

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PROYEK RENOVASI SALURAN**  
**AIR DENGAN PERT**

(Studi Kasus Pada Renovasi Saluran Air di Baluwarti)

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi**

**Syarat-syarat untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik**

**Jurusan Teknik Industri pada Fakultas**

**Teknik Universitas Setia Budi**



**Disusun oleh :**

**HERI SARWONO**

**07060038 E**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SETIA BUDI**

**SURAKARTA**

**2013**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS PROYEK RENOVASI SALURAN AIR**

**DENGAN PERT**

**Disusun Oleh :**

**HERI SARWONO**

07060038 E

Laporan Tugas Akhir Ini Telah Disahkan Sebagai Salah Satu Syarat Guna Melengkapi dan Memperoleh Gelar Kesajanaan Strata-1 Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta

Telah Diuji dan Disetujui pada:

Tanggal: 19 Des 2013

Mengesahkan,

Dosen Pembimbing I



**Ir Rosleini Ria.P.Z.,MT**

Dosen Pembimbing II



**Anita Indrasari, ST.,M.Sc**

Mengetahui

Ketua Program Studi S1 Teknik Industri



**Bagus Ismail A W..ST.,MT**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS PROYEK RENOVASI SALURAN AIR**

**DENGAN PERT**

**Disusun Oleh :**

**HERI SARWONO**

07060038 E

Telah Diuji dan Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji pada :

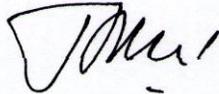
Tanggal: 4 Jan 2014

Dosen Pembimbing I



**Ir Rosleini Ria.P.Z,MT**

Dosen Penguji,



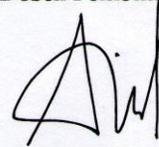
**Bagus Ismail A.W.ST.,MT**

Dekan Fakultas Teknik



**Drs.Suseno.M.Si**

Dosen Pembimbing II



**Anita Indrasari, ST.,M.Sc**

Dosen Penguji,



**Adhie Tri Wahyudi.ST.M.Cs**

Ketua Progdi S1 Teknik Industri,



**Bagus Ismail A.W,ST.,MT**

## MOTTO

**Berangkat dengan penuh keyakinan**

**Berjalan dengan penuh keikhlasan**

**Sabar dalam menghadapi cobaan**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan buat :

- Tuhan YME
- Rosululloh SAW
- Almamaterku
- Bapak DR Ir. Budi Darmadi M.Sc
- Bapak Ir Suracmanto Hutomo M.Sc
- Temen-temen USB semuanya.

## **ANALISA PROYEK**

### **RENOVASI SALURAN AIR DENGAN PERT**

Disusun Oleh: Heri Sarwono

Program Studi: Teknik Industri

#### **Abstrak**

Perencanaan proyek membuat renovasi saluran air yang dilaksanakan pada bulan Desember 2012 oleh PNPM Mandiri di Baluwarti. Pada pelaksanaannya di lapangan muncul permasalahan proyek. Hal ini disebabkan perijinan, biaya yang terlambat, bahan baku dan faktor cuaca yakni hujan. Sehingga rencana 27 hari kerja yang ditetapkan menjadi 31 hari kerja.

Untuk mengantisipasi hal tersebut digunakan teknik penjadwalan probabilistik. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah penjadwalan dengan metode PERT. Tujuannya untuk mengetahui waktu proyek dan kegiatan – kegiatan kritis dalam proyek tersebut. Proyek tersebut memerlukan waktu selama 31 hari, biaya tenaga kerja Rp 7.344.000. Dengan menggunakan PERT dapat dilaksanakan selama 26 hari. Dengan nilai standard deviasi sebesar 0,5341 dan nilai probability sebesar 0,8665. Biaya tenaga kerja sebesar Rp.6.024.000. Sehingga biaya dapat dihemat sebesar Rp.1.320.000.

Kata kunci: .PERT, Proyek, Probabilitas.

## **PROJECT ANALYSIS**

### **WATER CHANNEL RENOVATION WITH PERT**

Compiled By : Heri Sarwono

Study Program : Industrial Engineering

#### **Abstract**

Planning a renovation project to make the water channel that was conducted in December 2012 by the PNPM Mandiri in Baluwarti. The implementation project in an emerging field problems. This is due to licensing, the cost of late, raw materials and factors that rainy weather. So the plan set 27 working days to 31 working days.

To anticipate this use probabilistic scheduling techniques. One method that can be used is scheduling with PERT method. The goal is to determine the time of the project and critical activities in the project. The project may take as long as 31 days labor costs Rp 7.344 000. By using PERT can be implemented for 26 days. With the value of the standard deviation of 0,5341 and a probability value of 0,8665. Labor cost for Rp.6.024.000. So the cost of saved by Rp.1.320.000.

Keywords : PERT, Project, Probability.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan hanya bagi Allah SWT, Pemelihara seluruh alam raya, yang atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini dikerjakan demi memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Industri Universitas Setia Budi Surakarta. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukanlah tujuan akhir dari belajar karena belajar adalah sesuatu yang tidak terbatas.

Terselesaikannya skripsi ini tentunya tak lepas dari dorongan dan uluran tangan berbagai pihak. Oleh karena itu, tak salah kiranya bila penulis mengungkapkan rasa terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Ibu Ir Rosleini Ria.P.Z,MT dan Anita Indrasari, ST.,M.Sc, selaku dosen pembimbing, yang dengan sabar telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis.
2. Bapak Bagus Ismail A.W,ST.,MT selaku Kaprodi Teknik Industri.
3. Rekan-rekan semua di Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Secara khusus penulis menyampaikan terima kasih kepada keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan dan bantuan serta pengertian yang besar kepada penulis, baik selama mengikuti perkuliahan maupun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam penulisan tugas akhir ini

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan ketulusan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini dengan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Semoga karya tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak pihak demi kemaslahatan bersama serta bernilai ibadah di hadapan Allah SWT. Amien.

Surakarta, 19 Des 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
MOTTO .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
Abstrak .....	vi
Abstract .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3

1.4 Asumsi Penelitian .....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Manfaat Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Manajemen proyek.....	5
2.1.1 Definisi.....	5
2.1.2 Ciri –ciri Proyek.....	6
2.2 Perencanaan Waktu Dan Jaringan Kerja.....	7
2.3 Mekanisme Penyusunan Jaringan Kerja.....	9
2.4 Terminologi dan Kaidah Dasar .....	10
2.5 Beberapa Bentuk Hubungan Kegiatan .....	12
2.6 Metode Jalur Kritis (Critical Path Method-CPM).....	13
2.7 Perhitungan Waktu.....	14
2.8 Teknik Evaluasi dan Review Proyek ( <i>Project Evaluation and review Technique-PERT</i> ).....	15
2.9 Teori Probabilitas .....	17
2.10 Jadwal Dan Sumber daya .....	21

2.11 Keterbatasan Sumber Daya .....	22
BAB III .....	24
METODE PENELITIAN.....	24
BAB IV .....	27
HASIL PEMBAHASAN .....	27
4.1 Pengumpulan Data .....	27
4.1.1 Data Umum Proyek.....	27
4.1.2 Data Biaya Proyek.....	27
4.1.3 Data Waktu Proyek Untuk Setiap Kegiatan.....	27
4.1.4. Jumlah Tenaga Kerja.....	28
4.2 Pengolahan Data.....	28
4.2.1 Pembuatan Jaringan Kerja.....	28
4.2.2. Perhitungan Waktu menurut PERT.....	29
4.2.3 Analisis Target Waktu Penyelesaian.....	32
4.2.4 Lintasan Kritis.....	39
4.3. Analisa Waktu dan Biaya.....	40
BAB V.....	47
KESIMPULAN DAN SARAN.....	47

5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	47
LAMPIRAN	.....	49
DAFTAR PUSTAKA	.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kegiatan Yang Mewakili Dua Peristiwa .....	11
Gambar 2.2 Kegiatan B dapat terlaksana bila A telah selesai.....	11
Gambar 2.3 Kegiatan B mulai setelah A selesai .....	12
Gambar 2.4 . Kegiatan B dan C dapat dimulai kalau A selesai .....	12
Gambar 2.5 Kegiatan C dimulai dan D dapat setelah Kegiatan A. dan B selesai....	13
Gambar 2.6 Kegiatan C. dimulai setelah A dan B selesai, D. dimulai setelah B selesai .....	13
Gambar 2.7 Kurva Beta.....	18
Gambar 3.1 Diagram alur kegiatan .....	26
Gambar 4.1 Network Planing Renovasi Saluran Air .....	29
Gambar 4.2 Lintasan Kritis .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Antara CPM.PERT Dan PDM .....	8
Tabel 2.2 Lambang ,Gambar Dan Keterangan Jaringan Kerja .....	10
Tabel 2.3 Keterangan Gambar Dari Suatu Jaringan Kerja.....	14
Tabel 2.4 Perhitungan Maju.....	15
Tabel 2.5 Perhitungan Mundur .....	15
Tabel 2.5 Perbedaan Antara CPM dan PERT. ....	17
Tabel 3.1.Jadwal Penelitian.....	24
Tabel 4.4 Kegiatan Pendahulu Dan Waktu Optimis (a) Pesimis (b) Mungkin(m). 28	
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Expected Duration Time,Standard Deviasi, Varians 32	
Tabel 4.5 Hasil Analisa ES,EF,LS,LF dan Slack.....	37
Tabel. 4.6 Hasil Untuk ES-EF .....	37
Tabel 4.7 Hasil Untuk LS-EF .....	38
Tabel 4.8 Varian dan Devisiasi Standar Proyek Keseluruhan .....	41
Tabel 4.9 Daftar Aktivitas Utama Pada Lintasan Kritis .....	41
Tabel 4.10 Biaya Tenaga Kerja.....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 .Tenaga kerja ,Bahan Dan Alat.....	50
Lampiran 2 Uraian Pekerjaan .....	51
Lampiran 3 Biaya Tenaga Kerja selama 31 hari.....	52
Lampiran 4.Gambar Profil proyek .....	53
Lampiran 5. Permasalahan dengan Win QSB.....	53
Lampiran 6.Optimis,Pesimis dan Most likely time.....	54
Lampiran 7.Hasil Diagram dengan WIN QSB .....	56
Lampiran 8.Hasil analisa dengan Win QSB .....	57
Lampiran 9.Tabel dengan Win QSB.....	58
Lampiran 10.Analisa Probabilitas .....	59
Lampiran 11. Tabel Standard Normal Probabilitas.....	60
Lampiran 12. Tabel Standard Normal Probabilitas (-).....	61

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Analisa dan penjadwalan merupakan hal yang sangat penting dalam manajemen proyek. Oleh karena proyek mempunyai sifat yang sangat kompleks, maka pelaksana proyek sangat membutuhkan adanya system analisa, penjadwalan yang baik. Perancangan penjadwalan di lakukan untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai pelaksanaan dari suatu proyek. Kapan proyek tersebut dimulai dan kapan proyek tersebut diselesaikan.

Pengelolaan proyek-proyek berskala besar yang berhasil memerlukan perencanaan, penjadwalan, dan pengkoordinasian yang hati-hati dari berbagai aktivitas yang berkaitan. Untuk itu telah dikembangkan prosedur-prosedur formal yang didasarkan atas pengguna network (jaringan) dan teknik-teknik network. Prosedur yang paling utama dari prosedur-prosedur ini dikenal sebagai PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*), yang diantara keduanya terdapat perbedaan penting. Namun kecenderungan pada dewasa ini adalah menggabungkan kedua pendekatan tersebut menjadi apa yang biasa dikenal dengan *PERT-type system*.

Penjadwalan proyek merupakan salah satu hal yang penting dalam manajemen proyek, dimana penjadwalan ini memperlihatkan waktu pengerjaan tiap paket pekerjaan dan kejadian apa yang dihasilkan dari serangkaian paket kerja tertentu.

Proyek renovasi saluran air limbah di lingkungan Baluwarti Surakarta dilaksanakan oleh PNPM Mandiri. Dalam perencanaan proyek dilaksanakan bulan Desember 2012. PNPM Mandiri merupakan proyek pemerintah untuk pemberdayaan masyarakat. Namun pada pelaksanaannya di lapangan muncul permasalahan yang tidak dapat selesai sesuai jadwal disebabkan perijinan, biaya yang terlambat, bahan baku dan factor cuaca yakni hujan. Sehingga rencana 27 hari kerja yang ditetapkan menjadi 31 hari kerja. Berdasarkan permasalahan yang terjadi diatas perlu untuk menganalisa pelaksanaan proyek dengan : “Menentukan estimasi durasi proyek dengan menggunakan PERT”.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas maka. permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa estimasi total durasi proyek dengan PERT ?
2. Bagaimana biaya tenaga kerja dalam proyek ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terarah maka dilakukan batasan–batasan penelitian sebagai berikut:

1. Obyek penelitian adalah proyek renovasi saluran air limbah di Baluwarti Solo.
2. Penelitian dilakukan hanya pada penjadwalan dan analisa proyek.
3. Pembahasan mencakup tenaga kerja dan peralatan pelaksanaan proyek.

### **1.4 Asumsi Penelitian**

1. Tidak ada keterlambatan dalam pengadaan material atau bahan baku yang dapat mengganggu pelaksanaan proyek.
2. Penambahan pekerjaan atau kesepakatan kontrak baru dianggap tidak ada.

### **1.5 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan estimasi durasi proyek dengan mempergunakan PERT.
2. Menentukan efisiensi proyek.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan waktu penyelesaian dan penjadwalan proyek dimana aktifitasnya mempunyai kondisi yang tidak pasti.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

### **BAB I :PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang perumusan masalah batasan masalah, asumsi, tujuan diadakan penelitian, dan manfaat penelitian.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan teori teori PERT yang digunakan penyusunan sebagai acuan dan landasan untuk memecahkan masalah.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tahap-tahapan penelitian dari awal hingga akhir penelitian ini disusun.

### **BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi hasil penelitian pengolahan data sesuai dengan metode PERT secara langsung.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil analisis dengan PERT dan juga berisi saran-saran sebagai informasi perbaikan bagi PNPM Mandiri.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Manajemen proyek

##### 2.1.1 Definisi

Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan Kegiatan anggota serta sumberdaya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan.(Ahmad:2003)

Yang dimaksud dengan proses ialah Mengerjakan sesuatu dengan pendekatan yang sistematis. Sedangkan resources/ sumberdaya dapat berupa ( 5 M's of corporate) :

1. *Men* (sumberdaya manusia).
2. *Money* (dana).
3. *Machines or Equipment* (peralatan).
4. *Material* (bahan).
5. *Management or Method* (/Metode Management).

Fungsi manajemen adalah :

1. Merencanakan berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang yang diperlukan untuk mencapai sasaran.
2. Mengorganisir dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan

dengan cara bagaimana mengatur dan mengalokasikan kegiatan serta sumberdaya kepada para peserta kelompok (organisasi) agar dapat mencapai sasaran secara efisien.

3. Memimpin adalah mengarahkan dan mempengaruhi sumberdaya manusia dalam organisasi agar mau bekerja dengan sukarela untuk mencapai tujuan yang telah digariskan.

Proyek adalah suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumberdaya tertentu untuk melaksanakan tugas yang sarasanya telah digariskan dengan jelas.

### **2.1.2 Ciri –ciri Proyek**

Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil akhir yaitu:

1. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan diatas telah ditentukan.
2. Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas atau proyek.
3. Non rutin, tidak berulang-ulang, jenis dan intensitas Kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Dengan demikian manajemen suatu proyek ditujukan agar tujuan dari suatu proyek dapat dicapai. Pada umumnya kegiatan proyek bermaksud untuk mewujudkan atau membangun sisten yang belum ada. Dengan demikian, urutannya adalah system

(fasilitas/produk) dibangun atau diwujudkan dulu oleh proyek, baru kemudian dioperasikan.

## 2.2 Perencanaan Waktu Dan Jaringan Kerja

Pengelola proyek selalu ingin mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan waktu dan jadwal untuk menghadapi jumlah Kegiatan dan kompleksitas proyek yang cenderung bertambah.

Usaha tersebut membuahkan hasil dengan ditemukannya Metode bagan balok (*bar chart*) dan analisis jaringan kerja (*network analysis*) yaitu penyajian perencanaan dan pengendalian, khususnya jadwal kegiatan proyek secara sistematis dan analitis.

*Network planning* atau jaringan kerja merupakan sebuah pernyataan secara grafis dari kegiatan-kegiatan yang diperlukan dalam mencapai suatu tujuan akhir.(Render:2001)

Metode jaringan kerja yang umum dipakai:

1. Metode jalur kritis (*Critical Path Method / CPM*)
2. Teknik evaluasi dan review proyek (*Project Evaluation and Review Technnique - PERT*)
3. Metode Precedence diagram (*Preceden Diagram Method - PDM*)

Sejak ditemukannya metode jaringan kerja telah menunjukkan manfaat yang meyakinkan dalam hal penghematan biaya dan waktu dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan tenaga kerja, peralatan dan material. Antara lain terbukti pada proyek berikut :Pembangunan Pabrik kimia raksasa milik perusahaan Du Pont de Nomours pada tahun 1958 : telah menghemat \$ 1.000.000. dari budget semula \$10.000.000. Hingga saat ini banyak software manajemen proyek yang dikembangkan berdasarkan ,metode jaringan kerja, diantaranya *Microsoft project* dan *Pertmaster*. (Handoko:1998)

Metode jaringan kerja memungkinkan dilaksanakannya *Management by Exception*, dimana metode ini dapat dengan jelas mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis bagi proyek, terutama dalam aspek jadwal dan perencanaan, sehingga pengelola proyek dapat memberikan prioritas perhatian.

Perbandingan antara metoda CPM, PERT, PDM seperti terlihat pada Tabel

2.1

**Tabel 2.1. Perbandingan Antara CPM.PERT Dan PDM**

No	CPM	PERT	PDM
1	Memakai teknik penyajian secara grafis dengan memakai diagram anak panah, lingkaran serta kaidah-kaidah dasar logika ketergantungan dalam menyusun urutan kegiatan pada suatu proyek.		
2	Activity on Arrow (AOA) : kegiatan pada anak panah / Kegiatan dilambangkan dengan anak panah.		Activity on Node (AON) : kegiatan pada node

No	CPM	PERT	PDM
3	Menggunakan 1 (satu) angka estimasi bagi tiap kegiatan. CPM banyak digunakan oleh kalangan industri dan proyek-proyek engineering konstruksi	Menggunakan 3 angka estimasi, bagi tiap kegiatan yaitu optimistic, pesimistik dan yang paling mungkin. Dengan memberikan rentang waktu ini PERT dapat menampung adanya unsur-unsur yang belum pasti, kemudian menganalisa kemungkinan-kemungkinan sejauh mana proyek menyimpang atau memenuhi sasaran jadwal penyelesaian. Sehingga PERT lebih banyak digunakan pada proyek-proyek penelitian dan pengembangan yang seringkali memiliki unsur waktu yang belum tentu.	Menggunakan satu angka estimasi bagi tiap kegiatan. PDM menghasilkan jaringan kerja yang lebih sederhana dari CPM dan PERT, terutama untuk proyek yang kegiatannya perlu dipecah menjadi sub-kegiatan.
4	Diperkenalkan pada tahun 1957 oleh suatu tim engineer dan ahli matematika dari perusahaan Du-Pont bekerja sama dengan Rand Corporation, dalam usaha mengembangkan suatu system control manajemen.	Pada waktu yang hampir bersamaan pengembangan CPM, secara terpisah Dinas Angkatan Laut Amerika Serikat mengembangkan pula system control manajemen dalam rangka mengelola proyek pembuatan peluru kendali Polaris yang melibatkan ribuan konsultan desain engineering, sub kontraktor, supplier dan berbagai jawatan pemerintah dan sosial.	Konsep dasar PDM diperkenalkan oleh J.W> Fondahl dari Stanford University USA pada awal tahun 1960-an. Kemudian dikembangkan oleh lanjut oleh perusahaan IBM dalam rangka penggunaan computer untuk memudahkan perhitungan-perhitungan PDM

### 2.3 Mekanisme Penyusunan Jaringan Kerja

1. Identifikasi lingkup proyek dan menguraikannya menjadi komponen-komponen kegiatan.

2. Menyusun komponen-komponen kegiatan sesuai urutan logika ketergantungan menjadi jaringan kerja. Urutan ini dapat berbentuk seri dan parallel.
3. Memberikan perkiraan kurun waktu masing-masing kegiatan.
4. identifikasi jalur kritis, float dan kurun waktu penyelesaian proyek.
5. Meningkatkan daya guna dan hasil guna pemakaian sumberdaya.
6. Menentukan jadwal yang paling ekonomis.
7. Meminimalkan fluktuasi pemakaian sumberdaya.

#### 2.4 Terminologi dan Kaidah Dasar

Seperti telah dijelaskan jaringan kerja dapat menggunakan dua bentuk dalam penggunaan symbol atau lambang seperti terlihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Lambang ,Gambar Dan Keterangan Jaringan Kerja**

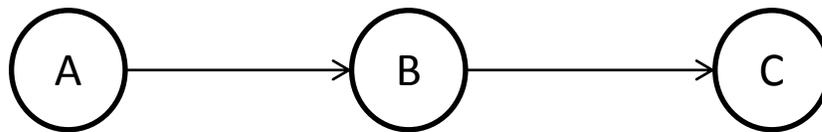
No	Simbol	Gambar	Keterangan
1	Anak Panah (arrow)		Melambangkan Kegiatan
2	Lingkaran		Melambangkan Kejadian
3	Anak panah terputus-putus (Dummy)		Melambangkan kegiatan semu (Dummy)



## 2.5 Beberapa Bentuk Hubungan Kegiatan

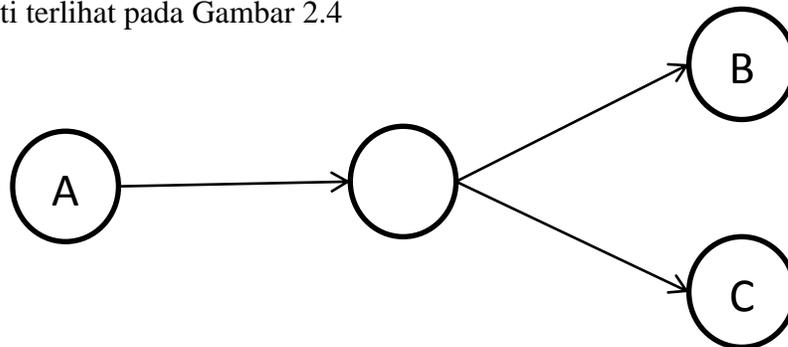
Secara umum hubungan ketergantungan antar Kegiatan dapat dijelaskan dalam empat bentuk dasar berikut :

1. Kegiatan (B). Mulai setelah A selesai. Seperti terlihat pada Gambar 2.3



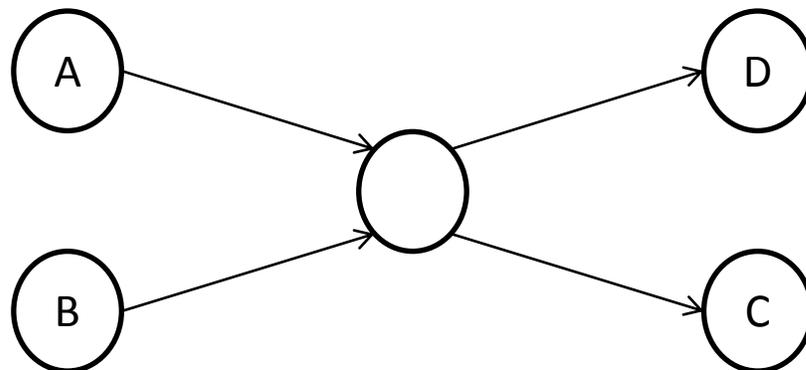
**Gambar 2.3 Kegiatan B mulai setelah A selesai**

2. Kegiatan B. dan C dapat dimulai kalau A selesai (kegiatan memencar). Seperti terlihat pada Gambar 2.4



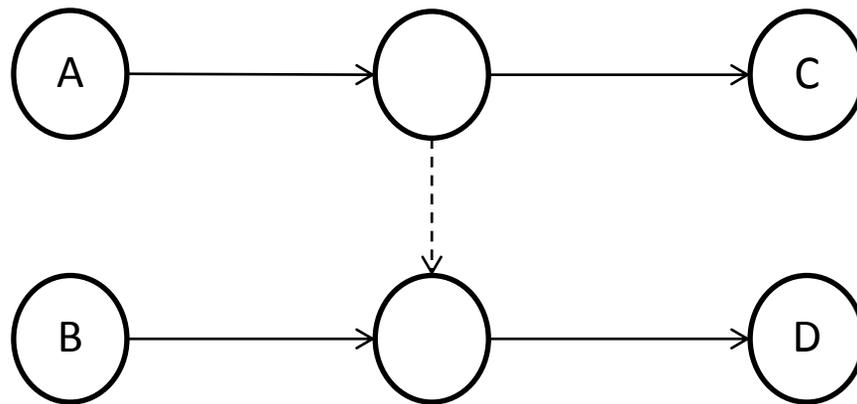
**Gambar 2.4 . Kegiatan B dan C dapat dimulai kalau A selesai.**

3. Kegiatan C dan D dapat dimulai setelah Kegiatan A. dan B selesai. Seperti terlihat pada Gambar 2.5



**Gambar 2.5 Kegiatan C dimulai dan D dapat setelah Kegiatan A dan B selesai.**

4. Kegiatan C dimulai setelah A dan B selesai D dimulai setelah B selesai (Kegiatan dengan satu dummy). Seperti terlihat pada Gambar 2.6



**Gambar 2.6 Kegiatan C dimulai setelah A dan B selesai, D dimulai setelah B selesai.**

## 2.6 Metode Jalur Kritis (Critical Path Method-CPM).

Pada metode PERT dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan

menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kadang-kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja. Keterangan Gambar dari suatu jaringan kerja terlihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3. Keterangan Gambar Dari Suatu Jaringan Kerja.**

Lambang	Keterangan	Lambang	Keterangan
TE=E	<i>Earliest Time of occurrence</i> Waktu paling awal peristiwa dapat terjadi	TL=L	<i>Lastest time of Occurrence</i> waktu paling akhir peristiwa dapat terjadi
ES	<i>Earliest Start Time</i> waktu paling awal suatu kegiatan	LS	<i>Lastest Start time</i> Waktu Mulai paling akhir kegiatan
EF	<i>EarliestFinish Time</i> Waktu mulai paling awal suatu kegiatan	LF	<i>Lastest Finish time</i> waktu selesai paling akhir suatu kegiatan
D	<i>duration</i> Kurun waktu suatu kegiatan		

## 2.7 Perhitungan Waktu.

Perhitungan waktu Bila dimulai dari waktu paling awal suatu Kegiatan disebut Perhitungan Maju. Perhitungan maju dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling awal kita dapat memulai atau mengakhiri kegiatan proyek. Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir kita masih dapat memulai atau mengakhiri kegiatan proyek tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Seperti terlihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

**Tabel 2.4. Perhitungan Maju.**

No	Perhitungan Maju	Rumus
1	Kecuali Kegiatan awal, suatu Kegiatanbaru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (predecessor) telah selesai.	$E(1) = 0$
2	Waktu selesai paling awal suatu kegiatan = waktu mulai paling awal ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.	$EF=ES + D$ $EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j)$
3	Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan terdahulu yang berkaitan, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.	Bila $EF(c) > EF(b) > EF(a)$ , maka $ES(d) = EF(c)$

**Tabel 2.5. Perhitungan Mundur.**

No	Perhitungan Mundur	Rumus
1	Waktu mulai paling akhir suatu Kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan.	$LS = LF - D$
2	Bila suatu kegiatan memiliki (memecah menjadi) 2 atau lebih kegiatan-kegiatan berikutnya (successor), maka waktu selesai paling akhir (LF) dari kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu muli paling akhir (LS) Kegiatan berikutnya yang terkecil.	$LS(b) < LS(c) < LS(d)$ , maka $LF(a) = LS(b)$ .

## 2.8 Teknik Evaluasi dan Review Proyek ( *Project Evaluation and review Technique-PERT*).

Metode ini pertama kali digunakan dalam proyek Sistem Rudal Polaris di Angkatan Laut Amerika Serikat. Proyek ini penuh ketidakpastian dalam hal waktu kegiatan. PERT adalah salah satu metoda yang menggunakan jaringan kerja (*network*), disamping CPM.

PERT digunakan untuk proyek-proyek yang baru dilaksanakan untuk pertama kali, dimana estimasi waktu lebih ditekankan daripada biayanya.

Ciri utama PERT adalah adanya tiga perkiraan waktu: *waktu pesimis* ( $b$ ), *waktu paling mungkin* ( $m$ ), dan *waktu paling optimis* ( $a$ ). Ketiga waktu perkiraan itu selanjutnya digunakan untuk menghitung waktu yang diharapkan..

*Waktu optimis*,  $a$ , adalah waktu minimum dari suatu kegiatan, dimana segala sesuatu akan berjalan baik, sangat kecil kemungkinan kegiatan selesai sebelum waktu ini.

*Waktu paling mungkin*,  $m$ , adalah waktu normal untuk menyelesaikan kegiatan. Waktu ini paling sering terjadi seandainya kegiatannya bisa diulang.

Sedangkan *waktu pesimis*,  $b$ , adalah waktu maksimal yang diperlukan suatu kegiatan, situasi ini terjadi bila nasib buruk terjadi. Estimasi waktu-waktu tersebut diperoleh dari orang yang ahli atau orang yang akan melakukan kegiatan tersebut. Ketiga waktu estimasi tersebut berhubungan dengan bentuk distribusi beta dengan parameter  $a$  dan  $b$  pada titik akhir dan  $m$  sebagai modus, data yang paling sering terjadi.

Bentuk lain dari perencanaan dan pengendalian jadwal proyek dengan menggunakan metode Network Planning adalah CPM .Ada beberapa perbedaan mendasar antara CPM dan PERT, seperti Terlihat pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.5. Perbedaan Antara CPM dan PERT.**

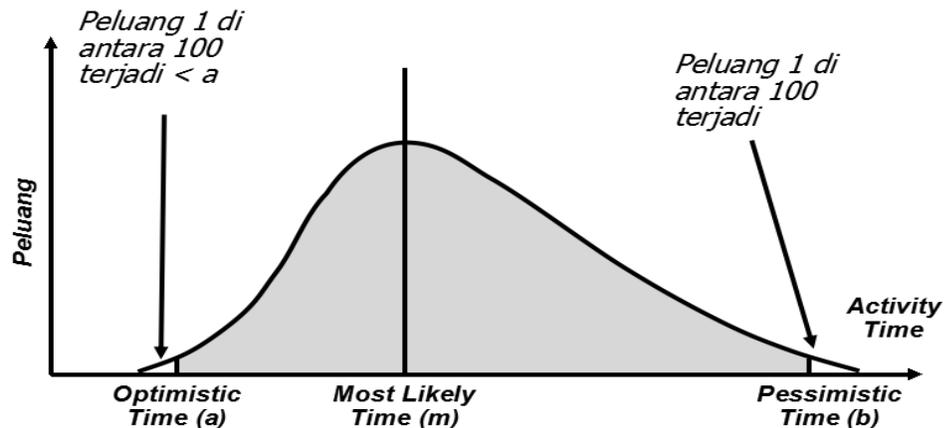
No	CPM	PERT
1	Memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministic yang mencerminkan adanya kepastian	Direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (uncertainty) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan.
2	Waktu pelaksanaan Kegiatan. ditentukan dengan satu perkiraan waktu tertentu.	Waktu pelaksanaan Kegiatan ditentukan dalam rentang (range) dengan memakai tiga angka estimasi.
3	Activity oriented (berorientasi kepada kegiatan )	Event Oriented (berorientasi kepada peristiwa)
4	Float	Slack
5	Menggunakan deterministic duration time	Menggunakan probabilistic duration time yaitu : 1. a=optimistic duration time, waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan 2. m= most likely duration time, kurun waktu paling mungkin /waktu paling sering terjadi untuk menyelesaikan suatu kegiatan. 3. b= pessimistic duration time, waktu terlama untuk menyelesaikan suatu kegiatan.

## 2.9 Teori Probabilitas.

Tujuan menggunakan tiga angka estimasi diatas adalah untuk memberikan rentang waktu yang lebih lebar dalam melakukan estimasi kurun waktu Kegiatan dibandingkan satu angka deterministic. Teori probabilitas dengan kurva distribusinya akan menjelaskan tiga angka tersebut.

Teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainty*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif.

Diumpamakan satu Kegiatan dikerjakan secara berulang-ulang dengan kondisi yang dianggap sama. Sumbu horizontal menunjukkan waktu selesai pada kurun waktu yang bersangkutan. Selanjutnya titik-titik yang menunjukkan lama penyelesaian dan frekuensinya itu dihubungkan sehingga membentuk garis lengkung yang disebut dengan Kurva



**Gambar 2.7. Kurva Beta.**

Distribusi Frekuensi Kurun Waktu Kegiatan X.

Notasi  $a$ ,  $m$ ,  $b$  dapat dijelaskan dari kurva tersebut. Kurun waktu yang menghasilkan puncak adalah  $m$ , yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi (most likely time). Adapun angka  $a$  dan  $b$  terletak hampir diujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi kegiatan tersebut umumnya berbentuk asimetris dan disebut kurva Beta.

1. Estimasi Angka angka a, b, m
  - 1) Estimator perlu memahami fungsi dari a, m, b dalam hubungannya dengan perhitungan dan pengaruhnya dalam metode PERT.
  - 2) Proses estimasi a, m, b bagi masing-masing kegiatan jangan sampai dipengaruhi oleh target waktu penyelesaian proyek.
  - 3) Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu, maka dapat digunakan untuk bahan pembanding. Dengan syarat data-data tersebut cukup banyak secara kuantitatif dan kondisi kedua peristiwa tersebut tidak banyak berbeda.

2. Kurva Distribusi dan Kurun Waktu yang Diharapkan ( te )

Setelah menentukan estimasi angka-angka a,m, b maka tindakan selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka estimasi tersebut menjadi satu angka yang disebut dengan te (*expected duration time*), kurun waktu yang diharapkan.

$$\text{Rumus : } Te = \frac{a + 4m + b}{6} \dots\dots\dots(01)$$

Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan V (te)

Estimasi kurun waktu Kegiatan dengan memakai metode PERT memakai rentang waktu. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Berapa besarnya

ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b.

Deviasi Standar Kegiatan :

$$S = \frac{(b-a)}{6} \dots\dots\dots(02)$$

Varians Kegiatan :

$$V_{te} = \left( \frac{b-a}{6} \right)^2 \dots\dots\dots(03)$$

Apa makna dari S dan V(te) ;

Kegiatan dengan te yang sama, akan tetapi dengan nilai V(te) yang berbeda, menunjukkan derajat ketidakpastian yang berbeda.

Target jadwal Penyelesaian (Td)

Pada penyelenggaraan proyek sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan dengan target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan. Pimpinan proyek atau pemilik proyek seringkali menginginkan suatu analisa untuk mengetahui kemungkinan atau kepastian pencapaian target jadwal tersebut. Hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) pada metode PERT dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Deviasi } z = T(d) - TE / S \dots\dots\dots(04)$$

Ringkasan Perhitungan TE (proyek selesai) dan Kemungkinan (%) Mencapai Td (Target yang Diinginkan)

Memberikan angka estimate a, b, m kepada masing-masing komponen kegiatan.

1. Menghitung te untuk masing-masing komponen kegiatan.
2. Mengidentifikasi kegiatan kritis. Hitunglah kurun waktu penyelesaian proyek yaitu TE = Jumlah te kegiatan-kegiatan kritis.
3. Tentukan varians untuk masing-masing kegiatan kritis pada jalur kritis terpanjang menuju titik peristiwa TE yang dimaksud. Dipakai rumus  $V(TE) = \text{Jumlah } V(te) \text{ kegiatan kritis}$ .
4. Sebagai langkah terakhir untuk menganalisis kemungkinan mencapai target T(d) dipakai rumus :
 
$$z = T(d) - TE / S$$
 Dimana  $S^2 = V(TE)$ .....(05)
5. Dengan menggunakan tabel *cumulative normal distribution function*, dapat ditentukan probabilitas (%) selesainya proyek pada target T(d).

## 2.10 Jadwal Dan Sumber daya.

Sebelumnya telah membahas jalur kritis dalam suatu jaringan kerja yang menunjukkan waktu paling cepat penyelesaian proyek, dan kelonggaran yang

mengidentifikasi kapan suatu kegiatan paling lambat diperbolehkan, tanpa mengganggu jadwal proyek secara keseluruhan.

Setelah perencanaan jadwal proyek selesai dihitung, kadang-kadang muncul pertanyaan apakah waktunya tidak dapat dipercepat dengan menambah sumberdaya atau biaya dalam batas-batas yang masih dianggap ekonomis.

Dalam masalah ini membahas hal-hal sebagai berikut :

1. Mencari hubungan jadwal biaya yang ekonomis
2. Menyusun jadwal dengan keterbatasan sumberdaya
3. Meratakan pemakaian sumberdaya.

Kurun waktu merupakan : Lama waktu yang diperlukan untuk melakukan Kegiatan dari awal sampai akhir, yang dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\text{Kurun waktu} = \frac{\text{Jam - orang untuk menyelesaikan pekerjaan}}{\text{jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Kurun waktu} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{kinerja}}$$

### **2.11 Keterbatasan Sumber Daya.**

Untuk menunjukkan sejauh mana pengaruh keterbatasan jumlah sumberdaya terhadap jadwal, pada contoh jaringan kerja dari suatu proyek yang memiliki jumlah

sumberdaya terbatas Aspek lain yang perlu diperhatikan dalam hubungan antara jadwal dan sumberdaya adalah usaha pemakaian secara efisien. Dalam pembahasan ini yang dibahas adalah sumberdaya tenaga kerja, yaitu salah satu faktor sumberdaya yang terpenting yang sering kali penyediaanya terbatas, baik karena faktor kualitas ataupun hal-hal lain. Merekrut, menyeleksi, dan melatih tenaga kerja memerlukan biaya mahal dan membutuhkan waktu lama sebelum mereka siap pakai. harus usahakan agar jangan terjadi fluktuasi tenaga kerja. Metode PERT dapat membantu mengatasi masalah fluktuasi tenaga kerja dengan pemerataan sumberdaya (*resource leveling*)

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.

Tempat lokasi proyek dilakukan di Solo dan waktu penelitian dimulai bulan Agustus 2012. PNPM Mandiri merupakan proyek pemerintah untuk pemberdayaan masyarakat. Pada Tahun 2012 telah membuat proyek renovasi saluran air di Baluwarti

Jadwal Penelitian terlihat pada Table 3.1

**Tabel 3.1. Jadwal Penelitian.**

No	Nama Kegiatan	Waktu Dalam Minggu					
		1	2	3	4	5	6
1	Menentukan Kegiatan Proyek	■					
2	Identifikasi Hubungan Kegiatan		■				
3	Membuat Jaringan Kerja			■			
4	Menentukan Aktivitas Kritis				■		
5	Menentukan Estimasi waktu					■	
6	Menentukan Estimasi biaya						■

#### 3.2 Metode Pengumpulan data.

Pengumpulan data adalah melakukan pengamatan langsung dan observasi di lokasi proyek antara lain dengan:

1. Melakukan wawancara atau interview kepada yang bersangkutan terhadap yang diteliti.
2. Melakukan studi pustaka untuk mencari landasan teori dan literatur dari penelitian, sehingga diperoleh suatu dasar pemecahan masalah dengan baik.

3. Data yang diambil pada proyek renovasi saluran air limbah di Baluwarti adalah sebagai berikut:

1. Deskripsi tentang kontraknya.
2. Uraian pekerjaan.mengenai pembongkaran tutup.pembuatan besi cor ,dll.
3. Waktu yang dibutuhkan pembongkaran tutup,pembuatan besi cor ,dll.
4. Upah tenaga kerja kepala tukang, tukang.tenaga (kenek).

### **3.3 Metode Pengolahan Data.**

Dalam mengolah data menggunakan metode dengan langkah sebagai berikut:

1. Membuat diagram jaringan kerja proyek .
2. Melakukan perhitungan ES,EF.LS dan LF.
3. Membuat diagram/ chart.
4. Mengidentifikasi jalur kritis dengan menggunakan metode PERT.
5. Menentukan varian proyek.
6. Menetapkan batas waktu penyelesaian.

### **3.4 Analisis Hasil.**

Analisa hasil penjadwalan proyek dengan pendekatan PERT dengan kondisi aktual .

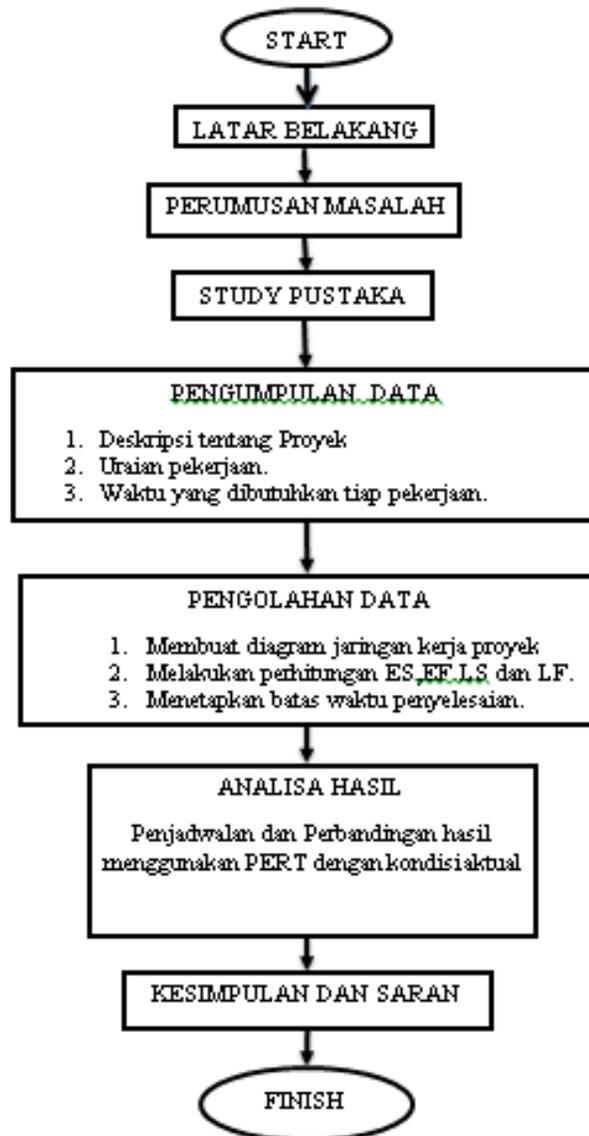
### **3.5 Penarikan kesimpulan dan saran.**

Kesimpulan dan hasil analisis dari proyek saluran air dan juga saran – saran

perbaikan bagi PNPM Mandiri

### 3.6 Diagram alur kegiatan proyek.

Kegiatan ini digambarkan dengan diagram kegiatan yang di mulai dari start sampai finish. seperti terlihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alur kegiatan.

## BAB IV

### HASIL PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Data Umum Proyek.

PNPM Mandiri bersama masyarakat mengadakan proyek renovasi saluran air dengan panjang 100 M<sup>2</sup> dan volume 96 M<sup>3</sup>. Adapun tujuannya adalah agar saluran air tidak mencemari lingkungan sekitar.

##### 4.1.2 Data Biaya Proyek.

Sebelum proyek dilaksanakan maka dilakukan langkah - langkah berikut ini: Melakukan pengumpulan data mengenai upah pekerja yang berlaku. Dapat dilihat pada Tabel berikut ini

Tabel 4.1. Daftar Upah Harian Tenaga Kerja

NO	Uraian	Satuan	Harga Satuan
1	Tukang	HOK	Rp39,000.00
2	Pekerja	HOK	Rp28,000.00
3	Kepala Tukang	HOK	Rp45,000.00

##### 4.1.3 Data Waktu Proyek Untuk Setiap Kegiatan.

Kegiatan proyek renovasi air memerlukan beberapa macam kegiatan. Waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan proyek tersebut adalah seperti terlihat pada Tabel 4.4

**Tabel 4.4 Kegiatan Pendahulu Dan Waktu Optimis (a) Pesimis (b) Mungkin(m).**

Kegiatan	Keterangan	Kegiatan	a	m	b
A	Pembongkaran Tutup		3.6	4	4
B	pembongkaran Dinding	A	2.6	3	4
C	Pembuatan Besi Cor	A	2	2	3
D	Pembongkaran Lantai	B	7.6	8	9
E	Pemasangan Batu Kali Dasar	C,D	3.5	4	5
F	Pasang Batu kali Dinding	E	3.6	4	4.5
G	Pasang Batu kali Dinding	E	2.8	3	4
H	Pembuatan Plat Penutup	F,G	1.8	2	3
I	Pemasangan Plat penutup	H	0.7	1	2

#### 4.1.4. Jumlah Tenaga Kerja.

Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk proyek renovasi saluran air sebanyak 5 orang terdiri tenaga (kenek) 2 orang, tukang 2 orang dan 1 kepala tukang. Untuk mengawasi proyek adalah pemimpin KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat)

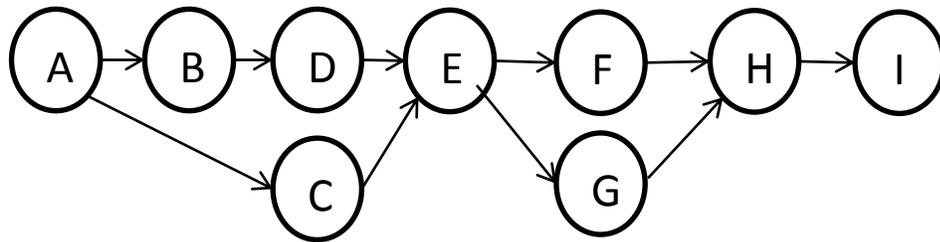
## 4.2 Pengolahan Data.

### 4.2.1 Pembuatan Jaringan Kerja.

Langkah langkah pembuatan jaringan kerja sebagai berikut:

1. Menentukan batasan-batasan dari pekerjaannya. Menentukan kapan dapat dimulai dan kapan harus diakhiri.
2. Memecah (break down) pekerjaan itu menjadi kegiatan-kegiatan.

3. Menentukan urutan-urutan dari kegiatan tersebut. Kegiatan mana yang harus mendahului kegiatan yang lain.
4. Kegiatan mana yang harus mengikuti kegiatan yang lain.
5. Kegiatan mana yang harus dilaksanakan secara serentak.
6. Dari informasi mengenai hubungan antara setiap kegiatan dalam pekerjaan dibuatkan diagram jaringannya, dalam hal ini harus diingat bahwa suatu pekerjaan dimulai pada suatu event (saat mulai atau start event) dan berakhir pada suatu event lain (saat selesai atau finish event.).Urutan kegiatan proyek renovasi saluran air seperti pada Gambar 4.1



**Gambar 4.1 Network Planing Renovasi Saluran Air.**

#### 4.2.2. Perhitungan Waktu menurut PERT.

Dengan mengacu pada rumus (01) maka disusunlah hasil dari perhitungan sbb:

Waktu rata – rata (  $t_e$  ) dapat dihitung dengan rumus :  $t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$

Kegiatan pembongkaran tutup (A).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{3,6 + 4 \times 4 + 4}{6} = 3,933$$

Kegiatan pembongkaran dinding selatan (B).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{2,6 + 4 \times 3 + 4}{6} = 3,1$$

Kegiatan pembuatan besi cor (C).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{2 + 4 \times 2 + 3}{6} = 2,167$$

Kegiatan Pembongkaran lantai saluran air (D).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{7,6 + 4 \times 8 + 9}{6} = 8,1$$

Kegiatan pemasangan batu kali dasar (E).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{3,5 + 4 \times 4 + 5}{6} = 4,083$$

Kegiatan Pasang batu kali dinding selatan (F).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{3,6 + 4 \times 4 + 5}{6} = 4,1$$

Kegiatan pasang batu kali dinding utara (G).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{2,8 + 4 \times 3 + 5}{6} = 3,3$$

Kegiatan pembuatan plat penutup (H).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{1,8 + 4 \times 2 + 4}{6} = 2,3$$

Kegiatan pasang plat penutup (I).

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{0,7 + 4 \times 1 + 2}{6} = 1,62$$

Standart Deviasi dapat dihitung dengan rumus :  $Sd = \frac{b-a}{6}$

Kegiatan pembongkaran tutup (A).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{4-3,6}{6} = 0,067$$

Kegiatan pembongkaran dinding selatan (B).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{4-2,6}{6} = 0,233$$

Kegiatan pembuatan besi cor (C).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{3-2}{6} = 0,167$$

Kegiatan Pembongkaran lantai saluran air (D).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{9-7,6}{6} = 0,233$$

Kegiatan pemasangan batu kali dasar (E).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{5-3,5}{6} = 0,25$$

Kegiatan Pasang batu kali dinding selatan (F).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{4,5-3,6}{6} = 0,15$$

Kegiatan pasang batu kali dinding utara (G).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{4-2,8}{6} = 0,2$$

Kegiatan pembuatan plat penutup (H).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{3-1,8}{6} = 0,2$$

Kegiatan pasang plat penutup (I).

$$Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{2-0,7}{6} = 0,217$$

Dari hasil perhitungan tersebut maka dapat disusun seperti Pada Tabel 4.4

**Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Expected Duration Time, Standard Deviasi, Varians.**

NO	Kegiatan	Predecessor	a	m	b	$a+4m+b/6$	$b-a/6$	$(b-a/6)^2$
1	A		3.6	4	4	3.9	0.067	0.004
2	B	A	2.6	3	4	3.1	0.233	0.054
3	C	A	2	2	3	2.2	0.167	0.028
4	D	A,B	7.6	8	9	8.1	0.233	0.054
5	E	C	3.5	4	5	4.1	0.250	0.063
6	F	C	3.6	4	4.5	4.0	0.150	0.023
7	G	D,E	2.8	3	4	3.1	0.200	0.040
8	H	F	1.8	2	3	2.1	0.200	0.040
9	I	G	0.7	1	2	1.1	0.217	0.047

#### 4.2.3 Analisis Target Waktu Penyelesaian.

1. Kegiatan pembongkaran tutup (A).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 3,9, *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 0, *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 3,9. Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 3,9, *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 3,9, *slack* (  $Ls - Es$  ) atau waktu

selisih antara Ls dan Es didapatkan slack yaitu  $0 - 0 = 0$ , sehingga nilai slack sebesar 0. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan sebesar 3.

Untuk *standard deviasi* didapat dari  $Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{4-3,6}{6} = 0,067$  sehingga nilai

standard deviasi sebesar 0,067. Sehingga Kegiatan pembongkaran tutup (A). merupakan lintasan kritis .

2. Kegiatan pembongkaran dinding selatan (B).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 3,1, *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 3,9, *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 7. Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 3,9, *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 7,0, *slack* ( Ls – Es ) atau waktu selisih antara Ls dan Es didapatkan slack yaitu  $3,9 - 3,9 = 0$ , sehingga nilai slack sebesar 0. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan sebesar 3.

Untuk *standard deviasi* didapat dari  $Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{4-2,6}{6} = 0,233$  sehingga nilai

standard deviasi sebesar 0,233. Kegiatan pembongkaran dinding selatan (B). merupakan lintasan kritis .

3. Kegiatan pembuatan besi cor (C).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 2,2, *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 3,9, *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 6,1. Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 12,9, *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 15,1,1, *slack* ( Ls – Es ) atau waktu selisih antara Ls dan Es didapatkan slack yaitu  $15,1,1 - 6,1 = 9$  , , sehingga

nilai slack sebesar 9,. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan sebesar 3. Untuk *standard deviasi* didapat dari  $Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{3-2}{6} = 0,167$  sehingga nilai standard deviasi sebesar 0,167. Kegiatan pembuatan besi cor (C) tidak didapat lintasan kritis

4. Kegiatan Pembongkaran lantai saluran air (D).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 8,1. *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 7, *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 15,1. Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 7, *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 15,1, *slack* (  $Ls - Es$  ) atau waktu selisih antara  $Ls$  dan  $Es$  didapatkan slack yaitu  $15,1-15,1= 0$ , sehingga nilai slack sebesar 0. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan sebesar 3.

Untuk *standard deviasi* didapat dari  $Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{9-7,6}{6} = 0,233$  sehingga nilai standard deviasi sebesar 0,233. Kegiatan Pembongkaran lantai saluran air (D) merupakan lintasan kritis .

5. Kegiatan pemasangan batu kali dasar (E).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 4,1, *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 15,1, *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 19,2. Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 15,1, *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 19,2 , *slack* (  $Ls - Es$  ) atau waktu selisih antara  $Ls$  dan  $Es$  didapatkan slack yaitu  $15,1-15,1, = 0$ , sehingga nilai slack sebesar 0. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan

sebesar 3. Untuk *standard deviasi* didapat dari  $Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{5-3,5}{6} = 0,25$

sehingga nilai *standard deviasi* sebesar 0,25. Kegiatan pemasangan batu kali dasar (E). merupakan lintasan kritis .

6. Kegiatan Pasang batu kali dinding selatan (F).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 4, *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 19,2 *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 23,2 Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 19,2. *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 23,2, *slack* (  $Ls - Es$  ) atau waktu selisih antara  $Ls$  dan  $Es$  didapatkan *slack* yaitu  $19,2 - 19,2 = 0$ , sehingga nilai *slack* sebesar 0. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan sebesar

3. Untuk *standard deviasi* didapat dari  $Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{4,5-3,6}{6} = 0,15$  sehingga

nilai *standard deviasi* sebesar 0,15,1. Kegiatan Pasang batu kali dinding selatan (F). merupakan lintasan kritis .

7. Kegiatan pasang batu kali dinding utara (G).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 3,1. *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 19,2, *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 22,3, Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 20,1 , *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 23,2 , *slack* (  $Ls - Es$  ) atau waktu selisih antara  $Ls$  dan  $Es$  didapatkan *slack* yaitu  $23,2 - 22,3 = 0,9$ , sehingga nilai *slack* sebesar 0,9. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan

sebesar 3. Untuk *standard deviasi* didapat dari  $Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{4-2,8}{6} = 0,2$

sehingga nilai *standard deviasi* sebesar 0,2. Kegiatan pasang batu kali dinding utara (G). tidak didapat lintasan kritis .

8. Kegiatan pembuatan plat penutup (H).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 2,1. *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 23,2 *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 25,3 Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 23,2 *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 25,3 *slack* (  $Ls - Es$  ) atau waktu selisih antara  $Ls$  dan  $Es$  didapatkan *slack* yaitu  $25,3-23,2= 2,1$ , sehingga nilai *slack* sebesar 2,1. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan

sebesar 3. Untuk *standard deviasi* didapat dari  $Sd = \frac{b-a}{6} = \frac{3-1,8}{6} = 0,2$

sehingga nilai *standard deviasi* sebesar 0,2. Kegiatan pembuatan plat penutup (H) merupakan lintasan kritis.

9. Kegiatan pasang plat penutup (I).

Waktu yang diharapkan atau *Activity Mean Time* 1,1 *Earliest start* atau waktu mulai paling awal sebesar 25,3. *Earliest finish* atau waktu selesai paling awal sebesar 26,4. Untuk *Latest start* atau waktu mulai paling akhir sebesar 25,3, *Latest finish* atau waktu selesai paling akhir sebesar 26,4 *slack* (  $Ls - Es$  ) atau waktu selisih antara  $Ls$  dan  $Es$  didapatkan *slack* yaitu  $26,4-25,3 = 1,1$ , sehingga nilai *slack* sebesar 1,1. *Activity time distribution* atau waktu yang dibandingkan

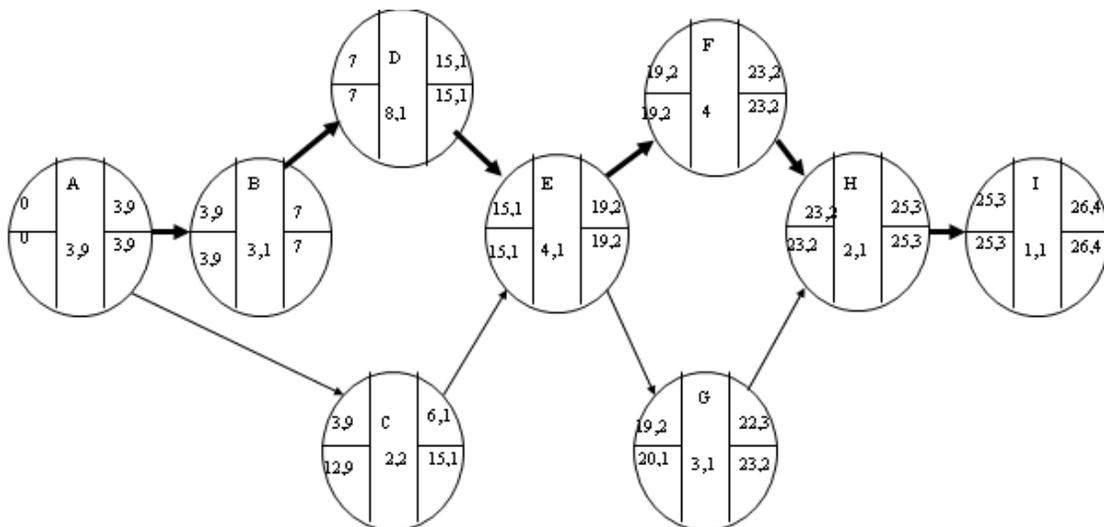




#### 4.2.4 Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek yang bila terlambat akan mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kegiatan yang ada di jalur kritis disebut kegiatan kritis. Sedangkan slack adalah tenggang waktu suatu kegiatan tertentu non kritis dari proyek.

Lintasan kritis dapat diketahui dari Gambar 4.2



**Gambar 4.2 Lintasan Kritis.**

Jalur Kritis : A → B → D → E → F → H → I

Waktu hasil perhitungan : 26,4 Hari

$$\sigma = \sqrt{(A)^2 + (B)^2 + (D)^2 + (E)^2 + (F)^2 + (H)^2 + (I)^2}$$

$$= \sqrt{(0,067)^2 + (0,233)^2 + (0,233)^2 + (0,25)^2 + (0,15)^2 + (0,2)^2 + (0,217)^2}$$

$$= 0,534$$

$$\text{Probability } Z = \frac{T_s - T_e}{\sigma} = \frac{\text{waktu}_{\text{ penyelesaian}} - \text{waktu}_{\text{ yang}_{\text{ diharapkan}}}}{SD}$$

$$= \frac{27 - 26,4}{0,534} = 1,12 \rightarrow 0,8665$$

Waktu yang didapat dari perhitungan PERT sebesar 26,4 hari dan didapat 1 lintasan kritis dari waktu normal selama 27 hari, yaitu A → B → D → E → F → H → I, dengan nilai standard deviasi sebesar 0,5341 dan nilai probability sebesar 0,8665, Yang berarti bahwa peluang sebesar 86,65% untuk PNPM Mandiri menyelesaikan waktu dalam kurun waktu 26,4 hari.

### 4.3. Analisa Waktu dan Biaya

Dari hasil analisa dengan menggunakan diagram jaringan kerja (network) proyek dapat mengefisiensikan waktu kegiatan proyek saluran air dengan berpedoman pada jalur kritis

1. Analisa network proyek saluran air dapat diselesaikan dalam waktu 26,4 hari yang terlihat sebagai berikut:

$$A(4)+B(3)+D(8)+E(4)+F(4)+H(2)+I(1)= 26 \text{ Hari (dibulatkan)}$$

2. Hasil varian dan deviasi standart proyek seperti pada Tabel 4.8

**Tabel 4.8 Varian dan Devisiasi Standar Proyek Keseluruhan.**

Kegiatan	Keterangan	V(te)
A	Pembongkaran Tutup	0.004
B	pembongkaran Dinding Selatan	0.054
D	Pembongkaran Lantai Saluran	0.054
E	Pemasangan Batu Kali Dasar	0.063
F	Pasang Batu kali Dinding	0.023
H	Pembuatan Plat Penutup	0.04
I	Pemasangan Plat penutup	0.047
	Varian proyek	0.285
	Devisiasi standar	0.534

3. Lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.9

**Tabel 4.9 Daftar Aktivitas Utama Pada Lintasan Kritis.**

Kegiatan	Keterangan	Free	Total	Keterangan
A	Pembongkaran Tutup	0	0	Kritis
B	pembongkaran Dinding	0	0	Kritis
D	Pembongkaran Lantai Saluran	0	0	Kritis
E	Pemasangan Batu Kali Dasar	0	0	Kritis
F	Pasang Batu kali Dinding	0	0	Kritis
H	Pembuatan Plat Penutup	0	0	Kritis
I	Pemasangan Plat penutup	0	0	Kritis

4. Biaya Tenaga Kerja.

Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang di keluarkan untuk tenaga kerja x waktu x jumlah tenaga kerja

Kegiatan A Pembongkaran Tutup:

$$\text{Tukang Rp.39.000} \times 4 \times 2 = \text{Rp } 312.000.$$

$$\text{Biaya pekerja Rp.28.000} \times 4 \times 2 = \text{Rp. } 224.000.$$

$$\text{Biaya Kepala tukang Rp.45.000} \times 4 \times 1 = \text{Rp.180.000.}$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 716.000.$$

$$\text{Jadi Biaya pekerja Kegiatan A Pembongkaran Tutup} = \text{Rp.716.000.}$$

Kegiatan B Pembongkaran dinding.

$$\text{Biaya Tukang Rp.39.000} \times 3 \times 2 = \text{Rp.234.000.}$$

$$\text{Biaya pekerja Rp.28.000} \times 3 \times 2 = \text{Rp.168.000.}$$

$$\text{Biaya Kepala tukang Rp.45.000} \times 3 \times 1 = \text{Rp.135.000.}$$

$$\text{Total} = \text{Rp.537.000.}$$

$$\text{Jadi biaya pekerja Kegiatan B Pembongkaran dinding} = \text{Rp.537.000.}$$

Kegiatan C pasang besi cor.

$$\text{Biaya Tukang Rp.39.000} \times 2 \times 2 = \text{Rp } 156.000.$$

$$\text{Biaya pekerja Rp.28.000} \times 2 \times 2 = \text{Rp. } 112.000.$$

$$\text{Biaya Kepala tukang Rp.45.000} \times 2 \times 1 = \text{Rp } .90.000.$$

Total = Rp.358.000.

Jadi biaya pekerja Kegiatan C pasang besi cor = Rp.358.000.

Kegiatan D pembongkaran lantai.

Biaya Tukang Rp.39.000 x 8 x 2 = Rp 624.000.

Biaya pekerja Rp.28.000 x 8 x 2 = Rp. 448.000.

Biaya Kepala tukang Rp.45.000 x 8 x 1 = Rp.360.000.

Biaya sewa pompa air Rp.25.000 x 8 = Rp.200.000.

Total = Rp.1.632.000.

Jadi biaya pekerja Kegiatan D pembongkaran lantai = Rp.1.632.000.

Kegiatan E Pasang batu kali dasar.

Biaya Tukang Rp.39.000 x 4 x 2 = Rp 312.000.

Biaya pekerja Rp.28.000 x 4 x 2 = Rp. 224.000.

Biaya Kepala tukang Rp.45.000 x 4 x 1 = Rp.180.000.

Biaya sewa pompa air Rp.25.000 x 4 = Rp.100.000.

Total = Rp.816.000.

Jadi biaya pekerja Kegiatan E Pasang batu kali dasar = Rp.816.000.

Kegiatan F pasang batu dinding selatan.

$$\text{Biaya Tukang Rp.39.000} \times 4 \times 2 = \text{Rp 312.000.}$$

$$\text{Biaya pekerja Rp.28.000} \times 4 \times 2 = \text{Rp. 224.000.}$$

$$\text{Biaya Kepala tukang Rp.45.000} \times 4 \times 1 = \text{Rp.180.000.}$$

$$\text{Biaya sewa pompa air Rp.25.000} \times 4 = \text{Rp.100.000.}$$

$$\text{Total} = \text{Rp.816.000.}$$

Jadi biaya pekerja Kegiatan F pasang batu dinding selatan = Rp.816.000.

Kegiatan G pasang dinding utara.

$$\text{Biaya Tukang Rp.39.000} \times 3 \times 2 = \text{Rp 234.000.}$$

$$\text{Biaya pekerja Rp.28.000} \times 3 \times 2 = \text{Rp. 168.000.}$$

$$\text{Biaya Kepala tukang Rp.45.000} \times 3 \times 1 = \text{Rp.135.000.}$$

$$\text{Biaya sewa pompa air Rp.25.000} \times 3 = \text{Rp.75.000.}$$

$$\text{Total} = \text{Rp.612.000.}$$

Jadi biaya pekerja Kegiatan Kegiatan G pasang dinding utara = Rp.612.000.

Kegiatan H pembuatan plat penutup.

$$\text{Biaya Tukang Rp.39.000} \times 2 \times 2 = \text{Rp 156.000.}$$

Biaya pekerja Rp.28.000 x 2 x 2 = Rp. 112.000.

Biaya Kepala tukang Rp.45.000 x 2 x 1 = Rp.90.000.

Total = Rp.358.000.

Jadi biaya pekerja Kegiatan H pembuatan plat penutup = Rp.358.000.

Kegiatan I Pasang plat penutup.

Biaya Tukang Rp.39.000 x 1 x 2 = Rp 78.000.

Biaya pekerja Rp.28.000 x 1 x 2 = Rp. 56.000.

Biaya Kepala tukang Rp.45.000 x 1 x 1 = Rp.45.000.

Total = Rp.179.000.

Jadi biaya pekerja Kegiatan I Pasang plat penutup = Rp.179.000 .

Total seluruh biaya tenaga kerja = Rp6.024.000.

Untuk lebih detailnya bisa dilihat pada Tabel 4.10

**Tabel 4.10 Biaya Tenaga Kerja.**

Kegiatan	Keterangan	waktu (hari)	tkg 2 org	tng 2 org	Kep tkg	sewa	wkt sewa (hari)	Jumlah
			Rp 78,000	Rp 28,000	Rp 45,000	Rp 25,000		
A	Pembongkaran Tutup	4	Rp 312,000	Rp 224,000	Rp 180,000	Rp -	0	Rp 716,000
B	pembongkaran Dinding Selatan	3	Rp 234,000	Rp 168,000	Rp 135,000	Rp -	0	Rp 537,000
C	Pembuatan Besi Cor	2	Rp 156,000	Rp 112,000	Rp 90,000	Rp -	0	Rp 358,000
D	Pembongkaran Lantai Saluran Air	8	Rp 624,000	Rp 448,000	Rp 360,000	Rp 200,000	8	Rp 1,632,000

E	Pemasangan Batu Kali Dasar	4	Rp 312,000	Rp 224,000	Rp 180,000	Rp 100,000	4	Rp 816,000
F	Pasang Batu kali Dinding Selatan	4	Rp 312,000	Rp 224,000	Rp 180,000	Rp 100,000	4	Rp 816,000
G	Pasang Batu kali Dinding Utara	3	Rp 234,000	Rp 168,000	Rp 135,000	Rp 75,000	3	Rp 612,000
H	Pembuatan Plat Penutup	2	Rp 156,000	Rp 112,000	Rp 90,000	Rp -	0	Rp 358,000
I	Pemasangan Plat penutup	1	Rp 78,000	Rp 56,000	Rp 45,000	Rp -	0	Rp 179,000
Jumlah seluruh biaya tenaga kerja								Rp 6,024,000

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil analisa dengan *network planning* waktu proyek dapat lebih efektif selama 26,4 hari dengan nilai *standard deviasi* sebesar 0,5341 dan nilai *probability* sebesar 0,8665, yang berarti bahwa peluang sebesar 86,65%. Biaya tenaga kerja sebesar Rp.6.024.000. dengan menggunakan PERT. Sedangkan tanpa menggunakan PERT biaya tenaga kerja Rp 7.344.000. dan waktu penyelesaian selama 31 hari. sehingga biaya dapat dihemat sebesar Rp.1.320.000. (Lihat lampiran 3).
2. Penerapan dengan *Network Planning* dengan menggunakan PERT lebih meningkatkan efisiensi waktu dan biaya Sumber daya, material dan peralatan diusahakan jangan sampai terlambat karena akan mengakibatkan keterlambatnya waktu hasil pekerjaan proyek .

#### 5.2 Saran

1. Bagi peneliti selanjutnya yang tertarik untuk mengetahui *network planning* lebih lanjut, sebaiknya melakukan pengambilan data mengenai sumberdaya misalnya tenaga kerja, mesin, peralatan ataupun yang lainnya. Sehingga tidak hanya mengetahui penghematan waktu saja, tetapi dapat mengetahui penghematan dari segi sumberdaya dan biaya keseluruhan.

2. Perencana Proyek sebaiknya menggunakan metode *Network Planning* dengan metode PERT yang dapat mempersingkat waktu dan biaya sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan lebih efisien dan dapat mencapai hasil yang optimal.

# LAMPIRAN

**Lampiran 1. Tenaga kerja ,Bahan Dan Alat.**

NO	Uraian	Satuan	Harga Satuan
1	TENAGA KERJA		
2	Tukang	HOK	Rp39,000.00
3	Pekerja	HOK	Rp28,000.00
4	Kepala Tukang	HOK	Rp45,000.00
5	BAHAN/MATERIAL		
6	Semen	ZAK	Rp43,000.00
7	Pasir	M	Rp130,000.00
8	Batu belah	M	Rp110,000.00
9	Split	M	Rp150,000.00
10	paku	Kg	Rp13,000.00
11	Besi	Kg	Rp13,000.00
12	Kawat	Kg	Rp13,000.00
13	paving	M2	Rp66,500.00
14	pasir urug	M2	Rp71,500.00
15	ALAT-ALAT		
16	Bbm utk pompa air	ltr	Rp4,500.00
17	Drum bor	Bh	Rp200,000.00
18	grobag sorong	Bh	Rp375,000.00
19	linggis	Bh	Rp50,000.00
20	palu besar	Bh	Rp75,000.00
21	sekop	Bh	Rp30,000.00
22	ember tukang	Bh	Rp7,000.00
23	bambu	btng	Rp7,000.00
24	pipa pvc	btng	Rp50,000.00
25	paku	Kg	Rp12,000.00
26	selang air	M	Rp4,000.00
27	kranjang	Bh	Rp5,000.00
28	sewa pompa air	Hari	Rp25,000.00

**Lampiran 2. Uraian Pekerjaan.**

Uraian Pekerjaan	Satuan	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume
Pembongkaran					
Dinding Utara	M3	100	0.3	1.3	39
Dinding Selatan	M3	100	0.3	1.3	39
Lantai Dasar	M3	100	0.6	0.3	18
Pembuangan	M3				
Pas batukali dinding utara	M3	100	0.3	1.3	39
Pas batu kali dinding	M3	100	0.3	1.3	39
Pas batu kali lantai dasar	M3	100	0.6	0.3	18
Pekerjaan plat penutup	M3	100	1.2	0.08	9.6
Total					201.6

**Lampiran 3. Biaya Tenaga Kerja selama 31 hari.**

Kegiatan	Keterangan	waktu (hari)	tkg 2 org	tng 2 org	Kep tkg	Biaya Sewa	Wkt sewa (hari)	Jumlah
			Rp 78,000	Rp 28,000	Rp 45,000	Rp 25,000		
A	Pembongkaran Tutup	5	Rp 390,000	Rp 280,000	Rp 225,000	Rp 125,000	5	Rp 1,020,000
B	pembongkaran Dinding Selatan	3	Rp 234,000	Rp 168,000	Rp 135,000	Rp 75,000	3	Rp 612,000
C	Pembuatan Besi Cor	3	Rp 234,000	Rp 168,000	Rp 135,000	Rp 75,000	3	Rp 612,000
D	Pembongkaran Lantai Saluran Air	8	Rp 624,000	Rp 448,000	Rp 360,000	Rp 200,000	8	Rp 1,632,000
E	Pemasangan Batu Kali Dasar	5	Rp 390,000	Rp 280,000	Rp 225,000	Rp 125,000	5	Rp 1,020,000
F	Pasang Batu kali Dinding Selatan	5	Rp 390,000	Rp 280,000	Rp 225,000	Rp 125,000	5	Rp 1,020,000
G	Pasang Batu kali Dinding Utara	3	Rp 234,000	Rp 168,000	Rp 135,000	Rp 75,000	3	Rp 612,000
H	Pembuatan Plat Penutup	2	Rp 156,000	Rp 112,000	Rp 90,000	Rp 50,000	2	Rp 408,000
I	Pemasangan Plat penutup	2	Rp 156,000	Rp 112,000	Rp 90,000	Rp 50,000	2	Rp 408,000
Jumlah seluruh biaya tenaga kerja								Rp 7,344,000

## Lampiran 4. Gambar Profil proyek.

Problem Specification

Problem Title: BALUWARTI

Number of Activities: 9

Time Unit: DAY

Problem Type

- Deterministic CPM
- Probabilistic PERT

Data Entry Format

- Spreadsheet
- Graphic Model

Select CPM Data Field

- Normal Time
- Crash Time
- Normal Cost
- Crash Cost
- Actual Cost
- Percent Complete

Activity Time Distribution: 3-Time estimate

Choose Activity Time Distribution

OK Cancel Help

Gambar 4.2 potongan

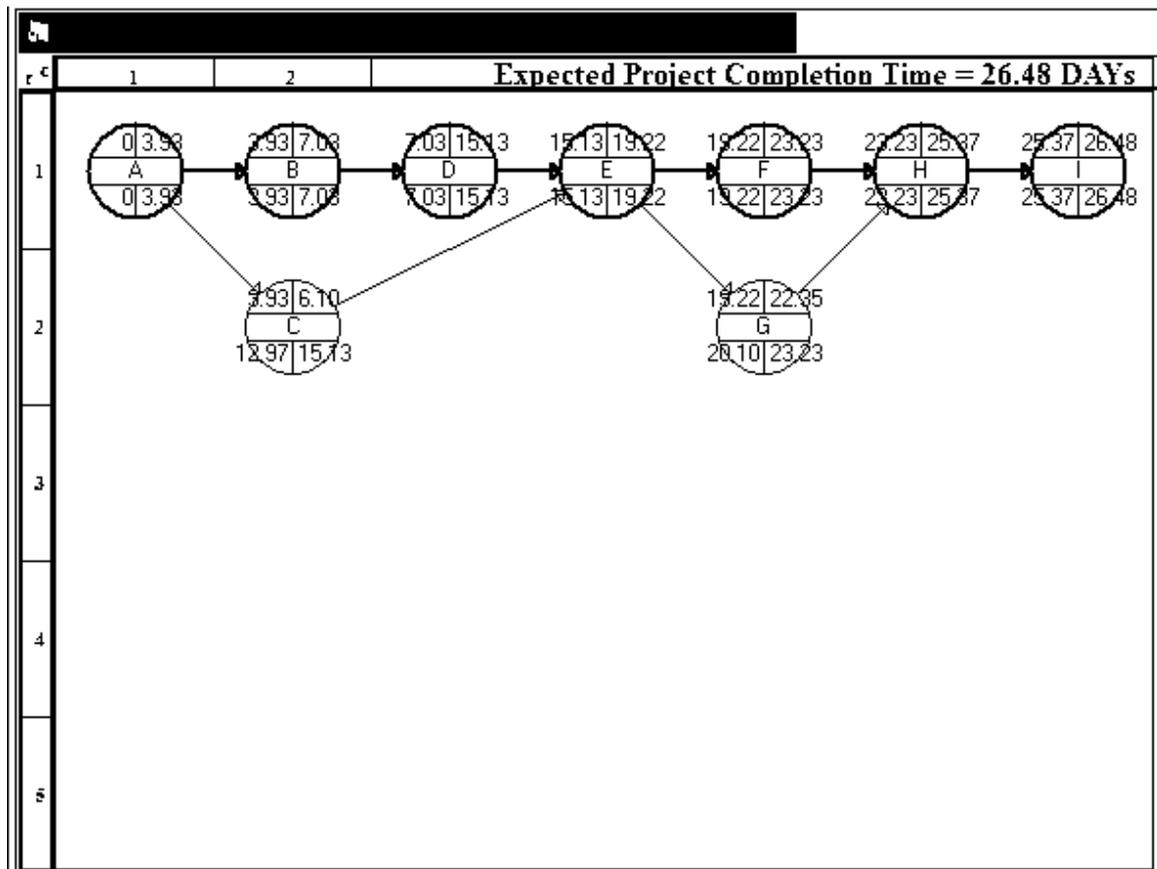
Lampiran 5. Permasalahan dengan Win QSB.

**Lampiran 6. Optimis,Pesimis dan Most likely time.**

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	A		3,6	4	4
2	B	A	2,6	3	4
3	C	A	2	2	3
4	D	B	7,6	8	9
5	E	C,D	3,5	4	5
6	F	E	3,6	4	4,5
7	G	E	2,8	3	4
8	H	G,F	1,8	2	3
9	I	H	0,7	1	

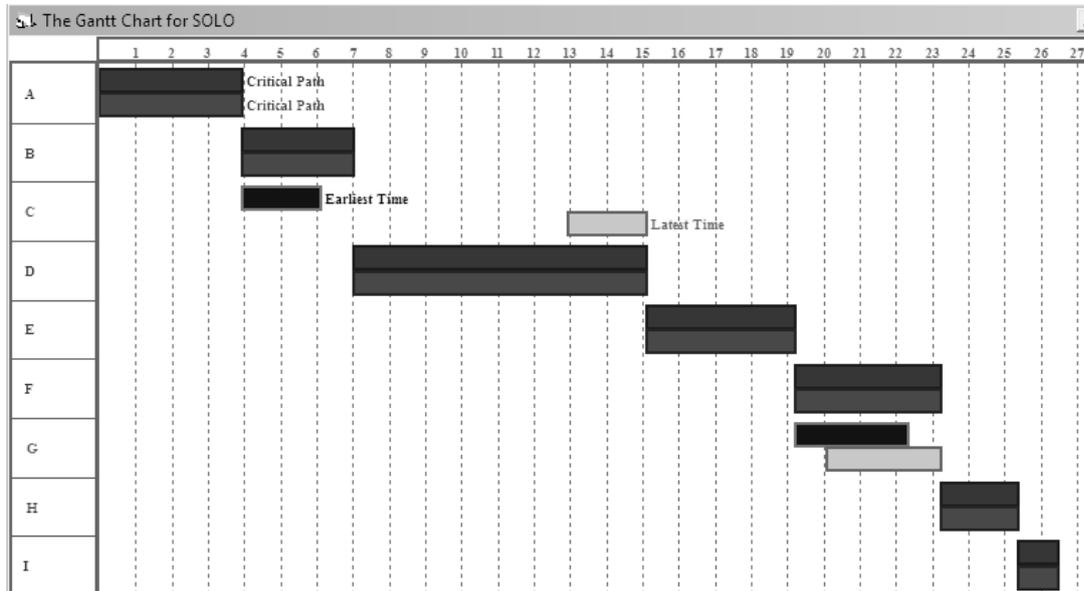


## Lampiran 7. Hasil Diagram dengan WIN QSB.



### Lampiran 8. Hasil analisa dengan Win QSB.

08-16-2013 20:46:47	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	Yes	3.9333	0	3.9333	0	3.9333	0	3-Time estimate	0.0667
2	B	Yes	3.1	3.9333	7.0333	3.9333	7.0333	0	3-Time estimate	0.2333
3	C	no	2.1667	3.9333	6.1	12.9667	15.1333	9.0333	3-Time estimate	0.1667
4	D	Yes	8.1	7.0333	15.1333	7.0333	15.1333	0	3-Time estimate	0.2333
5	E	Yes	4.0833	15.1333	19.2167	15.1333	19.2167	0	3-Time estimate	0.25
6	F	Yes	4.0167	19.2167	23.2333	19.2167	23.2333	0	3-Time estimate	0.15
7	G	no	3.1333	19.2167	22.35	20.1	23.2333	0.8833	3-Time estimate	0.2
8	H	Yes	2.1333	23.2333	25.3667	23.2333	25.3667	0	3-Time estimate	0.2
9	I	Yes	1.1167	25.3667	26.4833	25.3667	26.4833	0	3-Time estimate	0.2167
	Project	Completion	Time	=	26.48	DAYs				
	Number of	Critical	Path(s)	=	1					

**Lampiran 9. Tabel dengan Win QSB.**

### Lampiran 10. Analisa Probabilitas.

Probability Analysis X

**The following probability calculation assumes that activities are independent and so are paths. It also assumes that the project has a large enough number of activities to assume the normal distribution, which is used to estimate the probability of finishing a critical path in the desired time. Therefore, when the activities are not independent or the number of activities is not large, the analysis may be biased.**

Completion time based on mean/expected time: 26.48 DAYs

Number of critical paths: 1

Desired completion time in DAY: 27

Critical Path:	Standard Dev.:	Probability:
A --> B --> D --> E --> F --> H --> I	0.5341	0.8333



## Lampiran 12. Tabel Standard Normal Probabilitas (-).

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

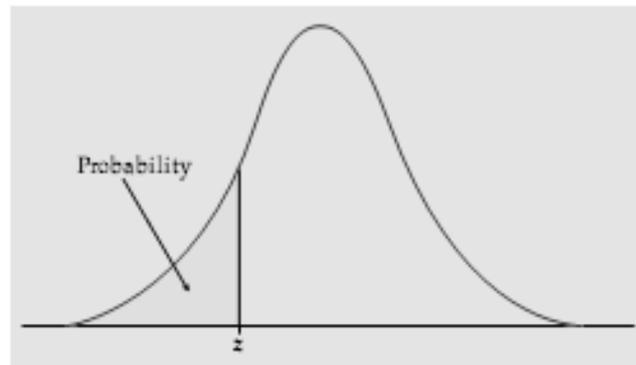


TABLE A Standard normal probabilities

$z$	.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

**DAFTAR PUSTAKA**

Mushaddiq Ahmad.2003 .Optimasi Waktu Kerja dan Minimasi Biaya dengan Analisis Network(PERT) Bina Ilmu .Jakarta

Render,Barry & Joy Heizer .2001 *Prinsip –Prinsip Manajemen Operasi* . Duta Aksara.Jakarta

T.Hani,Handoko 1998 *Manajemen Produksi dan Operasi* .BPFE .Yogyakarta