

**EVALUASI PENGENDALIAN WAKTU DENGAN METODE
PERT PADA PEMBANGUNAN STORAGE TANKS KAWASAN
PELABUHAN PELINDO 1 KUALA TANJUNG BATUBARA
SUMATERA UTARA**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

FATHUR RAHMAN

168110048



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2021

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 15/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/21

**EVALUASI PENGENDALIAN WAKTU DENGAN METODE
PERT PADA PEMBANGUNAN STORAGE TANKS KAWASAN
PELABUHAN PELINDO 1 KUALA TANJUNG BATUBARA
SUMATERA UTARA**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

FATHUR RAHMAN
168110048

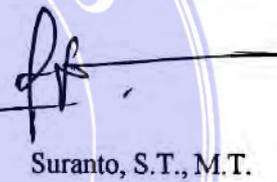
Disetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Melloukey Ardan, M.T.



Suranto, S.T., M.T.

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Dina Maizana, MT



Susilawati, S.Kom, M.Kom

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI / TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fathur Rahman

NPM : 168110048

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi / Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Evaluasi Pengendalian Waktu Dengan Metode Pert Pada Pembangunan Storage Tanks Kawasan Pelabuhan Pelindo 1 Kuala Tanjung Batubara Sumatera Utara”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir / Skripsi / Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 04 Oktober 2021

Yang Menyatakan,



(Fathur Rahman)

iii

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya yang telah memberikan pengetahuan, kesehatan, kekuatan, dan kesempatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir tepat pada waktunya.

Adapun yang menjadi pembahasan di dalam laporan tugas akhir adalah **“Evaluasi Pengendalian Waktu Dengan Metode Pert Pada Pembangunan Storage Tanks Kawasan Pelabuhan Pelindo 1 Kuala Tanjung Batubara Sumatera Utara”** disusun sebagai syarat akademis yang harus dipenuhi mahasiswa/i untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Dalam proses penulisan laporan ini, penulis banyak menemukan kesulitan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, sudah selayaknya penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, MEng., M.Sc. Sebagai Rektor Universitas Medan Area
2. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Ibu Susilawati, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area;
4. Bapak Ir. Melloukey Ardan, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1;
5. Bapak Suranto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2;
6. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area;
7. Kedua orang tua tercinta serta seluruh keluarga yang telah banyak membantu, baik bantuan berupa material maupun moril;
8. Seluruh rekan – rekan mahasiswa teknik sipil angkatan 2016 Universitas Medan Area;
9. Seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu penulis dari segi apapun, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak yang bersifat membangun guna memperbaiki Laporan Tugas Akhir ini.

Demikian laporan ini ditulis, semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis maupun bagi pihak yang membaca laporan ini, khususnya di dunia pendidikan dalam bidang teknik sipil.

Medan, 04 Oktober 2021

Hormat penulis :



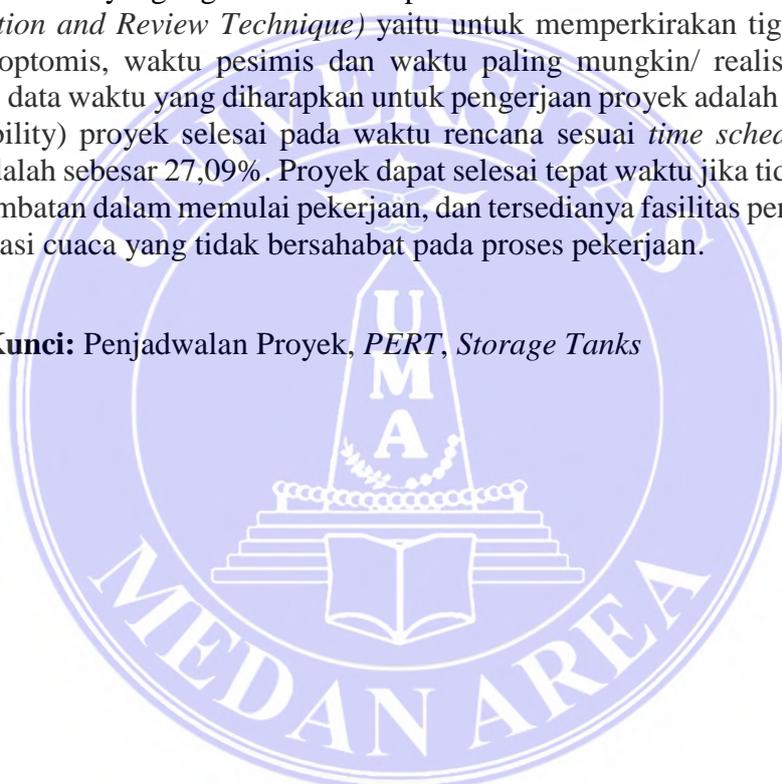
FATHUR RAHMAN
NPM : 168110048



ABSTRAK

Proyek yang secara garis besarnya memiliki batas waktu (*deadline*), yang maksudnya ialah proyek harus disiapkan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek keberhasilan dan kegagalan dari pekerjaan yang sering kali disebabkan karena kurang terencanaanya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif sehingga kegiatan proyek tidak efisien. Dalam hal ini mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan dan membengkaknya biaya pekerjaan. Suatu perencanaan diperlukan sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek sehingga proyek dapat diselesaikan dengan waktu yang efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan waktu yang dibuat pada perencanaan dan mengetahui waktu yang paling aktual berdasarkan metode *PERT*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode *PERT* (*Program Evaluation and Review Technique*) yaitu untuk memperkirakan tiga waktu yakni waktu optimis, waktu pesimis dan waktu paling mungkin/ realistis. Dari hasil analisis data waktu yang diharapkan untuk pengerjaan proyek adalah 249 hari. Nilai (probability) proyek selesai pada waktu rencana sesuai *time schedule plan* (242 hari) adalah sebesar 27,09%. Proyek dapat selesai tepat waktu jika tidak mengalami keterlambatan dalam memulai pekerjaan, dan tersedianya fasilitas pendukung untuk mengatasi cuaca yang tidak bersahabat pada proses pekerjaan.

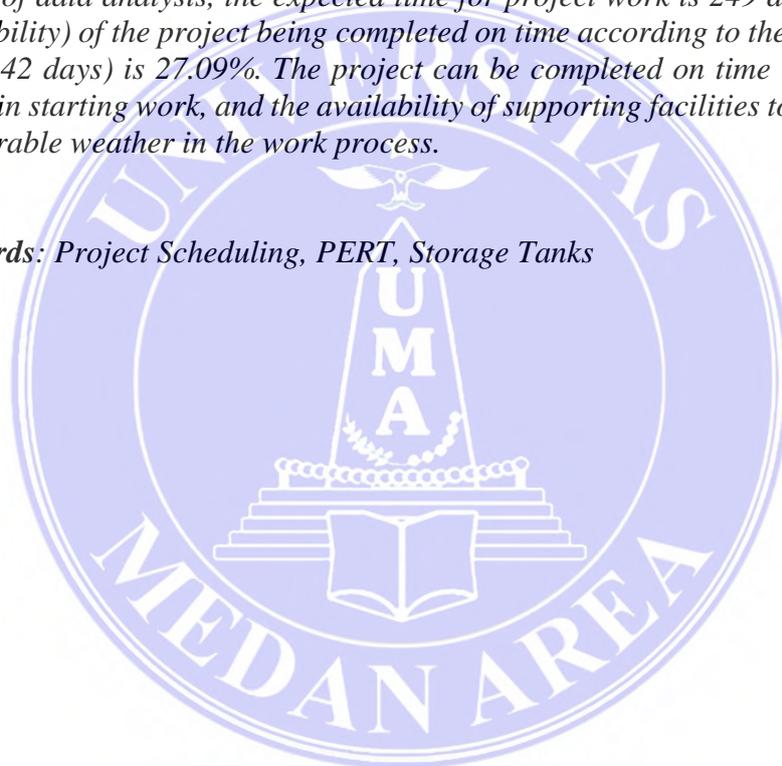
Kata Kunci: Penjadwalan Proyek, *PERT*, *Storage Tanks*



ABSTRACT

Projects that in general have a deadline, which means that the project must be prepared before or right at the specified time. In connection with the problem of project success and failure of work which is often caused by lack of planned project activities and less effective control so that project activities are not efficient. In this case, it results in delays, decreasing the quality of work and increasing the cost of work. A plan is needed as a guide in implementing the project so that the project can be completed in an efficient time. The purpose of this study was to compare the time made in planning and find out the most actual time based on the PERT method. The method used in this study is the PERT (Program Evaluation and Review Technique) method, which is to estimate three times, namely the optimal time, the pessimistic time and the most likely/realistic time. From the results of data analysis, the expected time for project work is 249 days. The value (probability) of the project being completed on time according to the time schedule plan (242 days) is 27.09%. The project can be completed on time if there are no delays in starting work, and the availability of supporting facilities to overcome the unfavorable weather in the work process.

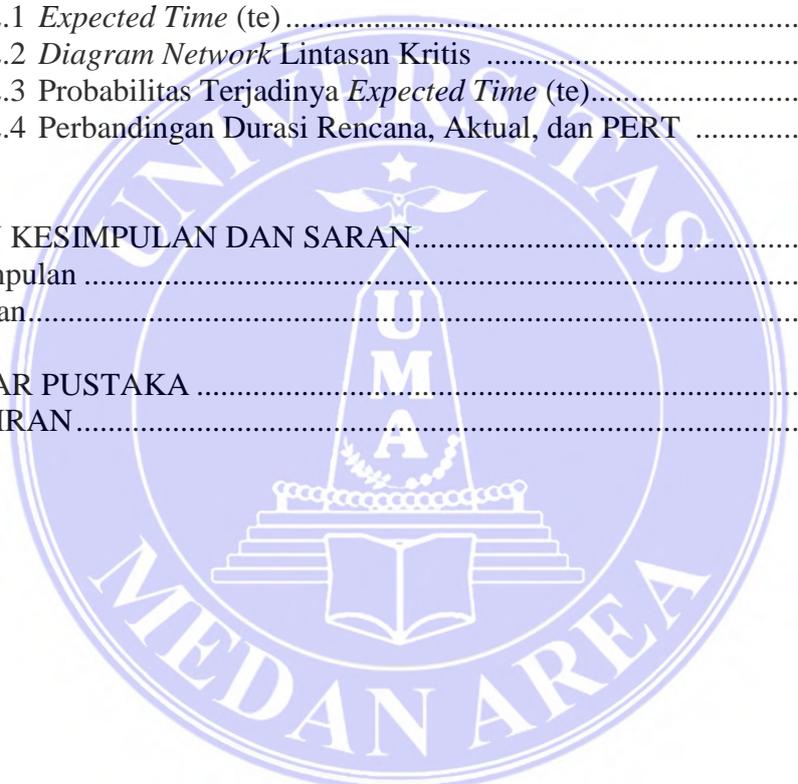
Keywords: *Project Scheduling, PERT, Storage Tanks*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRAC	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Hakikat Proyek dan Manajemen Proyek	8
2.2.1 Defenisi Proyek	8
2.2.2 Defenisi Manajemen Proyek	10
2.2.3 Perencanaan (<i>Planning</i>)	10
2.2.4 Pengendalian	11
2.3 Ruang Lingkup <i>Network Planning</i>	12
2.3.1 Defenisi <i>Planning</i>	14
2.3.2 Defenisi <i>Network Planning</i>	15
2.3.3 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi <i>Network Planning</i>	16
2.3.4 Analisis Optimalisasi	17
2.3.5 Metode <i>Program Evaluatioan and Review Technique</i> (PERT)	17
2.3.6 Melaksanakan Rencana PERT	19
2.3.7 Probabilitas PERT	21
2.4 Persamaan dan Perbedaan CPM dan PERT	22
2.4.1 PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	22
2.4.2 CPM (<i>Critical Path Method</i>).....	23
2.5 Kelebihan PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	58
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	58
3.2 Bahan dan Alat	59

3.3 Metodologi Penelitian	59
3.3.1 Metode Studi Literatur	59
3.3.2 Data yang Dibutuhkan	60
3.3.3 Metode Rekapitulasi dan Analisis Data	61
3.4 Prosedur Kerja	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Penelitian	32
4.1.1 Jadwal Eksisting	32
4.1.2 Hubungan Antar Aktivitas	34
4.1.3 Perkiraan Waktu	35
4.2 Pembahasan.....	36
4.2.1 <i>Expected Time</i> (t_e)	36
4.2.2 <i>Diagram Network</i> Lintasan Kritis	37
4.2.3 Probabilitas Terjadinya <i>Expected Time</i> (t_e).....	38
4.2.4 Perbandingan Durasi Rencana, Aktual, dan PERT	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Hubungan Antar Aktivitas Pada Item Pekerjaan Proyek	34
Tabel 4.2.	Perkiraan Waktu Pengerjaan Proyek	35
Tabel 4.3.	Rekapitulasi Waktu yang Diharapkan (te).....	36
Tabel 4.4.	Rekapitulasi Nilai <i>Variance</i> pada Item Pekerjaan Lintasan Kritis ..	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Kurva Normal	9
Gambar 2.2.	Hubungan <i>Triple Constraint</i>	21
Gambar 3.1.	Lokasi Penelitian: Proyek Pembangunan Storage Tanks Kawasan	27
Gambar 3.2.	Prosedur Kerja Penelitian	31
Gambar 4.1.	Jadwal Rencana Proyek Pembangunan <i>Storage Tanks</i>	33
Gambar 4.2.	Jadwal Eksisting Proyek Pembangunan <i>Storage Tanks</i>	33
Gambar 4.3.	Lintasan Kritis	38
Gambar 4.4.	Kurva S Rencana, Aktual, dan PERT	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penjadwalan Rencana dan Aktual Proyek

Lampiran 2. Dokumentasi Proyek

Lampiran 3. Kurva-S Metode PERT

Lampiran 4. Standard Normal Probabilities



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proyek bisa dimaksud sebagai aktivitas yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas serta mengalokasikan sumber daya tertentu yang dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999). Semakin maju peradaban manusia semakin besar pula kompleks proyek yang dikerjakan dengan melibatkan penggunaan bahan-bahan (material), tenaga kerja dan teknologi yang makin canggih. Proyek yang biasanya memiliki batas waktu (*deadline*) dengan artian proyek wajib dituntaskan saat sebelum ataupun pas pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan permasalahan proyek ini maka keberhasilan pekerjaan sebuah proyek tepat pada waktunya, merupakan tujuan yang paling penting baik bagi pemilik proyek/Owner atau kontraktor.

Keberhasilan dan kegagalan kegiatan proyek sering kali disebabkan kurang terencananya kegiatan serta pengendaliannya yang kurang efektif, sehingga pelaksanaan proyek tidak efisien. Dalam hal ini mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan dan membengkaknya biaya pelaksanaan.

Untuk kelancaran sebuah proyek, maka dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir yaitu manajemen proyek. Bagian manajemen proyek berkembang pesat karena adanya kebutuhan dalam

dunia industri modern untuk mengkoordinir serta mengendalikan berbagai aktivitas yang semakin padat. Manajemen proyek mempunyai sifat istimewa yaitu dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal dan biaya yang telah ditentukan. Suatu perencanaan diperlukan untuk digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek sehingga proyek dapat dikerjakan dengan waktu yang efisien. Maka dari itu perencanaan yang matang sangatlah diperlukan pada saat dimana tingkat kepastian begitu tinggi sehingga penjadwalan suatu proyek sangat penting, sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu dan biaya yang efisien.

Untuk memperoleh pembangunan yang berbobot dan ideal, maka diperlukanlah manajemen yang tersusun rapi dan baik agar proyek dapat dituntaskan dengan tepat waktu dan sesuai dengan jadwal. Selain penjadwalan yang telah terorganisir dengan baik yang menjadi parameter keberhasilan proyek konstruksi, pengendalian juga mempunyai peranan penting dalam meminimalisir penyimpangan yang dapat terjadi selama proyek berlangsung, seperti terjadinya keterlambatan proyek yang tidak sesuai dengan rencana awal.

Beberapa langkah telah dikembangkan untuk manajemen proyek, diantaranya adalah metode perencanaan jaringan kerja atau *Network Planning*. *Network Planning* memperlihatkan hubungan antara kegiatan yang satu dengan yang kegiatan lainnya.

Untuk pencapaian tujuan, usahakan untuk mengoptimalkan waktu dalam menyelesaikan suatu proyek dan mengefisiensikan penggunaan biaya-biaya yang dikeluarkan. Terdapat dua metode dasar yang biasanya digunakan dalam *Network Planning* yaitu metoda jalur kritis/ *Critical Path Method* (CPM) dan teknik menilai

dan meninjau ulang kembali program/*Program Evaluation and Review Technique (PERT)*.

Metode PERT ialah suatu alat dari manajemen dalam menentukan penjadwalan dari suatu proyek dengan memperkirakan tingkat probabilitas. Metode PERT sendiri dapat memperkirakan tiga waktu yakni waktu optimis, waktu pesimis dan waktu paling mungkin/ realistis. Tingkat ketepatan dalam mengestimasi waktu penyelesaian proyek ditentukan oleh tingkat ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan di dalam proyek. Selain ketepatan perkiraan waktu, penegasan hubungan antar kegiatan suatu proyek juga diperlukan untuk perencanaan suatu proyek. Dalam mengestimasi waktu dan biaya disebuah proyek maka diperlukan optimalisasi. Oleh karena itu, peneliti mengambil topic yang berkenaan dengan manajemen proyek dengan judul “Evaluasi Pengendalian Waktu Dengan Metode PERT Pada Pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1 Kuala Tanjung Batubara Sumatera Utara”.

1.2 Perumusan Masalah

Berbagai permasalahan yang telah dijabarkan pada Latar Belakang, dirumuskan beberapa masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana estimasi waktu pengerjaan proyek menggunakan metode PERT pada Pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1, Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara?

2. Bagaimana *diagram network* jalur kritis yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek Pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1, Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara?
3. Berapa persen probabilitas proyek akan selesai berdasarkan estimasi waktu rencana menggunakan metode PERT?
4. Bagaimana perbandingan antara durasi rencana, durasi dari metode PERT, dan durasi aktual pada proyek Pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1, Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengestimasi waktu pengerjaan proyek menggunakan metode PERT pada Pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1, Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara.
2. Membuat *diagram network* jalur kritis yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek Pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1, Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara.
3. Mengetahui persentase probabilitas proyek akan selesai berdasarkan estimasi waktu rencana menggunakan metode PERT.
4. Menganalisis perbandingan antara durasi rencana, durasi dari metode PERT, dan durasi aktual pada proyek Pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1 Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan atau manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, dapat mengetahui analisis penjadwalan suatu proyek dengan menggunakan metode PERT.
2. Bagi pembaca, memberikan pengetahuan dan informasi mengenai ilmu manajemen proyek khususnya tentang penjadwalan suatu proyek dengan metode PERT.
3. Bagi jasa konstruksi, memberikan masukan untuk menerapkan metode PERT dalam menyusun penjadwalan suatu proyek.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi pada beberapa aspek agar pembahasan yang akan dilakukan lebih terarah dan terfokus pada masalah yang ada. Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data proyek yang dikaji adalah proyek pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1 Kuala Tanjung Batubara Sumatera Utara meliputi waktu dan biaya, sedangkan mutu dan bahan material dianggap sesuai syarat dan ketentuan yang berlaku.
2. Penelitian ini mengkaji/mengevaluasi kegiatan proyek yang telah 100% selesai dikerjakan, yang kemudian ditinjau ulang untuk dianalisis berdasarkan tujuan penelitian.
3. Analisis menitikberatkan pada waktu pengerjaan proyek.
4. Analisis evaluasi penjadwalan proyek menggunakan metode PERT.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis mengumpulkan beberapa hasil riset/penelitian terdahulu, yang telah diselesaikan peneliti lain. Penelitian yang relevan ditentukan dan dipilih sesuai dengan topik pembahasan atau penggunaan metode yang sama dengan yang diteliti penulis. Berikut adalah penelitian yang relevan dengan kajian penelitian ini dari berbagai penulis:

1. Aqilah Nurul Khaerani Latif (2015) melakukan penelitian tentang “Optimalisasi Waktu Pada Prosedur Pelelangan dan Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode PERT pada PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) IV Cabang Makassar”. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan studi lapangan. Tujuan penelitian dimaksudkan untuk mengetahui waktu dan biaya optimal dalam pelaksanaan proyek yang mengalami keterlambatan. Diperoleh bahwa komunikasi yang baik antara atasan dan bawahan mampu meminimalisasi keterlambatan persetujuan dari para manajer yang bertanggung jawab.
2. Chusairi (2015) melakukan penelitian tentang “Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode *Time Cost Trade Off*”. Penelitian ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Tujuan penelitian dimaksudkan untuk mengetahui waktu dan biaya optimum yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Diperoleh bahwa optimasi waktu dan biaya proyek dengan metode TCTO

ini diharapkan dapat memberi hasil yang lebih optimal terkait waktu dan biaya pelaksanaan proyek.

3. Eka Daryanti (2010) melakukan penelitian tentang “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM (studi kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)”. Penelitian ini menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Tujuan penelitian dimaksudkan untuk Menentukan waktu dan biaya total yang optimal dengan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Diperoleh bahwa untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi proyek.

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1 Kuala Tanjung Batubara Sumatera Utara, penelitian ini menggunakan Metode PERT untuk mengevaluasi penjadwalan proyek. Dari data waktu/*schedule* (kurva S) dan biaya rencana (RAB) proyek akan ditentukan penjadwalan ulang menggunakan metode PERT. Berdasarkan penelitian sebelumnya penulis menyadari bahwa ada kesamaan-kesamaan baik dalam bentuk teori-teori yang dipakai maupun prinsip pengerjaannya. Tetapi penulis mengetahui bahwa masih banyak terdapat perbedaan-perbedaan seperti lokasi penelitian, permasalahan dan pembahasan. Karena perbedaan-perbedaan tersebut penulis mengangkat judul skripsi ini.

2.2 Hakikat Proyek dan Manajemen Proyek

2.2.1. Defenisi Proyek

Pengertian proyek menurut Tubagus Haedar Ali (1992) mengemukakan bahwa: "Proyek adalah lintasan-lintasan kegiatan yang dimulai pada suatu saat awal dan selesai pada saat akhir, yaitu pada saat tujuan proyek tercapai." Taha (1999) mengemukakan sebagai berikut: *A Project defines a combination of interrelated activities that must be axacuted in a certain order before the entire task can be completed. The activities an interrlated in analogical sequence in the sense of someone activities cannot start until ot hers are completed.*

Proyek adalah aktivitas sementara dari personil, material, serta sarana untuk mencapai sasaran - sasaran proyek dalam jangka waktu tertentu yang kemudian berakhir.

Beberapa hal yang perlu diketahui tentang definisi dari proyek, antara lain adalah:

1. Ciri-ciri pokok proyek:
 - a. Memiliki tujuan khusus, yaitu produk hasil atau hasil kerja akhir.
 - b. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan diatas telah ditujukan.
 - c. Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas.
 - d. Non-rutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.
 - e. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.

2. Sifat proyek

- a. Unik, proyek satu dengan lainnya tidak pernah sama.
- b. Dinamis, dalam penggunaan sumber daya dan multi disiplin keilmuan.

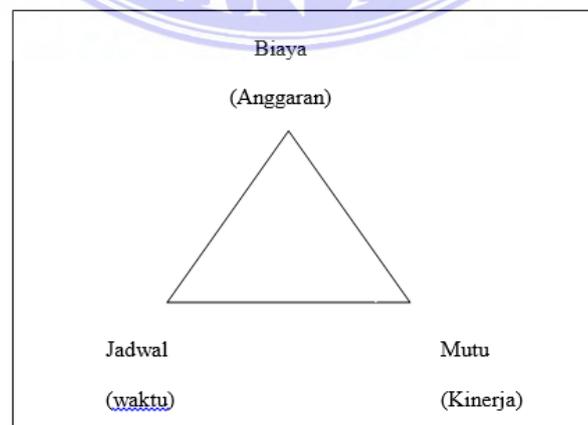
3. Sasaran proyek dan *Triple Constraint*

Untuk mencapai tujuan, proyek dibatasi oleh target biaya jadwal dan mutu yang telah ditentukan. Ketiga hal tersebut sering disebut *triple constraint*.

Ketiga batasan tersebut, bersifat tarik menarik yang artinya jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disetujui dalam kontrak, yang umumnya harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini selanjutnya berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu dan jadwal (Soeharto, 2001).

Berdasarkan pengertian-pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa proyek adalah rangkaian kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya yang terbatas yang bertujuan untuk melaksanakan tugas yang telah ditetapkan.

Hubungan antara Triple Constraint dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.1. Hubungan *Triple Constraint*
Sumber : (Soeharto, 2001)

2.2.2. Defenisi Manajemen Proyek

Menurut Reksohadiprojo (1995) mengemukakan bahwa: “Manajemen proyek dapat dikatakan sebagai usaha merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan, mengkoordinasi serta mengawasi kegiatan proyek sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jadwal waktu dan anggaran yang telah ditetapkan.

Menurut Kerzner yang dikutip oleh Soeharto (1990) mengatakan bahwa: “Manajemen proyek adalah merencanakan, menyusun organisasi, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan”.

2.2.3. Perencanaan (*Planning*)

Menurut Schroeder (2000), perencanaan mengarahkan keputusan yang diperlukan untuk memulai suatu proyek. Perencanaan yaitu memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang dan yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Dalam penyelenggaraan perencanaan proyek, tahap dan kegunaan perencanaan dapat dibedakan menjadi perencanaan dasar dan perencanaan pengendalian. Perencanaan dasar dimaksudkan untuk meletakkan dasar-dasar berpijak dari suatu penyelenggaraan proyek. Sedangkan perencanaan pengendalian merupakan kegiatan menganalisis dan membandingkan hasil pelaksanaan diperlukan, sering kali harus diikuti dengan pembuatan “perencanaan ulang” yang bertujuan agar pekerjaan selalu terbimbing menuju sasaran.

Jadi proyek yang lengkap akan meliputi:

1. Menentukan sasaran proyek
2. Menentukan strategi pelaksanaan
3. Menentukan organisasi proyek dan pengisian tenaga yang diperlukan dalam kurun waktu tertentu, untuk menentukan siapa saja yang akan melaksanakan pekerjaan
4. Menjelaskan lingkup proyek Struktur Rincian unit Kerjaan (SRK) untuk menentukan pekerjaan apa saja yang dikerjakan
5. Menyusun rangkaian jadwal pelaksanaan masing-masing pekerjaan dan kaitannya satu dengan yang lain, untuk menjawab kapan pekerjaan tersebut akan dilaksanakan
6. Membuat perencanaan keperluan dan pengeluaran dana.

2.2.4. Pengendalian

Soeharto (1997), memberikan pengertian tentang pengendalian. Menurutnya, pengendalian ialah kegiatan yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran.

Dari pengertian yang diberikan oleh Soeharto (1997), untuk proses pengendalian proyek dapat diuraikan menjadi langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan sasaran,
2. Definisi lingkup kerja,
3. Menentukan standar dan kriteria sebagai patokan dalam rangka mencapai sasaran,
4. Merancang/menyusun sistem informasi, pemantauan, dan pelaporan hasil pelaksanaan pekerjaan,
5. Mengkaji dan menganalisis hasil pekerjaan terhadap standar, kriteria, dan sasaran yang telah ditentukan,
6. Mengadakan tindakan pembedulan.

Fungsi utama pengendalian ialah memantau serta mengkaji (bila perlu mengadakan koreksi) agar langkah-langkah kegiatan terbimbing ke arah tujuan yang telah diarahkan. Pengendalian meninjau apakah hasil kegiatan yang telah dilaksanakan sesuai dengan yang patok yang telah digariskan serta memastikan penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien.

2.3 Ruang Lingkup *Network Planning*

Network Planning sebenarnya hanya merupakan satu dari sekian banyak teknik-teknik manajemen. Jika semua teknik-teknik manajemen tersebut dikumpulkan maka akan menjadi satu kesatuan yang disebut sebagai *Operation Technique Research (OTR)*. Berbagai jenis OTR lainnya, diantaranya adalah:

1. **Linear Programming.** LP dipelopori **George Dantzig** (USA, 1947) yang idenya diaplikasikan oleh ahli matematika **L.V. Kantorovich** (USSR, 1939). Sejak tahun 50-an, LP pada mulanya digunakan dibidang militer yang selanjutnya diimplementasikan juga dibidang ekonomi. Persoalan-persoalan yang dikembangkan pada LP ialah bagaimana mencari nilai-nilai minimum atau maksimum dari variabel-variabel yang saling berkaitan dan terbatas, misalnya meminimumkan biaya produksi untuk mendapatkan keuntungan semaksimal mungkin (*cost minimize dan profit maximum*) dengan factor-faktor produksi yang terbatas (keterbatasan sumberdaya). Melalui LP akan diperoleh alternatif keputusan produksi guna mencapai fungsi tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.
2. **Non Linear Program.** Suatu proses manajemen yang menjelaskan bagaimana seorang manajer memilih alternative keputusan jika kondisi yang terjadi adalah variabelnya tidak bergerak secara linear akan tetapi konstan.
3. **Dynamic programming.** Variable yang pertama mempengaruhi yang kedua, ketiga, dan seterusnya. Jika kondisi ini terjadi maka yang perlu diselesaikan adalah bagaimana manajer mengatasinya. Misalnya : bila gaji pegawai negeri dinaikkan maka biaya-biaya akan naik dan bila biaya-biaya naik selanjutnya harga-harga juga akan naik, sehingga kenaikan gaji tersebut tidak berguna lagi. Persoalannya adalah bagaimana agar gaji maksimum bisa naik tetapi tidak berakibat pada biaya dan harga proyek.
4. **Queuing theory.** Variabelnya-variabelnya merupakan deretan yang beruntun. Misalnya : menentukan banyaknya fasilitas di fakultas, beberapa banayak WC

diperlukan untuk fakultas dengan mahasiswa sejumlah 1500? Colt kampus (kurang), bila 100 WC atau 100 colt (rugi).

5. **Montecarlo theory atau probability theory.** Hasilnya berdasarkan kemungkinan-kemungkinan berdasarkan untung-untungan, seperti main dadu dalam judi. Misalnya : kemungkinan dadu menunjukkan angka 3 adalah $1/6$, sebab muka dadu ada 6 ; kemungkinan dalam pemilu, yaitu menang, kalah, tidak menang, atau tidak kalah. Selanjutnya teori ini berkembang menjadi Teori Risiko (*risk theory*).

6. **Network planning.** Prinsipnya adalah hubungan dan keterkaitan antara bagian-bagian pekerjaan (variabel-variabel) yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan begitu dapat diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus diprioritaskan, dan bila perlu dilemburkan (tambah biaya), pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan orang dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi.

2.3.1. Defenisi *Planning*

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1987) mengatakan bahwa : “Istilah jaringan menunjukkan bahwa jika beberapa event dan aktifitas digabungkan dan kemudian hasilnya digambarkan dalam sebuah diagram maka diagram tersebut akan berbentuk seperti jaringan”. Menurut Tubagus Haedar Ali (1999) mengatakan bahwa : “Network planning adalah salah satu modal yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam network diagram proyek yang

bersangkutan. Informasi tersebut, mengenai sumber daya yang digunakan oleh kegiatan yang bersangkutan dan informasi mengenai jadwal pelaksanaannya”.

Soeharto (1999) mengemukakan bahwa : “Jaringan kerja yaitu metode yang menjelaskan kaitan antara kegiatan dan waktu yang secara grafis mencerminkan urutan rencana pelaksanaan kegiatan atau pekerjaan proyek”.

2.3.2. Defenisi *Network Planning*

Menurut Heizer dan Render (2000). *Network planning* dikatakan penting karena dapat memberikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan berikut ini yang berhubungan dengan suatu proyek, antara lain:

1. Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek
2. Bagaimana perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis
3. Bagaimana susunan urutan kegiatan proyek yang dimiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks
4. Kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek, yaitu kegiatan yang dapat mengakibatkan tertundanya penyelesaian proyek secara keseluruhan
5. Bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruh terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek

6. Berapa besar probabilitas bahwa suatu proyek akan dapat diselesaikan pada waktu yang sudah ditentukan
7. Pada tanggal tertentu, apakah suatu proyek sesuai dengan jadwal, lebih lanjut dari jadwal, atau lebih cepat dari jadwal yang ditetapkan.
8. Pada tanggal tertentu, apakah biaya yang dikeluarkan sama besarnya dengan kurang dari atau lebih besar dari jumlah yang sudah dianggarkan.
9. Apakah tersedia sumber daya yang cukup untuk dapat menyelesaikan proyek tepat pada waktunya.

2.3.3. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi *Network Planning*

Yang menjadi factor yang mempengaruhi *Network Planning* menurut Siswojo (2000) yaitu:

1. Rencana

Rencana yang akan digunakan perusahaan dalam melaksanakan proyek, adalah penentuan kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan serta logika keterkaitan satu sama lain.

2. Waktu

Lamanya waktu yang digunakan dalam proyek, biasanya diukur dalam satuan waktu standart : hari, jam dan menit, waktu tersebut mewakili masing-masing kegiatan dan proyek secara keseluruhan

3. Sumber Daya

Tenaga kerja, peralatan serta material yang dibutuhkan.

4. Biaya

Keseluruhan biaya yang dikumpulkan untuk menyelesaikan proyek.

2.3.4. Analisis Optimalisasi

Analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek (Heizer dan Render, 2005).

2.3.5. Metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT)

Teknik penijauan evaluasi program (*PERT = Program Evaluation and Review Technique*) adalah metode jaringan untuk menjadwalkan proyek yang pertama kali dikembangkan pada tahun 1950-an untuk kapal selam Polaris.

Bekerja dengan ketidakpastian merupakan suatu kejadian yang acak dari perkiraan waktu tiap kegiatan. Kejadian yang tidak pasti merupakan ciri dari metode PERT. Oleh karena itu, tidaklah tepat dalam kasus ini untuk menetapkan waktu penyelesaian proyek secara konkrit.

PERT pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam artian bahwa metode PERT akan berakhir dengan menentukan penjadwalan waktu. Metode PERT termasuk teknik

penjadwalan karena PERT terdiri dari tiga tahapan, yaitu : perencanaan, penjadwalan dan pengontrolan/pengawasan. Tujuan akhir dalam tahap penjadwalan ialah membentuk *time chart* yang dapat menunjukkan waktu mulai dan selesainya setiap kegiatan serta hubungannya satu sama lain dalam proyek. Jadwal harus mampu menunjukkan kegiatan – kegiatan yang kritis dilihat dari segi waktu yang memerlukan perhatian khusus kalau proyek harus selesai tepat pada waktunya. Bagi kegiatan – kegiatan yang tidak tergolong jalur kritis jadwal harus menentukan banyaknya waktu yang mengambang (*slack*) yang dapat dipergunakan ketika kegiatan tertunda atau kalau sumber daya yang terbatas digunakan secara efektif. PERT menggunakan pendekatan statistik dengan perkiraan tiga angka perkiraan waktu, antara lain :

Cara menghitung kurun waktu yang diharapkan (*Expected Duration Time*) yaitu :

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6} \dots\dots\dots(2.1)$$

- Te = waktu diperkirakan
- a = waktu paling mungkin
- b = waktu pesimis

- Dugaan waktu optimal (*a*), yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan tanpa hambatan sedikitpun.
- Dugaan waktu paling mungkin (*m*), yaitu waktu yang paling sering terjadi dibandingkan dengan yang lainnya bila diulang-ulang dengan kondisi yang hamper sama.

- Dugaan waktu pesimis (*b*), yaitu waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan bila segalanya ada hambatan.

2.3.6. Melaksanakan Rencana PERT

Jaringan PERT diatur dengan tiap peristiwa diberi nomor dan dihubungkan dengan peristiwa lain. Anak panah menunjukkan aliran kerja dalam urutan yang logis. Anak panah yang penuh menunjukkan adanya kegiatan yang memerlukan waktu penyelesaian yang ditunjukkan oleh kelompok angka – angka yang bersangkutan dengan masing – masing anak panah. Anak panah yang terputus – putus pada umumnya menunjukkan kendala yang berwaktu nol.

Salah satu peraturan panduan PERT ialah bahwa sewajarnya tiap kegiatan diidentifikasi dengan sebuah peristiwa yang mendahuluinya dan peristiwa yang mengikutinya guna membantu menjelaskan jaringan.

Jaringan PERT mempunyai hubungan yang erat dengan pengorganisasian program dengan tanggung jawab pada masing – masing kegiatan dengan pengendalian serta garis komunikasi yang memadai.

Beberapa ciri yang melekat pada jaringan PERT, yang diperhatikan pada waktu merencanakan sistem jaringan PERT, yaitu (Siagian, 1987) :

- Setiap kegiatan tertentu harus diselesaikan sebelum terjadinya peristiwa.

Demikian pula kegiatan tidak dapat diawali sebelum mantapnya suatu peristiwa.

- Semua jalur kegiatan harus lengkap dan tidak diduplikasikan atau menunjukkan alternatif-alternatif.
- Setiap peristiwa tertentu hanya dapat terjadi sekali
- Setiap dua peristiwa hanya dapat dihubungkan oleh satu garis kegiatan.
- Identifikasi lingkup proyek dan uraikan menjadi komponen-komponen.
- Susun komponen-komponen kegiatan sesuai dengan logika kberagaman
- Tentukan perkiraan waktu penyelesaian masing-masing kegiatan.
- Gunakan symbol  : untuk menggambarkan aktivitas (suatu pekerjaan/ tugas, dimana penyelesaiannya memerlukan waktu, biaya serta fasilitas).
- Gunakan symbol  : Anak panah terputus-putus sebagai symbol aktivitas semu
- Symbol  : Menunjukkan permulaan atau akhir dari suatu kegiatan, contoh : Pekerjaan mengecat pintu, maka *event* pertama pintu belum dicat dan *event* kedua pintu telah dicat.

Pengecatan



Beberapa hal yang harus diperhatikan :

- Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahuluinya harus sudah selesai
- Gambar anak panah, sekedar menunjukkan urutan pekerjaan saja. Panjang anak panah dan arahnya tidak menunjukkan letak dari pekerjaan.
- *Nodes*, lingkaran yang menunjukkan kejadian diberi nomorr sedemikian rupa, sehingga tidak ada *nodes* yang nomornya sama

- Dua buah kejadian hanya bias dihubungkan oleh satu kejadian dan diakhiri oleh satu kejadian.
- *Dummy activities*

Untuk menyusun *network* sesuai ketentuan, kadang-kadang diperlukan *dummy activities* (kegiatan semu dan kejadian semu). Kegiatan semu adalah kegiatan yang tidak memerlukan waktu, biaya dan fasilitas. Kegunaan *dummy activities* adalah untuk menghindari terjadinya dua masalah dihubungkan oleh lebih dari satu kegiatan.

2.3.7. Probabilitas PERT

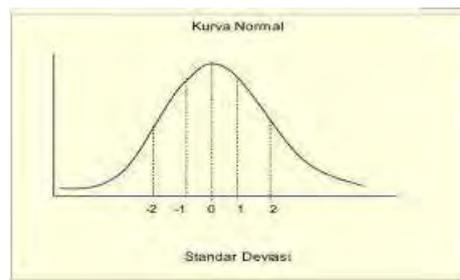
Untuk menggambarkan variasi waktu aktivitas dalam jaringan kerja PERT, digunakan deviasi standart waktu aktivitas. Karena ada tiga perkiraan waktu untuk tiap aktivitas, maka dapat dihitung deviasi standart untuk aktivitas tersebut. Perbedaan antara waktu a dan waktu b menggambarkan jarak dari ujung ekstrim sebelah kanan pada distribusi kemungkinan waktu kegiatan jaraknya \pm deviasi standart. Dapat dirumuskan menjadi :

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

S = deviasi waktu satndar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis



Gambar 2.2. Kurva Normal

2.4 Persamaan dan Perbedaan CPM dan PERT

2.4.1. PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT (Program Evaluation and Review Technique) adalah suatu teknik manajemen untuk menilai serta meninjau kembali program yang dikemukakan oleh *US Navy* bekerjasama dengan Booz, Allen dan Hamilton (1958) dalam proyek pembangunan rudal Polaris untuk kapal selam Nautilus di AS. Teknik *PERT* ialah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin meminimalisir adanya penundaan maupun gangguan suatu produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu aktivitas yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu kegiatan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan.

Tujuan dari *PERT* adalah pencapaian suatu taraf tertentu, dimana waktu merupakan dasar penting dalam penyelesaian kegiatan-kegiatan bagi suatu proyek. Dalam metode *PERT* dan *CPM* masalah utama yaitu ; teknik untuk menentukan jadwal kegiatan beserta anggaran biayanya dengan maksud pekerjaan - pekerjaan yang telah dijadwalkan itu dapat diselesaikan secara tepat waktu dan tepat biaya. Langkah - langkah melakukan perencanaan dengan *PERT* dengan mengidentifikasi aktivitas (*activity*) dan titik tempuhnya (*milestone*), menetapkan urutan pekerjaan dari aktivitas - aktivitas yang telah direncanakan, membuat suatu diagram jaringan (*network diagram*), memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan,

menetapkan suatu jalur kritis (*critical path*) dan melakukan pembaharuan diagram *PERT* sesuai dengan kemajuan proyek.

Sifat umum dari *PERT*, yaitu sebuah lintasan kritis. Dengan diketahuinya lintasan kritis ini maka suatu proyek dalam jangka waktu penyelesaian yang lama dapat diminimalisir. Ciri - ciri lintasan kritis yaitu :
Lintasan yang biasanya memakan waktu terpanjang dalam suatu proses.
Lintasan yang tidak memiliki tenggang waktu antara selesainya suatu tahap kegiatan dengan mulainya suatu tahap kegiatan berikutnya. Tidak adanya tenggang waktu tersebut yang merupakan sifat kritis dari jalur kritis.

Mengetahui ketergantungan serta keterhubungan tiap pekerjaan dalam suatu proyek, dapat mengetahui implikasi dan waktu jika terjadi keterlambatan suatu pekerjaan, dapat mengetahui kemungkinan untuk mencari jalur alternatif lain yang lebih baik untuk kelancaran proyek, dapat mengetahui kemungkinan percepatan dari salah satu atau beberapa jalur kegiatan dan juga dapat mengetahui batas waktu penyelesaian proyek.

2.4.2. CPM (*Critical Path Method*)

CPM (*Critical Path Method*) yang diperkenalkan oleh JE Kelly dari Remington Rand dan MR Walker dari Dupont pada tahun 1957, adalah suatu metode perencanaan serta pengendalian proyek-proyek yang merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan *CPM* banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan berbagai macam pekerjaan pada suatu proyek yang dianggap diketahui dengan pasti, dan juga hubungan antara sumber yang

digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi *CPM*, merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya, total proyek, melalui pengurangan waktu penuntasan total proyek yang bersangkutan. Teknik penyusunan jaringan kerja yang terdapat pada *CPM*, sama dengan yang digunakan pada *PERT*. Perbedaan yang terlihat adalah bahwa *PERT* menggunakan *activity oriented*, sedangkan dalam *CPM* menggunakan *event oriented*. Pada *activity oriented* anak - panah menunjukkan *activity* atau pekerjaan dengan beberapa keterangan aktivitasnya, sedang *event oriented* pada peristiwa yang merupakan pokok perhatian dari suatu aktivitas.

CPM atau metode jalur khusus merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan anggaran total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan. Jalur kritis adalah jalur terpanjang durasi melalui jaringan. Pengertian dari jalur kritis adalah bahwa kegiatan yang terletak di atasnya tidak dapat ditunda tanpa menunda kegiatan yang lainnya.

Jalur kritis dapat diidentifikasi dengan menentukan empat parameter berikut untuk setiap kegiatan :

- *ES – Earliest Start Time* (waktu mulai paling awal) : waktu yang paling awal di mana aktivitas dapat mulai diberi bahwa kegiatan preseden yang harus diselesaikan terlebih dahulu.
- *EF – The Earliest Finish Time* (waktu selesai paling awal), sama dengan waktu mulai paling awal untuk kegiatan ditambah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas.

- *LF – Last Finish Time* (waktu selesai terakhir) : waktu terakhir di mana aktivitas dapat diselesaikan tanpa menunda proyek.
- *LS – Last Start Time* (waktu mulai terakhir), sama dengan waktu selesai terakhir dikurangi waktu yang diperlukan untuk menyiapkan aktivitas.

2.5 Kelebihan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT memiliki asumsi bahwa proyek yang akan dilaksanakan adalah baru, tidak ada contoh sebelumnya. Berdasarkan atas asumsi itu, maka orientasi dari metode *PERT* adalah mengoptimalkan waktu penyelesaian proyek dan belum menekankan soal minimalisasi biaya. Berhubungan karena belum ada pengalaman sebelumnya, maka waktu penyelesaian pekerjaan yang ada dalam proyek bersifat probabilistik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah dan rencana dari proses berfikir dan memecahkan masalah yang dimulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun *observasi* langsung di lapangan. Pada tahapan metode penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data-data yang ada di studi kasus, selanjutnya dilakukan persiapan untuk mendapatkan tahapan informasi dengan mengumpulkan data sekunder.

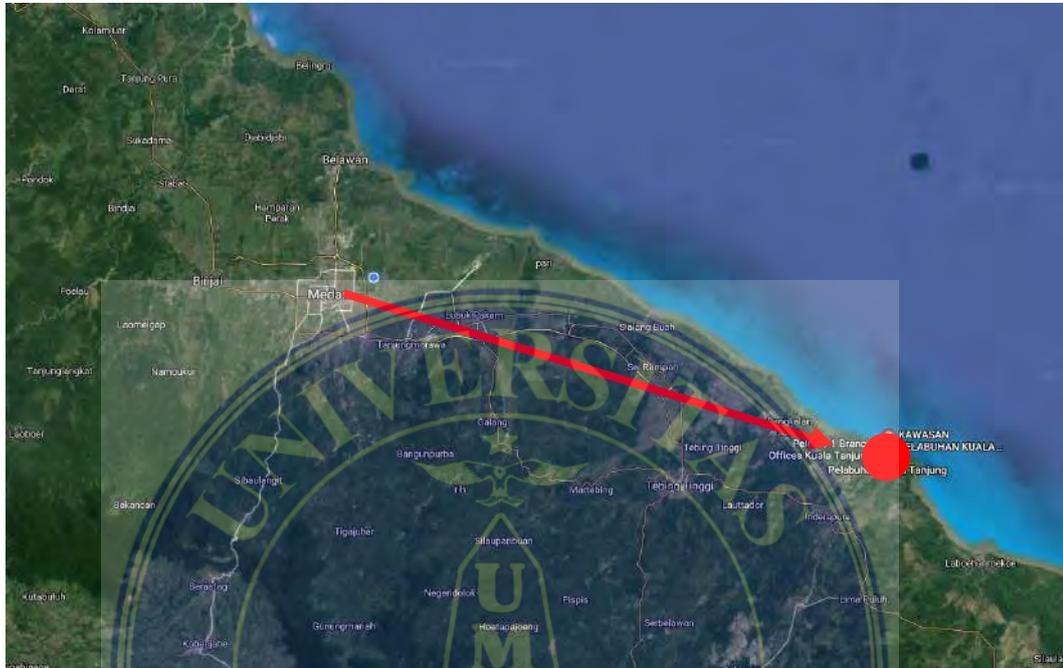
Pada bab ini membahas tentang lokasi penelitian, metode pengambilan data dan analisa data. Setelah data-data terkumpul maka dilakukan pengolahan data, setiap data yang telah dihitung kembali maka dilanjutkan dengan menganalisa studi kasus yang ada. Setelah analisa selesai, maka dilakukan perhitungan hasil yang menggunakan beberapa alternatif, sehingga biaya dan waktu yang didapat lebih efektif dan efisien.

Analisis data menggunakan metode analitis. Analitis berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan.

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan Storage Tanks Kawasan Pelabuhan Pelindo 1, Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara. Waktu penelitian

dan penyusunan proposal ini dimulai dari bulan Juni 2020 dengan mengumpulkan data-data yang mendukung penelitian. Adapun peta lokasi penelitian seperti terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian: Proyek Pembangunan Storage Tanks Kawasan Pelabuhan Pelindo 1, Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara
Sumber: maps.google.com

3.2. Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah untuk mengumpulkan data (Sugiyono, 2012:224). Tujuan pengambilan data adalah untuk mendapatkan suatu informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Terdapat 2 data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang berupa kata-kata atau verbal yang didapatkan secara lisan, gerak-gerik atau perilaku yang dilakukan oleh subjek yang dapat dipercaya dan berkaitan dengan variabel yang diteliti

(Siyoto, Sandu, & Sodik, 2015: 28). Data primer didapatkan langsung dari responden yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti. Dalam penelitian ini data primer didapatkan dengan cara melakukan wawancara (*interview*) dengan pihak proyek (*engineer*) dan melakukan pengamatan langsung ke lapangan (*observasi*).

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari berkas-berkas grafis (tabel, catatan, notulen, rapat, dll), dokumentasi, film, rekaman video, benda-benda, dan lain-lain (Siyoto, Sandu, & Sodik, 2015:27). Data sekunder diperoleh dalam bentuk data sudah jadi yang diolah dan disajikan oleh pihak lain. Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari buku-buku literatur, jurnal, laporan, dokumen proyek (rancangan anggaran biaya dan kurva S), dan dari penelitian sebelumnya.

3.3. Metode Rekapitulasi dan Analisis Data

Data-data yang didapatkan dari hasil pengumpulan data kemudian disajikan dalam bentuk tabulasi, grafik, dan deskriptif yang akan diolah untuk dianalisis guna pembahasan lebih lanjut. Rekapitulasi dilakukan untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisa dan perhitungan. Analisis dilakukan dengan metode PERT. Pada bagian kedua ini digunakan metode PERT untuk menghitung durasi tiap-tiap pekerjaan dari data yang telah didapat dari proses sebelumnya. Langkah-langkah perhitungan dengan metode PERT adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan *expected time* (t_e)

Data-data yang digunakan dalam perhitungan *expected time* (t_e) adalah waktu optimis (t_a), waktu pesimis (t_b), dan waktu yang paling mungkin (t_m). Waktu yang paling mungkin (t_m) didapatkan dari perhitungan durasi pekerjaan. Waktu yang paling mungkin (t_m) menggunakan durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja aktual di lapangan karena dengan jumlah tenaga kerja aktual yang ada maka durasi yang didapat adalah durasi yang paling mungkin terjadi. Sedangkan waktu optimis (t_a) dan waktu pesimis (t_b) didapatkan dari konsultasi dan wawancara dengan pembimbing lapangan dari kontraktor. Perhitungan *expected time* (t_e) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_e = \frac{t_a + 4t_m + t_b}{6}$$

t_e = *expected time*

t_a = waktu optimis

t_b = waktu pesimis

t_m = waktu yang paling mungkin

Setelah mendapatkan *expected time* (t_e) dari setiap pekerjaan, maka dari *expected time* (t_e) tersebut dapat ditentukan durasi rencana tiap ± tiap pekerjaan. Durasi rencana ini akan digunakan pada pembuatan diagram network pada proses berikutnya.

2. Penyusunan *diagram network* jalur kritis dengan metode *Activity On Node* (AON)

Untuk membuat *diagram network* jalur kritis, langkah awal yang perlu kita lakukan adalah menyusun hubungan antar aktivitas. Penyusunan

hubungan antar aktivitas dilakukan dengan menentukan *predecessors* dari setiap aktivitas. Setelah *predecessors* dari setiap aktivitas ditentukan maka selanjutnya dibuat *diagram network* dengan metode *Activity On Node* (AON). Pada *diagram network* ini durasi tiap pekerjaan yang digunakan adalah durasi pekerjaan rencana dari *expected time* (*te*) yang telah didapatkan dari proses sebelumnya.

3. Perhitungan probabilitas terjadinya *expected time* (*te*)

Perhitungan probabilitas ini menggunakan perhitungan *variance* dan *normal z-value*. Setelah mendapatkan *normal z-value*, selanjutnya dengan bantuan *normal standart table* (Lampiran 4) dapat didapatkan angka probabilitas dari tiap pekerjaan.

Berikut adalah rumus untuk mendapatkan *variance*:

$$\text{Variance} = \frac{(tb - ta)^2}{36}$$

tb = waktu pesimis

ta = waktu optimis

Berikut adalah rumus untuk mendapatkan nilai *normal z-value*:

$$\text{Normal } z - \text{value} = \frac{s - te}{\sqrt{\text{variance}}}$$

s = durasi rencana

te = *expected time*

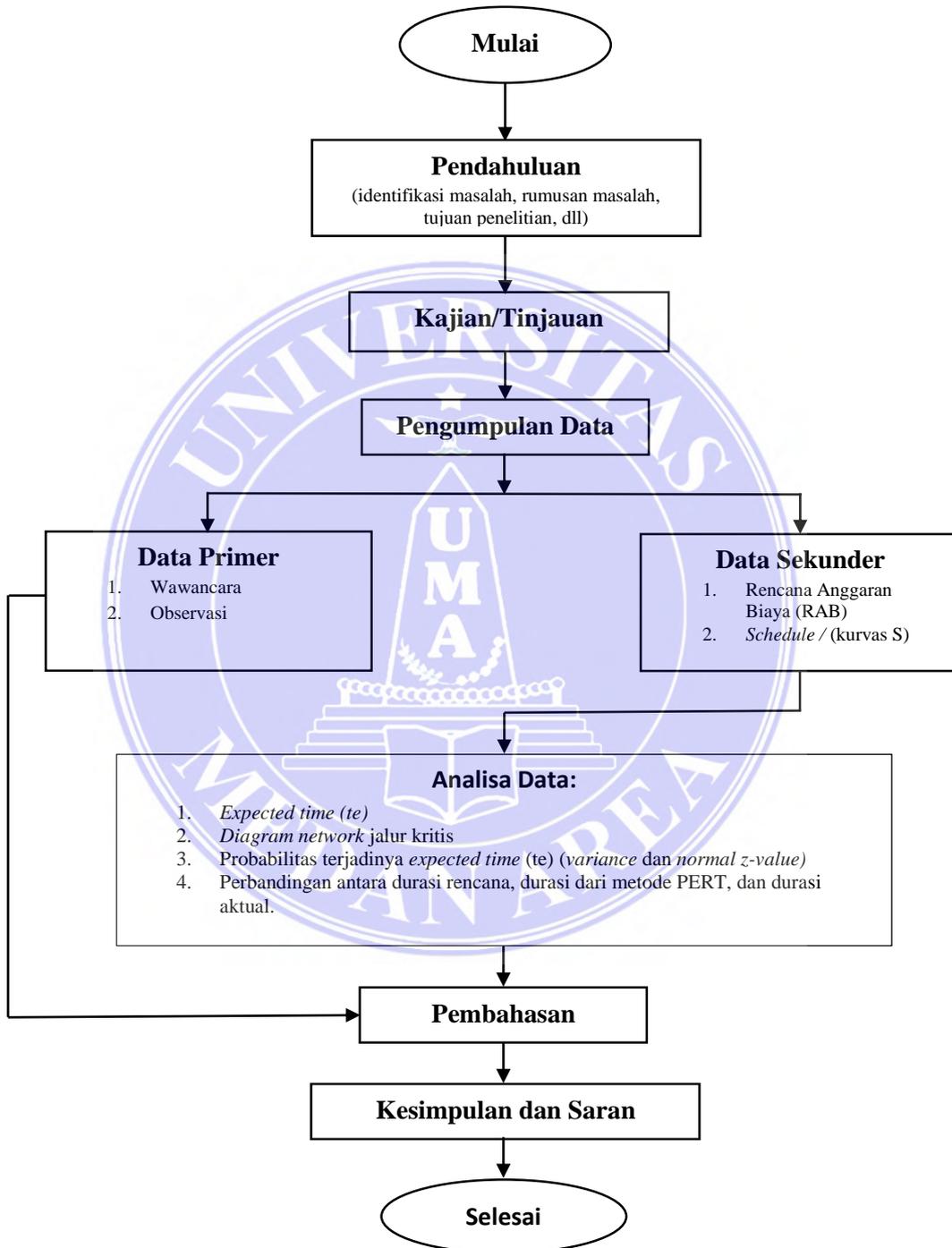
4. Membandingkan antara durasi rencana, durasi dari metode PERT, dan durasi aktual di lapangan.

Dari ketiga durasi tersebut, dibuat perbandingan dalam bentuk tabel maupun grafik untuk diambil kesimpulan.

3.4. Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja dari penelitian ini dapat dilihat dari Gambar 3.2.

berikut:



Gambar 3.2. Prosedur Kerja Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, maka hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Lintasan kritis dilalui pada pekerjaan *Preparation Works (A)*, *Earth Works (B1)*, *Concrete Works (B2)*, *Grounding Loop (B3)*, *Steel Works for Tank (B4)*, *Connecting Bridge (C1)*, dan *Painting Works (C3)*.
2. Estimasi waktu yang diharapkan (t_e) untuk pengerjaan proyek adalah A-B1-B2-B3-B4-C1-C3= 249 hari.
3. Nilai (probability) proyek selesai pada waktu rencana (s) sesuai *time schedule plan* (242 hari) adalah sebesar 27,09%.
4. Jadwal pekerjaan berdasarkan evaluasi menggunakan metode PERT selesai pada bulan Mei 2018 dengan nilai total *Variance* pada perhitungan cukup besar yang mengakibatkan nilai probability rendah.

5.2. Saran

Berdasarkan evaluasi penjadwalan ulang menggunakan metode PERT, penyelesaian pekerjaan proyek Pembangunan *Storage Tanks* Kawasan Pelabuhan Pelindo 1, Kuala Tanjung, Batubara, Sumatera Utara masih bisa dilakukan percepatan proyek maksimal jika pada pengerjaannya proyek tidak mengalami keterlambatan dalam memulai pekerjaan, dan tersedianya fasilitas pendukung untuk mengatasi cuaca yang tidak bersahabat pada proses pekerjaan. Maka untuk

melakukan percepatan proyek tersebut dibutuhkan pengendalian/evaluasi segera setelah mengetahui adanya keterlambatan yang mengharuskan pekerjaan diuntuk dikendalikan ulang demi selesainya pekerjaan tepat waktu.



DAFTAR PUSTAKA

Ali, T.H., 1990, *Prinsip – prinsip Network Planning, Jilid II* Gramedia, Jakarta.

Ali, T.H., 1992, *Prinsip – prinsip Network Planning, Jilid III* Gramedia, Jakarta.

Amalia, F.D. 2016. *Analisis Penjadwalan Ulang (Rescheduling) Proyek dengan Metode Pert*, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Chusairi, M.,2015, *Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Pembangunan Gedung*, Rekayasa Teknik Sipil Vol 2 No. 2/rekat/15(2015),09-15

Dayanti, E., 2010, *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM pada Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip*, FEM-UNDIP, Semarang.

Dimas Pribadi P. 2017. *Analisis Keterlambatan Proyek Melalui Perbandingan Jumlah Tenaga Kerja Antara Shchedule Rencana dan Schedule Realisasi Menggunakan Komposisi SNI 2013*. Tugas Akhir (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

Dino C. dan Thio A. 2015. *Analisa Penjadwalan Waktu dengan Metode Jalur Kritis dan PERT Pada Proyek Pembangunan Ruko*. Journal of Industrial Engineering & Management Systems Vol. 8, No 2, August 2015. Depok.

Dwi Fadilla Oetari, 2016, *Evaluasi Waktu Pekerjaan Dengan Menggunakan Metode PERT Pada Proyek Pembangunan Asrama LPTQ*, Meulaboh.

Ersan Efendi. 2014. *Pengendalian Waktu dan Biaya Menggunakan Metode PERT Pada Proyek PLTU Tanjung Jati B Unit 3 dan 4*.Tugas Akhir (Tidak Diterbitkan) Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

Ervianto, Wulfram I. 2003. *Manajemen Proyek Kontruksi*. (Edisi Revisi).Yogyakarta: Andi.

Ervianto, Wulfram. I. 2004. *Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit ANDI: Yogyakarta

Firmansyah, Andi. 2017. *Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia Menggunakan Metode Pert*, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Handoko, T.H. 1999. *Manajemen*, BPFE, Yogyakarta

Heizer, J. 2005. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Husen, Abrar. 2010. *Manajemen Proyek*. Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi.

Heizer, J. & Render, B.,2006. *Operation Management, Edisi Kedelapan*, Prentice Hall, New Jersey.

Heizer, J. & Render, B.,2009. *Operation Management, Edisi Kesembilan*, Salemba Empat, Jakarta.

Misrali, 2015, *Evaluasi Penjadwalan Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung Kelas Di Fakultas Ekonomi Universitas Jember Dengan metode PERT*, Jember

Reksohadiprojo, Sukanto.,1995.BPFE-UGM. Yogyakarta.

Schroeder, 2000., *Perencanaan Pengambilan Keputusan, Jilid I*, Cipta Reka, Surabaya.

Siswojo,H., 2000. *GMD, Jilid II*, Erlangga, Jakarta,

Soeharto, I., 1999. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.

Soeharto, I., 2001. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.

Soeharto, I., 1997. *Manajemen Proyek*, Erlangga, Jakarta

Soeharto, I., 1990. *Manajemen Proyek*, Erlangga, Jakarta

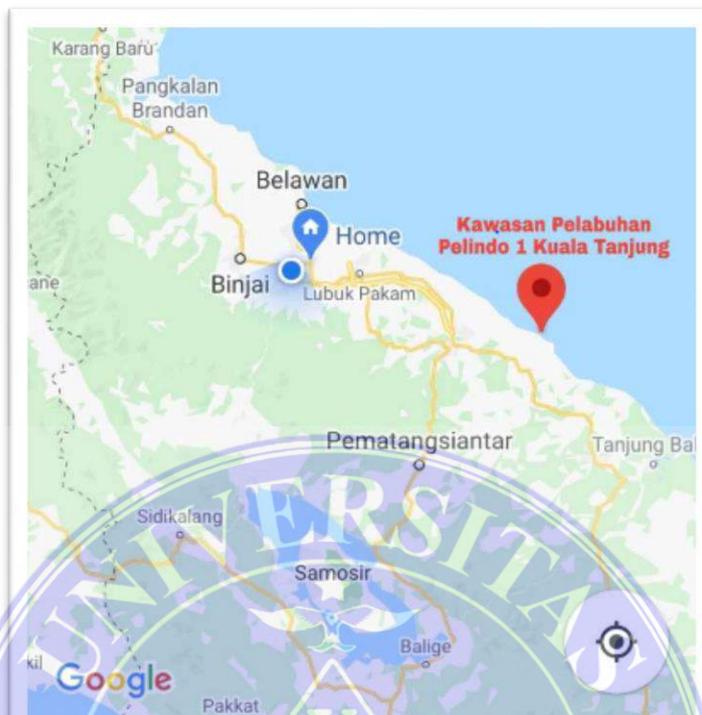
Taha., 1999. *Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PERT dan CPM*. Bina Ilmu, Surabaya.

NO.	JOB DESCRIPTION ITEM	WEIGHT FAKTOR Bobot (%)	MONTHLY PROGRESS					
			Period Desember 28. 2018 s/d Januari 28. 2019					
			Last Month		This Month		Until This Month	
VALUE (%)	Bobot (%)	VALUE (%)	Bobot (%)	VALUE (%)	Bobot (%)			
A.	PREPARATION WORKS	0,592		0,5870		0,0008	0,5891	
B.	TANK WORKS	97,0039		93,1271		1,9374	95,5905	
B.1	EARTH WORKS	0,7585		0,7585		-	0,7585	
B.2	CONCRETE WORKS	18,6306		18,6258		0,0036	18,6294	
B.3	GROUNDING LOOP	0,1471		0,1431		0,0025	0,1457	
B.4	STEEL WORKS FOR TANK	71,5792		69,5783		0,7943	70,8987	
B.5	PAINTING WORKS	5,8885		4,0213		1,1369	5,1582	
C.	STAIR AND CONNECTING BRIDGE WORKS	0,3572		0,3377		0,0090	0,3467	
C.1	CONNECTING BRIDGE	0,1504		0,1531		0,0011	0,1542	
C.2	BUNDWALL/PIPE RACK BRIDGE WORKS	0,1542		0,0342		0,0011	0,0421	
C.3	PAINTING WORKS	0,0526		0,0400		0,0079	0,0400	
D.	TANK FARM AREA	1,7963		1,7371		0,0173	1,7483	
D.1	PIPE RACK FOUNDATION WORKS	0,5000		0,5000		-	0,5000	
D.2	SLAB TANK FARM & BUNDWALL	1,1732		1,1510		0,0142	1,1602	
D.3	FAT TRAP TANK FARM AREA	0,0932		0,0861		0,0030	0,0881	
E.	TANK'S LIGHTING	0,2371		0,1487		0,0491	0,1978	
F.	STREET LIGHTING AT PIPE RACK	0,0435		0,0166		0,0105	0,0271	
RECAPITULATION :		100,000		95,9542		2,0241	98,4995	
A. PROGRESS THIS MONTH (%)							2,0241%	
B. PROGRESS LAST MONTH (%)							95,9542%	
C. PROGRESS UNTIL THIS MONTH (%)							98,4995%	

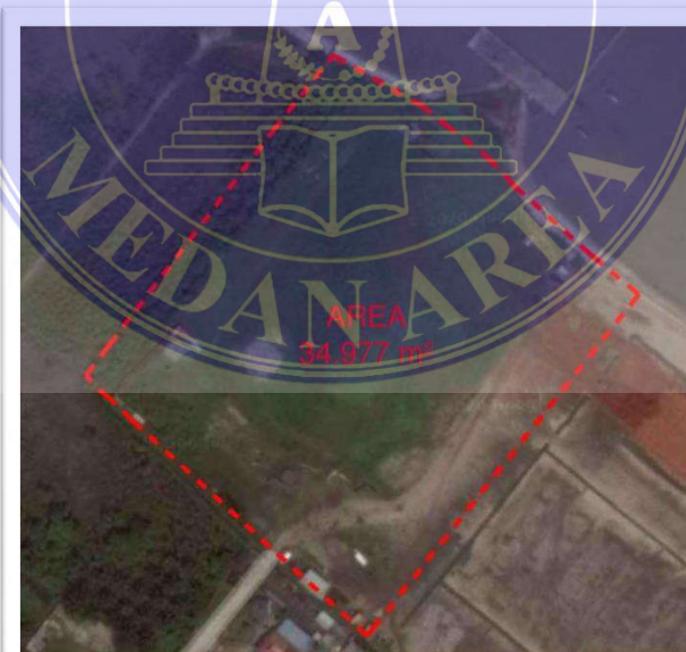
Kuala Tanjung, Januari 28, 2019

Approved By. PT. PRIMA TANGKI INDONESIA	Checked By. PT. LYDUMA INTERMAS CONSULTAN	Made By. PT. SWASTIKALAUTAN NUSAPERSADA
AMAN SENTOSA CHARITY General Manager	KHAIRIL AKMAL Site Engineer	NICOLAUS SIMAMORA Project Manager
		INGOT M SIDABARIBA Site Manager
		LAMSIHAR PASARIBU Project Manager

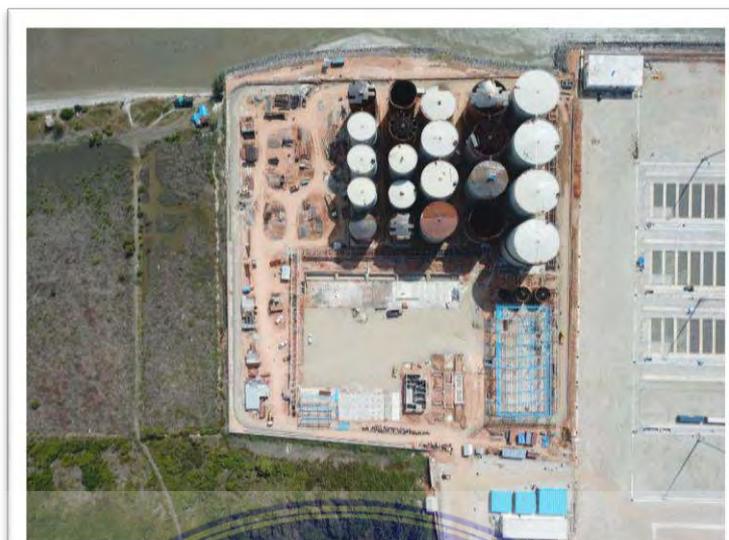
Lampiran 2. Dokumentasi Proyek



Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek



Gambar 1.2 Luas Lokasi Proyek



Gambar 1.3 Lay Out Lokasi Proyek



Gambar 1.4 Lay Out Lokasi Proyek



Gambar 1.5 Pekerjaan Pondasi Pancang



Gambar 1.6 Pekerjaan Pipe Rack



Gambar 1.7 Pekerjaan Bundwall



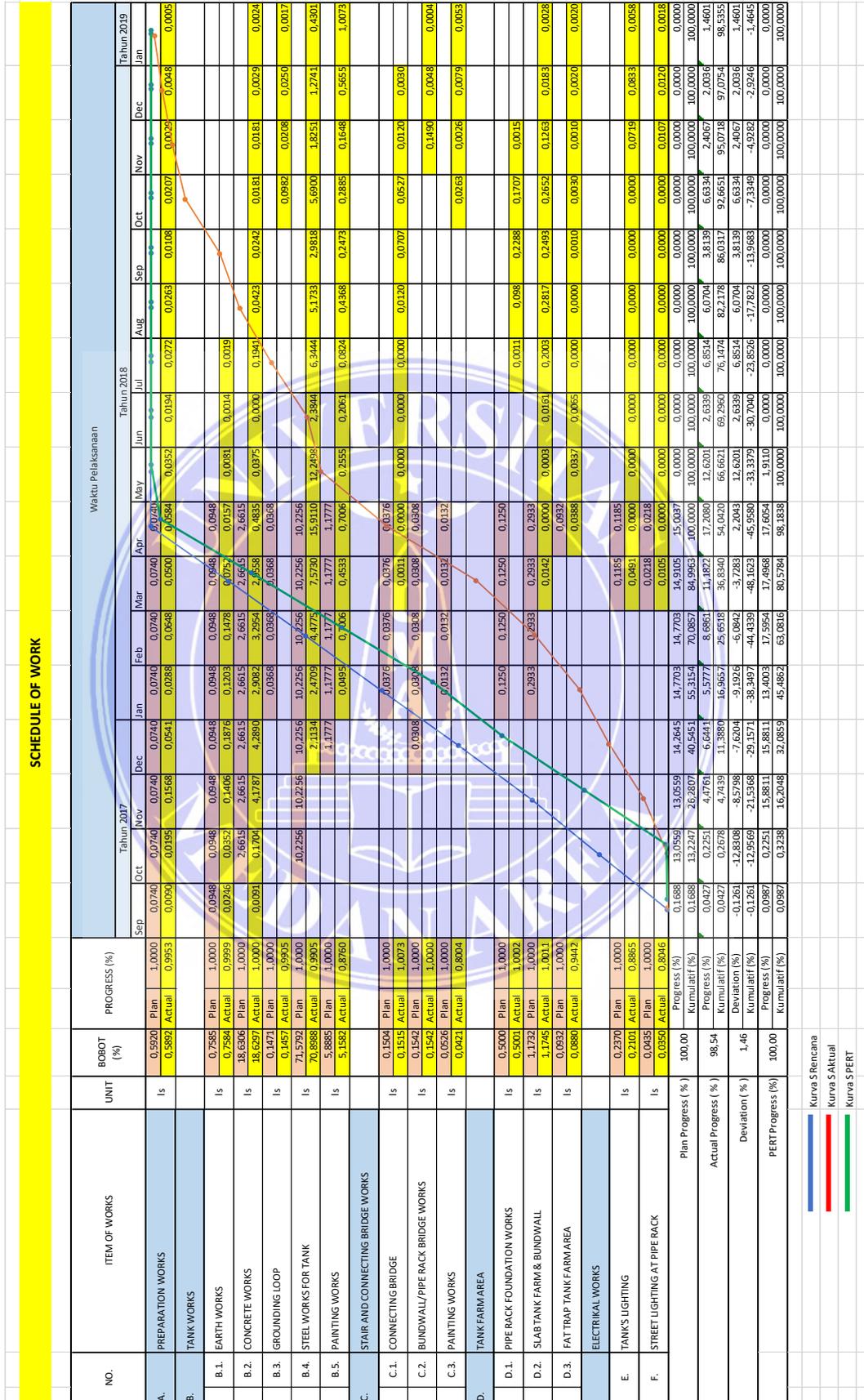
Gambar 1.8 Pekerjaan Tank Farm



Gambar 1.9 Pekerjaan Finishing



Lampiran 3. Kurva-S Metode PERT



Lampiran 4. Standard Normal Probabilities

Standard Normal Probabilities

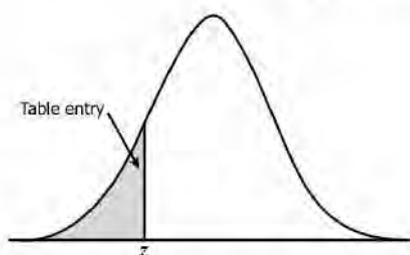


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

Standard Normal Probabilities

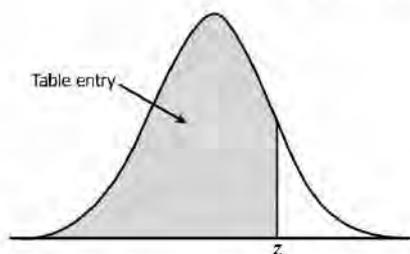


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998