



TUGAS AKHIR - MO141326
**ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN
GRAVING DOCK DI TANJUNG INTAN, CILACAP**

NUR APRILLIA

NRP. 4313100108

Dosen Pembimbing :

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

Dr. Eng Yeyes Mulyadi, ST, M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 60111

2017



TUGAS AKHIR - MO141326

COST AND TIME ANALYSIS GRAVING DOCK DEVELOPMENT IN TANJUNG INTAN, CILACAP

NUR APRILLIA

NRP. 4313100108

Supervisors :

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

Dr. Eng Yeyes Mulyadi, ST, M.Sc

DEPARTEMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 60111

2017

**ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN GRAVING DOCK DI
TANJUNG INTAN, CILACAP**

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

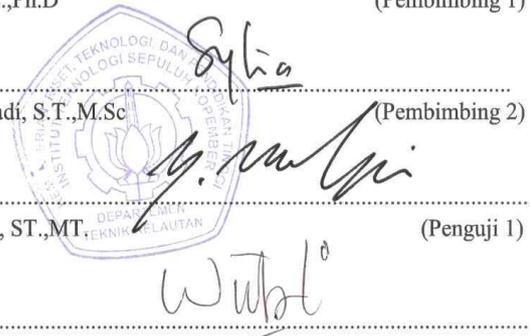
Oleh :

Nur Aprillia

NRP. 4313 100 108

Disetujui oleh :

1. Silvianita, S.T.,M.Sc.,Ph.D (Pembimbing 1)
2. Dr.Eng Yeyes Mulyadi, S.T.,M.Sc (Pembimbing 2)
3. Wimala L. Dhanista, ST.,MT (Penguji 1)



Surabaya, November 2017

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN GRAVING DOCK DI TANJUNG INTAN, CILACAP

Nama Mahasiswa : Nur Aprillia

NRP : 4313100108

Departemen : Teknik Kelautan – FTK ITS

Dosen Pembimbing : Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.

Dr. Eng Yeyes Mulyadi, ST, M.Sc

ABSTRAK

Pembangunan galangan kapal adalah salah satu cara untuk mengurangi penumpukan kapal yang ada di daerah Cilacap. Dalam pembangunan galangan kapal memiliki banyak resiko, salah satu resiko yang dapat terjadi pada saat pembangunan galangan yaitu pada segi waktu dan biaya. Penjadwalan proyek adalah suatu rencana urutan kerja dan pengalokasian baik waktu maupun biaya. Analisa yang paling sering digunakan adalah dengan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation Review Technique* (PERT). Pada tugas akhir ini dilakukan penjadwalan dan perhitungan biaya dengan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation Review Technique* (PERT) dengan studi kasus pembangunan galangan kapal di PT. Pelindo Marine Service Penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan keterkaitan setiap kegiatan dengan kegiatan lainnya. Pengerjaan pertama yang dilakukan yaitu membuat *gantt chart* yang kemudian di-*breakdown* lebih detail dan lengkap dengan hubungan antar aktivitasnya ke dalam bentuk CPM, dan kemudian akan dilanjutkan dengan menghitung probabilitas menggunakan metode PERT. Berdasarkan hasil analisa, bahwa durasi CPM mendapat waktu 204 hari dengan probabilitas 79,81 %. Dan untuk biaya yang diperlukan dalam pembangunan Graving Dock di Tanjung Intan sebesar Rp. 6.486.122.769

Kata Kunci : Galangan Kapal, Manajemen Proyek, *Critical Path*

COST AND TIME ANALYSIS GRAVING DOCK DEVELOPMENT IN TANJUNG INTAN, CILACAP

Name : Nur Aprillia
NRP : 4313100108
Departemen : Ocean Engineering – FTK ITS
Supervisor : Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dr. Eng Yeyes Mulyadi, ST, M.Sc

ABSTRACT

The construction of shipyard is one of to reduce the cumulation of vessels in the area Cilacap. In the construction of shipyard has many risks, one of the risks that can occur during the construction of the shipyard is in terms of cost and time. Project scheduling is a plan of work sequence and allocation of both time and cost. The most commonly used analysis is *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation Review Technique* (PERT) method. In this final project scheduling and cost calculation is *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation Review Technique* (PERT) method with case study of shipbuilding development at PT. Pelindo Marine Service. Project scheduling help indicate the relation of each activity to another. The first done is making a *gantt chart* which then in *breakdown* more detail and complete with the relation between its activities into the form of CPM, and then proceed with calculating the probability of using the PERT method. Based on the result of analysis, that the duration of CPM get 204 days with probability 79,81 %. And for the necessary cost in it Graving Dock development in Tanjung Intan amount Rp. 6.486.122.769

Kata Kunci : Galangan Kapal, Manajemen Proyek, *Critical Path*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PADA PEMBANGUNAN GRAVING DOCK DI TANJUNG INTAN, CILACAP** dengan baik dan lancar. Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Strata satu (S1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas akhir ini berisi tentang ide atau gagasan sebelum mengerjakan tugas akhir dengan melakukan Analisa dari segi biaya dan waktu pada pembangunan graving dock. Dengan harapan apabila laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat untuk keberlangsungan proyek. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan oleh penulis sebagai bahan koreksi untuk penulisan laporan selanjutnya agar lebih baik. Penulis juga berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dan bagi penulis pada khususnya.

Surabaya, November 2017

Nur Aprillia

(Halaman sengaja dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran proses pengerjaan tugas akhir ini atas bantuan serta dorongan moral maupun material sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Penulis sangat berterima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan kemudahannya dalam pengerjaan tugas akhir.
2. Kedua orang tua dan saudara penulis, yang selalu menjadi motivasi, dukungan dan doa agar tugas akhir ini dapat terselesaikan
3. Ibu Silvianita, S.T., M. Sc., Ph. D selaku dosen pembimbing I dan kakak terbaik yang bersedia membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis hingga tugas akhir ini dapat selesai.
4. Bapak Dr. Eng Yeyes Mulyadi, ST, M.Sc selaku dosen pembimbing II yang sabar membimbing penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
5. Bapak Chris yang telah memberikan bantuan pembelajaran mengenai manajemen proyek sehingga penulis mendapatkan pengetahuan yang lebih dalam mengenai tugas akhir yang sedang dikerjakan
6. Mas Danang Caroko selaku senior dan dosen pembimbing yang tidak tertulis secara langsung tetapi banyak memberikan bantuan kepada penulis dari awal penulis mengerjakan proposal pertama hingga proposal ketiga dengan sabar dan teliti mengoreksi tulisan hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
7. Pak Pujiari yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan tentang tugas akhir yang sedang dikerjakan
8. Mbak Loly yang telah mengajarkan kepada penulis tentang metode *Critical Path*
9. Mas Ndoy yang telah memberi pengarahan kepada penulis tentang tugas akhir yang dikerjakan terutama dalam pengerjaan kurva s
10. Staff pengajar Departemen Teknik Kelautan ITS yang telah berkontribusi memberikan ilmu sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar

11. Dias, Rindy dan Yusnia yang selalu memberikan *support*, selalu menjadi pendengar yang baik bagi penulis selama mengalami kesulitan dalam mengerjakan tugas akhir
12. Guna Wirawan dan Dian Puspita selaku teman penulis yang telah mengajarkan Ms. Project untuk mengerjakan tugas akhir ini sampai selesai.
13. Keluarga besar VALTAMERI L-31 Jurusan Teknik Kelautan, terimakasih atas dukungan sehingga penelitian dapat terselesaikan
14. Rekan – rekan laboratorium mektan dan labkom yang telah menyediakan tempat untuk penulis mengerjakan tugas akhir
15. Revo dan Ayani sebagai teman gila penulis selama ini
16. Serta pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini.

Semoga seluruh dukungan yang telah diberikan kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Amin.

Surabaya, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Definisi dari Proyek	7
2.2.2 Ciri-Ciri Proyek.....	8
2.2.3 Jenis-Jenis Proyek	9
2.2.4 Definisi dari Penjadwalan	9
2.3 Manajemen Proyek.....	10
2.4 Jaringan Kerja	11
2.5 CPM (<i>Critical Path Method</i>)	14
2.5.1 Hubungan antara Simbol dan Urutan Kegiatan	16
2.5.2 Jalur Kritis.....	18
2.6 PERT (<i>Program Evaluation Review Technique</i>).....	19

2.7 Galangan.....	22
2.7.1 Fasilitas Galangan	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Diagram Alir Penelitian	27
3.2 Metodologi Penelitian	28
3.2.1 Studi Literatur.....	28
3.2.2 Pengumpulan Data.....	28
3.2.3 Penetapan WBS (<i>Work Breakdown Structure</i>)	28
3.2.4 Estimasi Biaya	28
3.2.5 Estimasi Waktu	28
3.2.6 Kurva S.....	29
3.2.7 Kesimpulan.....	29
3.3 Langkah-Langkah Pembangunan Graving Dock	30
3.3.1 Pekerjaan Persiapan.....	30
3.3.2 Pekerjaan <i>Concrete Sheet Pile & Dinding Beton</i>	31
3.3.3 Pekerjaan Galian Area Graving Dock	31
3.3.4 Pekerjaan Beton Area Graving Dock	32
3.3.5 Pekerjaan Fasilitas Penunjang	33
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Perencanaan Proyek.....	35
4.2 Data Penjadwalan Proyek.....	35
4.3 Penyusunan <i>Critical Path Method</i>	40
4.3.1 Perhitungan Maju	43
4.3.2 Perhitungan Mundur	44
4.4 Mengidentifikasi Jalur Kritis dan Total Float Penyelesaian Proyek	46
4.5 Menghitung Probabilitas menggunakan Metode PERT	47
4.6 Data Perencanaan Biaya Proyek.....	51
4.6.1 Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>).....	52
4.6.2 Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>).....	56
4.7 Hubungan antara Biaya dan Waktu	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59

5.2 Saran.....	59
Daftar Pustaka	61
Lampiran	

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kegiatan pada CPM	15
Gambar 2.2 Hubungan Antar Kejadian 1	16
Gambar 2.3 Hubungan Antar Kejadian 2.....	16
Gambar 2.4 Hubungan Antar Kejadian 3.....	17
Gambar 2.5 Contoh Penggunaan Dummy	17
Gambar 2.6 Hubungan 2 Kejadian Bersama.....	17
Gambar 2.7 Hubungan Antar 2 Kejadian.....	18
Gambar 2.8 Hubungan Antar Aktivitas	20
Gambar 2.9 Graving Dock	23
Gambar 2.10 Graving Dock 1 PT Pelindo Marine Service.....	25
Gambar 2.11 Graving Dock 2 PT Pelindo Marine Service.....	25
Gambar 2.12 Graving Dock 3 PT Pelindo Marine Service.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	28
Gambar 4.1 Penjadwalan Proyek menggunakan MS. Project.....	38
Gambar 4.2 Kurva S.....	57

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Durasi Kerja	36
Tabel 4.2 Daftar Kegiatan CPM.....	40
Tabel 4.3 Urutan Kegiatan Proyek.....	41
Tabel 4.4 Perhitungan Maju.....	43
Tabel 4.5 Perhitungan Mundur	42
Tabel 4.6 Perhitungan Nilai Float	46
Tabel 4.7 Estimasi Waktu pada Metode PERT.....	47
Tabel 4.8 Nilai Waktu yang Diharapkan (te)	49
Tabel 4.9 Nilai Standart Deviasi dan Varians Kegiatan pada Metode PERT.....	50
Tabel 4.10 Biaya Langsung.....	53
Tabel 4.11 Biaya Tidak Langsung	56

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Penjadwalan MS. Project CPM
LAMPIRAN B	Network Planning CPM
LAMPIRAN C	Data

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki luas wilayah kelautan sebesar tiga kali lipat daripada luas daratannya atau mendekati 70% dari luas keseluruhan Negara Indonesia. Oleh karena itu wilayah laut Indonesia bisa dimanfaatkan semaksimal mungkin dengan banyak potensi untuk memiliki industri maritim dan galangan kapal yang besar dan kuat.

Galangan kapal adalah sebuah tempat yang digunakan sebagai tempat membuat dan memperbaiki suatu kapal. Penjadwalan produksi pembangunan kapal di galangan kapal dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan produk yang diinginkan apabila direncanakan dengan memperhitungkan kemampuan galangan kapal dan fasilitas yang dimiliki oleh galangan tersebut. Sebelum melakukan sebuah proses penjadwalan produksi, akan lebih baik melaksanakan survey terlebih dahulu untuk mengetahui situasi dan kondisi galangan kapal, sumber daya manusia, sistem informasi, teknologi pembuatan kapal, pengadaan bahan baku, produksi dan operasi galangan.

Proyek merupakan kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan alokasi sumber daya tertentu dan bertujuan untuk melaksanakan tugas yang sarasanya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999). Proyek pada umumnya terbatas oleh waktu dan biaya. Berhasil atau tidaknya suatu proyek sering disebabkan karena kurang koordinasi sehingga kegiatan menjadi tidak efisien. Hal-hal seperti itu yang dapat menyebabkan suatu proyek menyebabkan terlambat dari kontrak kerja. Penjadwalan proyek adalah dasar untuk dapat melaksanakan suatu proyek dapat berjalan dengan lancar. Diperlukan adanya perkiraan waktu dan biaya.

Dalam sebuah proyek diperlukan sebuah jaringan kerja atau *network planning* agar sesuai dengan penjadwalan waktu dan biaya yang telah

ditentukan agar dapat berjalan lancar dan tidak terdapat penumpukan baik dalam segi waktu dan biaya. Hal tersebut akan baik dilakukan karena akan mempermudah dalam mengerjakan suatu pekerjaan. Apabila terdapat keterlambatan akan merugikan beberapa pihak terkait dan menyebabkan waktu dan anggaran menjadi membengkak dan tidak sesuai dengan kontrak kerja. Proyek Pembangunan Galangan bertujuan untuk melakukan perbaikan atau perawatan kapal Tug Boat milik PT PMS dan kapal milik perusahaan lain yang beroperasi di daerah Cilacap karena kebutuhan akan perbaikan dan perawatan yang cukup besar menjadi pertimbangan Pengembangan Galangan Kapal Cilacap.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diambil beberapa pokok permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Berapa biaya yang diperlukan dalam proyek pembangunan graving dock di Tanjung Intan?
2. Berapa waktu yang diperlukan dalam proyek pembangunan graving dock di Tanjung Intan?
3. Bagaimana progress pembangunan graving dock di Tanjung Intan berdasarkan Kurva S?
4. Berapa probabilitas proyek pembangunan graving dock bisa selesai tepat waktu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mendapatkan biaya yang diperlukan dalam proyek pembangunan graving dock untuk mengantisipasi membengkaknya biaya proyek.
2. Mengetahui waktu yang diperlukan dalam proyek pembangunan graving dock mengantisipasi keterlambatan proyek.
3. Mengetahui progress pembangunan graving dock berdasarkan Kurva S.

4. Mengetahui probabilitas proyek pembangunan graving dock bisa selesai tepat waktu.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Agar dapat dijadikan sebagai panduan proyek agar dapat selesai sesuai dengan waktu yang ditentukan.
2. Dapat menentukan pekerjaan yang dapat dilakukan terlebih dahulu atau secara bersama agar tidak melebihi waktu yang telah ditentukan.
3. Sebagai panduan agar tidak ada pembengkakan biaya dan sesuai dengan RAB.

1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Data yang akan digunakan hanya data dokumen proyek dari PT PMS.
2. Tidak mengkaji aspek teknik desain.
3. Tidak membahas detail struktur graving dock.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika Penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang penelitian yang akan dilaksanakan, perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai serta batasan-batasan masalah yang menjadi batasan acuan pengerjaan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab II berisi tinjauan pustaka dan dasar teori yang berpedoman pada penelitian metode manajemen proyek.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III menjelaskan langkah-langkah pelaksanaan penelitian untuk memecahkan masalah yang diangkat.

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, penulis membahas tentang hasil yang telah didapat dari langkah-langkah perhitungan analisa biaya dan waktu.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, penulis menyampaikan penjelasan singkat dari perumusan masalah yang telah didapatkan selama melakukan analisa dan perhitungan serta saran untuk pengembangan tugas akhir

BAB II
TINJAUAN PUSTAKAN DAN LANDASAN
TEORI

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penjadwalan proyek dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) telah banyak digunakan dengan tujuan yang berbeda-beda. Beberapa penelitian yang menggunakan metode CPM akan dijelaskan lebih lanjut. Herdianti (2016) menjabarkan penggunaan CPM untuk pembangunan pipa transmisi gas dari Gresik Semarang dimana terjadi selama 7 hari dari jadwal. Iwawo (2016) menerapkan penjadwalan dengan menggunakan metode CPM diperoleh waktu pelaksanaan pekerjaan pembangunan gedung baru Kompleks Persekolahaan Eben Heezar Manado 241 hari untuk menyelesaikan rangkaian aktivitas pekerjaan persiapan, tanah dan struktur.

Prianto (2008) dengan judul proyek pembangunan gedung kantor berdasarkan metode penetapan jalur kritis (*Critical Path Method*) diselesaikan dalam waktu 190 hari kalender dengan total biaya sebesar Rp. 2.480.287.710 dengan dilakukan percepatan di beberapa kegiatan maka didapatkan waktu 155 hari kalender dengan total biaya Rp. 2.534.384.81.

Muhammad (2013) melakukan percepatan kegiatan dengan metode CPM didapatkan hasil yaitu waktu rencana semula 252 hari menjadi 223 hari dan biaya proyek (biaya tenaga kerja) naik menjadi Rp 494.535.404 dari rencana biaya Rp 447.223.941.

Alfianto (2012) mendapatkan 1 jalur kritis yaitu Mobilisasi dan Demobilisasi personil, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 150 hari dengan biaya sebesar Rp 388.510.000 dengan menggunakan CPM diperoleh waktu selama 135 hari dengan total biaya proyek sebesar Rp 403.176.666,7 menghasilkan waktu penyelesaian proyek lebih cepat 15 hari (10%) dan kenaikan total biaya proyek sebesar Rp 14.666.666,67 dan kurva S mendapatkan kenaikan sebesar 7,07% dari kondisi normal 100% menjadi 107,07%.

Dannyanti (2010) mendapatkan durasi optimal proyek adalah 150 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp 21.086.217.636,83 pada alteratif subkontrak menggunakan metode CPM untuk menjadwalkan pembangunan fasilitas

pemeliharaan dan perbaikan di Tanjung Intan, sehingga proyek akan berjalan tepat waktu.

Diporasetyo (2016) berdasarkan hasil penelitian waktu normal yang dibutuhkan butik “Omahkoe Batik” dalam penyelesaian kegiatan produksi I pesanan long dress batik adalah 31,09 jam dengan menggunakan *Critical Path Method* adalah 29,92 jam terdapat selisih waktu 1,17 jam menunjukkan bahwa perhitungan waktu menggunakan *Critical Path Method* menghasilkan waktu penyelesaian produksi pakaian batik yang lebih efisien.

Satriyani (2011) dengan judul Analisis Jaringan Kerja untuk Penjadwalan Kegiatan dan Alokasi Pembiayaan pada Proyek Pembangunan Kompek Gedung Serbaguna menggunakan *Critical Path Method* diperoleh satu jalur kritis dari rangkaian kegiatan yang harus diselesaikan dalam waktu 120 hari kerja.

Andri (2007) melakukan penjadwalan proyek pembangunan gedung stasiun karantina ikan kelas I Tanjung Mas Semarang dengan metode PERT-CPM dan *Excel* membutuhkan waktu 144 hari dengan biaya Rp. 606.360.753,00.

Tri (2011) dengan menggunakan metode CPM dapat menghasilkan waktu penyelesaian proyek lebih cepat 12 hari (10%) dan kenaikan total biaya proyek sebesar Rp. 2.777.777,8.

Setiawan (2011) pada kondisi perusahaan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 90 hari dengan biaya sebesar Rp. 232.247.990,00 sedangkan dengan menggunakan metode CPM percepatan diperoleh waktu selama 81 hari dengan total biaya proyek sebesar Rp. 245.087.489,99 Sehingga metode CPM dapat menghasilkan waktu penyelesaian proyek lebih cepat 9 hari (10%) dan penurunan total biaya proyek sebesar Rp. 12.839.499,99.

Arianto (2010) hasil analisa menunjukkan bahwa *Bar Chart* masih umum digunakan di dalam penjadwalan proyek konstruksi, sedangkan metode *Network Diagram* cocok untuk proyek yang bersifat kompleks karena dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika keterantungan antar kegiatan dan memiliki Teknik hitungan matematis dan metode penjadwalan linier sesuai untuk proyek yang memiliki kegiatan berulang/linier karena dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek pada waktu dan

tempat tertentu. Agar dapat saling menutupi kekurangan masing-masing metode, maka sebaiknya tidak hanya menggunakan satu metode perencanaan dan penjadwalan proyek, tapi juga dapat mengombinasikannya dengan metode yang lain.

Sebagai tindak lanjut dari studi ini adalah perlu adanya penerapan dan penggunaan metode perencanaan dan penjadwalan proyek yang sesuai dengan karakteristik proyek. Selanjutnya dapat dilakukan kajian yang lebih mendalam untuk mengetahui hubungan logika ketergantungan dan lintasan kritis pada LoB. Berdasarkan beberapa literatur diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa CPM merupakan salah satu metode penjadwalan yang dapat dianggap pasti karena memiliki ketepatan waktu yang efisien.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Definisi dari Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan pekerjaan yang dibatasi oleh waktu, anggaran dan sumber daya yang bersifat tidak rutin. Sumber daya menjadi salah satu faktor penentu dalam menentukan suatu proyek dapat dikatakan berhasil atau tidak. Penjadwalan diperlukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan sebuah proyek dan mengetahui jadwal kegiatan yang akan dilakukan. Maka penjadwalan proyek membantu dalam menentukan durasi tiap-tiap aktivitas dan waktu penyelesaiannya.

Pengertian proyek menurut beberapa ahli sebagai berikut:

- Nurhayati (2010) menjelaskan bahwa sebuah proyek dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.
- Soeharto (1999) Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan

produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas.

- Munawaroh (2003) menyatakan proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun non sumber daya manusia.
- Subagya (2000):Proyek adalah suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut,yaitu:
 1. Waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan.
 2. Merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain.
 3. Biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktifitas kompleks.

2.2.2 Ciri-Ciri Proyek

Berdasarkan pengertian proyek diatas, ciri-ciri proyek antara lain:

1. Memiliki tujuan tertentu.
2. Bersifat sementara karena durasinya pendek.
3. Proses pelaksanaannya proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya dan mutu.
4. Merupakan kegiatan tidak rutin (tidak berulang).
5. Keperluan selalu berubah sesuai dengan yang dibutuhkan.

2.2.3 Jenis-Jenis Proyek

Menurut Soeharto (1999), proyek dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Proyek Engineering-Konstruksi
Terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan dan konstruksi.
- b. Proyek Engineering-Manufaktur

Dimaksudkan untuk membuat produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.

c. **Proyek Penelitian dan Pengembangan**

Bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu.

d. **Proyek Pelayanan Manajemen**

Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir.

e. **Proyek Kapital**

Proyek capital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana capital untuk investasi.

f. **Proyek Radio-Telekomunikasi**

Bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya yang minimal.

g. **Proyek Konservasi Bio-Diversity**

Proyek konservasi bio-diversity merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.

2.2.4 Definisi dari Penjadwalan

Penjadwalan atau scheduling adalah penjadwalan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan sebuah kegiatan menyelesaikan suatu pekerjaan hingga mendapatkan hasil optimum. Beberapa tujuan dari aktifitas penjadwalan menurut Abrar Husen (2011) adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggunya sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktivitas dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori baker mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang

mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi.

3. Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai
4. Batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi penalti cost (biaya kelambatan).
5. Membantu pengambilan keputusan mengenai penjadwalan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

2.3 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu kegiatan merencanakan, melaksanakan, mengorganisasi, mengarahkan, mengawasi serta mengendalikan suatu proyek dari awal hingga akhir guna mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu. Arti manajemen yaitu pengelolaan prosedur atau tata cara pengelolaan proyek yang terdiri dari kegiatan investasi yang menggunakan faktor produksi atau sumber daya (manusia, material, peralatan, keuangan, metode/teknologi) untuk menghasilkan barang/jasa.

Manajemen proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang terdiri dari penjadwalan, penjadwalan dan pengendalian proyek yang terdiri dari beberapa aktivitas/kegiatan. Manajemen proyek dapat diterapkan pada jenis proyek apapun dan dipakai secara luas untuk menyelesaikan proyek yang besar dan kompleks. Manajemen proyek berfokus pada pencapaian tujuan akhir proyek agar dapat sesuai dengan konsep. Adapun tujuannya adalah membantu dalam menyusun jadwal proyek, menentukan durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek, aktivitas yang bisa dikerjakan terlebih dahulu dan menentukan estimasi biaya yang diperlukan.

Menurut Siswanto (2007), dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses penjadwalan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi penjadwalan yang lain, yaitu:

- a. Penyusunan jadwal (*scheduling*), anggaran (*budgeting*), kebutuhan sumber daya manusia (*manpowerplanning*), dan sumber organisasi yang lain.

b. Proses pengendalian (*controlling*).

1. Manajemen Proyek meliputi tiga fase (Heizer dan Render, 2005), yaitu Penjadwalan Fase ini mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan proyek, dan organisasi tim-nya.
2. Penjadwalan Fase ini menghubungkan orang, uang, dan bahan untuk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.
3. Pengendalian Perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelola kembali sumber daya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

2.4 Jaringan Kerja

Network planning (Jaringan Kerja) adalah sebuah penjadwalan penjadwalan dan pengawasan untuk melakukan sebuah kegiatan kerja. Pada prinsipnya adalah hubungan kerja antara setiap bagian pekerjaan yang digambarkan dalam diagram network. Dengan demikian dapat dipilih aktivitas yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya sehingga dapat mempersingkat waktu bekerja.

Sedangkan menurut Soetomo Kajatmo (1977) "*Network planning* merupakan sebuah alat manajemen yang memungkinkan dapat lebih luas dan lengkapnya penjadwalan dan pengawasan suatu proyek". Adapun definisi proyek itu sendiri adalah suatu rangkaian kegiatan-kegiatan (aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapatkan tujuan tertentu.

Menurut Tubagus Haedar Ali (1995) "*Network planning* adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam network diagram proyek yang bersangkutan. Didalam jaringan kerja terdapat dua macam yaitu :

- 1) AOA (*Activity On Arrow*), kegiatan pada anak panah, pada AOA kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Ekor anak panah merupakan awal dan

ujungnya sebagai akhir kegiatan, node I berada di ekor anak panah dan node j berada di ujung anak panah. Tetapi node j akan menjadi I pada kegiatan berikutnya:

- Masing-masing aktivitas digambarkan dengan anak panah pada suatu jaringan
- Lingkaran pada AOA merupakan symbol dari kejadian atau peristiwa
- Dummy merupakan anak panah yang hanya menjelaskan hubungan ketergantungan antara dua kegiatan, tidak membutuhkan sumber daya dan tidak membutuhkan waktu.

2) AON (*Activity On Node*)

- Masing-masing aktivitas digambarkan dengan lingkaran dalam suatu jaringan
- Penghubung satu aktivitas dengan aktivitas lainnya menggunakan tanda panah
- Kecil kemungkinan terjadi kesalahan pada AON karena AON tidak membutuhkan *dummy* atau *arc*

Keuntungan dari penggunaan Network Planning adalah sebagai berikut:

1. Dapat merencanakan penjadwalan sekaligus mengawasi kinerja proyek
2. Dapat mengetahui semua proses secara detail
3. Dapat melakukan planning apabila terdapat keterlambatan dari segi waktu dan biaya
4. Dapat mengawasi kinerja proyek agar lebih efisien

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut (Hayun, 2005) :

- a. \longrightarrow anak panah/busur : mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resources (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah

tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.

- b.  lingkaran kecil/simpul/node : mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (event) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.
- c.  anak panah terputus-putus, menyatakan kegiatan semu atau dummy activity. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. Dummy di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.
- d.  anak panah tebal, merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun,2005):

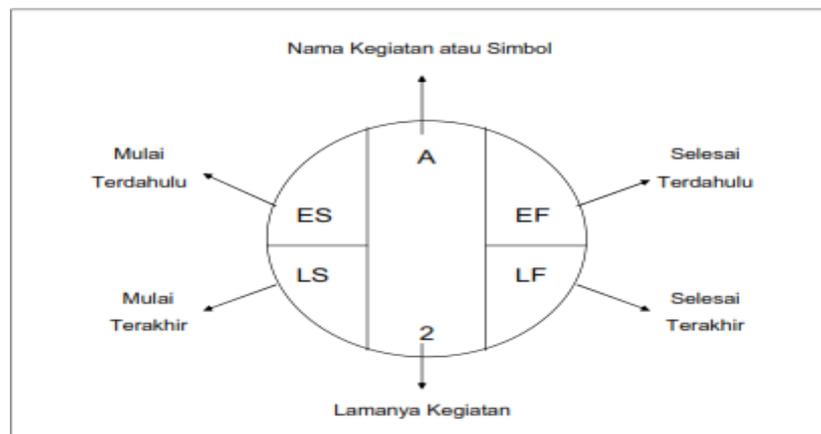
- a. Diantara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.

- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminalevent*).

2.5 CPM (*Critical Path Method*)

CPM adalah suatu penjadwalan dan pengendalian proyek dengan sistem memakai prinsip pembentukan jaringan, CPM merupakan metode yang paling banyak digunakan diantara semua sistem. Dengan metode CPM jumlah waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu kegiatan dalam proyek dianggap diketahui dengan pasti,. Jadi CPM merupakan fasilitas analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian proyek.

Metode lintasan kritis (*Critical Path Method*) dikembangkan oleh *E.T. Du Pont Nemours and Cok*arena kegiatan sering dilakukan secara berulang-ulang, waktunya cukup diketahui dengan baik. Maka dari itu metode CPM dapat digunakan sebagai keseimbangan waku biaya bukan waktu probabilitas. Menurut Siswanto (2007) CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis.



Gambar 2.1 Kegiatan pada CPM (SyafriDon, 2013)

Menurut Syafridon (2013) CPM sering disebut AOA (*Activity On Arrow*) yang terdiri dari anak panah dan lingkaran. Anak panah menggambarkan kegiatan/aktivitas, sedangkan lingkaran menggambarkan kejadian (*event*). Kejadian (*event*) di awal anak panah disebut node “I” sedangkan kejadian (*event*) di akhir anak panah disebut node “J”. CPM pada dasarnya merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Menurut Pangestu Subagyo, Marwan Asri, dan T. Hani Handoko dalam bukunya “Dasar-dasar *Operation Research*” (1995) dalam proses identifikasi jalur kritis dalam suatu *network planning*, ada beberapa istilah atau pengertian yang akan digunakan yaitu:

1. *Earliest Start Time* (ES)
Waktu tercepat untuk bisa memulai suatu kegiatan dengan waktu normal, tanpa mengganggu kegiatan yang lain
2. *Earliest Finish Time* (EF)
Waktu paling cepat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan dengan menggunakan waktu normal, tanpa mengganggu kelancaran pekerjaan-pekerjaan orang lain
3. *Latest Start Time* (LS)
Waktu yang paling lambat untuk memulai suatu kegiatan dengan waktu normal, tanpa mengganggu kelancaran-kelancaran kegiatan yang lain
4. *Latest Finish Time* (LF)
Waktu paling lambat untuk menyelesaikan suatu kegiatan dengan waktu normal tanpa mengganggu kelancaran-kelancaran kegiatan yang lain

2.5.1 Hubungan antara Simbol dan Urutan Kegiatan

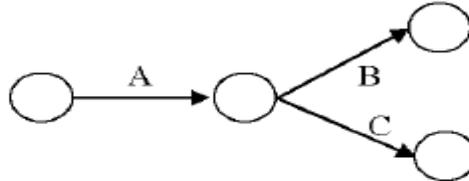
Hubungan antar symbol dan kegiatan ini menurut Yus R. Hardjadinata (1995) dalam bukunya “Manajemen Operasi” dinyatakan sebagai berikut :

1. Aktivitas B baru dapat dimulai sesudah aktivitas A selesai dikerjakan (hubungan seri)



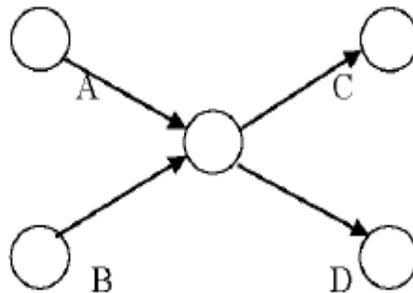
Gambar 2.2 Hubungan antar kejadian 1 (Yus R. Hardjadinata, 1995)

2. Aktivitas B baru dapat dimulai sesudah aktivitas A selesai. Demikian pula aktivitas C, baru dapat dimulai bila A sudah selesai



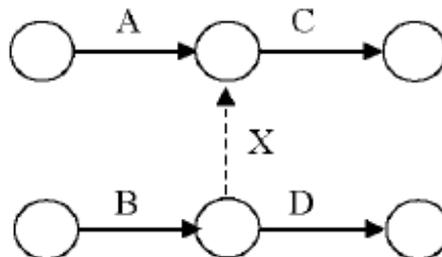
Gambar 2.3 Hubungan antar kejadian 2 (Yus R. Hardjadinata, 1995)

3. Aktivitas C baru dapat dimulai bila aktivitas-aktivitas A dan B (keduanya) sudah selesai. Demikian pula aktivitas D, baru dapat dimulai bila A dan B sudah selesai pula



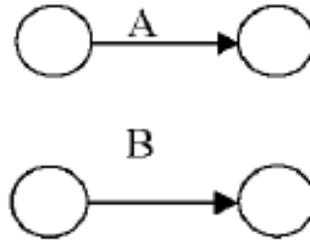
Gambar 2.4 Hubungan antar kejadian 3 (Yus R. Hardjadinata, 1995)

4. Aktivitas C tergantung dari (harus didahului oleh) aktivitas A dan X (X-aktivitas semu). Oleh karena itu aktivitas , maka dapat dikatakan bahwa aktivitas C tergantung dari aktivitas Adan B, disini aktivitas D tergantung dari aktivitas B saja (hubungan pararel)



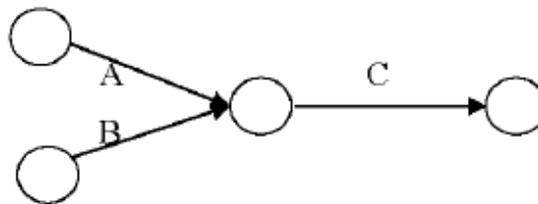
Gambar 2.5 Contoh Penggunaan Dummy (Yus R. Hardjadinata, 1995)

5. Aktivitas A dan B dapat berlangsung bersama-sama



Gambar 2.6 Hubungan 2 kejadian Bersama (Yus R. Hardjadinata, 1995)

6. Aktivitas C baru dapat dimulai setelah aktivitas A dan B selesai



Gambar 2.7 Hubungan antar 2 kejadian (Yus R. Hardjadinata, 1995)

2.5.2 Jalur Kritis

Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999).

Jalur kritis adalah sebuah rangkaian aktivitas-aktivitas dari sebuah proyek yang tidak bisa ditunda waktu pelaksanaannya dan menunjukkan hubungan saling ketergantungan satu dengan yang lainnya. Dalam suatu proyek bisa dihasilkan lebih dari satu jalur kritis, semakin banyak jalur kritis dalam suatu proyek, maka akan semakin banyak aktivitas yang harus diawasi secara intensif. Jalur kritis yang

mempunyai akumulasi durasi waktu yang paling lama akan digunakan sebagai estimasi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan (Sahid, 2012).

Sifat-Sifat Jalur Kritis menurut Gitosudarmo (2000) menyatakan bahwa jalur kritis memiliki sifat atau ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Jalur kritis merupakan jalur yang memakan waktu terpanjang dalam proses produksi.
- b. Jalur kritis adalah jalur yang tidak memiliki tenggang waktu antara waktu selesainya suatu tahap kegiatan dengan waktu mulainya suatu tahap kegiatan lain yang lain dalam proses produksi.

Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses *two-pass*, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass*. ES dan EF ditentukan selama *forward pass*, LS dan LF ditentukan selama *backward pass*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam jalur kritis apabila tertundanya pekerjaan di jalur kritis maka akan menunda penyelesaian jalur proyek secara keseluruhan. Penyelesaian proyek secara keseluruhan dapat dipercepat dengan mempercepat penyelesaian pekerjaan di jalur kritis.

Forward Pass adalah langkah maju untuk menghitung waktu selesai paling awal suatu kegiatan (EF/ *Earliest Finish time*). Dengan cara $EF = ES + D$. Dimana EF (*Earliest Finish time*) adalah Waktu selesai paling awal suatu kegiatan, ES (*Earliest Start time*) adalah Waktu mulai paling awal suatu kegiatan, Dan D (Durasi) adalah kurun waktu dari suatu kegiatan.

Bakward Pass adalah langkah mundur untuk menentukan waktu paling akhir kegiatan boleh mulai (LS / *Latest Start time*). Dengan cara $LS = LF - D$. Dimana LS (*Latest Start time*) adalah waktu paling akhir kegiatan boleh mulai, LF (*Latest Finish Time*) adalah Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai, Dan D (Durasi) adalah kurun waktu dari suatu kegiatan.

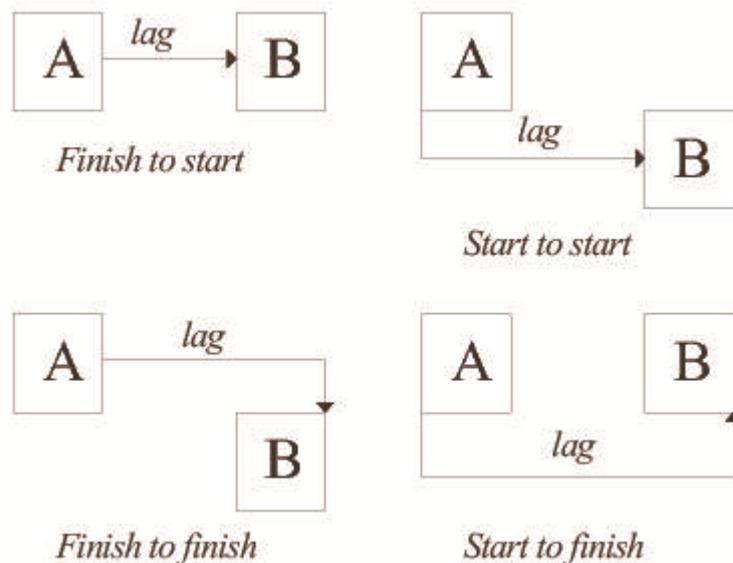
2.6 PERT (*Program Evaluation Review Technique*)

PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk meminimalisir adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik

PERT memungkinkan dihasilkan suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum proyek terlaksana.

Tujuan dari PERT adalah untuk mencapai suatu titik tertentu dimana waktu merupakan hal yang paling mendasari dari PERT dalam penyelesaian kegiatan bagi suatu proyek. Metodologi PERT divisualisasikan dengan suatu grafik atau bagan yang melambangkan ilustrasi dari sebuah proyek. Diagram jaringan ini terdiri dari beberapa titik (*nodes*) yang merepresentasikan kejadian (*event*) atau suatu titik tempuh (*milestone*). Titik-titik tersebut dihubungkan oleh suatu vektor (garis yang memiliki arah) yang merepresentasikan suatu pekerjaan (*task*) dalam sebuah proyek. Arah dari vektor atau garis menunjukkan suatu urutan pekerjaan.

Menurut, Kerzner (2009), hubungan antar aktivitas proyek dapat dinyatakan dengan *finish to start*, *start to start*, *finish to finish*, *start to finish*, dengan *lag* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Hubungan Antar Aktivitas (Kerzner, 2009)

Dari Gambar 2.8, menunjukkan contoh hubungan antara 2 aktivitas, yaitu aktivitas A dan aktivitas B sebagai berikut :

a. *Finish to start* (FS)

Hubungan *finish to start* antara aktivitas A dan B adalah hubungan aktivitas dimana aktivitas B dapat dimulai setelah aktivitas A selesai dikerjakan.

b. Start to start (SS)

Hubungan *start to start* antara aktivitas A dan B adalah hubungan aktivitas dimana ketika aktivitas A dimulai maka aktivitas B juga dapat dimulai.

c. Finish to finish (FF)

Hubungan *finish to finish* antara aktivitas A dan B adalah hubungan aktivitas dimana aktivitas A dan aktivitas B selesai pada waktu yang sama.

d. Start to Finish (SF)

Hubungan *start to finish* antara aktivitas A dan B adalah hubungan aktivitas dimana ketika aktivitas A dimulai maka aktivitas B sudah selesai.

e. Lag

Lag adalah jumlah waktu diantara mulai atau selesainya aktivitas A dengan mulai atau selesainya aktivitas B. yang dapat bernilai positif atau negatif

Langkah-langkah perhitungan dengan metode PERT adalah :

1. Memperkirakan 3 waktu yaitu waktu optimis (A), waktu pesimis (B) dan waktu paling mungkin (M).

- Waktu optimis (*Optimistic Duration Time*) adalah durasi tercepat untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika semua kegiatan berjalan dengan baik dan tidak ada hambatan.
- Waktu paling mungkin (*Most Likely Time*) adalah durasi aktivitas yang dinyatakan sebagai durasi yang paling mungkin terjadi pada proyek dalam waktu normal dengan hambatan masih dalam batas normal.
- Waktu pesimis (*Pessimistic Duration Time*) adalah durasi aktivitas untuk menyelesaikan suatu kegiatan dengan hambatan yang lebih dari besar, biasanya dipengaruhi oleh keadaan yang menimbulkan masalah pada proyek.

2. Perhitungan *expected time* (Te), Standart Deviasi dan Varians pada jalur kritis untuk menentukan waktu yang diharapkan dengan rumus :

$$Te = \frac{(To+4m+Tp)}{6} \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk menghitung standart deviasi penyelesaian pada proyek dapat dapat dihitung menggunakan rumus :

$$S = \frac{(b-a)}{6} \dots\dots\dots (2.2)$$

Untuk menghitung varians waktu pada proyek dapat dapat dihitung menggunakan rumus :

$$V(te) = S^2 = \left(\frac{(b-a)}{6}\right)^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

Te = waktu yang diharapkan

B = waktu pesimis

A = waktu optimis

M = waktu yang paling mungkin

S = standart deviasi

V(te) = variasi

3. Perhitungan Probabilitas penyelesaian proyek pembangunan dengan waktu yang diharapkan dengan menggunakan variance dan normal z-value. Setelah mendapatkan normal z-value, dapat diketahui angka probabilitas menggunakan pendekatan distribusi normal. Berikut adalah rumus mencari variance dan z-value :

$$Z\text{-value} = \frac{(Td-Te)}{S} \dots\dots\dots (2.4)$$

keterangan :

Td = waktu yang dijadwalkan

Te = waktu yang diharapkan

S = standart deviasi

2.7 Galangan

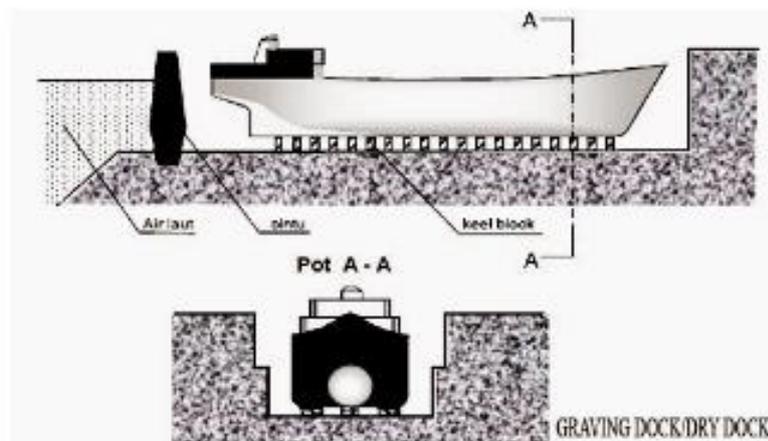
Galangan adalah sebuah tempat yang berfungsi sebagai tempat pembuatan kapal dan perbaikan kapal. Jenis galangan kapal meliputi :

1. *Building Dock Shipyard* yaitu tempat yang digunakan hanya dalam ruang lingkup pembangunan kapal baru.

2. *Repair Dock Shipyard* adalah tempat yang digunakan hanya ruang lingkup perbaikan kapal dan pemeliharaan kapal.
3. *Building and Repair Shipyard* adalah tempat yang dapat digunakan dalam ruang lingkup baik pembangunan kapal baru dan repair atau maintenance.

Pengedokan adalah proses yang dilakukan untuk memindahkan kapal (*ship*) dari air atau laut ke atas Dock dengan fasilitas bantuan pengedokan. Tipe dock ada beberapa macam yaitu : Dock Kolam (*Graving Dock/Dry Dock*), Dock Apung (*Floating Dock*) dan Dock Tarik (*Slipway*). Graving dock atau yang sering disebut Dok kolam yaitu suatu bangunan dok berbentuk kolam yang terletak ditepi laut atau pantai. Graving dock biasanya digunakan untuk keperluan membersihkan badan kapal, memeriksa kerusakan-kerusakan pada kapal, memperbaiki kapal, mengecat badan kapal dibagian bawah garis air.

Pada bangunan graving dock terdapat beberapa bagian penting seperti dinding graving dock terdiri dari bangunan beton bertulang, pintu penutupnya terbuat dari pelat baja sehingga pintu tersebut dapat mengapung, di mana pintu penutup ini dilengkapi tangki-tangki ballast yang digunakan untuk menenggelamkan dan mengapungkan pada waktu pengoperasiannya serta dilengkapi dengan katup-katup (*valves*) dan pompa-pompa. Pada bagian bibir pintu yang bersinggungan dengan bibir kolam (graving dock) diberi packing dari karet untuk memperoleh kedekatan pada waktu air dalam kolam kosong.



Gambar 2.9 Graving Dock (Afif, 2011)

Keuntungan dari *Graving Dock* adalah :

- Mempunyai tingkat keamanan yang lebih baik daripada *Floating Dock* karena *Graving Dock* adalah bangunan yang tetap.
- Umur pemakaiannya lebih lama dibandingkan pendedokan lainnya.
- Biaya perawatan rendah.

Kerugian dari *Graving Dock* adalah :

- Biaya pembuatan mahal.
- Waktu pembuatan yang lama.
- *Graving Dock* adalah bangunan yang tetap sehingga tidak dapat dipindahkan.

Tahap pembangunan *Graving Dock* (Janata , 2006) adalah sebagai berikut:

1. Pemancangan

- Pemancangan SSP (*Sheet pile* baja)
- Pemancangan tiang pancang
- Pemancangan *sheet pile* beton

2. Penggalian

- Penggalian tanah dock
- Pembuatan *bracing*
- Pemasangan deadtment

3. Pekerjaan Struktur

- Pengecoran lantai beton
- Pengecoran dinding beton
- Pengecobaran sabuk beton
- Pengecoran jalan beton

4. Perlengkapan

- Pembuatan pintu dock
- Pemasangan pompa isap
- Pemasangan insatansi listrik

5. Pengerukan Alur

- Pengerukan depan pintu
- Pengerukan alur
- Pengerukan kolam apung

2.7.1 Fasilitas Galangan

Fasilitas galangan reparasi adalah suatu tempat yang digunakan hanya ruang lingkup perbaikan kapal (*Repair*) dan Pemeliharaan kapal (*Maintenance*). Reparasi adalah sebuah proses perbaikan atau mengganti bagian kapal yang sudah tidak dapat digunakan karena sudah tidak layak pakai dan tidak memenuhi standart yang berlaku. Reparasi biasanya menyangkut pada tiga hal yaitu : badan kapal, permesinan kapal dan outfitting. Suatu galangan kapal, minimal mempunyai fasilitas sebagai berikut : perletakan kantor, bengkel dan fasilitas penunjang lainnya. Penyusunan letak bengkel juga mempengaruhi kinerja, sehingga letak bengkel sebisa mungkin dapat mempermudah urutan pekerjaan dan aliran material.

Contoh fasilitas pendedokan yang ada di PT. Pelindo Marine Service di Surabaya yaitu ditunjukkan pada Gambar 2.10-2.12 berikut:



Gambar2.10 Spesifikasi: panjang : 45 m ; lebar : 12 m ; kedalaman : 5 m



Gambar 2.11 Spesifikasi : panjang : 45 m ; lebar : 15 m ; kedalaman : 5 m



Gambar 2.12 Spesifikasi : panjang : 45 m ; lebar : 15 m ; kedalaman : 5 m

Suatu galangan dianggap layak apabila (Wulandari, 2016) :

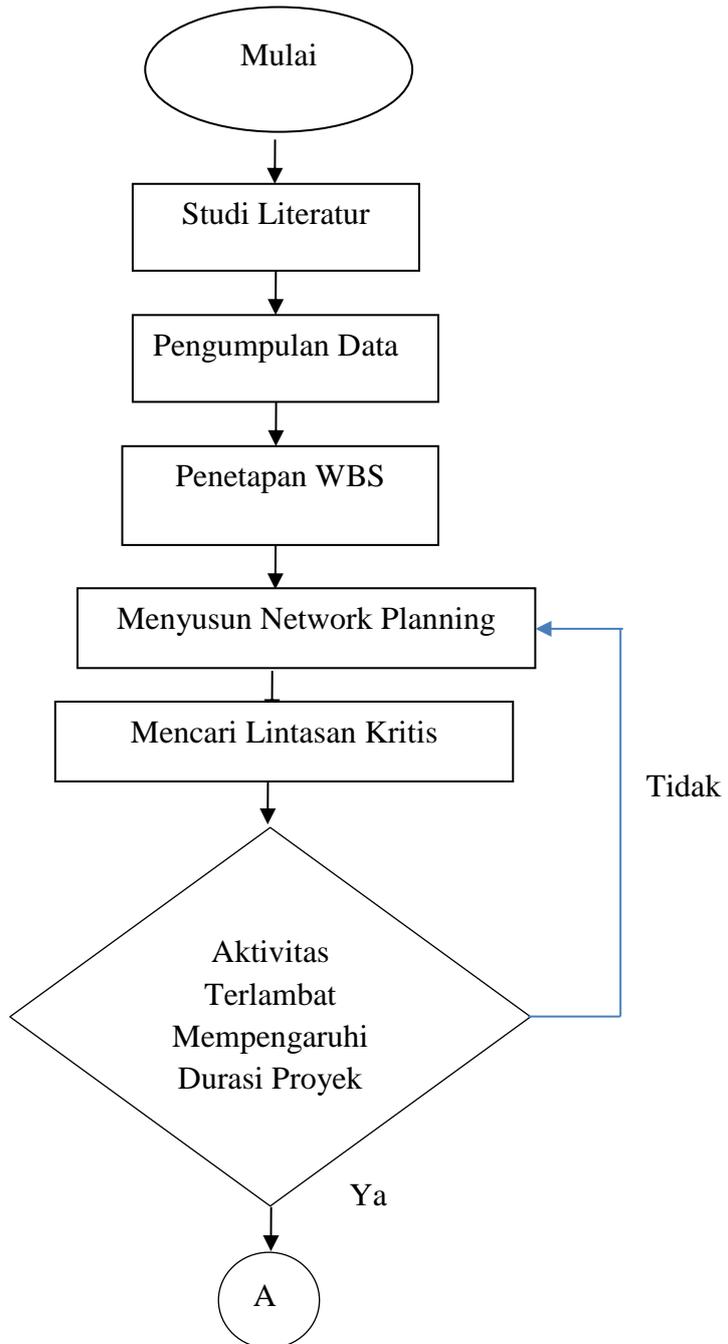
1. kepuasan dan penilaian pemilik kapal/perusahaan pelayaran terhadap layanan jasa reparasi kapal di galangan kapal dapat mencakup empat variabel yaitu biaya reparasi, mutu pekerjaan, waktu reparasi, serta pelayanan dan fasilitas.
2. dilakukan analisis komponen galangan kapal yang mempengaruhi layanan jasa reparasi sehingga diketahui komponen yang memberikan kontribusi terhadap kepuasan dan penilaian pemilik kapal/perusahaan pelayaran.
3. dihitung besarnya fasilitas yang perlu ditingkatkan berdasarkan keterlambatan dari pekerjaan reparasi

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

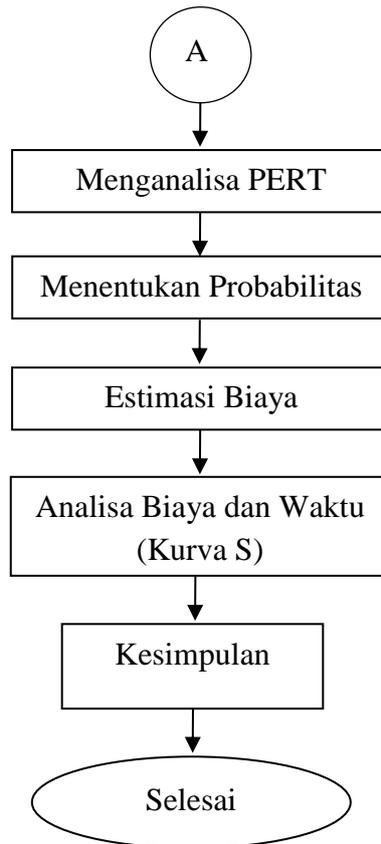
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR

Adapun urutan pengerjaan atau diagram alir dalam penelitian serta penulisan laporan tugas akhir ini yaitu :



Gambar 3.1 Diagram alir Metodologi



Gambar 3.1 Diagram alir Metodologi (lanjutan)

3.2 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini ada beberapa tahapan yang merupakan langkah penjelasan dari diagram alir diatas. Dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan referensi dari makalah ilmiah, jurnal, buku-buku dan laporan tugas akhir yang berkaitan dengan tugas akhir yang akan saya bahas untuk mendapatkan gambaran dan pemahaman terhadap materi. Literatur tersebut juga digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir. Adapun studi literatur antara lain:

- Studi mengenai galangan
- Studi mengenai manajemen proyek

- Studi mengenai jaringan kerja
 - Studi mengenai *CriticalPath Methode (CPM)*.
2. Pengumpulan data :
Pengumpulan data dilakukan di PT Pelindo Marine Service. Data primer yang digunakan berupa jenis kegiatan, jadwal kegiatan, waktu kegiatan dan biaya dalam menyelesaikan proses pembangunan *Graving Dock*.
 3. Penetapan WBS (*Work Breakdown Structure*)
WBS adalah beberapa kegiatan-kegiatan umum yang dipecah menjadi kegiatan khusus. WBS juga sangat penting dalam suatu proyek karena memudahkan penjadwalan dengan memaparkan kegiatan yang ada dalam proyek secara detail.
 4. Menyusun Network Planning
Menjadwalkan kegiatan dengan menyusun Network Planning menggunakan MS. Project sesuai dengan durasi dan predecessor.
 5. Mencari Lintasan Kritis
Berdasarkan Network Planning maka didapatkan lintasan kritis sesuai dengan perhitungan untuk metode CPM.
 6. Aktivitas Terlambat Mempengaruhi Durasi Proyek
Menganalisa apabila terjadi keterlambatan pada suatu proyek dan membuat Network Planning baru apabila terdapat keterlambatan.
 7. Menganalisa PERT
Menentukan waktu optimis, pesimis dan realistis yang diperlukan dalam analisa PERT.
 8. Menentukan Probabilitas
Mendapatkan hasil probabilitas proyek bisa selesai tepat waktu dan sesuai dengan metode PERT.
 9. Estimasi Biaya
Memperkirakan perhitungan besar biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikansuatu pekerjaan atau kegiatan tertentu.
 10. Asnalisa Biaya dan Waktu (Kurva S)

Kurva S digunakan untuk menunjukkan progress waktu proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipaparkan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana.

11. Kesimpulan

Pada tahap akhir diperoleh hasil analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan. Dengan adanya kesimpulan dari penelitian maka dapat memberikan saran sebagai peningkatan kinerja perusahaan dan sebagai referensi pada penelitian yang selanjutnya.

3.3 Langkah-langkah Pembangunan Graving Dock

Langkah-langkah pembangunan graving dock terdiri dari Pekerjaan Persiapan, Pekerjaan *Concrete Sheet Pile* & Dinding Beton, Pekerjaan Galian Tanah Area Graving Dock, Pekerjaan Beton Area Graving Dock dan Pekerjaan Fasilitas Penunjang. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing pekerjaan tersebut.

3.3.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan Persiapan terdiri dari :

1. Pembersihan Lahan adalah salah satu tahapan dalam mempersiapkan lahan untuk suatu kegiatan atau pekerjaan.
2. Pengukuran dan *Bouwplank* adalah pengukuran batas-batas yang digunakan sebagai pembatas untuk menentukan titik bidang kerja pada proyek.
3. Direksi Kit dan Temporary Fasilitas adalah fasilitas atau bangunan yang bersifat sementara yang berfungsi sebagai tempat kerja bagi kontraktor, pengawas dan lain-lain selama proyek berlangsung.
4. *Site Managemen Project (Shop Drawing dan Site Engineering)*
-*Shop drawing* atau gambar kerja adalah gambar teknis lapangan digunakan sebagai acuan selama pelaksanaan suatu pekerjaan. Gambar ini bersifat detail dan menjadi pedoman

pelaksana atau pemborong dalam melaksanakan pekerjaan suatu proyek.

- *Site engineer* bertugas memberikan bantuan dan pertimbangan teknis kepada project manager terhadap masalah teknis yang dihadapi dilapangan, serta mengawasi pekerjaan pada bidang masing-masing dilapangan.
- 5. Mobilisasi dan Demobilisasi adalah kegiatan untuk mendatangkan sumber daya dalam proyek.
- 6. Pembendungan Air Laut adalah pekerjaan dengan memberikan pembatas agar air tidak dapat masuk ke dalam proyek pengerjaan.

3.3.2 Pekerjaan *Concrete Sheet Pile* & Dinding Beton

Pekerjaan *Concrete Sheet Pile* & Dinding Beton terdiri dari :

1. Pengadaan *Concrete Sheet Pile* adalah mendatangkan bahan pembuatan dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah dan untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian.
2. Jasa pemancangan *Concrete Sheet Pile* (Terpancang) adalah pembuatan dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah dan untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian.
3. Treatment *Concrete Sheet Pile* adalah pemotongan terhadap beton yang telah pasang dengan bentuk tertentu digunakan untuk konstruksi berat yang dirancang dengan tulangan untuk menahan beban permanen setelah konstruksi dan juga untuk menangani tegangan yang dihasilkan selama konstruksi.

3.3.3 Pekerjaan Galian Area Graving Dock

Pekerjaan Galian Area Graving Dock terdiri dari :

1. Pekerjaan Galian area Graving Dock adalah pekerjaan pengerukan tanah atau menggali bangunan dengan kedalaman tertentu yang digunakan sebagai graving dock.
2. Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian adalah melakukan pembuangan setelah pengerukan.

3. Pengurukan Tanah Kembali dan Pemadatan Tanah adalah melakukan pengerukan dan melakukan pemadatan dengan timbunan tanah untuk mendapatkan ketebalan tanah yang diinginkan.
4. Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut yaitu pekerjaan pengerukan tanah atau menggali tanah di daerah pinggir pantai.

3.3.4 Pekerjaan Beton Area Graving Dock

Pekerjaan Beton Area Graving Dock terdiri dari :

1. Lantai / Slab Graving Dock
 - a. Pengadaan Tiang Pancang adalah mendatangkan bahan sebagai salah satu kebutuhan untuk menyangga pada graving dock.
 - b. Jasa Pemancangan adalah suatu tindakan pemasangan tiang pancang sesuai dengan ketentuan.
 - c. *Treatment* Tiang Pancang adalah suatu tindakan pemotongan pada tiang pancang.
 - d. *Pile Cap* adalah suatu cara untuk mengikat pondasi sebelum didirikan kolom di bagian atasnya.
2. Pekerjaan Lantai Beton adalah lantai kerja yang terdiri dr dan pondasi serta beton bertulang
 - a. Pembesian adalah bagian dari pekerjaan struktur pada pembuatan struktur brton bertulang.
 - b. Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk konstruksi beton.
 - c. Pengecoran adalah proses pembuatan benda dengan menuangkan ke dalam rongga cetakan.
 - d. Hardener adalah bahan pengeras dan pelicin untuk memperkuat permukaan lantai beton terhadap gesekan.
3. Pekerjaan Dinding beton adalah bangunan sebagai pemisah atau membentuk suatu ruangan.
 - a. Pembesian adalah bagian dari pekerjaan struktur pada pembuatan struktur beton bertulang.

- b. Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk konstruksi beton.
- c. Pengecoran adalah proses pembuatan benda dengan menuangkan ke dalam rongga cetakan.
- d. Hardener adalah bahan pengeras dan pelicin untuk memperkuat permukaan dinding beton terhadap gesekan.

3.3.5 Pekerjaan Fasilitas Penunjang

Pekerjaan Fasilitas Penunjang terdiri dari :

1. Pekerjaan Rumah Pompa adalah menjaga dan melindungi kinerja pompa yang direncanakan.
2. Pembuatan Pintu Graving Dock adalah sebagai pintu penutup yang berhubungan langsung dengan pantai/laut.
 - a. Pengadaan Plat adalah mendatangkan bahan baku dalam pembuatan pintu graving dock.
 - b. Pengadaan Valve adalah mendatangkan sebuah perangkat yang mengatur, mengarahkan atau mengontrol aliran dari suatu cairan (gas, cairan, padatan) dengan membuka, menutup atau menutup bagian dari jalan alirannya.
3. Fender adalah salah satu bahan baku yang terbuat dari karet dan digunakan sebagai bumper yang berfungsi untuk menahan benturan secara langsung dengan graving dock saat terjadi kontak antara kapal dan dermaga atau dengan kapal yang lain.
4. Pekerjaan Finishing adalah pekerjaan akhir dari sebuah kegiatan pembangunan galangan.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Proyek

Pengerjaan Proyek pembangunan Graving Dock di Tanjung Intan, Cilacap membutuhkan waktu pengerjaan selama 204 hari dimulai dari 12 Januari 2018 sampai dengan 1 Agustus 2018. Maka dari itu diperlukan perencanaan yang matang agar proyek dapat terlaksana sesuai yang direncanakan.

Kegiatan yang harus dilakukan adalah membuat perencanaan waktu dan biaya yang diperlukan selama proyek berlangsung, setelah itu dilanjutkan dengan membuat penjadwalan. Dalam perencanaan waktu proyek, perkiraan waktu yang digunakan pada suatu kegiatan di dapat dari pengalaman proyek sebelumnya.

4.2 Data Penjadwalan Proyek

Pengerjaan Proyek pembangunan Graving Dock di Tanjung Intan, Cilacap membutuhkan waktu pengerjaan selama 204 hari dimulai dari 12 Januari 2018 sampai dengan 1 Agustus 2018. Maka dari itu diperlukan perencanaan yang matang agar proyek dapat terlaksana sesuai yang direncanakan.

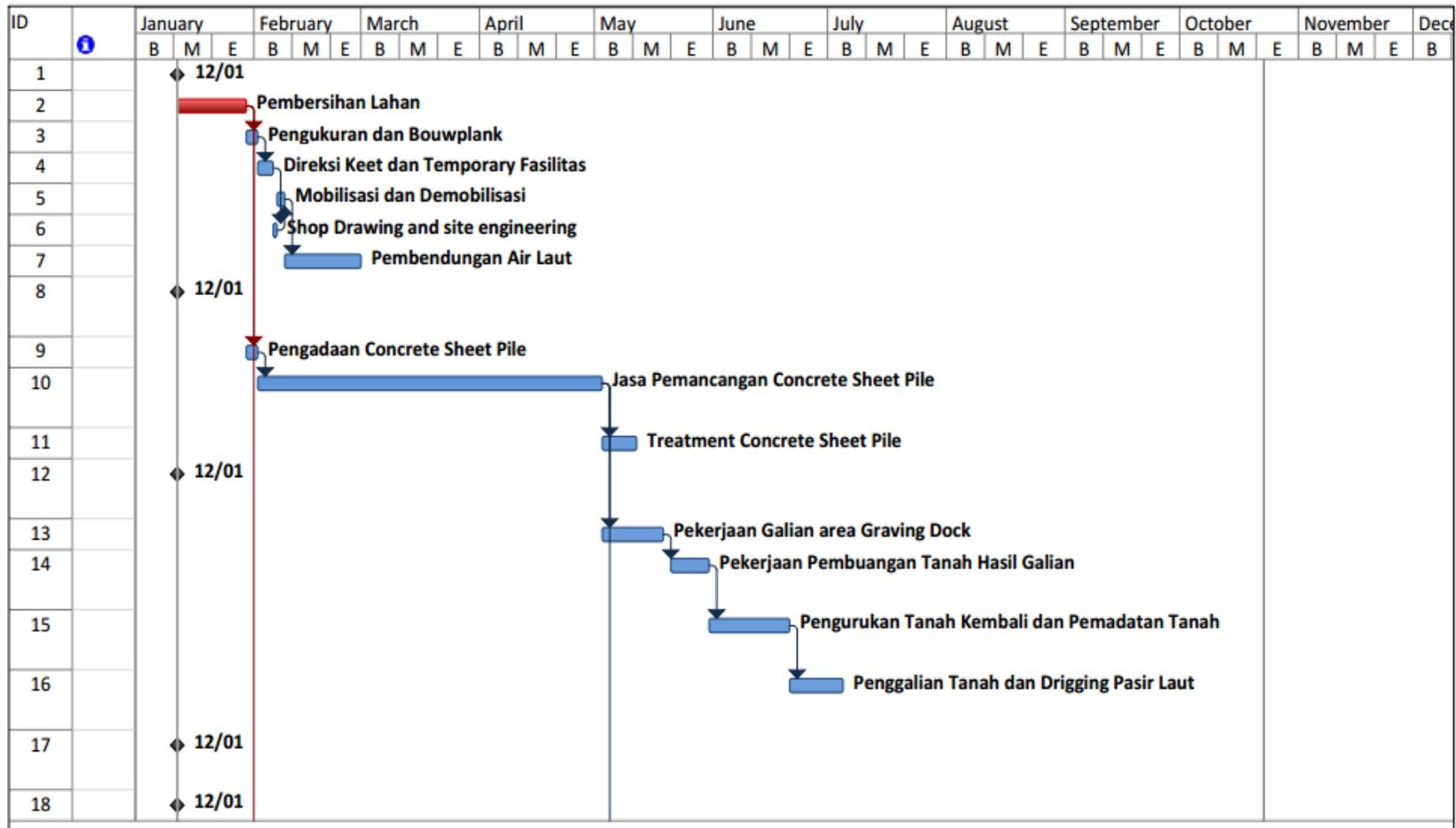
Kegiatan yang harus dilakukan adalah membuat perencanaan waktu dan biaya yang diperlukan selama proyek berlangsung, setelah itu dilanjutkan dengan membuat penjadwalan. Dalam perencanaan waktu proyek, perkiraan waktu yang digunakan pada suatu kegiatan di dapat dari pengalaman proyek sebelumnya.

Penjadwalan adalah suatu perencanaan waktu proyek mulai tahap persiapan sampai selesai. Berikut adalah data pekerjaan proyek pembangunan graving dock di Tanjung Intan, Cilacap.

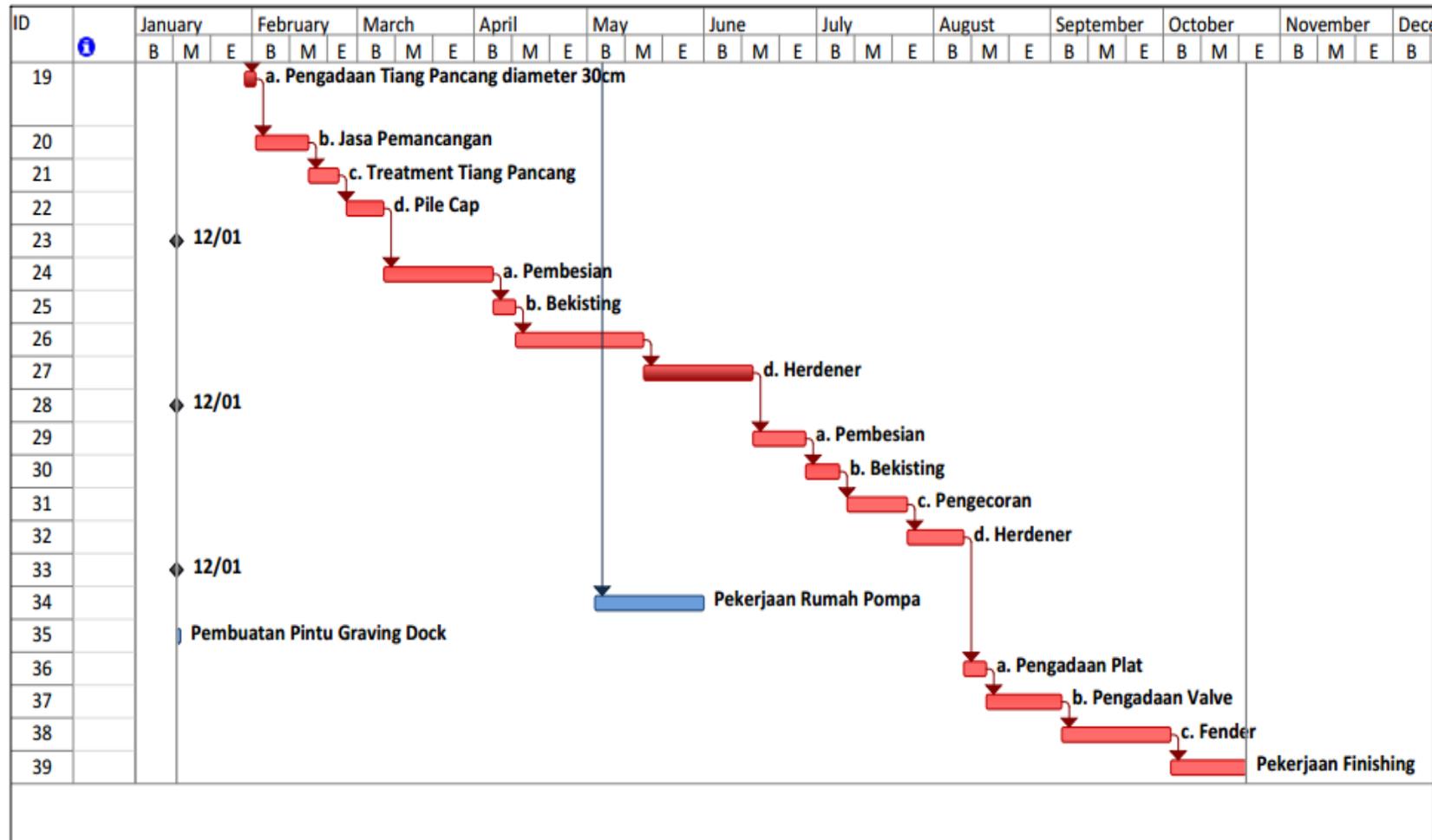
Table 4.1 Durasi Kerja

NO	Nama kegiatan	Durasi	Mulai	Selesai
		Hari		
A. PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pembersihan Lahan	12	12/01/2018	23/01/2018
2	Pengukuran dan Bouwplank	3	24/01/2018	26/01/2018
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	2	27/01/2018	28/01/2018
4	Shop Drawing and site engineering	1	29/01/2018	29/01/2018
5	Mobilisasi	1	30/01/2018	30/01/2018
6	Pembendungan Air Laut	14	31/01/2018	13/02/2018
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON				
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	3	24/01/2018	26/01/2018
8	Jasa Pemasangan Concrete Sheet Pile	64	27/01/2018	31/03/2018
9	Treatment Concrete Sheet Pile	7	01/04/2018	07/04/2018
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK				
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	12	01/04/2018	12/04/2018
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	8	13/04/2018	20/04/2018
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pemadatan Tanah	15	21/04/2018	05/05/2018
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	10	06/05/2018	15/05/2018
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK				
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK			
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	3	24/01/2018	26/01/2018
	b. Jasa Pemasangan	10	27/01/2018	05/02/2018
	c. Treatment Tiang Pancang	7	06/02/2018	12/02/2018
	d. Pile Cap	8	13/02/2018	20/02/2018
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm			
	a. Pembesian	21	21/02/2018	13/03/2018
	b. Bekisting	4	14/03/2018	17/03/2018
	c. Pengecoran	24	18/03/2018	10/04/2018
	d. Herdener	21	11/04/2018	01/05/2018
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm			
	a. Pembesian	10	02/05/2018	11/05/2018
	b. Bekisting	7	12/05/2018	19/05/2018
	c. Pengecoran	12	20/05/2018	01/06/2018
	d. Herdener	11	02/06/2018	12/06/2018
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG				
17	Pekerjaan Rumah Pompa	21	01/04/2018	21/04/2018

NO	Nama kegiatan	Durasi	Mulai	Selesai
		Hari		
18	Pembuatan Pintu Graving Dock			
	a. Pengadaan Plat	4	13/06/2018	16/06/2018
	b. Pengadaan Valve	14	17/06/2018	26/06/2018
	c. Fender	21	27/06/2018	17/07/2018
19	Pekerjaan Finishing	14	18/07/2018	31/07/2018
20	Demobilisasi	1	01/08/2018	01/08/2018



Gambar 4.1 Penjadwalan proyek menggunakan MS. Project



Gambar 4.1 Penjadwalan proyek menggunakan MS. Project (Lanjutan)

4.3 Penyusunan *Critical Path Method*

Untuk penyusunan sebuah *Critical Path Method* yaitu menghubungkan perencanaan waktu antar kegiatan berdasarkan ketergantungan. Langkah pertama yang harus dikerjakan adalah identifikasi lingkup proyek. Kegiatan pada Proyek Pembangunan Graving Dock di Tanjung Intan, Cilacap dapat dilihat pada table 4.2 berikut :

Table 4.2 Daftar Kegiatan CPM

NO	Nama kegiatan	Kode	Durasi
			Hari
A. PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	<i>Pembersihan Lahan</i>	A	12
2	Pengukuran dan Bouwplank	B	3
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	C	2
4	Shop Drawing and site engineering	D	1
5	Mobilisasi	E	1
6	Pembendungan Air Laut	F	14
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON			
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	G	3
8	Jasa Pemasangan Concrete Sheet Pile	H	64
9	Treatment Concrete Sheet Pile	I	7
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK			
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	J	12
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	K	8
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pemasatan Tanah	L	15
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	M	10
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK			
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK		
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	N	3
	b. Jasa Pemasangan	O	10
	c. Treatment Tiang Pancang	P	7
	d. Pile Cap	Q	8
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm		
	a. Pemesian	R	21
	b. Bekisting	S	4
	c. Pengecoran	T	24
	d. Herdener	U	21

NO	Nama kegiatan	Kode	Durasi
			Hari
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm		
	a. Pembesian	V	10
	b. Bekisting	W	7
	c. Pengecoran	X	12
	d. Herdener	Y	11
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG			
17	Pekerjaan Rumah Pompa	Z	21
18	Pembuatan Pintu Graving Dock		
	a. Pengadaan Plat	AA	4
	b. Pengadaan Valve	AB	14
	c. Fender	AC	21
19	Pekerjaan Finishing	AD	14
20	Demobilisasi	AE	1

Setelah menginventarisasi durasi pada masing-masing kegiatan, langkah kedua yaitu menyusun hubungan ketergantungan antar kegiatan sehingga tersusun *Critical Path Method* sesuai dengan rencana. Urutan kegiatan yang sesuai dengan hubungan ketergantungan pada Proyek Pembangunan Graving Dock di Tanjung Intan, Cilacap pada table 4.3 sebagai berikut :

Table 4.3 Urutan kegiatan proyek dengan CPM

NO	Nama kegiatan	Kode	Durasi	Predecessor
			Hari	
A. PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	<i>Pembersihan Lahan</i>	A	12	-
2	Pengukuran dan Bouwplank	B	3	A
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	C	2	B
4	Shop Drawing and site engineering	D	1	C
5	Mobilisasi	E	1	D
6	Pembendungan Air Laut	F	14	E
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON				
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	G	3	A
8	Jasa Pemanangan Concrete Sheet Pile	H	64	G
9	Treatment Concrete Sheet Pile	I	7	H

NO	Nama kegiatan	Kode	Durasi	Predecessor
			Hari	
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK				
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	J	12	H
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	K	8	J
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pematatan Tanah	L	15	K
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	M	10	L
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK				
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK			
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	N	3	A
	b. Jasa Pемancangan	O	10	N
	c. Treatment Tiang Pancang	P	7	O
	d. Pile Cap	Q	8	P
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm			
	a. Pembesian	R	21	Q
	b. Bekisting	S	4	R
	c. Pengecoran	T	24	S
	d. Herdener	U	21	T
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm			
	a. Pembesian	V	10	U
	b. Bekisting	W	7	V
	c. Pengecoran	X	12	W
	d. Herdener	Y	11	X
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG				
17	Pekerjaan Rumah Pompa	Z	21	H
18	Pembuatan Pintu Graving Dock			
	a. Pengadaan Plat	AA	4	Z
	b. Pengadaan Valve	AB	14	AA
	c. Fender	AC	21	AB
19	Pekerjaan Finishing	AD	14	AC
20	Demobilisasi	AE	1	AD

Setelah mengidentifikasi kegiatan durasi kerja dan waktu yang dibutuhkan maka akan mempermudah dalam menghitung manual menggunakan CPM pada Proyek Pembangunan Graving Dock di Tanjung Intan, Cilacap. Dalam pengidentifikasi waktu ini dapat dilakukan dengan

dua cara, yaitu dengan melakukan perhitungan maju (*Forward Pass*) dan perhitungan mundur (*Backward Pass*)

4.3.1 Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Perhitungan maju hasil perhitungan nilai *Earliest Start* (ES) dan nilai *Earliest Finish* (EF), dimana EF didapatkan dari penjumlahan antara ES dan Durasi. Table 4.4 adalah perhitungan maju *Critical Path Method*.

Table 4.4 Perhitungan Maju

NO	Nama kegiatan	Kode	Durasi	ES	EF
			Hari		
A. PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	<i>Pembersihan Lahan</i>	A	12	0	12
2	Pengukuran dan Bouwplank	B	3	12	15
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	C	2	15	17
4	Shop Drawing and site engineering	D	1	17	18
5	Mobilisasi	E	1	18	19
6	Pembendungan Air Laut	F	14	19	33
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON					
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	G	3	12	15
8	Jasa Pemasangan Concrete Sheet Pile	H	64	15	79
9	Treatment Concrete Sheet Pile	I	7	79	86
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK					
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	J	12	79	91
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	K	8	91	99
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pematatan Tanah	L	15	99	114
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	M	10	114	124
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK					
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK				
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	N	3	12	15
	b. Jasa Pemasangan	O	10	15	25
	c. Treatment Tiang Pancang	P	7	25	32
	d. Pile Cap	Q	8	32	40
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm				
	a. Pembesian	R	21	40	61
	b. Bekisting	S	4	61	65

	c. Pengecoran	T	24	65	89
	d. Herdener	U	21	89	110
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm				
	a. Pembesian	V	10	110	120
	b. Bekisting	W	7	120	127
	c. Pengecoran	X	12	127	139
	d. Herdener	Y	11	139	150
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG					
17	Pekerjaan Rumah Pompa	Z	21	79	100
18	Pembuatan Pintu Graving Dock				
	a. Pengadaan Plat	AA	4	150	154
	b. Pengadaan Valve	AB	14	154	168
	c. Fender	AC	21	168	189
19	Pekerjaan Finishing	AD	14	189	203
20	Demobilisasi	AE	1	203	204

4.3.2 Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Perhitungan mundur hasil perhitungan nilai *Latest Start* (LS) dan nilai *Latest Finish* (LF), dimana LS didapatkan dari pengurangan antara LF dan Durasi. Table 4.5 adalah perhitungan mundur *Critical Path Method*.

Table 4.5 Perhitungan Mundur

NO	Nama kegiatan	Kode	Durasi	LS	LF
			Hari		
A. PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	<i>Pembersihan Lahan</i>	A	12	0	12
2	Pengukuran dan Bouwplank	B	3	182	185
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	C	2	185	187
4	Shop Drawing and site engineering	D	1	187	188
5	Mobilisasi	E	1	188	189
6	Pembendungan Air Laut	F	14	189	203
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON					
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	G	3	91	94
8	Jasa Pemancangan Concrete Sheet Pile	H	64	94	158
9	Treatment Concrete Sheet Pile	I	7	196	203
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK					

NO	Nama kegiatan	Kode	Durasi	LS	LF
			Hari		
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	J	12	158	170
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	K	8	170	178
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pematatan Tanah	L	15	178	193
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	M	10	193	203
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK					
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK				
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	N	3	12	15
	b. Jasa Pemasangan	O	10	15	25
	c. Treatment Tiang Pancang	P	7	25	32
	d. Pile Cap	Q	8	32	40
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm				
	a. Pembesian	R	21	40	61
	b. Bekisting	S	4	61	65
	c. Pengecoran	T	24	65	89
	d. Herdener	U	21	89	110
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm				
	a. Pembesian	V	10	110	120
	b. Bekisting	W	7	120	127
	c. Pengecoran	X	12	127	139
	d. Herdener	Y	11	139	150
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG					
17	Pekerjaan Rumah Pompa	Z	21	182	203
18	Pembuatan Pintu Graving Dock				
	a. Pengadaan Plat	AA	4	150	154
	b. Pengadaan Valve	AB	14	154	168
	c. Fender	AC	21	168	189
19	Pekerjaan Finishing	AD	14	189	203
20	Demobilisasi	AE	1	203	204

Setelah mengetahui nilai dari ES, EF, LS dan LF, maka langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi nilai float, dimana float adalah hasil pengurangan antara LF-EF atau LS-ES.

4.4 Mengidentifikasi Jalur Kritis dan Total Float Penyelesaian Proyek

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang apabila terjadi keterlambatan akan mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kegiatan yang berada dalam jalur kritis disebut kegiatan kritis. Sedangkan float adalah tenggang waktu suatu kegiatan tertentu yang non kritis dari proyek ditunjukkan pada table 4.6.

Table 4.6 Perhitungan Nilai Float

NO	Kode	Durasi	ES	EF	LS	LF	Float
		Hari					
1	A	12	0	12	0	12	0
2	B	3	12	15	182	185	170
3	C	2	15	17	185	187	170
4	D	1	17	18	187	188	170
5	E	1	18	19	188	189	170
6	F	14	19	33	189	203	170
7	G	3	12	15	91	94	79
8	H	64	15	79	94	158	79
9	I	7	79	86	196	203	117
10	J	12	79	91	158	170	79
11	K	8	91	99	170	178	79
12	L	15	99	114	178	193	79
13	M	10	114	124	193	203	79
14	N	3	12	15	12	15	0
	O	10	15	25	15	25	0
	P	7	25	32	25	32	0
	Q	8	32	40	32	40	0
15	R	21	40	61	40	61	0
	S	4	61	65	61	65	0
	T	24	65	89	65	89	0
	U	21	89	110	89	110	0
16	V	10	110	120	110	120	0
	W	7	120	127	120	127	0
	X	12	127	139	127	139	0
	Y	11	139	150	139	150	0
17	Z	21	79	100	182	203	103
18	AA	4	150	154	150	154	0
	AB	14	154	168	154	168	0

	AC	21	168	189	168	189	0
19	AD	14	189	203	189	203	0
20	AE	1	203	204	203	204	0

4.5 Menghitung Besar Probabilitas Menggunakan Metode PERT

Penjadwalan proyek dengan metode PERT, dimulai dengan mengestimasi waktu pada setiap kegiatan dengan 3 estimasi waktu yaitu waktu optimis, waktu paling mungkin dan waktu pesimis. Berikut adalah hasil analisa keseluruhan proyek untuk estimasi durasi optimis, durasi paling mungkin dan durasi pesimis dapat dilihat pada table 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Estimasi waktu pada metode PERT

NO	Nama kegiatan	Kode	A	M	B
			Hari	Hari	Hari
A. PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Pembersihan Lahan	A	10	12	24
2	Pengukuran dan Bouwplank	B	3	3	6
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	C	2	2	4
4	Shop Drawing and site engineering	D	1	1	5
5	Mobilisasi	E	1	1	7
6	Pembendungan Air Laut	F	14	14	28
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON					
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	G	3	3	6
8	Jasa Pemancangan Concrete Sheet Pile	H	52	64	96
9	Treatment Concrete Sheet Pile	I	7	7	14
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK					
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	J	10	12	24
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	K	8	8	16
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pematatan Tanah	L	12	15	30
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	M	9	10	20
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK					
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK				
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	N	3	3	6
	b. Jasa Pemancangan	O	10	10	20
	c. Treatment Tiang Pancang	P	7	7	14
	d. Pile Cap	Q	8	8	16

NO	Nama kegiatan	Kode	A	M	B
			Hari	Hari	Hari
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm				
	a. Pembesian	R	20	21	42
	b. Bekisting	S	3	4	8
	c. Pengecoran	T	24	24	48
	d. Herdener	U	21	21	42
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm				
	a. Pembesian	V	8	10	20
	b. Bekisting	W	7	7	14
	c. Pengecoran	X	12	12	24
	d. Herdener	Y	10	11	22
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG					
17	Pekerjaan Rumah Pompa	Z	18	21	42
18	Pembuatan Pintu Graving Dock				
	a. Pengadaan Plat	AA	4	4	8
	b. Pengadaan Valve	AB	10	14	28
	c. Fender	AC	12	21	42
19	Pekerjaan Finishing	AD	10	15	28
20	Demobilisasi	AE	1	1	7

Setelah membuat estimasi waktu optimis, paling mungkin dan pesimis maka selanjutnya dapat mencari nilai te (waktu yang diharapkan) dengan menggunakan rumus :

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots (4.1)$$

keterangan :

te = waktu yang diharapkan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

m = waktu paling mungkin

maka didapat nilai te untuk masing-masing kegiatan pada table 4.8 berikut:

Table 4. 8 Nilai waktu yang diharapkan (te)

NO	Nama kegiatan	TE (Hari)
		$(a+4m+b)/6$
A. PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	Pembersihan Lahan	13,57
2	Pengukuran dan Bouwplank	3,5
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	2,33
4	Shop Drawing and site engineering	1,67
5	Mobilisasi	2
6	Pembendungan Air Laut	16,33
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON		
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	3,5
8	Jasa Pemancangan Concrete Sheet Pile	67,33
9	Treatment Concrete Sheet Pile	8,17
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK		
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	13,67
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	9,33
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pematatan Tanah	17
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	11,5
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK		
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK	
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	3,5
	b. Jasa Pemancangan	11,67
	c. Treatment Tiang Pancang	8,17
	d. Pile Cap	9,33
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm	
	a. Pembesian	24,33
	b. Bekisting	4,5
	c. Pengecoran	28
	d. Herdener	24,5
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm	
	a. Pembesian	11,33
	b. Bekisting	8,17
	c. Pengecoran	14
	d. Herdener	12,67
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG		
17	Pekerjaan Rumah Pompa	24
18	Pembuatan Pintu Graving Dock	

NO	Nama kegiatan	TE (Hari)
		$(a+4m+b)/6$
	a. Pengadaan Plat	4,67
	b. Pengadaan Valve	15,67
	c. Fender	23
19	Pekerjaan Finishing	15,67
20	Demobilisasi	2

Berdasarkan jalur kritis yang telah didapat pada perhitungan, kemudian dapat dihitung nilai standart deviasi dan varians pada proyek.

Nilai standart deviasi dapat dicari dengan rumus :

$$S = \frac{b-a}{6} \dots\dots\dots (4.2)$$

Nilai varians dapat dicari dengan rumus :

$$V(te) = S^2 \dots\dots\dots (4.3)$$

Dengan rumus tersebut nilai standart deviasi dan varians kegiatan untuk masing-masing kegiatan dapat dilihat pada table 4.9 berikut :

Table 4.9 Nilai Standart Deviasi dan Varians Kegiatan pada Jalur Kritis

No	Kegiatan Kritis	Kode	A	B	S	V(te)
			Hari	Hari	$(b-a)/6$	$(S)^2$
1	Pembersihan Lahan	A	10	24	2,33	5,44
2	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK					
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	N	3	6	0,5	0,25
	b. Jasa Pemasangan	O	10	20	1,67	2,78
	c. Treatment Tiang Pancang	P	7	14	1,17	1,36
	d. Pile Cap	Q	8	16	1,33	1,78
3	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm					
	a. Pembesian	R	20	42	3,67	13,44
	b. Bekisting	S	3	8	0,83	0,69
	c. pengecoran	T	24	48	4	16
	d. Herdener	U	21	42	3,5	12,25
4	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm					

No	Kegiatan Kritis	Kode	A	B	S	V(te)
			Hari	Hari	(b-a)/6	(S) ²
	a. Pembesian	V	8	20	2,00	4,00
	b. Bekisting	W	7	14	1,17	1,36
	c. Pengecoran	X	12	24	2	4
	d. Herdener	Y	10	22	2,00	4,00
5	Pembuatan Pintu Graving Dock					
	a. Pengadaan Plat	AA	4	8	0,67	0,44
	b. Pengadaan Valve	AB	10	28	3,00	9,00
	c. Fender	AC	12	42	5,00	25
6	Pekerjaan Finishing	AD	10	28	3,00	9,00
7	Demobilisasi	AE	1	7	1,00	1
Σ V (te)		111,81				
Standart Deviasi		10,6				

Selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan durasi probabilitas dengan formula :

$$Z = \frac{T_d - T_e}{S} \dots\dots\dots (4.4)$$

$$Z = \frac{210 - 204}{10,6}$$

$$Z = 0,56$$

Dengan menggunakan table distribusi normal komulatif dengan harga $Z = 0,56$ maka didapatkan hasil 0,2123. Kemungkinan proyek untuk selesai dalam jangka waktu 204 hari adalah $1 - 0,2123 = 0.7877$ atau sekitar 78,77 %.

4.6 Data Perencanaan Biaya Proyek

Dalam pelaksanaan proyek, biaya merupakan salah satu hal yang harus dipersiapkan karena diperlukan sebagai panduan dalam pelaksanaan proyek. Ada 2 jenis biaya dalam suatu proyek yaitu biaya langsung atau *Direct Cost* dan biaya

tidak langsung atau *Indirect Cost*. Perhitungan biaya diperoleh dari pengumpulan data harga satuan pokok pekerjaan (HSPK).

4.6.1 Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan. Biaya langsung ini didapatkan dari hasil perkalian antara Volume suatu pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut. Tabel 4.10 merupakan biaya langsung dari pekerjaan Proyek Pembangunan Graving Dock di Tanjung Intan, Cilacap.

Table 4.10 Biaya Langsung

NO	Nama kegiatan	Volume	Satuan	HARGA SATUAN				TOTAL NORMAL
				BAHAN	PEKERJA	ALAT	OPERATOR	COST
				(Rp)/Unit	(Rp)/Hari	(Rp)/Jam	(Rp)/Jam	(Rp)
	A	B	C	D	E	F	G	J
								H+I
A. PEKERJAAN PERSIAPAN								
1	Pembersihan Lahan	3018,75	m ²	-	7.950,00	-	-	95.400,00
2	Pengukuran dan Bouwplank	1	Lot	80.950,00	22.040,00	-	-	147.070,00
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	1	Lot	1.070.857,00	552.000,00	30.000,00		2.294.857,00
4	Shop Drawing and site engineering	1	Lot	-	210.000.000,00	-	-	210.000.000,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi	1	Lot	-	-	471.493.788,00		471.493.788,00
6	Pembendungan Air Laut	540	m ²	438.350,00	433.699,00	-	-	242.780.786,00
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON								
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	220	Sheet	216.473,76	-	-	-	47.624.227,20
8	Jasa Pemasangan Concrete Sheet Pile	3080	m	-	175.000,00	376.420,00	-	156.121.700,00
9	Treatment Concrete Sheet Pile	110	m	1.791.194,50	96.696,27	178.904,00	-	220.199.057,46
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK								
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	8400	m ³	-	23.214,00	13.286,00	37.500,00	284.680.168,00
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	7600	m ³	-	24.750,00	16.525,00	30.000,00	353.788.000,00

NO	Nama kegiatan	Volume	Satuan	HARGA SATUAN				TOTAL NORMAL COST
				BAHAN	PEKERJA	ALAT	OPERATOR	
				(Rp)/Unit	(Rp)/Hari	(Rp)/Jam	(Rp)/Jam	(Rp)
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pematatan Tanah	800	m ³	172.200,00	30.900,00	8.800,00	-	141.978.166,67
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	7600	m ³	-	27.270,00	19.542,80	-	119.092.924,00
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK								
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK							
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	70	Titik	135.375,00	-	66.790,00	24.938,00	26.673.624,00
	b. Jasa Pемancangan	840	M		15.000,00	71.482,20	45.000,00	2.508.709.418,40
	c. Treatment Tiang Pancang	70	Titik	2.917.194,50	96.696,27	653.663,00	-	143.095.615,49
	d. Pile Cap	70	Titik	1.177.000,00	-	-	-	82.390.000,00
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm							
	a. Pembesian	495	m ³	12.945,00	1.553,00	-	-	6.440.388,00
	b. Bekisting	495	m ³	271.220,00	107.580,00	-	-	134.684.220,00
	c. Pengecoran	495	m ³	400.000,00	7.500,00	-	-	198.180.000,00
	d. Herdener	495	m ³	255.715,80	91.000,00	-	-	128.490.321,00
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm							
	a. Pembesian	165	m ³	12.945,00	1.553,00	-	-	2.151.455,00
	b. Bekisting	165	m ³	271.220,00	107.580,00	-	-	45.504.360,00
	c. Pengecoran	165	m ³	400.000,00	7.500,00	-	-	66.090.000,00
	d. Herdener	165	m ³	255.715,80	91.000,00	-	-	43.194.107,00

NO	Nama kegiatan	Volume	Satuan	HARGA SATUAN				TOTAL NORMAL COST
				BAHAN	PEKERJA	ALAT	OPERATOR	
				(Rp)/Unit	(Rp)/Hari	(Rp)/Jam	(Rp)/Jam	(Rp)
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG								
17	Pekerjaan Rumah Pompa	1	Lot	1.050.000,00	950.000,00	-	-	21.000.000,00
18	Pembuatan Pintu Graving Dock							
	a. Pengadaan Plat	1	Lot	1.300.000,00	15.000,00	-	-	1.360.000,00
	b. Pengadaan Valve	1	Lot	1.132.771,00	142.594,00	-	-	3.129.087,00
	c. Fender	1	Lot	5.000.000,00	5.000.000,00	-	-	110.000.000,00
19	Pekerjaan Finishing	1	Lot	19.233,72	3.009,27	-	-	61.363,43
20	Demobilisasi	1	Lot	-	-	471.493.788,00	-	471.493.788,00
TOTAL								6.242.943.891,65

4.6.2 Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak dapat secara langsung dihubungkan dengan suatu item pekerjaan, sifatnya mendukung proyek secara umum. Biaya tidak langsung sering disebut *distributed cost*. Upah tidak langsung adalah upah yang dibayarkan ke personel yang sifatnya mendukung proyek secara keseluruhan contoh : manajer, engineer dan pelaksana

Table 4.11 Biaya Tidak Langsung

No	Deskripsi Pekerjaan	Vol	Sat	Harga Satuan	Sub Total	Jangka Waktu	Harga Total
				Hari		Hari	
I. Biaya Overhead							
1. Gaji Staff Proyek							
a	Site Manager	1	Orang	Rp165.000	Rp165.000	204	Rp33.660.000
b	Pelaksana Sipil	1	Orang	Rp105.000	Rp105.000	204	Rp21.420.000
c	Logistik	1	Orang	Rp65.000	Rp65.000	204	Rp13.260.000
d	Administrasi	1	Orang	Rp95.000	Rp95.000	204	Rp19.380.000
2. Fasilitas (telp, listrik, air, transportasi)		Rp150.000				204	Rp30.600.000
II. Biaya Tak Terduga (10% dari real cost)							Rp624.294.389
Biaya Tak Terduga per hari							Rp520.245
Total							Rp742.614.389

4.7 Hubungan antara Biaya dan Waktu

Kurva S adalah grafik yang digunakan untuk menunjukkan progress waktu proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipaparkan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Kurva S untuk proyek pembangunan graving dock dapat dilihat pada Gambar 4.2.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis tentang penjadwalan proyek dengan metode CPM – PERT Spada Pembangunan Graving Dock PT Pelindo Marine Service dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan proyek pembangunan Galangan Kapal di Tanjung Intan, Cilacap membutuhkan total biaya sebesar Rp. 6.985.558.280,65
2. Dengan menggunakan metode CPM proyek pembangunan Galangan Kapal di Tanjung Intan, Cilacap dapat selesai dalam jangka waktu 204 hari, dan lintasan kritis terletak pada kegiatan A-N-O-P-Q-R-S-T-U-V-W-X-Y-AA-AB-AC-AD-AE
3. Dari kurva S diatas menunjukkan bahwa umur proyek dari hasil analisis pada minggu pertama sampai minggu ke-2 kurva S tidak mengalami kemajuan yang signifikan. Tetapi pada minggu ke-3 dan seterusnya mengalami kemajuan yang cukup baik.
4. Berdasarkan perhitungan PERT, maka didapatkan probabilitas proyek pembangunan Galangan Kapal di Tanjung Intan selesai dalam jangka waktu 204 hari adalah 79,81 %.

5.2 Saran

1. Penjadwalan dapat dilakukan dengan metode-metode lain seperti : PDM, LoB atau metode penjadwalan yang lainnya
2. Penjadwalan probabilistic menggunakan metode PERT dapat dibandingkan dengan penjadwalan probabilistic menggunakan metode Montecarlo, dalam hal identifikasi jalur kritis maupun durasi penyelesaian proyek

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, Dian. 2012. **Evaluasi Penjadwalan Proyek dengan menggunakan Metode CPM dan Analisis Kurva “S” pada Proyek Studi Detail Desain Pantai Les Tejakula di Kab Buleleng Bali.** Fakultas Ekonomi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
- Alifen, Setiawan dan Sunarto. 1999. **Analisa “What If” sebagai metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek.** Dimensi Teknik Sipil Vol. 2 No. 1 Surabaya
- Andri, Aryo N. 2007. **Optimalisasi Penjadwalan Proyek pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Tanjung Emas Semarang.** Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
- Arianto, Arif. 2010. **Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance dan Time Chainage Diagram dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi.** Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Diponegoro
- Dannyanti, Eka. 2010. **Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM.** Fakultas Ekonomi, Universitas Diponegoro
- Dipoprasetyo, Ibnu. 2016. **Analisis Network Planning dengan Critical Path Method (CPM) dalam Usaha Efisiensi Waktu Produksi Pakaian Batik pada Butik “Omahkoe Batik” di Samarinda.** Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Mulawarna
- Ervianto, Wulfram I. 2002. **Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama.** Yogyakarta. Salemba Empat
- Frederika, Ariany. 2010. **Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi.** Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Gitosudarmo, H Indriyo. 2000. **Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Edisi 2.** Yogyakarta:BPFE UGM
- Hayun. 2005. **Penjadwalan dan Pengendalian Proyek Dengan Metode PERT dan CPM.** Jurnal The winter, 6 (2): 155-174

- Heizer Jay dan Barry Render. 2001. **Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi**. Jakarta. Salemba Empat
- Herdianti, Winda A. 2016. **Perencanaan Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang**. Teknik Kelautan, ITS
- Husen, Abrar. 2009. **Manajemen Proyek**. Yogyakarta. Penerbit Andi Yogyakarta
- Husen, A. 2011. **Manajemen proyek (edisi kedua)**. Yogyakarta : Andi.
- Iqbal, M. 2012. **Analisis Perbandingan Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan Antara Penambahan Tenaga Kerja Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Pembangunan gedung Kantor Bupati Kabupaten Pringsewu Tahap – II**. Lampung: Universitas Lampung.
- Iwawo, E.R.M. 2016. **Penerapan Metode CPM pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado)**. Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Kerzner, H. 2009. *Project Management : A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. John Willey & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey
- Muhamad, A.H. 2013. **Optimalisasi pelaksanaan proyek dengan metode PERT dan CPM**. Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Munawaroh. 2003. **Principle Of Management Construction**. Jendela Ilmu. Semarang
- Mutmainah, Isma Kania dan Jade S Petroceany. 2013 c. **Pengaruh Percepatan Waktu Pelaksanaan Terhadap Biaya Pada Pekerjaan Struktur Bawah Jembatan, di Kabupaten Buatan, Pekanbaru, Riau**. Teknik Sipil, Universitas Indonesia
- Nurhayati. 2010. **Manajemen Proyek**. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Prasetya, H. dan Lukia Astuti, F. 2009. **Manajemen Operasi, Cetakan Pertama**. Media Pressindo. Yogyakarta.
- Rizki, Muhammad R dan Syahrizal. **Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan di Jl. Gapetra Medan, Sumatera Utara)**. Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara

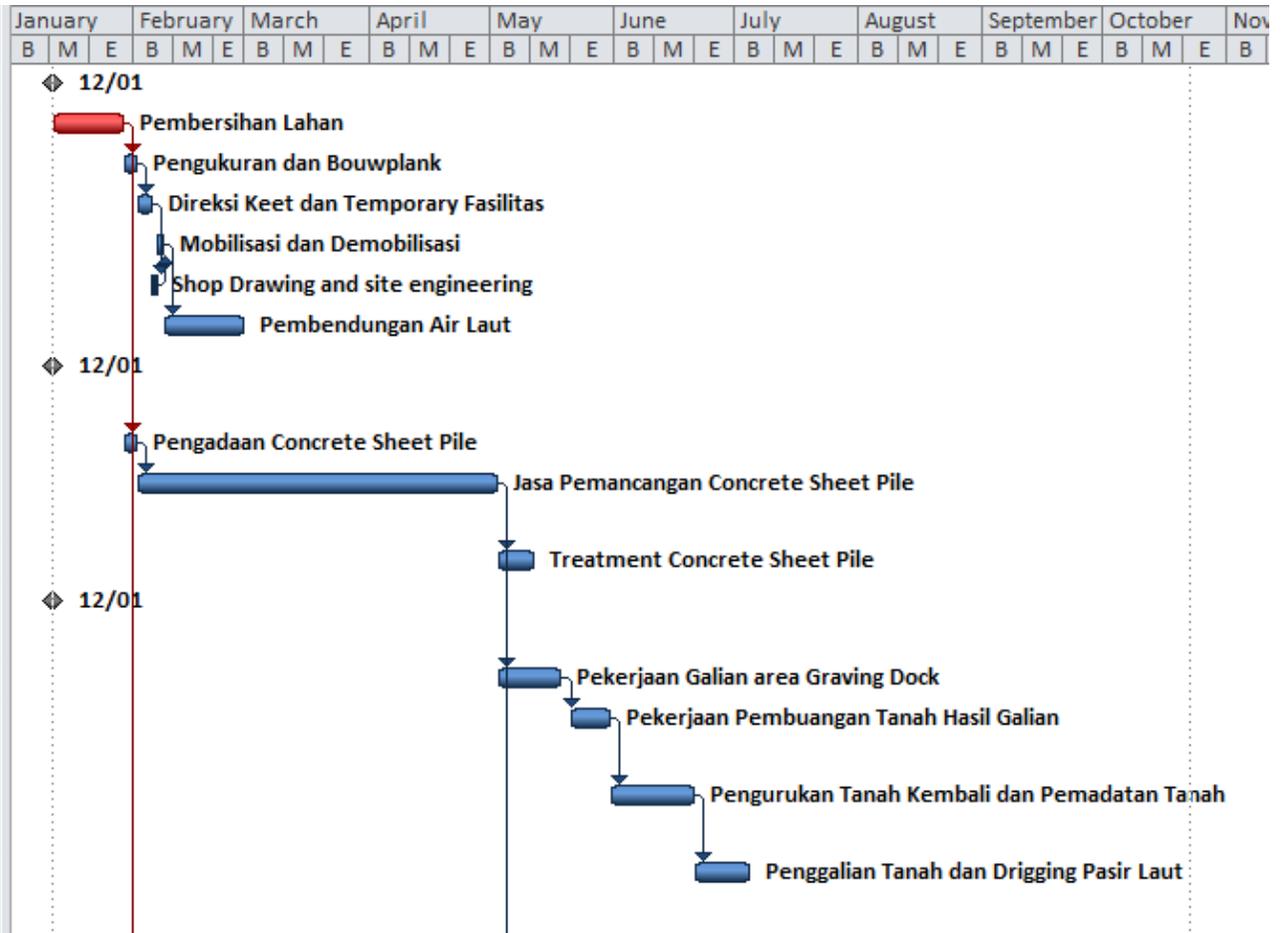
- Sahid, Dadang Syarif Sihabudin. 2012. **Implementasi Critical Path Method dan PERT Analysis pada Proyek Global Technology for Local Community**. Teknik Komputer, Politeknik Caltex Riau
- Satriyani, Vincentia Putri, Lilik Linawati dan Leopoldus R S. 2011. **Analisis Jaringan Kerja untuk Penjadwalan Kegiatan dan Alokasi Pembiayaan pada Proyek Pembangunan Komplek Gedung Serbaguna menggunakan *Critical Path Method***.. Pendidikan Matematika, UNY
- Setiawan, Hendri. 2011. **Evaluasi Penjadwalan Proyek dengan menggunakan Metode CPM pada Proyek Pemasangan Pipa STEAM di PT Tjiwi Kimia, Tbk oleh PT Gemilang Cipta Wawasan**. Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
- Siswanto, 2007, “**Operations Research jilid 1**”. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman. 1999. **Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Edisi Kedua Jilid I**. Jakarta. Erlangga
- Subaagya, Pagestu, Marwan Asri, dan T. Hani Handoko. 2000. **Dasar-Dasar Operations Research, Edisi Kedua**. Yogyakarta. BPFE
- Syafridon, Gea G A dan Syahrizal. 2013. **Analisis Konsep Cadangan Waktu Pada Penjadwalan Proyek Dengan Critical Path Method (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Rumah Sakit Prima)**. Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara
- Taurusyanti, Dewi. 2015. **Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektivitas Penyelesaian dengan Metode PERT dan CPM pada PT Buana Masa Metalindo**. Fakultas Ekonomi, Universitas Pakuan
- Tri, Rizky Prasetyoko. 2011. **Evaluasi Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode CPM dan Analisis Kurva “S” pada Proyek Pembuatan Cold Storage di CV Bina Teknik-Sidoarjo**. Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
- Wulandari, Anis. 2016. **Analisa Peningkatan Kualitas Layanan Jasa Reparasi Kapal di Galangan Kapal Jawa Timur**. ITS
- Yus R Hardjadinata. 1995. **Manajemen Produksi dan Operasi**. Dialog, Bandung

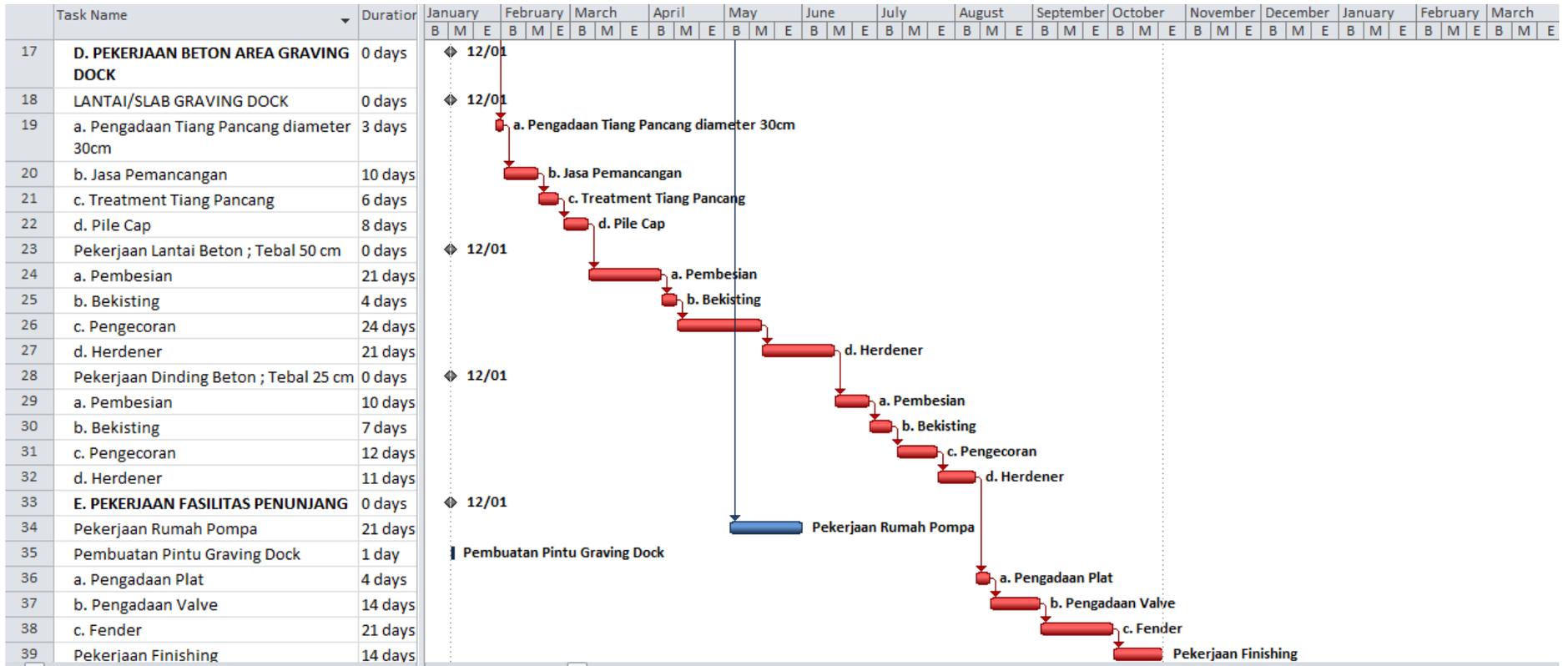
(Halaman sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

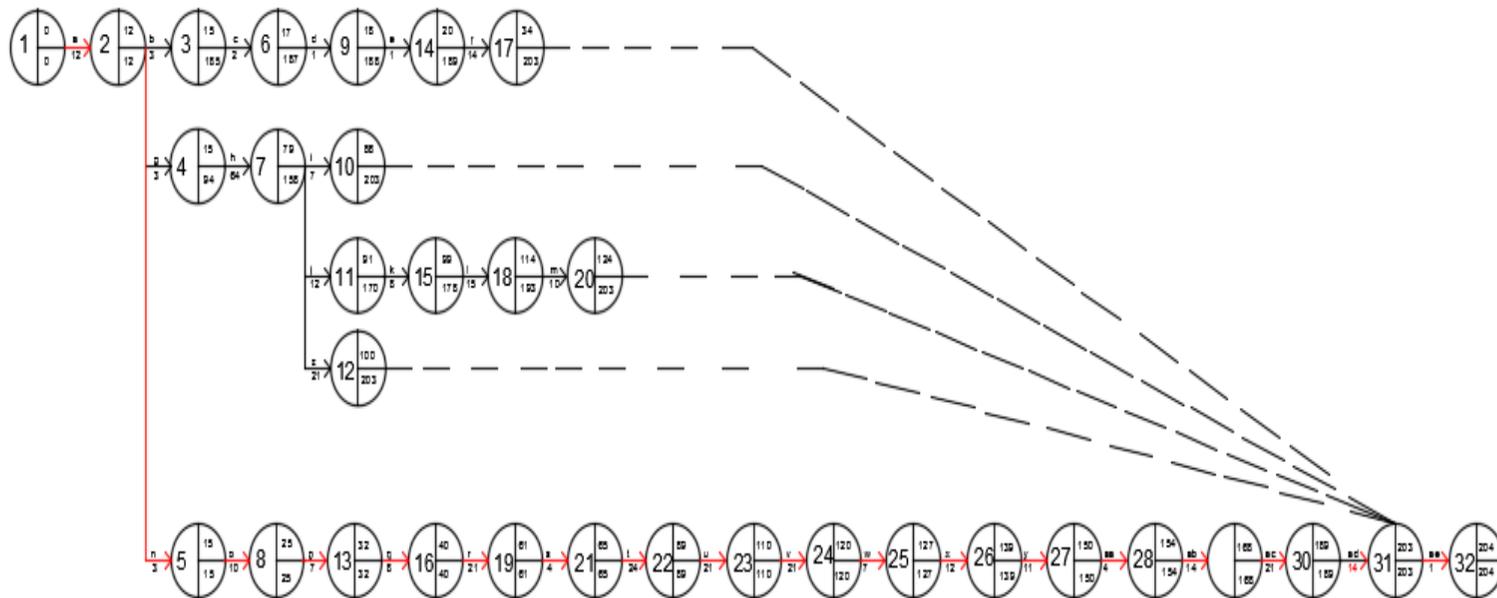
LAMPIRAN A
PENJADWALAN MS. PROJECT CPM

Task Name	Duration
1 A. PEKERJAAN PERSIAPAN	0 days
2 Pembersihan Lahan	12 days
3 Pengukuran dan Bouwplank	3 days
4 Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	2 days
5 Mobilisasi dan Demobilisasi	2 days
6 Shop Drawing and site engineering	1 day
7 Pembendungan Air Laut	14 days
8 B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON	0 days
9 Pengadaan Concrete Sheet Pile	3 days
10 Jasa Pemancangan Concrete Sheet Pile	64 days
11 Treatment Concrete Sheet Pile	7 days
12 C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK	0 days
13 Pekerjaan Galian area Graving Dock	12 days
14 Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	8 days
15 Pengurukan Tanah Kembali dan Pematatan Tanah	15 days
16 Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	10 days





LAMPIRAN B
NETWORK PLANNING CPM



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER			
NETWORK PLANNING CPM			
TUGAS AKHIR			
	Signatures	Date	Designed by :
Checked by :			Nur Aprillia
Silvianita, ST, M.Sc, Ph.D			Remark :
Dr. Eng Yeyes Mulyadi, ST, M.Sc			

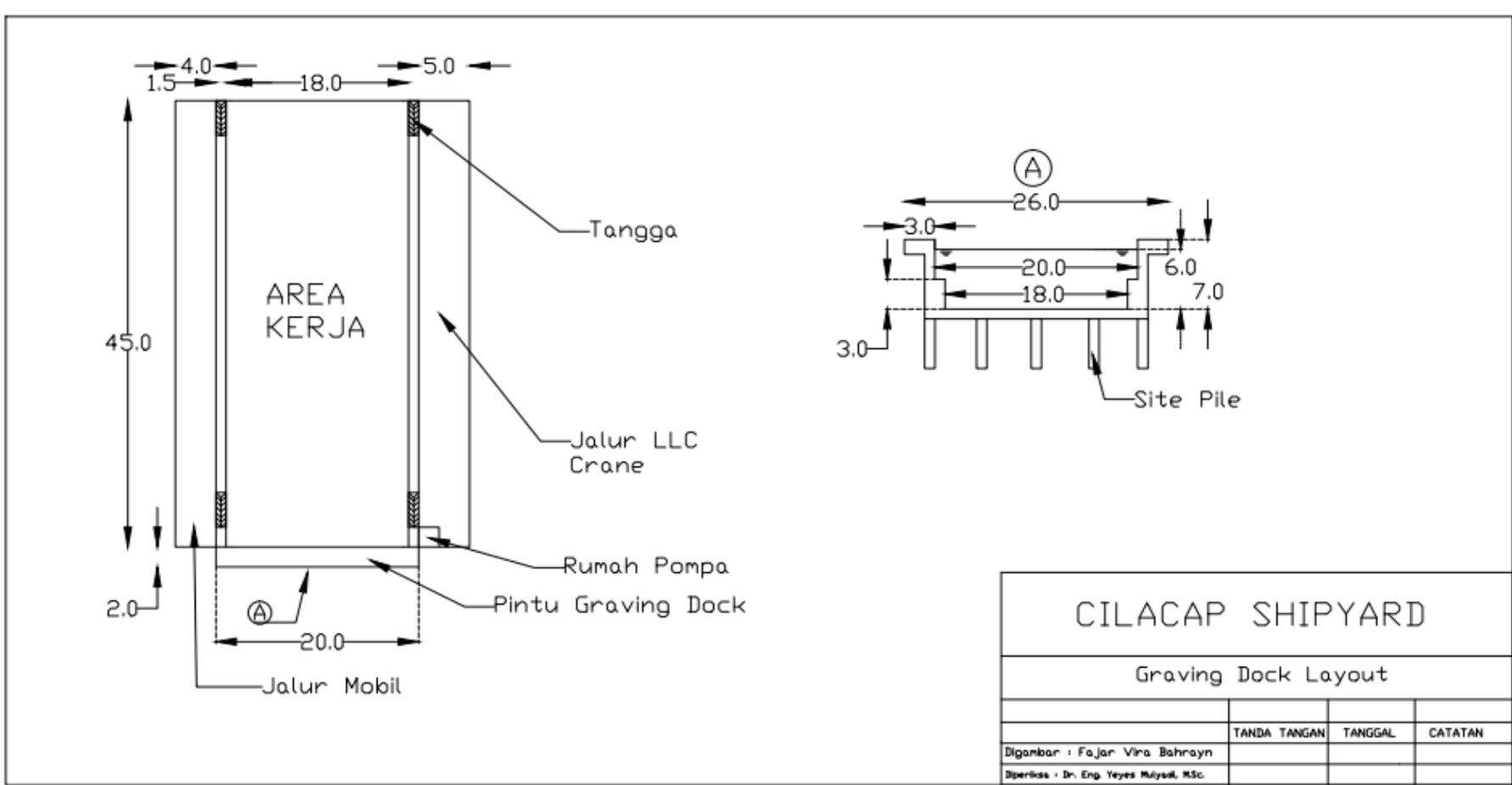
LAMPIRAN C
DATA PENELITIAN

Data Waktu

NO	Nama kegiatan	Durasi	Mulai	Selesai
		Hari		
A. PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pembersihan Lahan	12	12/01/2018	23/01/2018
2	Pengukuran dan Bouwplank	3	24/01/2018	26/01/2018
3	Direksi Keet dan Temporary Fasilitas	2	27/01/2018	28/01/2018
4	Shop Drawing and site engineering	1	29/01/2018	29/01/2018
5	Mobilisasi	1	30/01/2018	30/01/2018
6	Pembendungan Air Laut	14	31/01/2018	13/02/2018
B. PEKERJAAN CONCRETE SHEET PILE & DINDING BETON				
7	Pengadaan Concrete Sheet Pile	3	24/01/2018	26/01/2018
8	Jasa Pемancangan Concrete Sheet Pile	64	27/01/2018	31/03/2018
9	Treatment Concrete Sheet Pile	7	01/04/2018	07/04/2018
C. PEKERJAAN GALIAN TANAH AREA GRAVING DOCK				
10	Pekerjaan Galian area Graving Dock	12	01/04/2018	12/04/2018
11	Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Galian	8	13/04/2018	20/04/2018
12	Pengurukan Tanah Kembali dan Pemadatan Tanah	15	21/04/2018	05/05/2018
13	Penggalian Tanah dan Drigging Pasir Laut	10	06/05/2018	15/05/2018
D. PEKERJAAN BETON AREA GRAVING DOCK				
14	LANTAI/SLAB GRAVING DOCK			
	a. Pengadaan Tiang Pancang diameter 30cm	3	24/01/2018	26/01/2018
	b. Jasa Pемancangan	10	27/01/2018	05/02/2018
	c. Treatment Tiang Pancang	7	06/02/2018	12/02/2018
	d. Pile Cap	8	13/02/2018	20/02/2018
15	Pekerjaan Lantai Beton ; Tebal 50 cm			
	a. Pembesian	21	21/02/2018	13/03/2018
	b. Bekisting	4	14/03/2018	17/03/2018
	c. Pengecoran	24	18/03/2018	10/04/2018
	d. Herdener	21	11/04/2018	01/05/2018
16	Pekerjaan Dinding Beton ; Tebal 25 cm			
	a. Pembesian	10	02/05/2018	11/05/2018
	b. Bekisting	7	12/05/2018	19/05/2018
	c. Pengecoran	12	20/05/2018	01/06/2018
	d. Herdener	11	02/06/2018	12/06/2018
E. PEKERJAAN FASILITAS PENUNJANG				
17	Pekerjaan Rumah Pompa	21	01/04/2018	21/04/2018
18	Pembuatan Pintu Graving Dock			

	a. Pengadaan Plat	4	13/06/2018	16/06/2018
	b. Pengadaan Valve	14	17/06/2018	26/06/2018
	c. Fender	21	27/06/2018	17/07/2018
19	Pekerjaan Finishing	14	18/07/2018	31/07/2018
20	Demobilisasi	1	01/08/2018	01/08/2018

Data Gambar dan Volume



BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Nur Aprillia lahir di Surabaya pada tanggal 4 April 1995 adalah anak keempat dari lima bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri Ujung VI, Surabaya pada tahun 2001-2007. Kemudian melanjutkan ke SMP Attarbiyah Surabaya pada tahun 2007-2010, dan SMA Negeri 8 Surabaya tahun 2010-2013. Setelah lulus SMA pada tahun 2013, penulis menempuh pendidikan tinggi di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS – Surabaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dengan NRP 4311100108. Penulis pernah menjabat sebagai Sekertaris Departemen Riset dan Teknologi HIMATEKLA tahun 2014-2015. Pada tahun 2015-2016 penulis menjabat sebagai Staff Ahli Keprofesian HIMATEKLA. Dalam bidang kepanitiaan, pengalaman yang dimiliki penulis antara lain Oceano, Isoceen dan kepanitiaan lainnya. Pada tahun 2017 penulis melaksanakan kerja praktik selama 2 bulan di PT Pelindo Marine Service Surabaya. Selama menempuh masa perkuliahan, penulis tertarik dalam bidang perencanaan dan produksi Teknik Kelautan. Penulis dapat dihubungi melalui email nuraprillia69@gmail.com atau melalui nomor seluler 085646108220.