



TUGAS AKHIR (RC14-1510)

**ANALISA PERCEPATAN WAKTU PROYEK
PEMBANGUNAN TERMINAL PETIKEMAS
KALIBARU JAKARTA UTARA TAHAP I DENGAN
METODE TIME COST TRADE OFF**

**ROCHMI TISNAVIANTI
NRP 3112 100 006**

**Dosen Pembimbing :
Yusroniya Eka Putri, ST., MT.**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT (RC14-1510)

**ACCELERATION TIME ANALYSIS OF KALIBARU
CONTAINER TERMINAL PROJECT NORTH
JAKARTA PHASE I USING TIME COST TRADE
OFF METHOD**

**ROCHMI TISNAVIANTI
NRP 3112 100 006**

**Supervisor :
Yusroniya Eka Putri, ST., MT.**

**DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

**LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA PERCEPATAN WAKTU PROYEK
PEMBANGUNAN TERMINAL PETIKEMAS KALIBARU
JAKARTA UTARA TAHAP I DENGAN METODE TIME
COST TRADE OFF**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Program Studi S-1 Reguler Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ROCHMI TISNAVIANTI

NRP. 3112 100 006

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Yusroniya Eka Putri, ST., MT (Pembimbing I)

S1 – TEKNIK SIPIL

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

SURABAYA

JULI 2016

ANALISA PERCEPATAN WAKTU PROYEK PEMBANGUNAN TERMINAL PETIKEMAS KALIBARU JAKARTA UTARA TAHAP I DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF

Nama Mahasiswa : Rochmi Tisnavianti
NRP : 3112 100 006
Jurusan : S1-Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Yusroniya Eka Putri, ST., MT.

Abstrak

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan dengan lingkup pekerjaan, waktu dan biaya tertentu sesuai perjanjian antara pemilik proyek (owner) dengan pelaksana (kontraktor). Namun pada kenyataannya di lapangan, sering terjadi keterlambatan waktu pekerjaan yang tidak dapat dilaksanakan oleh pelaksana sesuai dengan waktu yang telah direncanakan.

Pada tugas akhir ini dilakukan analisa waktu dan biaya yang optimum dengan mengaplikasikan metode time cost trade off untuk studi kasus pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Tahap I yang berlokasi di Cilincing, Jakarta Utara. Analisis dilakukan untuk mempersingkat waktu proyek dengan penambahan biaya yang seminimal mungkin.

Dari analisa yang telah dilakukan, untuk menyelesaikan sisa pekerjaan yang ada, biaya bertambah sebesar Rp 78,001,557,826.86 dari Rp 9.017.853.688.889,76 menjadi Rp 9.095.855.246.716,62 dengan pengurangan durasi selama 390 hari pada sisa pekerjaan sehingga proyek dapat tetap selesai dengan durasi 1500 hari. Oleh karena itu, diperkirakan proyek akan selesai tepat waktu yaitu pada 30 November 2016.

Kata kunci : Optimasi Waktu dan Biaya, Percepatan, Metode Time Cost Trade Off.

TIME ACCELERATION ANALYSIS OF KALIBARU CONTAINER TERMINAL PROJECT NORTH JAKARTA PHASE I USING TIME COST TRADE OFF METHOD

Nama Mahasiswa : Rochmi Tisnavianti
NRP : 3112 100 006
Jurusan : S1-Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Yusroniya Eka Putri, ST., MT.

Abstrak

The construction project is a series of activities performed with the scope of work, time and certain expenses as the agreement between the project owner with implementers (contractors). But the reality in project area, some work can not been done by the executor in accordance with the time that has been planned.

In this final project the optimum time and cost by applying the method of time cost trade off for case study development of Kalibaru Container Terminal Phase I, located in Cilincing, North Jakarta. The analysis was conducted to shorten the project by adding the costs to a minimum.

From the analysis that has been done, to complete the remaining work, the cost increased by Rp 78,001,557,826.86 from Rp 9,017,853,688,889.76 to Rp 9,095,855,246,716.62 with reduced duration of 390 days in the rest of the work so that the project can still finish with a duration of 1500 days. Therefore , the project is expected to be completed on time, exactly on November 30th 2016.

Keywords: Time and Cost Optimization, Acceleration, Time Cost Trade Off Method.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “*Analisa Percepatan Waktu Proyek Pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Jakarta Utara Tahap I dengan Metode Time Cost Trade Off*”.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan doa dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Ibu, Mbak Moya dan Adik Yahya yang telah memberikan semangat, motivasi, serta doa yang tidak pernah berhenti untuk penulis.
2. Almarhum Ayah tercinta yang telah mengajarkan nilai-nilai perjuangan dan ketaqwaan agar penulis dapat menjadi pribadi yang lebih baik.
3. Ibu Yusroniya Eka Putri yang telah memberikan motivasi, bimbingan, pengarahan serta waktunya selama penulisan sehingga penulis dapat menjadi pribadi yang lebih baik.
4. Bapak Faimun sebagai dosen wali yang telah memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis.
5. Bang Johannes yang telah memberikan bantuan data-data terkait proyek dalam Tugas Akhir ini.
6. Fedya Diajeng Aryani dan Adita Utami sebagai sahabat-sahabat yang selalu menyemangati dan mendukung dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan tugas akhir Riza Gita, Maria Levita, Laveda Nidya, Fenny Herwitasari, Maulida Herra, Azmi Lisani, Setyono, Fahmi Nurulil, Dimas Agung, Haniffan dan Rahadian yang selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Sahabat-sahabat Fakultas Hukum UNAIR Afifah Dewi, Claudia Permatasari, Helda Amanda dan Humaira Hanum yang senantiasa memotivasi dan mendukung penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Nuke Yulnida dan Suryaning Rasyidah sebagai sahabat yang telah mendukung dan memberikan saran serta motivasinya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh teman-teman 2012 dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa mungkin masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang akan sangat bermanfaat demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juni 2016

Rochmi Tisnavianti

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
Abstrak	ii
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Waktu dan Penjadwalan	5
2.2 Lintasan Kritis	5
2.3 Jenis-Jenis Biaya dalam Proyek	7
2.4 Analisa Time Cost Trade Off (TCTO).....	9
2.4.1 Metode Percepatan Durasi Proyek/Crashing.....	9
2.4.2 Hubungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek	11
2.5 Penelitian Terdahulu.....	13
BAB III METODOLOGI	15
3.1 Objek dan Lokasi Penelitian	15
3.2 Pengumpulan Data	19
3.3 Analisa TCTO	19
3.4 Langkah Penyelesaian Tugas Akhir	21
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Analisa Data	23
4.1.1 Deskripsi Umum Proyek	23
4.1.2 Data Proyek	24
4.1.3 Asumsi dan Batasan	24
4.2 Pembahasan	25
4.2.1 Identifikasi Aktivitas Pekerjaan	25

4.2.2 Network Diagram	26
4.2.3 Normal Duration dan Normal Cost	27
4.2.3.1 Perhitungan Normal Duration	27
4.2.3.2 Perhitungan Normal Cost	27
4.2.4 Alternatif Percepatan	29
4.2.5 Crash Duration dan Crash Cost	32
4.2.5.1 Perhitungan Crash Duration	34
4.2.5.2 Perhitungan Crash Cost	34
4.2.6 Cost Slope	35
4.2.7 Biaya-Biaya Komponen Proyek	36
4.2.8 Analisa Time Cost Trade Off	38
4.2.9 Hasil Analisa	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61
Biodata Penulis	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Istilah-istilah	6
Gambar 2.2 Grafik Total Biaya Proyek	11
Gambar 2.3 Hubungan Waktu-Biaya normal dan dipersingkat untuk Satu Kegiatan	13
Gambar 3.1 Layout Pekerjaan Terminal Petikemas Kalibaru Tahap 1	15
Gambar 3.2 Network Planning Diagram	17
Gambar 3.3 Bagan Alur Penelitian	21
Gambar 4.1 Layout Terminal Petikemas Kalibaru Jakarta Utara Tahap 1	23
Gambar 4.2 Grafik Total Cost dan Direct Cost	54
Gambar 4.3 Grafik Indirect Cost	55

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Dermaga 1B ..	25
Tabel 4.2 Normal Cost	28
Tabel 4.3 Alternatif Crashing	30
Tabel 4.4 Grup Pekerja	33
Tabel 4.5 Lintasan Kritis 1	39
Tabel 4.6 Cost Slope Alternatif Pekerjaan	40
Tabel 4.7 Iterasi Tahap 1	41
Tabel 4.8 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing 1	42
Tabel 4.9 Lintasan Kritis 2	43
Tabel 4.10 Cost Slope Alternatif	44
Tabel 4.11 Iterasi 2	45
Tabel 4.12 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing 2	47
Tabel 4.13 Iterasi 3	48
Tabel 4.14 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing 3	49
Tabel 4.15 Iterasi 4	49
Tabel 4.16 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing 4	50
Tabel 4.17 Iterasi 5	51
Tabel 4.18 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing 5	52
Tabel 4.19 Iterasi 6	52
Tabel 4.20 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing 6	53
Tabel 4.21 Total Cost	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Time Schedule	61
Lampiran 2 Normal Cost	62
Lampiran 3 Crash Duration	64
Lampiran 4 Crash Cost	65
Lampiran 5 Cost Slope	66
Lampiran 6 Biaya Tak Langsung	67
Lampiran 7 Iterasi Tahap 1	68
Lampiran 8 Iterasi Tahap 2	69
Lampiran 9 Iterasi Tahap 3	70
Lampiran 10 Iterasi Tahap 4	71
Lampiran 11 Iterasi Tahap 5	72
Lampiran 12 Iterasi Tahap 6	73
Lampiran 13 Kurva S	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan dengan lingkup pekerjaan, waktu, dan biaya tertentu sesuai perjanjian antara pemilik proyek (owner) dengan pelaksana (kontraktor). Pemilik proyek tentunya menginginkan pekerjaan tersebut berjalan dengan lancar sesuai dengan jadwal rencana yang telah disepakati sebelumnya. Oleh karena itu, seorang kontraktor harus mampu mengelola proyek konstruksi secara sistematis agar dapat menyelesaikan proyek tepat waktu.

Namun pada kenyataannya di lapangan, sering terjadi keterlambatan pekerjaan yang tidak mampu dikerjakan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah keadaan cuaca yang tidak memungkinkan seperti hujan yang memaksa para pekerja tidak dapat melakukan pekerjaannya, adanya kesalahan ataupun perubahan pada perencanaan, keterlambatan material yang datang, ketersediaan peralatan yang kurang, adanya peraturan-peraturan pemerintah khususnya tentang lalu lintas yang dapat menghambat pekerjaan, serta adanya pengaruh dari kondisi lingkungan di sekitar proyek.

Keterlambatan waktu pelaksanaan proyek tersebut menjadi tanggung jawab kontraktor sebagai pelaksana proyek. Apabila terjadi keterlambatan dengan jangka waktu yang cukup lama, maka kontraktor dapat dikenai sanksi berupa sanksi administratif seperti denda ataupun skorsing.

Pada proyek pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Tahap I yang berlokasi di Cilincing, Jakarta Utara ini dimulai pada tanggal 1 Oktober 2012 dengan jangka waktu pelaksanaan 50 bulan atau direncanakan akan selesai pada tanggal 30 November 2016 mendatang. Namun hingga Januari 2016 progres pembangunan masih berjalan sekitar 60% dimana seharusnya proyek sudah berjalan 76,6%. Proyek pembangunan Terminal

Petikemas Kalibaru Tahap I ini mengalami keterlambatan pada pekerjaan *breakwater* disposal CY 1B yang diakibatkan oleh adanya gangguan cuaca berupa badai serta gelombang air laut yang tinggi sehingga berakibat pada hancurnya struktur *breakwater* yang sedang dalam proses pengerjaan. Keterlambatan pembangunan pekerjaan *breakwater* disposal CY 1B ini mengakibatkan terlambatnya pekerjaan berikutnya yaitu pekerjaan *dredging and reclamation* serta pekerjaan dermaga 1B.

Terdapat beberapa alternatif cara untuk mengatasi keterlambatan ini, yaitu dengan menambah jumlah pekerja, grup pekerja, adanya jam lembur, serta penambahan peralatan kerja seperti kapal tongkang, crane dan *excavator*. Oleh karena itu, dari pihak kontraktor perlu melakukan penjadwalan ulang yang matang agar proyek tetap dapat selesai lebih cepat dengan biaya yang optimum.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Berapa biaya dan durasi normal untuk menyelesaikan sisa pekerjaan pada proyek pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Jakarta Utara Tahap I?
2. Berapa biaya dan durasi percepatan yang diperlukan untuk menyelesaikan sisa pekerjaan agar proyek dapat selesai tepat waktu?

1.3. Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari pembahasan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui besarnya biaya dan durasi normal untuk menyelesaikan sisa pekerjaan pada proyek pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Jakarta Utara Tahap I.
2. Mendapatkan biaya dan durasi percepatan yang diperlukan untuk menyelesaikan sisa pekerjaan agar proyek dapat selesai tepat pada waktunya.

1.4. Manfaat

Manfaat yang dapat diberikan Tugas Akhir ini adalah :

1. Memberikan gambaran terhadap pelaksanaan pembangunan dermaga yang sistematis dengan biaya optimum dan masih tetap memenuhi kriteria pelaksanaan pembangunan.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi kontraktor bagaimana metode yang tepat untuk mempercepat pekerjaan apabila menemui kejadian yang serupa.
3. Sebagai bahan acuan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya dalam ilmu manajemen proyek dan dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang.

1.5. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini nantinya, beberapa batasan masalah yang dipakai sebagai pedoman adalah :

1. Pembahasan dalam Tugas Akhir ini dikhususkan pada pekerjaan *breakwater* tipe D dan dermaga 1B.
2. Tidak memperhitungkan percepatan waktu pada pekerjaan persiapan dan monitoring.
3. Peninjauan dilakukan mulai Januari 2016.
4. Tidak menghitung besarnya volume material yang dibutuhkan.
5. Tidak menghitung besarnya denda apabila terjadi keterlambatan.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waktu dan Penjadwalan

Menurut Soeharto, 1997, dalam Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional, penjadwalan adalah pengaturan waktu terhadap suatu kegiatan yang biasanya digambarkan dalam diagram-diagram sesuai dengan skala waktu proyek. Juga untuk menentukan kapan suatu aktivitas-aktivitas tersebut dimulai, ditunda atau segera diselesaikan.

Penjadwalan merupakan fase penterjemahan suatu perencanaan kedalam suatu diagram yang sesuai dengan skala waktu. Dalam menyelesaikan suatu proyek konstruksi diusahakan untuk mendapat waktu penyelesaian yang paling pendek dengan biaya pelaksanaan yang seminimal mungkin. Sehingga usaha memperpendek waktu penyelesaian proyek tersebut harus benar-benar menilai dan melihat aktivitas-aktivitas pelaksanaan proyek yang telah disusun dan diurutkan secara sistematis. Aktivitas pengerjaan suatu proyek biasanya disusun dalam suatu bentuk diagram, yaitu : Diagram Network (Network Planning).

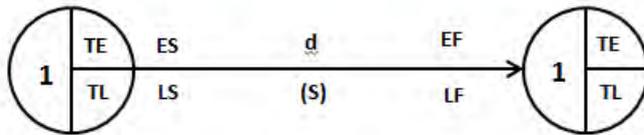
Dalam Network Planning ini akan terlihat beberapa lintasan-lintasan, yang diantaranya merupakan lintasan kritis. Yang perlu diperhatikan dalam usaha mempercepat waktu pelaksanaan suatu proyek adalah waktu-waktu yang terdapat dalam lintasan kritis pada Network Planning tersebut. Selain itu, dalam pembiayaan pelaksanaan suatu proyek akan didapatkan penambahan jumlah biaya pada biaya langsung, sedangkan pada biaya tidak langsung akan mengalami pengurangan sejalan dengan pemendekan waktu pelaksanaan.

2.2 Lintasan Kritis

Pada metode jaringan kerja dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis

terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Definisi-definisi dalam penentuan jalur lintasan kritis dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Istilah - istilah
Sumber : Soeharto (1997: 197)

D	Waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu aktifitas (duration)
SA = TE	Saat paling awal terjadinya event/kejadian (earliest event occurrence time)
L = TL	Saat paling lambat yang diijinkan terjadinya suatu event (latest allowable event occurrence time)
MA = ES	Saat mulai paling awal terjadinya suatu aktifitas (early start)
BA = EF	Saat berakhir paling awal suatu aktifitas (early finish)
ML = LS	Saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktifitas (latest start)
BL = LF	Saat berakhir paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktifitas (latest finish)
TF = S	Total activity slack atau float atau total float, yaitu sejumlah waktu sampai kapan aktifitas boleh diperlambat (TL – EF)
SF	Free slack suatu aktifitas atau aktifitas bebas (TE – EF)

Untuk menentukan lintasan kritis suatu aktivitas terlebih dahulu perlu dihitung durasi proyek. Dalam perhitungan durasi proyek dikenal cara-cara perhitungan maju dan perhitungan mundur. Perhitungan maju (forward pass) dipakai untuk menentukan waktu total penyelesaian proyek dan juga dipakai untuk menentukan saat mulai paling awal (ES) dan saat selesai paling cepat (EF) suatu aktifitas. Perhitungan mundur (backward pass) dipakai untuk menentukan waktu paling lambat suatu aktifitas dapat dilaksanakan (LS) maupun diselesaikan (LF).

Penentuan aktifitas kritis terjadi apabila $ES = LS$ dan $EF = LF$ ini berarti aktivitas tersebut tidak dapat digeser ke kiri atau ke kanan secara skala waktu. Apabila aktivitas-aktivitas kritis tersebut saling berhubungan maka terjadilah jalur lintasan kritis (critical path). Float atau slack terjadi apabila terdapat skala waktu yang longgar untuk pelaksanaan suatu aktifitas, sehingga pelaksanaan aktifitas tersebut dapat diperlambat atau di geser.

2.3 Jenis-jenis Biaya dalam Proyek

Menurut Soeharto, 1997, jenis biaya dalam proyek dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Biaya Langsung (Direct Cost) Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung terdiri dari:
 - a. Penyiapan lahan Pekerjaan ini terdiri dari clearing, grubbing, menimbun dan memotong tanah, mengeraskan tanah, dan lainlain. Disamping itu pekerjaanpekerjaan membuat pagar, jalan dan jembatan.
 - b. Pengadaan peralatan utama Semua peralatan utama yang tertera dalam gambar desain engineering.
 - c. Biaya merakit dan memasang peralatan utama Terdiri dari pondasi struktur penyangga, isolasi, dan pengecatan.
 - d. Pipa Tediri dari pipa transfer, pipa penghubung antara peralatan, dan lain-lain.

- e. Alat-alat listrik dan instrument Terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi dan instrumen.
 - f. Pembangunan gedung perkantoran, pusat pengendalian operasi (control room), gudang, dan bangunan sipil lainnya.
 - g. Fasilitas pendukung seperti utility dan offsite Terdiri dari pembangkit uap, pembangkit listrik, fasilitas air pendingin, tangki dan dermaga.
 - h. Pembebasan tanah Biaya pembebasan tanah seringkali dimasukkan kedalam biaya langsung.
2. Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost) Biaya tidak langsung atau indirect cost adalah pengeluaran untuk manajemen, supervise dan pembayaran material, serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek. Biaya tidak langsung meliputi:
- a. Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen, gaji dan tunjangan bagi tenaga bidang engineering, inspector, penyedia konstruksi lapangan, dan lain-lain.
 - b. Kendaraan dan peralatan konstruksi Termasuk biaya pemeliharaan, pembelian bahan bakar, minyak pelumas dan suku cadang.
 - c. Pembangunan fasilitas sementara Termasuk perumahan darurat tenaga kerja, penyediaan air, listrik, fasilitas komunikasi sementara untuk konstruksi, dan lain-lain.
 - d. Pengeluaran umum Butir ini meliputi bermacam-macam keperluan tetapi tidak dapat dimasukkan kedalam butir yang lain, seperti small tools, pemakaian sekali lewat (consumable) misalnya kawat las.

- e. Kontijensi laba atau Fee Kontijensi dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti.
- f. Overhead Butir ini meliputi biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidaknya kontrak yang sedang ditandatangani. Misalnya biaya pemasaran, advertensi, gaji eksekutif, sewa kantor, telepon, computer.
- g. Pajak, pungutan atau sumbangan, biaya izin, dan asuransi.
- h. Berbagai macam pajak seperti PPN, PPh, dan lainnya atau hasil operasi perusahaan.

2.4 Analisa Time Cost Trade Off (TCTO)

2.4.1 Metode percepatan durasi proyek / crashing

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat durasi proyek, antara lain:

1. Penambahan jumlah tenaga kerja
Penambahan jumlah tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam suatu unit pekerjaan untuk melaksanakan suatu aktivitas tertentu tanpa menambah jam kerja. Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu harus diimbangi dengan menambah pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menimbulkan produktivitas yang rendah.
2. Penjadwalan kerja lembur
Mempercepat waktu pelaksanaan suatu kegiatan dengan menambah jam kerja atau kerja lembur merupakan salah satu usaha untuk menambah

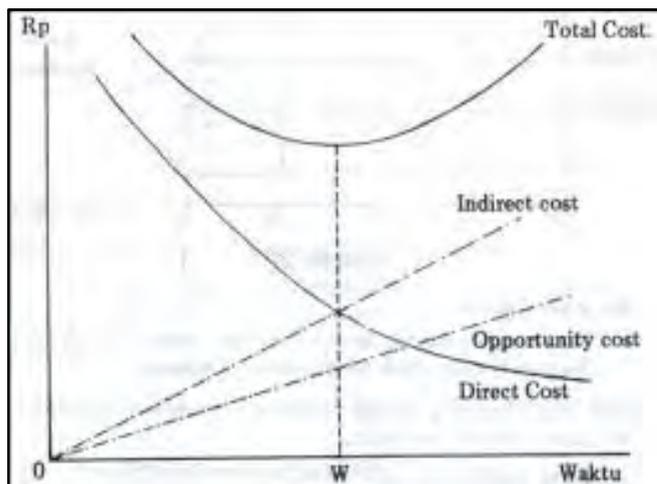
produktivitas kerja sehingga dapat mempercepat waktu pelaksanaan sebuah kegiatan. Hal yang perlu diperhatikan dalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu kerja seseorang dalam satu hari. Jika seseorang terlalu lama bekerja maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena kelelahan. Perhitungan rencana kerja lembur secara umum adalah:

- a. Waktu kerja normal adalah 8 jam(08.00–17.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal
 - b. Harga upah pekerja untuk lembur - Berdasarkan KEPMEN No. 102 tahun 2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur, maka upah pada saat kerja lembur 200% dari upah normal.
3. Penambahan peralatan
Penambahan peralatan dimaksudkan untuk menambah produktivitas. Dalam penambahan peralatan perlu memperhatikan penambahan biaya langsung untuk mobilisasi dan demobilisasi alat. Dalam penambahan peralatan juga harus memperhatikan produktivitas alat yang digunakan, alat yang digunakan tentunya harus memiliki produktivitas yang lebih tinggi atau sama dengan alat yang sebelumnya.
 4. Perubahan metode konstruksi di lapangan
Metode konstruksi berkaitan erat dengan sistem kegiatan dan tingkat penguasaan pelaksanaan terhadap metode tersebut serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan. Metode konstruksi yang tepat dan efektif akan mempercepat penyelesaian aktivitas.

5. Pemilihan sumber daya yang berkualitas
 Yang dimaksud pemilihan sumber daya yang berkualitas adalah adalah tenaga kerja yang mempunyai tingkat produktivitas yang tinggi dengan hasil kerja yang baik. Dengan mempekerjakan tenaga kerja yang berkualitas maka aktivitas akan lebih cepat diselesaikan.

2.4.2 Hubungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek

Biaya optimal adalah biaya total minimum proyek. Biaya total adalah jumlah biaya langsung dan biaya tak langsung. Besarnya biaya ini sangat tergantung dari lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Walaupun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, akan tetapi umumnya makin lama proyek berjalan makin tinggi kumulatif biaya tak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1997).



Gambar 2.2 Grafik Total Biaya Proyek
 (Sumber: Badri, 1997)

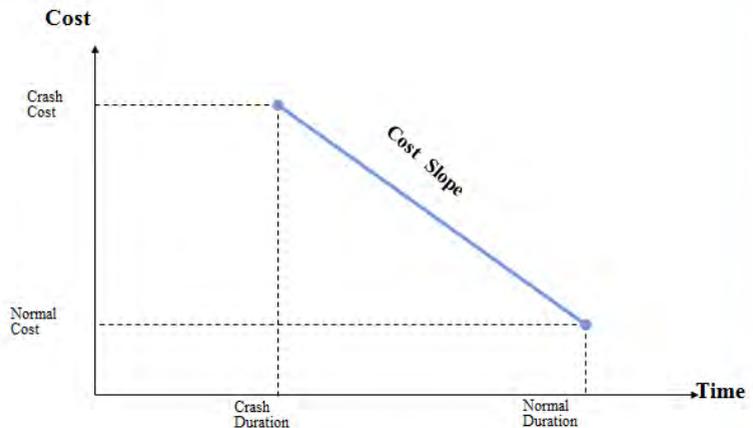
Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dan waktu suatu kegiatan, dipakai definisi berikut:

- Kurun waktu normal (*normal duration*) yaitu jangka waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai dengan tingkat produktivitas kerja normal.
- Kurun waktu dipersingkat (*crash duration*) yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih memungkinkan.
- Biaya normal (*normal cost*) yaitu biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
- Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*) yaitu jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat. Apabila waktu penyelesaian suatu aktivitas dipercepat, maka biaya langsung akan bertambah besar sedangkan biaya tak langsung akan berkurang. Pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu disebut *cost slope* (sumber: Soeharto, 1997).

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}}$$

Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat ditunjukkan oleh gambar 2.2. Garis yang dihubungkan titik normal dan titik dipersingkat disebut kurva waktu biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus. Seandainya diketahui bentuk kurva waktu biaya suatu kegiatan,

artinya dengan mengetahui beberapa slope atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu dan biaya satu hari.



Gambar 2.3 Hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan
(Sumber: Gray, 2007)

Besarnya nilai crash cost dan crash duration diperoleh dari perhitungan yang tergantung dari produktivitas crash. Produktivitas crash diperoleh dari besarnya volume pekerjaan dibagi produktivitas alat atau tenaga kerja yang digunakan.

2.5 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, penulis memiliki beberapa referensi dari penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan, diantaranya :

1. Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crash (Iramutyn Ermis Vera, 2010)

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan waktu dan biaya proyek sebelum dan sesudah *crashing* yang dilakukan pada Proyek Pemeliharaan Gedung dan Bangunan Rumah Sakit Orthopedi Prof. Dr. R. Soeharso Surakarta. Dari hasil penelitian ini didapatkan waktu penyelesaian proyek optimum yaitu 49 hari kerja dengan biaya total sebesar Rp 501.269.374,29. Sedangkan waktu penyelesaian normal 74 hari kerja dengan biaya total sebesar Rp 516.188.297,49. Sehingga terjadi pengurangan durasi selama 25 hari dan penghematan biaya sebesar Rp 14.918.923,20.

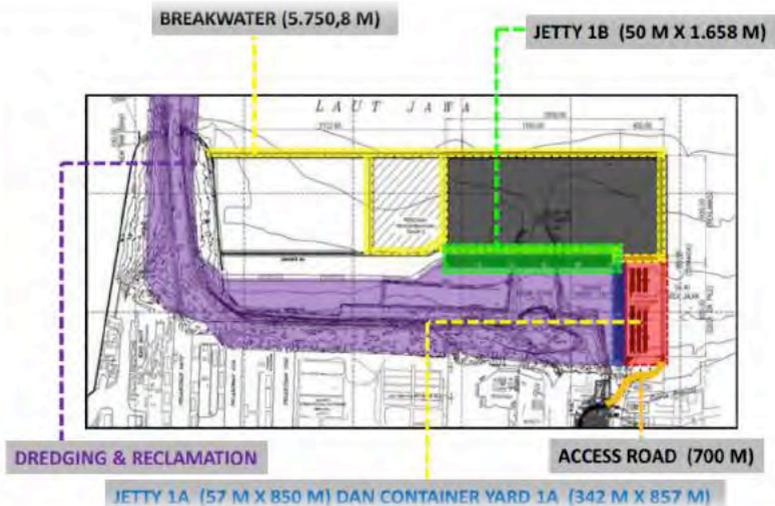
2. Analisis Perepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi (Ariany Frederika, 2010)

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan waktu dan biaya optimum dari Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung. Hasilnya adalah dicapainya biaya optimum dengan menambahkan satu jam kerja sehingga didapatkan pengurangan biaya dan waktu masing-masing sebesar Rp 784.104,16 dan 8 hari. Sedangkan untuk waktu optimum dilakukan dengan menambahkan dua jam kerja sehingga didapatkan pengurangan biaya dan waktu masing-masing sebesar Rp 700.377,35 dan 14 hari.

BAB III METODOLOGI

3.1 Objek dan Lokasi Penelitian

Proyek pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Jakarta Utara Tahap I ini secara keseluruhan meliputi pembangunan Container Yard, Dermaga, *Breakwater*, *Access Road*, serta pekerjaan *Dredging and Reclamation*. Lokasi proyek pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru ini berlokasi di Cilincing, Jakarta Utara. Layout perencanaan pembangunan terminal petikemas kalibaru adalah sebagai berikut :

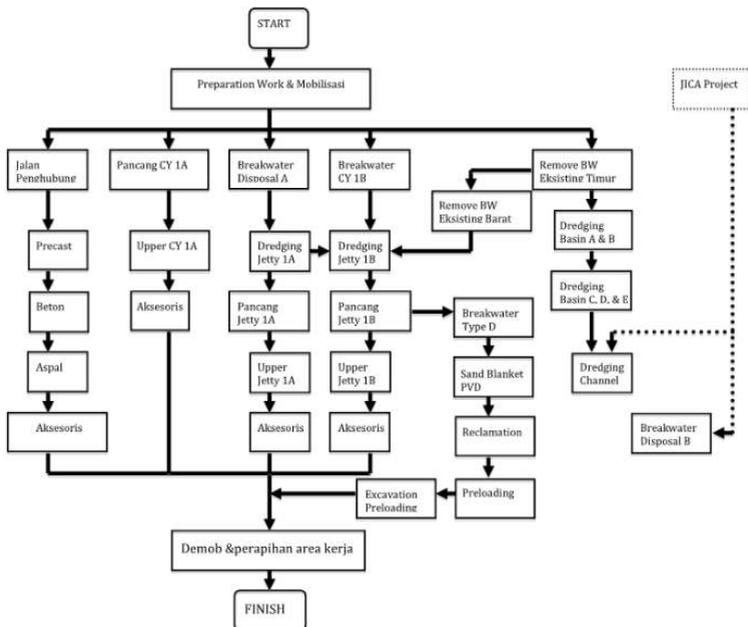


Gambar 3.1 Layout Pekerjaan Terminal Petikemas Kalibaru Tahap 1
(Sumber: PT. PP (Persero) Tbk.)

Lingkup pekerjaan yang dikerjakan dalam pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Jakarta Utara Tahap 1 antara lain :

1. Pekerjaan Dermaga 1A
2. Pekerjaan Container Yard (Deck on Pile)
3. Pekerjaan Dermaga 1B
4. Pekerjaan Breakwater Disposol A
5. Pekerjaan Breakwater Disposol B
6. Pekerjaan Breakwater Disposol CY 1B
7. Pengurukan dan Reklamasi
8. Jalan Akses
9. Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal 1A
10. Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal 1B
11. Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal Jalan Akses

Hingga Januari 2016, item pekerjaan nomor 1, 2, 4, 8, 9, 11 telah selesai dikerjakan dan progress pekerjaan berjalan sebesar 60% dari yang seharusnya sebesar 76,6%. Setelah dilakukan pengamatan melalui Kurva S atau Network Planning Diagram, bahwa terdapat beberapa item pekerjaan yang terlambat dan dikhawatirkan dapat mempengaruhi waktu pengerjaan, yaitu pekerjaan Dermaga 1B, pekerjaan pengerukan dan reklamasi, serta pekerjaan *breakwater* disposol B. Network planning diagram Pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Tahap 1 adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Network Planning Diagram
(Sumber: PT. PP (Persero) Tbk.)

Pada Network Planning Diagram di atas terlihat bahwa pekerjaan *breakwater* CY 1B yang terlambat akibat adanya badai dan gelombang air laut yang tinggi sehingga menyebabkan pekerjaan Dermaga 1B dan pekerjaan *breakwater* tipe D mengalami keterlambatan dalam pengerjaannya. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini nantinya objek penelitian akan dititikberatkan pada pembangunan *breakwater* dan dermaga yang mengalami keterlambatan, yaitu pada pembangunan dermaga 1B, *breakwater* disposal B, serta pekerjaan pengerukan dan reklamasi saja.

Pekerjaan yang akan ditinjau dalam Tugas Akhir ini meliputi :

1. Pekerjaan Dermaga 1B
 - Pekerjaan Persiapan
 - Pekerjaan Tiang Pancang
 - Beton Pracetak
 - Beton Insitu
 - Pekerjaan Baja
 - Fender System
 - Pengadaan Bollard Cap.200T
 - Rail Crane A-150 Termasuk Kelengkapan
 - PDA Test
 - Static Loading Test
 - Pekerjaan Retaining Wall
 - Soil Investigation
2. Pekerjaan *Breakwater* Disposal B
 - Pekerjaan Bambu Cluster
 - Pekerjaan Matras Bambu
 - Pekerjaan Batu Breakwater
 - Pekerjaan A-Jack
 - Pekerjaan Soil Investigasi
3. Pengerukan dan Reklamasi
 - Pekerjaan Persiapan Pengerukan Dan Reklamasi
 - Pekerjaan Pengerukan
 - Pekerjaan Container Yard Tahap 1B
 - Pekerjaan Sand Blanket
 - Pekerjaan Pengadaan Material
 - Pekerjaan Urugan Reklamasi
 - Pemasangan PVD Area Reklamasi
 - Pekerjaan Pengadaan Material Pasir
 - Pekerjaan Timbunan Preloading
 - Pekerjaan Galian Ex-Preloading
 - Instrumentasi Geoteknik
 - Monitoring

3.2 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Gambar Perencanaan Proyek
Gambar perencanaan proyek digunakan untuk mengetahui perencanaan suatu pekerjaan.
2. Schedule Proyek
Schedule proyek berupa kurva S diperlukan untuk mengetahui durasi normal sesuai dengan jadwal pelaksanaan proyek. Data kurva S terlampir dalam lampiran 13.
3. Anggaran Biaya Proyek
Rincian anggaran biaya digunakan untuk menentukan biaya normal yang dibuat sebagai acuan dalam menghitung biaya percepatan. Dalam Tugas Akhir ini digunakan data biaya normal dari Bill of Quantity (BoQ) setiap pekerjaan.
4. Data Pendukung
Diperlukan data pendukung lainnya agar analisa yang dilakukan dapat lebih akurat. Data-data pendukung yang diperlukan antara lain : analisa harga satuan, dan brosur persewaan alat.

3.3 Analisa Time Cost Trade Off

Dalam menentukan percepatan terhadap waktu pekerjaan suatu proyek, dibuat skenario dengan melakukan penambahan jumlah alat, jumlah tenaga kerja maupun jumlah grup pekerja agar produktivitas alat dan tenaga kerja meningkat. Adapun penerapan TCTO memerlukan perhitungan crash duration dan crash cost. Untuk menghitung crash cost dan crash duration maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

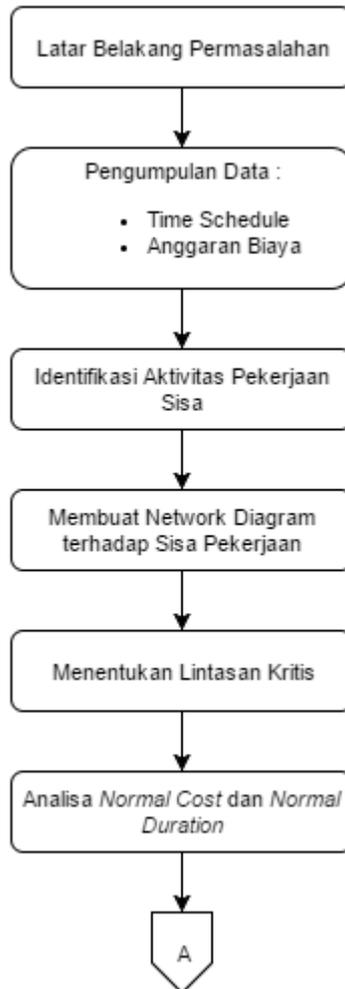
1. Menganalisa Aktivitas Sisa Pekerjaan
Analisa dilakukan pada aktivitas sisa pekerjaan yang mengalami keterlambatan, diketahui dari time schedule berdasarkan laporan kemajuan proyek mingguan. Setelah dilakukan analisa, didapatkan waktu normal (*normal*

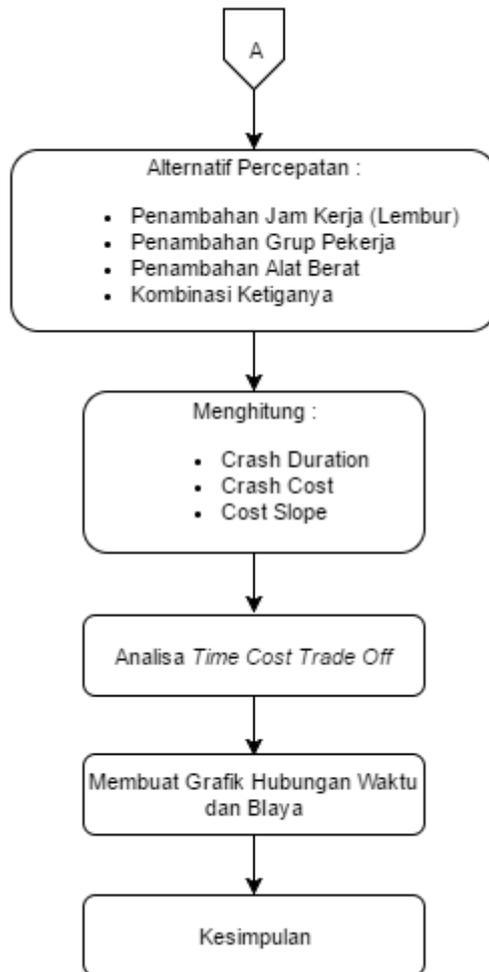
duration) serta item pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Pekerjaan yang berada di lintasan kritis digunakan dalam menghitung percepatan waktu dan biaya.

2. **Penyusunan Network Planning**
Penyusunan Network Planning berdasarkan durasi tiap-tiap pekerjaan, analisa durasi dihitung dari kemampuan produksi peralatan maupun pekerja.
3. **Penerapan Skenario Crashing**
Perhitungan *crash cost* dan *crash duration* menggunakan beberapa alternatif percepatan yaitu penambahan jumlah tenaga kerja, jam kerja, peralatan kerja, maupun kombinasi dari ketiganya. Dari beberapa alternatif tersebut dipilih salah satu alternatif yang lebih tepat untuk diterapkan, sehingga mendapatkan total biaya dan waktu yang paling optimum.
4. **Penerapan Analisa TCTO**
Setelah mengetahui kegiatan yang berada pada lintasan kritis, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa pertukaran biaya dan waktu agar diperoleh waktu dan biaya yang paling optimum.
5. **Mengevaluasi Hasil Analisa TCTO**
Setelah dilakukan analisa TCTO maka didapatkan output berupa beberapa alternatif waktu dan biaya proyek yang baru. Dari banyaknya alternatif, dipilih waktu dan biaya penyelesaian proyek yang optimum.
6. **Kesimpulan dan Saran**
Dari hasil analisa yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan dan saran yang dapat digunakan bagi pelaksana proyek dalam hal waktu maupun biaya yang sebaiknya digunakan.

3.4 Langkah Penyelesaian Tugas Akhir

Tahapan penelitian ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini secara berurutan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :





Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data

4.1.1. Deskripsi Umum Proyek

Proyek Pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Jakarta Utara Tahap 1 ini merupakan proyek pemerintah dalam rangka menanggulangi *overcapacity* dari Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara. Pembangunan dilakukan oleh PT. Pelabuhan Indonesia II (Persero) atau IPC dengan menunjuk kontraktor utama yaitu PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk.

Luas area proyek ini yaitu sebesar 104 hektare (ha), meliputi terminal petikemas dan terminal migas. Untuk kapasitas terminal petikemas sendiri yaitu sebesar 4,5 juta TEU's dan Terminal Migas sebesar 9,4 juta m³. Pembangunan proyek ini dimulai pada Oktober tahun 2012 dengan total biaya sebesar Rp 9.017.853.688.889,76 dan dijadwalkan akan selesai pada November 2016 mendatang.

Bentuk dan rencana masterplan Terminal Petikemas Kalibaru dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini :



Gambar 4.1 Layout Terminal Petikemas Kalibaru Jakarta Utara Tahap 1

4.1.2. Data Proyek

Data proyek yang diperoleh berasal dari pihak kontraktor yaitu PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk baik melalui interview secara langsung maupun data tertulis. Data proyek yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- a. Nama Proyek : Pekerjaan Pembangunan Terminal Petikemas Kalibaru Utara Tahap 1 Tanjung Priok
- b. Alamat Proyek : PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk.
Jl. Sindang Laut Bogasari DKB III-Tanjung Priok Jakarta Utara
- c. Pengguna Jasa : PT. Pelabuhan Indonesia II (Persero)
- d. Konsultan Perencana : PT. LAPI ITB
- e. Konsultan Pengawas : PT. Royal Haskoning
- f. Nilai Kontrak : Rp 9.017.853.688.889,76
- g. Waktu Pelaksanaan : 50 Bulan
01 Oktober 2012 – 30 November 2016
- h. Masa Pemeliharaan : 12 Bulan

4.1.3. Asumsi dan Batasan

Asumsi dan batasan untuk proyek ini meliputi :

1. Keadaan normal jam kerja yang digunakan adalah 8 jam per hari.
2. Dalam 1 minggu bekerja selama 7 hari.
3. Data analisa waktu diperoleh dari data jadwal proyek.
4. Waktu pelaksanaan pada proyek ini yang dihitung hanya pekerjaan dermaga, reklamasi, serta breakwater saja.
5. Dalam perhitungan ini tidak memperhitungkan dapat atau tidaknya kemungkinan tahap berikutnya untuk dipercepat.
6. Analisa percepatan pada tahap I ini tidak memperhitungkan kemungkinan tahap selanjutnya juga dapat atau tidak dipercepat.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Identifikasi Aktivitas Pekerjaan

Dari data proyek yang ada, terdapat beberapa pekerjaan yang masih belum terselesaikan, yang merupakan sub pekerjaan dari total keseluruhan pekerjaan proyek selama 1500 hari. Pekerjaan tersebut antara lain pekerjaan Dermaga 1B, breakwater disposal B, serta pekerjaan pengerukan dan reklamasi. Selanjutnya dari data pekerjaan tersebut dapat diketahui hubungan antar aktivitasnya. Hubungan antar aktivitas dari pekerjaan proyek tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.1, 4.2 dan 4.3 berikut ini :

Tabel 4.1 Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Dermaga 1B

No.	Uraian	Kode	Durasi (hari)	Predecessor
PEKERJAAN DERMAGA 1B				
1	Pekerjaan Persiapan	A	570	-
2	Pekerjaan Tiang Pancang	B	570	A,Q
3	Beton Pracetak	C	570	B
4	Beton Insitu	D	570	C
5	Pekerjaan Baja	E	450	D
6	Fender System	F	390	E
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	G	390	E
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	H	360	E
9	PDA Test	I	720	B
10	Static Loading Test	J	630	C
11	Pekerjaan Retaining Wall	K	330	D

Tabel 4.2 Tabel Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Breakwater Disposal B

No.	Uraian	Kode	Durasi (hari)	Predecessor
PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B				
1	Pekerjaan Bambu Cluster	L	120	-
2	Pekerjaan Matras Bambu	M	150	L
3	Pekerjaan Batu Breakwater	N	210	M
4	Pekerjaan A Jack	O	210	N

Tabel 4.3 Tabel Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Pengerukan dan Reklamasi

No.	Uraian	Kode	Durasi (hari)	Predecessor
PENGERUKAN DAN REKLAMASI				
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi	P	300	-
2	Pekerjaan Pengerukan	Q	300	P
	Pekerjaan Container Yard Tahap 1B			
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	R	300	Q
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)	S	330	R
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m s/d +3.5 m LWS)	T	330	S
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	U	360	T
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	V	330	U
6	Pekerjaan Timbunan Preloading (elevasi +3.5 m s/d +10.5 m LWS)	W	360	V
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	X	30	W
8	Instrumentasi Geoteknik	Y	390	W
9	Monitoring	Z	360	W

4.2.2. Network Diagram

Setelah didapatkan hubungan antar aktivitas serta durasi dari pekerjaan, langkah selanjutnya yaitu membuat diagram jaringan kerja (*Network Planning*) untuk mengetahui lintasan kritisnya. Lintasan kritis dapat dilihat dari item-item pekerjaan yang tidak memiliki slack atau slacknya sama dengan nol. Sehingga dari item pekerjaan yang ada, dapat diidentifikasi bahwa lintasan kritis terdapat pada pekerjaan A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K. Time schedule dan lintasan kritis dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.2.3. Normal Duration dan Normal Cost

4.2.3.1. Perhitungan Normal Duration

Analisa perhitungan normal duration didapat dari diagram jaringan kerja dengan memperhitungkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh sisa pekerjaan. Sehingga dari diagram jaringan kerja yang ada, diketahui bahwa *normal duration* dari sisa pekerjaan proyek ini adalah selama 720 hari dengan *normal duration* keseluruhan total proyek 1500 hari.

4.2.3.2. Perhitungan Normal Cost

Perhitungan normal cost didapat dari perhitungan jumlah volume pekerjaan dengan harga satuan tiap komponen pekerjaan. Normal cost dibagi berdasarkan normal cost bahan dan normal cost alat dan pekerja.

Contoh :

Pekerjaan Fender V-500 H x 3.000L dengan data sebagai berikut :

Volume	= 104 unit
Harga satuan bahan	= Rp 223.840.576,00/unit
Harga satuan alat	= Rp 141.485,24/unit
Harga satuan pekerja	= Rp 221.618,61/unit
Durasi normal	= 390 hari

$$\begin{aligned} \text{Normal cost bahan} &= \text{Volume} \times \text{harga satuan bahan} \\ &= 48 \times \text{Rp } 223.840.576,00 \\ &= \text{Rp } 23.279.419.904,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Normal cost alat+pekerja} &= \text{Volume} \times \text{harga satuan alat+pekerja} \\ &= 104 \times (\text{Rp } 141.485,24 + \text{Rp } 221.618,61) \\ &= \text{Rp } 37.762.800,40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total normal cost} &= \text{Normal cost bahan} + \text{normal cost} \\ &\quad \text{alat+pekerja} \\ &= \text{Rp } 23.279.419.904,00 + \text{Rp } \\ &\quad 37.762.800,40 \\ &= \text{Rp } 23.317.182.704,40 \end{aligned}$$

Total normal cost untuk Pekerjaan Fender V-500 H x 3.000L adalah sebesar Rp 23.317.182.704,40. Untuk data harga

satuan masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan untuk data normal cost tiap pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.4, 4.5 dan 4.6 berikut ini :

Tabel 4.4 Normal Cost Pekerjaan Dermaga 1B

No.	Uraian	Kode	Harga	
			Rp	USD
PEKERJAAN DERMAGA 1B				
1	Pekerjaan Persiapan	A	8,653,831,393.80	
2	Pekerjaan Tiang Pancang	B	214,976,418,878.04	
3	Beton Pracetak	C	49,039,870,708.00	
4	Beton Insitu	D	187,757,726,062.72	
5	Pekerjaan Baja	E	1,984,215,989.78	1,984.05
6	Fender System	F	23,317,182,704.40	
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	G	10,145,538,808.80	
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	H		9,216.00
9	PDA Test	I	618,246,000.00	
10	Static Loading Test	J	34,347,000.00	
11	Pekerjaan Retaining Wall	K	5,082,483,443.40	

Tabel 4.5 Normal Cost Pekerjaan Breakwater Disposal B

No.	Uraian	Kode	Harga	
			Rp	USD
PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B				
1	Pekerjaan Bambu Cluster	L	36,947,738,281.86	213,737.13
2	Pekerjaan Matras Bambu	M	10,906,100,570.72	376,436.81
3	Pekerjaan Batu Breakwater	N	43,288,013,900.02	
4	Pekerjaan A Jack	O	74,457,395,084.80	

Tabel 4.6 Normal Cost Pekerjaan Pengerukan dan Reklamasi

No.	Uraian	Kode	Harga	
			Rp	USD
PENGERUKAN DAN REKLAMASI				
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi	P	4,894,832,073.00	
2	Pekerjaan Pengerukan	Q	322,311,612,480.00	

Pekerjaan Pengerukan dan Reklamasi Container Yard Tahap 1B				
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	R	58,611,600,000.00	
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)	S	354,645,342,448.96	
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m s/d +3.5 m LWS)	T	135,646,500,000.00	
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	U	134,138,760,000.00	
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	V	1,789,167,549,348.00	
6	Pekerjaan Timbunan Preloading (elevasi +3.5 m s/d +10.5 m LWS)	W	291,116,013,822.89	
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	X	143,965,645,842.33	
8	Instrumentasi Geoteknik	Y	3,354,500,000.00	
9	Monitoring	Z	744,000,000.00	

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa normal cost dalam tugas akhir ini adalah sebesar Rp 3,905,805,464,841.53 dan USD 601,373.98, yang apabila disetarakan dengan kurs rupiah dengan asumsi 1 USD = Rp 13,000.00, maka total keseluruhan normal cost sisa pekerjaan adalah sebesar Rp3,913,623,326,606.32 dan normal cost total keseluruhan proyek sebesar Rp 9.017.853.688.889,76.

4.2.4. Alternatif Percepatan

Sebelum melakukan perhitungan crash cost dan crash duration, terlebih dahulu dilakukan rencana crashing atau yang biasa disebut skenario crashing. Rencana crashing atau skenario crashing dilakukan berdasarkan kebutuhan sumber daya tiap-tiap pekerjaan yang pekerjaannya dapat dipercepat. Beberapa skenario crashing yang digunakan dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Penambahan alat berat

Penambahan alat berat seperti crane, ponton, vibro hammer, dan excavator dapat dilakukan dengan dua kemungkinan, yaitu

dengan menambahkan jumlah atau dengan menambahkan kapasitas atau spesifikasi alat berat itu sendiri.

2. Penambahan tenaga kerja/grup pekerja

Setiap penambahan alat berat, secara otomatis akan memerlukan tenaga kerja lebih. Oleh karena itu, penambahan tenaga kerja akan berbanding lurus dengan penambahan alat berat.

3. Penambahan jam lembur

Penambahan jam kerja diharapkan dapat mempercepat proses pekerjaan sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat.

4. Kombinasi ketiganya

Merupakan kombinasi dari penambahan alat berat, penambahan tenaga kerja, serta penambahan jam lembur pada pekerja.

Pada tugas akhir ini, pekerjaan yang dipercepat hanyalah pekerjaan yang merupakan item pekerjaan kritis saja. Penetapan rencana crashing atau scenario crashing didasarkan pada hasil pengamatan di lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 4.7, 4.8 dan 4.9 berikut ini :

Tabel 4.7 Alternatif Crashing Pekerjaan Dermaga 1B

No.	Uraian	Kode	Alternatif			Ket
			Alat berat	Pekerja	Jam lembur	
I	PEKERJAAN DERMAGA 1B					
1	Pekerjaan Persiapan	A				
2	Pekerjaan Tiang Pancang	B	✓	✓	✓	
3	Beton Pracetak	C	✓	✓	✓	
4	Beton Insitu	D	✓	✓	✓	
5	Pekerjaan Baja	E		✓	✓	
6	Fender System	F	✓	✓	✓	
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	G	✓	✓	✓	
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	H		✓	✓	
9	PDA Test	I		✓	✓	
10	Static Loading Test	J		✓	✓	
11	Pekerjaan Retaining Wall	K				lump sump

Tabel 4.8 Alternatif Crashing Pekerjaan Breakwater Disposal 1B

No.	Uraian	Kode	Alternatif			Ket
			Alat berat	Pekerja	Jam lembur	
PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B						
1	Pekerjaan Bambu Cluster	L				
2	Pekerjaan Matras Bambu	M				
3	Pekerjaan Batu Breakwater	N				
4	Pekerjaan A Jack	O	✓	✓	✓	

Tabel 4.9 Alternatif Crashing Pekerjaan Pengerukan dan Reklamasi

No.	Uraian	Kode	Alternatif			Ket
			Alat berat	Pekerja	Jam lembur	
PENGERUKAN DAN REKLAMASI						
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi	P				lump sump
2	Pekerjaan Pengerukan	Q	✓	✓	✓	
Pekerjaan Pengerukan dan Reklamasi Container Yard Tahap 1B						
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m/d +2.25 LWS)	R	✓	✓	✓	
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)	S	✓	✓	✓	
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m/d +3.5 m LWS)	T	✓	✓	✓	
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	U	✓	✓	✓	
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	V	✓	✓	✓	
6	Pekerjaan Timbunan Preloading (elevasi +3.5 m/d +10.5 m LWS)	W	✓	✓	✓	
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	X	✓	✓	✓	
8	Instrumentasi Geoteknik	Y	✓	✓	✓	
9	Monitoring	Z				lump sump

Penetapan pemilihan rencana crashing didasarkan pada hasil pemantauan di lapangan. Dari hasil pemantauan, diketahui bahwa terdapat beberapa pekerjaan yang merupakan pekerjaan paket dengan biaya lump sump, sehingga pekerjaan dengan lump sump tidak dapat dipercepat meskipun pekerjaan tersebut juga terdapat pada jalur kritis.

Selain itu, terdapat beberapa pekerjaan yang merupakan kombinasi percepatan dari ketiga alternatif percepatan. Hal tersebut dikarenakan ketiga alternatif tersebut saling berhubungan. Misalnya, dengan bertambahnya jumlah alat berat, secara otomatis kebutuhan pekerja juga bertambah. Tak hanya itu, penambahan kebutuhan jumlah alat berat atau penambahan kebutuhan pekerja juga dapat berakibat pada bertambahnya jam lembur. Sehingga pada pekerjaan yang memerlukan kombinasi dari ketiga alternatif, akan dilakukan crashing dengan menambahkan seluruh aspek alternatifnya.

4.2.5. Crash Duration dan Crash Cost

Dengan dipilihnya rencana crashing atau skenario crashing, maka dapat dihitung durasi percepatan atau crash duration serta biaya percepatan atau crash costnya. Perhitungan crash duration dan crash cost dihitung dengan mencari produktivitas percepatan tiap pekerjaannya terlebih dahulu. Perhitungan produktivitas percepatan dihitung berdasarkan besarnya volume dan durasi dari setiap pekerjaan.

Contoh :

Pekerjaan Fender V-500 H x 3.000L dengan data sebagai berikut :

Volume = 104 unit

Durasi normal = 390 hari

Fleet alat = 1 fleet

Jumlah pekerja = 1 grup pekerja

Produktivitas normal

Produktivitas alat per hari = 0,16 unit/hari

Produktivitas pekerja per hari = 0,107 unit/hari

= 0,0134 unit/jam

Satu grup pekerja terdiri dari beberapa pekerja yang bekerja bersama dalam suatu aktivitas pekerjaan, seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut ini :

Tabel 4.10 Grup Pekerja

No	Uraian	Vol	Sat
1	Pekerja	2	oh
2	Tukang	1	oh
3	Kepala tukang	1	oh
4	Mandor	1	oh

Pada pekerjaan ini, direncanakan percepatan pekerjaan dengan skenario crashing sebagai berikut :

1. Alat berat = 2 fleet
2. Pekerja = 2 grup
3. Lembur = 2 jam

Produktivitas crashing

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat per hari} &= \text{produktivitas normal alat} \times \\
 &\quad \text{jumlah alat} \\
 &= 0,16 \times 2 \\
 &= 0,32 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas pekerja per hari} &= \text{produktivitas normal pekerja} \times \\
 &\quad \text{jumlah grup pekerja} \\
 &= 0,107 \times 2 \\
 &= 0,214 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas pekerja lembur} &= \text{produktivitas pekerja per jam} \times \\
 &\quad \text{penambahan jam lembur} \\
 &= 0,0134 \times 2 \\
 &= 0,0268 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas crashing} &= \text{produktivitas alat+pekerja+lembur} \\
 &= 0,32 + 0,214 + 0,0268 \\
 &= 0,56 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

4.2.5.1. Perhitungan Crash Duration

Setelah produktivitas percepatan diperoleh, maka dapat dihitung berapa waktu percepatan yang dapat dilakukan pada proyek ini. Perhitungan durasi percepatan dilakukan dengan membagi volume dengan produktivitas total setelah crashing.

Contoh :

Pekerjaan Fender V-500 H x 3.000L dengan data sebagai berikut :

Volume = 104 unit

Durasi normal = 390 hari

$$\begin{aligned} \text{Durasi setelah crashing} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas crashing}} \\ &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas alat+pekerja+lembur}} \\ &= \frac{104}{(0,32+0,214+0,0268)} \\ &= 185,71 \text{ hari} \approx 186 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi crashing} &= \text{durasi normal} - \text{durasi setelah crashing} \\ &= 390 - 186 \\ &= 204 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk data hasil perhitungan crash duration keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 3.

4.2.5.2. Perhitungan Crash Cost

Tahap selanjutnya dalam melakukan percepatan waktu proyek adalah perhitungan crash cost atau biaya percepatan. Perhitungan biaya percepatan dilakukan dengan menambahkan biaya normal dengan item-item biaya percepatan pekerjaan lainnya, seperti biaya sewa alat berat, biaya penambahan upah pekerja dan biaya upah lembur pekerja.

Contoh :

Pekerjaan Fender V-500 H x 3.000L dengan data sebagai berikut :

Normal cost = Rp 23.317.182.704,40

Sewa Crawler Crane 150 ton = Rp 981.201,00/jam

Upah pekerja = Rp 26.210,32/jam

Crash duration = 204 hari

Pada pekerjaan ini, direncanakan percepatan pekerjaan dengan skenario crashing sebagai berikut :

1. Alat berat = 2 fleet (5 jam)
2. Pekerja = 2 grup (8 jam)
3. Lembur = 2 jam (per grup)

$$\begin{aligned}
\text{Crash Cost} &= \text{Normal cost} + \Sigma(\text{biaya} \times \text{crash duration}) \\
&= \text{Rp } 23.317.182.704,40 + \{(2 \times 5 \times \text{Rp } 981.201,00) \\
&\quad + (2 \times 8 \times \text{Rp } 26.210,32) + (2 \times 2 \times \text{Rp } 26.210,32)\} \times \\
&\quad 204 \\
&= \text{Rp } 25.425.770.844,90
\end{aligned}$$

Untuk data hasil perhitungan crash cost keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 4.

4.2.6. Cost Slope

Cost slope merupakan perbandingan antara besarnya pertambahan biaya dengan percepatan durasi pekerjaan. Sehingga perhitungan cost slope dapat dilakukan dengan membandingkan antara selisih Crash Cost dan Normal Cost terhadap selisih Crash Duration dan Normal Duration.

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$$

Contoh :

Pekerjaan Fender V-500 H x 3.000L dengan data sebagai berikut :

$$\text{Normal cost} = \text{Rp } 23.317.182.704,40$$

$$\text{Normal duration} = 390 \text{ hari}$$

$$\text{Crash duration} = 204 \text{ hari}$$

$$\text{Crash cost} = \text{Rp } 25.425.770.844,90$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Rp } 25.425.770.844,90 - \text{Rp } 23.317.182.704,40}{390 - 204}$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Rp } 2.108.588.140,50}{186}$$

$$\text{Cost Slope} = \text{Rp } 11,336,495.38/\text{hari}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan harga cost slope pekerjaan Fender V-500 H x 3.000L sebesar

Rp11,336,495.38/hari. Sehingga dapat diartikan bahwa setiap pemampatan durasi pekerjaan selama satu hari, maka biaya pekerjaan akan bertambah sebesar Rp 11,336,495.38. Untuk data hasil perhitungan cost slope masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.2.7. Biaya-Biaya Komponen Proyek

Sebelum dilakukan analisa Time Cost Trade Off, perlu diketahui besarnya biaya-biaya komponen proyek terlebih dahulu. Dalam proyek konstruksi, biaya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Biaya Langsung (Direct Cost)

Biaya langsung adalah biaya yang dapat berubah seiring dengan berubahnya volume pekerjaan dan langsung berhubungan dengan hasil akhir proyek tersebut. Biaya langsung meliputi biaya yang dibutuhkan untuk material, peralatan, dan pekerja. Untuk menghitung biaya langsung, dilakukan pengumpulan data terlebih dahulu, yang meliputi data volume pekerjaan, data sumber daya, data durasi pekerjaan, serta data harga-harga satuan terbaru.

Dalam tugas akhir ini, nilai biaya langsung sama dengan jumlah total keseluruhan biaya normal atau Normal Cost. Sehingga nilai biaya langsung dalam proyek ini adalah sebesar Rp3,913,623,326,606.32.

2. Biaya Tak Langsung (Indirect Cost)

Biaya tak langsung adalah biaya yang besarnya tidak bergantung pada berubahnya volume pekerjaan dan tidak langsung berhubungan dengan hasil akhir proyek. Biaya tak langsung meliputi biaya overhead, contingencies, profit, dan pajak.

a. Kontingensi (Biaya Tak Terduga)

Biaya tak terduga atau contingency fee adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk mengantisipasi adanya ketidakpastian dalam kejadian-kejadian yang tidak dapat

diperkirakan dalam proyek. Misalnya, naiknya muka air laut pasang, banjir, longsor dan sebagainya.

b. Overhead Cost

Overhead cost merupakan biaya aspek-aspek penunjang keberlangsungan proyek di luar biaya langsung, seperti biaya administrasi, biaya rapat mingguan, gaji pegawai site office, biaya operasional seperti perbaikan fasilitas-fasilitas pada proyek, serta biaya untuk peralatan-peralatan kecil yang nantinya habis terbuang di akhir proyek.

c. Profit (Keuntungan)

Keuntungan adalah sejumlah uang yang oleh kontraktor dimasukkan ke dalam harga sebagai kompensasi risiko, upaya, dan usaha untuk menjalankan sebuah proyek. Keuntungan sebenarnya adalah "sisa" dari uang yang tersisa setelah kontraktor telah memenuhi semua biaya (baik langsung maupun tidak langsung) pada suatu proyek. Jumlah keuntungan yang akan ditambahkan adalah sangat subjektif dan tergantung pada pertimbangan seperti kompetisi, seberapa penting proyek, pasar kerja, kondisi pasar lokal dan ekonomi.

d. Pajak

Pajak yang termasuk dalam komponen biaya tidak langsung bermacam-macam, yaitu pajak material, pajak peralatan, pajak pekerja, dsb. Nilai pajak bervariasi secara signifikan tergantung dari lokasi dan status pajak owner. Pada umumnya mereka mempunyai katalog secara terpisah untuk memfasilitasi kegiatan keuangan

Besarnya biaya tak langsung dalam tugas akhir ini adalah sebesar Rp 84,828,528.27 per hari, sehingga total biaya langsung adalah Rp 63,621,396,199.09. Untuk perhitungan biaya tak langsung dapat dilihat pada Lampiran 6 tabel biaya tak langsung.

4.2.8. Analisa Time Cost Trade Off

Analisa Time Cost Trade Off dilakukan untuk dapat mengetahui keseimbangan antara biaya dan waktu setelah dilakukan percepatan. Analisa ini dilakukan untuk mencapai beberapa tujuan, antara lain :

1. Percepatan maksimum

Percepatan maksimum merupakan percepatan durasi pekerjaan yang dilakukan secara maksimal tanpa menyisakan slack waktu, serta tanpa mempertimbangkan besarnya biaya percepatan yang dialami akibat percepatan tersebut.

2. Percepatan optimum

Percepatan optimum merupakan percepatan yang dilakukan untuk mendapatkan durasi percepatan terbesar dengan biaya paling optimum atau yang sering disebut dengan biaya terendah. Perhitungan percepatan optimum yaitu dengan menggunakan cost slope terendah sebagai acuan dalam tahapan percepatan.

3. Percepatan untuk memenuhi target

Percepatan ini dilakukan karena terjadi keterlambatan dalam sebuah proyek, sehingga untuk mencapai target penyelesaian proyek, dibutuhkan percepatan yang hanya sekedar untuk memenuhi target saja agar kontraktor tidak dibebani denda keterlambatan. Seringkali analisa terhadap percepatan ini juga mempertimbangkan alternatif membayar denda daripada untuk mempercepat pekerjaan.

Pada tugas akhir ini, dilakukan analisa time cost trade off untuk memenuhi target penyelesaian pekerjaan. Untuk itu, percepatan akan dilakukan agar memenuhi target penyelesaian proyek ini yaitu selama 330 hari terhitung mulai 1 Januari 2016 hingga 30 November 2016.

Percepatan akan dilakukan berdasarkan besarnya harga cost slope, dimana iterasi dilakukan mulai dari pekerjaan dengan harga cost slope terendah hingga harga cost slope tertinggi. Kemudian dari keseluruhan perhitungan akan dipilih alternatif

percepatan dengan biaya total optimum atau biaya yang paling rendah.

Tahap-tahap analisa *time cost trade off* dalam tugas akhir ini dilakukan secara manual, sebab metode tersebut dipilih karena akan lebih mudah dilakukan. Berikut ini adalah tahap-tahap iterasi untuk analisa *time cost trade off* proyek pembangunan terminal petikemas kalibaru :

1. Iterasi 1

Pertama-tama, dilakukan analisa lintasan kritis yang terdapat dalam proyek terlebih dahulu. Lintasan kritis dalam proyek ini dapat dilihat pada Tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4.11 Lintasan Kritis

No	Lintasan	Durasi (hari)
1	A-B-C-D-E	720
2	A-B-C-D-F	
3	A-B-C-D-G	
4	A-B-C-D-H	
5	A-B-I	
6	A-B-C-J-K	

Lintasan kritis 1 diambil dari penjadwalan pekerjaan Dermaga 1B dengan durasi terpanjang pada setiap lintasan. Oleh karena lintasan kritis yang terdapat dalam proyek ini lebih dari satu, maka dari lintasan kritis yang ada haruslah dicari alternatif pekerjaan yang akan diiterasi. Penentuan alternatif pekerjaan diperoleh dari analisa lintasan kritis dengan memperhitungkan kemungkinan suatu pekerjaan tersebut dapat diiterasi. Sehingga dari lintasan kritis yang ada, didapatkan 6 alternatif percepatan sebagai berikut:

1. Pekerjaan B
2. Pekerjaan C+I
3. Pekerjaan D+I+J
4. Pekerjaan D+I+K
5. Pekerjaan E+F+G+H+I+J
6. Pekerjaan E+F+G+H+I+K

Namun pada alternatif pekerjaan yang memuat pekerjaan lump sump tidak dapat dijadikan sebagai alternatif percepatan dalam iterasi, sebab percepatan tidak dapat dilakukan pada pekerjaan yang menggunakan metode lump sump. Dalam proyek ini, pekerjaan lump sump terdapat pada pekerjaan K. Oleh karena itu, pilihan alternatif yang memuat pekerjaan K tidak dapat dipilih sebagai alternatif percepatan sehingga pilihan alternatif pada nomor 5 dan 7 tidak dapat dijadikan sebagai alternatif percepatan.

Setelah diketahui alternatif percepatan, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan harga cost slope alternatif percepatan terlebih dahulu. Hal tersebut dikarenakan cost slope yang akan digunakan dalam iterasi bukan merupakan cost slope tiap pekerjaan, melainkan cost slope alternatif pekerjaan tersebut. Cost slope alternatif merupakan total seluruh biaya crashing atau cost slope seluruh pekerjaan yang berada dalam alternatif. Perhitungan cost slope alternatif adalah sebagai berikut:

Contoh :

Alternatif D+I+J

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \text{Cost Slope D} + \text{Cost Slope I} + \text{Cost Slope J} \\ &= 47,467,933.43 + 40,765,010.47 + 40,765,010.47 \\ &= \text{Rp } 128,997,954.36 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan cost slope seluruh alternatif percepatan dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini :

Tabel 4.12 Cost Slope Alternatif Percepatan

No	Alternatif	Cost Slope
1	B	192,230,975.60
2	C+I	179,926,158.17
3	D+I+J	128,997,954.36
4	E+F+G+H+I+J	107,077,031.97

Setelah diketahui nilai cost slope setiap alternatif, maka tahap selanjutnya adalah dengan melakukan iterasi terhadap alternatif pekerjaan tersebut. Iterasi pertama dilakukan pada alternatif percepatan yang memiliki cost slope terendah. Dalam

hal ini cost slope terendah terdapat pada alternatif E+F+G+H+I+J, sehingga pekerjaan yang akan dicrashing adalah pekerjaan E+F+G+H+I+J. Kemudian, dilakukan tahap iterasi sebagai berikut :

Tabel 4.13 Iterasi Tahap 1

No	Lintasan	Pekerjaan yang Dincrashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing
1	A-B-C-D-E	E	720	173	30	690
2	A-B-C-D-F	F		204		
3	A-B-C-D-G	G		204		
4	A-B-C-D-H	H		138		
5	A-B-I	I		400		
6	A-B-C-J-K	J		350		

Melalui iterasi tahap 1 ini, dilakukan percepatan selama 30 hari saja. Hal ini disebabkan karena pada durasi 690 hari, terdapat lintasan kritis lain yang juga berdurasi 690 hari yaitu pekerjaan pengerukan dan reklamasi. Perhitungan durasi setelah crashing didapatkan dengan mengurangi durasi normal dengan crash duration pakai. Contoh perhitungan durasi setelah crashing adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi Setelah Crashing} &= \text{Normal Duration} - \text{Crash Duration} \\ &= 720 - 30 \\ &= 690 \text{ hari} \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya setelah didapatkan durasi crashing adalah melakukan perhitungan crash cost. Perhitungan crash cost pada iterasi tahap 1 ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost} &= \text{Crash Duration} \times \text{Cost Slope} \\ &= 30 \text{ hari} \times \text{Rp } 107,147,940.08/\text{hari} \\ &= \text{Rp } 3,214,438,202.31 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh crash cost, maka langkah selanjutnya adalah menghitung total cost. Namun dalam menghitung total cost, diperlukan nilai direct cost dan indirect cost terlebih dahulu. Maka dilakukan perhitungan direct cost dan indirect cost sebagai berikut :

$$\text{Direct Cost} = \text{Normal Cost} + \text{Crash Cost}$$

$$= \text{Rp}3,913,623,326,606.32 + \text{Rp}3,214,438,202.31$$

$$= \text{Rp } 3,916,837,764,808.63$$

Indirect Cost = Crash Duration x Indirect Cost

$$= 30 \text{ hari} \times \text{Rp } 84,828,528.27/\text{hari}$$

$$= \text{Rp } 58,531,684,503.17$$

Kemudian dilakukan perhitungan total cost dengan menjumlahkan hasil perhitungan direct cost dan indirect cost. Sehingga didapatkan nilai total cost sebagai berikut :

Total Cost = Direct Cost + Indirect Cost

$$= \text{Rp}3,916,837,764,808.63 + \text{Rp}58,531,684,503.17$$

$$= \text{Rp } 3,975,369,449,311.80$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa setelah melakukan iterasi tahap 1, total cost yang diperlukan untuk menyelesaikan sisa pekerjaan adalah sebesar Rp 3,975,369,449,311.80 dengan durasi 690 hari.

Setelah didapatkan hasil iterasi sebagaimana yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 4.14 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing

Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Kondisi Normal		Kondisi Crashing		
			Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Lembur (jam)
Pekerjaan Baja	450	420	1	1	1	1	5
Fender System	390	360	1	1	2	2	2
Pengadaan Bollard Cap. 200T	390	360	1	1	2	2	2
Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	360	330	1	1	1	1	5
PDA Test	720	690	1	1	2	2	2
Static Loading Test	630	600	2	1	2	2	2

Terjadi penambahan baik alat berat, grup pekerja, maupun jam lembur pada tahap iterasi 1 tersebut. Penambahan alat berat diantaranya adalah Crawler Crane 150 ton, Pile Dynamic Analyzer beserta kelengkapannya, serta Hydraulic Jack. Sedangkan penambahan grup pekerja yang terdiri dari 2 orang

pekerja, 1 orang tukang, 1 orang kepala tukang dan 1 orang mandor juga dilakukan dengan bertambahnya kebutuhan alat.

2. Iterasi 2

Pada iterasi tahap 2 ini perlu dilakukan analisa lintasan kritis, alternatif percepatan, serta perhitungan cost slope untuk lintasan kritis yang baru. Hal tersebut dikarenakan dari hasil iterasi 1, terdapat perubahan durasi yang mengakibatkan pekerjaan pengerukan dan reklamasi juga menjadi kritis. Oleh karena itu, lintasan kritis yang baru adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15 Lintasan Kritis

No	Lintasan	Durasi (hari)
1	A-B-C-D-E	690
2	A-B-C-D-F	
3	A-B-C-D-G	
4	A-B-C-D-H	
5	A-B-I	
6	A-B-C-J-K	
7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	
8	P-Q-R-S-T-U-V-Y	
9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	

Dari lintasan kritis di atas, perlu dibedakan antara lintasan kritis awal dengan lintasan kritis yang baru untuk mempermudah perhitungan. Pertama-tama ditentukan alternatif percepatan untuk lintasan kritis yang baru. Alternatif percepatan tambahan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Q
2. Pekerjaan R
3. Pekerjaan S
4. Pekerjaan T
5. Pekerjaan U
6. Pekerjaan V
7. Pekerjaan W+Y+Z
8. Pekerjaan X+Y+Z

Terdapat 8 alternatif seperti yang telah disebutkan di atas, namun beberapa alternatif tidak dapat digunakan karena terdapat pekerjaan lump sump yaitu pada pekerjaan Z, sehingga alternatif 8 dan 9 tidak dipergunakan.

Langkah selanjutnya adalah menghitung cost slope alternatif tersebut. Sama seperti dalam pembahasan sebelumnya, perhitungan cost slope alternatif percepatan yaitu dengan cara menjumlahkan seluruh cost slope tiap pekerjaan. Hasil perhitungan cost slope alternatif percepatan:

Tabel 4.16 Cost Slope Alternatif

No	Alternatif	Cost Slope (Rp)
1	Q	1,264,541,851.06
2	R	1,346,014.00
3	S	1,334,619.06
4	T	363,245,586.31
5	U	7,620,530.32
6	V	346,423,226.65

Dari cost slope alternatif yang telah diperoleh, maka dapat dilakukan iterasi berdasarkan cost slope terendah, yaitu yang terdapat pada alternatif S. Oleh karena alternatif yang ada terdiri dari alternatif baru dan alternatif awal, maka perhitungan iterasi akan dilakukan pada kedua alternatif baik pada alternatif E+F+G+H+I+J maupun alternatif S. Cost slope untuk melakukan iterasi pada alternatif ini adalah dengan menggunakan hasil penjumlahan cost slope dari alternatif E+F+G+H+I+J dengan alternatif S. Perhitungan cost slopenya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Cost slope} &= \text{Cost slope (E+F+G+H+I+J)} + \text{Cost slope S} \\
 &= \text{Rp } 107,147,940.08 + \text{Rp } 1,334,619.06 \\
 &= \text{Rp } 108,482,559.14
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh cost slope alternatif percepatan, maka tahap selanjutnya adalah dengan melakukan iterasi terhadap alternatif pekerjaan tersebut. Iterasi dilakukan pada alternatif percepatan E+F+G+H+I+J dan S, karena memiliki cost slope terendah. Kemudian dengan cara yang sama seperti pada

pembahasan sebelumnya, maka diperoleh hasil perhitungan iterasi sebagai berikut :

Tabel 4.17 Iterasi 2

No	Lintasan	Pekerjaan yang Dicurashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing
1	A-B-C-D-E	E	690	143	108	582
2	A-B-C-D-F	F		174		
3	A-B-C-D-G	G		174		
4	A-B-C-D-H	H		108		
5	A-B-I	I		370		
6	A-B-C-J-K	J		320		
7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	S		172		
8	P-Q-R-S-T-U-V-Y	S		172		
9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	S		172		

Melalui iterasi tahap 2 ini digunakan crash duration terkecil dari seluruh crash duration alternatif, yaitu pada pekerjaan H dengan durasi 108 hari yang mengakibatkan durasi berkurang dari 690 hari menjadi 582 hari. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pekerjaan H sudah tidak dapat dipercepat lagi, sehingga alternatif yang memuat pekerjaan H tidak dapat digunakan sebagai alternatif percepatan.

Langkah selanjutnya setelah didapatkan durasi crashing adalah melakukan perhitungan crash cost. Perhitungan crash cost pada iterasi tahap 2 ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Crash Cost} &= \text{Crash Duration} \times \text{Cost Slope} \\
 &= 108 \text{ hari} \times \text{Rp } 108,482,559.14/\text{hari} \\
 &= \text{Rp } 11,716,116,386.68
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh crash cost, maka langkah selanjutnya adalah menghitung total cost. Namun dalam menghitung total cost, diperlukan nilai direct cost dan indirect cost terlebih dahulu. Maka dilakukan perhitungan direct cost dan indirect cost sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Direct Cost} &= \text{Normal Cost} + \text{Crash Cost} \\
 &= \text{Rp}3,916,837,764,808.63 + \text{Rp}11,716,116,386.68 \\
 &= \text{Rp } 3,928,553,881,195.32
 \end{aligned}$$

Dalam perhitungan direct cost pada iterasi tahap 2 ini tidak digunakan normal cost awal, melainkan nilai direct cost pada tahap iterasi 1 sebelumnya. Sedangkan perhitungan indirect cost akan sama seperti sebelumnya, yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Indirect Cost} &= \text{Crash Duration} \times \text{Indirect Cost} \\ &= 108 \text{ hari} \times \text{Rp } 84,828,528.27/\text{hari} \\ &= \text{Rp } 49,370,203,450.50\end{aligned}$$

Kemudian dilakukan perhitungan total cost dengan menjumlahkan hasil perhitungan direct cost dan indirect cost. Sehingga didapatkan nilai total cost sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Total Cost} &= \text{Direct Cost} + \text{Indirect Cost} \\ &= \text{Rp}3,928,553,881,195.32 + \text{Rp}49,370,203,450.50 \\ &= \text{Rp } 3,977,924,084,645.81\end{aligned}$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa setelah melakukan iterasi 2, total cost yang diperlukan untuk menyelesaikan sisa pekerjaan adalah sebesar Rp 3,977,924,084,645.81 dengan durasi 582 hari.

Setelah didapatkan hasil iterasi sebagaimana yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 4.18 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing

Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Kondisi Normal		Kondisi Crashing		
			Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Lembur (jam)
Pekerjaan Baja	420	312	1	1	1	1	5
Fender System	360	252	1	1	2	2	2
Pengadaan Bollard Cap. 200T	360	252	1	1	2	2	2
Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	330	222	1	1	1	1	5
PDA Test	690	582	1	1	2	2	2
Static Loading Test	600	492	2	1	2	2	2
Pekerjaan Pengadaan Material Reklamasi	330	222	1	1	2	2	2

Terjadi penambahan baik alat berat, grup pekerja, maupun jam lembur tiap grup pekerja tersebut. Penambahan alat berat diantaranya adalah Crawler Crane 150 ton, Pile Dynamic Analyzer beserta kelengkapannya, serta Hydraulic Jack. Sedangkan penambahan grup pekerja yang terdiri dari 2 orang pekerja, 1 orang tukang, 1 orang kepala tukang dan 1 orang mandor juga dilakukan dengan bertambahnya kebutuhan alat berat tersebut.

3. Iterasi 3

Pada iterasi tahap 3 ini tidak perlu dilakukan analisa terhadap lintasan kritis kembali karena tidak terdapat lintasan kritis baru, sehingga dalam tahap iterasi 3 ini akan digunakan lintasan kritis yang sama seperti sebelumnya. Maka dengan cara yang sama dengan perhitungan sebelumnya, dapat dilakukan iterasi tahap 3 seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.19 sebagai berikut:

Tabel 4.19 Iterasi 3

No	Lintasan	Pekerjaan yang Dicrashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing
1	A-B-C-D-E	D	582	298	64	518
2	A-B-C-D-F	D		298		
3	A-B-C-D-G	D		298		
4	A-B-C-D-H	D		298		
5	A-B-I	I		262		
6	A-B-C-J-K	J		212		
7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	S		64		
8	P-Q-R-S-T-U-V-Y	S		64		
9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	S		64		

Pada iterasi tahap 3 ini, dilakukan percepatan terhadap alternatif D+I+J dan S, karena memiliki cost slope terendah. Kemudian digunakan durasi crashing terkecil yaitu 64 hari yang terdapat pada pekerjaan S. Oleh karena itu, pada tahap iterasi berikutnya alternatif S sudah tidak dapat dilakukan percepatan lagi.

Setelah dilakukan perhitungan durasi crashing, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan total cost. Dengan cara yang sama seperti pada pembahasan sebelumnya, maka dari iterasi tahap 3 ini diperoleh total cost sebesar Rp 3,980,836,343,535.94 dengan durasi 518 hari.

Setelah didapatkan hasil iterasi sebagaimana yang telah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui perubahan atau penambahan kebutuhannya baik alat berat, grup pekerja, maupun adanya jam lembur. Untuk data perbandingan kondisi normal dengan kondisi setelah dicrashing dapat dilihat pada Tabel 4.20 sebagai berikut :

Tabel 4.20 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing

Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Kondisi Normal		Kondisi Crashing		
			Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Lembur (jam)
Beton Insitu	570	506	2	2	4	4	2
PDA Test	582	518	1	1	2	2	2
Static Loading Test	492	428	1	1	2	2	2
Pekerjaan Pengadaan Material Reklamasi	222	158	1	1	2	2	2

Terjadi penambahan baik alat berat, grup pekerja, maupun jam lembur tiap grup pekerja tersebut. Penambahan alat berat diantaranya adalah Ponton 120 ft, Compressor, Concrete Mixer, Concrete Vibrator, Pile Dynamic Analyzer beserta kelengkapannya, serta Hydraulic Jack. Sedangkan penambahan grup pekerja yang terdiri dari 2 orang pekerja, 1 orang tukang, 1 orang kepala tukang dan 1 orang mandor juga dilakukan dengan bertambahnya kebutuhan alat berat tersebut.

4. Iterasi 4

Dengan cara yang sama dengan perhitungan sebelumnya, maka dapat dilakukan iterasi tahap 4 seperti dapat dilihat pada Tabel 4.21 sebagai berikut :

Tabel 4.21 Iterasi 4

No	Lintasan	Pekerjaan yang Dicrashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing
1	A-B-C-D-E	D	518	234	148	370
2	A-B-C-D-F	D		234		
3	A-B-C-D-G	D		234		
4	A-B-C-D-H	D		234		
5	A-B-I	I		198		
6	A-B-C-J-K	J		148		
7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	R		157		
8	P-Q-R-S-T-U-V-Y	R		157		
9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	R		157		

Pada iterasi tahap 4 ini, dilakukan percepatan terhadap alternatif D+I+J dan R, karena memiliki cost slope terendah. Kemudian digunakan durasi crashing terkecil yaitu 148 hari yang terdapat pada alternatif D+I+J, yaitu pada pekerjaan J. Oleh karena itu, alternatif D+I+J sudah tidak dapat dilakukan percepatan lagi.

Setelah dilakukan perhitungan durasi crashing, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan total cost. Dengan cara yang sama seperti pada pembahasan sebelumnya, maka dari iterasi tahap 4 ini diperoleh total cost sebesar Rp 3,987,572,628,670.83 dengan durasi 370 hari.

Setelah didapatkan hasil iterasi sebagaimana yang telah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui perubahan atau penambahan kebutuhannya baik alat berat, grup pekerja, maupun adanya jam lembur. Untuk data perbandingan kondisi normal dengan kondisi setelah dicrashing dapat dilihat pada Tabel 4.22 sebagai berikut :

Tabel 4.22 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing

Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Kondisi Normal		Kondisi Crashing		
			Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Lembur (jam)
Beton Insitu	506	358	2	2	4	4	2
PDA Test	518	370	1	1	2	2	2
Static Loading Test	428	280	1	1	2	2	2
Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	300	152	1	1	2	2	2

Terjadi penambahan baik alat berat, grup pekerja, maupun jam lembur tiap grup pekerja tersebut. Penambahan alat berat diantaranya adalah Ponton 120 ft, Compressor, Concrete Mixer, Concrete Vibrator, Pile Dynamic Analyzer beserta kelengkapannya, serta Hydraulic Jack. Sedangkan penambahan grup pekerja yang terdiri dari 2 orang pekerja, 1 orang tukang, 1 orang kepala tukang dan 1 orang mandor juga dilakukan dengan bertambahnya kebutuhan alat berat tersebut.

5. Iterasi 5

Dengan cara yang sama dengan perhitungan sebelumnya, maka dapat dilakukan iterasi tahap 5 seperti dapat dilihat pada Tabel 4.23 sebagai berikut :

Tabel 4.23 Iterasi 5

No	Lintasan	Pekerjaan yang Dicrashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing
1	A-B-C-D-E	C	370	298	9	361
2	A-B-C-D-F	C		298		
3	A-B-C-D-G	C		298		
4	A-B-C-D-H	C		298		
5	A-B-I	I		50		
6	A-B-C-J-K	C		298		
7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	R		9		

8	P-Q-R-S-T-U-V-Y	R		9	
9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	R		9	

Pada iterasi tahap 5 ini, dilakukan percepatan terhadap alternatif C+I dan R, karena memiliki cost slope terendah. Kemudian digunakan durasi crashing terkecil yaitu 9 hari yang terdapat pada alternatif R. Oleh karena itu, alternatif R sudah tidak dapat dilakukan percepatan lagi.

Setelah dilakukan perhitungan durasi crashing, maka dilakukan perhitungan total cost. Dengan cara yang sama seperti pada pembahasan sebelumnya, maka dari iterasi tahap 5 ini diperoleh total cost sebesar Rp 3,988,440,621,466.02 dengan durasi 361 hari.

Setelah didapatkan hasil iterasi tahap 5, dapat diketahui perubahan atau penambahan kebutuhannya baik alat berat, grup pekerja, maupun adanya jam lembur. Untuk data perbandingan kondisi normal dengan kondisi setelah dicrashing dapat dilihat pada Tabel 4.24 sebagai berikut :

Tabel 4.24 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing

Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Kondisi Normal		Kondisi Crashing		
			Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Lembur (jam)
Beton Pracetak	570	561	2	2	4	4	2
PDA Test	370	361	1	1	2	2	2
Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	152	143	1	1	2	2	2

Terjadi penambahan baik alat berat, grup pekerja, maupun jam lembur tiap grup pekerja tersebut. Penambahan alat berat diantaranya adalah Crawler Crane 80 ton, Crawler Crane 150 ton, Ponton 120 ft, serta Pile Dynamic Analyzer beserta kelengkapannya. Sedangkan penambahan grup pekerja yang terdiri dari 2 orang pekerja, 1 orang tukang, 1 orang kepala

tukang dan 1 orang mandor juga dilakukan dengan bertambahnya kebutuhan alat berat tersebut.

6. Iterasi 6

Dengan cara yang sama dengan perhitungan sebelumnya, maka dapat dilakukan iterasi tahap 6 seperti dapat dilihat pada Tabel 4.25 sebagai berikut :

Tabel 4.25 Iterasi 6

No	Lintasan	Pekerjaan yang Dicrashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing
1	A-B-C-D-E	C	361	289	31	330
2	A-B-C-D-F	C		289		
3	A-B-C-D-G	C		289		
4	A-B-C-D-H	C		289		
5	A-B-I	I		41		
6	A-B-C-J-K	C		289		
7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	U		188		
8	P-Q-R-S-T-U-V-Y	U		188		
9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	U		188		

Pada iterasi tahap 6 ini, dilakukan percepatan terhadap alternatif C+I dan U, karena memiliki cost slope terendah. Kemudian digunakan durasi crashing 31 hari saja karena durasi setelah crashing telah memenuhi target penyelesaian proyek yaitu selama 330 hari.

Setelah dilakukan perhitungan durasi crashing, maka dilakukan perhitungan total cost. Dengan cara yang sama seperti pada pembahasan sebelumnya, maka dari iterasi tahap 5 ini diperoleh total cost sebesar Rp 3,991,624,884,433.18 dengan durasi 330 hari.

Setelah didapatkan hasil iterasi sebagaimana yang telah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui perubahan atau penambahan kebutuhannya baik alat berat, grup pekerja, maupun adanya jam lembur. Untuk data perbandingan kondisi normal dengan kondisi setelah dicrashing dapat dilihat pada Tabel 4.26 sebagai berikut :

Tabel 4.26 Perbandingan Kondisi Normal dan Crashing

Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Kondisi Normal		Kondisi Crashing		
			Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Alat (fleet)	Pekerja (grup)	Lembur (jam)
Beton Pracetak	561	530	2	2	4	4	2
PDA Test	361	330	1	1	2	2	2
Pemasangan PVD Area Reklamasi	360	329	2	2	4	4	2

Terjadi penambahan baik alat berat, grup pekerja, maupun jam lembur tiap grup pekerja tersebut. Penambahan alat berat diantaranya adalah Crawler Crane 80 ton, Crawler Crane 150 ton, Ponton 120 ft, RIG, serta Pile Dynamic Analyzer beserta kelengkapannya. Sedangkan penambahan grup pekerja yang terdiri dari 2 orang pekerja, 1 orang tukang, 1 orang kepala tukang dan 1 orang mandor juga dilakukan dengan bertambahnya kebutuhan alat berat tersebut.

4.2.9. Hasil Analisa

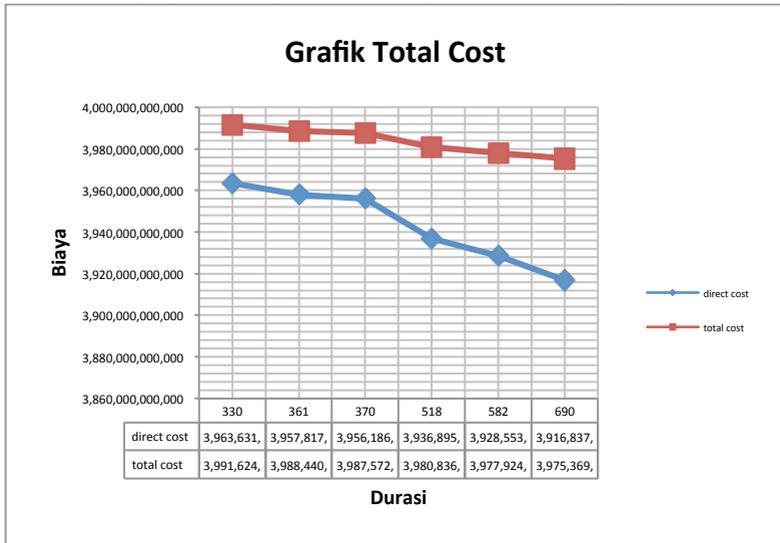
Dari perhitungan iterasi seperti yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapatkan hasil percepatan seperti pada Tabel 4.27 berikut ini :

Tabel 4.27 Total Cost

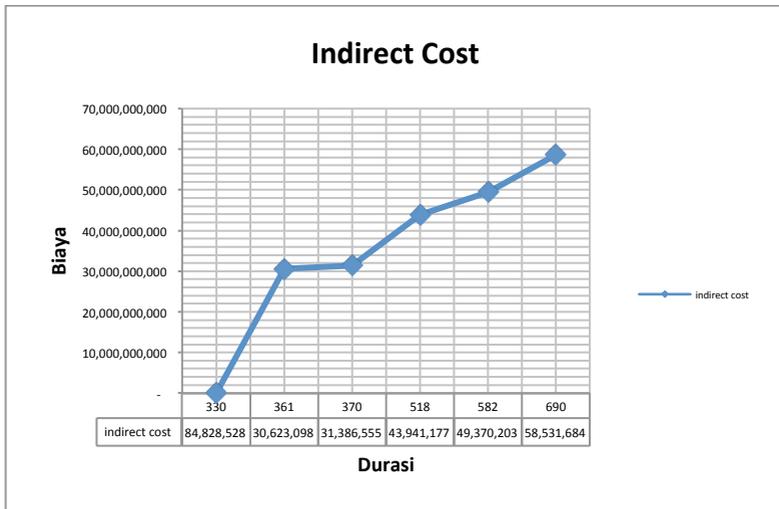
Durasi (hari)	Direct Cost (Rp)	Indirect Cost (Rp)	Total Cost (Rp)
690	3,916,835,637,565.56	58,531,684,503.17	3,975,367,322,068.72
582	3,928,544,095,877.17	49,370,203,450.50	3,977,914,299,327.66
518	3,936,885,380,576.28	43,941,177,641.51	3,980,826,558,217.79
370	3,956,176,287,894.46	31,386,555,458.22	3,987,562,843,352.68
361	3,957,807,737,444.04	30,623,098,703.83	3,988,430,836,147.87
330	3,964,906,961,227.41	27,993,414,327.60	3,992,900,375,555.01

Sehingga dari tabel di atas apabila disajikan dalam bentuk grafik total cost, grafik direct cost dan grafik indirect cost maka dapat dilihat seperti pada grafik di bawah ini :

Grafik 4.1 Grafik Total Cost dan Direct Cost



Grafik 4.2 Grafik Indirect Cost



Dari grafik 4.1 dan 4.2 dapat disimpulkan bahwa pada grafik 4.1 semakin kecil durasi pekerjaan, maka semakin besar biaya yang diperlukan, begitu pula sebaliknya. Namun berbeda pada grafik 4.2, bahwa semakin besar durasi suatu pekerjaan, maka semakin besar pula biaya yang diperlukan, dan begitu pula sebaliknya.

Oleh karena itu, pengurangan durasi pekerjaan akan mengakibatkan bertambahnya biaya langsung, namun akan mengurangi besarnya biaya tak langsung. Sehingga biaya total yang diperlukan dapat bertambah maupun dapat berkurang tergantung dengan besarnya pengurangan dan penambahan durasi tersebut.

LAMPIRAN

PEKERJAAN PERAWATAN/PERKERJAAN & REK. LAMA												
1	Mobilisasi	Ls	1.00			2,420,041,036.50	-	-	2,420,041,036.50	-	2,420,041,036.50	
2	Demol/Hasi	Ls	1.00			2,420,041,036.50	-	-	2,420,041,036.50	-	2,420,041,036.50	
3	Monitoring Lingkungan	Ls	1.00			54,750,000.00	-	-	54,750,000.00	-	54,750,000.00	
PEKERJAAN PENERUKAN												
1	Pekerjaan Pengerukan Area Demaga, Kolam, dan Alur	m ³	10,072,237.89			32,000.00	-	-	322,311,612,480.00	-	322,311,612,480.00	
PEKERJAAN CONTAINER YARD TAHAP IB												
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	m ²	1,221,075.00	35,000.00		13,000.00	42,737,625,000.00	-	15,873,975,000.00	-	58,611,600,000.00	
2	Pekerjaan Pengaliran Material (Reklamasi)											
2.1	Scrap	m ³	868,371.00	8,850.00			7,685,083,350.00	-	-	-	7,685,083,350.00	
2.2	Paotr	m ³	1,292,404.00	249,110.74			346,961,251,088.91	-	-	-	346,961,251,088.91	
3	Pekerjaan Uraan Reklamasi (elevasi +1.25 m s/d +3.5 m LWS)	m ³	2,500,775.00			10,000.00	-	-	135,040,500,000.00	-	135,040,500,000.00	
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	m	19,162,680.00	3,500.00			67,069,380,000.00	-	67,069,380,000.00	-	134,138,760,000.00	
5	Pekerjaan Pengaliran Material Paotr (Preloading)	m ³	2,186,200.00	249,110.74			2,709,167,549,548.00	-	-	-	2,709,167,549,548.00	
6	Pekerjaan Trobaran Preloading (elevasi +5.5 m s/d +10.5 m LWS)	m ³	7,180,200.00			40,544.28	-	-	291,106,013,822.89	-	291,106,013,822.89	
7	Pekerjaan Galian Es-Preloading											
7.1	Pemadatan Per-Zone	m ³	2,790,200.00			11,150.00	-	-	118,275,727,078.83	-	118,275,727,078.83	
7.2	Pembuangan Sisa Preloading	m ³	825,300.00			31,130.40	-	-	25,691,918,763.50	-	25,691,918,763.50	
8	Instrumenasi Geoteknik											
8.1	Selfleveler Plate	titik	72.00			2,591,000.00	-	-	180,000,000.00	-	180,000,000.00	
8.2	Inclinometer	titik	42.00			42,000,000.00	-	-	1,764,000,000.00	-	1,764,000,000.00	
8.3	Standpipe Piezometer	titik	31.00			45,500,000.00	-	-	1,410,500,000.00	-	1,410,500,000.00	
9	Monitoring	bulan	12.00			62,000,000.00	-	-	744,000,000.00	-	744,000,000.00	
										Rp	3,238,596,356,015.19	\$
BREAKWATER DISPOSAL B												
PEKERJAAN BREAKWATER Tipe C												
Bambu Cluster												
i.	Pendirian	unit	58,239.00	106,215.11	3.67	53,499.72	6,768,251,270.29	213,757.13	3,115,770,193.04	-	9,884,021,084.37	2
ii.	Pemasangan	unit	58,239.00			464,700.91	-	-	27,063,716,297.49	-	27,063,716,297.49	
Peralatan Matras Bambu (7 lapis)												
	Pemasangan Matras dan Geotekstil	m ²	57,735.71	118,053.78		70,843.20	6,815,918,377.48	-	4,090,182,193.23	-	10,906,100,570.72	3
Batu 50-75 kg												
i.	Transportasi Batu 50-75 kg	m ³	178,964.25	8,629.14		174,852.94	1,085,022,832.58	-	20,476,001,376.74	-	22,012,024,209.32	
ii.	Pacing Batu 50-75 kg	m ³	119,964.25			61,082.32	-	-	7,327,499,075.53	-	7,327,499,075.53	
Batu 150 kg												
i.	Transportasi Batu 150 kg	m ³	19,727.02	8,629.14		174,852.94	170,227,218.30	-	3,449,327,463.35	-	3,619,554,681.65	
ii.	Pacing Batu 150 kg	m ³	19,727.02			61,082.32	-	-	1,204,902,018.40	-	1,204,902,018.40	
Batu 400 kg												
i.	Transportasi Batu 400 kg	m ³	37,104.84	8,629.14		174,852.94	221,909,067.67	-	6,522,860,537.73	-	6,844,769,225.40	
ii.	Pacing Batu 400 kg	m ³	37,204.84			61,082.32	-	-	2,278,684,689.73	-	2,278,684,689.73	
A-300 2.5 ton												
i.	Produksi	ton	11,880.00	2,901,131.86		43,407.91	56,472,560,516.80	-	819,559,452.81	-	57,292,160,969.61	
ii. Stacking and Stocking												
	nos	nos	18,880.00			258,425.54	-	-	4,879,070,419.20	-	4,879,070,419.20	
iii. Instalasi												
	nos	nos	18,880.00			680,752.95	-	-	12,286,215,696.00	-	12,286,215,696.00	

No.	Uraian	Kode	Durasi (hari)	Predecessor
I	PEKERJAAN DERMAGA 1B			
1	Pekerjaan Persiapan	A	570	-
2	Pekerjaan Tiang Pancang	B	570	A,Q
3	Beton Pracetak	C	570	B
4	Beton Insitu	D	570	C
5	Pekerjaan Baja	E	450	D
6	Fender System	F	390	E
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	G	390	E
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	H	360	E
9	PDA Test	I	720	B
10	Static Loading Test	J	630	C
11	Pekerjaan Retaining Wall	K	330	D
II	PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B			
1	Pekerjaan Bambu Cluster	L	120	-
2	Pekerjaan Matras Bambu	M	150	L
3	Pekerjaan Batu Breakwater	N	210	M
4	Pekerjaan A Jack	O	210	N
III	PENGERUKAN DAN REKLAMASI			
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi	P	300	-
2	Pekerjaan Pengerukan	Q	300	P

	Pekerjaan Container Yard Tahap 1B			
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	R	300	Q
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)	S	330	R
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m s/d +3.5 m LWS)	T	330	S
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	U	360	T
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	V	330	U
6	Pekerjaan Timbunan Preloading (elevasi +3.5 m s/d +10.5 m LWS)	W	360	V
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	X	30	W
8	Instrumentasi Geoteknik	Y	390	W
9	Monitoring	Z	360	W
TOTAL				

No.	Uraian	Kode	Durasi (hari)	Predecessor
I	PEKERJAAN DERMAGA 1B			
1	Pekerjaan Persiapan	A	570	-
2	Pekerjaan Tiang Pancang	B	570	A,Q
3	Beton Pracetak	C	570	B
4	Beton Insitu	D	570	C
5	Pekerjaan Baja	E	450	D
6	Fender System	F	390	E
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	G	390	E
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	H	360	E
9	PDA Test	I	720	B
10	Static Loading Test	J	630	C
11	Pekerjaan Retaining Wall	K	330	D
II	PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B			
1	Pekerjaan Bambu Cluster	L	120	-
2	Pekerjaan Matras Bambu	M	150	L
3	Pekerjaan Batu Breakwater	N	210	M
4	Pekerjaan A Jack	O	210	N
III	PENGERUKAN DAN REKLAMASI			
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi	P	300	-
2	Pekerjaan Pengerukan	Q	300	P

	Pekerjaan Container Yard Tahap 1B			
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	R	300	Q
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)	S	330	R
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m s/d +3.5 m LWS)	T	330	S
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	U	360	T
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	V	330	U
6	Pekerjaan Timbunan Preloading (elevasi +3.5 m s/d +10.5 m LWS)	W	360	V
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	X	30	W
8	Instrumentasi Geoteknik	Y	390	W
9	Monitoring	Z	360	W
TOTAL				

No.	Uraian	Kode	Alternatif			Ket
			Alat berat	Pekerja	Jam lembur	
I	PEKERJAAN DERMAGA 1B					
1	Pekerjaan Persiapan	A				
2	Pekerjaan Tiang Pancang	B	✓	✓	✓	
3	Beton Pracetak	C	✓	✓	✓	
4	Beton Insitu	D	✓	✓	✓	
5	Pekerjaan Baja	E		✓	✓	
6	Fender System	F	✓	✓	✓	
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	G	✓	✓	✓	
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	H		✓	✓	
9	PDA Test	I		✓	✓	
10	Static Loading Test	J		✓	✓	
11	Pekerjaan Retaining Wall	K				lump sump
II	PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B					

1	Pekerjaan Bambu Cluster	L				
2	Pekerjaan Matras Bambu	M				
3	Pekerjaan Batu Breakwater	N				
4	Pekerjaan A Jack	O	✓	✓	✓	
III	PENGERUKAN DAN REKLAMASI					
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi	P				
2	Pekerjaan Pengerukan	Q	✓	✓	✓	
	Pekerjaan Container Yard Tahap 1B					
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	R	✓	✓	✓	
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)	S	✓	✓	✓	
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m s/d +3.5 m LWS)	T	✓	✓	✓	
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	U	✓	✓	✓	
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	V	✓	✓	✓	

6	Pekerjaan Timbunan Preloading (elevasi +3.5 m s/d +10.5 m LWS)	W	✓	✓	✓	
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	X	✓	✓	✓	
8	Instrumentasi Geoteknik	Y	✓	✓	✓	
9	Monitoring	Z				lump sump

No.	Uraian	Kebutuhan Alat	Normal		Crashing		
			Alat	Pekerja	Alat	Pekerja	Lembur (jam)
	PEKERJAAN DERMAGA 1B						8
1	Pekerjaan Persiapan						
2	Pekerjaan Tiang Pancang						
2.1	Pengadaan		1	1	1	1	
2.2	Transport (shift)	Gantry Crane 80 ton	1	1	2	2	2
		Crawler Crane 150 ton	1	1	2	2	2
		Truk Trailer	1	1	2	2	2
		Ponton 180 ft	1	1	2	2	2
2.3	Pemancangan (jumlah)	Crawler Crane 150 ton	3	3	6	6	
		Service Crane 80 ton	3	3	6	6	
		Hydraulic Hammer S200 (D=1000mm)	3	3	6	6	
		Diesel Hammer K60 (D=800mm)	3	3	6	6	
		Auger BG30	3	3	6	6	
		Ponton 150 ft	3	3	6	6	
		Piling Barge	3	3	6	6	
2.4	Penyambungan (shift)	Crawler Crane 80 ton	1	1	2	2	2
2.5	Pemotongan (shift)	Crawler Crane 80 ton	1	1	2	2	2
		Ponton 150 ft	1	1	2	2	2
2.6	Preboring	Ponton 150 ft	1	1	2	2	
		Alat Preboring	1	1	2	2	
2.7	Sepatu Tiang Pancang		1	1	1	1	
3	Beton Pracetak	Crawler Crane 80 ton	2	2	4	4	2
		Crawler Crane 150 ton	2	2	4	4	2
		Ponton 120 ft	4	4	8	8	2
4	Beton Insitu	Ponton 120 ft	2	2	4	4	2
		Compressor, Concrete Mixer, Concrete Vibrator	2	2	4	4	2
5	Pekerjaan Baja		1	1	1	1	5
6	Fender System	Crawler Crane 150 ton	1	1	2	2	2
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	Crawler Crane 150 ton	1	1	2	2	2
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan		1	1	1	1	5
9	PDA Test	Pile Dynamic Analyzer	1	1	2	2	2
		Strain Transducer & Accelerometer	1	1	2	2	2
10	Static Loading Test	Hydraulic Jack termasuk kelengkapan	2	1	2	2	2
11	Pekerjaan Retaining Wall						
II	PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B						
1	Pekerjaan Bambu Cluster						
2	Pekerjaan Matras Bambu						
3	Pekerjaan Batu Breakwater						
4	Pekerjaan A Jack	crawler crane	2	2	4	4	2
III	PENGERUKAN DAN REKLAMASI						
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi						
2	Pekerjaan Pengerukan	TSHD HAM 310	1	1	2	2	2
		CSD Castor	1	1	2	2	2
	Pekerjaan Container Yard Tahap 1B						

1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)		1	1	2	2	2
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)		1	1	2	2	2
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m s/d +3.5 m LWS)	TSHD Volvo Asia	1	1	2	2	2
		Sinker Pipe	1	1	2	2	2
		Excavator PC 200	1	1	2	2	2
		Wheel Loader W 250	1	1	2	2	2
		Barge	1	1	2	2	2
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	Crawler Crane	2	2	4	4	2
		RIG	2	2	4	4	2
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	TSHD Volvo Asia	1	1	2	2	2
		Sinker Pipe	1	1	2	2	2
6	Pekerjaan Timbunan Preloading (elevasi +3.5 m s/d +10.5 m LWS)	Buldozer DZ 15	1	1	2	2	2
		Excavator PC 200	1	1	2	2	2
		Wheel Loader W 250	1	1	2	2	2
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	Buldozer DZ 15	1	1	2	2	2
		Excavator PC 200	1	1	2	2	2
		Wheel Loader W 250	1	1	2	2	2
8	Instrumentasi Geoteknik	Settlement Plate	1	1	2	2	2
		Inclinometer	1	1	2	2	2
		Standpipe Piezometer	1	1	2	2	2
9	Monitoring		1	1	1	1	

No.	Uraian	Kode	Normal Duration	Volume	Produktivitas Crashing	Satuan	Durasi Setelah Crashing	Durasi (pembulatan)	Crash Duration	Satuan
I PEKERJAAN DERMAGA 1B										
1	Pekerjaan Persiapan	A	570	0	0	0	285	285	285	hari
2	Pekerjaan Tiang Pancang	B	570	8630	13,41614035	titik/hari	285	285	285	hari
3	Beton Praetapak	C	570	20347	74,96263158	nos/hari	271.43	272	298	hari
4	Beton Insitu	D	570	42613,21574	156,996058	m ³ /hari	271.43	272	298	hari
5	Pekerjaan Baja	E	450	244012,3894	881,1558505	kg/hari	276,92	277	173	hari
6	Fender System	F	390	104	0,56	nos/hari	185,71	186	204	hari
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	G	390	48	0,258461538	nos/hari	185,71	186	204	hari
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	H	360	3072	13,86666667	m ³ /hari	221,54	222	138	hari
9	PDA Test	I	720	36	0,1125	nos/hari	320,00	320	400	hari
10	Static Loading Test	J	630	2	0,007142857	titik/hari	280,00	280	350	hari
11	Pekerjaan Retaining Wall	K	330	0	0		330,00	330	0	hari
II PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B										
1	Pekerjaan Bambu Cluster	L	120	0	0		0,00	120	0	0
2	Pekerjaan Matras Bambu	M	150	0	0		0,00	150	0	0
3	Pekerjaan Batu Breakwater	N	210	0	0		0,00	210	0	0
4	Pekerjaan A Jack	O	210	18880	188,8		100,00	210	110	hari
III Pengerukan Dan Reklamasi										
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi	P	390	0	0		146,34	147	243	hari
2	Pekerjaan Pengerukan	Q	300	10072237,89	68826,95892	m ³ /hari	146,34	147	153	hari
Pekerjaan Container Yard Tahap 1B										
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	R	300	1221075	8547,525		142,8571429	143	157	hari
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)	S	330	2260775	14386,75		157,1428571	158	172	hari
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m s/d +3.5 m LWS)	T	330	2260775	14386,75		157,1428571	158	172	hari
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	U	360	19162680	111782,3		171,4285714	172	188	hari
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	V	330	7180200	45692,18182		157,1428571	158	172	hari
6	Pekerjaan Timbunan Preloading (elevasi +3.5 m s/d +10.5 m LWS)	W	360	7180200	41884,5		171,4285714	172	188	hari
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	X	30	4624600	323722		14,28571429	15	15	hari
8	Instrumentasi Geoteknik	Y	390	145	0,780769231		185,7142857	186	204	hari
9	Monitoring	Z	360	12	0		0	360	0	hari

No.	Uraian	Kode	Normal Duration	Normal Cost	Crash Duration	Crash Cost	Cost Slope
I	PEKERJAAN DERMAGA IB						
1	Pekerjaan Persiapan	A	570	8,653,831,393.80	285	8,653,831,393.80	-
2	Pekerjaan Tiang Pancang	B	570	214,976,418,878.04	285	297,660,426,463.29	290,119,324.86
3	Beton Pracetak	C	570	49,039,870,708.00	298	86,891,702,883.88	139,161,147.71
4	Beton Insitu	D	570	187,757,726,062.72	298	200,669,003,954.96	47,467,933.43
5	Pekerjaan Baja	E	450	2,010,008,592.98	173	2,067,583,934.75	207,853.22
6	Fender System	F	390	23,317,182,704.40	204	25,654,484,628.90	12,566,139.38
7	Pengadaan Bollard Cap. 200T	G	390	10,145,538,808.80	204	12,482,840,733.30	12,566,139.38
8	Rail Crane A-150 termasuk kelengkapan	H	360	119,808,000.00	138	181,476,750.00	277,787.16
9	PDA Test	I	720	618,246,000.00	400	13,663,049,350.00	40,765,010.47
10	Static Loading Test	J	630	34,347,000.00	350	11,448,549,931.25	40,765,010.47
11	Pekerjaan Retaining Wall	K	330	5,082,483,443.40	0	5,082,483,443.40	-
II	PEKERJAAN BREAKWATER DISPOSAL B						
1	Pekerjaan Bambu Cluster	L	120	39,726,320,971.86	0	39,726,320,971.86	-
2	Pekerjaan Matras Bambu	M	150	15,799,779,042.30	0	15,799,779,042.30	-
3	Pekerjaan Batu Breakwater	N	210	43,288,013,900.02	0	43,288,013,900.02	-
4	Pekerjaan A Jack	O	210	74,457,395,084.80	110	76,978,014,807.30	25,206,197.23
III	PENGERUKAN DAN REKLAMASI						
1	Pekerjaan Persiapan Pengerukan & Reklamasi	P	390	4,894,832,073.00	243	4,894,832,073.00	-
2	Pekerjaan Pengerukan	Q	300	322,311,612,480.00	153	508,199,264,586.15	1,264,541,851.06
	Pekerjaan Container Yard Tahap IB						
1	Pekerjaan Sand Blanket (elevasi +1.5 m s/d +2.25 LWS)	R	300	58,611,600,000.00	157	58,804,080,002.18	1,346,014.00
2	Pekerjaan Pengadaan Material (Reklamasi)	S	330	354,645,342,448.96	172	354,856,212,260.26	1,334,619.06
3	Pekerjaan Urugan Reklamasi (elevasi +2.25 m s/d +3.5 m LWS)	T	330	135,646,500,000.00	172	193,039,302,637.20	363,245,586.31
4	Pemasangan PVD Area Reklamasi	U	360	134,138,760,000.00	188	135,449,491,215.40	7,620,530.32
5	Pekerjaan Pengadaan Material Pasir (Preloading)	V	330	1,789,167,549,348.00	172	1,843,902,419,159.30	346,423,226.65
6	Pekerjaan Tumbuhan Preloading (elevasi +3.5 m s/d +10.5 m LWS)	W	360	291,116,013,822.89	188	293,076,470,645.99	11,398,004.79
7	Pekerjaan Galian Ex-Preloading	X	30	143,965,645,842.33	15	144,118,387,307.88	10,182,764.37
8	Instrumentasi Geoteknik	Y	390	3,354,500,000.00	204	7,470,401,404.10	22,128,502.17
9	Monitoring	Z	360	744,000,000.00	0	744,000,000.00	-

No	Deskripsi Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Waktu (bulan)	Total (Rp)
1	Overhead Kantor					
	Kepala Proyek	1	orang	9,000,000.00	25	225,000,000.00
	Site Manager	2	orang	7,500,000.00	25	375,000,000.00
	Pelaksana Civil, Arsitek	3	orang	7,000,000.00	25	525,000,000.00
	Pelaksana ME	2	orang	6,000,000.00	25	300,000,000.00
	Pembantu Pelaksana	2	orang	5,000,000.00	25	250,000,000.00
	Teknik	3	orang	5,000,000.00	25	375,000,000.00
	Administrasi Kontraktor	3	orang	4,000,000.00	25	300,000,000.00
	Quality Control	2	orang	5,000,000.00	25	250,000,000.00
	Staf Quality Control	4	orang	4,000,000.00	25	400,000,000.00
	Drafter	2	orang	4,500,000.00	25	225,000,000.00
	Kuangan	3	orang	4,000,000.00	25	300,000,000.00
	Peralatan	3	orang	3,500,000.00	25	262,500,000.00
	Staf Logistik	2	orang	3,500,000.00	25	175,000,000.00
	Staf Peralatan	2	orang	3,500,000.00	25	175,000,000.00
	Gudang	3	orang	3,000,000.00	25	225,000,000.00
	Satpam	4	orang	3,000,000.00	25	300,000,000.00
	Mess pekerja	1	bulan	3,000,000.00	25	75,000,000.00
	Listrik	1	bulan	1,000,000.00	25	25,000,000.00
	Air	1	bulan	400,000.00	25	10,000,000.00
	Total					4,772,500,000.00
2	Overhead Proyek					
	As Built Drawing	75	ls	428,000.00		32,100,000.00
	Laporan Harian	750	hari	53,500.00		40,125,000.00
	Laporan Mingguan	107	minggu	128,400.00		13,738,800.00
	Laporan Bulanan	25	bulan	214,000.00		5,350,000.00
	Alat Tulis Kantor	25	bulan	535,000.00		13,375,000.00
	Biaya Komunikasi dan Dokumentasi	25	bulan	695,500.00		17,387,500.00
	Perlengkapan Keamanan	3	ls	2,675,000.00		8,025,000.00
	Perlengkapan PPPK dan Keselamatan	3	ls	4,815,000.00		14,445,000.00
	Total					144,546,300.00
3	Contingency					
	Contingency Fee 1,5% dari normal cost		1.5%	3,913,623,326,606.32		58,704,349,899.09
	Total					58,704,349,899.09
TOTAL KESELURUHAN INDIRECT COST						63,621,396,199.09
INDIRECT COST PER HARI						84,828,528.27

Iterasi	No	Lintasan	Pekerjaan yang Dierashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing	Cost Slope	Crash Cost	Normal Cost	Direct Cost	Indirect Cost	Total Indirect Cost	TOTAL COST
1	1	A-B-C-D-E	E	720	173	30	690	107,147,940.08	3,214,438,202.31	3,913,623,326,606.32	3,916,837,764,808.63	84,828,528.27	58,531,684,503.17	3,975,369,449,311.8
	2	A-B-C-D-F	F		204									
	3	A-B-C-D-G	G		204									
	4	A-B-C-D-H	H		138									
	5	A-B-I	I		400									
	6	A-B-C-J-K	J		350									

Iterasi	No	Lintasan	Pekerjaan yang Dierashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing	Cost Slope	Crash Cost	Normal Cost	Direct Cost	Indirect Cost	Total Indirect Cost	TOTAL COST
2	1	A-B-C-D-E	E	690	143	108	582	108,482,559.14	11,716,116,386.68	3,916,837,764,808.63	3,928,553,881,195.32	84,828,528.27	49,370,203,450.59	3,977,924,084,645.8
	2	A-B-C-D-F	F		174									
	3	A-B-C-D-G	G		174									
	4	A-B-C-D-H	H		108									
	5	A-B-I	I		370									
	6	A-B-C-J-K	J		320									
	7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	S		172									
	8	P-Q-R-S-T-U-V-V	S		172									
	9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	S		172									

Iterasi	No	Lintasan	Pekerjaan yang Dierashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing	Cost Slope	Crash Cost	Normal Cost	Direct Cost	Indirect Cost	Total Indirect Cost	TOTAL COST
3	1	A-B-C-D-E	D	582	298	64	518	130,332,573.42	8,341,284,699.12	3,928,553,881,195.32	3,936,895,165,894.43	84,828,528.27	43,941,177,641.51	3,980,836,343,535.9
	2	A-B-C-D-F	D		298									
	3	A-B-C-D-G	D		298									
	4	A-B-C-D-H	D		298									
	5	A-B-I	I		262									
	6	A-B-C-J-K	J		212									
	7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	S		64									
	8	P-Q-R-S-T-U-V-V	S		64									
	9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	S		64									

Iterasi	No	Lintasan	Pekerjaan yang Dierashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing	Cost Slope	Crash Cost	Normal Cost	Direct Cost	Indirect Cost	Total Indirect Cost	TOTAL COST
4	1	A-B-C-D-E	D	518	234	148	370	130,343,968.37	19,290,907,318.18	3,956,895,165,894.43	3,956,186,073,212.61	84,828,528.27	31,386,555,458.22	3,987,572,628,670.8
	2	A-B-C-D-F	D		234									
	3	A-B-C-D-G	D		234									
	4	A-B-C-D-H	D		234									
	5	A-B-I	I		198									
	6	A-B-C-J-K	J		148									
	7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	R		157									
	8	P-Q-R-S-T-U-V-V	R		157									
	9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	R		157									

Iterasi	No	Lintasan	Pekerjaan yang Dierashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing	Cost Slope	Crash Cost	Normal Cost	Direct Cost	Indirect Cost	Total Indirect Cost	TOTAL COST
5	1	A-B-C-D-E	C	370	298	9	361	181,272,172.18	1,631,449,549.58	3,956,186,073,212.61	3,957,817,522,762.19	84,828,528.27	30,623,098,703.83	3,988,440,621,466.0
	2	A-B-C-D-F	C		298									
	3	A-B-C-D-G	C		298									
	4	A-B-C-D-H	C		298									
	5	A-B-I	I		50									
	6	A-B-C-J-K	C		298									
	7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	R		9									
	8	P-Q-R-S-T-U-V-V	R		9									
	9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	R		9									

Iterasi	No	Lintasan	Pekerjaan yang Dierashing	Normal Duration	Crash Duration	Crash Duration pakai	Durasi Setelah Crashing	Cost Slope	Crash Cost	Normal Cost	Direct Cost	Indirect Cost	Total Indirect Cost	TOTAL COST
6	1	A-B-C-D-E	C	361	289	31	330	187,546,688.50	5,813,947,343.38	3,957,817,522,762.19	3,963,631,470,105.58	84,828,528.27	27,993,414,327.60	3,991,624,884,433.11
	2	A-B-C-D-F	C		289									
	3	A-B-C-D-G	C		289									
	4	A-B-C-D-H	C		289									
	5	A-B-I	I		41									
	6	A-B-C-J-K	C		289									
	7	P-Q-R-S-T-U-V-W-X	U		188									
	8	P-Q-R-S-T-U-V-V	U		188									
	9	P-Q-R-S-T-U-V-Z	U		188									

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa perhitungan yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya, maka hal-hal yang dapat disimpulkan dari Tugas Akhir ini antara lain :

1. Durasi normal proyek adalah 1500 hari dengan biaya sebesar Rp 9.017.853.688.889,76. Durasi dan biaya normal merupakan durasi dan biaya total keseluruhan proyek.
2. Untuk menyelesaikan sisa pekerjaan yang ada, biaya bertambah sebesar Rp 78,001,557,826.86 dari Rp 9.017.853.688.889,76 menjadi Rp 9.095.855.246.716,62 dengan pengurangan durasi selama 390 hari pada sisa pekerjaan sehingga proyek dapat tetap selesai dengan durasi 1500 hari. Oleh karena itu, diperkirakan proyek akan selesai tepat waktu yaitu pada 30 November 2016.

5.2. Saran

Dengan analisa pekerjaan menggunakan metode Time Cost Trade Off, maka dapat dihasilkan waktu dan biaya percepatan yang optimum dari suatu pekerjaan. Saran yang dapat diambil dari tugas akhir ini adalah diharapkan kedepannya analisa juga dilakukan dengan memperhitungkan kemungkinan pembayaran denda sehingga juga dapat bermanfaat apabila terdapat kasus serupa di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planning (Dasar-dasar Perencanaan Jaringan Kerja)* Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Gray, Clifford F. 2007. *Manajemen Proyek Proses Manajerial*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Frederika, Ariany. 2010. “Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Super-Villa, Peti Tenget-Badung)”. **Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Udayana Vol.14, No.2, Juli 2010.**
- Ermis Vera, Iramutyn, 2010. “Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crash”. **Skripsi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, Surakarta.**

BIODATA PENULIS



Rochmi Tisnavianti dilahirkan di Surabaya, 31 Desember 1993. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Al-Hikmah Surabaya dan lulus pada tahun 2006, SMPN 12 Surabaya dan lulus pada tahun 2009, dan SMAN 5 Surabaya dan lulus pada tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis diterima di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Jurusan Teknik Sipil FTSP, terdaftar dengan NRP 3112 100 006.

Di jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS, pada semester tujuh penulis mengambil bidang minat Manajemen Konstruksi. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan seminar maupun kemahasiswaan yang diselenggarakan oleh jurusan maupun Himpunan Mahasiswa Sipil ITS. Pada semester tiga dan empat penulis sempat menjadi salah satu staff Departemen Media Informasi dan Komunikasi BEM FTSP dan menjadi Sekertaris Departemen Komunikasi dan Informasi BEM FTSP ITS pada semester lima dan enam.

e-mail : rochmitisnavianti@gmail.com