 47 | Container Terminal 2 | 30 | 30 | 0 | 0 |
| 59 | Concrete Pavement | 393 | 236 | 79 | 6162 |
| Total | | | | | 8092 |
| PB | | | | | 180 |

4.5 Analisis pada *Buffer Management*

Management buffer digunakan untuk mengawasi jadwal kegiatan ketika kegiatan tersebut dilaksanakan, dimana *project buffer* yang digunakan dibandingkan dengan ratusan kegiatan pada metode CPM. *Management buffer* pun bertindak sebagai alat penjaga keandalan dari jadwal kegiatan proyek tetapi tidak merubah *critical chain* dibandingkan dengan metode CPM



Gambar 4. 1 Pembagian Daerah Penggunaan Buffer

Pada gambar 4.1, management buffer dibagi menjadi tiga bagian yang sama besar, dan dibedakan menjadi tiga warna yang memiliki arti. Warna hijau merupakan zona aman dimana tidak harus adanya tindakan. Warna kuning menunjukkan zona transisi dimana tindakan pada area tersebut harus sudah direncanakan bilamana pemakaian buffer dinilai banyak. Tindakan pencegahan yang dapat dilakukan ialah dengan cara melakukan identifikasi masalah yang terjadi, kemudian membuat strategi untuk memecahkan masalah tersebut. Dan warna merah yang menunjukkan dimana tindakan pemulihan yang telah dilakukan pada warna kuning harus segera dilakukan.

Bedasarkan perhitungan dan analisa sebelumnya didapatkan *project buffer* sebesar 180 hari. Dari hasil tersebut selanjutnya dibagi menjadi tiga bagian yang sama besarnya yang akan ditentukan daerah-daerah seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Presentase Pemakaian Durasi *Project Buffer*

| Zona Pemakaian Buffer | Project Buffer | Durasi Terpakai (hari) |
|-----------------------|----------------|------------------------|
| 0 - 33% | 180 | < 60 |
| 34 - 67% | 180 | 61 - 120 |
| 68 - 100% | 180 | >121 |

Dari pembagian zonasi yang sama rata, nantinya pemakaian durasi ini dapat memberikan informasi kepada pelaksana proyek dalam mengambil tindakan yang tepat. Dan tentunya dapat juga dalam mengendalikan risiko yang akan membuat proyek menjadi terlambat. Dengan menekannya risiko yang akan terjadi maka secara langsung dapat menekan pula pemakaian durasi *project buffer*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan penjadwalan pada Bab 4, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode CPM didapat total durasi lintasan kritis ialah 1079 hari dan jalur lintasannya ialah 1 (*Tender & Contract*) – 2 (*Commencement Date*) – 27 (*Soil Investigation III*) – 28 (*Preparation Works*) – 29 (*Car Terminal 1*) – 30 (*Car Terminal 2*) – 32 (*Container Terminal 1*) – 47 (*Container Terminal 2*) – 59 (*Concrete Pavement*).
2. Dengan menggunakan metode CCPM didapat total durasi percepatan pada lintasan kritis adalah 206 hari dengan buffer project sebesar 180 hari.

Dapat disimpulkan bahwa metode CCPM ini masih dapat menjadi salah satu solusi yang sangat relevan dalam penanganan masalah keterlambatan yang terjadi pada pembangunan proyek seperti *multitasking*, *student syndrome*, *Parkinson's law*, dan faktor-faktor lainnya yang dapat menyebabkan kendala pada proyek pembangunan. Bila masih terjadi keterlambatan setelah pengurangan durasi pekerjaan, maka langkah yang dapat dilakukan salah satunya ialah dengan penambahan jam lembur atau jumlah tenaga kerja.

5.2 Saran

Pada analisis penelitian selanjutnya disarankan dalam penerapan metode CCPM ialah melakukan analisis *resource* pada setiap kegiatan proyek, yang bertujuan untuk melihat produktivitas dari setiap kegiatan yang telah dijawalkan agar lebih mendekati lagi dengan kondisi nyata di lapangan. Kemudian melakukan analisis pembiayaan agar dapat mengetahui langkah mana yang efektif yang dapat diambil ketika terjadi keterlambatan dan tidak *over budget*. Untuk memudahkan pengawasan proyek dan pengambilan tindakan, disarankan pula menganalisis *risk assessment* pada penggunaan *buffer*.

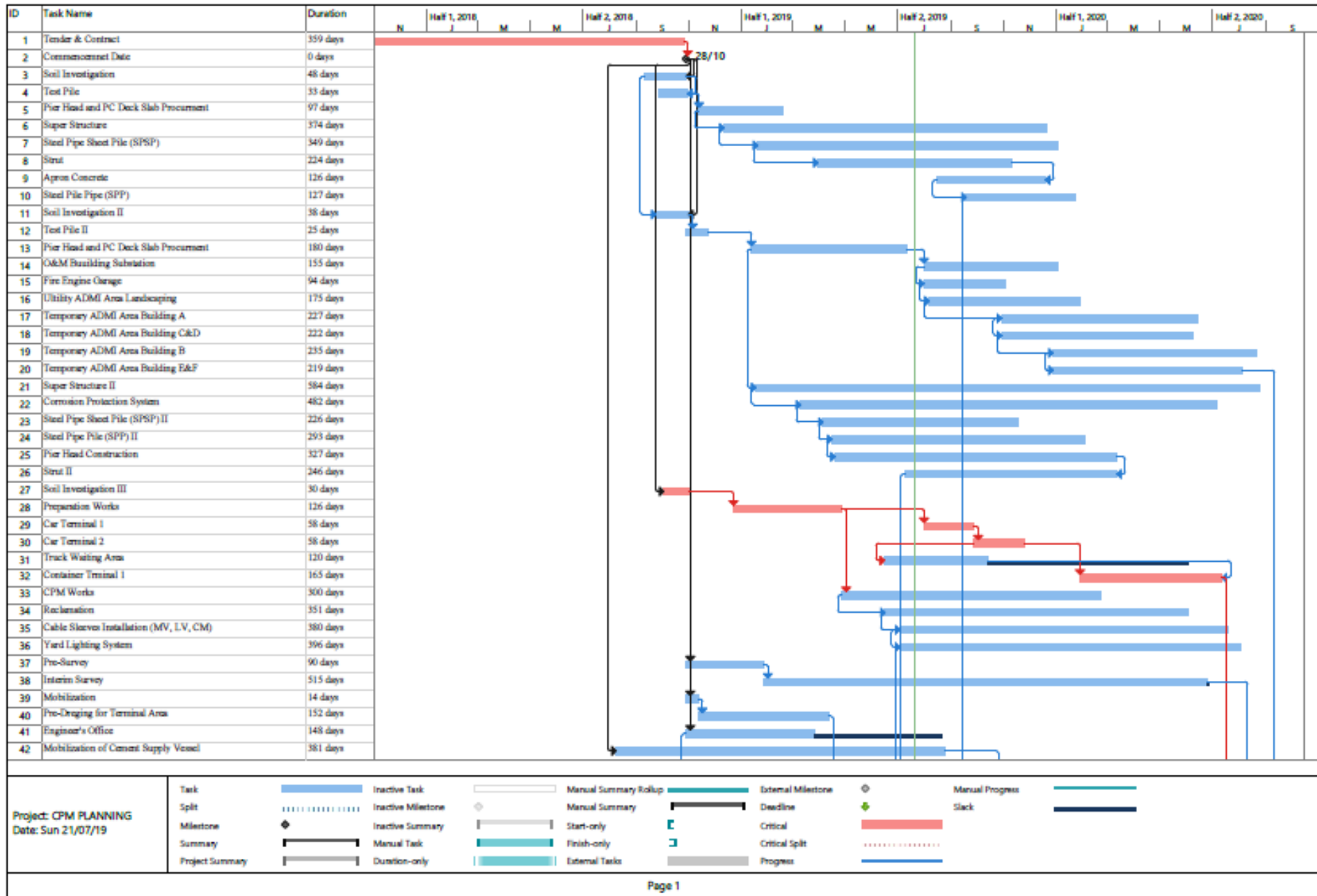
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

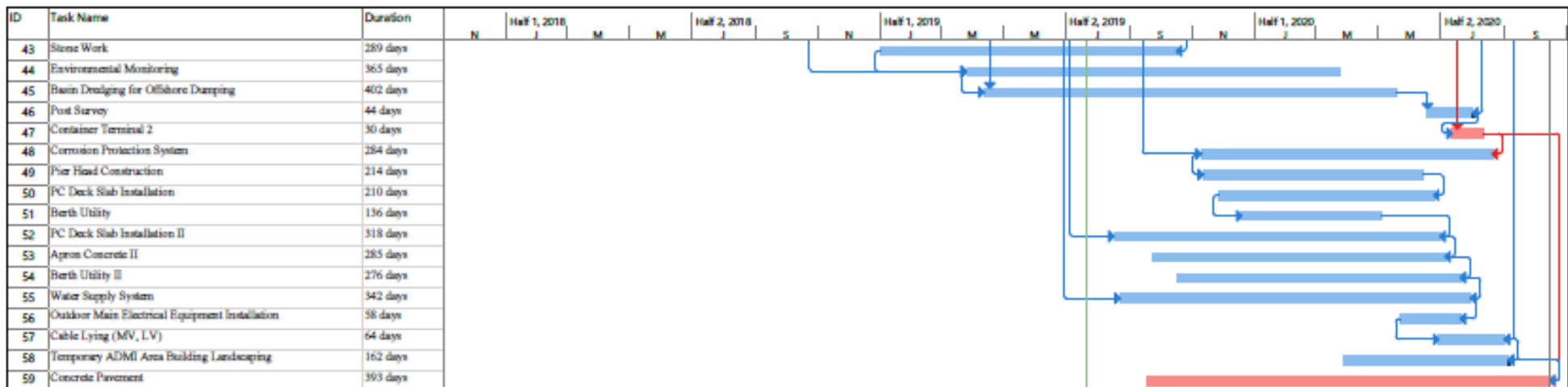
Daftar Pustaka

- Aulady, O. M. (2016). Perbandingan Durasi Waktu Proyek Konstruksi Antara Metode Critical Path Method (CPM) dengan Metode Critical Chain Project Management (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Menara Rungkut). *IPTEK Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, hal 14-18
- Badri, S. (1997). *Dasar-Dasar Network Planning*. Yogyakarta: Bineka Cipta
- Baskara, D. B., & Noer, B.A. (2012). Perencanaan dan Pengendalian Proyek Periklanan Menggunakan Lean Critical Chain Project Management dan Curve Monitoring. *Jurnal Teknik. POMITS*, Vol 1, No 1.
- Goldratt, E.M. (1997). *Critical Chain*. Massachusetts: North River Press
- Herroelen, et al. 2002. *Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify*. Project Management Institute 2002 Vol. 33, No. 4, 48-60. Pennsylvania: Project Management Institute Inc.
- Husein, A. (2009). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: ANDI
- Kusuma, D. P Hartono, & Musttagien, A. Y. (2015). PENGENDALIAN BIAYA DAN WAKTU PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL DENGAN MENGGUNAKAN PRIMAVERA PROJECT PLANNER 6.0 *Jurnal Teknik Sipil*.
- Leach, L. P. (2000). *Critical Chain Management*. Boston: Artech House
- Newbold, R. C. 1998. *Project Management in the Fast Lane: Applying the Theory of Constraints*. Florida: St. Lucie Press.
- Prof P.M. Chawan G. P., & Gaikwad, P. S. (2012). CCPM: TOC Based Project Management Technique. *International journal of Engineering Research and Applications*, Vol 2, Issue 3.
- Ramanda, R., & Arvianto, A. (2015). PENERAPAN CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT UNTUK MENGATASI MASALAH MULTI PROYEK DENGAN KETERBATASAN RESOURCES DI PT BERKA MANUNGGAL JAYA
- Republik Indonesia. (2017). *Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KP 87 tentang Rencana Induk Pelabuhan Patimban*.

- Republik Indonesia. (1983). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 1983 Tentang Pembinaan Kepelabuhan*. Jakarta: Sekretariat Kabinet RI
- Republik Indonesia. (2008). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran*. Jakarta: Sekretariat Kabinet Ri.
- Ridho, M. R., & Syahrizal. (2014). EVALUASI PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN METODE PERT DAN CPM (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan Di Jl. Gaperta Medan, Sumatera Utara.). *Jurnal Teknik Sipil USU*
- Siswanto. 2007. *Pengantar Manajemen*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Soeharto, I. (1999). *Management Proyek dari Konsep Sampal Operasional*. Jakarta: Erlangga
- Somantri, A. (2005). *Studi Tentang Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Penambahan Ruang Kelas di POLITEKNIK Manufaktur pada PT. Haryang Kuning*
- Suyasen, C. H., Martanto, W. S., & Nugraha, P. (2014). *PENENTUAN BUFFER SIZING DALAM PENERAPAN CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT PADA SEBUAH PROYEK KONSTRUKSI*.
- Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset
- Valikoniene, L. (2014). *Resource Buffer in Critical Chain Project Management. Thesis of Faculty of Engineering and Physical Science University of Manchester*

LAMPIRAN A
PENJADWALAN MS. PROJECT CPM



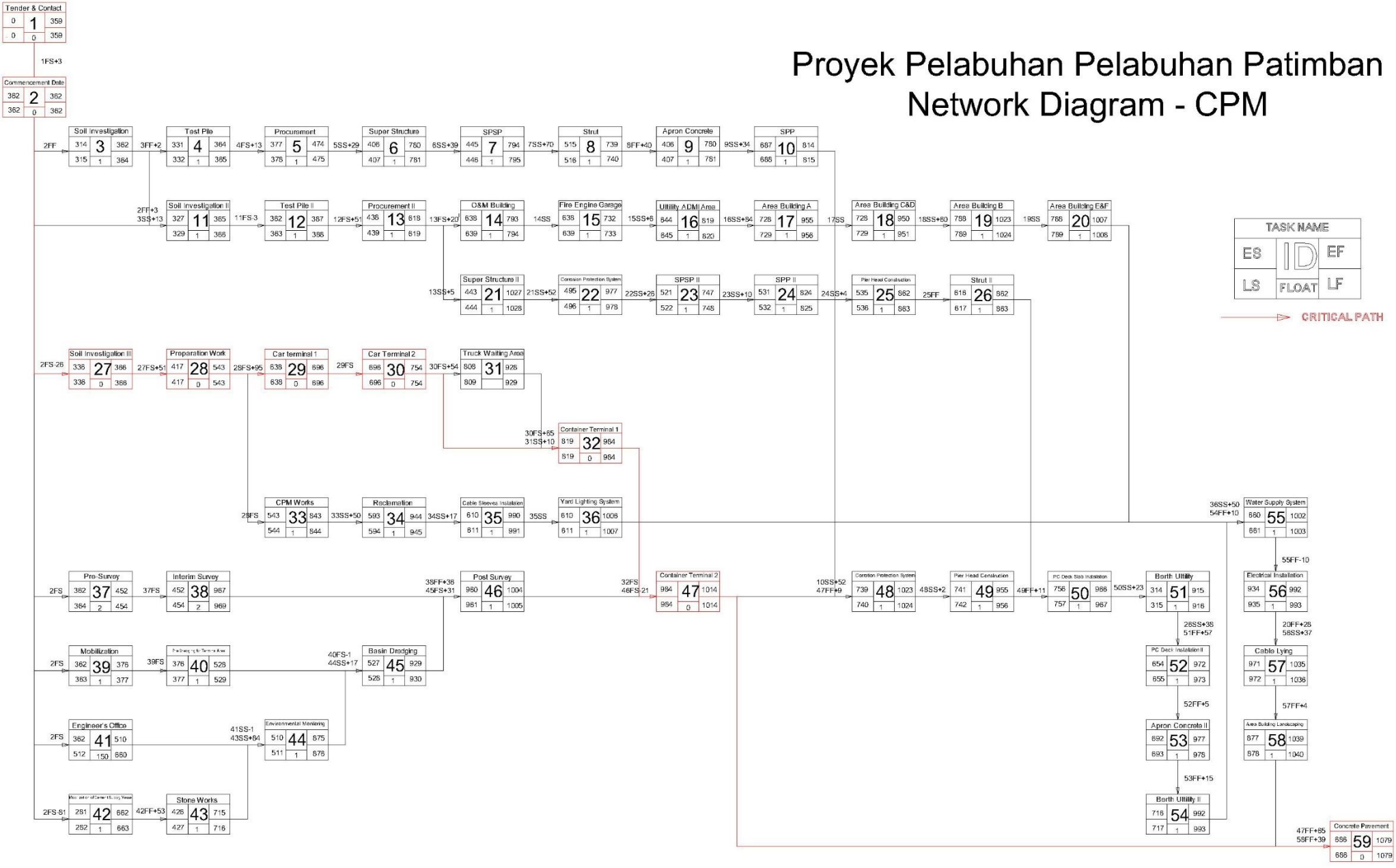


Project: CPM PLANNING
Date: Sun 21/07/19

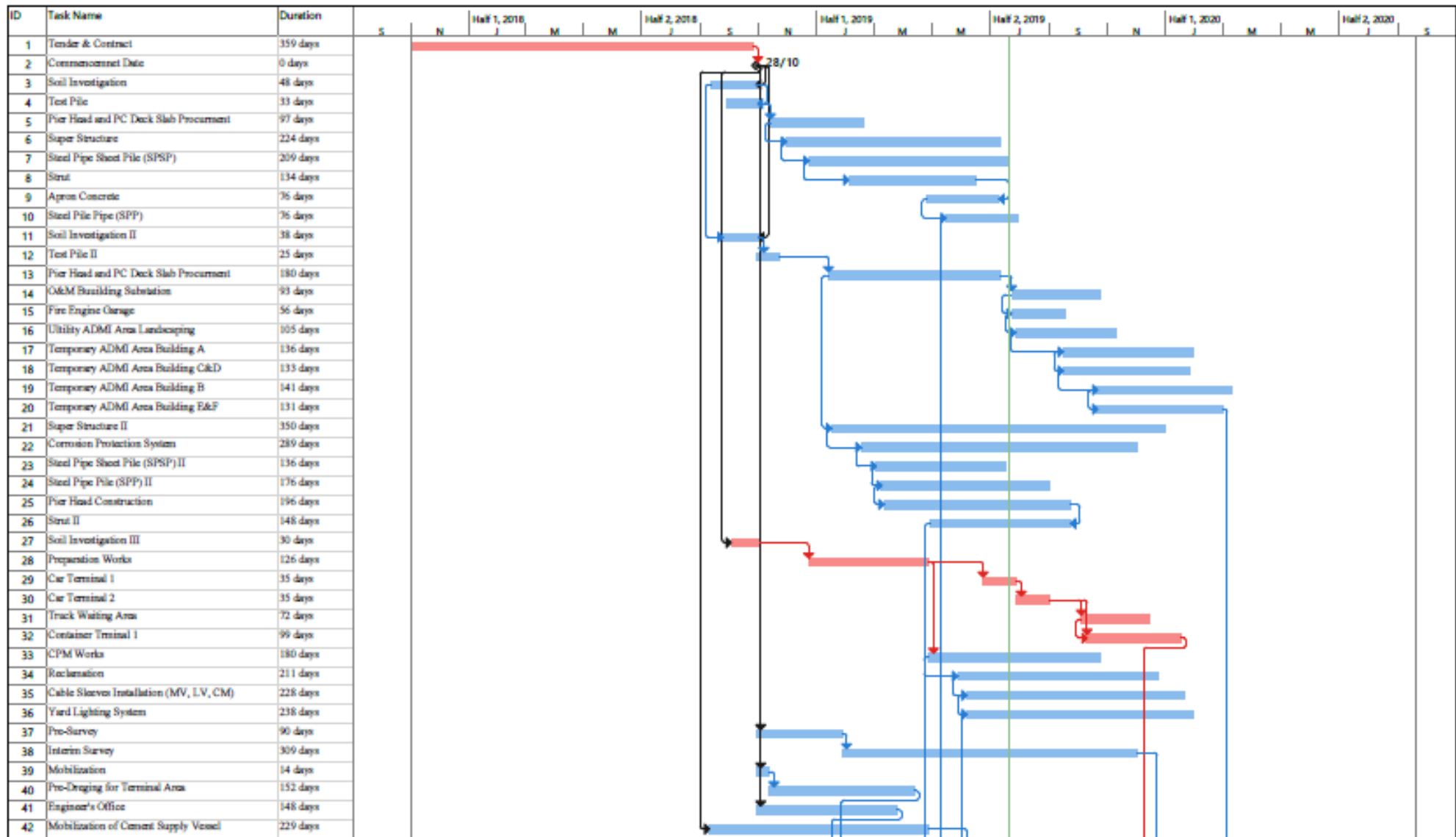
| | | | | | | | | | |
|-----------------|--|--------------------|--|-----------------------|--|--------------------|--|-----------------|--|
| Task | | Inactive Task | | Manual Summary Rollup | | External Milestone | | Manual Progress | |
| Split | | Inactive Milestone | | Manual Summary | | Deadline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

LAMPIRAN B
NETWORK PLANNING CPM

Proyek Pelabuhan Pelabuhan Patimban Network Diagram - CPM

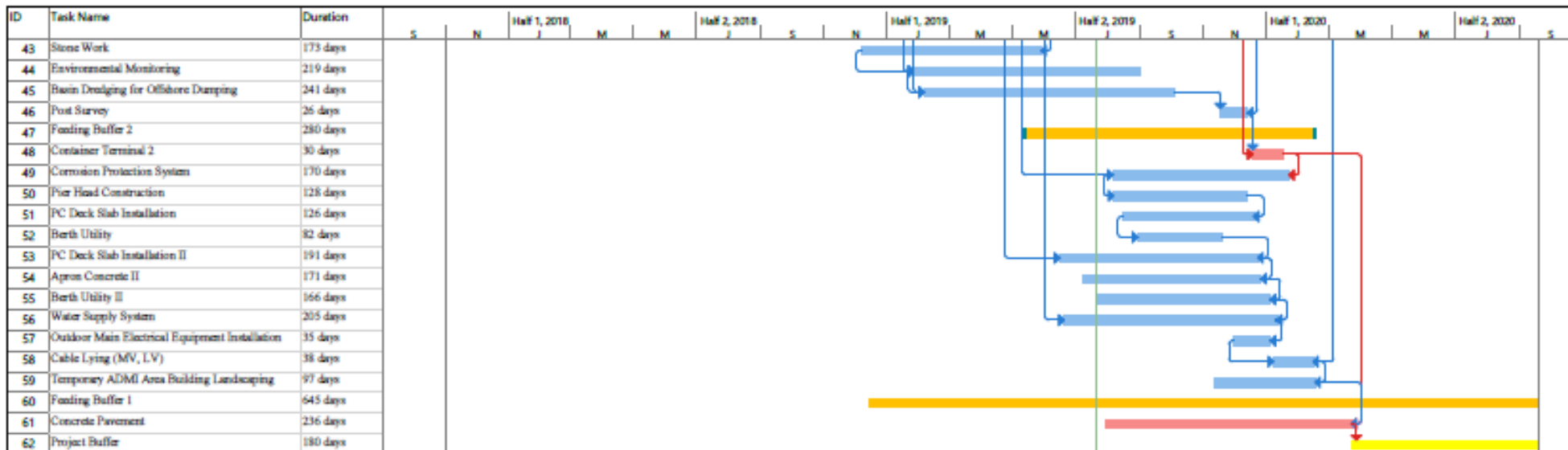


LAMPIRAN C
PENJADWALAN MS. PROJECT CCPM



Project: CCPM PLANNING
Date: Sun 21/07/19

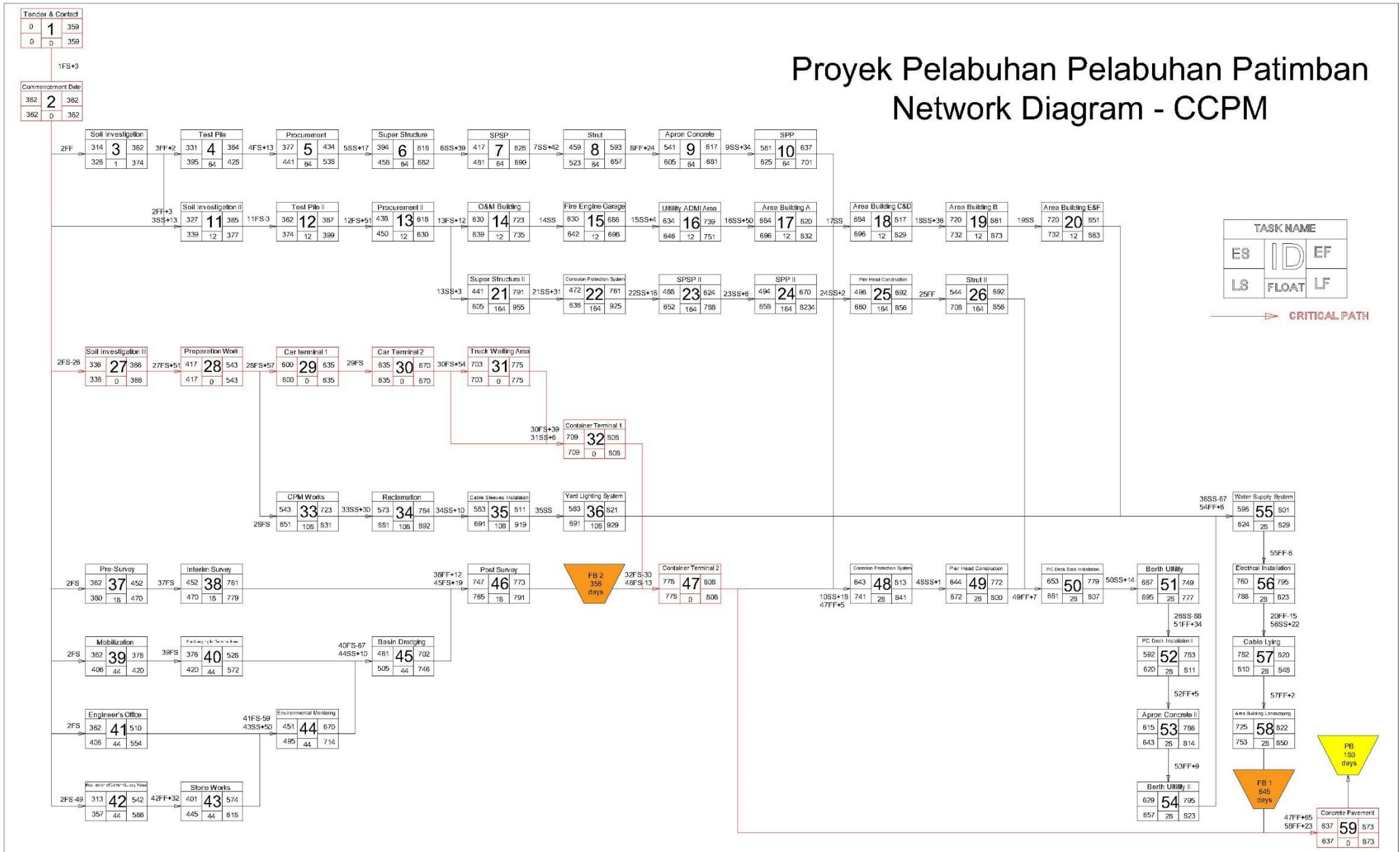
| | | | | | | | | |
|-----------------|--|--------------------|--|-----------------------|--|--------------------|--|-----------------|
| Task | | Inactive Task | | Manual Summary Rollup | | External Milestone | | Manual Progress |
| Split | | Inactive Milestone | | Manual Summary | | Deadline | | |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



| | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--|--------------------|--|-----------------------|--|--------------------|--|-----------------|--|
| Project: CCPM PLANNING Date: Sun 21/07/19 | Task | | Inactive Task | | Manual Summary Rollup | | External Milestone | | Manual Progress | |
| | Split | | Inactive Milestone | | Manual Summary | | Deadline | | | |
| | Milestone | | Inactive Summary | | Start-only | | Critical | | | |
| | Summary | | Manual Task | | Finish-only | | Critical Split | | | |
| | Project Summary | | Duration-only | | External Task | | Progress | | | |

LAMPIRAN D
NETWORK PLANNING CCPM

Proyek Pelabuhan Pelabuhan Patimban Network Diagram - CCPM



BIODATA PENULIS



Muhamad Naufal Nabilah lahir di Kota Bandung, 26 Januari 1996, merupakan putra ke empat dari lima bersaudara dan dari pasangan Uu Suparman dan Jojoh Hadijah. Penulis telah melalui beberapa jenjang pendidikan mulai dari SD Islam Salman Al-Farisi Bandung. Lalu melanjutkan studi di SMP Negeri 6 Bandung dan SMA Negeri 2 Bandung. Setelah menyelesaikan studi di masa sekolah, penulis diterima di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015. Selama masa perkuliahan, penulis sangat aktif dalam berorganisasi UKM TDC ITS, BEM ITS, HIMATEKLA, dll. Selain itu penulis juga sempat diamanahi menjadi Ketua Divisi Eksternal TDC untuk periode 2017-2018. Pada tahun ketiga perkuliahan, penulis juga sempat melaksanakan program Kerja Praktek di PT IMEC International Services selama dua bulan. Penulis terdaftar juga sebagai anggota Laboratorium Hidrodinamika FTK ITS. Penulis menyusun tugas akhir dengan judul “Analisis Percepatan Penjadwalan Proyek Pembangunan Pelabuhan Patimban Subang” yang telah diselesaikan dalam kurun waktu 1 semester sehingga syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar sarjana (S-1) telah terpenuhi.

Email: bnaufaldh7@gmail.com