



**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK UNTUK  
MEMINIMUMKAN BIAYA OPERASIONAL PROYEK PADA  
PT. INDO JAYA SUKSES MAKMUR**

Skripsi

Disusun Oleh :

**Mochammad Dickri Ramadani**  
0211 13 447

**FAKULTAS EKONOMI  
UNIVERSITAS PAKUAN  
BOGOR  
2017**

**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA  
OPERASIONAL PROYEK PADA PT. INDO JAYA SUKSES MAKMUR**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana Ekonomi Program  
Studi Manajemen pada Fakultas Ekonomi Universitas Pakuan Bogor

Mengetahui,



Dekan Fakultas Ekonomi,

(Dr. Hendro Sasongko, AK., MM.,CA.)

Ketua Program Studi,

(Herdiyana, SE.,MM.)

**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA  
OPERASIONAL PROYEK PADA PT. INDO JAYA SUKSES MAKMUR**

Skripsi

Telah disidangkan dan dinyatakan lulus  
Pada Hari: Sabtu / 29 / Juli / 2017

Mochammad Dickri Ramadani  
021113447

Menyetujui,  
Dosen Penilai,



(Tutus Rully, SE.,MM.)

Ketua Komisi Pembimbing,



(Jaenudin, SE.,MM.)

Anggota Komisi Pembimbing,



(Sri Hidajati Ramdani, SE.,MM.)

## ABSTRAK

Mochammad Dickri Ramadani, 021113447, Manajemen, Manajemen Operasi, “Analisis Penjadwalan Proyek Untuk Meminimumkan Biaya Operasional Proyek”, dibawah bimbingan Jaenudin dan Sri Hidajati Ramadani, 2017.

Perusahaan dalam menjalankan proyeknya seringkali mengalami kesulitan atau kendala dalam segi penjadwalan yang menyebabkan proyek terlambat. Keterbatasan metode penjadwalan menjadi salah satu faktor yang menjadi penyebab utama proyek tersebut terlambat selain faktor cuaca, bahan baku dan komunikasi.

*Network Planning* dengan metode PERT/CPM merupakan salah satu teknik penjadwalan proyek yang dapat digunakan untuk menjadwalkan dan merencanakan pelaksanaan kegiatan proyek agar waktu dan biaya yang dianggarkan proyek bisa terpenuhi atau bahkan lebih minimum.

Proyek yang menjadi objek penelitian penulis adalah proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil yang berlokasi di JIEP Pulogadung yang dibuat oleh PT. Indo Jaya Sukses Makmur. PT. Indo Jaya Sukses Makmur itu sendiri berlokasi di Penjarangan Jakarta Utara perusahaan ini bergerak di bidang kontruksi dan penyedia tenaga kerja proyek. Dalam melakukan penjadwalan proyek selama ini perusahaan hanya berdasarkan pengalaman dan perkiraan, oleh karena itu proyek yang dijalankan menjadi tidak teratur dan menyebabkan keterlambatan. Dari perkiraan penjadwalan perusahaan terhadap proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil ini dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah metode PERT/CPM tepat digunakan terhadap proyek tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan dengan *Network Planning* dengan metode PERT/CPM, dapat disimpulkan bahwa perencanaan biaya operasional dengan metode tersebut tepat untuk diterapkan di perusahaan karena lebih mempersingkat waktu dan biaya operasional proyek lebih minimum. Dimana waktu proyek memiliki efisiensi sebesar 9 hari atau 3,27% dan biaya proyek lebih minimum yaitu sebesar Rp.6.764.373,00 atau 0,605%.

Kata Kunci : Penjadwalan Proyek, Metode PERT/CPM, Biaya operasional.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Analisis Penjadwalan Proyek Untuk Meminimumkan Biaya Operasional Proyek Pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur”** tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penelitian ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, maka dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan dan dukungan yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan, kepada :

1. Bapak Dr. Hendro Sasongko, Ak., MM., CA. Selaku Dekan Fakultas Ekonomi Universitas Pakuan.
2. Bapak Herdiyana SE., MM selaku ketua jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Pakuan.
3. Bapak Jaenudin, SE., MM selaku ketua komisi pembimbing dan Ibu Sri Hidajati Ramdani, SE., MM selaku anggota komisi pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya.
4. Kedua orang tua tercinta Ibu Halimah dan Bapak Abdullah, yang telah memberikan motivasi dan dukungan baik materi maupun segala do'a sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Seluruh Dosen Fakultas Ekonomi Universitas Pakuan jurusan manajemen yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang berguna sehingga penyusunan skripsi ini terselesaikan.
6. Rusliansyah selaku admin pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur yang telah membantu dan memberikan izin selama proses penelitian. Terima kasih atas dukungannya untuk dapat menyelesaikan proposal penelitian ini. .
7. Segenap pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan dan acuan dalam penyusunan skripsi dan juga karya penelitian dimasa yang akan datang. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Bogor, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2. Identifikasi & Rumusan Masalah .....	3
1.2.1. Identifikasi Masalah .....	3
1.2.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Maksud & Tujuan Penelitian .....	3
1.3.1. Maksud Penelitian .....	3
1.3.2. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Kegunaan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengertian Produksi Dan Manajemen Operasi .....	5
2.1.1. Ruang Lingkup Manajemen Produksi dan Operasi .....	6
2.1.2. Fungsi Manajemen Operasi .....	7
2.2. Manajemen Proyek .....	8
2.2.1. Elemen Manajemen Proyek .....	9
2.3. Penjadwalan Proyek .....	10
2.3.1. Tujuan dan Manfaat Penjadwalan .....	11
2.3.2. Faktor-Faktor Dalam Penjadwalan .....	12
2.3.3. Macam-Macam Penjadwalan .....	14
2.3.4. Jaringan Waktu Konstan .....	16
2.3.5. Metode Penjadwalan .....	17
2.3.6. Trade Off Waktu- Biaya .....	22
2.3.7. Akselerasi Proyek .....	23
2.4. Biaya Operasional .....	24
2.4.1. Tujuan dan Fungsi Biaya Operasional .....	24
2.5. Kajian Penelitian Terdahulu .....	25
2.6. Kerangka Berpikir dan Konstelasi Penelitian .....	27
2.6.1. Konstelasi Penelitian .....	30
2.7. Hipotesis Penelitian .....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	32
3.2. Objek Penelitian .....	32

3.3. Jenis dan Sumber Data Penelitian .....	32
3.4. Operasional Tabel .....	33
3.5. Metode Pengumpulan Data .....	33
3.6. Metode Analisis .....	34
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b>	
4.1. Gambaran Umum Perusahaan .....	35
4.1.1. Sejarah Perusahaan .....	35
4.1.2. Kegiatan Perusahaan.....	35
4.1.3. Struktur Organisasi .....	35
4.2. Realisasi Penjadwalan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil .....	36
4.3. Pembahasan .....	37
4.3.1. Penjadwalan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil .....	37
4.3.2. Alokasi Biaya Kegiatan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil .....	38
4.3.3. Penjadwalan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil Dengan Menggunakan Metode PERT/CPM .....	39
4.3.4. Rekomendasi Kepada Perusahaan Untuk Meminimumkan Biaya Operasional .....	50
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Simpulan .....	63
5.2. Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Tabel Operasional Variabel .....	32
Tabel 2	Tabel Kegiatan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil .....	38
Tabel 3	Tabel Data Alokasi Biaya Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil ....	39
Tabel 4	Tabel Taksiran Waktu Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil .....	40
Tabel 5	Tabel Hasil Taksiran Waktu Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil	43
Tabel 6	Tabel Jalur Kritis Pada Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil .....	44
Tabel 7	Tabel Varians dan Standar Deviasi Proyek Gedung Suzuki Indo Mobil .....	47
Tabel 8	Tabel Probabilitas Keberhasilan Proyek PT. Suzuki Indo Mobil .....	48
Tabel 9	Tabel Total Float Waktu Normal Proyek .....	50
Tabel 10	Tabel Biaya Lembur Tenaga Kerja .....	50
Tabel 11	Tabel Slope Masing-masing Kegiatan .....	53
Tabel 12	Tabel Total Float Setelah Kegiatan E1 Dipercepat .....	55
Tabel 13	Tabel Total Float Setelah Kegiatan D1 Dipercepat .....	57
Tabel 14	Tabel Total Float Setelah Kegiatan C Dipercepat .....	59
Tabel 15	Tabel Total Float Setelah Kegiatan B Dipercepat .....	61
Tabel 16	Tabel Total Biaya Kegiatan Proyek Setelah Dipercepat .....	61



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka PERT .....	22
Gambar 2. Hubungan Waktu dan Biaya .....	23
Gambar 3. Struktur Organisasi PT. Indo Jaya Sukses Makmur .....	36
Gambar 4. Jalur Kritis .....	46
Gambar 5. Kurva Distribusi Normal .....	48
Gambar 6. Jalur kritis Waktu Normal 275 Hari .....	49
Gambar 7. Jalur Kritis Percepatan Kegiatan E1 .....	54
Gambar 8. Jalur Kritis Percepatan Kegiatan D1 .....	56
Gambar 9. Jalur Kritis Percepatan kegiatan C.....	58
Gambar 10. Jalur Kritis Percepatn Kegiatan B.....	60

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Penelitian**

Industri konstruksi mempunyai peran penting dan strategis dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan berbagai bidang dalam pembangunan. Perkembangan industri konstruksi berhubungan erat dengan pelaksanaan pembangunan di segala bidang. Perkembangan industri konstruksi di Indonesia meningkat semakin ketat meskipun berada dalam kondisi perekonomian yang cenderung tidak stabil. Perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi dituntut untuk selalu berkompetisi dengan perusahaan lain yang sejenis, hal tersebut menyebabkan perusahaan harus memiliki perencanaan dan penjadwalan yang baik agar tujuan dari kegiatan perusahaan akan tercapai. Di Indonesia banyak pembangunan proyek yang terlambat dan tidak sesuai dengan jadwal yang ditentukan akibatnya banyak proyek yang mangkrak dan tidak diselesaikan. Perencanaan dan penjadwalan adalah panduan untuk melaksanakan pekerjaan secara efektif dan efisien. Perencanaan dan penjadwalan yang baik itupun harus dimiliki oleh perusahaan konstruksi dimana perusahaan konstruksi ini memiliki sumber daya dan waktu yang terbatas untuk mendirikan suatu bangunan.

Proyek adalah gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material, peralatan, dan modal/ biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan, sedangkan manajemen proyek merupakan penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja. (Husein Abrar, 2009; 4)

Dalam pelaksanaan pembangunan suatu proyek, terdapat tiga unsur utama yang menjadi perhatian bagi setiap perusahaan yaitu biaya, mutu dan waktu. Ketiga hal utama tersebut semuanya mempunyai keterkaitan satu sama lain, dimana suatu proyek diharapkan dapat terselesaikan dengan waktu yang tepat sesuai schedule yang direncanakan dengan biaya yang minimal dan mutu yang sudah ditetapkan. Dalam kegiatan suatu proyek untuk memenuhi ketiga hal tersebut, perusahaan harus mempunyai metode atau cara yang dapat digunakan dalam penjadwalan sebuah proyek, sehingga semua sumber daya yang dimiliki dapat dimanfaatkan secara optimal. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (deadline), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan.

Berhasil atau tidaknya suatu proyek sering disebabkan kurang terencananya jadwal atau kegiatan suatu proyek sehingga mengakibatkan keterlambatan penyelesaian, menurunnya kualitas pekerjaan dan membengkaknya biaya operasional proyek. Keterlambatan penyelesaian proyek dapat merugikan kedua belah pihak, baik dari segi waktu maupun biaya. Dalam kaitannya dengan biaya operasional proyek, perusahaan harus bisa seefisien mungkin dalam penggunaan biaya proyek sehingga biaya dapat diminimalkan dari rencana semula.

Dalam berjalannya suatu proyek, penjadwalan proyek merupakan hal yang sangat penting agar kegiatan proyek terencana dari mulai awal berjalannya proyek hingga berakhirnya suatu proyek. Penjadwalan proyek meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Manajer memutuskan berapa lama tiap kegiatan memerlukan waktu, dan menghitung berapa banyak orang serta bahan yang diperlukan pada tiap tahap produksi. Penjadwalan proyek digunakan untuk penjadwalan sumber daya dan alokasi waktu serta membantu semua kegiatan yang direncanakan, membantu kinerja yang telah diperhitungkan, membantu perkiraan waktu yang telah dicatat, serta keseluruhan waktu proyek yang telah dibuat. Fakta dilapangan menunjukan bahwa kegiatan pelaksanaan suatu proyek tidak sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sehingga tingkat ketepatan waktu yang telah direncanakan dan disepakati menjadi sulit diperkirakan untuk selesai. PT. Indo Jaya Sukses Makmur adalah sebuah perusahaan swasta yang bergerak dibidang jasa kontruksi khususnya pembuatan gedung perkantoran, hotel, apartemen dan tempat-tempat lainnya. Berdiri sejak tahun 1994 PT. Indo Jaya Sukses Makmur terpercaya dalam membuat kontruksi berupa bangunan karena telah lama berpengalaman dalam bidang kontruksi.

PT. Indo Jaya Sukses Makmur sering mendapatkan tender untuk menyelesaikan suatu proyek dengan rata-rata 2 proyek setiap tahunnya, salah satu proyek yang dijalankan PT. Indo Jaya Sukses Makmur yaitu proyek pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil yang berada di kawasan JIEP Pulogadung, Jakarta Timur pada tahun 2016. Proyek tersebut dilaksanakan pada Maret 2016 – November 2016. Dalam menjalankan proyek tersebut PT. Indo Jaya Sukses Makmur tidak menggunakan metode diagram *network* dalam menjadwalkan waktu dan biaya yang dibutuhkan. Selama ini perusahaan dalam menentukan biaya dan waktu proyek hanya berdasarkan perkiraan dan pengalaman. Perusahaan mengalami masalah keterlambatan waktu penyelesaian proyek sehingga biaya yang telah dianggarkan meningkat karena dalam pelaksanaannya kegiatan-kegiatan proyek tidak terencana sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Hal tersebut sangat berdampak buruk bagi perusahaan diantaranya perusahaan harus mengeluarkan biaya operasional lebih untuk menyelesaikan proyek. Agar proyek bisa selesai sesuai dengan rencana semula

maka diperlukan suatu upaya percepatan proyek walaupun percepatan proyek ini diikuti dengan meningkatnya biaya proyek. Oleh karena itu diperlukan analisis proyek lebih lanjut sehingga dapat diketahui kegiatan apa yang menjadi hambatan proyek yang menyebabkan keterlambatan dan membengkaknya biaya proyek yang harus dikeluarkan perusahaan. Dengan latar belakang tersebut, penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dalam bentuk skripsi dengan judul “Analisis Penjadwalan Proyek Untuk Meminimumkan Biaya Operasional Proyek Pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur”.

## **1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah**

### **1.2.1. Identifikasi Masalah**

Penjadwalan proyek sangat penting dalam kegiatan proyek karena dengan adanya penjadwalan proyek perusahaan bisa memperkirakan sumber daya yang digunakan dan biaya yang harus dikeluarkan agar efektif dan efisien. Penjadwalan yang tidak tepat dapat merugikan perusahaan, seperti keterlambatan waktu penyelesaian proyek, pemborosan tenaga kerja, pemborosan biaya operasional proyek, serta mengakibatkan berkurangnya kepercayaan pihak pemberi proyek. Dalam arti lain, apabila perusahaan melakukan penjadwalan proyek dengan baik, maka dapat meminimalkan biaya operasional dari suatu proyek yang sedang dijalankan.

### **1.2.2. Perumusan Masalah**

Dari identifikasi masalah diatas, maka penulis merumuskan masalah ini sebagai berikut :

1. Seperti apa penerapan penjadwalan proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil yang dilakukan PT. INDO JAYA SUKSES MAKMUR?
2. Seperti apa alokasi biaya kegiatan proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil?
3. Seperti apa penjadwalan proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil dengan menggunakan metode PERT/CPM?
4. Apakah rekomendasi yang akan diberikan kepada perusahaan untuk meminimumkan biaya operasional proyek?

## **1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1. Maksud Penelitian**

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk memperoleh data dan informasi mengenai penjadwalan proyek guna meminimumkan biaya operasional perusahaan pada PT. INDO JAYA SUKSES MAKMUR.

### **1.3.2. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui penerapan penjadwalan proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil yang dilakukan PT. INDO JAYA SUKSES MAKMUR.
2. Untuk mengetahui alokasi biaya kegiatan proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil.
3. Untuk mengetahui penjadwalan proyek PT. Suzuki Indo Mobil dengan menggunakan metode PERT/CPM.
4. Untuk memberikan rekomendasi kepada perusahaan cara untuk meminimumkan biaya operasional proyek.

### **1.4. Kegunaan Penelitian**

Adapun kegunaan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kegunaan Teoritik, yaitu penelitian ini diharapkan dapat member tambahan pengetahuan dan wawasan dalam mengaplikasikan teori yang telah diperoleh dalam dunia nyata mengenai manajemen operasional khususnya mengenai manajemen proyek dalam mendukung mengoptimalkan waktu dan biaya proyek.
2. Kegunaan Praktik, yaitu untuk membantu memecahkan dan mengantisipasi masalah yang ada pada lokasi penelitian, diharapkan hasil dari penelitian mampu memberikan masukan dan pemikiran baru bagi manajemen di PT. Indo Jaya Sukses Makmur dan pihak eksternal yang terkait.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Produksi dan Manajemen Operasi**

Menurut T. Hani Handoko (2012; 6) produksi merupakan proses pengubahan masukan-masukan sumberdaya berupa bahan mentah menjadi barang-barang dan jasa-jasa yang lebih bertambah nilai kegunaannya.

Menurut Irham Fahmi (2014; 2) produksi adalah sesuatu yang dihasilkan oleh suatu perusahaan baik yang berbentuk barang (*goods*) maupun jasa (*service*) dalam suatu periode waktu yang selanjutnya dihitung sebagai nilai tambah bagi perusahaan.

Menurut Sofjan Assauri (2008; 11) produksi adalah segala kegiatan dalam menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) sesuatu barang atau jasa, untuk kegiatan mana dibutuhkan faktor-faktor produksi dalam ilmu ekonomi berupa tanah, tenaga kerja, dan skill.

Maka dapat disimpulkan bahwa produksi adalah segala kegiatan dalam menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) sesuatu barang atau jasa melalui proses pengubahan masukan-masukan sumberdaya dalam suatu periode waktu yang selanjutnya dihitung sebagai nilai tambah perusahaan.

Pengertian manajemen operasi mengandung unsur adanya kegiatan yang dilakukan dengan mengkoordinasikan berbagai kegiatan dan sumber daya untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Berikut ini adalah pengertian manajemen operasi dari berbagai ahli :

Menurut Eddy Herjanto (2007; 2) "Manajemen produksi dan operasi sebagai suatu proses yang secara berkesinambungan dan efektif menggunakan fungsi-fungsi manajemen untuk mengintegrasikan berbagai sumber daya secara efisien dalam rangka mencapai tujuan".

Menurut Suryadi Prawirosentoso(2007; 320) "Manajemen operasi adalah suatu disiplin ilmu dan profesi yang mempelajari secara praktis tentang proses perencanaan (*process of planning*), mendesain produk (*product designing*), system produksi (*production system*) untuk mencapai tujuan organisasi".

Selanjutnya menurut Murfidin Haming dan Mahfud Nurnajamuddin (2011; 25) "Manajemen oprasional merupakan kegiatan yang berhubungan dengan perencanaan, pengkoordinasian, penggerakan dan pengendalian aktivitas organisasi atau perusahaan bisnis atau jasa yang berhubungan dengan proses pengolahan masukan menjadi keluaran dengan nilai tambah yang lebih besar."

Maka dapat disimpulkan bahwa manajemen operasi merupakan suatu proses yang secara berkesinambungan dan efektif untuk mengintegrasikan berbagai

sumber daya termasuk didalamnya proses perencanaan, mendesain produk, sistem produksi, yang berhubungan dengan pengolahan masukan menjadi keluaran dengan nilai tambah yang lebih besar untuk mencapai tujuan organisasi.

### 2.1.1. Ruang Lingkup Manajemen Produksi dan Operasi

Menurut Zulian Yamit (2011; 5) menjelaskan bahwa berdasarkan sistem manajemen operasi sebagai keterkaitan antara ketiga aspek yaitu aspek struktural, aspek fungsional dan aspek lingkungan.

Menurut H. A. Rusdiana (2014; 24) manajemen operasi mempunyai tiga ruang lingkup yaitu sebagai berikut :

#### 1. Sistem informasi produksi

Sistem informasi produksi meliputi hal-hal sebagai berikut:

##### a. Perencanaan Produksi

Lingkup perencanaan produksi meliputi penelitian tentang produk yang disukai konsumen. Selain itu dalam perencanaan produksi terhadap pengembangan dalam produksi yang merupakan penelitian terhadap produk yang telah ada untuk dikembangkan lebih lanjut agar mempunyai kegunaan yang lebih tinggi dan lebih disukai konsumen.

##### b. Perencanaan Lokasi dan Tata Letak

Faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi, antara lain :

- 1) Biaya ruang kerja, 2) biaya tenaga kerja, 3) intensif pajak, 4) sumber permintaan, 5) akses ke transportasi, 6) ketersediaan tenaga kerja.

##### c. Perencanaan Kapasitas

Kapasitas dalam manajemen operasi harus disesuaikan dengan masukan yang telah diproses, antara lain perencanaan lingkungan kerja dan perencanaan standar produksi.

#### 2. Sistem Pengendalian Produksi

Lingkup dari sistem pengendalian produksi, meliputi :

- a. Pengendalian proses produksi
- b. Pengendalian bahan baku
- c. Pengendalian biaya produksi
- d. Pengendalian kualitas
- e. Pemeliharaan

#### 3. Perencanaan sistem produksi

Lingkup perencanaan sistem produksi, meliputi :

- a. Struktur organisasi
- b. Skema produksi atas pesanan
- c. Skema produksi atas persediaan

### 2.1.2 Fungsi Manajemen Operasi

Menurut H. A. Rusdiana (2014; 21) fungsi manajemen operasi meliputi hal-hal sebagai berikut :

- 1) Proses pengolahan, merupakan metode yang digunakan untuk pengolahan masukan.
- 2) Jam penunjang, merupakan sarana berupa pengorganisasian yang perlu untuk penetapan teknik dan metode yang akan dijalankan, sehingga proses pengendalian dapat terlaksanakan secara efektif dan efisien.
- 3) Perencanaan, merupakan penetapan keterkaitan dan pengorganisasian dari kegiatan produksi dan operasi yang akan dilakukan pada waktu atau periode tertentu.
- 4) Pengendalian atau pengawasan, merupakan fungsi untuk menjamin terlaksananya sesuai dengan yang direncanakan, sehingga maksud dan
- 5) tujuan penggunaan dan pengolahan masukan pada kenyataannya dapat dilaksanakan.

Menurut Sofjan Assauri (2008; 35) fungsi manajemen operasi terkait dengan pertanggung jawaban dalam pengolahan dan pentransformasian masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*) berupa barang atau jasa yang akan memberikan hasil pendapatan bagi perusahaan.

Untuk melaksanakan fungsi tersebut diperlukan serangkaian kegiatan yang merupakan keterkaitan dan menyatu serta menyeluruh sebagai suatu sistem. Empat fungsi terpenting dalam fungsi produksi dan operasi adalah :

- 1) Proses pengolahan, merupakan metode atau teknik yang digunakan untuk masukan (*input*).
- 2) Jasa-jasa penunjang, merupakan sarana yang berupa pengorganisasian yang perlu untuk penetapan teknik dan metode yang akan dijalankan, sehingga proses pengolahan dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien.
- 3) Perencanaan, merupakan penetapan keterkaitan dan pengorganisasian dari kegiatan produksi dan operasi yang akan dilakukan dalam suatu dasar waktu atau periode tertentu
- 4) Pengendalian atau pengawasan, merupakan fungsi untuk menjamin terlaksananya kegiatan sesuai dengan yang direncanakan, sehingga maksud dan tujuan untuk penggunaan dan pengolahan masukan (*input*) pada kenyataannya dapat dilaksanakan.

Menurut Eddy Herjanto (2009; 60) fungsi manajemen operasi adalah untuk menghasilkan produk yang ditetapkan sesuai dengan standar yang ditetapkan berdasarkan keinginan konsumen, dengan teknik produksi yang seefisien mungkin, dari mulai pilihan lokasi produksi hingga produk akhir yang dihasilkan dalam proses produksi,



Selanjutnya menurut Schroeder, Goldstein, dan Rungtusanatham (2013; 12) *“Operations can be define as a transformation system (or process) that convert input to output, input to the system include energy, materials, labor, capital, and information. Process technology is the method, procedures and equipment used to transform materials or input into product or service.”*

Maka dapat disimpulkan fungsi manajemen operasi dan produksi adalah proses pengolahan, jam penunjang, perencanaan dan pengendalian suatu masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*).

## 2.2. Manajemen Proyek

Setiap perusahaan menginginkan agar proyek yang sedang dijalankan berjalan sesuai rencana dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, suatu proyek harus memiliki manajemen yang baik agar tujuan dari perusahaan dapat tercapai.

Berikut ini adalah pengertian-pengertian manajemen proyek menurut beberapa ahli antara lain :

Menurut James B. Dilworth (1996; 700) *“management of a project differs in several ways from management of a typical business. The objective of a project team is to accomplish its assigned mission and disband. Few business aim to perform just one job and the case to exist. Since a project is intended to have a finite life, employers are seldom hired with the intent of building a career with the project.*

Menurut M. Syamsul Ma'arif dan Hendri Tanjung (2006; 465) manajemen proyek merupakan kegiatan merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan suatu kegiatan dalam jangka pendek yang harus diselesaikan dengan personil yang terdiri dari beberapa orang (tim proyek), dimana perencanaan proyek bersifat cepat dan pengendalian proyek bersifat intensif.

Menurut Husein Abrar (2009; 4) manajemen proyek merupakan penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah di tentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja.

Menurut Wulfram I. Ervianto (2005; 21) manajemen proyek merupakan semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

Dari beberapa penjelasan ahli diatas dapat disimpulkan bahwa manajemen proyek adalah kegiatan merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan suatu kegiatan proyek dengan cara teknis yang terbaik untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

### **2.2.1. Elemen Manajemen Proyek**

Menurut Jacobs dan Chase (2015; 55) dalam manajemen proyek terdapat beberapa elemen yang menunjang keberhasilan suatu proyek antara lain :

#### **1. Perencanaan Proyek**

Perencanaan merupakan hal yang sangat penting dalam manajemen proyek. Alasan-alasan berikut mendasari perlunya perencanaan :

- Untuk menghilangkan dan mengurangi rasa ketidakpastian. Dengan perencanaan yang baik, apa yang perlu dikerjakan, kapan dikerjakan, memerlukan resource apa saja, risiko apa yang akan muncul, apa target tiap aktifitas akan menjadi jelas. Hal-hal yang tidak pasti akan menjadi lebih pasti.
- Untuk memperbaiki efisiensi operasi. Dengan perencanaan yang baik tentu saja akan membuat pelaksanaan kegiatan proyek akan semakin efisien. Langkah coba-coba dan tidak jelas dasarnya akan membutuhkan biaya yang lebih tinggi.
- Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang tujuan proyek.

#### **2. Penjadwalan Proyek**

Didalam penjadwalan proyek yang perlu diperhatikan adalah waktu pengerjaan tiap paket pekerjaan dan kejadian apa yang dihasilkan dari serangkaian paket kerja tertentu.

#### **3. Pengendalian Proyek**

Pengendalian proyek harus dilakukan seiring dengan adanya pelaksanaan proyek. Pengendalian dilakukan agar proyek tetap berjalan dalam batas waktu, biaya dan performansi yang ditetapkan dalam rencana. Sehingga proses pengendalian proyek ini adalah hal yang sangat penting. Rencana yang bagus tanpa dibarengi dengan pengendalian yang baik sangat mungkin tidak akan menghasilkan output proyek yang bagus dalam hal jadwal, biaya, dan performansi.

Menurut Hery Prasetya dan Fitri Lukiastruti (2011; 31) elemen Proyek dibagi atas tiga dasar utama antara lain :

#### **1. Perencanaan Proyek**

Proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama. Organisasi proyek adalah organisasi yang dibentuk untuk memastikan bahwa program (proyek) mendapatkan manajemen dan perhatian yang semestinya. Organisasi proyek dibentuk untuk memastikan program yang tetap berjalan dengan lancar.

#### **2. Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan proyek meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Manajer memutuskan berapa lama tiap kegiatan memerlukan waktu, dan menghitung berapa banyak orang serta bahan yang diperlukan pada tiap tahap produksi.

### 3. Pengendalian Proyek

Pengendalian proyek besar melibatkan pengawasan ketat pada sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Pengendalian juga berarti penggunaan loop umpan balik untuk merevisi rencana proyek dan pengaturan sumber daya.

## 2.3. Penjadwalan Proyek

Proyek adalah gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material, peralatan, dan modal/ biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan. Untuk mencapai tujuan dan sasaran maka proyek memerlukan suatu penjadwalan proyek sehingga kegiatan yang dilakukan dari awal sampai akhir serta langkah-langkah yang dilakukan sesuai dengan yang direncanakan.

Berikut merupakan pengertian penjadwalan proyek menurut beberapa ahli :

Menurut Hery Prasetya dan Fitri Lukiastuti (2011; 32) penjadwalan proyek meliputi pengurutan dan pembagi waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Manajer memutuskan berapa lama tiap kegiatan memerlukan waktu, dan menghitung berapa banyak orang serta bahan yang diperlukan pada tiap tahap produksi. Penjadwalan proyek digunakan untuk penjadwalan sumber daya dan alokasi waktu serta membantu semua kegiatan yang direncanakan, membantu kinerja yang telah diperhitungkan, membantu perkiraan waktu yang telah dicatat, serta keseluruhan waktu proyek yang telah dibuat.

Menurut Pangestu Subagyo (2002; 125) penjadwalan proyek adalah suatu kegiatan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut 1) waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan 2) merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain, 3) biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktivitas kompleks.

Menurut Husein Abrar (2011; 149) penjadwalan proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Dari definisi diatas dapat disimpulkan bahwa penjadwalan proyek adalah pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek dari waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan hingga tercapai suatu proyek yang optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

### 2.3.1. Tujuan dan Manfaat Penjadwalan

Menurut Husein Abrar (2009; 133) menyatakan bahwa penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan relistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu
3. Memberikan saran untuk menilai kemajuan pekerjaan
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan
5. Memberikan kepastian waktu yang ditetapkan
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek

Selanjutnya menurut Luthan dan Syafiriadi (2006; 9) manfaat dari adanya penjadwalan proyek antara lain:

1. Dapat menentukan durasi total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.
2. Menentukan waktu pelaksanaan dari masing-masing kegiatan.
3. Menentukan kegiatan-kegiatan yang tidak boleh terlambat atau tertunda pelaksanaannya dan menentukan jalur kritis.
4. Sebagai dasar perhitungan cashflow proyek.
5. Sebagai dasar bagi penjadwalan sumber daya proyek, seperti tenaga kerja, material dan peralatan.
6. Sebagai alat pengendalian proyek.

Menurut Heizer dan Render (2015:683) manfaat penjadwalan adalah sebagai berikut:

1. Dengan *Scheduling* yang efektif, perusahaan menggunakan assetnya dengan efektif dan menghasilkan kapasitas modal yang diinvestasikan menjadi lebih besar, yang sebaliknya akan mengurangi biaya.
2. *Scheduling* menambah kapasitas dan fleksibilitas yang terkait memberikan waktu pengiriman yang lebih cepat dan dengan demikian pelayanan kepada pelanggan menjadi baik.
3. Keuntungan yang ketiga dari bagusnya penjadwalan adalah keunggulan kompetitif dengan pengiriman yang bisa diandalkan.

Menurut Eddy Herjanto (2007; 308) menjelaskan kegiatan penjadwalan produksi mempunyai beberapa tujuan yang penting antara lain:

1. Efisiensi tinggi

Efisiensi tercapai melalui jadwal yang memanfaatkan tenaga kerja, perlengkapan dan ruangan secara penuh untuk menurunkan waktu menganggur

2. Sediaan rendah

Untuk menurunkan jumlah barang dalam proses atau menurunkan jumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian.

3. Layanan pelanggan yang baik

Dari beberapa penjelasan ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa tujuan dan manfaat penjadwalan yaitu untuk menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, sebagai alat untuk pengendalian proyek, dan pemakaian asset perusahaan agar lebih efektif sehingga layanan kepada pelanggan menjadi lebih baik.

### 2.3.2. Faktor-Faktor Dalam Penjadwalan

Menurut Pangestu Subagyo (2005; 167) dalam membuat penjadwalan yang baik perusahaan harus mempertimbangkan beberapa faktor yang pada umumnya merupakan kendala yang akan mengganggu kegiatan perusahaan faktor-faktor itu antara lain:

1. Kapasitas sarana dan prasarana

Sarana dan prasarana yang dimiliki suatu lembaga atau perusahaan biasanya memiliki kapasitas terbatas. Oleh karena itu kita harus mengalokasikan kapasitas yang tersedia ini untuk pekerjaan-pekerjaan yang ada, jangan sampai berebut

2. Permintaan

Permintaan atau kebutuhan konsumen merupakan faktor yang tidak dapat dikuasai perusahaan, karena datang dari konsumen maka sesuai dengan kemauan konsumen, perusahaan sukar untuk mengaturnya. Ini yang harus kita penuhi, selama perusahaan mampu melakukannya

3. Bahan baku/ pembantu

Bahan baku dan bahan pembantu merupakan kebutuhan perusahaan untuk melaksanakan pembuatan barang atau jasa yang akan diberikan kepada konsumen, kalau penyediaan bahan baku dan bahan pembantunya terbatas maka kita juga akan terbatas dalam memberikan pelayanan kepada konsumen dan terbatas pula penjadwalan yang kita buat

4. Kapasitas sumber daya manusia

Sumber daya manusia atau tenaga kerja biasanya juga merupakan pembatas, terutama tenaga ahli. Tenaga ahli sulit ditambah jumlahnya, padahal kapasitas kerja mereka terbatas

5. Ketentuan teknis

Ketentuan teknis adalah prosedur dan syarat-syarat pembuatan barang secara teknis. Ketentuan ini tidak dapat dilanggar, harus diikuti agar

pembuatan barang dapat dilaksanakan dengan baik. Misalnya untuk mencetak buku konsep dan layout halamannya harus dibuat dengan benar

#### 6. Hari kerja

Hari kerja yang kita miliki terbatas, dalam setahun tidak sepenuhnya ada 365 hari kerja, karena ada hari minggu, hari libur dan hari-hari yang tidak sepenuhnya dapat bekerja 100%, misalnya karena ada upacara, pemilu dan sebagainya. Dalam membuat penjadwalan harus mempertimbangkan ini, kalau perlu dibuat kalender produksi yang hanya memuat hari-hari kerja saja

#### 7. Adanya order kilat dan order khusus

Kadang kadang kita sering menerima order kilat dan order khusus yang harus didahulukan dari order-order biasa. Order kilat biasanya diterima perusahaan dengan tarif yang lebih mahal. Sedangkan order khusus adalah order yang harus diutamakan untuk mengatasi keadaan darurat kebutuhan rumah sakit dan sebagainya.

#### 8. Adanya kendala biaya

Kendala biaya antara lain menyangkut adalah tersedianya dana atau anggaran yang digunakan untuk membiayai kegiatan perusahaan, kenaikan biaya produksi dan sebagainya (Pangestu Subagyo, 2005; 167)

Menurut Husein Abrar (2009; 134) faktor-faktor yang mempengaruhi kompleksitas penjadwalan antara lain:

1. Sasaran dan tujuan
2. Keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan master schedule
3. Dana yang diperlukan dan dana yang tersedia
4. Waktu yang diperlukan, waktu yang tersedia, serta perkiraan waktu yang hilang dan hari-hari libur
5. Susunan dan jumlah kegiatan proyek serta keterkaitan diantaranya
6. Kerja lembur dan pembagian shift kerja untuk mempercepat proyek
7. Sumber daya yang diperlukan dan sumber daya yang tersedia
8. Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas

Makin besar skala proyek, semakin kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana yang dikelola sangat besar, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar, kegiatan yang dilakukan sangat beragam serta durasi proyek menjadi sangat panjang. Oleh karena itu, agar penjadwalan dapat diimplementasikan digunakan cara-cara atau metode teknis yang sudah digunakan seperti metode penjadwalan proyek. Kemampuan scheduler yang memadai dan bantuan software computer untuk penjadwalan dapat membantu memberikan hasil yang optimal.

Selanjutnya menurut Budi Santoso (2009; 3) faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat jadwal pelaksanaan proyek:

1. **Kebutuhan dan fungsi proyek tersebut, dengan selesainya proyek itu proyek diharapkan dapat dimanfaatkan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan**
2. **Keterkaitan dengan proyek berikutnya ataupun kelanjutan dari proyek selanjutnya**
3. **Alasan sosial politis lainnya, apabila proyek tersebut milik pemerintah.**
4. **Kondisi alam dan lokasi proyek**
5. **Keterjangkauan lokasi proyek ditinjau dari fasilitas perhubungannya**
6. **Ketersediaan dan keterkaitan sumber daya material, peralatan, dan material pelengkap lainnya yang menunjang terwujudnyaproyek tersebut**
7. **Kapasitas atau daya tampung area kerja proyek terhadap sumber daya yang dipergunakan selama operasional berlangsung dengan referensi dan perhitungan yang memenuhi aturan teknis**
8. **Cuaca, musim dan gejala alam lainnya**
9. **Referensi hari kerja efektif harus ditentukan kapan hari libur dan hari-hari yang membuat kegiatan perusahaan tidak maksimal**

Beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk membuat jadwal proyek yang cukup efektif yaitu:

1. Secara teknis, jadwal harus bisa dipertanggungjawabkan (technically feasible)
2. Disusun berdasarkan perkiraan/ ramalan yang akurat (reliable estimate)
3. Sesuai sumber daya yang sesuai
4. Sesuai penjadwalan proyek lainnya yang menggunakan sumber daya yang sama
5. Fleksible terhadap perubahan-perubahan, misalnya perubahan spesifikasi proyek
6. Mendetail yang dipakai sebagai alat pengukur hasil yang dicapai dan pengendalian kemajuan proyek
7. Dapat menampilkan kegiatan pokok kritis. (Luthan & syarifandi 2006; 10)

Dari definisi beberapa ahli diatas dapat disimpulkan bahwa penjadwalan yang baik harus memperhatikan dan mempertimbangkan faktor-faktor penentu kegiatan perusahaan agar kegiatan perusahaan berjalan sesuai rencana, seperti sumber daya manusia, alokasi dana yang diperlukan, bahan baku, dan hari efektif bekerja sehingga kegiatan yang diadwalkan perusahaan dapat selesai sesuai waktu yang ditentukan dan sesuai tujuan yang direncanakan.

### **2.3.3. Macam – Macam Penjadwalan**

Penjadwalan menyangkut penetapan kapan suatu operasi atau kegiatan harus dimulai agar pada hari penyelesaian pembuatan produk atau jasa dapat dipenuhi. Dalam hal penetapan tanggal setiap operasi mengenai 2 (dua) macam penjadwalan menurut Eddy Herjanto (2007; 318) yaitu:

### 1. Penjadwalan Maju (*Forward scheduling*)

Dalam penjadwalan maju (*Forward Scheduling*), pekerjaan dimulai seawall mungkin sehingga pekerjaan selesai sebelum batas waktu yang dijanjikan (*due date*) penjadwalan maju memiliki konsekuensi terjadinya akumulasi persediaan sampai hasil pekerjaan itu diperlukan pada pusat kerja berikutnya.

Teknik ini mengasumsikan bahwa pengadaan material dan operasi dimulai segera setelah pesanan diterima. Penjadwalan dilakukan atas setiap kegiatan operasi secara berurutan dari awal hingga seluruh kegiatan operasi selesai. Penjadwalan maju banyak digunakan dalam perusahaan dimana operasi divuat berdasarkan pesanan dan pengiriman dilakukan setelah pekerjaan selesai.

### 2. Penjadwalan Mundur (*Backward scheduling*)

Dalam penjadwalan mundur (*Backward Scheduling*) berlawanan dengan penjadwalan maju, kegiatan operasi yang terakhir dijadwalkan lebih dulu yang selanjutnya secara berturut-turut ditentukan jadwal untuk kegiatan sebelumnya satu persatu secara mundur. Akhirnya dengan mengetahui waktu tenggang atau (*Lead Time*) dalam pengadaan barang dapat ditentukan kapan saat dimulainya operasi

Metode ini dapat meminimumkan persediaan, namun penggunaan metode ini harus disertai dengan perencanaan dan waktu tenggang yang akurat tidak terjadi break down selama proses ataupun perubahan *due date* yang lebih cepat

Selanjutnya menurut Heizer dan Render (2005; 212) menjelaskan penjadwalan mencakup penugasan batas waktu pada pekerjaan tertentu, dimana terdapat banyak pekerjaan secara bersamaan bersaing untuk menggunakan sumber daya yang sama, teknik untuk penjadwalan digolongkan menjadi 2 yaitu penjadwalan maju dan penjadwalan mundur

1. Penjadwalan Maju (*Forward Scheduling*) memulai jadwal segera setelah persyaratan suatu pekerjaan diketahui. Penjadwalan maju digunakan dalam berbagai organisasi seperti rumah sakit, klinik, rumah makan, dan produsen perkakas mesin. Dalam fasilitas seperti ini, pekerjaan dilakukan sesuai dengan pesanan pelanggan, dan biasanya diminta untuk dikirim sesegera mungkin. Penjadwalan maju pada umumnya dirancang untuk menghasilkan sebuah jadwal yang dapat dipenuhi sekalipun hal ini berarti batas waktunya tidak dapat dipenuhi. Dalam banyak kejadian penjadwalan maju menjadi penyebab tertumpuknya barang setengah jadi
2. Penjadwalan Mundur (*Backward Scheduling*) dimulai dari batas waktu, dan menjadwalkan operasi yang terakhir terlebih dahulu. Kemudian urutan pekerjaan dijadwalkan satu demi satu dalam susunan terbalik. Dengan mengurangi *lead time* untuk setiap unit, maka diperoleh waktu mulai.



Bagaimana pun, sumber daya yang diperlukan untuk memenuhi jadwal mungkin tidak ada. Penjadwalan mundur digunakan dalam banyak lingkungan manufaktur, seperti halnya lingkungan jasa yang menyajikan sebuah perjamuan atau penjadwalan operasi pembedahan. Dalam praktik, sebuah kombinasi dari penjadwalan maju dan penjadwalan mundur sering digunakan untuk menemukan titik temu diantara apa yang dapat dipenuhi dan batas waktu pelanggan.

Menurut Hery Prasetya (2011; 108) penjadwalan berkaitan dengan waktu operasi. Dimulai dengan perencanaan kapasitas yang meliputi fasilitas dan penugasan terhadap mesin, kemudian jadwal induk membagi rencana kasar dan membuat jadwal keseluruhan untuk output. Berbagai macam penjadwalan digolongkan menjadi 2 yaitu penjadwalan maju dan penjadwalan mundur

1. Penjadwalan Maju memulai skedul/jadwal segera setelah persyaratan diketahui. Banyak digunakan pada rumah sakit, klinik, restoran untuk makan malam, perusahaan permesinan. Pekerjaan dilaksanakan atas pesanan konsumen, dan sesegera mungkin dilakukan pengiriman.
2. Penjadwalan Mundur dimulai dengan jatuh tempo, menjadwalkan operasi financial dahulu. Tahap-tahap dalam pekerjaan kemudian dijadwalkan pada suatu waktu, dibalik. Dengan mengurangi lead time untuk tiap item, akan didapatkan waktu awal.

Dari beberapa penjelasan ahli diatas dapat disimpulkan bahwa penjadwalan dibagi menjadi dua macam yaitu penjadwalan maju dan penjadwalan mundur, kedua macam penjadwalan ini diterapkan perusahaan sesuai dengan kegiatan yang akan dilaksanakan, perusahaan dapat memilih penjadwalan mana yang sesuai agar dapat diminimumkan dan tujuan perusahaan tercapai.

#### 2.3.4. Jaringan Waktu Konstan

Salah satu hal penting dalam analisis proyek adalah mengetahui kapan proyek dapat diselesaikan. Untuk menjawab hal itu, perlu diketahui dulu waktu yang diperlukan untuk masing-masing kegiatan tersebut dimulai dan berakhir. Dalam perhitungan waktu proyek dikenal beberapa istilah, sebagai berikut.

Menurut Eddy Herjanto (2007; 366) ada beberapa istilah dalam perhitungan waktu kegiatan antara lain :

- *Earliest activity start time* (ES), menunjukkan saat paling awal suatu kegiatan dapat dimulai.
- *Earliest activity finish time* (EF), menunjukkan saat paling awal selesainya suatu kegiatan.
- *Latest activity start time* (LS), menunjukkan saat paling lambat suatu kegiatan harus dimulai.

- **Latest activity finish time (LF)**, menunjukkan saat paling lambat suatu kegiatan harus sudah selesai

Perhitungan waktu proyek dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama menghitung ES dan EF, dan tahap kedua menghitung LS dan LF. Perhitungan ES dan EF dilakukan secara maju (*forward pass*), yaitu dimulai dari kegiatan awal sampai ke kegiatan terakhir. EF untuk suatu kegiatan sama dengan ES ditambah dengan waktu untuk melaksanakan kegiatan tersebut atau

$$EF_x = ES_x + t_x$$

Sementara, perhitungan LS dan LF dilakukan secara mundur (*backward pass*) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$LS_x = LF_x - t_x$$

Perhitungan dimulai dari kegiatan terakhir ( dimana  $EF = LF$ ) menuju ke kegiatan pertama (dimana  $ES = LS = 0$ )

Menurut T. Hani Handoko (2011; 404) suatu kegiatan tidak dapat diselesaikan jika kegiatan-kegiatan lain belum selesai dikerjakan, oleh karena itu harus membuat urutan pelaksanaan pekerjaan. Kegiatan-kegiatan mana saja yang harus diselesaikan lebih dulu sebelum selanjutnya dapat mulai dikerjakan kegiatan yang baru..

Waktu mulai dan waktu berakhirnya, dalam hal ini dikenal :

- **Earliest start time** adalah waktu paling awal (tercepat) suatu kegiatan dapat dimulai, dengan memperhatikan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan pengerjaan
- **Latest start time** adalah waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek
- **Earliest finish time** adalah waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan, atau sama dengan  $ES +$  waktu kegiatan yang diharapkan
- **Latest finish time** adalah waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan, atau sama dengan  $LS +$  waktu kegiatan yang diharapkan.

### 2.3.5. Metode Penjadwalan

#### A. PERT (Project Evaluation Review Technique)

Menurut M. Syamsul Ma'arif dan Hendri Tanjung (2006; 470) PERT pertama kali dikembangkan pada taun 1950-an untuk proyek pembuatan kapal selam Polaris, dan berhasil selesai lebih awal 2 tahun dengan 3000 kontraktor, pemasok dan agen. PERT dapat bekerja dengan ketidak pastian melalui penggunaan waktu probabilitas. Bila waktu kegiatan individual acak, maka

waktu proyek juga akan acak. Hanya saja, karena bekerja dengan ketidakpastian, maka lintasan kritis penyelesaian proyek pun menjadi tidak pasti. Inilah kelemahan metode PERT yaitu resiko ketidakpastian

PERT banyak diterapkan pada proyek: penelitian dan pengembangan, desain system computer, dan invasi militer, dimana waktu kegiatan dapat diharapkan beragam.

Adapun rumus yang digunakan dalam PERT adalah:

$$T_e = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6} \qquad E(T) = \sum T_e \quad \text{lintasan kritis}$$

$$\text{Var I} = \left( \frac{T_p - T_o}{6} \right)^2 \qquad \text{Var (T)} = \text{Var i lintasan kritis}$$

s = akar pangkat dua dari Var (T)

$$z = \frac{X - E(T)}{s}$$

dimana:

$T_e$  = waktu harapan

$T_o$  = waktu optimis

$T_p$  = waktu pesimis

$\text{Var I}$  = varians untuk tiap kegiatan I pada lintasan kritis

$E(T)$  = harapan penyelesaian total

$\text{Var (T)}$  = keragaman penyelesaian total

$Z$  = nilai normal baku.

Menurut Eddy Herjanto (2007; 360) PERT merupakan teknik yang paling banyak digunakan dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Keduanya menggambarkan kegiatan kegiatan dari suatu proyek dalam suatu jaringan kerja. Dari jaringan kerja ini dapat dilakukan berbagai analisis untuk membantu manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan waktu, biaya, atau penggunaan sumber daya. Tiga jenis waktu yang dipergunakan dalam PERT, sebagai berikut:

$t_o$  = prakiraan waktu paling optimis

$t_m$  = prakiraan waktu paling mungkin

$t_p$  = prakiraan waktu paling pesimis

Waktu yang diharapkan untuk suatu kegiatan dihitung berdasarkan rata-rata tertimbang dari tiga jenis waktu diatas, yaitu:

$$t = \frac{T_o + 4t_m + t_p}{6}$$

Rata-rata selesainya proyek merupakan jumlah waktu dari kegiatan kritis, sedangkan varian lintasan kritis proyek merupakan jumlah varian kegiatan kritis. Varian kegiatan kritis ( $\sigma_{kk}^2$ ) dapat dicari dengan rumus berikut:

$$\sigma_{kk}^2 = \left( \frac{t_p - t_o}{6} \right)^2$$

Varian proyek ( $\sigma^2$ ) merupakan jumlah varian kegiatan kritis:

$$\sigma^2 = \sum \sigma_{kk}^2$$

Sedangkan, deviasi standar dari proyek ( $\sigma$ ) adalah akar dari varian proyek

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Nilai deviasi standar normal dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Dimana:

X = target waktu penyelesaian (*due date*)

$\mu$  = rata-rata waktu penyelesaian pekerjaan (perkiraan umur proyek)

$\sigma$  = deviasi standar

Untuk mempersingkat dan menentukan waktu dan biaya digunakan rumus:

$$\text{Biaya crash per periode} = \frac{(cc - cn)}{(Tn - tc)}$$

dimana:

Cc = biaya crash

Cn = biaya normal

Tn = Waktu normal

Tc = Waktu crash

Pemberian bobot rumus diatas merupakan bentuk asli (*default*) dari PERT. analisis bisa saja memberikan bobot berbeda untuk masing-masing jenis waktu tersebut.

Menurut Hani Handoko (2011; 403) Waktu kegiatan (*activity time*). PERT menggunakan tiga estimasi penyelesaian suatu kegiatan. Estimasi ini diperoleh dari orang-orang yang mempunyai kemampuan tentang pekerjaan yang akan dilaksanakan dan beberapa lama waktu pengerjaannya, ketiga estimasi waktu tersebut adalah:

- a. Waktu optimistic (a) : waktu kegiatan bila semuanya berjalan baik tanpa hambatan-hambatan atau penundaan-penundaan.
- b. Waktu realistic (m) : waktu kegiatan yang akan terjadi bila suatu kegiatan dilaksanakan dalam kondisi normal, dengan penundaan-penundaan tertentu yang dapat diterima
- c. Waktu pesimistik (b) : waktu kegiatan bila terjadi hambatan atau penundaan lebih dari semestinya.

PERT “menimbang” ketiga estimasi itu untuk mendapatkan waktu kegiatan yang diharapkan (expected time) dengan rumusan:

$$ET = \frac{a + 4(m) + b}{6}$$

### B. CPM (Critical Path Method)

CPM dikembangkan oleh U.I Dupont de Nemours & Co. Dengan menggunakan keseimbangan waktu-biaya. Ada 4 faktor yang digunakan dalam CPM yaitu: Waktu normal, Biaya normal, Waktu pintas, Biaya pintas. CPM dapat menjelaskan dengan baik lintasan kritis serta dapat mempercepat waktu normal. Hanya saja, jika proyek semakin cepat selesai, biaya yang dibutuhkan semakin mahal. CPM digunakan untuk kegiatan yang cukup konstan, tetapi dapat dikurangi dengan mengeluarkan lebih banyak uang, seperti: proyek konstruksi, pemasangan peralatan, serta memulai atau memberhentikan pabrik. (M.Syamsul Ma'arif dan Henri Tanjung, 2006; 473)

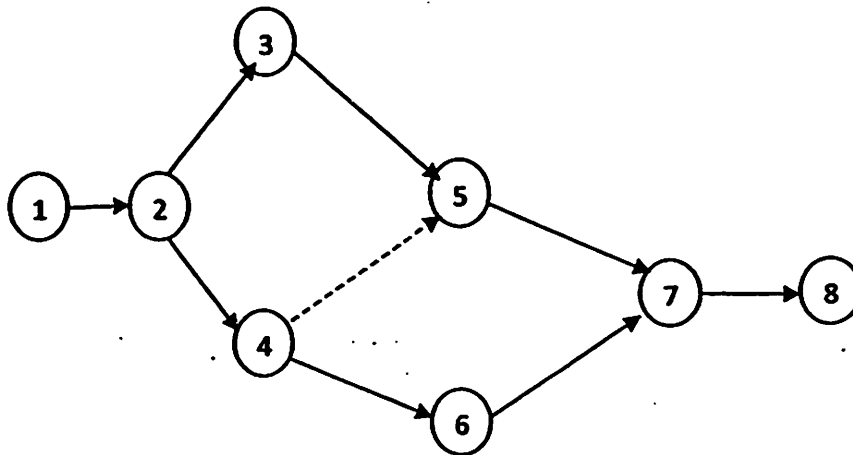
Menurut Eddy Herjanto (2007; 360) CPM digunakan apabila taksiran waktu pengerjaan setiap kegiatan dapat diketahui dengan baik, dimana penyipangannya relatif kecil atau dapat diabaikan. CPM menganggap proyek terdiri dari kegiatan-kegiatan yang membentuk satu atau beberapa lintasan. CPM menggunakan pendekatan activity on arrow (AOA), yang menggunakan anak panah sebagai symbol dari kegiatan.

#### > Kerangka Kerja PERT dan CPM

Menurut Jay Heizer (2009; 93) PERT dan CPM mengikuti enam langkah sebagai berikut :

1. Menetapkan proyek dan menyiapkan struktur penguraian kerjanya.
2. Membangun hubungan antara aktivitas-aktivitas. Memutuskan aktivitas yang harus dilakukan terlebih dahulu dan aktivitas yang harus mengikuti aktivitas lain.
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan aktivitas.
4. Menetapkan perkiraan waktu dan biaya untuk setiap aktivitas.
5. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini disebut jalur kritis

6. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek



Gambar 1.  
Diagram jaringan kerja PERT.

Keterangan :

—————> = Kegiatan

○ = Peristiwa

- - - - -> = Kegiatan semu ( Hani Handoko, 2011; 403)

#### ➤ Aktivitas, Kejadian, Jaringan

Menurut Clifford dan Larrison (2007; 142) ada beberapa istilah-istilah yang digunakan untuk membangun jaringan proyek antara lain :

- **Aktivitas** : Merupakan sebuah elemen proyek yang memerlukan waktu.
- **Aktivitas Gabungan** : Merupakan sebuah aktivitas yang memiliki lebih dari satu aktivitas yang mendahuluinya ( lebih dari satu anak panah ketergantungan).
- **Jaringan** : Sebuah urutan dari berbagai aktivitas yang berhubungan dan tergantung.
- **Jalur kritis** : Jalur terpanjang pada jaringan. Jika sebuah aktivitas pada jalur ditunda, proyek juga tertunda untuk waktu yang bersamaan.

- **Kejadian** : Istilah ini digunakan untuk menunjukkan satu titik waktu dimana sebuah aktivitas dimulai dan diselesaikan.

#### ➤ Jalur Kritis (critical path)

Menurut Hani Handoko (2011; 407) Jalur kritis adalah jalur terpanjang pada network dan waktunya penyelesaian minimum yang diharapkan untuk masing-masing alternatif. Sehubungan dengan jalur kritis suatu proyek, perlu diperhatikan bahwa :

1. Penundaan kegiatan yang merupakan bagian dari “ jalur kritis” akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek.
2. Penyelesaian proyek secara keseluruhan akan dapat di percepat bila kita dapat mempercepat penyelesaian kegiatan pada “jalur kritis”
3. Kelonggaran waktu (slack) terdapat pada kegiatan-kegiatan yang tidak merupakan bagian dari “jalur kritis”. Ini memungkinkan kita untuk mengadakan realokasi tenaga kerja dari kegiatan-kegiatan tertentu ke kegiatan-kegiatan “kritis”.

Menurut Heizer dan Render (2009; 102) Jalur kritis adalah jalur waktu terpanjang yang terdapat diseluruh jaringan. Untuk mengetahui dua waktu awal dan akhir yang berbeda untuk setiap aktivitas.

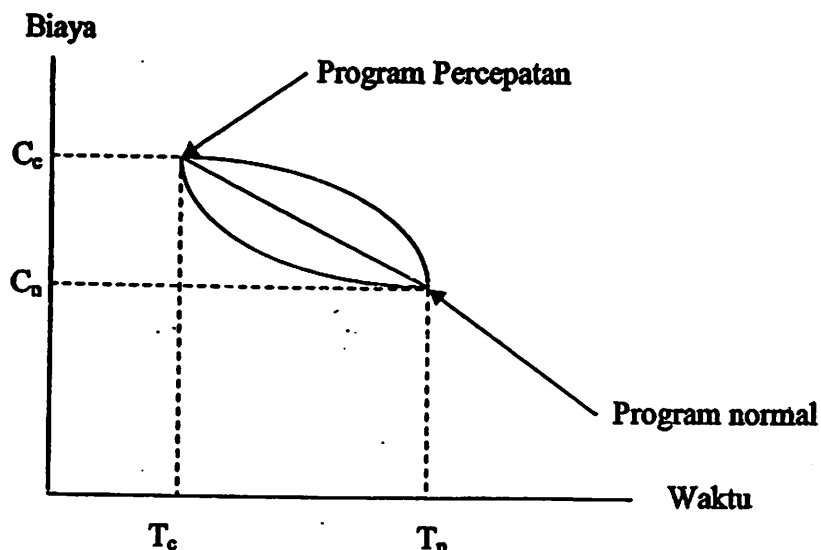
Menurut Eddy Herjanto (2007; 370) Jalur kritis merupakan suatu hal yang selalu menjadi perhatian dalam penjadwalan proyek disamping umur proyek, karena terlambat atau tidaknya proyek tergantung dari terlambat atau tidaknya kegiatan yang berada pada lintasan kritis itu.

#### 2.3.6. Trade off Waktu- Biaya

Perkembangan proyek saat ini menjadikan proyek semakin kompleks dan rumit itu disebabkan dalam proyek yang besar dan kompleks dibutuhkan sumber daya dari awal hingga akhir proyek. Hal itu menuntut manajer proyek menggunakan metode yang tepat untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada serta fasilitas yang tersedia sehingga proyek dapat diselesaikan tepat waktu, tepat mutu dan tepat biaya

Menurut H. A. Hamdan Dimiyati dan Kadar Nurjaman (2014; 364) menjelaskan bahwa biaya langsung akan meningkat jika waktu pelaksanaan proyek dipercepat, namun biaya langsung ini akan meningkat pula jika waktu pelaksanaan proyek diperlambat. Biaya tidak langsung tidak bergantung pada kuantitas pekerjaan, tetapi bergantung pada jangka waktu pelaksanaan proyek. Jika biaya tidak langsung ini dianggap tetap selama umur proyek, biaya kumulatifnya akan naik secara linear menurut umur proyek.

Menurut Hani Handoko (2011; 417) penentuan hubungan biaya dan waktu secara tepat tidak selalu mudah hubungan tersebut dapat berbentuk concave dan convex.



Gambar 2.

Gambar Hubungan-hubungan antar waktu dan biaya.

Dari penjelasan gambar diatas pengurangan waktu ditentukan besarnya kenaikan biaya. Bila kurva biaya berbentuk convex, semakin pendek waktu selesainya kegiatan, biaya tambahan per unit waktu semakin mahal. Bila sebaliknya, maka hubungan berbentuk kurva concave dimana waktu penyelesaian semakin panjang dan biaya tambahan per unit tetap.

Menurut Eddy Herjanto (2007; 374) prakiraan waktu selesai proyek biasanya didasarkan pada tingkat pemakaian sumber daya tertentu. Seringkali waktu penyelesaian suatu proyek dapat dipersingkat dengan menambah sumber daya, baik berupa manusia, mesin atau peralatan, maupun waktu kerja (lembur). Percepatan waktu proyek bertujuan untuk memperoleh biaya minimum, proyek dipercepat melalui penambahan sumber daya atau lembur, selama biaya yang dikeluarkan masih lebih kecil dari pada biaya tidak langsung. Biaya tidak langsung adalah biaya yang besarnya tidak tergantung dari output proyek.

### 2.3.7. Akselerasi Proyek

Menurut Jacobs dan Chase (2015; 106) akselerasi proyek merupakan penekanan dan pemendekan waktu penyelesaian proyek. Pada satu sisi, dibutuhkan biaya untuk mempercepat aktivitas, pada sisi lain dibutuhkan biaya untuk meneruskan (memperpanjang) proyek. Biaya terkait percepatan aktivitas disebut biaya langsung aktivitas dan menambah biaya langsung proyek. Beberapa biaya berhubungan dengan pekerja, seperti kebutuhan kerja lembur



mempekerjakan lebih banyak pekerja, dan memindahkan pekerja dari pekerjaan lain, biaya lainnya terkait dengan sumber daya seperti membeli atau menyewa perlengkapan tambahan atau peralatan yang lebih efisien dan menambah fasilitas pendukung.

Biaya terkait dengan kelangsungan proyek disebut biaya tidak langsung proyek antara lain biaya overhead, fasilitas, peluang sumber daya, dan dalam situasi kontrak tertentu, akan ada biaya penalti, atau pembayaran insentif atas kerugian. Karena biaya langsung aktivitas dan biaya tidak langsung proyek merupakan biaya yang berlawanan jika didasarkan pada waktu, salah satu masalah esensial dalam penjadwalan adalah mencari durasi proyek yang meminimalkan jumlah biaya, atau dengan kata lain, mencari titik optimum dalam trade off waktu-biaya.

#### 2.4. Biaya Operasional

Setiap perusahaan yang melakukan kegiatan proyek akan mengeluarkan biaya operasional sebagai alat untuk mencapai tujuan yang optimal, berikut merupakan beberapa pengertian biaya operasional menurut para ahli

Menurut Sofjan Assauri (2004; 12) menjelaskan yang dimaksud biaya operasi adalah suatu pengorbanan sumber daya yang dikeluarkan dalam rangka kegiatan perusahaan dalam mentransformasikan masukan (*input*), tercakup semua aktivitas atau kegiatan yang menghasilkan barang dan jasa, serta kegiatan-kegiatan lain yang mendukung atau menunjang usaha untuk menghasilkan produk tersebut.

Menurut Mulyadi (2009; 14) biaya operasi adalah biaya-biaya yang terjadi untuk mengolah bahan baku atau jasa menjadi barang jadi yang siap dijual.

Menurut Supriyono (2011; 10) Biaya operasi adalah biaya yang harus dikeluarkan perusahaan agar kegiatan atau operasi perusahaan tetap berjalan.

Dari pengertian beberapa ahli di atas dapat disimpulkan bahwa biaya operasi adalah suatu pengorbanan sumber daya yang dikeluarkan perusahaan untuk mengolah bahan baku atau jasa agar kegiatan atau operasi perusahaan tetap berjalan.

##### 2.4.1. Tujuan dan Fungsi Biaya Operasional

Adapun maksud dari semua biaya-biaya ini dijalankan oleh pihak perusahaan, karena biaya ini mempunyai hubungan langsung dari kegiatan utama perusahaan.

Menurut Sofjan Assauri (2004; 12) menjelaskan bahwa tujuan biaya operasi adalah

1. Menkoordinasikan dan mengendalikan arus masukan (*input*) dan keluaran (*output*) serta mengelola sumber-sumber daya yang dimiliki agar kegiatan dan fungsi operasional dapat lebih efektif
2. Untuk mengambil keputusan, akuntansi biaya menyediakan informasi biaya masa yang akan datang (*future cost*) karena pengambilan keputusan berhubungan dengan masa depan, informasi biaya masa yang akan datang tersebut jelas tidak diperoleh dari catatan karena memang tidak di catat, melainkan diperoleh dari hasil peramalan. Proses pengambilan keputusan khusus ini sebagian besar merupakan tugas manajemen perusahaan dengan memanfaatkan informasi biaya tersebut.
3. Digunakan sebagai pegangan atau pedoman bagi seorang manajer didalam melakukan kegiatan-kegiatan perusahaan yang telah direncanakan perusahaan.

Menurut Mulyadi (2009; 15) fungsi dari adanya biaya operasioal adalah:

1. Merupakan hasil akhir dari proses penyusunan rencana kerja.
2. Berfungsi sebagai alat komunikasi intern yang menghubungkan berbagai unit organisasi dalam perusahaan dan yang menghubungkan manajer bawah dengan manajer atas.
3. Berfungsi sebagai tolak ukur yang dipakai sebagai pembanding hasil operasi sesungguhnya.
4. Berfungsi sebagai alat pengendalian yang memungkinkan
5. Manajemen menunjuk bidang yang kuat dan lemah bagi perusahaan.
6. Berfungsi sebagai alat untuk mempengaruhi dan memotivasi manajer dan karyawan agar senantiasa bertindak secara efektif dan efisien sesuai dengan tujuan organisasi.

## 2.5. Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Irwan Raharja Fakultas Ekonomi Jurusan Manajemen Universitas Islam Indonesia Yogyakarta dengan judul “ Analisa Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Di PT. Hasana Damai Putra Yogyakarta Pada Proyek Perumahan Tirta Sani.

Dalam perencanaan dan pengendalian proses produksi sering dihadapi adanya berbagai kendala, misalnya terjadi *stock out* (kekurangan) bahan, banyaknya waktu longgar, kesalahan dalam urutan kerja dan sebagainya. Ada beberapa permasalahan dalam proses pembuatan perumahan antara lain adanya keterlambatan waktu penyelesaian dari yang telah direncanakan yang mengakibatkan pihak perusahaan mengalami kerugian dari segi waktu dan biaya.

Metode penelitian melakukan penelitian untuk mendapatkan data secara langsung pada perusahaan yang menjadi objek penelitian, yaitu interview dan dekuenter. Selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan diagram network

dan untuk mempermudah digunakan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), menggunakan tiga estimasi waktu penyelesaian yaitu *Expected Time* (ET) dan estimasi probabilitas waktu penyelesaian.

Berdasarkan hasil analisis bahwa kebutuhan proyek pada dasarnya cukup baik, namun tidak diikuti dengan pengawasan yang baik. Dengan penerapan metode PERT dan CPM maka dapat diketahui besarnya waktu yang dibutuhkan, besarnya tingkat keyakinan yang diinginkan dan menentukan waktu setiap kegiatan, pengawasan terdapat aktivitas khususnya yang berada dalam jalur kritis dapat lebih dikonsentrasikan, dan dari segi waktu penyelesaian untuk tahap awal adalah 201 hari dan untuk usulan (dipercepat) adalah selama 168 hari, sehingga terjadi efisiensi waktu selama 33 hari.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Aryo Andri Nugroho 4150403538 Universitas Negeri Semarang dengan judul “ Analisis Penjadwalan Proyek Pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Tanjung Mas Semarang.

Dalam mengestimasi waktu dan biaya dalam sebuah proyek maka diperlukan optimalisasi yang biasanya dilakukan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada serta meminimalkan kendala namun tetap mendapatkan hasil yang optimal. Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana cara menentukan lintasan kritis dan nilai optimum pada penjadwalan proyek gedung stasiun karantina ikan kelas 1 Tanjung Mas Semarang dengan menggunakan metode PERT-CPM dan bagaimana cara menentukan lintasan kritis dan nilai optimum pada penjadwalan proyek dengan program *Excel*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui cara menentukan lintasan kritis dengan menggunakan metode PERT-CPM pada penjadwalan pembangunan gedung stasiun karantina ikan kelas 1 Tanjung Mas Semarang.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data *time schedule* dari PT. Munica Pratama Group yang menangani pembangunan gedung khusus dan sarana prasarana lingkungan gedung stasiun karantina ikan kelas 1 Tanjung Mas Semarang. Dari data tersebut dapat dihitung lintasan kritis dengan menggunakan metode PERT-CPM. Pada metode PERT-CPM tahap-tahap penyelesaiannya yaitu menyusun rencana kegiatan, menyusun *network*, menentukan perhitungan maju dan mundur, menentukan perhitungan kelonggaran waktu. Hasil perhitungan penjadwalan proyek pembangunan gedung stasiun karantina ikan kelas 1 Tanjung Mas Semarang dengan metode PERT-CPM membutuhkan waktu 144 hari dengan biaya Rp.606.360.753,00 sedangkan perhitungan yang dilakukan PT. Munica Pratama Group membutuhkan waktu 150 hari dengan biaya Rp.616.634.000,00 sehingga dapat menghemat waktu 6 hari dan biaya sebesar RP.10.273.247,00.

Penelitian yang dilakukan oleh Indra Laksamana 0906603985 Universitas Indonesia dengan judul “ Analisis Penjadwalan Proyek Fiber Optik Telekomunikasi”. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penjadwalan proyek fiber optic telekomunikasi bagi pihak manajemen proyek perusahaan yang telah ditetapkan dengan tujuan mengetahui seberapa cepat proyek dapat diselesaikan. Indikator-indikator yang digunakan adalah hubungan keterkaitan antar pekerja, kendala sumber daya, waktu, perubahan durasi dengan 50% probabilitas, *project buffer* dan *feeding buffer*. Metode *critical path* digunakan untuk menganalisis penjadwalan yang telah dibuat sebelumnya dan dampak kendala serta ketidakpastian terhadap waktu penyelesaian. Hasil dari pengembangan penjadwalan didapat waktu penyelesaian proyek menjadi 98,25 hari kerja dari 107 hari kerja yang telah dinyatakan didalam kontrak kerja sebelumnya. Melalui hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa proyek dapat dipercepat.

## 2.6. Kerangka Berpikir dan Konstelasi Penelitian

Pada dasarnya dalam menjalankan suatu kegiatan proyek tentunya bertujuan untuk mendapatkan keuntungan dengan biaya seefisien mungkin tanpa adanya keterlambatan dari proyek yang sedang dikerjakan agar keseluruhan pekerjaan dapat diselesaikan dengan waktu dan biaya yang ditetapkan.

Menurut M. Syamsul Ma'arif dan Hendri Tanjung (2006) manajemen proyek merupakan kegiatan merencanakan, melaksanakan, dan mengendalikan suatu kegiatan dalam jangka pendek yang harus diselesaikan dengan personil yang terdiri dari beberapa orang dimana perencanaan proyek bersifat intensif.

Manajemen proyek terbagi atas 3 dasar utama yaitu perencanaan proyek, penjadwalan proyek dan pengendalian proyek. Perencanaan proyek berguna untuk menghilangkan dan mengurangi rasa ketidakpastian dalam proyek agar target yang direncanakan menjadi jelas, penjadwalan proyek berguna untuk mengurutkan dan membagi waktu seluruh kegiatan proyek sehingga dapat diputuskan berapa lama suatu kegiatan dapat selesai, sedangkan pengendalian proyek harus dilakukan seiring dengan adanya pelaksanaan proyek agar proyek tetap berjalan dalam batas waktu, biaya, dan performansi yang ditetapkan dalam rencana.

Penjadwalan proyek merupakan salah satu kegiatan penting dalam perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi. Penjadwalan proyek biasanya disusun dengan mempertimbangkan berbagai keterbatasan yang ada. Penjadwalan proyek yang baik akan memberikan dampak positif yaitu rendahnya biaya dan waktu pengerjaan. Penjadwalan proyek merumuskan rencana apa yang lebih dulu dilakukan perusahaan agar tujuan dari perusahaan tercapai dengan efektif dan dengan penjadwalan yang tepat dapat meminimalisir terjadinya masalah dalam kegiatan operasi perusahaan. Tujuan dan manfaat dari penjadwalan

proyek ini yaitu memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/ kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan, memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu, memberikan saran untuk menilai kemajuan pekerjaan, memberikan kepastian waktu yang ditetapkan serta merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek. Penerapan penjadwalan proyek dalam suatu kegiatan perusahaan harus mempertimbangkan beberapa faktor-faktor yang dapat menyebabkan terhambatnya suatu proyek yang sedang dijalankan, faktor-faktor itu antara lain:

1. **Kapasitas sarana dan prasarana**  
Sarana dan prasaran yang dimiliki suatu lembaga atau perusahaan biasanya memiliki kapasitas terbatas. Oleh karena itu kita harus mengalokasikan kapasitas yang tersedia ini untuk pekerjaan-pekerjaan yang ada, jangan sampai berebut
2. **Permintaan**  
Permintaan atau kebutuhan konsumen merupakan faktor yang tidak dapat dikuasai perusahaan, karena datang dari konsumen maka sesuai dengan kemauan konsumen, perusahaan sukar untuk mengaturnya. Ini yang harus kita penuhi, selama perusahaan mampu melakukannya
3. **Bahan baku/ pembantu**  
Bahan baku dan bahan pembantu merupakan kebutuhan perusahaan untuk melaksanakan pembuat barang atau jasa yang akan diberikan kepada konsumen, kalau penyediaan bahan baku dan bahan pembantunya terbatas maka kita juga akan terbatas dalam memeberikan pelayanan kepada konsumen dan terbatas pula penjadwalan yang kita buat
4. **Kapasitas sumber daya manusia**  
Sumber daya manusia atau tenaga kerja biasanya juga merupakan pembatas, terutama tenaga ahli. Tenaga ahli sulit ditambah jumlahnya, padahal kapasitas kerja mereka terbatas
5. **Ketentuan teknis**  
Ketentuan teknis adalah prosedur dan syarat-syarat pembuatan barang secara teknis. Ketentuan ini tidak dapat dilanggar, harus diikuti agar pembuatan barang dapat dilaksanakan dengan baik. Misalnya untuk mencetak buku konsep dan layout halamannya harus dibuat dengan benar
6. **Hari kerja**  
Hari kerja yang kita miliki terbatas, dalam setahun tidak sepenuhnya ada 365 hari kerja, karena ada hari minggu, hari libur dan hari-hari yang tidak sepenuhnya dapat bekerja 100%, misalnya karena ada upacara, pemilu dan sebagainya. Dalam membuat penjadwalan harus mepertimbangkan ini, kalau perlu dibuat kalender produksi yang hanya memuat hari-hari kerja saja

7. Adanya order kilat dan order khusus

Kadang kadang kita sering menerima order kilat dan order khusus yang harus didahulukan dari order-order biasa. Order kilat biasanya diterima perusahaan dengan tarif yang lebih mahal. Sedangkan order khusus adalah order yang harus diutamakan untuk mengatasi keadaan darurat kebutuhan rumah sakit dan sebagainya.

8. Adanya kendala biaya

Kendala biaya antara lain menyangkut adalah tersedianya dana atau anggaran yang digunakan untuk membiayai kegiatan perusahaan, kenaikan biaya produksi dan sebagainya. (Pangestu Subagyo, 2005; 167)

Namun dalam penelitian ini, peneliti hanya menggunakan 5 faktor yaitu:

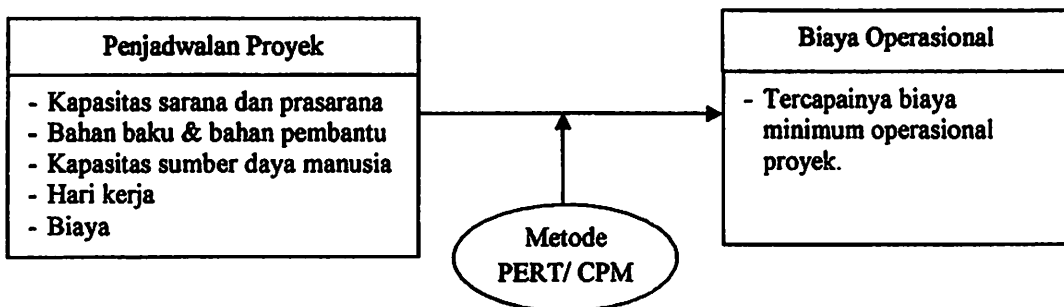
1. Kapasitas sarana dan prasarana
2. Bahan baku dan bahan pembantu
3. Kapasitas sumber daya manusia
4. Hari kerja
5. Biaya

Untuk mengatasi masalah penjadwalan proyek salah satu metode yang dapat digunakan perusahaan adalah menggunakan *Network Planning* dengan analisis PERT/CPM khususnya pada masalah perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek. Ada 6 langkah yang digunakan pada metode PERT/ CPM ini diantaranya:

1. Menetapkan proyek dan menyiapkan struktur penguraian kerjanya.
2. Membangun hubungan antara aktivitas-aktivitas. Memutuskan aktivitas yang harus dilakukan terlebih dahulu dan aktivitas yang harus mengikuti aktivitas lain.
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan aktivitas.
4. Menetapkan perkiraan waktu dan biaya untuk setiap aktivitas.
5. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini disebut jalur kritis.
6. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek.

Dengan adanya langkah-langkah mengenai penggunaan metode PERT/ CPM tersebut penggunaan sumber daya yang ada, biaya yang dianggarkan, bahan baku yang tersedia serta waktu pengerjaan proyek yang ditentukan dapat berjalan seefektif dan seefisien mungkin, sehingga tujuan untuk meminimalkan biaya operasional proyek dapat dicapai.

### 2.6.1. Konstelasi Penelitian



Gambar 3.

Konstelasi Penelitian Mengenai Penjadwalan Proyek Untuk Meminimumkan Biaya Operasional Proyek PT. Indo Jaya Sukses Makmur.

### 2.7. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan uraian dari kerangka pemikiran diatas maka dapat diberikan suatu hipotesis :

1. Penerapan penjadwalan proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil yang dilakukan PT. Indo Jaya Sukses Makmur belum berjalan sesuai rencana yang telah dijadwalkan.
2. Besarnya alokasi biaya operasional proyek yang dikeluarkan oleh PT. Indo Jaya Sukses Makmur tergantung pada keberhasilan penjadwalan proyek.
3. Penerapan penjadwalan proyek dengan metode PERT/CPM diduga dapat diterapkan dalam kegiatan proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil.
4. Dengan mempercepat waktu setiap kegiatan proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil diduga dapat meminimumkan biaya operasional proyek

## **BAB III METODE PENELITIAN**

A. E

### **3.1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dengan menggunakan deskriptif eksploratif dengan metode penelitian studi kasus yang bertujuan untuk mengumpulkan data dan menguraikan secara menyeluruh dan teliti sesuai dengan masalah yang akan dipecahkan. Teknik penelitian yang digunakan adalah metode PERT dan CPM.

### **3.2. Objek Penelitian**

Objek penelitian pada penelitian ini adalah variable penjadwalan proyek dengan indikator kapasitas sarana dan prasarana, bahan baku, kapasitas sumber daya manusia, hari kerja dan biaya serta variable biaya operasional dengan indikator biaya tenaga kerja.

Unit analisis yang digunakan dalam penelitian ini berupa Group yaitu divisi/bagian manajemen proyek pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur.

Lokasi penelitian ini dilakukan pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur yang berada di Jalan Jembatan Tiga No. 20, Penjaringan, RT.16/RW.8, Penjaringan, Kota Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14440.

### **3.3. Jenis dan Sumber Data Penelitian**

Jenis data yang diteliti adalah jenis data kuantitatif yang merupakan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara. Data yang dikumpulkan berupa:

1. Data internal organisasi yang meliputi visi, misi, dan tujuan organisasi, struktur organisasi, sumber daya manusia secara kualitatif dan kuantitatif juga data penjadwalan proyek pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur.
2. Data eksternal organisasi meliputi keadaan politik, ekonomi, sosial, teknologi-PEST, dan kebijakan pemerintah.

Pengumpulan data sekunder diperoleh melalui studi kepustakaan yang isinya berupa data teori pendukung organisasi. Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan data yang diperoleh dari laporan perusahaan atau literatur yang dimiliki oleh perusahaan baik internal atau eksternal perusahaan.



### 3.4. Operasional Tabel

**Tabel 1**  
**Operasional Tabel**

Variabel	Indikator	Skala	Ukuran
Penjadwalan proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapasitas sarana dan prasarana</li> <li>• Bahan baku &amp; bahan pembantu</li> <li>• Kapasitas sumber daya manusia</li> <li>• Hari kerja</li> <li>• Biaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unit</li> <li>• Rupiah (Rp)</li> <li>• Jam Kerja</li> <li>• Hari/ Minggu/ Bulan</li> <li>• Rupiah (Rp)</li> </ul>	Rasio
Biaya Operasional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya tenaga kerja proyek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupiah (Rp)</li> </ul>	Rasio

### 3.5. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Observasi langsung yaitu dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan dengan tujuan untuk mengetahui secara langsung kegiatan pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur
2. Wawancara yang dilakukan terhadap pihak-pihak yang berwenang atau berkepentingan yaitu dengan mewawancarai salah seorang dari bagian perusahaan PT. Indo Jaya Sukses Makmur
3. Pengumpulan data sekunder yang dilakukan secara manual dengan memfotocopy buku atau literatur atau laporan dari perusahaan dan mengumpulkan data dengan mngunduh (mendownload) media online internet berupa data dari media masa atau website resmi perusahaan atau dari data studi pustaka.

### 3.6. Metode Analisis

1. Metode Analisis Deskriptif  
Analisis deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan keadaan di PT. Indo Jaya Sukses Makmur dan memperoleh gambaran secara mendalam dan objektif.

## 2. Metode PERT/ CPM

Adalah metode yang digunakan untuk melakukan penjadwalan proyek, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada didalam suatu proyek sehingga dapat diketahui batas waktu penyelesaian proyek, adapun langkah dengan menggunakan metode PERT/ CPM tersebut adalah:

1. Menetapkan proyek yaitu pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil dan menyiapkan struktur penguraian kerjanya.
2. Memutuskan aktivitas yang lebih dulu dilakukan dalam pengerjaan proyek pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil
3. Menetapkan perkiraan waktu dan biaya untuk setiap aktivitas dengan rumus :

$$T_e = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6} \qquad E(T) = \sum T_e \quad \text{lintasan kritis}$$

$$\text{Var I} = \left( \frac{T_p - T_o}{6} \right)^2 \qquad \text{Var (T)} = \text{Var i lintasan kritis}$$

s = akar pangkat dua dari Var (T)

$$z = \frac{X - E(T)}{s}$$

dimana:

$T_e$  = waktu harapan

$T_o$  = waktu optimis

$T_p$  = waktu pesimis

Var I = varians untuk tiap kegiatan I pada lintasan kritis

$E(T)$  = harapan penyelesaian total

Var (T) = keragaman penyelesaian total

Z = nilai normal baku.

Untuk varians kegiatan dirumuskan:

$$\sigma^2_{kk} = \left( \frac{t_p - t_o}{6} \right)^2$$

dimana:

$\sigma^2_{kk}$  = Varians kegiatan

$t_p$  = waktu pesimis

$t_o$  = waktu optimis

Untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

dimana;

- Z = angka kemungkinan mencapai target
- X = target jadwal
- $\mu$  = rata-rata waktu penyelesaian pekerjaan
- $\sigma$  = deviasi standar.

Untuk mempersingkat dan menentukan waktu dan biaya digunakan rumus:

$$\text{Biaya crash per periode} = \frac{(cc - cn)}{(Tn - tc)}$$

dimana:

- Cc = biaya crash
- Cn = biaya normal
- Tn = Waktu normal
- Tc = Waktu crash

Dengan menggunakan metode PERT/CPM ini dapat menggambarkan kegiatan-kegiatan dari suatu proyek dalam suatu jaringan kerja. Dari jaringan kerja tersebut dapat dilakukan analisis untuk membantu seorang manajer mengambil keputusan yang berkaitan dengan waktu, biaya operasional dan penggunaan sumber daya sehingga analisis penjadwalan proyek dengan metode PERT/CPM ini diharapkan dapat meminimumkan biaya operasional dari proyek tersebut.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **4.1. Gambaran Umum Perusahaan**

Data yang diperoleh mengenai gambaran umum lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

##### **4.1.1. Sejarah Perusahaan**

PT. Indo Jaya Sukses Makmur berdiri pada bulan Maret tahun 1994. Sejak dari awal berdiri Perusahaan ini bergerak dibidang kontruksi khususnya sebagai perusahaan penyedia tenaga kerja kontruksi yang berlokasi di Jalan Jembatan Tiga No. 20, Penjaringan, RT.16/RW.8, Penjaringan, Kota Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14440.

Sejalan dengan keberhasilan pembangunan Nasional dan bidang teknologi yang mengalami perkembangan yang pesat, PT. Indo Jaya Sukses Makmur berupaya serta menyiapkan diri untuk berpartisipasi dibidang kontruksi untuk memenuhi kebutuhan baik pemerintahan maupun swasta guna meningkatkan perkembangan pembangunan Nasional.

Dalam mewujudkan peranan dalam bidang jasa kontruksi, PT. Indo Jaya Sukses Makmur menghimpun tenaga kerja ahli yang berpengalaman dalam bidangnya masing- masing dengan tekad memberikan pelayanan yang terbaik di dalam tugas atau pekerjaan yang dipercayakan.

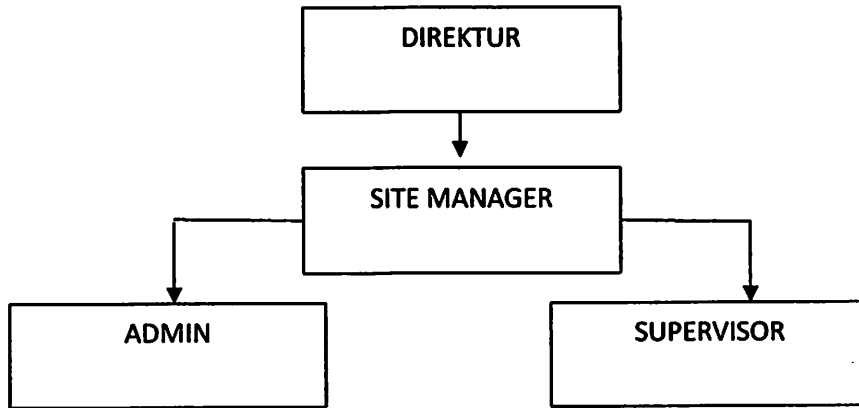
##### **4.1.2. Kegiatan Perusahaan**

Kegiatan usaha pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa kontruksi khususnya penyedia tenaga kerja proyek dan pelaksana pembangunan proyek. Pada jasa kontruksi dalam melaksanakan kegiatan usaha perusahaan berusaha memberikan pelayanan terbaik dan tenaga ahli terbaik agar tujuan dari suatu proyek tercapai, beberapa contoh pelayanan yang diberikan seperti mengatur penjadwalan proyek yang baik, dan tenaga kerja ahli yang terbaik serta berpengalaman dalam bidangnya.

##### **4.1.3. Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan suatu hubungan dan susunan antara tiap bagian serta posisi yang ada pada suatu organisasi dalam menjalankan kegiatan operasional untuk mencapai tujuan tertentu. Struktur organisasi menggambarkan dengan jelas pemisahan kegiatan dan tugas antara satu dengan yang lainnya dan bagaimana hubungan aktivitas dan fungsi yang dibatasi. Semua perusahaan memiliki struktur organisasi yang jelas mengenai pembagian tugas dan tanggung jawab dalam menjalankan kegiatan perusahaan. Berikut gambaran struktur organisasi pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur.

**STRUKTUR ORGANISASI  
PT. INDO JAYA SUKSES MAKMUR**



Gambar 3.

Struktur Organisasi

Sumber : PT. Indo Jaya Sukses Makmur

PT. Indo Jaya Sukses Makmur memiliki pimpinan tertinggi yang dijabat oleh seorang Direktur, Direktur dalam menjalankan perannya dibantu oleh site manager dengan membawahi Admin dan Supervisor, berikut merupakan rincian tugas dari masing masing pimpinan di PT. Indo Jaya Sukses Makmur:

1. Direktur, bertugas menjalankan dan mengkoordinasikan kegiatan-kegiatan teknis, serta mengembangkan sumber-sumber pendapatan dan mengambil keputusan pada situasi tertentu.
2. Site Manager, bagian dari perusahaan yang bertugas memonitor dan mengawasi keseluruhan jalannya kegiatan proyek dan melakukan pengawasan terhadap proyek yang sedang berjalan.
3. Admin, bagian dari perusahaan yang bertugas mengatur keuangan/ biaya operasional yang telah dianggarkan oleh perusahaan untuk suatu proyek, mencatat absensi tenaga kerja serta pemberian gaji kepada tenaga kerja.
4. Supervisor, bagian dari perusahaan yang bertugas memonitor dan mengawasi kegiatan proyek dengan terjun langsung ke lapangan tempat kegiatan proyek berjalan.

#### **4.2. Realisasi Penjadwalan Proyek Pembuatan Gedung PT. Suzuki Indo Mobil**

Dari hasil pengumpulan data pada proyek pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil, realisasi penjadwalan proyek selesai selama 275 hari, sedangkan perencanaan awal penjadwalan proyek dapat diselesaikan selama 255 hari . Hal ini menyebabkan keterlambatan pengerjaan pada rangkaian kegiatan pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil dan menyebabkan biaya operasional tenaga kerja meningkat. Dengan menggunakan metode PERT/CPM

penjadwalan proyek dan penetapan waktu pengerjaan dapat dipercepat, hal ini akan penulis bahas pada poin selanjutnya.

### **4.3. Pembahasan**

#### **4.3.1. Penerapan Penjadwalan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil**

Penjadwalan proyek merupakan langkah awal guna menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan dilaksanakan pada pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil. Proses penjadwalan ini sangat diperlukan untuk menentukan estimasi waktu dan biaya pengerjaan serta berguna agar setiap pekerjaan dapat berjalan teratur sesuai rencana yang ditetapkan. Penjadwalan proyek sendiri meliputi pengurutan dan pembagian waktu kegiatan untuk seluruh pengerjaan proyek. Dengan demikian penjadwalan proyek ini membantu dalam menunjukkan hubungan dari setiap kegiatan/ aktivitas satu dengan yang lainnya serta mengidentifikasi aktivitas mana yang harus didahulukan, pada kegiatan proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil perusahaan masih menggunakan perkiraan waktu berdasarkan pengalaman padahal dalam kenyataannya banyak metode yang dapat digunakan perusahaan sebagai pilihan untuk menyelesaikan proyek.

Berikut merupakan tahap kegiatan atau pekerjaan proyek pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil:

**Tabel 2**  
**Kegiatan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil**

Urutan Pekerjaan	Kode Kegiatan	Urutan Kerja Sebelumnya	Waktu Perencanaan (Hari)	Waktu Realisasi (Hari)
<b>Pembongkaran</b>				
1. Penggambaran Proyek	A <sub>1</sub>		7	10
2. Pembongkaran	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	13	19
<b>Cleaning</b>				
3. Pembersihan	B	A <sub>2</sub>	14	18
<b>Pengukuran</b>				
4. Pengukuran	C	B	15	16
<b>Pabrikasi</b>				
5. Pabrikasi Pipa Air Bersih	D <sub>1</sub>	C	10	17
6. Pabrikasi Plumbing dan Pipa Air Kotor	D <sub>2</sub>	C	14	16
7. Pabrikasi Pipa Hydrant	D <sub>3</sub>	C	16	21
<b>Instalasi</b>				
8. Instalasi Pipa Air Bersih	E <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	25	30
9. Instalasi Plumbing dan Pipa Air Kotor	E <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> , E <sub>1</sub>	49	58
10. Instalasi Pipa Hydrant	E <sub>3</sub>	D <sub>3</sub> , E <sub>2</sub>	66	68
<b>Painting</b>				
11. Pengecatan	F	E <sub>3</sub>	14	16
<b>Finishing</b>				
12. Proses Penyelesaian Akhir	G	F	7	15
<b>Testing</b>				
13. Percobaan Gedung Baru	H	G	5	8

Untuk menghitung waktu yang ditetapkan dalam berjalannya suatu proyek PT. Indo Jaya Sukses Makmur menggunakan penjadwalan waktu proyek agar mempermudah dalam mengalokasikan waktu untuk menyelesaikan masing-masing pekerjaan proyek pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil.

#### 4.3.2. Alokasi Biaya Kegiatan Proyek Gedung Suzuki Indo Mobil

Pada kegiatan proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil, setiap kegiatan mempunyai alokasi biaya yang berbeda, adapun alokasi biaya tenaga kerja yang dikeluarkan PT. Indo Jaya Sukses Makmur adalah sebagai berikut:

**Tabel 3**  
**Data Alokasi Biaya Gedung PT. Suzuki Indo Mobil**

No	Kegiatan	Alokasi Biaya
<b>Biaya Langsung Untuk Setiap Pekerjaan</b>		
1.	Pekerjaan Penggambaran Proyek	Rp.2.550.000,00
2.	Pekerjaan Pembongkaran Gedung	Rp.7.100.000,00
3.	Pekerjaan Pembersihan	Rp.3.750.000,00
4.	Pekerjaan Pengukuran Gedung	Rp.3.110.000,00
5.	Pekerjaan Pabrikasi Pipa Air Bersih	Rp.120.000.000,00
6.	Pekerjaan Pabrikasi Pipa Air Kotor	Rp.235.500.000,00
7.	Pekerjaan Pabrikasi Pipa Hydrant	Rp.285.000.000,00
8.	Pekerjaan Instalasi Pipa Air Bersih	Rp.55.000.000,00
9.	Pekerjaan Instalasi Pipa Air Kotor	Rp.77.000.000,00
10.	Pekerjaan Instalasi Pipa Hydrant	Rp.85.000.000,00
11.	Pekerjaan Pengecatan	Rp.20.000.000,00
12.	Finishing	Rp.8.500.000,00
13.	Testing	Rp.3.750.000
<b>Jumlah</b>		<b>Rp.903.650.000,00</b>
<b>Biaya Tidak Langsung</b>		<b>Rp.212.616.930,00</b>
<b>Total</b>		<b>Rp.1.116.266.930,00</b>

Dari data tabel 3 dapat dilihat bahwa biaya operasional pada proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil sebesar Rp. 1.116.266.930,00. Realisasi proyek selesai selama 275 hari. Artinya pada tabel tersebut dapat dikatakan belum adanya penetapan penjadwalan yang tepat dan metode yang tepat untuk digunakan dalam proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil agar biaya operasional proyek bisa lebih minimum dikeluarkan oleh perusahaan. Sehingga penulis melakukan penelitian untuk menentukan penetapan waktu penyelesaian dan biaya dengan metode PERT/CPM.

#### **4.3.3. Penjadwalan Proyek Pembuatan Gedung PT. Suzuki Indo Mobil Dengan Menggunakan Metode PERT/CPM**

Setelah mengetahui tiga taksiran waktu yaitu *Optimistic, Realistic & Pesimistic* dilakukan perhitungan distribusi peluang beta atau waktu aktivitas yang diharapkan, untuk menghitungnya, dilakukan dengan rumus sebagai berikut:



$$T_e = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6}$$

Dimana  $T_e$  adalah waktu aktivitas yang diharapkan, untuk menghitung varian dari waktu penyelesaian aktivitas digunakan rumus:

$$\text{Var I} = \left( \frac{T_p - T_o}{6} \right)^2$$

Tabel 4

Taksiran Waktu Proyek Gedung Suzuki Indo Mobil

Urutan Pekerjaan	Kode Kegiatan	Urutan Kerja Sebelumnya	Waktu Perencanaan (Hari)	Waktu Realisasi (Hari)	Waktu Pesimistic (Hari)
<b>Pembongkaran</b>					
1. Penggambaran Proyek	A <sub>1</sub>		7	10	10
2. Pembongkaran	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	13	19	20
<b>Cleaning</b>					
3. Pembersihan	B	A <sub>2</sub>	14	18	18
<b>Pengukuran</b>					
4. Pengukuran	C	B	15	16	17
<b>Pabrikasi</b>					
5. Pabrikasi Pipa Air Bersih	D <sub>1</sub>	C	10	17	17
6. Pabrikasi Plumbing dan Pipa Air Kotor	D <sub>2</sub>	C	14	16	16
7. Pabrikasi Pipa Hydrant	D <sub>3</sub>	C	16	21	21
<b>Instalasi</b>					
8. Instalasi Pipa Air Bersih	E <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	25	30	30
9. Instalasi Plumbing dan Pipa Air Kotor	E <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> , E <sub>1</sub>	49	58	60
10. Instalasi Pipa Hydrant	E <sub>3</sub>	D <sub>3</sub> , E <sub>2</sub>	66	68	68
<b>Painting</b>					
11. Pengecatan	F	E <sub>3</sub>	14	16	16
<b>Finishing</b>					
12. Penyelesaian Akhir	G	F	7	15	15
<b>Testing</b>					
13. Percobaan Gedung Baru	H	G	5	8	8

**Penyelesaian:**A<sub>1</sub> Penggambaran proyek

$$Te = \frac{(7+4(10)+10)}{6} = 10$$

A<sub>2</sub> Pembongkaran

$$Te = \frac{(13+4(19)+20)}{6} = 18$$

B Cleaning

$$Te = \frac{(14+4(15)+18)}{6} = 15$$

C Pengukuran

$$Te = \frac{(15+4(16)+17)}{6} = 16$$

D<sub>1</sub> Pabrikasi

$$Te = \frac{(10+4(17)+17)}{6} = 16$$

D<sub>2</sub> Pabrikasi

$$Te = \frac{(14+4(16)+16)}{6} = 16$$

D<sub>3</sub> Pabrikasi

$$Te = \frac{(16+4(19)+21)}{6} = 19$$

E<sub>1</sub> Instalasi

$$Te = \frac{(25+4(30)+30)}{6} = 29$$

E<sub>2</sub> Instalasi

$$Te = \frac{(49+4(58)+60)}{6} = 57$$

E<sub>3</sub> Instalasi

$$Te = \frac{(66+4(68)+68)}{6} = 68$$

F. Painting

$$Te = \frac{(14+4(16)+16)}{6} = 16$$

G. Finishing

$$Te = \frac{(7+4(15)+15)}{6} = 14$$

H. Testing

$$Te = \frac{(5+4(8)+8)}{6} = 7$$

**Penyelesaian :**A<sub>1</sub> Penggambaran proyek

$$\text{Varians} = \left[ \frac{10-7}{6} \right]^2 = 0,25$$

A<sub>2</sub> Pembongkaran

$$\text{Varians} = \left[ \frac{20-13}{6} \right]^2 = 1,36$$

B Cleaning

$$\text{Varians} = \left[ \frac{18-14}{6} \right]^2 = 0,4$$

C Pengukuran

$$\text{Varians} = \left[ \frac{17-15}{6} \right]^2 = 0,11$$

D<sub>1</sub> Pabrikasi Pipa Air Bersih

$$\text{Varians} = \left[ \frac{17-10}{6} \right]^2 = 1,36$$

D<sub>2</sub> Pabrikasi Plumbing dan Pipa Air Kotor

$$\text{Varians} = \left[ \frac{16-14}{6} \right]^2 = 0,11$$

D<sub>3</sub> Pabrikasi Pipa Hydrant

$$\text{Varians} = \left[ \frac{21-16}{6} \right]^2 = 0,69$$

E<sub>1</sub> Instalasi Pipa Air Bersih

$$\text{Varians} = \left[ \frac{30-25}{6} \right]^2 = 0,69$$

E<sub>2</sub> Instalasi Plumbing dan Pipa Air Kotor

$$\text{Varians} = \left[ \frac{60-49}{6} \right]^2 = 3,36$$

E<sub>3</sub> Instalasi Pipa Hydrant

$$\text{Varians} = \left[ \frac{68-66}{6} \right]^2 = 0,11$$

F Painting

$$\text{Varians} = \left[ \frac{16-14}{6} \right]^2 = 0,11$$

G Finishing

$$\text{Varians} = \left[ \frac{15-7}{6} \right]^2 = 1,7$$

H Testing

$$\text{Varians} = \left[ \frac{8-5}{6} \right]^2 = 0,25$$

**Tabel 5**  
**Taksiran Waktu Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil**

Urutan Pekerjaan	Kode Kegiatan	Urutan Kerja Sebelumnya	To (Hari)	Tm (Hari)	Tp (Hari)	Te	Varian
<b>Pembongkaran</b>							
1. Penggambaran Proyek	A <sub>1</sub>		7	10	10	10	0,25
2. Pembongkaran	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	13	19	20	18	1,36
Cleaning	B	A <sub>2</sub>	14	18	18	15	0,4
3. Pembersihan	B	A <sub>2</sub>	14	18	18	15	0,4
Pengukuran	C	B	15	16	17	16	0,11
4. Pengukuran	C	B	15	16	17	16	0,11
<b>Pabrikasi</b>							
5. Pabrikasi Pipa Air Bersih	D <sub>1</sub>	C	10	17	17	16	1,36
6. Pabrikasi Plumbing dan Pipa Air Kotor	D <sub>2</sub>	C	14	16	16	16	0,11
7. Pabrikasi Pipa Hydrant	D <sub>3</sub>	C	16	21	21	19	0,69
<b>Instalasi</b>							
8. Instalasi Pipa Air Bersih	E <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	25	30	30	29	0,69
9. Instalasi Pipa Hydrant	E <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> , E <sub>1</sub>	49	58	60	57	3,36
10. Instalasi Pipa Hydrant	E <sub>3</sub>	D <sub>3</sub> , E <sub>2</sub>	66	68	68	68	0,11
Painting	F	E <sub>3</sub>	14	16	16	16	0,11
11. Pengecatan	F	E <sub>3</sub>	14	16	16	16	0,11
Finishing	G	F	7	15	15	14	1,7
12. Penyelesaian Akhir	G	F	7	15	15	14	1,7
Testing	H	G	5	8	8	7	0,25
13. Percobaan Gedung Baru	H	G	5	8	8	7	0,25

### 1. Penentuan Jalur Kritis

Penentuan jalur kritis berguna untuk mengetahui pada aktivitas mana kegiatan proyek dapat dipercepat, sebelum jalur kritis ditemukan maka harus ditentukan dahulu slack dari masing-masing kegiatan, dengan rumus:

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} \text{ atau } \text{LF} - \text{EF}$$

**Tabel 6**  
**Jalur Kritis Pada Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil**

Urutan Pekerjaan	Kode Kegiatan	ES (Hari)	EF (Hari)	LS (Hari)	LF (Hari)	Slack	Jalur Kritis
<b>Pembongkaran</b>							
1. Penggambaran Proyek	A <sub>1</sub>	0	10	0	8	10	Ya
2. Pembongkaran	A <sub>2</sub>	10	28	10	28	0	Ya
3. Cleaning Pembersihan	B	28	43	28	43	0	Ya
4. Pengukuran	C	43	59	43	59	0	Ya
<b>Pabrikasi</b>							
5. Pabrikasi Pipa Air Bersih	D <sub>1</sub>	59	75	59	75	0	Ya
6. Pabrikasi Plumbing dan Pipa Air Kotor	D <sub>2</sub>	59	75	88	104	29	Tidak
7. Pabrikasi Pipa Hydrant	D <sub>3</sub>	59	78	142	161	83	Tidak
<b>Instalasi</b>							
8. Instalasi Pipa Air Bersih	E <sub>1</sub>	75	104	75	104	0	Ya
9. Instalasi Plumbing dan Pipa Air Kotor	E <sub>2</sub>	104	161	104	161	0	Ya
10. Instalasi Pipa Hydrant	E <sub>3</sub>	161	229	161	229	0	Ya
11. Painting Pengecatan	F	229	245	229	245	0	Ya
12. Finishing Penyelesaian Akhir	G	245	259	245	259	0	Ya
13. Testing Percobaan Gedung Baru	H	259	266	259	266	0	Ya

Interpretasi :

**A<sub>1</sub> Penggambaran Proyek**

Pada aktivitas A<sub>1</sub> memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas A<sub>1</sub> merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**A<sub>2</sub> Pembongkaran**

Pada aktivitas A<sub>2</sub> memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas A<sub>2</sub> merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**B Cleaning**

Pada aktivitas B memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas B merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**C Pengukuran**

Pada aktivitas C memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas C merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**D<sub>1</sub> Pabrikasi Pipa Air Bersih**

Pada aktivitas D<sub>1</sub> memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas D<sub>1</sub> merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**D<sub>2</sub> Pabrikasi Plumbing dan Pipa Air Kotor**

Pada aktivitas D<sub>2</sub> memiliki nilai slack 29, artinya aktivitas D<sub>2</sub> bukan merupakan aktivitas kritis dan tidak berada pada jalur kritis.

**D<sub>3</sub> Pabrikasi Pipa Hydrant**

Pada aktivitas D<sub>3</sub> memiliki nilai slack 83, artinya aktivitas D<sub>3</sub> bukan merupakan aktivitas kritis dan tidak berada pada jalur kritis.

**E<sub>1</sub> Instalasi Pipa Air Bersih**

Pada aktivitas E<sub>1</sub> memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas E<sub>1</sub> merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**E<sub>2</sub> Instalasi Pipa Air Kotor**

Pada aktivitas E<sub>2</sub> memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas E<sub>2</sub> merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**E<sub>3</sub> Instalasi Pipa Hydrant**

Pada aktivitas E<sub>3</sub> memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas E<sub>3</sub> merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**F Painting**

Pada aktivitas F memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas F merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

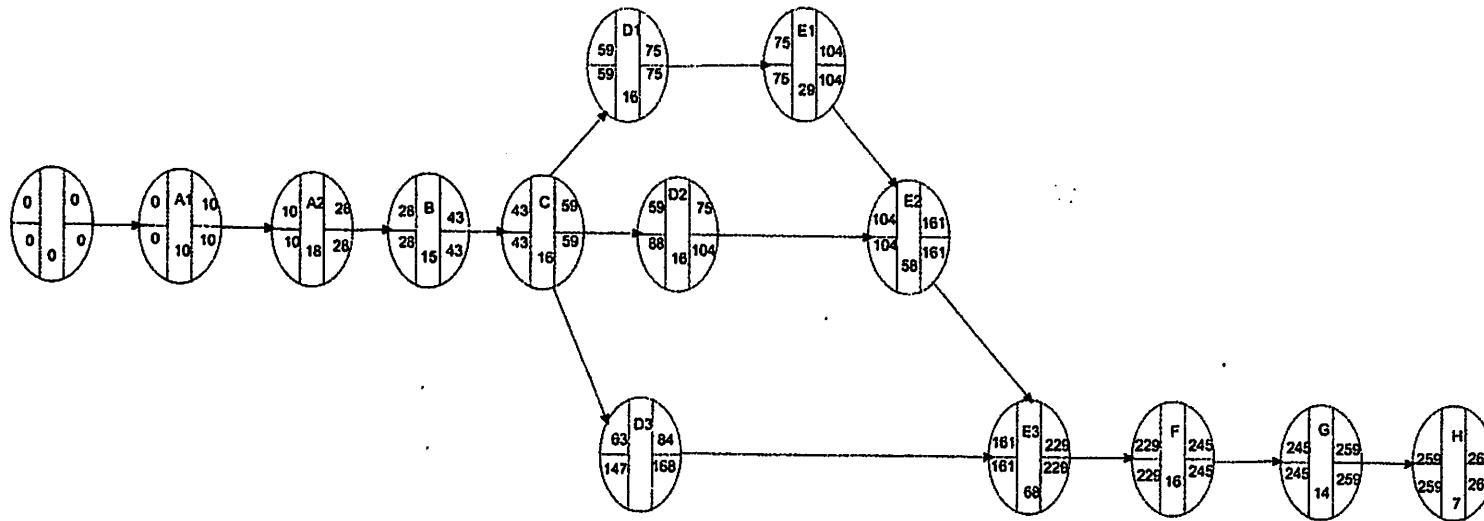
**G Finishing**

Pada aktivitas G memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas G merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

**H Testing**

Pada aktivitas H memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas H merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar dapat dilihat bahwa aktivitas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B, C, D<sub>1</sub>, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, F, G dan H berada pada jalur kritis yang berarti aktivitas-aktivitas tersebut dapat dipercepat.



Gambar 4.  
Jalur Kritis

## 2. Probabilitas Penyelesaian Proyek

Jalur kritis berguna untuk menjelaskan apakah suatu proyek akan dipercepat atau tidak, variasi pada setiap kegiatan proyek berbeda dan dapat mempengaruhi waktu penyelesaian proyek, untuk mengetahui jumlah varian dan standar deviasi maka dapat dilakukan dengan rumus

Varian proyek ( $\sigma^2$ ) merupakan jumlah varian kegiatan kritis:

$$\sigma^2 = \sum \sigma_{kk}^2$$

dan untuk mencari standar deviasi:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Untuk mencari Z:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Tabel 7

Varian dan Standar Deviasi Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil

Urutan Pekerjaan	Kode Kegiatan	Varians
Pembongkaran		
1. Penggambaran Proyek	A <sub>1</sub>	0,25
2. Pembongkaran	A <sub>2</sub>	1,36
Cleaning		
3. Pembersihan	B	0,4
Pengukuran		
4. Pengukuran	C	0,11
Pabrikasi		
5. Pabrikasi Pipa Air Bersih	D <sub>1</sub>	1,36
6. Pabrikasi Pipa Air Kotor	D <sub>2</sub>	0,11
7. Pabrikasi Pipa Hydrant	D <sub>3</sub>	0,69
Instalasi		
8. Instalasi Pipa Air Bersih	E <sub>1</sub>	0,69
9. Instalasi Pipa Air Kotor	E <sub>2</sub>	3,36
10. Instalasi Pipa Hydrant	E <sub>3</sub>	0,11
Painting		
11. Pengecatan	F	0,11
Finishing		
12. Penyelesaian Akhir	G	1,7
Testing		
13. Percobaan Gedung Baru	H	0,25
Jumlah		10,5
Standar Deviasi		3,2542



Penyelesaian :

$$Z = (275 - 266) / 3,2542$$

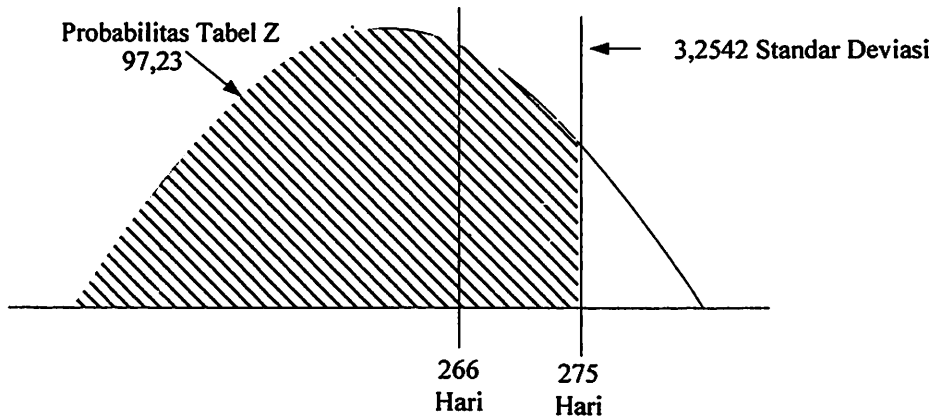
$$= 2,765$$

Pada Tabel Z 2,765 = 0,4971

Tabel 8

Probabilitas Keberhasilan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Realisasi Waktu Penyelesaian	275	Hari
2	Batas Waktu Penyelesaian	266	Hari
3	Standar Deviasi	3,2542	
4	Standar Deviasi Batas Waktu ( Z )	2,765	
5	Probabilitas Tabel Z	0,97235	97,23%



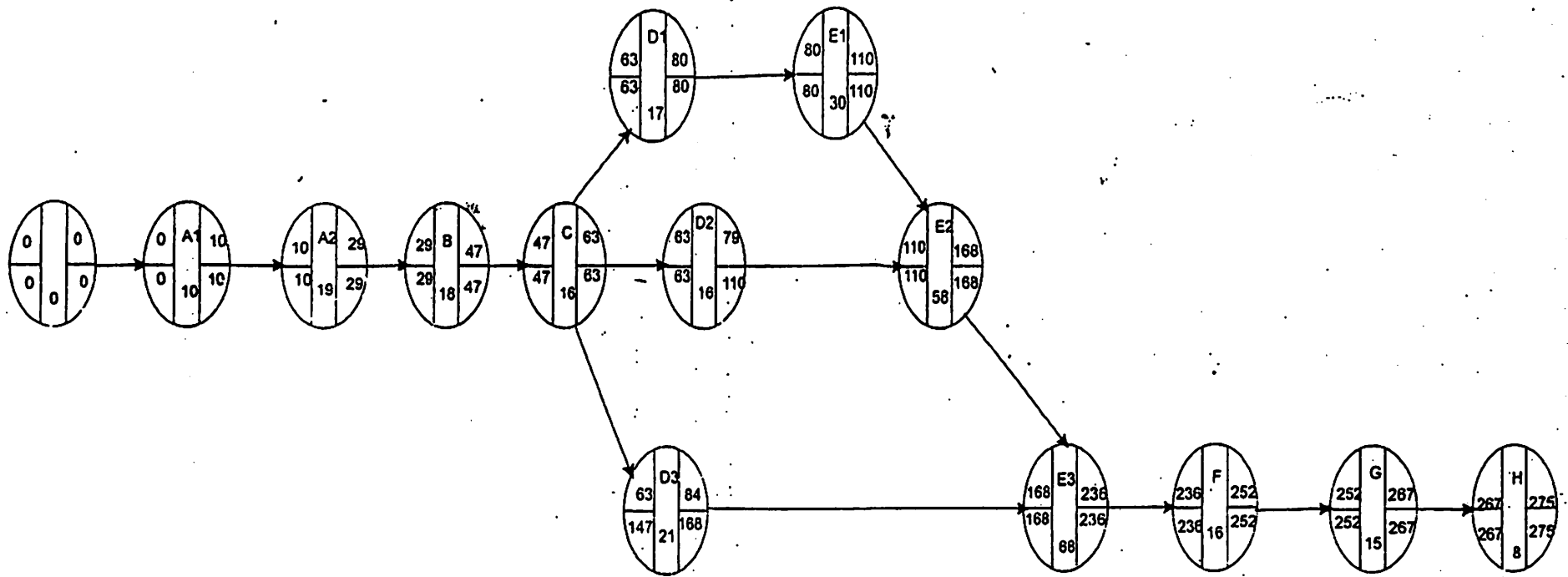
Gambar 5

Kurva Distribusi Normal

Pada kurva distribusi normal dapat diartikan bahwa nilai distribusi peluang atau nilai Z pada penyelesaian proyek pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil ingin dipercepat menjadi 266 hari dengan peluang sebesar 96, 92%.

### 3. Waktu Percepatan Proyek dengan PERT & CPM

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam kegiatan proyek yang sedang berjalan, bila lintasan kritis terlambat maka mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Berikut adalah lintasan kritis dari realisasi proyek yang berjalan :



Gambar 6.  
Jalur Kritis Waktu Normal 275 Hari

**Tabel 9**  
**Total float waktu normal proyek**

No	Kode Kegiatan	ES (Hari)	EF (Hari)	LS (Hari)	LF (Hari)	Slack	Jalur Kritis
1.	A1	0	10	0	10	0	Ya
2.	A2	10	29	10	29	0	Ya
3.	B	29	47	29	47	0	Ya
4.	C	47	63	47	63	0	Ya
5.	D1	63	80	63	80	0	Ya
6.	D2	63	94	79	110	16	Tidak
7.	D3	63	84	147	168	21	Tidak
8.	E1	80	110	80	110	0	Ya
9.	E2	110	168	110	168	0	Ya
10.	E3	168	236	168	236	0	Ya
11.	F	236	252	236	252	0	Ya
12.	G	252	267	252	267	0	Ya
13.	H	267	275	267	275	0	Ya

Dari hasil perhitungan total float diatas, maka dapat ditentukan lintasan kritis memiliki total float = 0, sehingga dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Lintasan kritis pada waktu realisasi adalah kegiatan A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B, C, D<sub>1</sub>, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, F, G dan H, maka jalur kritis tersebut dapat dipercepat.
2. Realisasi penyelesaian proyek adalah 275 hari.

#### 4.4.4. Rekomendasi Kepada Perusahaan Untuk Meminimumkan Biaya Operasional Proyek

##### 1. Mempercepat Waktu Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil

Mempercepat proyek dilakukan jika kegiatan terdapat pada jalur kritis. Untuk mempersingkat waktu penyelesaian kegiatan dan mendapatkan jadwal yang ekonomis didasarkan pada biaya langsung. Dengan mempersingkat waktu ini terlihat adanya kenaikan tariff tenaga kerja langsung akibat bertambahnya waktu kerja yang berupa lembur.

Pada proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil waktu kerja normal yaitu 8 jam dan standar tarif lembur telah ditetapkan sebagai berikut

**Tabel 10**  
**Biaya lembur tenaga kerja**

No	Jabatan	Tarif Lembur/jam
1.	Helper	Rp.6.000,00
2.	Semi skill	Rp.8.000,00
3.	Skill	Rp.10.000,00
4.	Foreman	Rp.11.000,00
5.	Supervisor	Rp.12.000,00

Jenis kegiatan yang dipercepat dalam proyek penambahan ruang kelas ini adalah kegiatan yang berada pada jalur kritis. Pekerjaan-pekerjaan yang dimaksud adalah :

**A. Kegiatan Instalasi Pipa Air Bersih (E1)**

$$\text{Bobot kerja} = \frac{55.000.000}{903.650.000} = 0,0608$$

Waktu Normal = 30 Hari

Waktu Dipercepat = 3 Hari

Waktu setelah dipercepat = 27 Hari

$$\text{Volume pekerjaan normal/ hari} = \frac{0,0608}{30} = 0,002026$$

$$\text{Volume pekerjaan dipercepat/ hari} = \frac{0,0608}{27} = 0,002251$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,002251 - 0,002026}{0,002026} \times 8 = 0,96 \text{ jam dibulatkan 1 jam}$$

Tenaga kerja yang dibutuhkan : 13 orang

Upah lembur kegiatan instalasi pipa air bersih :

• 1 foreman x 1jam x 11.000	=	Rp.11.000,00
• 3 Helper x 1jam x 6000	=	Rp. 18.000,00
• 5 skill x 1jam x 10.000	=	Rp.50.000,00
• 4 Semi skill x 1jam x 8000	=	<u>Rp.32.000,00</u> +
Total Biaya Lembur Per Hari		Rp.111.000,00

**B. Kegiatan Pabrikasi Pipa Air Bersih (D1)**

$$\text{Bobot kerja} = \frac{120.000.000}{903.650.000} = 0,132$$

Waktu normal = 17 Hari

Waktu dipercepat = 2 Hari

Waktu setelah dipercepat = 15 Hari

$$\text{Volume Pekerjaan normal} = \frac{0,132}{17} = 0,007764$$

$$\text{Volume pekerjaan dipercepat} = \frac{0,132}{15} = 0,0088$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,0088 - 0,0077}{0,0077} \times 8 \text{ jam} = 1,2 \text{ jam}$$

Tenaga kerja yang dibutuhkan : 16 orang

Upah lembur kegiatan pabrikasi pipa air bersih :

• 2 Foreman x 1,2 jam x 11.000	=	Rp.26.400,00
• 5 Helper x 1,2 jam x 6000	=	Rp.36.000,00
• 7 Skill x 1,2 jam x 10.000	=	Rp.84.000,00
• 2 Semi Skill x 1,2 jam x 8000	=	<u>Rp.19.200,00</u> +
Total Biaya Lembur Per Hari	=	Rp.165.000,00

**C. Kegiatan Pengukuran Proyek (C)**

$$\text{Bobot kerja} = \frac{3.110.000}{903.650.000} = 0,003441$$

Waktu normal = 16 Hari

Waktu dipercepat = 2 Hari

Waktu setelah dipercepat = 14 Hari

$$\text{Volume pekerjaan normal} = \frac{0,003441}{16} = 0,0002150$$

$$\text{Volume pekerjaan dipercepat} = \frac{0,003441}{14} = 0,0002457$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,0002457 - 0,0002150}{0,0002150} \times 8 \text{ jam} = 1,14.$$

Tenaga kerja yang dibutuhkan : 7 orang

Upah lembur kegiatan pengukuran proyek :

- 1 Supervisor x 1,14 x 12.000 = Rp.13.680,00
- 1 Foreman x 1,14 x 11.000 = Rp.12.540,00
- 3 Skill x 1,14 x 10.000 = Rp.34.200,00
- 2 Semi Skill x 1,14 x 8000 = Rp.18.240,00 +
- Total Biaya Lembur Per Hari = Rp.78.660,00

**D. Kegiatan Pembongkaran Gedung (B)**

$$\text{Bobot kerja} = \frac{3.750.000}{903.650.000} = 0,004149$$

Waktu normal = 18 Hari

Waktu dipercepat = 2 Hari

Waktu setelah dipercepat = 16 Hari

$$\text{Volume pekerjaan normal} = \frac{0,004149}{18} = 0,0002305$$

$$\text{Volume pekerjaan dipercepat} = \frac{0,004149}{16} = 0,0002593$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,0002593 - 0,0002305}{0,0002305} \times 8 \text{ jam} = 1 \text{ jam}$$

Tenaga kerja yang dibutuhkan = 11 orang

Upah lembur kegiatan Pembongkaran proyek :

- 1 Foreman x 1jam x 11.000 = Rp.11.000,00
- 5 Skill x 1jam x 10.000 = Rp.10.000,00
- 3 Semi Skill x 1jam x 8000 = Rp.24.000,00
- 2 Helper x 1jam x 6000 = Rp.12.000,00 +
- Total Biaya Lembur Per Hari = Rp.97.000,00

Dari perhitungan percepatan tersebut maka diperoleh slope biaya langsung untuk masing2 kegiatan yang dipercepat sebagai berikut :

Tabel 11  
Daftar Slope Biaya Masing-masing Kegiatan

Kegiatan	Normal		Dipercepat		Slope Biaya/ Hari
	Waktu (Hari)	Biaya (Rp)	Waktu (hari)	Biaya (Rp)	
A1	10	2.550.000,00	10	2.550.000,00	-
A2	19	7.100.000,00	19	7.100.000,00	
B	18	3.750.000,00	16	3.944.000	97.000,00
C	16	3.110.000,00	14	3.267.320	78.660,00
D1	17	120.000.000,00	15	120.330.000	165.000,00
D2	16	235.000.000,00	16	235.000.000	-
D3	21	285.000.000,00	21	285.000.000	-
E1	30	55.000.000,00	27	55.330.000	111.000,00
E2	58	77.000.000,00	58	77.000.000	-
E3	68	85.000.000,00	68	85.000.000	-
F	16	20.000.000,00	16	20.000.000	-
G	15	8.500.000,00	15	8.500.000	-
H	8	3.750.000,00	8	3.750.000	-

Tahap selanjutnya dalam mempersingkat kurun waktu proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobildilihat dari slope biaya terkecil yang berada pada jalur kritis :

**A. Kegiatan Instalasi pipa Air Bersih (E1) dipercepat 3 Hari**

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung dan total biaya :

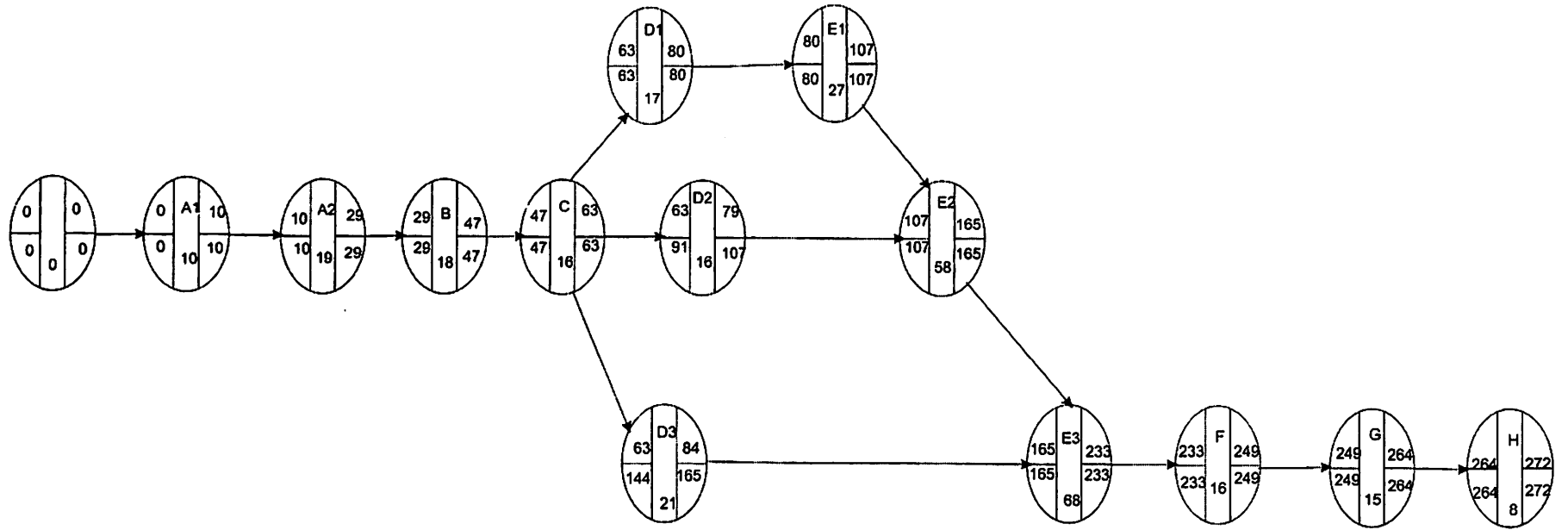
- Biaya langsung :

$$\text{Rp.903.650.000} + (3 \times 110.000) = \text{Rp.903.980.000,00}$$

- Biaya tidak langsung :

$$(212.616.930,00 : 275) \times 272 = \underline{\text{Rp.210.297.472,00} +}$$

$$\text{TOTAL BIAYA} = \text{Rp.1.114.277.472,00}$$



Gambar 7.  
Jalur Kritis Percepatan Kegiatan E1

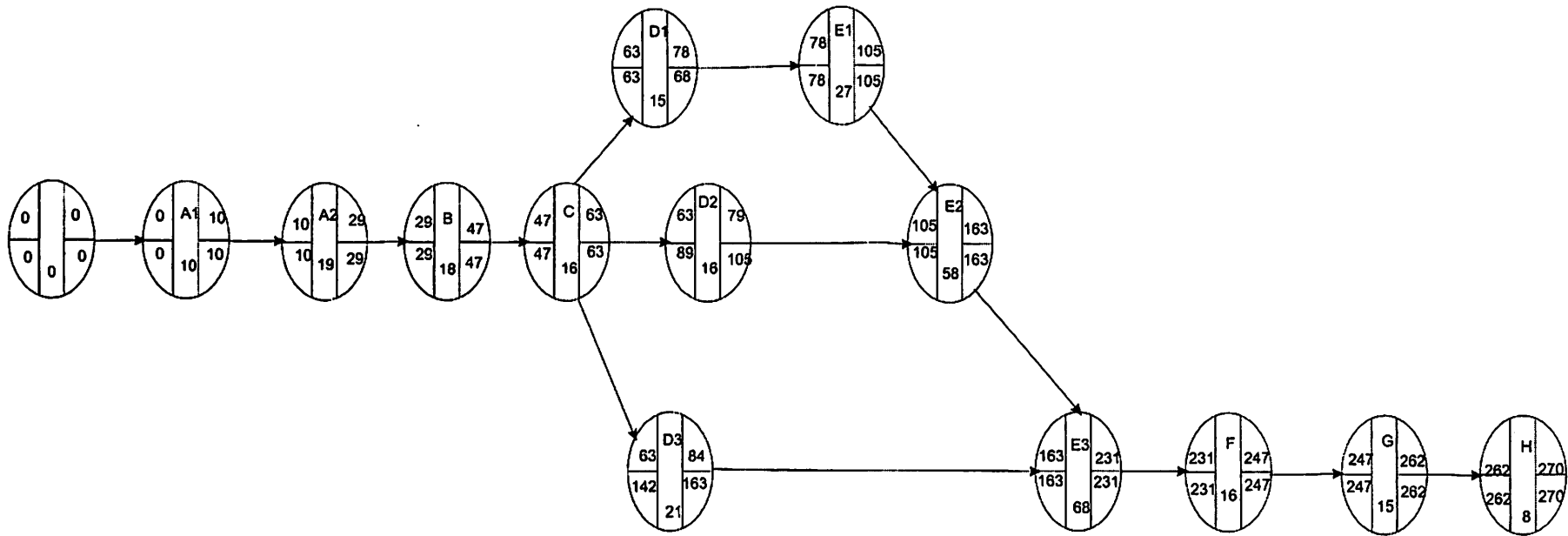
No	Kegiatan	ES	EF	LF	LS	SLACK	Jalur Kritis
1	A1	0	10	0	10	0	Ya
2	A2	10	29	10	29	0	Ya
3	B	29	47	29	47	0	Ya
4	C	47	63	47	63	0	Ya
5	D1	63	80	63	80	0	Ya
6	D2	63	79	91	107	28	Tidak
7	D3	63	84	144	165	81	Tidak
8	E1	80	107	80	107	0	Ya
9	E2	107	165	107	165	0	Ya
10	E3	165	233	165	233	0	Ya
11	F	233	249	233	249	0	Ya
12	G	249	264	249	264	0	Ya
13	H	264	272	264	272	0	Ya

Total Float Setelah Kegiatan E1 Dipercepat 3 Hari

Tabel 12.

**B. Kegiatan Fabrikasi Pipa Air Bersih (D1) dipercepat 2 hari**  
 Perhitungan biaya langsung, tidak langsung dan total biaya :  
 - Biaya langsung = Rp.903.650.000 + (2 x 165.600)  
 = Rp.903.981.200,00  
 - Biaya tidak langsung  
 = Rp.208.751.167,00 +  
 (Rp.212.616.930 : 275 ) x 270  
 = Rp.1.112.732.367  
**TOTAL BIAYA**





Gambar 8.  
Jalur Kritis Percepatan Kegiatan D1

**Tabel 13**  
**Total Float setelah kegiatan D1 dipercepat**

No	Kegiatan	ES (Hari)	EF (Hari)	LS (Hari)	LF (Hari)	SLACK	Jalur Kritis
1	A1	0	10	0	10	0	Ya
2	A2	10	29	10	29	0	Ya
3	B	29	47	29	47	0	Ya
4	C	47	63	47	63	0	Ya
5	D1	63	78	63	78	0	Ya
6	D2	63	79	89	105	16	Tidak
7	D3	63	84	142	163	79	Tidak
8	E1	78	105	78	105	0	Ya
9	E2	105	163	105	163	0	Ya
10	E3	163	231	163	231	0	Ya
11	F	231	247	231	247	0	Ya
12	G	247	262	247	262	0	Ya
13	H	262	270	262	270	0	Ya

**C. Kegiatan Pengukuran gedung (C) dipercepat 2 hari**

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung dan total biaya :

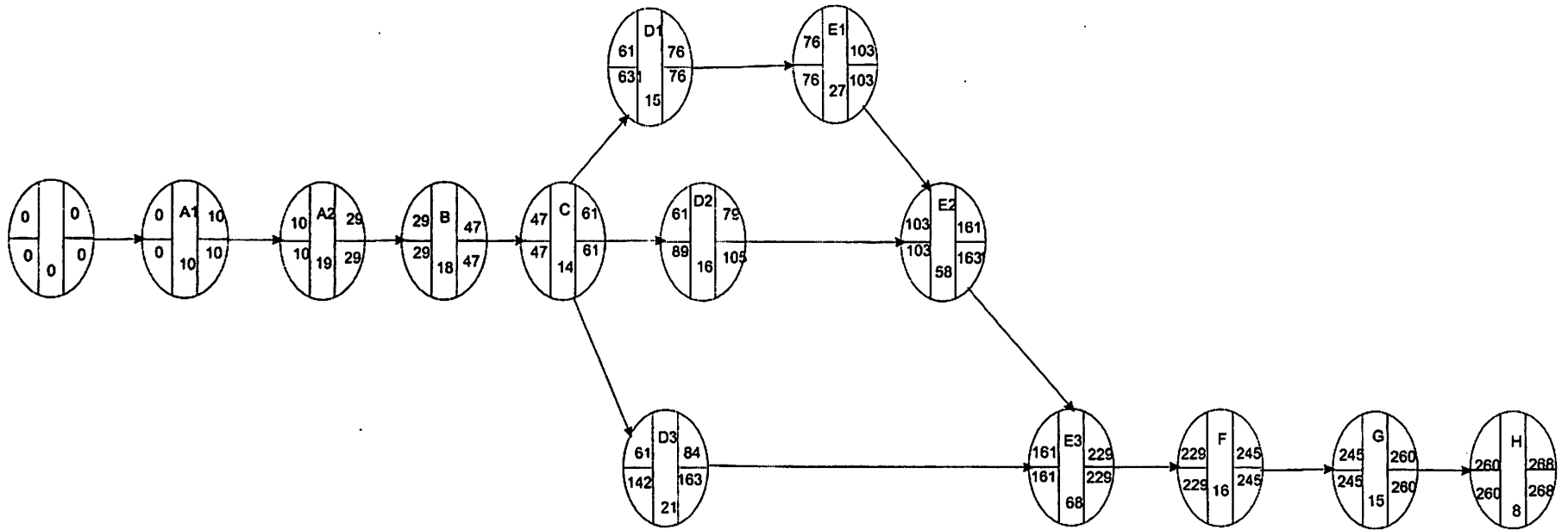
- Biaya langsung

$$\text{Rp.903.650.000} + (2 \times 78.660) = \text{Rp.903.807.320}$$

Biaya tidak langsung

$$(\text{Rp.212.616.930} : 275) \times 268 = \underline{\text{Rp.207.204.862}} +$$

$$\text{TOTAL BIAYA} = \text{Rp.1.111.012.182}$$



Gambar 9.  
Jalur Kritis Percepatan Kegiatan C

**Tabel 14**  
**Kegiatan C Setelah Dipercepat 2 Hari**

No	Kegiatan	ES (Hari)	EF (Hari)	LS (Hari)	LF (Hari)	SLACK	Jalur Kritis
1	A1	0	10	0	10	0	Ya
2	A2	10	29	10	29	0	Ya
3	B	29	47	29	47	0	Ya
4	C	47	61	47	61	0	Ya
5	D1	61	76	61	76	0	Ya
6	D2	61	77	87	103	16	Tidak
7	D3	61	82	140	161	79	Tidak
8	E1	76	103	76	103	0	Ya
9	E2	103	161	103	161	0	Ya
10	E3	161	229	161	229	0	Ya
11	F	229	245	229	245	0	Ya
12	G	245	260	245	260	0	Ya
13	H	260	268	260	268	0	Ya

**D. Kegiatan Pembongkaran Gedung (B) dipercepat 2 hari**

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung dan total biaya :

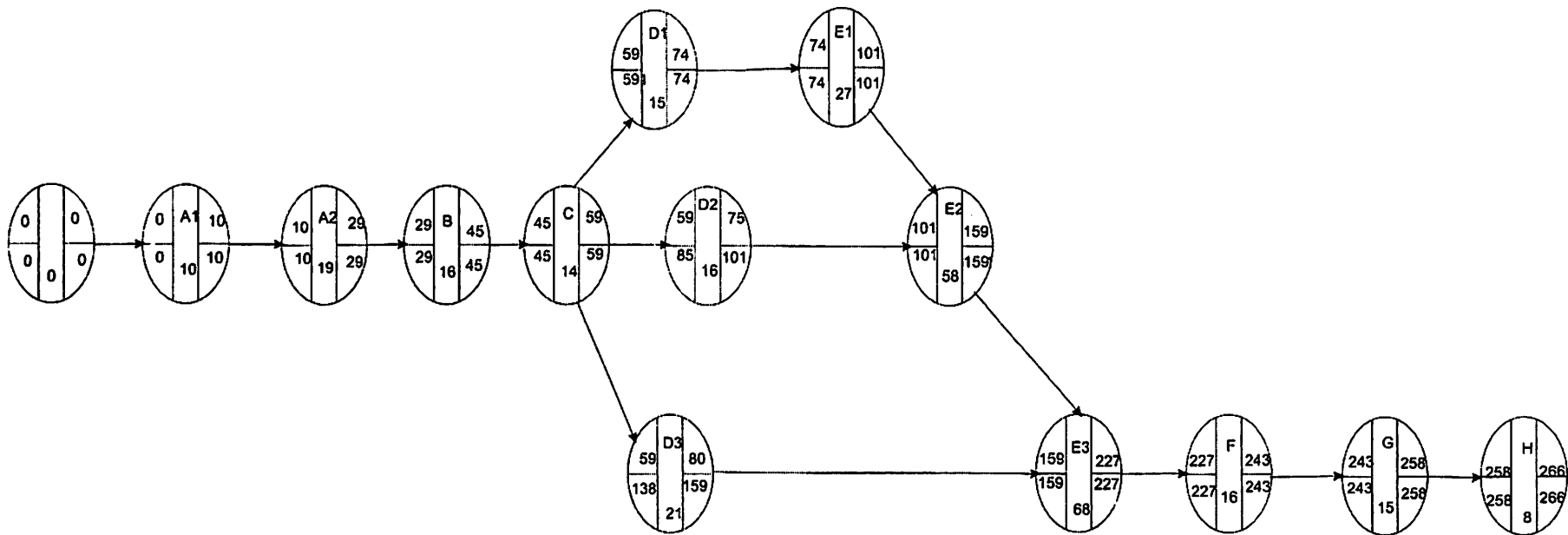
- Biaya langsung

$$\text{Rp.903.650.000} + (2 \times 97.000) = \text{Rp.903.844.000}$$

- Biaya tidak langsung

$$(\text{Rp.212.616.930} : 275) \times 266 = \underline{\text{Rp.205.658.557}} +$$

$$\text{TOTAL BIAYA} = \text{Rp.1.109.502.557}$$



Gambar 10.  
Jalur Kritis Percepatan Kegiatan B

Tabel 15.  
Total Float Kegiatan B Setelah Dipercepat 2 Hari

No	Kegiatan	ES (Hari)	EF (Hari)	LS (Hari)	LF (Hari)	SLACK	Jalur Kritis
1	A1	0	10	0	10	0	Ya
2	A2	10	29	10	29	0	Ya
3	B	29	45	29	45	0	Ya
4	C	45	59	45	59	0	Ya
5	D1	59	74	59	74	0	Ya
6	D2	59	75	59	75	16	Tidak
7	D3	59	80	59	80	79	Tidak
8	E1	74	101	74	101	0	Ya
9	E2	101	159	101	159	0	Ya
10	E3	159	227	159	227	0	Ya
11	F	227	243	227	243	0	Ya
12	G	243	258	243	258	0	Ya
13	H	258	266	258	266	0	Ya

Tabel 16  
Total Biaya Kegiatan Proyek Setelah Dipercepat

Kegiatan	Waktu (Hari)	Total Biaya
Kegiatan Normal	275 Hari	Rp.1.116.266.930
Kegiatan E1 dipercepat 3 hari	272 Hari	Rp.1.114.277.472
Kegiatan D1 dipercepat 2 hari	270 Hari	Rp.1.112.732.367
Kegiatan C dipercepat 2 hari	268 Hari	Rp.1.111.012.182
Kegiatan B dipercepat 2 hari	266 Hari	Rp.1.109.502.557

## 2. Perbandingan Waktu Normal dan Waktu Percepatan

Perencanaan waktu dan biaya proyek dengan penyelesaian proyek 275 hari dengan rincian :

- Biaya langsung = Rp.903.650.000
- Biaya tidak langsung = Rp.212.616.930
- TOTAL BIAYA PROYEK = Rp.1.116.266.930

Sedangkan dengan menggunakan percepatan dengan biaya terkecil selama 266 hari dengan rincian :

- Biaya langsung = Rp.903.650.000
- Biaya tidak langsung = Rp. 205.658.557
- TOTAL BIAYA = Rp.1.109.502.557

Efisiensi waktu dan biaya yang dihitung dengan metode network planning sebagai berikut :

- 275 hari – 266 Hari = 9 Hari

Atau

$$= \frac{275-266}{275} \times 100\% = 3,27\%$$

- Efisiensi Biaya Proyek

$$\text{Rp.1.116.266.930} - \text{Rp.1.109.502.557} = \text{Rp.6.764.373,00}$$

Atau

$$= \frac{1.116.266.930 - 1.109.502.557}{1.116.266.930} \times 100\% = 0,605\%$$

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Simpulan**

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### **1. Penerapan Penjadwalan Proyek pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur**

Pada awal Maret 2016 PT. Indo Jaya Sukses Makmur mendapatkan tender untuk membuat gedung PT. Suzuki Indo Mobil yang berada di kawasan JIEP Pulo Gadung, Jakarta Timur. Penjadwalan proyek pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil ini selama 255 hari kerja dengan 8 jam kerja per hari namun perusahaan pada kenyataannya mengalami keterlambatan waktu penyelesaian menjadi 275 hari dan perusahaan menginginkan ada metode atau cara untuk mengatasi masalah keterlambatan ini sehingga proyek yang sebelumnya terlambat menjadi dapat tepat waktu atau bahkan dipercepat agar tujuan perusahaan untuk mendapatkan laba dalam setiap proyek tercapai dan untuk meminimumkan biaya operasional proyek dapat tercapai.

##### **2. Alokasi Biaya Kegiatan Proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil**

Dari hasil penelitian alokasi biaya kegiatan proyek Gedung PT. Suzuki Indo Mobil bergantung pada keberhasilan perencanaan waktu proyek dengan metode yang tepat, dengan menggunakan metode PERT/CPM alokasi biaya yang dikeluarkan perusahaan menjadi lebih minimum sebesar Rp. 6.764.373,00.

##### **3. Penjadwalan Proyek PT. Indo Jaya Sukses Makmur dengan Metode PERT/CPM**

Pada pelaksanaan penjadwalan proyek dengan menggunakan metode PERT/CPM diperoleh setiap rangkaian aktivitas nilai  $T_e$  dan Varian, nilai  $T_e$  merupakan waktu aktivitas yang diharapkan. Dari hasil penentuan jalur kritis tersebut diperoleh 11 kegiatan yang berada pada jalur kritis yaitu  $A_1$ ,  $A_2$ , B, C,  $D_1$ ,  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ , F, G dan H sehingga waktu penyelesaian proyek yang berada pada jalur kritis tersebut dapat dipercepat.

Peluang pencapaian percepatan waktu (*Crasing*) pembuatan gedung PT. Suzuki Indo Mobil yang diharapkan dapat selesai selama 266 hari adalah 97,23% dengan nilai Z atau peluang 2,753.

Dengan peluang pencapaian tersebut maka kegiatan proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil dapat dipercepat, dan metode penjadwalan



PERT/CPM dapat digunakan untuk mempercepat waktu tersebut yang mana proyek awal adalah 275 hari dan dipercepat 9 hari menjadi 266 hari atau 3,27%, dari sisi biaya proyek metode PERT/CPM dapat memberikan dampak positif yang mana biaya proyek tersebut menjadi lebih minimum yaitu Rp.6.764.373,00 atau 0,605%.

4. Dari hasil penelitian yang didapat perusahaan dapat mempercepat kegiatan yang berada di jalur kritis yaitu kegiatan A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B, C, D<sub>1</sub>, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, F, G dan H, pada proyek gedung PT. Suzuki Indo Mobil kegiatan yang dipercepat yaitu kegiatan E<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, C dan B. Perbandingan waktu normal dan waktu percepatan memiliki jumlah cost slope terkecil yaitu sebesar 1.109.502.557,00.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka beberapa saran berikut dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan:

1. Penerapan Penjadwaln Proyek pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur  
Penjadwalan proyek yang dilakukan PT. Indo Jaya Sukses Makmur masih menggunakan perkiraan waktu berdasarkan pengalaman, agar dapat tercapainya waktu penyelesaian proyek maka perusahaan harus memperbaharui sistem penjadwalan yang dibuat dengan cara *re-schedule* jadwal.
2. Alokasi Biaya Kegiatan Proyek PT. Suzuki Indo Mobil  
Dalam berjalannya suatu kegiatan proyek banyak faktor yang menyebabkan proyek tersebut terlambat dan mengakibatkan biaya proyek meningkat sebaiknya perusahaan mempertimbangkan untuk mengalokasikan biaya operasional proyek dengan merujuk ke waktu paling lambat proyek tersebut selesai (*Pesimistic Time*).
3. Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode PERT/CPM  
Setelah dilakukannya analisis dengan metode PERT/CPM dan dengan hasil metode PERT/CPM dapat meminimumkan biaya operasional maka diharapkan PT. Indo Jaya Sukses Makmur dapat mempertimbangkan untuk menggunakan metode PERT/CPM tersebut untuk penjadwalan proyek selanjutnya agar tidak terulang lagi terjadinya keterlambatan penyelesaian proyek.
4. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya perusahaan memperluas lagi metode-metode lain yang dapat mencegah terjadinya keterlambatan selesainya proyek atau bahkan dapat mempersingkat waktu serta meminimumkan biaya operasional proyek.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aryo Andi Nugroho (2007), *Analisis Penjadwalan Proyek Pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Tanjung Mas Semarang*, Disertasi, Semarang, Universitas Negeri Semarang.
- Budi Santoso (2009), *Manajemen Proyek Konsep dan Implementasi*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Clifford F. Gray dan Erik W. Larsson (2007), *Manajemen Proyek*, Yogyakarta, BPFC.
- Dilworth, J.B. (1996), *Operations Management*, Second Edition, United States of Amerika, The McGraw-Hill Companies.
- Eddy Herjanto (2009), *Manajemen Operasi*, Jakarta, PT. Grasindo.
- H. A Hamdan Dimiyati dan Kadar Nurjaman (2014), *Manajemen Proyek*, Bandung, CV Pustaka Setia.
- H. A. Rusdiana (2014), *Sistem Informasi Manajemen*, Bandung, Pustaka Setia.
- Hery Prasetya Fitri Lukrastuti (2011), *Manajemen Operasi*, Yogyakarta, CAPS.
- Husein Abrar (2008), *Manajemen Proyek*, Yogyakarta, CAPS.
- Indra Laksamana (2011), *Analisis Penjadwalan Proyek Fiber Optik Telekomunikasi*, Disertasi, Jakarta, Universitas Indonesia
- Irham Fahmi (2014), *Manajemen Keuangan Perusahaan dan Pasar Modal*, Jakarta, Mitra Wacana Media.
- Irwan Raharja (2014), *Analisa Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Di PT. Hasana Damai Putra*, Disertasi, Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia.
- Jacobs, F.R dan R. B. Chase (2015), *Manajemen Operasi dan Rantai Pasokan*, Jakarta, Salemba Empat.
- J. Heizer dan B. Rander (2009), *Operations Management*, Jakarta, Salemba Empat.
- Luthan dan Syafiriadi (2006), *Penjadwalan Kerja Proyek*, Yogyakarta, CV. Andi Offset.
- M. Samsul Ma'arif (2006), *Manajemen Operasi*, Jakarta, PT. Grasindo.
- Murdifin Haming dan Mahfud Nurnajamudin (2012), *Manajemen Produksi Modern*, Jakarta, PT. Bumi Aksara.
- Mulyadi (2009), *Akuntansi Biaya*, Yogyakarta, UPP STIM YKPN.

- Pangestu Subagyo, (2002), *Manajemen Operasi*, Yogyakarta, BPEE.
- Schroeder, G. Goldstein, S.M. & M. J. Rungtusaanatham (2013), *Operations Manajement In The Supply Chain : Decisions and Cases*. New York, Mc Graw Hill
- Siregar dkk (2013), *Akuntansi Manajemen*, Jakarta, Salemba Empat.
- Sofjan Assauri (2008), *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta, LPFEUI.
- Supriyono, R. (2011), *Akuntansi Biaya*, Yogyakarta, BPFE.
- Suryadi Prawirosentono (2007), *Filosofi Baru Tentang Mutu Terpadu*, Edisi 2, Jakarta, Bumi Aksara.
- T. Hani Handoko (2012), *Dasar-Dasar Manajemen Produksi & Operasi*, Yogyakarta, BPFC.
- Wulfram I. Ervianto (2005), *Manajemen Proyek Kontruksi*, Yogyakarta. Andi Offset.
- Zulian Yamit (2011), *Manajemen Kualitas Produk & Jasa*, Edisi Pertama, Yogyakarta, Ekonisia.

# LAMPIRAN



*P.T. Indo Jaya Sukses Makmur*

PT. IJSM (Persero) Tbk. (Go Public)

GENERAL CONTRACTOR

Komp. Carina Sayang I Blok II / 22 B, Jl. Jembatan III Pluit Jakarta Utara 14440 Indonesia  
PT. IJSM Telp: +6221- 6669 6332 (Hunt) Fax: +6221- 6669 6331 E-mail: pt.ijsm@ijsm.co.id Website: www.ijsm.co.id

**SURAT KETERANGAN**  
**No. 10659/PT. IJSM/07/2017**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rusliansyah

Jabatan : Admin Proyek PT. Indo Jaya Sukses Makmur

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa yang bersangkutan dibawah ini :

Nama : Mochammad Dickri Ramadani

NPM : 021113447

Fakultas : Ekonomi Universitas Pakuan Bogor

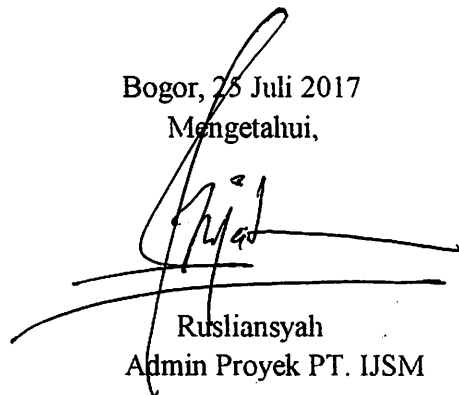
Jurusan : Manajemen Operasi

Adalah mahasiswa yang telah melakukan kegiatan riset mengenai “Analisis Penjadwalan Proyek Untuk Meminimumkan Biaya Operasional Proyek Pada PT. Indo Jaya Sukses Makmur” sejak bulan oktober 2016.

Demikian Surat Keterangan riset ini dibuat, untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bogor, 25 Juli 2017

Mengetahui,



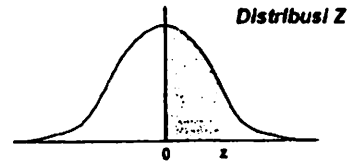
Rusliansyah

Admin Proyek PT. IJSM

Lampiran 2.

Tabel Z

Kumulatif sebaran frekuensi normal  
(Area di bawah kurva normal baku dari 0 sampai z)



TABEL Z

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Dipergunakan untuk kepentingan Praktikum dan Kuliah Statistika Agrotek di. Ade