



TUGAS AKHIR (MO141326)

## PERENCANAAN PROYEK PIPA TRANSMISI GAS GRESIK-SEMARANG

Winda Amalia Herdianti

NRP. 4312 100 028

DOSEN PEMBIMBING

SILVIANITA, ST., M.Sc., Ph.D

YEYES MULYADI, ST., M.Sc.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016



FINAL PROJECT (MO141326)

# PIPE TRANSMISSION GRESIK-SEMARANG PROJECT PLANNING USING CRITICAL PATH METHOD AND WHAT IF ANALYSIS

Winda Amalia Herdianti

NRP. 4312 100 028

SUPERVISOR

SILVIANITA, ST., M.Sc., Ph.D

YEYES MULYADI, ST., M.Sc.

OCEAN ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2016

# PERENCANAAN PROYEK PIPA TRANSMISI GAS GRESIK-SEMARANG MENGUNAKAN CRITICAL PATH METHOD DAN WHAT IF ANALYSIS

## TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Winda Amalia Herdianti

NRP. 4312 100 028

Disetujui oleh :

1. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D  
NIP. 19830806 200604 2 001

(Pembimbing 1)

2. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc  
NIP. 197312072001121001

(Pembimbing 2)

3. Prof. Ir. Soegiono  
NIP.

(Penguji 1)

4. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D  
NIP. 19610702 198803 1 003

(Penguji 2)

# Perencanaan Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang Menggunakan Critical Path Method dan What If Analysis

Nama Mahasiswa : Winda Amalia Herdianti

NRP : 4312 100 028

Jurusan : Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

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

Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc

## ABSTRAK

Untuk menyukseskan program pemerintah dalam menyediakan 23.000 MegaWatt di seluruh Indonesia, maka PT.Pertamina Gas membangun pipa transmisi gas Gresik-Semarang. Proyek ini terdiri dari beberapa aktivitas mulai dari survey hingga re-assesment, sehingga perlu dibuat suatu penjadwalan untuk mempermudah para staff yaitu dengan metode *Critical Path Method*. Pada *Critical Path Method* ini akan didapatkan jalur kritis suatu proyek. Jalur kritis berfungsi untuk melihat jalur mana yang memiliki lintasan yang rawan terjadi keterlambatan, dari jalur kritis inilah dapat disusun sebuah skenario keterlambatan. *What If Analysis* pada *Critical Path Method* digunakan untuk mengetahui jumlah penambahan tenaga kerja dan jam kerja yang dibutuhkan untuk mengantisipasi keterlambatan. Setelah itu, dilakukan perbandingan biaya ketika proyek dibiarkan terlambat dengan biaya ketika mengantisipasi keterlambatan proyek. Pada laporan ini didapatkan biaya mengantisipasi keterlambatan lebih kecil dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan jika proyek dibiarkan terlambat.

**Kata kunci :** *Critical Path Method*, *What If Analysis*, CPM, Biaya proyek

# PIPE TRANSMISSION GRESIK-SEMARANG PROJECT PLANNING USING CRITICAL PATH METHOD AND WHAT IF ANALYSIS

**Name** : Winda Amalia Herdianti

**Reg. Number** : 4312 100 028

**Department** : Ocean Engineering  
Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**Advisors** : Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc

## ABSTRACT

For successing the government program to provide 23,000 megawatts all over the country, PT.Pertamina Gas building a gas transmission pipeline Gresik-Semarang. The project consists of several activities from surveys to re-assessment,and its necessary to make a scheduling of this project to be a guidance for the staff using Critical Path Method. On the Critical Path Method will obtain the critical path of a project. Critical path functions is knowing the critical activities that has a big possibility to make a delay in this project. After knowing the critical path, authors prepared a late scenario to predict the delay. What If Analysis at Critical Path Method functions is determine the amount of additional manpower and additional manhour that needed to anticipate delays. After that, compare the cost of the project if it is let to be late with the cost to anticipate project delays. In this report obtained the cost to anticipate projects delay is cheaper than the costs of projects late.

**Keywords** : *Critical Path Method, What If Analysis, CPM, Project cost*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang” ini dengan baik.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Tujuan dari tugas akhir ini ialah untuk mengetahui jalur kritis proyek, untuk mengetahui cara mengantisipasi keterlambatan proyek dan biayanya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan sehingga jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik penulis harapkan sebagai bahan penyempurnaan selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk segala kalangan.

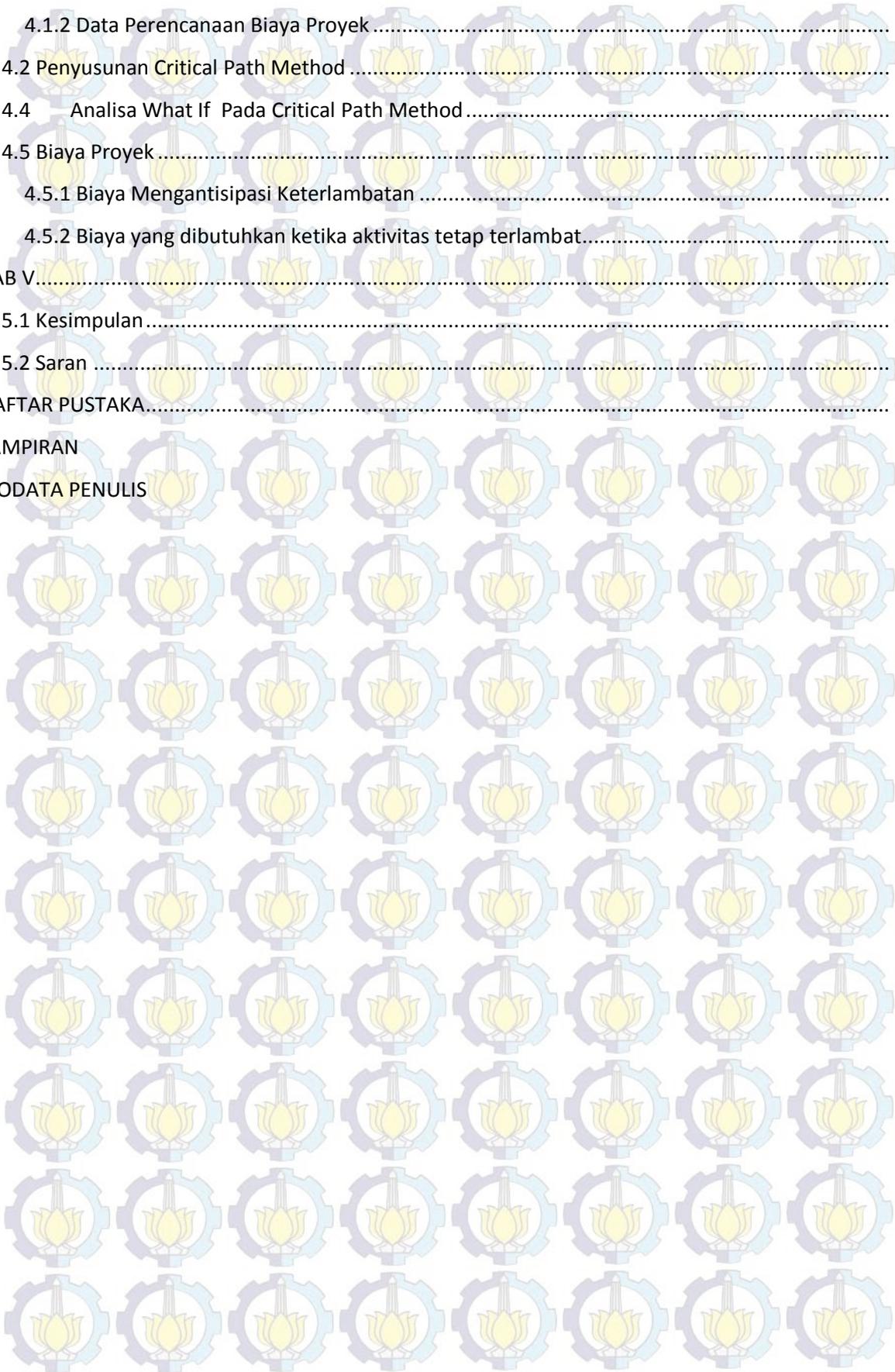
Surabaya, Januari 2016

Winda Amalia H

## DAFTAR ISI

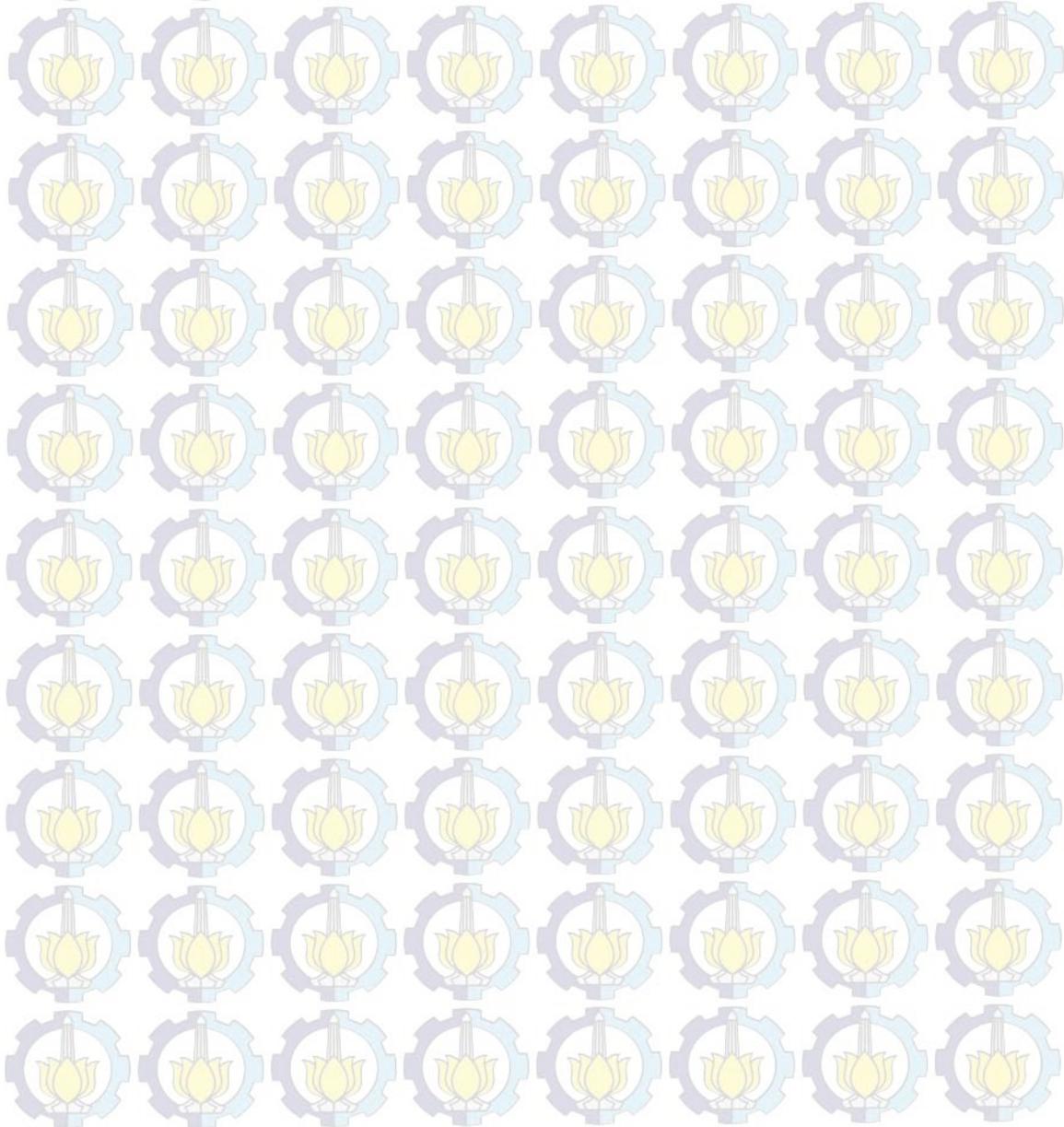
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Gambaran Umum Proyek “Pipa Transmisi Gresik – Semarang”.....	6
2.3 Pelaksanaan Konstruksi Pipeline.....	8
2.4 Proyek dan Manajemen Proyek.....	9
2.5 Penjadwalan Proyek.....	13
2.5.1. Gantt Chart.....	13
2.5.2 Critical Path Method (CPM).....	14
2.6 Keterlambatan Proyek.....	21
2.6.1 Antisipasi Keterlambatan Proyek.....	21
2.6.2 Analisa <i>What If</i> Pada Model CPM.....	22
BAB III.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Prosedur Penelitian.....	26
BAB IV.....	29
4.1 Perencanaan Proyek.....	29

4.1.1 Data Perencanaan Waktu Proyek .....	29
4.1.2 Data Perencanaan Biaya Proyek .....	33
4.2 Penyusunan Critical Path Method .....	34
4.4 Analisa What If Pada Critical Path Method .....	53
4.5 Biaya Proyek .....	57
4.5.1 Biaya Mengantisipasi Keterlambatan .....	57
4.5.2 Biaya yang dibutuhkan ketika aktivitas tetap terlambat.....	59
BAB V .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	



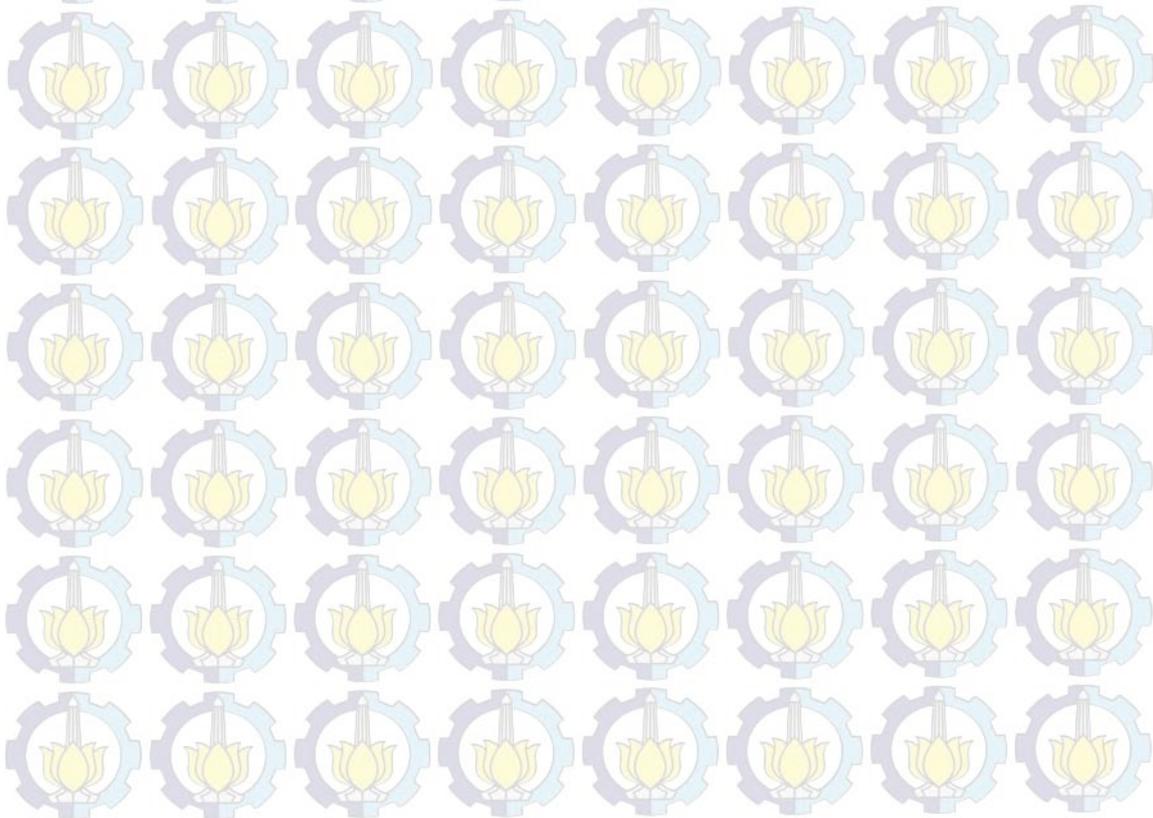
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Jalur Pipa .....	7
Gambar 2.2 Triple Constraint.....	10
Gambar 2.3 Masukan Dan Keterkaitan Berbagai Pemikiran Pada Manajemen Proyek .....	12
Gambar 2.4 Gantt Chart pada misrosoft project .....	14
Gambar 2.5 Jenis Anak Panah.....	16
Gambar 2.6 Cara Penulisan Anak Panah.....	17
Gambar 2.7. Lambang Lingkaran.....	18
Gambar 2.8 EET dan LET suatu Kegiatan.....	20
Gambar 3.1 Gambar diagram alir.....	25



## DAFTAR TABEL

Tabel 4-1. Jadwal Proyek.....	29
Tabel 4-2 . RAB Proyek.....	33
Tabel 4-3. Daftar kegiatan CPM.....	34
Tabel 4-4. Urutan Kegiatan CPM.....	36
Tabel 4-5. Perhitungan Maju.....	38
Tabel 4-6. Perhitungan Mundur.....	39
Tabel 4-7. EET dan LET CPM.....	41
Tabel 4-8. Float.....	45
Tabel 4-9. Skenario 1 .....	48
Tabel 4-10. Skenario 2 .....	50
Tabel 4-11. Skenario 3 .....	52
Tabel 4-12. Tabel Perhitungan saat kegiatan L terlambat.....	55
Tabel 4-13. Tabel Perhitungan saat kegiatan V terlambat.....	56
Tabel 4-14. Biaya Tambahan Karena <i>Line Up Welding</i> terlambat.....	58
Tabel 4-15. Biaya Tambahan Karena <i>Trenching</i> terlambat.....	58
Tabel 4-16. Biaya Keterlambatan <i>Line Up Welding</i> terlambat.....	59
Tabel 4-17. Biaya Keterlambatan <i>Line Up Welding</i> terlambat.....	60



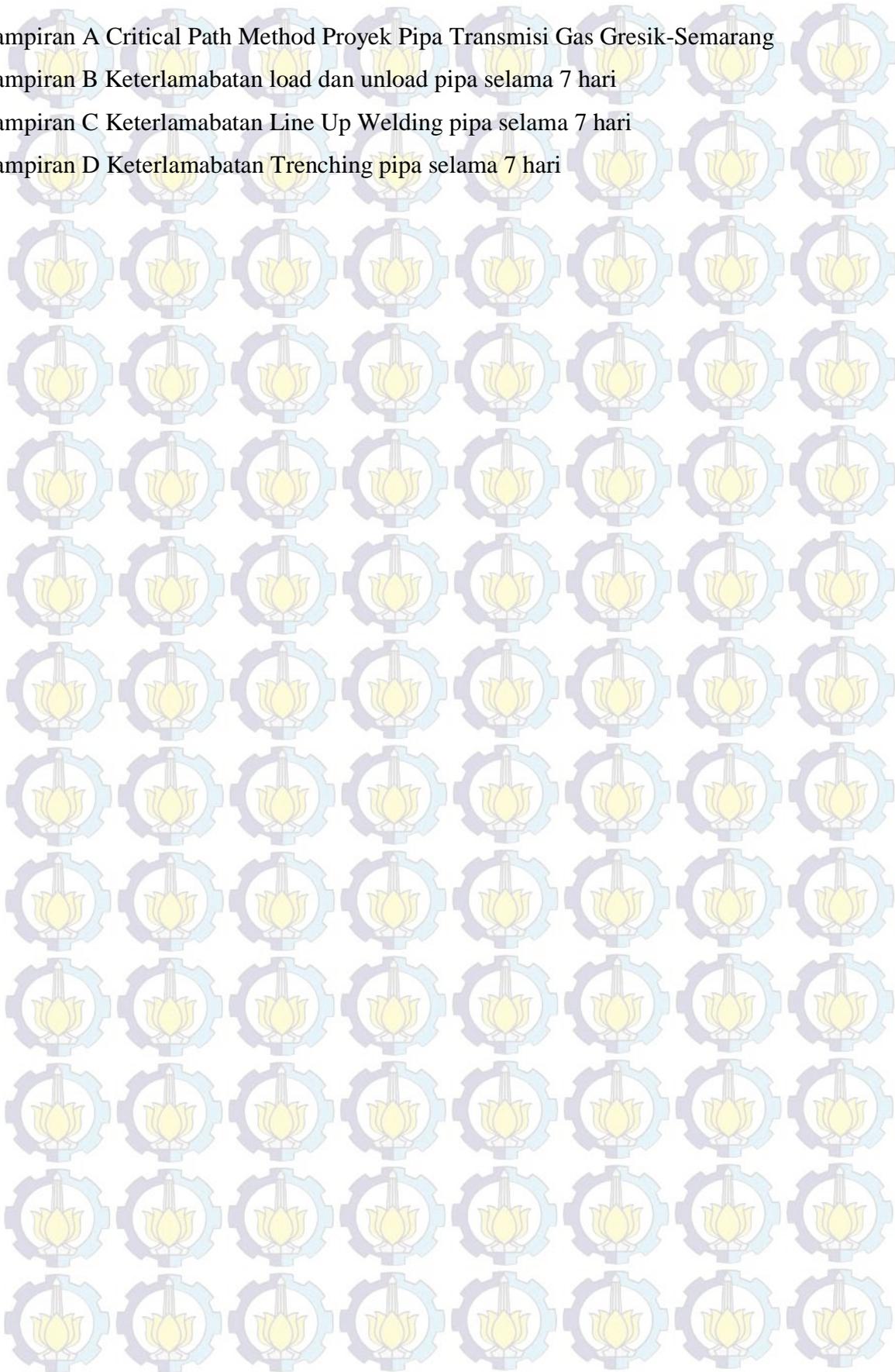
## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Critical Path Method Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang

Lampiran B Keterlamabatan load dan unload pipa selama 7 hari

Lampiran C Keterlamabatan Line Up Welding pipa selama 7 hari

Lampiran D Keterlamabatan Trenching pipa selama 7 hari



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam suatu proyek konstruksi, manajemen proyek merupakan masalah yang penting untuk mencapai keberhasilan dalam suatu proyek. Suatu proyek dapat dikatakan berhasil jika proyek tersebut berjalan secara efektif dan efisien. Manajemen proyek ialah proses perencanaan dan pengaturan jalannya pelaksanaan proyek sesuai dengan prosedur yang berlaku untuk mendapatkan hasil yang optimal. Manajemen proyek terdiri dari beberapa aspek seperti rencana jadwal pelaksanaan, metode pelaksanaan, penyediaan sumber daya, proses pengawasan selama pelaksanaan proyek, dan lain lain (Tofania, 2014)

Dalam pelaksanaan proyek, masing-masing kegiatan saling bergantung satu sama lain. Jika salah satu kegiatan mengalami keterlambatan, maka akan mengakibatkan berbagai masalah kedepannya, salah satunya ialah masalah biaya. Selain itu, keterlambatan dalam penyelesaian proyek dapat menimbulkan biaya tambahan berupa biaya penalti yang harus ditanggung oleh kontraktor proyek tersebut, sehingga keuntungan yang diperoleh kontraktor proyek tersebut bisa berkurang (Soeharto, 1997). Banyak faktor yang mengakibatkan suatu proyek menjadi terlambat, seperti perencanaan yang kurang matang, material terlambat datang, dan kurangnya koordinasi dan pengawasan di lapangan. Kontraktor proyek manapun harus bisa menghindari masalah keterlambatan dalam menyelesaikan suatu proyek. Karena ini bisa berpengaruh buruk pada kredibilitas kontraktor.

Proyek “Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang” milik PT. Pertamina Gas yang mengalirkan gas dari Gresik ke Semarang melewati empat kabupaten di provinsi Jawa Tengah dan tiga kabupaten di provinsi Jawa Timur, dimulai dari metering station Gresik Pertagas di kecamatan Kebomas, Gresik hingga berakhir di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tambak Lorok, Semarang. Dengan pipa berdiameter 28 inci sepanjang 267,22 km proyek ini terbagi menjadi 9 *section*. Tiap *sectionnya* memiliki panjang sekitar 30,235 km dan diselesaikan dalam waktu 6 bulan. PT. X ialah perusahaan EPC (*Engineering, Procurement dan Construction*) yang merupakan sub-kontraktor untuk pengerjaan proyek tersebut. Lingkup pekerjaan dari sub-kontraktor ialah melakukan mobilisasi dan demobilisasi peralatan yang dipasok, konstruksi Pemasangan, *pre-commissioning*, *commissioning*, dan

seluruh pekerjaan lainnya yang terkait dengan Proyek "Pipa Transmisi Gas dari Gresik-  
semarang".

Untuk membuat penjadwalan suatu proyek diperlukan analisa optimalisasi durasi proyek agar dapat dijadikan sebagai pedoman kerja para pelaksana di setiap item kegiatan. Salah satu metode yang biasa digunakan ialah *Critical Path Method* (CPM). Selanjutnya untuk mengantisipasi keterlambatan proyek tersebut digunakan *What If Analysis*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah :

1. Dimana letak jalur kritis pada proyek "Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang"?
2. Bagaimana mengantisipasi keterlambatan pada proyek "Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang"?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek "Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang" ?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui letak jalur kritis pada proyek "Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang".
2. Mengetahui banyaknya jumlah pekerja tambahan dan tambahan waktu (waktu lembur) yang dibutuhkan untuk mengantisipasi keterlambatan proyek "Pipa Transmisi Gas dari Gresik – Semarang".
3. Mengetahui biaya yang dibutuhkan ketika proyek mengalami keterlambatan dan biaya yang dibutuhkan untuk mengantisipasi keterlambatan proyek.

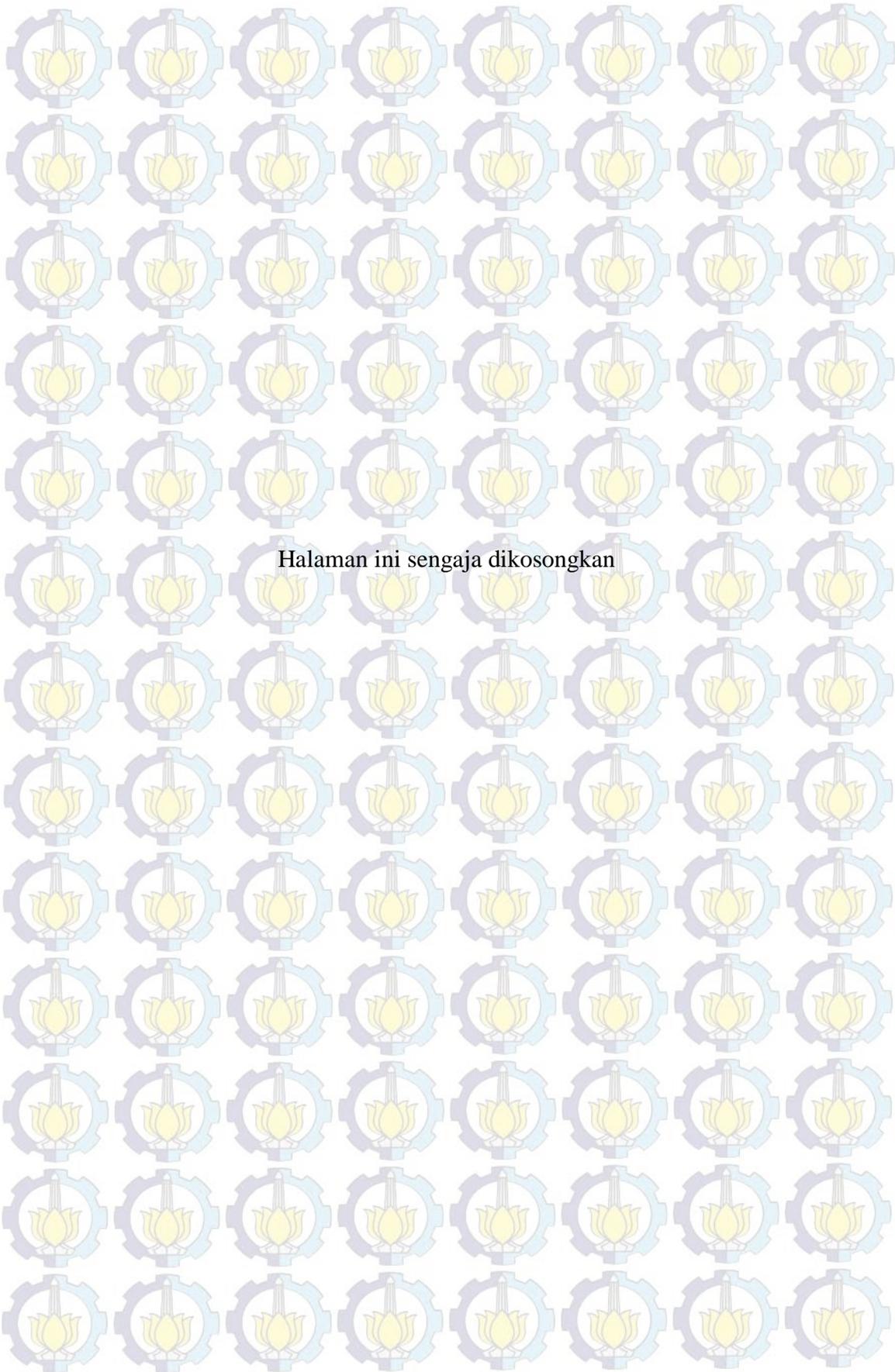
## 1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini bagi penulis ialah untuk menambah pengetahuan penggunaan metode *Critical Path Methode* untuk penjadwalan dan *What If analysis* untuk mengantisipasi keterlambatan pada suatu proyek. Selain itu, dapat digunakan sebagai masukan untuk perusahaan dalam mengestimasi waktu dan biaya penyelesaian proyek dan cara mengantisipasi keterlambatan proyek.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini ialah:

1. Pada tugas akhir ini hanya mengkaji 1 section dari proyek “Pipa Transmisi Gas Gresik – Semarang”.
2. Untuk mempercepat kegiatan pengikut hanya dilakukan penambahan jam kerja dan penambahan jumlah tenaga kerja.
3. Data-data yang akan digunakan hanya data dari hasil survey lapangan, wawancara dan dokumen proyek dari PT. X.



## BAB II

### DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Dengan banyaknya proyek yang ada, maka metode *Critical Path Methode* dan *What If Analysis* dapat digunakan untuk merencanakan jalannya proyek dengan matang sehingga bisa meminimalisasi resiko yang terjadi.

Kedua metode ini sebelumnya sudah pernah dibuat dan digunakan, namun dengan pengaplikasian dan mencari tujuan yang berbeda-beda. Beberapa penelitian yang menggunakan metode tersebut ialah:

Alifen, Setiawan, dan Sunarto (1999) dengan judul penelitiannya ialah Analisa “*What If*” sebagai metode antisipasi keterlambatan durasi proyek. Pada penelitian ini diberikan contoh pengaplikasian *What If analysis* pada proyek dimana terjadi keterlambatan selama 50% dari durasi semula dan percepatan durasi dilakukan pada suatu aktivitas yang mungkin untuk dilakukan maksimum sebesar 50% durasi semula aktivitas tersebut.

Negara, Unas dan Radevi (2014) dengan judul penelitian Percepatan Proyek Dengan Menggunakan Metode *What If* Pada Proyek Peningkatan Kapasitas Jalan Batas Kota Ruteng – KM 210- Batas Kab.Manggarai Nusa Tenggara Timur. Peneliti meneliti proyek yang mengalami keterlambatan 15 hari kerja dari jadwal yang telah direncanakan dan peneliti melakukan percepatan proyek menggunakan metode *What If* dengan cara menghitung durasi pekerjaan dengan meninjau kapasitas produksi alat berat untuk setiap volume pekerjaan.

Patilang, Sabryagus (2009) dengan judul penelitiannya Analisa *what if* sebagai metode antisipasi keterlambatan durasi proyek pada proyek pembangunan Hotel Abadi Yogyakarta menggunakan *What If* untuk mengantisipasi keterlambatan dengan membandingkan pengaruh jumlah pekerja dan jam kerja yang berbeda-beda terhadap durasi waktu pengerjaan proyek.

Almahdy dan Prianto (2008) dengan judul penelitian penjadwalan proyek dengan metode CPM dan *slope calculation* (studi kasus pada perusahaan industri rekayasa dan konstruksi) melakukan penjadwalan proyek dengan CPM sehingga didapatkan durasi waktu 190 hari untuk pengerjaan proyek, lalu dipercepat menggunakan CPM dan perhitungan slope biaya sehingga durasi proyek menjadi 155 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp 54.097.272,00.

Susanto, Purwaningsih dan Ardiansyah (2006) dengan judul penelitian Analisis jaringan kerja dan penentuan jalur kritis dengan *critical path metode-cpm* (studi kasus

pembangunan rumah graha taman pelangi type milano pada PT.Karyadeka Alami Lestari semarang menggunakan CPM untuk membuat penjadwalan proyek sehingga didapat waktu proses pembangunan rumah Graha Taman Pelangi Type Milano jika dilakukan secara berurutan adalah 227 hari dengan total biaya penyelesaian proyek berdasarkan waktu *Earliest Start Time* (ES) adalah Rp 3.806.000-Rp 3.820.000. Sedangkan jumlah biaya yang harus dikeluarkan berdasarkan *Latest Allowable Start Time* (LS) berkisar antara Rp 3.771.000- Rp 3.785.000.

Dewi, Resty Nur Utami (2008) membuat judul penelitian Analisa penggunaan *network planning* dalam perencanaan waktu penyelesaian proyek dan total biaya tenaga kerja pada PT.Cipta Lestarindo Bandung. Pada penelitiannya Dewi menentukan waktu dan kegiatan yang akan dilaksanakan proyek dengan menggunakan CPM, dengan hasil yaitu proyek dapat diselesaikan dalam waktu 141 hari dengan biaya Rp 209.092.500,00 lalu dipercepat sehingga hasilnya proyek dapat selesai dalam waktu 138 hari dengan biaya Rp 208.552.101 sehingga dapat dikatakan bahwa proyek mengalami efisiensi sebesar 2,58%.

Tofania, Aldila Rifqi (2014) dengan judul penelitiannya ialah Analisa waktu dan biaya pada proyek *Dolphin Structure* Studi kasus: Fabrikasi PT.Lintech Seaside Facility. Pada penelitiannya Tofania melakukan penjadwalan menggunakan *Critical Path Methode* lalu mempercepat durasi proyek dengan menggunakan *Crash Program* sehingga dapat mempercepat jadwal proyek yang tadinya 139 hari menjadi 119 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp 11.193.917.758,00.

## **2.2 Gambaran Umum Proyek “Pipa Transmisi Gresik – Semarang”**

Untuk memenuhi target pemerintah menyediakan 23.000 MW listrik diseluruh Indonesia, PT. Pertamina Gas (Pertagas) mengadakan pembangunan pipa gas Gresik – Semarang (GRESEM). Jalur pipa ini melewati empat kabupaten di provinsi Jawa Tengah dan tiga kabupaten di provinsi Jawa Timur, dimulai dari *metering station* Gresik Pertagas di Kebomas, Gresik hingga berakhir di Pembangkit listrik tenaga gas-uap (PLTGU) Tambak Lorok, Semarang. Jalur pipa ini dilengkapi dua stasiun utilitas di Gresik dan Cepu. Jalur pipa gas *open-access* itu memiliki pipa berdiameter 28 inci sepanjang 267,22 km dan bisa mengalirkan gas hingga 500 juta kaki kubik per hari (MMscfd). Proyek ini bertujuan untuk meminimalisasi biaya angkut gas dari Jawa Timur ke Jawa Tengah yang selama ini diangkut melalui jalur darat menggunakan truk.

Pasokan gas yang akan dialirkan ke Jawa Tengah akan berasal dari beberapa perusahaan yaitu pertama dari perusahaan Kangean dan Husky yang diharapkan bisa memasok gas sebesar 50 MMscfd , kedua berasal dari blok gas Cepu yaitu lapangan Tiung Biri dan Cendana sebesar 100 MMscfd, ketiga dari lapangan Alas Tua sebesar 110 MMscfd.

Proyek ini akan dikerjakan oleh 3 main contractor yaitu Wijaya Karya (Persero), PT Remaja Bangun Kencana Kontraktor dan PT Kelsri. PT. X merupakan sub contractor yang akan mengerjakan pelaksanaan proyek Pipa Transmisi Gas Gresik- Semarang



Gambar 2.1. Peta Jalur Pipa

Sumber : dokumentasi pribadi

Jenis pipa yang dipakai dalam proyek ini,yaitu:

1. Line Pipe 28" API 5L Gr.X52 PSL 2 ERW/LSAW WT.0.469 inch, 3LPE 2 mm
2. Line Pipe 28" API 5L Gr.X52 PSL 2 ERW/LSAW WT.0.469 inch, 3LPE 2 mm Concrete Coating thick. 95mm as per Specification
3. Line Pipe 28" API 5L Gr.X52 PSL 2 ERW/LSAW WT.0.689 inch, 3LPE 2 mm untuk dry area
4. Line Pipe 28" API 5L Gr.X52 PSL 2 ERW/LSAW WT.0.689 inch, 3LPE 2 mm Concrete Coating thick. 80mm as per Specification untuk swampy area

Pada proyek ini terbagi menjadi 9 section. Pertama berada di daerah gresik pada km 123+350 – 133+250, kedua berada di daerah gresik hingga cepu pada km 093+115 – 123+350, ketiga berada di daerah gresik hingga cepu pada km 062+880 – 093+115, keempat berada di daerah gresik hingga cepu pada km 032+645 – 062+880, kelima berada di daerah

gresik hingga cepu pada km 000+000-032+645, keenam berada di daerah semarang hingga cepu berada di km 000+000 – 030+850, ketujuh berada di daerah semarang hingga cepu pada km 030+850-061+850, kedelapan berada di daerah semarang hingga cepu pada km 061+850-092+520, dan terakhir di daerah semarang hingga cepu pada km 092+520-133+250 .  
Dibawah ini ialah data anggaran biaya awal sebelum survey pada section 1

### 2.3 Pelaksanaan Konstruksi Pipeline

Menurut Soegiono (2006) , transportasi gas alam dapat dilakukan dengan berbagai cara:

1. Disalurkan langsung melalui jaringan pipa transmisi dan distribusi
2. Dicairkan menjadi *Liquefied Natural Gas* (LNG) sehingga dapat diangkut dengan kapal pengangkut LNG dan truk LNG
3. Dicairkan menjadi *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sehingga dapat diangkut dengan kapal pengangkut LPG dan truk LPG
4. Ditekan menjadi *Compressed Natural Gas* (CNG) kemudian diangkut dengan kapal atau truk kemasan.

Dengan perhitungan secara kasar pengangkutan gas melalui pipa lebih efisien apabila jaraknya kurang dari 400 km didarat. Keuntungannya gas dari sumber gas alam bisa langsung dialirkan ke tempat tujuan dan langsung bisa digunakan. Pengangkutan gas dengan jaringan pipa selalu mempertimbangkan jumlah cadangan gas yang tersedia untuk jangka panjang , kesiapan fasilitas penerima dan fasilitas pengguna, dan keekonomian. Pelaksanaan konstruksi *pipeline* dari beberapa sumber seperti API, ISO , dll memiliki beberapa tahapan, yaitu :

1. Pelaksanaan survei untuk mendapatkan data pendukung yang akan berfungsi dalam proses desain.
2. Pembersihan jalur pipa yang terdiri dari dua kegiatan yaitu kegiatan *cut and filled* dan kegiatan *clearing and grading*. Pada tahapan ini, jalur pipa dibersihkan dan dilakukan pemotongan pohon sepanjang jalur untuk selanjutnya dilakukan perataan.
3. *Loading* dan *unloading* material pipa dari *stockyard* ke *site*.
4. *Stringing* atau penjajaran pipa disepanjang jalur pipa.
5. Pengelasan antar pipa menggunakan metode las tertentu. Sebelum dilakukannya proses pengelasan seorang *Welding Inspector* harus membuat *Welding Procedure Specification* sebagai pedoman prosedur pengelasan bagi para *welder*.

6. Pengujian dengan menggunakan metode *Non Destructive Test* (NDT) untuk menguji hasil las-lasan. Jenis dari NDT ini bermacam-macam, beberapa diantaranya ialah inspeksi *visual*, *Radiography test*, *X Ray test*, dan lain lain. Dalam suatu proyek jenis NDT yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada dan sesuai permintaan dari *owner*.
7. *Field Joint Coating* (FJC) atau pekerjaan pembalutan hasil lasan disetiap sambungan pipa setelah hasil NDT mendapatkan persetujuan atau memenuhi syarat. Tujuan dari *field joint coating* ini ialah untuk melindungi permukaan pipa dari korosi.
8. Pengujian dengan metode *Holiday test* untuk menguji hasil FJC dengan menggunakan tegangan 12 KV dimana jika terjadi kebocoran, alat ini akan mengeluarkan suara.
9. Pemasangan anoda untuk mencegah pipa dari korosi
10. *Trenching* atau penggalian tanah untuk tempat masuknya pipa.
11. *Lowering* atau penurunan pipa setelah semua pipa telah selesai di las.
12. *Backfilling* atau penimbunan lubang galian setelah pipa selesai diturunkan ke dasar galian.
13. Pengujian *hydrotest* untuk mengetahui kekuatan pipa dengan cara dilakukan pengisian air yang memiliki tekanan tertentu di sepanjang pipa.

## 2.4 Proyek dan Manajemen Proyek

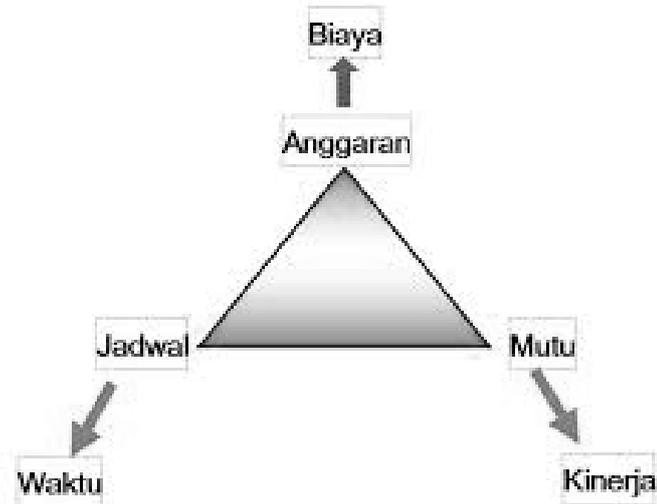
Kata proyek berasal dari bahasa latin *projectum* dari kata kerja *proicere* yang artinya "untuk membuang sesuatu ke depan". Kata awalnya berasal dari kata *pro-*, yang menunjukkan sesuatu yang mendahului tindakan dari bagian berikutnya dari suatu kata dalam suatu waktu (paralel dengan bahasa Yunani  $\pi\rho\acute{o}$ ) dan kata *iacere* yang artinya "melemparkan". Sehingga kata "proyek" sebenarnya berarti "sesuatu yang datang sebelum apa pun yang terjadi". Kegiatan proyek ialah kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang criteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Tujuan proyek mendefinisikan status target pada akhir proyek, mencapai yang dianggap perlu untuk mencapai manfaat yang direncanakan. (Soeharto:1990). Munawaroh (2003) menyatakan proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun non sumber daya manusia.

Menurut Ervianto (2002) proyek memiliki tiga karakteristik yaitu

1. Rangkaian kegiatan proyek tidak pernah terjadi sama persis , bersifat sementara, dan selalu terlibat grup pekerja yang berbeda-beda.
2. Setiap proyek membutuhkan sumber daya, yaitu pekerja dan “sesuatu” (uang , mesin, metode, material).
3. Penyatuan visi dan misi dari sejumlah individu dengan keahlian, pemahaman, kepribadian dan ketertarikan yang bervariasi.

Didalam proses mencapai tujuan proyek, ada batasan yang harus dipenuhi menurut Soeharto (1990), batasan tersebut disebut tiga kendala (*triple constraint*). Ketiga kendala tersebut ialah :

1. Anggaran. Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran. Untuk proyek dalam jumlah besar, anggarannya tidak hanya ditentukan secara total proyek, tetapi dipecah atas komponen-komponennya atau per periode tertentu. Dengan begitu penyelesaian proyek harus memenuhi sasaran anggaran per periode.
2. Jadwal. Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan.
3. Mutu. Hasil kegiatan harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang disyaratkan.



Gambar 2.2. Triple Constraint

Sumber : Soeharto,2009

Ketiga batasan tersebut bersifat tarik menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan hasil kualitas, maka berimbang pada biaya. Jika terjadi penekanan biaya, maka harus berkompromi dengan mutu atau jadwal.

Ada beberapa konsep biaya yang termasuk dalam biaya proyek, beberapa diantaranya ialah yaitu biaya siklus hidup, biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya siklus hidup ialah biaya pengeluaran yang berkaitan dengan item-item yang dibutuhkan sejak awal desain hingga selesai. Item yang dimaksudkan disini ialah yang mempresentasikan berbagai hal seperti mesin dan peralatan. Biaya siklus hidup bisa terdiri dari beberapa komponen antara lain ialah biaya survei, biaya pengembangan, biaya fabrikasi, biaya operasional dan perawatan, dan lain lain. Biaya siklus hidup dapat didefinisikan sebagai kombinasi dari biaya awal, biaya operasional dan perawatan dan biaya disposal. Biaya awal ialah investasi awal yang dibutuhkan untuk mengadakan proyek dan tidak akan berulang kembali seperti tes *welder*, biaya pengadaan mesin, dan lain lain. Biaya operasional dan perawatan ialah biaya yang terjadi berulang-ulang dan diperlukan untuk mengoperasikan dan merawat item yang bersangkutan selama masa pakainya, seperti biaya tenaga kerja, biaya bahan, dan biaya tambahan lainnya. Biaya disposal ialah biaya yang dikeluarkan saat proyek berakhir seperti biaya *finishing and clearance*. (Pujawan, 2012)

Biaya langsung adalah elemen biaya yang memiliki kaitan langsung dengan volume pekerjaan yang tertera dalam item pembayaran atau menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Komponen biaya langsung terdiri dari biaya upah pekerja, operasi peralatan, dan material.

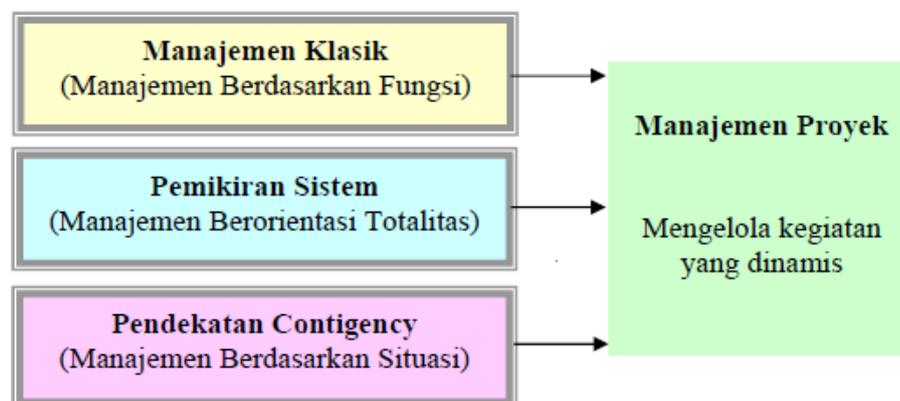
Biaya tidak langsung merupakan elemen biaya yang tidak terkait langsung dengan besaran volume komponen fisik hasil akhir proyek, tetapi mempunyai kontribusi terhadap penyelesaian kegiatan atau proyek. Elemen biaya ini umumnya tidak tertera dalam daftar item pembayaran dalam kontrak atau tidak dirinci. Yang termasuk dalam kategori biaya tidak langsung antara lain adalah: biaya *overhead*, pajak (*taxes*), biaya umum (*general conditions*), biaya listrik, biaya *temporary house* dan biaya risiko. Biaya risiko adalah elemen biaya yang mengandung dan/atau dipengaruhi ketidakpastian yang cukup tinggi, seperti biaya tak terduga (*contingencies*) dan keuntungan (*profit*).

Suatu proyek membutuhkan manajemen proyek untuk mengendalikan schedule, anggaran biaya dan memaksimalkan pemakaian sumber daya untuk meminimalisasi masalah dalam proyek sehingga proyek selesai tepat waktu. H. Kerzner (dikutip oleh Soeharto, 1999) menyatakan, melihat dari wawasan manajemen, bahwa manajemen proyek adalah

merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Berbeda dengan definisi H. Kerzner (dikutip oleh Soeharto, 1999), PMI (*Project Management Institute*) (dikutip oleh Soeharto, 1999), mengemukakan definisi manajemen proyek ialah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan tehnik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal, dan biaya, serta memenuhi keinginan para stake holder.

Ada tiga pemikiran manajemen dalam suatu manajemen proyek. Pemikiran manajemen tersebut adalah manajemen klasik, pemikiran sistem dan pendekatan *contingency*. Prinsip manajemen klasik yaitu tugas-tugas manajemen berdasarkan fungsinya, yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan. Pemikiran sistem adalah pemikiran yang memandang segala sesuatu dari wawasan totalitas, meliputi sistem analisis, sistem *engineer* dalam penyelenggaraan proyek. Suharto (1995) menyatakan bahwa sistem adalah sekelompok komponen yang terdiri dari manusia dan atau bukan manusia yang diorganisir, dan diatur sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut dapat bertindak sebagai satu kesatuan dalam mencapai sasaran. Pendekatan *contingency*/situasional menekankan bahwa tidak ada satupun pendekatan manajemen terbaik/mutlak yang dapat dipakai dalam mengelola setiap macam kegiatan (Soeharto, 1995).

Berikut adalah bagan alir masukan dan keterkaitan berbagai pemikiran manajemen pada manajemen proyek.



Gambar 2.3 . Masukan Dan Keterkaitan Berbagai Pemikiran Pada Manajemen Proyek

Sumber : Soeharto,2009

Dalam manajemen proyek ada sekelompok orang yang mempunyai tugas dan tanggung jawab yang berbeda. Setiap proyek dikelola oleh tim yang terdiri dari : *project manager, site manager*, teknik, administrasi kontrak, personalia dan keuangan.

## 2.5 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan ialah durasi dari waktu kerja yang dibutuhkan untuk melakukan serangkaian aktivitas kerja yang ada dalam kegiatan konstruksi (Bennatan, 1995). Adapun metode penjadwalan ialah sebagai berikut :

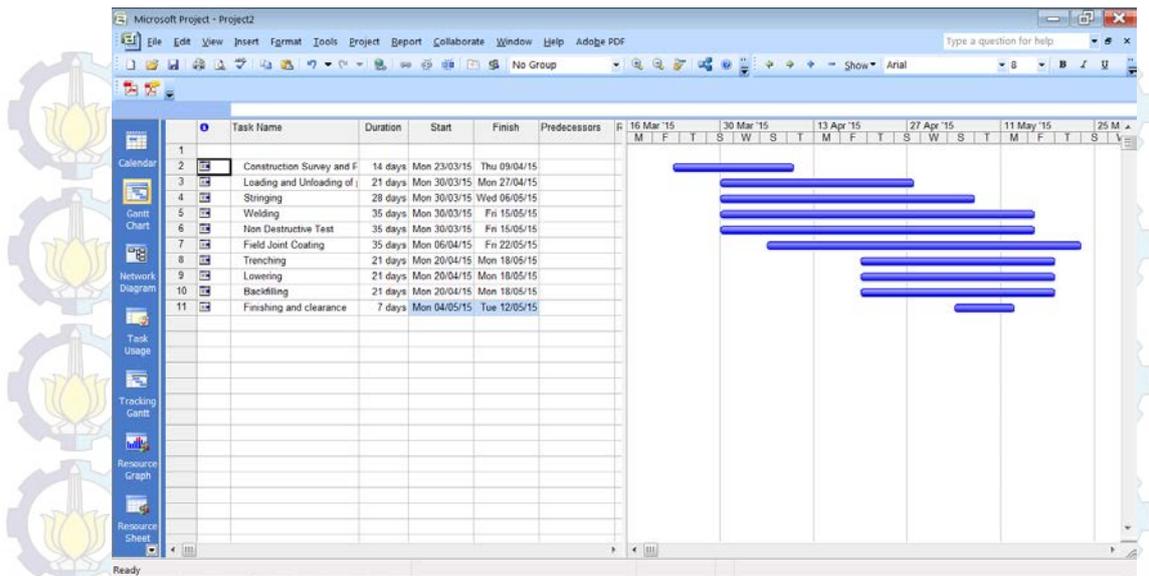
### 2.5.1. Gantt Chart

*Gantt Chart* atau lebih dikenal di Indonesia dengan diagram batang diperkenalkan oleh konsultan manajemen terkenal, Henry L.Gantt pada tahun 1917. Henry L.Gantt memperkenalkan penggunaannya untuk keperluan control di bidang industri. *Gantt Chart* merupakan tabel yang menunjukkan durasi pada tiap-tiap item kegiatan suatu proyek. Diagram ini disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dari urutan dalam merencanakan suatu kegiatan yang terdiri dari saat dimulai dan saat selesai.

*Gantt chart* secara luas dikenal sebagai alat fundamental dan mudah diterapkan oleh para manajer proyek untuk memungkinkan seseorang melihat dengan mudah waktu dimulai dan selesainya tugas-tugas dan sub- sub tugas dari proyek. Semakin banyak tugas-tugas dalam proyek dan semakin penting urutan antara tugas-tugas maka semakin besar kecenderungan dan keinginan untuk memodifikasi *gantt chart*.

. *Gantt Chart* dapat membantu penggunanya untuk memastikan bahwa (Heizer dan Render,2001):

- Semua kegiatan telah direncanakan
- Urutan kinerja telah diperhitungkan
- Perkiraan waktu kegiatan telah tercatat,
- Keseluruhan waktu proyek telah dibuat



Gambar 2.4. Gantt Chart pada misrosoft project

Sumber : dokumentasi pribadi

Kelebihan dari penggunaan *Gantt Chart* ialah bentuknya yang sederhana , mudah dibuat dan dipahami oleh seluruh pihak yang berkaitan dengan proyek sehingga tak jarang *Gantt Chart* digunakan sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek. *Gantt Chart* juga dapat digunakan sebagai metode pelaporan karena *Gantt Chart* dapat menggambarkan jadwal suatu kegiatan dan kenyataan kemajuan sesungguhnya pada saat pelaporan

Kelemahan dari *Gantt Chart* ialah tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dan kegiatan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek dan *Gantt chart* tidak bisa secara eksplisit menunjukkan keterkaitan antara aktivitas dan bagaimana satu aktivitas berakibat pada aktivitas lain bila waktunya terlambat atau dipercepat, sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap *Gantt chart*.

Hingga kini metode ini masih banyak digunakan karena bentuknya yang sederhana sehingga mudah dibuat dan dipahami sebagai alat komunikasi dan *controlling* dalam pelaksanaan suatu proyek.

### 2.5.2 Critical Path Method (CPM)

Dengan berkembangnya teknologi dan informasi, sebuah perusahaan lebih mengutamakan perencanaan yang matang dengan sedikit pekerja dari pada menggunakan pekerja yang dominan tanpa perencanaan. *Critical Path Method* merupakan cara atau teknik

yang sangat membantu dalam sebuah perencanaan, penjadwalan dan pengawasan sebuah pekerjaan proyek yang terdiri dari beberapa pekerjaan yang saling berhubungan.

*Critical Path Method (CPM)* dikembangkan oleh E.I. du pont de Nemours & Company tahun 1957 untuk perencanaan dan pengendalian proyek konstruksi yang digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks dalam masalah desain dan konstruksi. CPM memperkirakan kurun waktu kegiatan atau aktivitas proyek dengan pendekatan deterministik atau satu angka yang mencerminkan adanya kepastian. Menurut Heizer dan Render (2009), CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Menurut Soeharto (1999), CPM terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Dalam menentukan perkiraan waktu penyelesaian akan dikenal istilah jalur kritis. Jalur kritis merupakan jalur yang melalui kegiatan-kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur yang sangat berpengaruh pada waktu penyelesaian proyek. Identifikasi terhadap jalur kritis harus mampu dilakukan oleh seorang manajer proyek dengan baik, sebab pada jalur ini terdapat kegiatan yang jika pelaksanaannya terlambat maka akan mengakibatkan keterlambatan seluruh proyek

Sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja menurut Soeharto (1999) adalah sebagai berikut :

- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b. Menyusun kembali komponen komponen pada butir a, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- c. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- d. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja.
- e. Mengoptimalkan sumber daya yang ada dengan menentukan jadwal yang paling ekonomis dan meminimalkan fluktuasi pemakaian sumber daya.

Faktor faktor yang perlu diperhatikan dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan ialah:

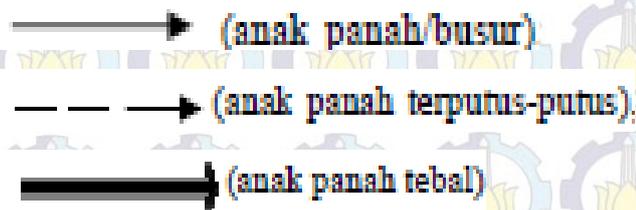
1. Angka perkiraan hendaknya bebas dari pertimbangan pengaruh waktu kegiatan yang mendahului atau yang terjadi sesudahnya.

2. Angka perkiraan kurun waktu kegiatan dihasilkan dari asumsi bahwa sumber daya tersedia dalam jumlah normal.
3. Pada tahap awal sebaiknya dilakukan analisa angka perkiraan sehingga memungkinkan kegiatan dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan atau paralel.
4. Tidak memasukkan angka-angka kontingensi untuk hal-hal seperti bencana alam , pembebasan lahan dan pemogokan.

Manfaat dari metode penjadwalan CPM ialah dapat menggambarkan logika hubungan antar kegiatan dengan jelas dan detail sehingga mudah dipahami oleh segala pihak, memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya setiap kejadian yang ditimbulkan oleh satu atau beberapa kegiatan sehingga dapat menganalisa tindak pencegahan yang harus dilakukan, dan menyediakan kemampuan analisis untuk mencoba mengubah sebagian dari proses, lalu mengamati efek terhadap proyek secara keseluruhan.(Husen,2009)

### 2.5.2.1 Simbol

Didalam *Critical Path Methode* terdapat empat macam symbol dalam diagram jaringan. Pertama ialah anak panah yang melambangkan kegiatan yang dikerjakan secara normal. Kedua ialah anak panah tebal yang menunjukkan suatu kegiatan yang harus menjadi perhatian khusus atau anak panah yang menunjukkan adanya lintasan kritis. Ketiga ialah anak panah terputus-putus yang melambangkan peristiwa yang tidak sesungguhnya terjadi. Terakhir ialah lingkaran yang melambangkan kejadian atau peristiwa.

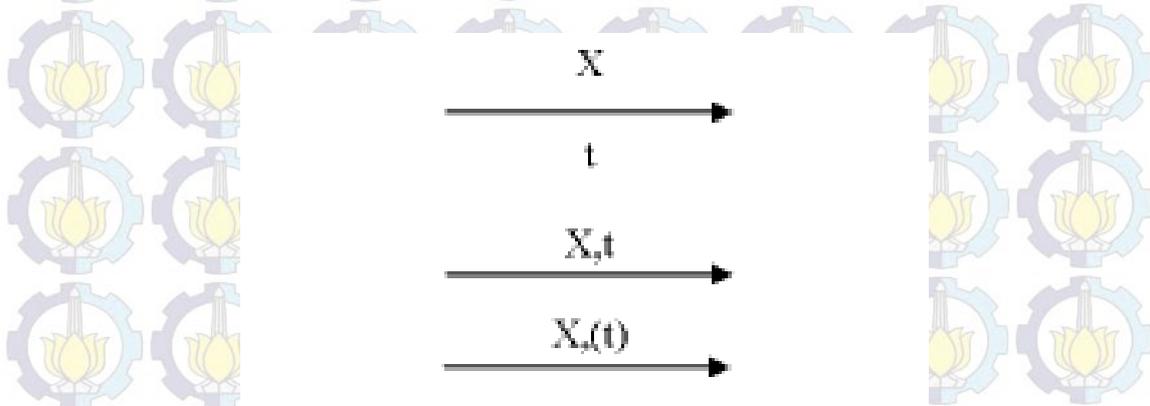


Gambar 2.5. Jenis Anak Panah

Sumber : Subagyo,dkk (2000)

Pada simbol anak panah, umumnya nama kegiatan dicantumkan di atas anak panah dan lama kegiatan ditulis di bawah anak panah. Lama kegiatan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah kegiatan, yaitu jarak waktu antara kegiatan dimulai

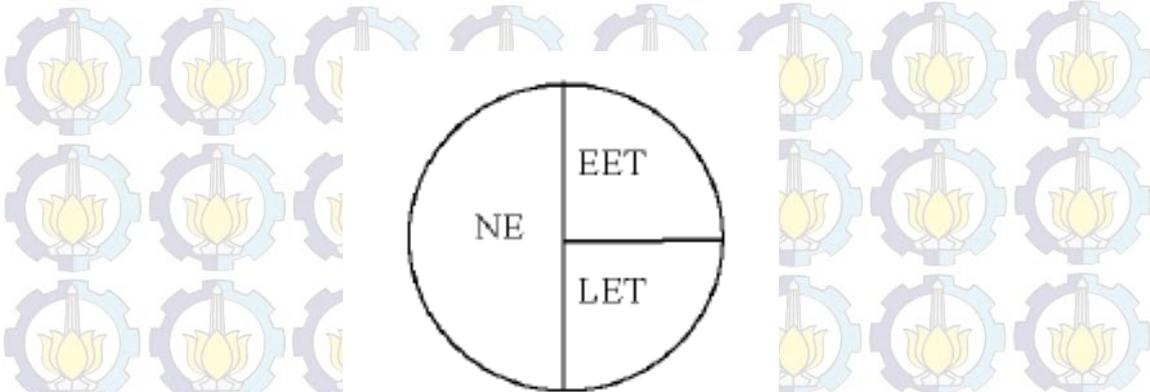
dengan kegiatan selesai. Satuan waktu dari lama kegiatan tergantung dari kebutuhan, bisa detik, menit, jam, hari, minggu, bulan, tahun, dan sebagainya. Panjang anak panah tidak melambangkan lama kegiatan yang bersangkutan.



Gambar 2.6. Cara Penulisan Anak Panah

Sumber: Dewi, 2008

Pada simbol lingkaran, setiap kegiatan selalu dimulai dan diakhiri dengan peristiwa. Pada umumnya penulisan simbol lingkaran ialah sebagai berikut:



Gambar 2.7 . Lambang Lingkaran

sumber :Tofania,2014

Agar dapat menyajikan informasi yang diperlukan, simbol lingkaran dibagi menjadi tiga ruang, ruang pertama sebelah kiri digunakan untuk memberi identitas peristiwa yang berupa nomor lingkaran. Ruang kedua dan ketiga sebelah kanan digunakan untuk memperlihatkan kapan terjadinya kejadian (peristiwa), yang mana bagian kanan atas menunjukkan waktu peristiwa paling awal atau *earliest event time* (**EET**) dan bagian kanan bawah menunjukkan waktu peristiwa paling akhir atau *latest event time* (**LET**).

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

- a. Di antara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.

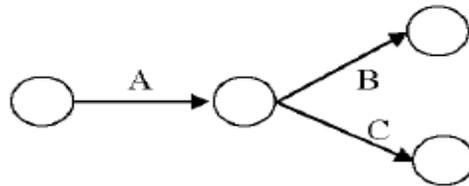
### 2.5.2.2 Hubungan Antara Simbol dan Urutan Kegiatan

Menurut Subagyo, dkk (2000) terdapat beberapa cara untuk menunjukkan hubungan antara simbol dan urutan kegiatan, yaitu :

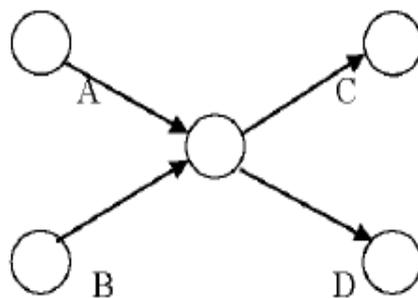
1. Aktivitas B baru dapat dimulai apabila aktivitas A selesai



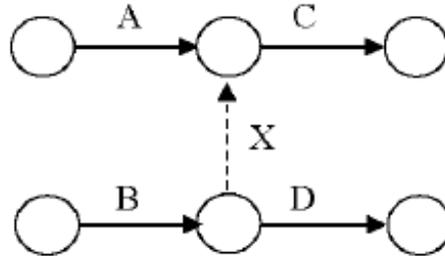
2. Aktivitas B dan C dapat dimulai ketika aktivitas A selesai.



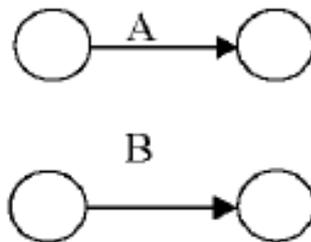
3. Aktivitas C dan D dapat dimulai ketika aktivitas A dan B telah selesai



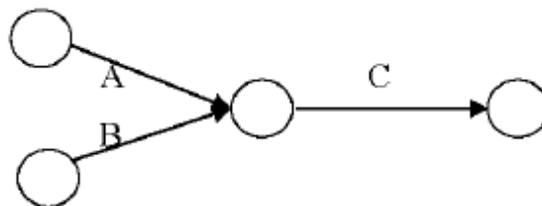
4. Aktivitas C bergantung pada aktivitas A dan X, dimana aktivitas X ini bergantung pada aktivitas B. Maka dapat diartikan aktivitas C bergantung pada aktivitas A dan B. Aktivitas D hanya bergantung pada aktivitas B saja.



5. Aktivitas A dan B dapat berlangsung bersama-sama.



6. Aktivitas C dimulai ketika aktivitas A dan B selesai.



### 2.5.2.3 Jalur Kritis

Pada diagram CPM, terbentuk beberapa jalur-jalur penyelesaian proyek, salah satunya ialah jalur kritis. Jalur kritis ialah jalur yang memiliki rangkaian komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan tidak memiliki *float* (Soeharto,1999). *Float* ialah sejumlah waktu tenggang yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat secara sengaja atau tidak sengaja, namun penundaan tersebut tidak akan menyebabkan keterlambatan proyek (Ervianto,2002)

Float memiliki beberapa jenis, diantaranya ialah *Total Float* (TF) dan *Free float* (FF). *Total Float* ialah waktu tenggang yang dimiliki oleh kegiatan yang berada di jalur tertentu sedangkan *Free Float* ialah waktu tenggang satu kegiatan tertentu. Untuk mencari *float* dapat digunakan rumusan (Soeharto,1997):

$$\text{Float} = \text{LS} - \text{ES} = \text{LF} - \text{EF} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Float} = \text{EETi} - \text{LETi} = 0 \dots \dots \dots (2.2)$$

Lintasan kritis (*Critical Path*) ialah lintasan yang melalui aktivitas-aktivitas kritis terpanjang yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama dan digambar dengan anak panah tebal. Aktivitas kritis merupakan aktivitas yang memiliki  $\text{EETi} = \text{LETi}$  sehingga  $\text{EETi} - \text{LETi} = 0$  hal ini menyebabkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu lintasan kritis sama dengan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh proyek. (Siagian, 1998).

Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa jalur kritis (*critical path*) adalah jalur tidak terputus melalui jaringan proyek yang:

- a. Mulai pada kegiatan pertama proyek
- b. Berhenti pada kegiatan terakhir proyek
- c. Terdiri dari hanya kegiatan kritis (yaitu kegiatan yang tidak mempunyai waktu slack).

Husen (2009) menjelaskan terdapat dua cara perhitungan yang bisa dipakai untuk mengidentifikasi jalur kritis. Pertama ialah perhitungan maju (*Forward Pass*) untuk memperoleh waktu mulai paling awal ( $\text{EETi}$ ) pada I node dan waktu mulai paling awal ( $\text{EETj}$ ) pada J node dimana  $\text{ES}$  (*Earliest Start*) ialah saat paling cepat kegiatan dimulai dan  $\text{EF}$  (*Earliest Finish*) ialah saat paling cepat kegiatan berakhir. Nilai  $\text{EF} = \text{ES} + \text{Durasi}$ . Kedua ialah perhitungan mundur (*Backward Pass*) untuk memperoleh waktu selesai paling lambat ( $\text{LETi}$ ) pada I node dan waktu selesai paling lambat ( $\text{EETj}$ ) pada J node dimana  $\text{LF}$  (*Latest Finish*) ialah saat paling lambat kegiatan berakhir dan  $\text{LS}$  (*Latest Start*) ialah saat paling lambat kegiatan dimulai. Nilai  $\text{LS} = \text{LF} - \text{Durasi}$ .



Gambar 2.8. EET dan LET suatu Kegiatan

Sumber : Husen,2009

## 2.6 Keterlambatan Proyek

Keterlambatan pelaksanaan proyek umumnya selalu menimbulkan akibat yang merugikan baik bagi pemilik maupun kontraktor, karena dampak keterlambatan adalah konflik dan perdebatan tentang apa dan siapa yang menjadi penyebab, juga tuntutan waktu dan biaya tambah proyek (Praboyo,1998). Keterlambatan proyek sering kali menjadi sumber perselisihan dan tuntutan antara pemilik dan kontraktor, sehingga keterlambatan proyek akan menjadi sangat mahal nilainya baik ditinjau dari sisi kontraktor maupun pemilik. Kontraktor akan terkena denda penalti sesuai dengan kontrak, di samping itu kontraktor juga akan mengalami tambahan biaya *overhead* selama proyek masih berlangsung. Dari sisi pemilik keterlambatan proyek akan membawa dampak pengurangan pemasukan karena penundaan pengoperasian fasilitasnya.

Menurut Kraiem dan Dickmann (1987) , penyebab keterlambatan waktu pelaksanaan proyek dapat dikategorikan dalam 3 kelompok besar yakni:

- a. Keterlambatan yang layak mendapatkan ganti rugi (*Compensable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan, kelalaian atau kesalahan pemilik proyek.
- b. Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non-Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan, kelalaian atau kesalahan pemilik proyek.
- c. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh kejadian-kejadian diluar kendali baik pemilik maupun kontraktor.

### 2.6.1 Antisipasi Keterlambatan Proyek

Seorang manajer proyek yang baik harus bisa mengidentifikasi masalah utama yang menyebabkan keterlambatan proyek agar permasalahan tersebut dapat dicegah. Jika permasalahan tersebut tidak dapat dicegah, maka harus ada cara-cara yang dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya keterlambatan proyek..

Ada beberapa alternatif yang sering dipakai untuk mengantisipasi keterlambatan proyek, yaitu :

#### 1. Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Lembur adalah penambahan jam kerja diluar jam kerja normal. Dalam prakteknya, lembur paling sering dipakai untuk mempercepat suatu pekerjaan. Namun lembur juga berpengaruh terhadap produktivitas. Apabila menggunakan pekerja yang sama, maka

dikhawatirkan produktivitas akan menurun karena pekerja mengalami kelelahan sehingga kurang fokus dalam pekerjaannya.

## 2. Penambahan tenaga kerja

Penambahan tenaga kerja adalah menambah jumlah tenaga kerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Penambahan tenaga kerja ini dilakukan apabila memang tersedia sumber daya manusia yang memenuhi kualifikasi yang dibutuhkan. Efek dari penambahan tenaga kerja ini adalah peningkatan biaya langsung yaitu gaji tenaga kerja.

## 2 Menambah penggunaan alat berat

Keterlambatan juga bisa diatasi dengan menggunakan alat berat untuk mempermudah dan mempercepat pengerjaan proyek. Misalnya lift barang (alat pengangkut barang), *Head Truck*, *Excavator* (Alat ini digunakan untuk pekerjaan penggalian, pengangkutan dan pembuatan tanah), *Sideboom* dan alat berat lainnya

## 3 Membuat penjadwalan ulang (*rescheduling*)

*Rescheduling* adalah perbaikan/revisi *schedule* yang mengalami keterlambatan sehingga jadwal proyek bisa berjalan tepat waktu kembali, *rescheduling* dilakukan dengan cara menyesuaikan *original schedule* dengan kondisi saat ini dan bertujuan untukantisipasi terjadinya penggeseran konsep pelaksanaan kontraktor, memperbaiki prestasi kontraktor yang kurang baik dan untuk melakukan analisis *delay*. *Rescheduling* ini dilakukan dengan menyatakan *overlapping*. Istilah lain dari *Overlapping* adalah *fast tracking*, maksudnya adalah meninjau lagi hubungan antara aktivitas-aktivitas pada proyek, apakah mungkin ada aktivitas yang bisa mulai lebih cepat dari yang sudah direncanakan. Jadi mengerjakan lebih dari satu aktivitas pekerjaan yang tidak berkaitan satu sama lain dalam satu waktu yang bersamaan, misalnya pekerjaan bata dikerjakan berbarengan dengan pekerjaan atap (Ervianto, 2002).

### 2.6.2 Analisa *What If* Pada Model CPM

Analisa "*What If*" merupakan sebuah studi yang bertujuan untuk memonitor proyek sehingga dapat menghindari keterlambatan pengerjaan proyek. Analisa "*what if*" dilakukan sebelum proyek dilaksanakan, dan dapat digunakan sebagai acuan bagi manajer proyek untuk dapat segera mengambil keputusan yang tepat dan efektif bila terjadi ketidaksesuaian jadwal aktual dengan jadwal rencana. Pada nyatanya proses pengambilan keputusan ini tak lepas dari

adanyanya faktor ketidak pastian dan keraguan. Seorang pengambil keputusan yang baik akan mempertimbangkan segala kemungkinan yang akan menyebabkan ketidaksesuaian terhadap apa yang telah direncanakan. Hasil analisa disajikan dalam bentuk grafik sensitivitas yang sangat komunikatif dan mudah digunakan, dimana grafik ini menunjukkan hubungan antara jenis aktivitas yang dipercepat dengan jumlah tambahan pekerja atau jumlah tambahan jam kerja per hari (Alifen, Setiawan dan Sunarto, 1999).

Proyek konstruksi yang bersifat fleksibel dan kompleks merupakan pekerjaan yang beresiko tinggi karena pengerjaannya di luar dan memiliki banyak faktor yang terlibat, sehingga analisa *What If* pada CPM dirasa perlu untuk diterapkan. Analisa *What If* pada model CPM menanyakan “Bagaimana bila terjadi keterlambatan pada salah satu aktivitas?”, dari sinilah akan terlihat peranan *float* pada aktivitas non kritis. Dikarenakan satu peristiwa terlambat, maka harus dilakukan percepatan aktivitas pengikut agar proyek selesai tepat waktu dengan meningkatkan produktivitas pekerja pada aktivitas yang bersangkutan. Kemungkinan percepatan aktivitas dapat dilakukan dengan cara menambah jumlah jam kerja dengan jumlah pekerja tetap, menambah jumlah pekerja pada jam kerja normal, dan terakhir dengan membuat kelompok pekerja baru yang bekerja di luar jam kerja.

Persamaan untuk menghitung penambahan jumlah pekerja menurut Alifen, Setiawan dan Sunarto (1999) ialah :

$$\Delta n = n' - n = \frac{\sum \text{manhour}}{d' \times H} - n \dots \dots \dots (2.3)$$

Persamaan untuk menghitung penambahan jam kerja menurut Alifen, Setiawan dan Sunarto (1999) ialah :

$$\Delta H = H' - H = \frac{\sum \text{manhour}}{d' \times n} - H \dots \dots \dots (2.4)$$

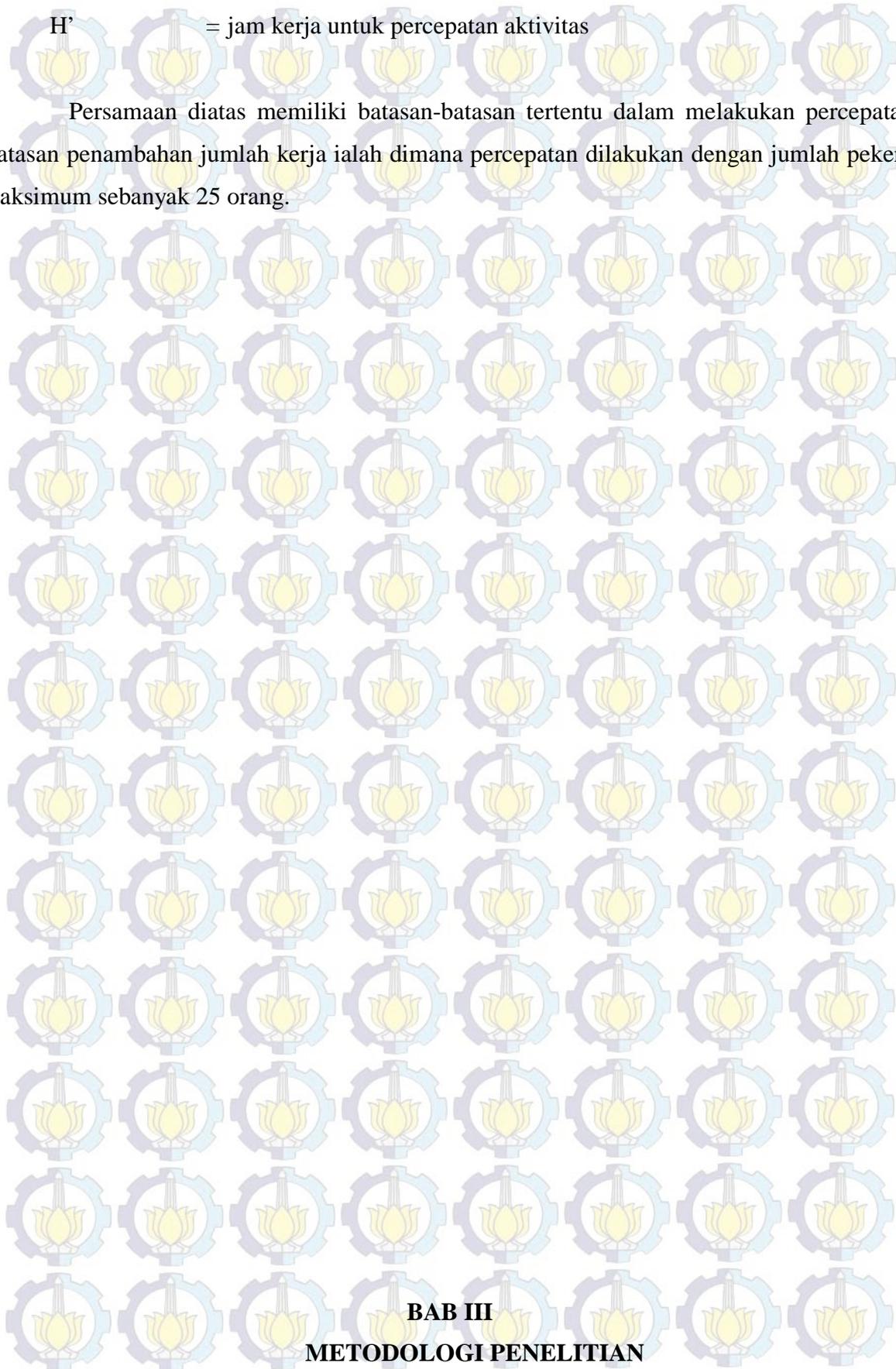
Dimana :

- $\Delta n$  = jumlah pekerja tambahan
- $n'$  = jumlah pekerja untuk percepatan aktivitas
- $n$  = jumlah pekerja rencana
- $\sum \text{manhour}$  = jumlah jam-orang untuk menyelesaikan aktivitas
- $d'$  = durasi percepatan
- $\Delta H$  = jam kerja normal (8 jam per hari)

H = jam kerja tambahan.

H' = jam kerja untuk percepatan aktivitas

Persamaan diatas memiliki batasan-batasan tertentu dalam melakukan percepatan. Batasan penambahan jumlah kerja ialah dimana percepatan dilakukan dengan jumlah pekerja maksimum sebanyak 25 orang.

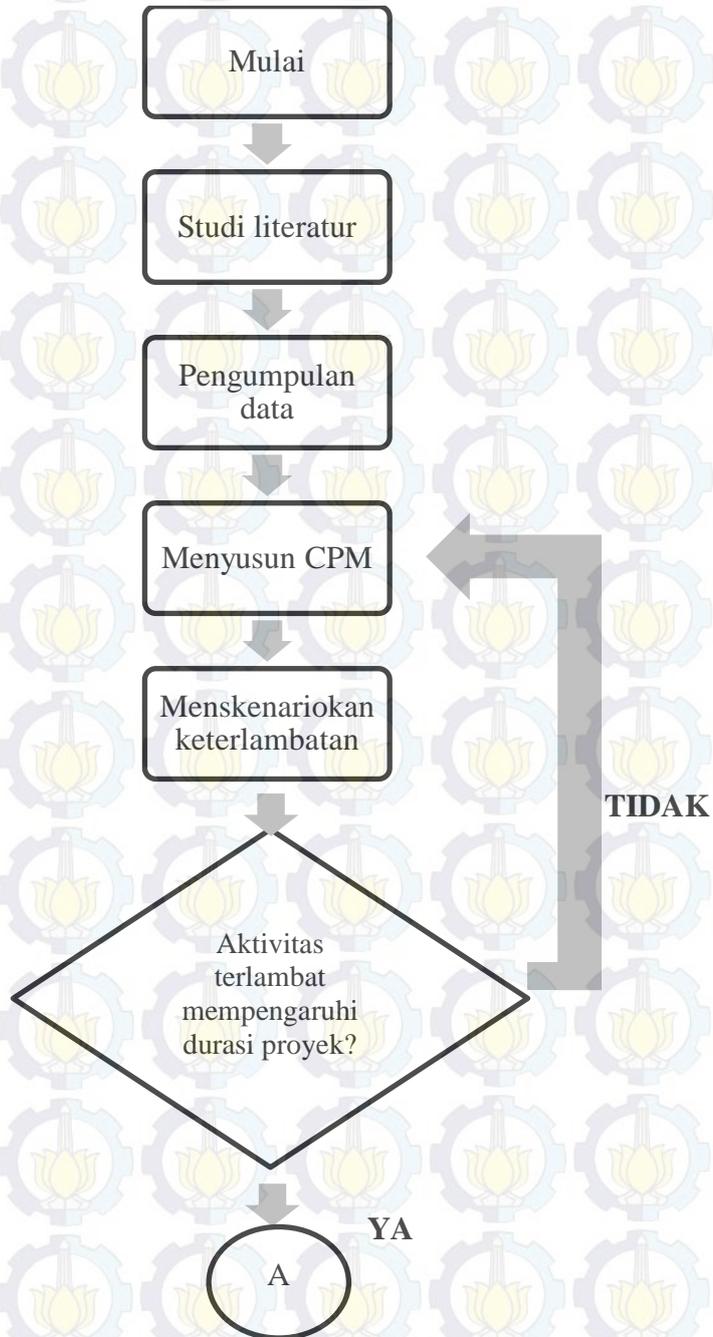


**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

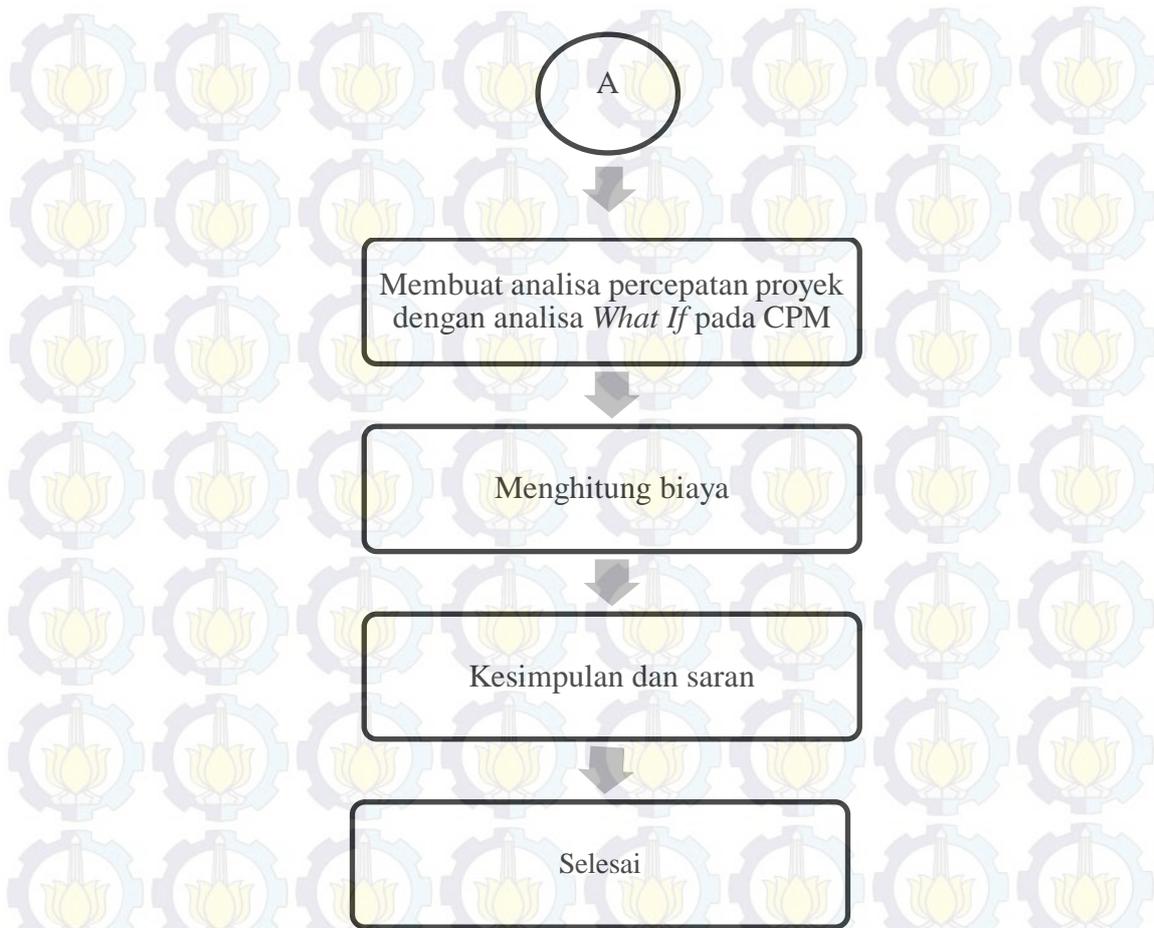
**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Diagram Alir Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dapat dijelaskan melalui diagram alir atau flowchart di bawah ini :



Gambar 3.1. Gambar diagram alir



Gambar 3.1. Gambar diagram alir (Lanjutan)

### 3.2 Prosedur Penelitian

#### 1. Studi literatur

Studi literatur berguna sebagai pendukung teori pada tugas akhir ini dan sebagai pengembangan wawasan dan analisa.

Adapun studi literatur yang diperlukan antara lain:

- a. Studi mengenai manajemen proyek.
- b. Studi mengenai instalasi *pipeline*
- c. Studi mengenai *network planning*, *network diagram*, *time schedule* pada proyek.
- d. Studi mengenai *Critical Path Methode (CPM)*.
- e. Studi mengenai analisa *What If* pada CPM

## 2. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan di PT. Sentra Prima Services. Data primer yang digunakan berupa data jenis kegiatan, jadwal kegiatan, durasi kegiatan dan biaya dalam menyelesaikan proyek instalasi pipa.

## 3. Menyusun Critical Path Method (CPM)

Pembuatan jadwal proyek menggunakan metode *Critical Path Method* sesuai dengan urutan ketergantungan proyek dimana semua aktivitas yang ada harus dihubungkan satu sama lainnya sesuai dengan logika ketergantungan yang biasa terjadi pada proyek konstruksi pipa. Lalu dari *Critical Path Methode* ini akan diketahui jalur kritis dan aktivitas kritis yang kemungkinan besar akan menyebabkan keterlambatan pada proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang.

## 4. Menskenariokan keterlambatan

Menyusun skenario keterlambatan dengan memasukkan unsur-unsur ketidakpastian yang dapat memperlambat jalannya proyek dengan memasukkan hal-hal apa saja yang dapat menyebabkan keterlambatan pada proyek dan bagaimana akibatnya terhadap waktu durasi proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang.

## 5. Mengetahui aktivitas yang terlambat

Dengan analisa sensitivitas maka akan diketahui aktivitas mana sajakah yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek. Namun, bila belum juhga diketahui aktivitas yang terlambat maka dilakukan penyusunan jadwal ulang menggunakan *Critical Path Methode* sampai menemukan aktivitas yang dapat membuat mundurnya waktu penyelesaian proyek.

## 6. Membuat analisa percepatan proyek dengan analisa What If pada CPM

Membuat analisa percepatan proyek menggunakan analisa *What If* pada CPM sehingga diketahui jumlah tenaga kerja dan jam kerja tambahan untuk mempercepat durasi proyek agar waktu penyelesaian proyek tidak terlambat.

## 7. Menghitung biaya

Menghitung biaya langsung dari proyek “Transmisi Gas Gresik – Semarang” setelah dipercepat dengan analisa *What If* pada CPM dan menghitung biaya jika terjadi keterlambatan. Biaya langsung yang dihitung ialah gaji tenaga kerja dan biaya sewa alat berat.

## 8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir penelitian dibutuhkan analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan. Dengan adanya kesimpulan dari penelitian maka dapat disusun saran-saran yang berguna sebagai peningkatan kinerja perusahaan dan sebagai referensi pada penelitian yang selanjutnya

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perencanaan Proyek

Dalam mengerjakan Proyek Transmisi Gas Gresik Semarang ini diberikan *deadline* lama pengerjaan proyek selama 6 bulan terhitung dari bulan Januari 2016 sampai dengan Juni 2016 untuk section 1. Maka dari itu dibutuhkan perencanaan matang yang akan dikomunikasikan kepada seluruh anggota penyelenggara proyek sehingga dapat mencapai tujuan bersama.

Hal pertama yang harus dilakukan ialah membuat perencanaan waktu dan biaya yang dibutuhkan tiap-tiap kegiatan dalam suatu proyek, lalu dilanjutkan dengan dibuatnya penjadwalan. Jadwal harus disusun dengan memperhatikan waktu dan logika ketergantungan antara kegiatan sehingga bisa dijadikan acuan dalam pengerjaan proyek. Dalam perencanaan waktu proyek, perkiraan waktu yang digunakan pada suatu kegiatan didapat dari pengalaman dari proyek-proyek sebelumnya.

##### 4.1.1 Data Perencanaan Waktu Proyek

Data pekerjaan-pekerjaan yang termasuk dalam pengerjaan proyek dan durasi waktunya ialah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Jadwal Proyek

No	Kegiatan	Durasi (hari)	Mulai	Selesai
1	Mobilisasi dan Survey	7	04/01/2016	10/01/2016
2	ROW Clearing	8	11/01/2016	18/01/2016
3	Load & Unload pipa	84	19/01/2016	11/04/2016
4	Load & unload joint&acc	14	12/04/2016	25/04/2016
5	Load & unload hot bend pipe	14	26/04/2016	02/05/2016

Tabel 4.1. Jadwal Proyek (Lanjutan)

No	Kegiatan	Durasi (hari)	Mulai	Selesai
6	Stringing	92	23/01/2016	23/04/2016
7	Line Up Welding	119	24/01/2016	21/05/2016
8	Tie In Welding	11	05/05/2016	15/05/2016
9	NDT	119	25/01/2016	22/05/2016
10	FJC	119	26/01/2016	23/05/2016
11	Holiday Test	119	27/01/2016	24/05/2016
12	Pit excavation	3	10/03/2016	12/03/2016
13	Rig installation	2	13/03/2016	14/03/2016
14	Pilot Pipe Drilling	3	15/03/2016	17/03/2016
15	Reaming	3	18/03/2016	20/03/2016
16	cleaning	3	21/03/2016	23/03/2016
17	Pipe Installation	20	24/03/2016	05/04/2016
18	Rig removal	3	06/04/2016	08/04/2016
19	pipe connection	2	09/04/2016	10/04/2016
20	pit backfill	2	11/04/2016	12/04/2016
21	Trenching	92	23/02/2016	24/05/2016
22	Lowering	82	24/03/2016	13/06/2016
23	Pit excavation1	3	13/04/2016	15/04/2016
24	Rig installation1	2	16/04/2016	17/04/2016
25	Pilot Pipe Drilling1	2	18/04/2016	19/04/2016
26	Reaming1	1	20/04/2016	20/04/2016
27	Cleaning1	1	21/04/2016	21/04/2016
28	Pipe Installation1	5	22/04/2016	26/04/2016
29	Rig removal1	1	27/04/2016	27/04/2016
30	pipe connection1	1	28/04/2016	28/04/2016
31	pit backfill1	2	29/04/2016	30/04/2016
32	Backfill	82	25/03/2016	14/06/2016
33	Pigging	3	15/06/2016	18/06/2016
34	Hydrotest	3	19/06/2016	21/06/2016
35	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	14	15/06/2016	28/06/2016
36	Re-instatement	9	21/06/2016	29/06/2016

Penjelasan setiap pekerjaan :

1. Mobilisasi dan survey = kegiatan memeriksa kondisi lingkungan dan mencari data-data yang dibutuhkan untuk menunjang proses pengerjaan proyek.
2. ROW Clearing = Pembersihan/sterilisasi daerah proyek dan sekitarnya. Seperti penebangan pohon, semak belukar dan tanaman yang berada di jalur proyek.
3. Load dan Unload pipa = proses pengangkutan pipa dari stockyard ke site
4. Load & unload joint&acc = proses pengangkutan sambungan pipa dan aksesoris pipa dari stockyard ke site
5. Load & unload hot bend hot bend pipe = proses pengangkutan pipa yang dibengkokan dengan pemberian perlakuan panas dari stockyard ke site
6. Stringing = Pensejajaran pipa di site
7. Line Up Welding = Pengelasan antara pipa satu dengan yang lain
8. Tie In Welding = Pengelasan 2 bagian pipa-pipa yang telah disambung pada line up welding. Tie in Welding bisa dilakukan sebelum ataupun sesudah lowering.
9. Non Destructive Test = Tes untuk menguji hasil las-lasan tanpa merusak pipa, contoh= Radiography Test, Xray, Visual test, dll.
10. Field Joint Coating = Pembungkusan antar sambungan pipa
11. Holiday Test = Pengujian hasil field joint coating dengan mengalirkan arus atau energi listrik pada pipa yg telah di coating.
12. Pit excavation = Penggalian lubang untuk tempat penempatan alat *thrust boring*
13. Rig installation= Penempatan dan penginstalan alat *thrust boring*
14. Pilot Pipe Drilling= Pembuatan lubang dalam tanah yang dilakukan dengan teknik desakan dan teknik pengeboran dimana pipa penuntun dibor ke dalam tanah sehingga mencapai lubang target.
15. Reaming= Proses pembesaran lubang dimana pengeboran diarahkan oleh pipa penuntun yang telah terpasang sesuai rencana lalu pipa penuntun akan dipotong dan dikeluarkan di lubang kerja lalu tanah akan dipotong oleh mata reamer dan akan terbuang sehingga tercipta lubang kerja.
16. Cleaning= Pembersihan lubang kerja
17. Pipe Installation = Pemasangan pipa *roadcrossing*
18. Rig removal= Pelepasan alat *thrust boring*
19. Pipe connection= Penyambungan pipa sebelumnya dengan pipa yang berada di bawah jalan (*road crossing pipe*)

20. Pit backfill = Penimbunan kembali tanah tempat peletakan alat *thrust boring*.
21. Trenching = Pengerukan tanah untuk tempat pipa diturunkan.
22. Lowering= Proses penurunan pipa ke dasar tanah.
23. Backfilling= proses penimbunan kembali tanah yang dikeruk.
24. Pigging = Aktifitas pembersihan bagian dalam pipa dari kotoran
25. Hydrotest = Pengujian dengan tekanan tertentu dengan menggunakan media air sebagai pengujinya untuk mengetahui kekuatan suatu material dan untuk mengetahui apakah terdapat kebocoran atau tidak
26. Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign= Pemasangan tanda/marka peringatan bahwa dijalan tersebut terdapat pipa gas sehingga masyarakat tidak boleh melakukan hal-hal yang dapat merusak atau mengganggu proses transport gas pada pipa.
27. Re-instatement = Pemulihan kembali daerah yang dikerjakan seperti penanaman pohon, perbaikan jalan yang dilewati pipa,dll.

Pekerjaan nomer 12 hingga nomer 18 ialah penjelasan dari pekerjaann pipa *road crossing* dimana disini digunakan metode *thrust boring*. *Thrust boring* ialah salah satu metode untuk memasang jalur pipa di bawah suatu utilitas seperti jalan raya, rel kereta api, bangunan , dan lain lain. Sehingga metode ini tidak akan mengganggu penggunaanya. Teknik ini merupakan gabungan dari pengeboran (*thrust*) , putaran, dan semprotan air. Pertama tama harus disiapkan alat nya pada sebuah *pit*, lalu pengeboran dimulai dengan menggunakan pipa pilot lalu potongan potongan tanah hasil pengeboran dikeluarkan dari lubang dengan aliran air dari stang bor. Untuk memperbesar diameter lubang menggunakan reamer bit. Setelah lubang diperbesar dan segala kotoran dibersihkan dari lubang, barulah casing dipasang dan terakhir pipa gas tdatap dipasang

#### 4.1.2 Data Perencanaan Biaya Proyek

Perusahaan telah merencanakan rancangan anggaran biaya proyek berdasarkan pengalaman dan harga pasar yang ada. Rancangan anggaran biaya nya ialah sebagai berikut:

Tabel 4.2. RAB proyek

No	Description	Remark	Volume a	Unit	Harga Satuan c	TOTAL d = a x c
<b>A</b>	<b>Preparation</b>					
1	Mobilization Equipment and Manpower		1,0	Lot	429.451.753	429.451.753
2	Demobilization Equipment and Manpower		1,0	Lot	429.451.753	429.451.753
3	Temporary Facilities		1,0	Lot	536.765.897	536.765.897
4	Project Management		1,0	Lot	1.671.717.650	1.671.717.650
5	Welder Test (Migas Certificates)		21,0	person	19.529.402	410.117.442
<b>B</b>	<b>Installation</b>					
1	<b>Swampy Area</b>					
1.1	Construction Survey		6.600	m	29.382	193.921.200
1.2	Stringing Include Pipe Transportation from Stock Yard to Stringing Area		6.600	m	140.602	927.973.200
1.3	Tranching, Lowering and Backfilling		6.600	m	638.685	4.215.321.000
1.4	Welding c/w tie-in		6.600	m	1.450.010	9.570.066.000
1.5	Holiday Test		6.600	m	120.350	794.310.000
1.6	Joint Coating		6.600	m	69.720	460.152.000
1.7	Re-instalement		6.600	m	57.602	380.173.200
2	<b>Dry Area (Sum of 1.2.1 to 1.2.12)</b>					
2.1	Construction Survey		3.300	m	24.402	80.526.600
2.2	ROW Clearing, Cut & Fill, and Grading		3.300	m	21.497	70.940.100
2.3	Access Road		3.300	m	29.299	96.686.700
2.4	Stringing Include Pipe Transportation from Stock Yard to Stringing Area		3.300	m	117.196	386.746.800
2.5	Tranching		3.300	m	302.701	998.913.300
2.6	Welding c/w tie-in, production test		3.300	m	1.207.899	3.986.066.700
2.7	Holiday Test		3.300	m	99.600	328.680.000
2.8	Joint Coating		3.300	m	57.602	190.086.600
2.10	Lowering		3.300	m	158.198	522.053.400
2.1	Backfilling		3.300	m	71.297	235.280.100
2.1	Re-instalement		3.300	m	47.850	157.903.350
3	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign			lot		
	Area Marker	Interval per 10 km	3	ea	1.074.103	3.222.309
	Marker Sign	Interval 1 km	10	ea	781.030	7.810.300
	Warning Sign	Road crossing, river crossing	24	ea	1.464.701	35.152.824
4	Road Crossing (Thrust Boring, Open Cut) Include Casing, venting and spacer & Accessories		36,00			
		CRJ-256-01 Open cut	24,00			160.000.000,00
		CRJ-262-01 Open cut	12,00			80.000.000
<b>C</b>	<b>Cathodic Protection</b> (Install Test Point, Cut Weld, Termination and Testing)		1	lot	277.360.602	277.360.602
<b>D</b>	<b>Testing (Cleaning &amp; Gauging)</b>		1	lot	439.411.794	439.411.794
<b>TOTAL</b>						<b>28.076.262.573</b>

## 4.2 Penyusunan Critical Path Method

Dari data perencanaan waktu diatas dapat disusun sebuah *Critical Path Method* yang menghubungkan antar kegiatan tersebut berdasarkan logika ketergantungan. Langkah pertama ialah menginventarisasi kegiatan, yaitu dengan melakukan pengkajian dan pengidentifikasian lingkup proyek. Kegiatan pada Proyek Transmisi Gas Gresik Semarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 . Daftar Kegiatan CPM

<b>ID Number</b>	<b>Nama kegiatan</b>	<b>Durasi</b>
A	Mobilitas dan survey	7
B	ROW Clearing	8
C	Load&Unload pipa	4
D	Load&Unload pipa1	48
E	Stringing	2
F	Pit excavation	3
G	Load & unload pipe2	32
H	Line Up Welding	1
I	Stringing1	30
J	Rig installation	2
K	Load & unload joint&acc	14
L	Line Up Welding1	100
M	NDT	1
N	Stringing2	60
O	Trenching	30
P	Pilot Pipe Drilling	3
Q	Load & unload hot bend pipe	14
R	Line Up Welding2	17
S	Tie In Welding	11
T	NDT	117
U	FJC	1
V	Trenching1	62

Tabel 4.3 . Daftar Kegiatan CPM

<b>ID</b>		
<b>Number</b>	<b>Nama kegiatan</b>	<b>Durasi</b>
W	Lowering	1
X	Reaming	3
Y	Line Up Welding3	5
Z	NDT1	1
A1	FJC1	117
B1	Holiday Test	1
C1	Lowering1	61
D1	Backfilling	60
E1	cleaning	3
F1	FJC2	1
G1	Holiday Test1	117
H1	Lowering2	20
I1	Backfilling1	21
J1	Pipe Installation	20
K1	Holiday Test2	1
L1	Cathodic Protection	40
M1	Rig removal	3
N1	pipe connection	2
O1	pit backfill	2
P1	Pit excavation1	3
Q1	Rig installation1	2
R1	Pilot Pipe Drilling1	2
S1	Reaming1	1
T1	cleaning1	1
U1	Pipe Installation1	5
V1	Rig removal1	1
W1	pipe connection1	1
X1	pit backfill1	2
Y1	Backfilling2	1
Z1	Pigging	3

Tabel 4.3 . Daftar Kegiatan CPM

<b>ID</b>		
<b>Number</b>	<b>Nama kegiatan</b>	<b>Durasi</b>
A2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7
B2	Hydrotest	3
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7
D2	Re-instatement	9

Setelah melakukan penginvestarisasikan kegiatan, langkah selanjutnya ialah menyusun ketergantungan antar kegiatan sehingga tersusun *Critical Path Method* yang sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya.

Urutan kegiatan yang sesuai dengan logika ketergantungan pada perencanaan proyek Transmisi Gas Gresik Semarang section 1 ialah sebagai berikut :

Tabel 4.4. Urutan Kegiatan CPM

ID	Nama kegiatan	durasi	pengikut
Number			
A	Mobilitas dn survey	7	B
B	ROW Clearing	8	C
C	Load&Unload pipa	4	E,D
D	STRINGING	2	A1, K1
E	Load&Unload pipa1	48	F,X
F	Pit excavation	3	G
G	Rig installation	2	H
H	Pilot Pipe Drilling	3	I
I	Reaming	3	J
J	cleaning	3	K
K	Pipe Installation	20	L
L	Rig removal	3	M
M	pipe connection	2	N
N	pit backfill	2	O
O	Pit excavation1	3	P
P	Rig installation1	2	Q
Q	Pilot Pipe Drilling1	2	R
R	Reaming1	1	S
S	cleaning1	1	T
T	Pipe Installation1	5	U
U	Rig removal1	1	V
V	pipe connection1	1	W
W	pit backfill1	2	P1

Tabel 4.4. Urutan Kegiatan CPM (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	durasi	pengikut
X	Load & unload pipe2	32	Y
Y	Load & unload jjoint&acc	14	Z
Z	Load & unload hot bend pipe	14	J1
A1	Line up welding	1	B1,H1
B1	NDT	5	C1,D1
C1	FJC	1	E1,F1
D1	NDT2	100	F1
E1	Holiday test	40	G1,O1
F1	FJC1	126	G1
G1	Holiday test1	88	Q1
H1	Line up welding1	104	I1,J1
I1	Tie in welding	11	J1
J1	Line up welding2	22	D1
K1	Stringing1	14	M1, L1
L1	Trenching	33	O1,N1
M1	Stringing2	60	J1
N1	Trenching1	60	Q1
O1	Lowering	2	P1,Q1
P1	Backfill	85	R1
Q1	Lowering1	88	P1
R1	Pigging	4	S1
S1	Hydrotest	4	T1
T1	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	U1,V1
U1	Aerial Marker, Warning Sign, Marker1 Sign	14	V1
V1	Re-instatement	14	

Pada *Critical Path Method* terdapat dua perhitungan yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Pada perhitungan maju didapatkan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF), pada perhitungan mundur didapatkan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF).

Dibawah ini ialah tabel waktu pada perhitungan maju *Critical Path Methode*

Tabel 4.5. Perhitungan Maju

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	ES	EF
A	Mobilitas dan survey	7	0	7
B	ROW Clearing	8	7	15
C	Load&Unload pipa	4	15	19
D	Load&Unload pipa1	48	19	67
E	Stringing	2	19	21
F	Pit excavation	3	67	70
G	Load & unload pipe2	32	67	99
H	Line Up Welding	1	21	22
I	Stringing1	30	21	51
J	Rig installation	2	70	72
K	Load & unload joint&acc	14	99	113
L	Line Up Welding1	100	22	122
M	NDT	1	22	23
N	Stringing2	60	51	111
O	Trenching	30	51	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	72	75
Q	Load & unload hot bend pipe	14	113	127
R	Line Up Welding2	17	122	139
S	Tie In Welding	11	122	133
T	NDT	117	23	140
U	FJC	1	23	24
V	Trenching1	62	81	143
W	Lowering	1	81	82
X	Reaming	3	75	78
Y	Line Up Welding3	5	127	139
Z	NDT1	1	140	141
A1	FJC1	117	24	141
B1	Holiday Test	1	24	25
C1	Lowering1	61	82	143
D1	Backfilling	60	82	142
E1	cleaning	3	78	81
F1	FJC2	1	141	142
G1	Holiday Test1	117	25	142

Tabel 4.5. Perhitungan Maju (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	ES	EF
H1	Lowering2	20	143	163
I1	Backfilling1	21	142	163
J1	Pipe Installation	20	81	101
K1	Holiday Test2	1	142	143
L1	Cathodic Protection	40	81	121
M1	Rig removal	3	101	104
N1	pipe connection	2	104	106
O1	pit backfill	2	106	108
P1	Pit excavation1	3	108	111
Q1	Rig installation1	2	111	113
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	113	115
S1	Reaming1	1	115	116
T1	cleaning1	1	116	117
U1	Pipe Installation1	5	117	122
V1	Rig removal1	1	122	123
W1	pipe connection1	1	123	124
X1	pit backfill1	2	124	126
Y1	Backfilling2	1	163	164
Z1	Pigging	3	164	167
A2	Hydrotest	3	167	170
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	164	171
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	171	178
D2	Re-instatement	9	171	180

Dibawah ini ialah tabel waktu pada perhitungan mundur *Critical Path Methode*

Tabel 4.6. Perhitungan Mundur

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	LS	LF
A	Mobilitas dan survey	7	0	7
B	ROW Clearing	8	7	15
C	Load&Unload pipa	4	15	19
D	Load&Unload pipa1	48	27	75
E	Stringing	2	19	21
F	Pit excavation	3	75	107
G	Load & unload pipe2	32	75	107
H	Line Up Welding	1	21	22
I	Stringing1	30	21	51

Tabel 4.6. Perhitungan Mundur (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	LS	LF
J	Rig installation	2	107	109
K	Load & unload joint&acc	14	107	121
L	Line Up Welding1	100	22	122
M	NDT	1	22	23
N	Stringing2	60	51	122
O	Trenching	30	51	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	109	112
Q	Load & unload hot bend pipe	14	121	135
R	Line Up Welding2	17	123	140
S	Tie In Welding	11	122	140
T	NDT	117	23	140
U	FJC	1	23	24
V	Trenching1	62	81	143
W	Lowering	1	81	82
X	Reaming	3	112	115
Y	Line Up Welding3	5	135	140
Z	NDT1	1	140	141
A1	FJC1	117	24	141
B1	Holiday Test	1	24	25
C1	Lowering1	61	82	143
D1	Backfilling	60	82	142
E1	cleaning	3	115	118
F1	FJC2	1	141	142
G1	Holiday Test1	117	25	142
H1	Lowering2	20	143	163
I1	Backfilling1	21	142	163
J1	Pipe Installation	20	81	101
K1	Holiday Test2	1	142	143
L1	Cathodic Protection	40	81	142
M1	Rig removal	3	138	141
N1	pipe connection	2	141	143
O1	pit backfill	2	143	145
P1	Pit excavation1	3	145	148
Q1	Rig installation1	2	148	150
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	150	152
S1	Reaming1	1	152	153
T1	cleaning1	1	153	154
U1	Pipe Installation1	5	154	159
V1	Rig removal1	1	159	160
W1	pipe connection1	1	160	161
X1	pit backfill1	2	161	163

Tabel 4.6. Perhitungan Mundur (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	LS	LF
Y1	Backfilling2	1	163	164
Z1	Pigging	3	165	168
A2	Hydrotest	3	168	171
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	164	171
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	173	180
D2	Re-instatement	9	171	180

Selanjutnya dari perhitungan diatas dapat diketahui *Earliest Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET) dari *Critical Path Method*.

Hasil perhitungan EET dan LET *Critical Path Method* sebagai berikut:

Tabel 4.7. EET dan LET CPM

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET	LET
A	Mobilitas dan survey	7	B	7	7
B	ROW Clearing	8	C	15	15
C	Load&Unload pipa	4	E,D	19	19
D	Load&Unload pipa1	48	F,G	67	75
E	Stringing	2	H,I	21	21
F	Pit excavation	3	J	70	107
G	Load & unload pipe2	32	K	99	107
H	Line Up Welding	1	L,M	22	22
I	Stringing1	30	N,O	51	51
J	Rig installation	2	P	72	109
K	Load & unload joint&acc	14	Q	113	121
L	Line Up Welding1	100	R,S	122	122
M	NDT	1	T,U	23	23
N	Stringing2	60	R,S	111	122
O	Trenching	30	V,W,L1	81	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	X	75	112
Q	Load & unload hot bend pipe	14	Y	127	135
R	Line Up Welding2	17	Z	139	140
S	Tie In Welding	11	Z	133	140
T	NDT	117	Z	140	140
U	FJC	1	A1,B1	24	24
V	Trenching1	62	H1	143	143
W	Lowering	1	C1,D1	82	82

Tabel 4.7. EET dan LET CPM (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET	LET
X	Reaming	3	E1	78	115
Y	Line Up Welding3	5	Z	139	140
Z	NDT1	1	F1	141	141
A1	FJC1	117	Z	141	141
B1	Holiday Test	1	G1	25	25
C1	Lowering1	61	H1	143	143
D1	Backfilling	60	I1	142	142
E1	cleaning	3	J1	81	118
F1	FJC2	1	K1	142	142
G1	Holiday Test1	117	K1	142	142
H1	Lowering2	20	X1	163	163
I1	Backfilling1	21	X1	163	163
J1	Pipe Installation	20	L1	101	138
K1	Holiday Test2	1	H1	143	143
L1	Cathodic Protection	40	X1	121	142
M1	Rig removal	3	N1	104	141
N1	pipe connection	2	O1	106	143
O1	pit backfill	2	P1	108	145
P1	Pit excavation1	3	Q1	111	148
Q1	Rig installation1	2	R1	113	150
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	S1	115	152
S1	Reaming1	1	T1	116	153
T1	cleaning1	1	U1	117	154
U1	Pipe Installation1	5	V1	122	159
V1	Rig removal1	1	W1	123	160
W1	pipe connection1	1	X1	124	161
X1	pit backfill1	2	Y1	126	163
Y1	Backfilling2	1	Z1,B2	164	164
Z1	Pigging	3	A2	167	168
A2	Hydrotest	3	C2,D2	170	171
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	C2,D2	171	171
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	-	178	180
D2	Re-instatement	9	-	180	180

Dari perhitungan diatas maka dapat dibuat *Critical Path Method* seperti pada lampiran

A. Terlihat bahwa dari *Critical Path Method* terdapat beberapa jalur, yaitu:

1. Jalur 1

Jalur 1 terdiri dari kegiatan A-B-C-D-F-J-P-X-E1-J1-M1-N1-O1-P1-Q1-R1-S1-T1-U1-V1-W1-X1-Y1-Z1-A2-C2

2. Jalur 2

Jalur 2 terdiri dari kegiatan A-B-C-D-F-J-P-X-E1-J1-M1-N1-O1-P1-Q1-R1-S1-T1-U1-V1-W1-X1-Y1-B2-C2

3. Jalur 3

Jalur 3 terdiri dari kegiatan A-B-C-D-F-J-P-X-E1-J1-M1-N1-O1-P1-Q1-R1-S1-T1-U1-V1-W1-X1-Y1-B2-D2

4. Jalur 4

Jalur 4 terdiri dari kegiatan A-B-C-D-G-K-Q-Y-Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

5. Jalur 5

Jalur 5 terdiri dari kegiatan A-B-C-D-G-K-Q-Y-Z-F1-K1-H1-Y1- B2-C2

6. Jalur 6

Jalur 6 terdiri dari kegiatan A-B-C-D-G-K-Q-Y-Z-F1-K1-H1-Y1- B2-D2

7. Jalur 7

Jalur 7 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-R- Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

8. Jalur 8

Jalur 8 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-R- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-C2

9. Jalur 9

Jalur 9 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-R- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-D2

10. Jalur 10

Jalur 10 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-S- Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

11. Jalur 11

Jalur 11 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-S- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-C2

12. Jalur 12

Jalur 12 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-L-S- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-D2

13. Jalur 13

Jalur 13 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T- Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

14. Jalur 14

Jalur 14 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-C2

15. Jalur 15

Jalur 15 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-D2

16. Jalur 16

Jalur 16 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

17. Jalur 17

Jalur 17 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1- B2-C2

18. Jalur 18

Jalur 18 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1- B2-D2

19. Jalur 19

Jalur 19 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

20. Jalur 20

Jalur 20 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1- B2-C2

21. Jalur 21

Jalur 21 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1- B2-D2

22. Jalur 22

Jalur 22 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-R- Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

23. Jalur 23

Jalur 23 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-R- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-C2

24. Jalur 24

Jalur 24 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-R- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-D2

25. Jalur 25

Jalur 25 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-S- Z-F1-K1-H1-Y1-Z1-A2-C2

26. Jalur 26

Jalur 26 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-S- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-C2

27. Jalur 27

Jalur 27 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-N-S- Z-F1-K1-H1-Y1- B2-D2

28. Jalur 28

Jalur 28 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1-Z1-A2-C2

29. Jalur 29

Jalur 29 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1- B2-C2

30. Jalur 30

Jalur 30 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1- B2-D2

31. Jalur 31

Jalur 31 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1-Z1-A2-C2

32. Jalur 32

Jalur 32 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1- B2-C2

33. Jalur 33

Jalur 33 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1- B2-D2

34. Jalur 34

Jalur 34 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1- Y1-Z1-A2-C2

35. Jalur 35

Jalur 35 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1- Y1- B2-C2

36. Jalur 36

Jalur 36 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1- Y1- B2-D2

37. Jalur 37

Jalur 37 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-L1 Y1-Z1-A2-C2

38. Jalur 38

Jalur 38 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-L1- Y1- B2-C2

39. Jalur 39

Jalur 39 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-L1- Y1- B2-D2

Jalur kritis ialah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan pada proyek yang jika salah satu kegiatan terlambat akan mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kegiatan yang berada di jalur ini disebut kegiatan kritis. Kegiatan pada jalur kritis tidak memiliki *float*. Dibawah ini ialah tabel *float* untuk masing-masing kegiatan

Tabel 4.8. Float

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET	LET	Float
A	Mobilitas dan survey	7	B	7	7	0
B	ROW Clearing	8	C	15	15	0
C	Load&Unload pipa	4	E,D	19	19	0
D	Load&Unload pipa1	48	F,G	67	75	8
E	Stringing	2	H,I	21	21	0
F	Pit excavation	3	J	70	107	37
G	Load & unload pipe2	32	K	99	107	8
H	Line Up Welding	1	L,M	22	22	0
I	Stringing1	30	N,O	51	51	0
J	Rig installation	2	P	72	109	37

Tabel 4.8. Float (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET	LET	Float
P	Pilot Pipe Drilling	3	X	75	112	37
Q	Load & unload hot bend pipe	14	Y	127	135	8
R	Line Up Welding2	17	Z	139	140	1
S	Tie In Welding	11	Z	133	140	7
T	NDT	117	Z	140	140	0
U	FJC	1	A1,B1	24	24	0
V	Trenching1	62	H1	143	143	0
W	Lowering	1	C1,D1	82	82	0
X	Reaming	3	E1	78	115	37
Y	Line Up Welding3	5	Z	139	140	1
Z	NDT1	1	F1	141	141	0
A1	FJC1	117	Z	141	141	0
B1	Holiday Test	1	G1	25	25	0
C1	Lowering1	61	H1	143	143	0
D1	Backfilling	60	I1	142	142	0
E1	cleaning	3	J1	81	118	37
F1	FJC2	1	K1	142	142	0
G1	Holiday Test1	117	K1	142	142	0
H1	Lowering2	20	X1	163	163	0
I1	Backfilling1	21	X1	163	163	0
J1	Pipe Installation	20	L1	101	138	37
K1	Holiday Test2	1	H1	143	143	0
L1	Cathodic Protection	40	X1	121	142	21
M1	Rig removal	3	N1	104	141	37
N1	pipe connection	2	O1	106	143	37
O1	pit backfill	2	P1	108	145	37
P1	Pit excavation1	3	Q1	111	148	37
Q1	Rig installation1	2	R1	113	150	37
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	S1	115	152	37
S1	Reaming1	1	T1	116	153	37
T1	cleaning1	1	U1	117	154	37
U1	Pipe Installation1	5	V1	122	159	37
V1	Rig removal1	1	W1	123	160	37
W1	pipe connection1	1	X1	124	161	37
X1	pit backfill1	2	Y1	126	163	37
Y1	Backfilling2	1	Z1,B2	164	164	0
Z1	Pigging	3	A2	167	168	1
A2	Hydrotest	3	C2,D2	170	171	1
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	C2,D2	171	171	0
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	-	178	180	2
D2	Re-instatement	9	-	180	180	0

Dari perhitungan diatas terlihat ada beberapa jalur yang tidak memiliki *float* yaitu:

1. Jalur 15

Jalur 15 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2

2. Jalur 18

Jalur 18 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-A1-F1-K1-H1-Y1-B2-D2

3. Jalur 21

Jalur 21 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-U-B1-G1-K1-H1-Y1-B2-D2

4. Jalur 30

Jalur 30 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-V-H1-Y1-B2-D2

5. Jalur 33

Jalur 33 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-C1-H1-Y1-B2-D2

6. Jalur 36

Jalur 36 terdiri dari kegiatan A-B-C-E-I-O-W-D1-I1-Y1- B2-D2

Namun dari 6 jalur yang tidak memiliki *float* tersebut ada 1 jalur yang memiliki lintasan terpanjang yaitu Jalur 15 yang terdiri dari kegiatan A-B-C-E-H-M-T-Z-F1-K1-H1-Y1-B2-D2.

### 4.3 Skenario Keterlambatan

Dalam suatu proyek tidak menutup kemungkinan jika akan terjadi keterlambatan dikarenakan beberapa faktor baik teknis maupun non-teknis. Pada penelitian ini, penulis mencoba untuk memperkirakan keterlambatan apa yang akan terjadi pada proyek transmisi gas gresik – semarang dan melihat apakah keterlambatan tersebut akan mempengaruhi durasi total dari proyek.

Di penelitian ini akan menskenariokan 3 penyebab keterlambatan yang sering terjadi di lapangan, yaitu:

1. Keterlambatan load dan unloading pipa selama 7 hari
2. Keterlambatan line up welding selama 7 hari dikarenakan mesin las yang rusak
3. Keterlambatan trenching selama 5 hari dikarenakan ekskafator yang rusak

#### 4.3.1. Keterlambatan pengiriman pipa selama 7 hari

Pada skenario pertama, diasumsikan bahwa kegiatan D yaitu load dan unloading pipa terlambat selama 7 hari, dari durasi awal 48 hari menjadi 55 hari. Maka dari itu Earliest Event Time tiap kegiatan menjadi:

Tabel 4.9. Skenario 1

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET
A	Mobilitas dan survey	7	B	7
B	ROW Clearing	8	C	15
C	Load&Unload pipa	4	E,D	19
D	Load&Unload pipa1	55	F,G	74
E	Stringing	2	H,I	21
F	Pit excavation	3	J	77
G	Load & unload pipe2	32	K	106
H	Line Up Welding	1	L,M	22
I	Stringing1	30	N,O	51
J	Rig installation	2	P	79
K	Load & unload joint&acc	14	Q	120
L	Line Up Welding1	100	R,S	122
M	NDT	1	T,U	23
N	Stringing2	60	R,S	111
O	Trenching	30	V,W,L1	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	X	82
Q	Load & unload hot bend pipe	14	Y	134
R	Line Up Welding2	17	Z	139
S	Tie In Welding	11	Z	133
T	NDT	117	Z	140
U	FJC	1	A1,B1	24
V	Trenching1	62	H1	143
W	Lowering	1	C1,D1	82
X	Reaming	3	E1	85
Y	Line Up Welding3	5	Z	139
Z	NDT1	1	F1	141
A1	FJC1	117	Z	141
B1	Holiday Test	1	G1	25
C1	Lowering1	61	H1	143
D1	Backfilling	60	I1	142
E1	cleaning	3	J1	88
F1	FJC2	1	K1	142
G1	Holiday Test1	117	K1	142
H1	Lowering2	20	X1	163
I1	Backfilling1	21	X1	163
J1	Pipe Installation	20	L1	108
K1	Holiday Test2	1	H1	143
L1	Cathodic Protection	40	X1	121
M1	Rig removal	3	N1	111
N1	pipe connection	2	O1	113
O1	pit backfill	2	P1	115
P1	Pit excavation1	3	Q1	118

Tabel 4.9. Skenario 1 (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET
Q1	Rig installation1	2	R1	120
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	S1	122
S1	Reaming1	1	T1	123
T1	cleaning1	1	U1	124
U1	Pipe Installation1	5	V1	129
V1	Rig removal1	1	W1	130
W1	pipe connection1	1	X1	131
X1	pit backfill1	2	Y1	133
Y1	Backfilling2	1	Z1,B2	164
Z1	Pigging	3	A2	167
A2	Hydrotest	3	C2,D2	170
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	C2,D2	171
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	-	178
D2	Re-instatement	9	-	180

Terlihat dari tabel diatas dan gambar Critical Path Method pada Lampiran B kegiatan F, G,J ,K, P, Q, X, E1, J1, M1, N1, O1, P1, Q1, R1, S1, T1, U1, V1, W1, dan X1 akan mengalami keterlambatan selama 7 hari namun ternyata keterlamabatan loading dan unloading pipa selama 7 hari tidak menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Maka dari itu, dapat dikatakan bahwa keterlmbatan pengiriman pipa selama 7 hari tidak sensitiv atau memiliki sensitivitas sebesar 0%.

$$\text{Sensitivitas} = \frac{180-180}{180} \times 100\% = 0 \%$$

#### 4.3.2. Keterlambatan line up welding selama 7 hari

Pada skenario kedua, diasumsikan bahwa kegiatan L yaitu load dan Unload pipa terlambat selama 7 hari, dari durasi awal 100 hari menjadi 107 hari. Maka dari itu Earliest Event Time tiap kegiatan menjadi:

Tabel 4.10. Skenario 2

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET
A	Mobilitas dan survey	7	B	7
B	ROW Clearing	8	C	15
C	Load&Unload pipa	4	E,D	19
D	Load&Unload pipa1	48	F,G	67
E	Stringing	2	H,I	21
F	Pit excavation	3	J	70
G	Load & unload pipe2	32	K	99
H	Line Up Welding	1	L,M	22
I	Stringing1	30	N,O	51
J	Rig installation	2	P	72
K	Load & unload joint&acc	14	Q	113
L	Line Up Welding1	107	R,S	129
M	NDT	1	T,U	23
N	Stringing2	60	R,S	111
O	Trenching	30	V,W,L1	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	X	75
Q	Load & unload hot bend pipe	14	Y	127
R	Line Up Welding2	17	Z	146
S	Tie In Welding	11	Z	140
T	NDT	117	Z	140
U	FJC	1	A1,B1	24
V	Trenching1	62	H1	143
W	Lowering	1	C1,D1	82
X	Reaming	3	E1	78
Y	Line Up Welding3	5	Z	139
Z	NDT1	1	F1	147
A1	FJC1	117	Z	141
B1	Holiday Test	1	G1	25
C1	Lowering1	61	H1	143
D1	Backfilling	60	I1	142
E1	cleaning	3	J1	81
F1	FJC2	1	K1	148
G1	Holiday Test1	117	K1	142
H1	Lowering2	20	X1	169
I1	Backfilling1	21	X1	163
J1	Pipe Installation	20	L1	101
K1	Holiday Test2	1	H1	149
L1	Cathodic Protection	40	X1	121
M1	Rig removal	3	N1	104
N1	pipe connection	2	O1	106
O1	pit backfill	2	P1	108
P1	Pit excavation1	3	Q1	111

Tabel 4.10. Skenario 2 (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET
Q1	Rig installation1	2	R1	113
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	S1	115
S1	Reaming1	1	T1	116
T1	cleaning1	1	U1	117
U1	Pipe Installation1	5	V1	122
V1	Rig removal1	1	W1	123
W1	pipe connection1	1	X1	124
X1	pit backfill1	2	Y1	126
Y1	Backfilling2	1	Z1,B2	170
Z1	Pigging	3	A2	173
A2	Hydrotest	3	C2,D2	176
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	C2,D2	177
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	-	184
D2	Re-instatement	9	-	186

Terlihat dari tabel diatas dan gambar *Critical Path Method* pada Lampiran C kegiatan R mengalami keterlambatan selama 7 hari dan kegiatan S, Z, P1, K1, H1, Y1, Z1, A2, B2, C2, dan D2 mengalamani keterlambatan selama 6 hari karena terpengaruh dari keterlambatan line up welding. Maka dari itu bisa ditarik kesimpulan bahwa keterlambatan line up welding selama 7 hari membuat durasi total proyek terlambat selama 6 hari sehingga keterlambatan line up welding ini memiliki sensitivitas keterlambatan sebesar 3,33% berdasarkan perhitungan dibawah ini:

$$\text{Sensitivitas} = \frac{186-180}{180} \times 100\% = 3.33 \%$$

#### 4.3.3. Keterlambatan trenching selama 7 hari

Pada skenario ketiga, diasumsikan bahwa kegiatan V yaitu trenching terlambat selama 7 hari, dari durasi awal 62 hari menjadi 69 hari. Maka dari itu Earliest Event Time tiap kegiatan menjadi:

Tabel 4.11. Skenario 3

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET
A	Mobilitas dan survey	7	B	7
B	ROW Clearing	8	C	15
C	Load&Unload pipa	4	E,D	19
D	Load&Unload pipa1	48	F,G	67
E	Stringing	2	H,I	21
F	Pit excavation	3	J	70
G	Load & unload pipe2	32	K	99
H	Line Up Welding	1	L,M	22
I	Stringing1	30	N,O	51
J	Rig installation	2	P	72
K	Load & unload joint&acc	14	Q	113
L	Line Up Welding1	100	R,S	122
M	NDT	1	T,U	23
N	Stringing2	60	R,S	111
O	Trenching	30	V,W,L1	81
P	Pilot Pipe Drilling	3	X	75
Q	Load & unload hot bend pipe	14	Y	127
R	Line Up Welding2	17	Z	139
S	Tie In Welding	11	Z	133
T	NDT	117	Z	140
U	FJC	1	A1,B1	24
V	Trenching1	69	H1	150
W	Lowering	1	C1,D1	82
X	Reaming	3	E1	78
Y	Line Up Welding3	5	Z	139
Z	NDT1	1	F1	141
A1	FJC1	117	Z	141
B1	Holiday Test	1	G1	25
C1	Lowering1	61	H1	143
D1	Backfilling	60	I1	142
E1	cleaning	3	J1	81
F1	FJC2	1	K1	142
G1	Holiday Test1	117	K1	142
H1	Lowering2	20	X1	170
I1	Backfilling1	21	X1	163
J1	Pipe Installation	20	L1	101
K1	Holiday Test2	1	H1	143
L1	Cathodic Protection	40	X1	121
M1	Rig removal	3	N1	104
N1	pipe connection	2	O1	106
O1	pit backfill	2	P1	108
P1	Pit excavation1	3	Q1	111

Tabel 4.11. Skenario 3 (Lanjutan)

ID Number	Nama kegiatan	Durasi	Pengikut	EET
Q1	Rig installation1	2	R1	113
R1	Pilot Pipe Drilling1	2	S1	115
S1	Reaming1	1	T1	116
T1	cleaning1	1	U1	117
U1	Pipe Installation1	5	V1	122
V1	Rig removal1	1	W1	123
W1	pipe connection1	1	X1	124
X1	pit backfill1	2	Y1	126
Y1	Backfilling2	1	Z1,B2	171
Z1	Pigging	3	A2	174
A2	Hydrotest	3	C2,D2	177
B2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	C2,D2	178
C2	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	-	185
D2	Re-instatement	9	-	187

Terlihat dari tabel diatas dan gambar *Critical Path Method* pada Lampiran D, kegiatan V, H1, Y1, Z1, A2, B2, C2, dan D2 mengalami keterlambatan selama 7 hari karena terpengaruh dari keterlambatan *trenching*. Maka dari itu bisa ditarik kesimpulan bahwa keterlambatan *trenching* selama 7 hari membuat durasi total proyek terlambat selama 7 hari sehingga keterlambatan *trenching* ini memiliki sensitivitas keterlambatan sebesar 3,89% berdasarkan perhitungan dibawah ini:

$$\text{Sensitivitas} = \frac{187-180}{180} \times 100\% = 3.89 \%$$

Dari ketiga skenario diatas, keterlambatan *trenching* selama 7 hari lah yang memiliki pengaruh paling besar terhadap jalannya proyek pipa transmisi gas gresik - semarang ini.

#### 4.4 Analisa What If Pada Critical Path Method

Analisa *What If* Pada *Critical Path Method* menanyakan “Bagaimana nila terjadi keterlambatan pada salah satu aktivitas proyek?”. Berdasarkan skenario keterlambatan terdapat dua kegiatan yang mengalami keterlambatan yaitu *line up welding* (kegiatan L) dan *trenching* (kegiatan V) yang keduanya mengalami keterlambatan selama 7 hari. Pada analisa *What If* Pada *Critical Path Method* ini memiliki ketentuan dimana Percepatan durasi yang

dilakukan pada suatu aktivitas hanya mungkin untuk dilakukan maksimum sebesar 50% durasi semula aktivitas tersebut dan durasi percepatan harus lebih kecil dari durasi yang telah direncanakan agar hasil dari percepatan tersebut optimal.

Langkah-langkah perhitungannya ialah sebagai berikut :

- 1) Memasukkan data aktivitas dari model CPM yang meliputi jenis aktivitas, durasi, tenggang waktu, jumlah pekerja rencana pada tiap aktivitas, jam kerja per hari, volume pekerjaan yang dinyatakan dalam satuan jam-orang, urutan dan ketergantungan ketergantungan antar aktivitas yang dinyatakan sebagai *successor*.
- 2) Mengidentifikasi aktivitas pengikut yang akan dipercepat agar total durasi proyek tetap sesuai dengan jadwal.
- 3) Mempercepat pada salah satu aktivitas pengikut dan memeriksa kemungkinan aktivitas pengikut dapat dilakukan percepatan, dengan batasan:
  - a) Durasi percepatan lebih besar dari pada nilai float aktivitas pengikut.
  - b) Durasi percepatan aktivitas pengikut tidak lebih durasi rencananya.
- 4) Melakukan percepatan pada aktivitas pengikut yang memenuhi batasan di atas, dengan memakai persamaan 3 dan 4 pada bab 2.6.2

Contoh hasil perhitungan Analisa *What If* Pada *Critical Path Method* pada tabel 4-12 saat *line up welding* (kegiatan L) terlambat 7 hari ialah sebagai berikut:

-Perhitungan untuk Aktivitas R yang memiliki :

$$\text{Durasi}/d_s = 17 \text{ hari}$$

$$\text{Float} = 1$$

$$n/\text{jumlah pekerja normal} = 10 \text{ orang}$$

$$\sum \text{manhour} = n \times H \times d_s = 1360$$

$$H/\text{jam kerja normal} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Durasi percepatan}/d'_s = d_s + \text{float} - \text{delay} = 11 \text{ hari}$$

$$\text{Syarat perhitungan} = d'_s < d_s \Rightarrow \text{ya (memenuhi syarat)}$$

$$1/2 d_s \geq \text{delay} \Rightarrow \text{ya (memenuhi syarat)}$$

Berdasarkan rumus 2.3 dan 2.4 maka:

$$\text{a) Pekerja tambahan} =$$

$$\Delta n = \frac{\sum \text{manhour}}{d'_s \times H} - n = 5,45 \Leftrightarrow 6 \text{ orang}$$

$$\text{b) Waktu tambahan} =$$

$$\Delta H = \frac{\sum \text{manhour}}{d'_s \times n} - H = 4,36 \Leftrightarrow 5 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan kegiatan lainnya cara perhitungannya sama seperti langkah diatas

Tabel 4.12. Tabel perhitungan saat kegiatan L terlambat

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aktivitas pengikut	Durasi/ ds (hari)	$\Sigma$ man hour	Float (hari )	Delay (hari)	d's (ha ri)	d's<ds	1/2 ds > delay	n (orang)	H (jam)	$\Delta n$ (orang )	$\Delta H$ (jam)
R	17	1360	1	7	11	yes	yes	10	8	5,45	4,36
S	11	440	7	7	11	no	no	5	8	-	-
Z	1	40	0	7	-6	yes	no	5	8	-	-
F1	1	40	0	7	-6	yes	no	5	8	-	-
K1	1	40	0	7	-6	yes	no	5	8	-	-
H1	20	800	0	7	13	yes	yes	5	8	2,69	4,31
Y1	1	40	0	7	-6	yes	no	5	8	-	-
Z1	3	120	1	7	-3	yes	no	5	8	-	-
A2	3	120	1	7	-3	yes	no	5	8	-	-
B2	7	280	0	7	0	yes	no	5	8	-	-
C2	7	280	2	7	2	yes	no	5	8	-	-
D2	9	360	0,000	7	2	yes	no	5	8	-	-

Dari hasil perhitungan tabel 4-12 didapatkan bahwa terdapat dua aktivitas yang dapat dipercepat yaitu aktivitas R dan H1. Aktivitas R dapat dipercepat dengan menambahkan 6 orang pekerja dengan 5 jam kerja tambahan dan aktivitas H1 dapat dipercepat dengan menambahkan 3 orang pekerja tambahan dengan 5 jam kerja tambahan. Aktivitas lainnya tidak dapat dipercepat karena tidak memenuhi syarat sehingga tidak akan optimal jika dipercepat.

Hasil perhitungan Analisa *What If* Pada *Critical Path Method* pada tabel 4-13 saat *trenching* (kegiatan V) terlambat 7 hari ialah sebagai berikut:

-Perhitungan untuk Aktivitas H1 yang memiliki :

$$\text{Durasi/ds} = 20 \text{ hari}$$

$$\text{Float} = 0$$

$$n/\text{jumlah pekerja normal} = 5 \text{ orang}$$

$$\Sigma \text{manhour} = n \times H \times ds = 800$$

$$H/\text{jam kerja normal} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Durasi percepatan/d's} = ds + \text{float} - \text{delay} = 13 \text{ hari}$$

$$\text{Syarat perhitungan} = d's < ds \Rightarrow \text{ya}$$

$$1/2 ds \geq \text{delay} \Rightarrow \text{ya}$$

Berdasarkan rumus 2.3 dan 2.4 maka:

a) Pekerja tambahan =

$$\Delta n = \frac{\sum \text{manhour}}{d's \times H} - n = 2,69 \Leftrightarrow 3 \text{ orang}$$

b) Waktu tambahan =

$$\Delta H = \frac{\sum \text{manhour}}{d's \times n} - H = 4,31 \Leftrightarrow 5 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan kegiatan lainnya cara perhitungannya sama seperti langkah diatas

Tabel 4.13. Tabel perhitungan saat kegiatan V terlambat

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aktivitas pengikut	Durasi/ ds (hari)	$\sum$ man hour	Float (hari)	Delay (hari)	d's (hari)	d's < ds	1/2 ds > delay	n (orang)	H (jam)	$\Delta n$ (orang)	$\Delta H$ (jam)
H1	20	800	0	7	13	yes	yes	5	8	2,69	4,31
Y1	1	16	0	7	-6	yes	no	2	8	-	-
Z1	3	48	1	7	-3	yes	no	2	8	-	-
A2	3	48	1	7	-3	yes	no	2	8	-	-
B2	7	280	0	7	0	yes	no	5	8	-	-
C2	7	280	2	7	2	yes	no	5	8	-	-
D2	9	360	0	7	2	yes	no	5	8	-	-

Dari hasil perhitungan tabel 4-13 didapatkan bahwa terdapat hanya satu aktivitas yang dapat dipercepat yaitu aktivitas H1. Aktivitas H1 dapat dipercepat dengan menambahkan 3 orang pekerja tambahan dengan 5 jam kerja tambahan. Aktivitas lainnya tidak dapat dipercepat karena tidak memenuhi syarat sehingga tidak akan optimal jika dipercepat.

Keterangan tabel 12 dan 13:

Kolom 1 : Aktivitas, menunjukkan nama aktivitas.

Kolom 2 : durasi (ds), menunjukkan durasi aktivitas [hari]

Kolom 3 :  $\sum mh$ , menunjukkan banyaknya total *jam-orang* yang dibutuhkan

Kolom 4 : *float*, menunjukkan besarnya tenggang waktu aktivitas [hari].

Kolom 5 : *delay*, menunjukkan besarnya keterlambatan yang terjadi pada aktivitas [hari].

Kolom 6 : *d's*, menunjukkan besarnya durasi percepatan yang dibutuhkan pada aktivitas pengikut(hari)

Kolom 7:  $d's < ds$ , merupakan kolom pemeriksaan apakah durasi percepatan aktivitas pengikut lebih kecil dari durasi rencana aktivitas pengikut.

Kolom 8:  $1/2 ds > \text{delay}$ , merupakan kolom pemeriksaan apakah setengah durasi rencana aktivitas pengikut lebih besar dari keterlambatan proyek.

Kolom 9 :  $n$ , menunjukkan banyaknya jumlah pekerja rencana untuk menyelesaikan aktivitas [orang].

Kolom 10 :  $H$ , menunjukkan banyaknya jam kerja rencana dalam satu hari [jam/hari]

Kolom 11:  $\Delta n$ , menunjukkan besarnya jumlah pekerja tambahan per hari yang dibutuhkan untuk percepatan [orang].

Kolom 12:  $\Delta H$ , menunjukkan banyaknya penambahan jam kerja per hari yang dibutuhkan untuk mempercepat aktivitas [jam/hari].

#### **4.5 Biaya Proyek**

Setelah didapat kan jumlah pekerja dan jam kerja tambahan, langkah selanjutnya ialah menghitung biaya. Biaya yang dihitung disini ialah biaya langsung berupa biaya upah pekerja dan biaya sewa alat untuk mengantisipasi keterlambatan proyek.

##### **4.5.1 Biaya Mengantisipasi Keterlambatan**

###### **4.5.1.1 Biaya mengantisipasi keterlambatan dikarenakan aktivitas *line up welding* terlambat**

Dari hasil perhitungan tabel 4-14, didapatkan bahwa aktivitas R mengalami pertambahan orang sebanyak 6 orang dan pertambahan waktu sebesar 5 jam. Tidak ada biaya sewa alat mesin las dikarenakan disini PT. X tidak perlu menyewa mesin las karena sudah memiliki beberapa mesin las dan biaya upahwelder per jam nya ialah Rp 28.000, maka dari itu total upah nya ialah jumlah tambahan pekerja dikalikan dengan jumlah tambahan jam dan upah pekerja per jamnya lalu didapatkan total upah sebesar Rp 840.000. Total biaya yang dibutuhkan ialah total upah pekerja ditambahkan dengan total sewa yaitu Rp 840.000

Selain itu aktivitas H1 juga mengalami pertambahan orang sebanyak 3 orang dan pertambahan waktu sebesar 5 jam. Biaya sewa alat berupa ekskafator per jamnya ialah Rp 250.000, maka total biaya sewa yang dibutuhkan ialah Rp 1.250.000 dan biaya upah pekerja per jam nya ialah Rp 35.000, maka dari itu total upah nya ialah jumlah tambahan pekerja dikalikan dengan jumlah tambahan jam dan upah pekerja per jamnya lalu didapatkan total

upah sebesar Rp 525.000. Total biaya yang dibutuhkan ialah total upah pekerja ditambahkan dengan total sewa yaitu Rp 1.775.000

Total biaya tambahan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi keterlambatan dikarenakan aktivitas *line up welding* terlambat ialah Rp 2.615.000. Maka dari itu PT.X harus membayar sebesar Rp 28.076.262.573 ditambahkan Rp 2.615.000 ialah sebesar Rp 28.078.877.573

Tabel 4.14. Biaya tambahan karena *line up welding* terlambat

Kode Aktivitas	Nama Aktivitas	$\Delta n$	$\Delta H$	Sewa Alat Per Jam	Upah Pekerja Per Jam	Total Upah	Total Sewa	Total
R	Line up welding	6	5	-	28.000	840.000	-	840.000
H1	Lowering	3	5	250.000	35.000	525.000	1.250.000	1.775.000
TOTAL								2.615.000

#### 4.5.1.2 Biaya mengantisipasi keterlambatan dikarenakan aktivitas *trenching* terlambat

Dari hasil perhitungan tabel 4-15, didapatkan bahwa aktivitas H1 mengalami pertambahan orang sebanyak 3 orang dan pertambahan waktu sebesar 5 jam. Biaya sewa alat berupa ekskafator per jamnya ialah Rp 250.000, maka total biaya sewa yang dibutuhkan ialah Rp 1.250.000 dan biaya upah pekerja per jam nya ialah Rp 35.000, maka dari itu total upah nya ialah jumlah tambahan pekerja dikalikan dengan jumlah tambahan jam dan upah pekerja per jamnya lalu didapatkan total upah sebesar Rp 525.000. Total biaya yang dibutuhkan ialah total upah pekerja ditambahkan dengan total sewa yaitu Rp 1.775.000. Maka dari itu PT.X harus membayar sebesar Rp 28.076.262.573 ditambahkan Rp 1.775.000 ialah sebesar Rp 28.078.037.453

Tabel 4.15. Biaya tambahan karena *trenching* terlambat

Kode Aktivitas	Nama Aktivitas	$\Delta n$	$\Delta H$	Sewa Alat Per Jam	Upah Pekerja Per Jam	Total Upah	Total Sewa	Total
H1	Lowering	3	5	250.000	35.000	525.000	1.250.000	1.775.000

#### 4.5.2 Biaya yang dibutuhkan ketika aktivitas tetap terlambat

Jika proyek dibiarkan terlambat selama 6 hari atau 7 hari maka ada beberapa konsekuensi yang harus ditanggung oleh PT.X sebagai subkontraktor salah satunya ialah harus membayarkan denda pinalti yang besarnya ialah 0,015% dari jumlah total biaya dikalikan dengan jumlah hari yang terlambat. Perhitungan pembayaran denda ini didapatkan dari referensi staff PT.X dimana didalam sebuah dokumen RKS (Renca Kerja dan Syarat-Syarat) dan dokumen kontrak disebutkan nilai sebesar 0,015% dari jumlah total biaya dikalikan dengan jumlah hari yang terlambat. Perhitungan ini seringkali digumakam dalam setiap proyek mulai dari dulu hingga sekarang, memang ada beberapa perusahaan yang berbeda namun umumnya di Indonesia ataupun proyek pemerintahh didapatkan nilai perhitungan dednda tersebut.

##### 4.5.2.1 Biaya ketika proyek terlambat dikarenakan *line up welding* terlambat

Proyek akan terlambat selama 6 hari jika kegiatan *line up welding* terlambat, maka dari itu denda pinalti yang harus dibayarkan oleh PT. X ialah sebesar Rp 2.526.864, selain itu ada 2 kegiatan yang terlambat yaitu kegiatan C2 selama 4 hari dan kegiatan D2 selama 6 hari. Dua kegiatan tersebut tidak memerlukan alat berat khusus, sehingga hanya ada tambahan biaya upah pekerja yaitu Rp 90.000 per hari, maka total biaya tambahan yang disebabkan keterlambatan *line up welding* ialah Rp 9.553.727.

Tabel 4-16. Biaya keterlambatan *line up welding*

Kode Aktivitas	Delay	n	Upah Per Hari	Total Upah	Denda Pinalti	Total
C2	4	5	90.000	1.800.000	2.526.864	4.326.864
D2	6	5	90.000	2.700.000	2.526.864	5.226.864
TOTAL						9.553.727

##### 4.5.2.2 Biaya ketika proyek terlambat dikarenakan *trenching* terlambat

Proyek akan terlambat selama 6 hari jika kegiatan *trenching* terlambat, maka dari itu denda pinalti yang harus dibayarkan oleh PT. X ialah sebesar Rp 2.948.008, selain itu ada 2 kegiatan yang terlambat yaitu kegiatan C2 selama 5 hari dan kegiatan D2 selama 7 hari. Dua kegiatan tersebut tidak memerlukan alat berat khusus, sehingga hanya ada tambahan biaya upah pekerja yaitu Rp 90.000 per hari, maka total biaya tambahan yang disebabkan keterlambatan *line up welding* ialah Rp 11.296.015

Tabel 4-17. Biaya keterlambatan *trenching*

Kode Aktivitas	Delay	n	Upah Per Hari	Total Upah	Denda Pinalti	Total
C2	5	5	90.000	2.250.000	2.948.008	5.198.008
D2	7	5	90.000	3.150.000	2.948.008	6.098.008
TOTAL						11.296.015

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan mengenai Perencanaan proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang sebagai berikut:

1. Proyek memiliki jalur kritis yaitu Jalur 15 yang terdiri dari kegiatan Mobilisasi dan survey (A) lalu dilanjutkan dengan pembersihan Right Of Way dari sesuatu yang mengganggu jalannya proyek seperti semak dan pohon (B) lalu load dan Unloading pipa ke site (C) dan mensejajarkan pipa (Stringing) (E) lalu dilanjutkan dengan line up welding yaitu pengelasan antar pipa (H) setelah itu hasil las las an pipa dicek menggunakan metode Non Destructive Test (NDT) (M,T,Z) , setelah lolos tes NDT pipa harus dilakukan Field Joint Coating (FJC) (F1) lalu hasil FJC dites menggunakan holiday test (K1). Setelah itu pada jalur 15 dilakukan lowering (H1) dan backfilling pipa (Y1). Selanjutnya area sekitar pipa harus diberi tanda (B2) dipulihkan kembali (Re-instatement) (D2).
2. Untuk mengantisipasi keterlambatan dikarenakan *line up welding* dibutuhkan 9 tambahan pekerja dan 10 tambahan jam kerja untuk mengantisipasi keterlambatan dikarenakan *line up welding* yang terlambat sehingga memerlukan biaya sebesar Rp 2.615.000. dan Untuk mengantisipasi keterlambatan dikarenakan *trenching* dibutuhkan 3 tambahan pekerja dan 5 tambahan jam kerja untuk mengantisipasi keterlambatan dikarenakan *trenching* yang terlambat sehingga memerlukan biaya sebesar Rp 1.775.000.
3. Biaya yang harus dibayarkan ketika proyek dibiarkan terlambat selama 6 hari ialah Rp 9.553.727 dan biaya yang harus dibayarkan ketika proyek dibiarkan terlambat selama 7 hari ialah 11.296.015.

#### 5.2 Saran

Saran penulis untuk penelitian selanjutnya ialah:

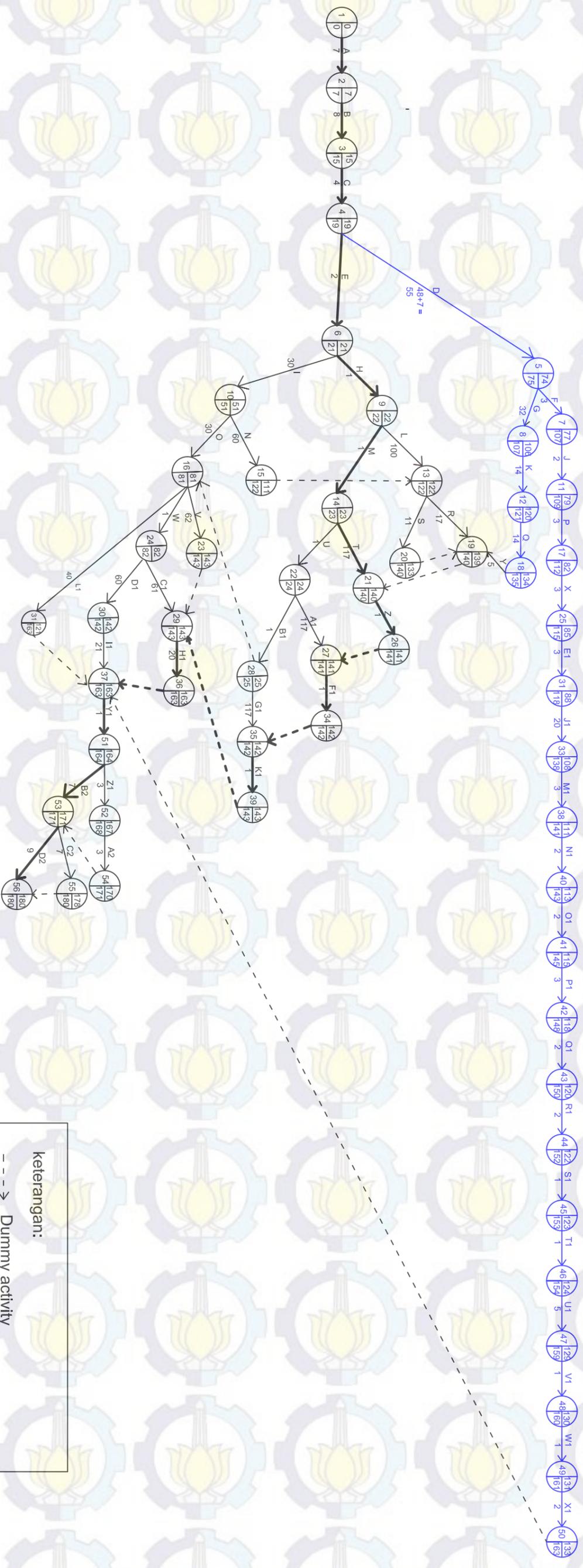
1. Perlu dilakukan penjadwalan proyek dan analisa pencegahan keterlambatan proyek. menggunakan metode lain.
2. Perlu dilakukan analisa untuk mempercepat proyek dan biaya yang dibutuhkan ketika proyek dapat dipercepat.

## DAFTAR PUSTAKA

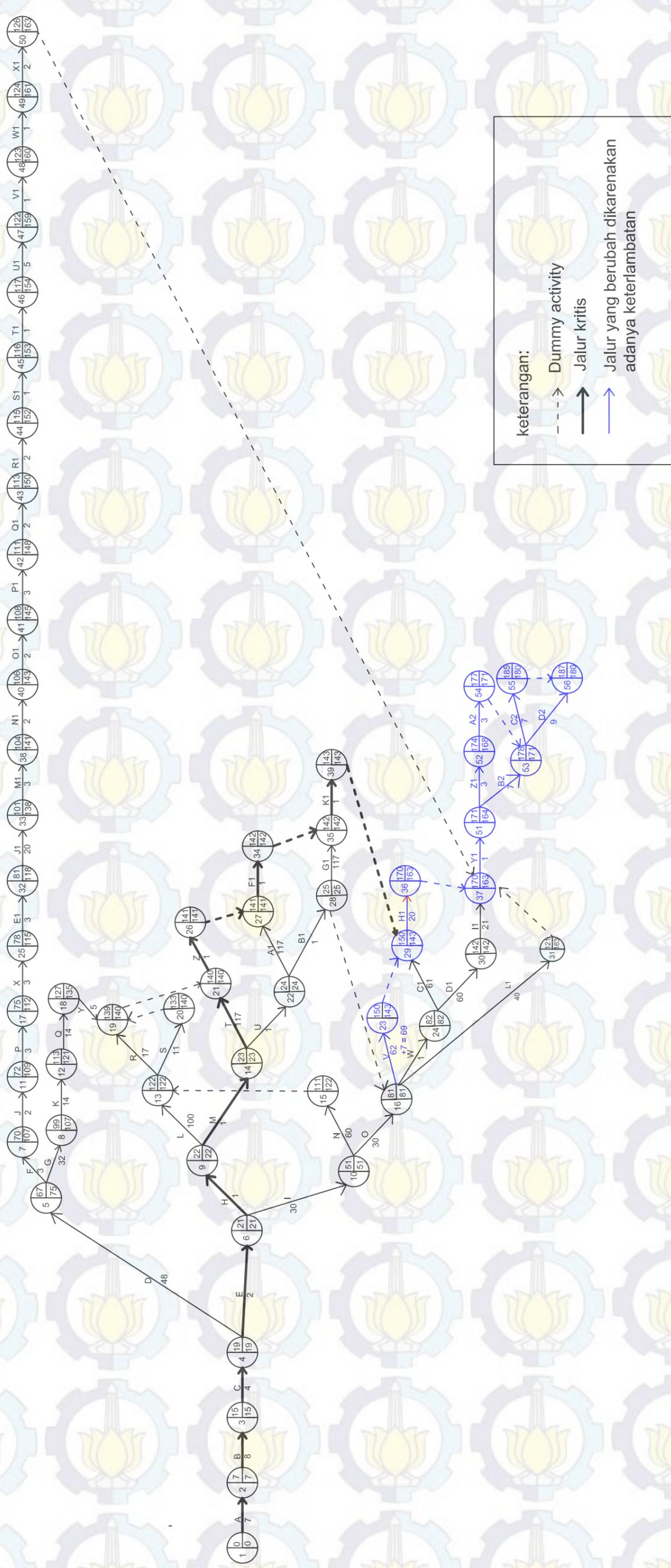
- Alifen, Setiawan, dan Sunarto. 1999. *Analisa "What If" Sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek*. Dimensi Teknik Sipil Vol. 2 No. 1. Surabaya
- Almahdy dan Prianto. 2008. *Penjadwalan Proyek Dengan Metode CPM Dan Slope Calculation (Studi Kasus Pada Perusahaan Indusri Rekayasa dan Konstruksi)*. Jakarta. Jurnal SINERGI Volume 12 Nomor 4.
- American Petroleum Institution (API); API 5L. 2000. *Specification for Line Pipe*. Amerika
- Bennatan. 1995. *Penjadwalan Konstruksi*. Jakarta. Duta Graha.
- Berutu, Sin Adestin. 2005. *Penerapan Manajemen Konstruksi dengan Microsoft Project 2003*. Yogyakarta. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Dewi, Resty Nur Utami. 2008. *Analisa Penggunaan Network Planning Dalam Perencanaan Waktu Penyelesaian Proyek Dan Total Biaya Tenaga Kerja Pada PT.Cipta lestarindo Bandung*. Bandung. Tugas Akhir Fakultas Bisnis dan Manajemen Universitas Widyatama.
- Ervianto, Wulfram I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama*. Yogyakarta. Salemba Empat.
- Heizer Jay dan Barry Render. 2001. *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta. Salemba Empat.
- Husen, Abrar. 2009. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Kraiem, Z.K. and Dickmann, J.E. 1987. *Concurrent Delays in Construction Projects*. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, vol. 113, no. 4, pp. 591-602
- Munawaroh, 2003. *Principle Of Management Construction*. Jendela Ilmu. Semarang
- Negara, Unas dan Radevi. 2014. *Percepatan Proyek Dengan Menggunakan Metode What If Pada Proyek Peningkatan Kapasitas Jalan Batas Kota Ruteng – KM 210- Batas Kab.Manggarai Nusa Tenggara Timur*. Malang. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
- Pannel, David. 1997. *Sensitivity Analysis: Strategies, Methods, Concepts, Example*. Australia. School of Agricultural and Resource Economics, University of Western Australia.
- Patilang, Sabryagus. 2009. *Analisa What If Sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek Pada Proyek Pembangunan Hotel Abadi Yogyakarta*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta

- Proboyo, Budiman. 1998. *Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek : Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-penyebabnya*. Tesis pasca-sarjana- Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Pujawan, I Nyoman. 2012. *Ekonomi Teknik*. Surabaya. Guna Widya
- Siagian, S. P. 1998. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta. Bumi Aksara
- Soegiono. 2006. *Pipa Laut*. Surabaya. Airlangga University Press
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta. Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Edisi Kedua Jilid 1*. Jakarta. Erlangga.
- Subagyo, Pangestu, Marwan Asri, dan T. Hani Handoko. 2000. *Dasar-dasar Operations Research, Edisi kedua*. Yogyakarta. BPFE
- Susanto, Purwaningsih dan Ardiansyah. 2006. *Analisis Jaringan Kerja Dan Penentuan Jalur Kritis Dengan Critical Path Methode-CPM (Studi Kasus Pembangunan Rumah Graha Taman Pelangi Type Milano Pada PT.Karydeka Alami Lestari Semarang*. J@ti Undip, Vol.1, No.1.
- Tofania, Aldila Rifqi. 2014. *Analisa Waktu dan Biaya Pada Proyek Dolphin Structure Studi Kasus: Fabrikasi PT. Lintech Seaside Facility*. Tugas Akhir. FTK-ITS Surabaya
- Widyatmoko, Yurry. 2008. *Analisis Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing Pada Kegiatan Pemancangan di Proyek Dewmaga 115 Tanjung Priok Dengan Aplikasi Program PERT Master*. Jakarta. Universitas Indonesia
- Golfarelli, Matteo. 2008. *What If Simulation Modelling In Business Intelligence*. Italy. International Journal of Data Warehousing and Mining, X(X), X-X, Oct-Dec 2008

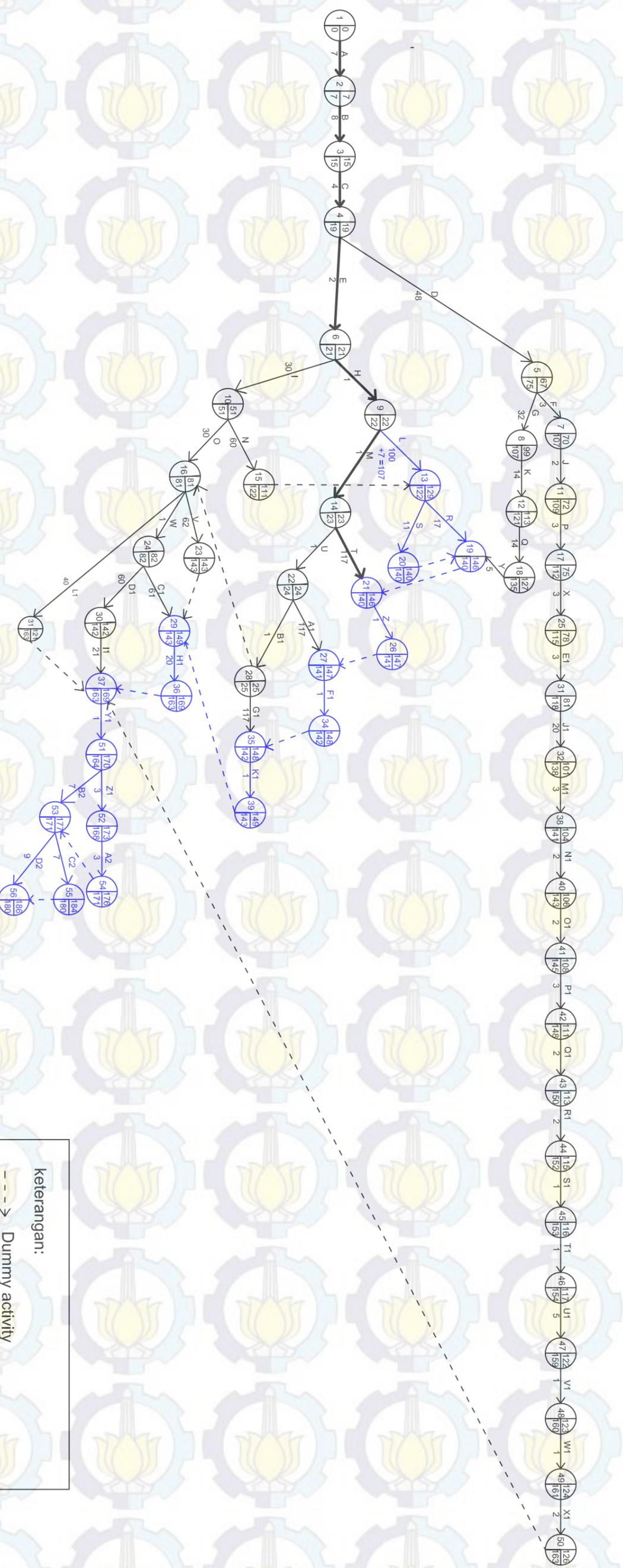
# KETERLAMBATAN LOAD DAN UNLOAD PIPA SELAMA 7 HARI



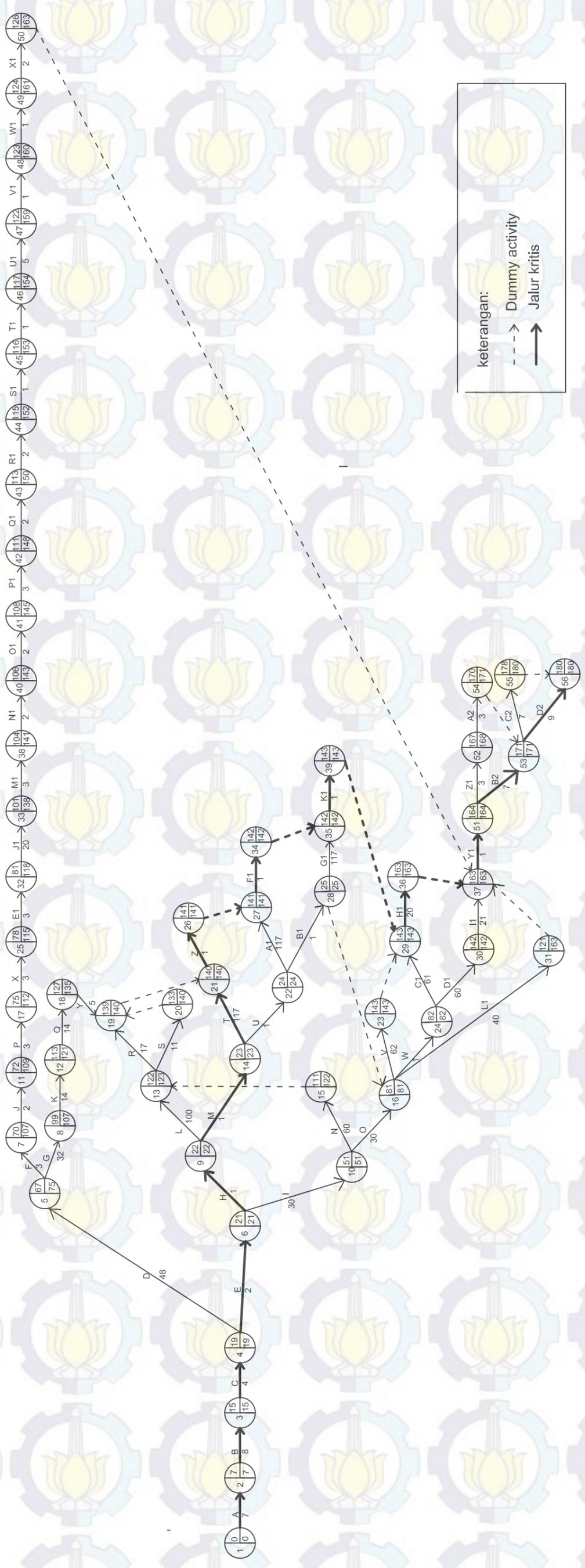
# TRENCHING TERLAMBAT 7 HARI DIKARENAKAN ECXCAFATOR RUSAK



# LINE UP WELDING TERLAMBAT 7 HARI DIKARENAKAN MESIN LAS RUSAK



# Critical Path Methode Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang



## BIODATA PENULIS



Winda Amalia Herdianti lahir di Surabaya, Jawa Timur pada 20 September 1994. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar di SD Al-Falah Tropodo Darussalam, dilanjutkan tingkat menengah pertama di SMP Al-Falah Deltasari dan tingkat menengah atas di SMAN 1 Sidoarjo. Setelah lulus SMA pada tahun 2012 penulis melanjutkan studi S-1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Selama menempuh masa studi selain aktif di bidang akademis, penulis juga aktif di berbagai kegiatan intra kampus. Kegiatan intra kampus yang penulis pernah ikuti menjadi Staff Departemen Komunikasi dan Informasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan dan mengikuti kepanitiaan pada kegiatan di tingkat jurusan, fakultas maupun internasional. Penulis pernah menjadi presenter paper pada seminar internasional ISOCEEN 2015. Penulis memiliki pengalaman melakukan kerja praktek di kontraktor PT. Sentra Prima Services selama 2 bulan. Penulis mengakhiri masa kuliah dengan menulis tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang”. Kritik dan saran untuk kelancaran penelitian ini dapat disampaikan melalui email penulis yaitu [firza.redana@gmail.com](mailto:firza.redana@gmail.com).