

**PENJADWALAN PROYEK INSTALASI LISTRIK
PADA PT NIHON GLOBAL TECH**

SKRIPSI



**Oleh
Ridho Kurniawan Tampubolon
140410148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2018**

**PENJADWALAN PROYEK INSTALASI LISTRIK
PADA PT NIHON GLOBAL TECH**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar sarjana**



**Oleh
Ridho Kurniawan Tampubolon
140410148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2018**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain;
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing;
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam, 28 Februari 2018
Yang membuat pernyataan,

Ridho Kurniawan Tampubolon
140410148

**PENJADWALAN PROYEK INSTALASI LISTRIK
PADA PT NIHON GLOBAL TECH**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**

**Oleh
Ridho Kurniawan Tampubolon
140410148**

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini**

Batam, 5 September 2018

**Ganda Sirait, S.Si., M.Si.
Pembimbing**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam. Sholawat beriring salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, dan para sahabatnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu DR. Nur Elfi Husda, S.Kom.,M.Si selaku Rektor Universitas Putera Batam;
2. Ketua Program Studi Teknik Industri Bapak Welly Sugianto, S.T.,M.M. dan selaku pembimbing akademik;
3. Bapak Ganda Sirait, S.Si, M.Si. selaku pembimbing skripsi pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam;
4. Kedua Orangtua tercinta yang selalu memberikan semangat dan doa terbaik untuk penulis;
5. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam;
6. Ibu Christy Sherly Novita Lumongdong, A. Md. I. K., selaku Admin Koordinator PT Nihon Global Tech yang membantu dalam pengumpulan data;
7. Ibu Vitri Septiani selaku *Purchasing* PT Nihon Global Tech yang membantu dalam pengumpulan data
8. Sahabat-sahabatku tersayang Uci, Leo, Ayu, Randy yang selalu mengingatkan penulis untuk mengerjakan skripsi ini;
9. Teman-teman seperjuangan yang akan penulis rindukan.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta taufik-Nya, Aamiin.

Batam, 28 Februari 2018

Penulis

ABSTRAK

Suatu proyek membutuhkan adanya penjadwalan yang baik karena penjadwalan dapat membantu menunjukkan hubungan aktivitas-aktivitas disetiap kegiatan proyek tersebut apabila penjadwalan suatu proyek itu tidak baik maka akan berpengaruh kepada lamanya waktu proyek akan selesai dan biaya yang harus dikeluarkan. Perlu diterapkan suatu metode untuk menjadwalkan penjadwalan suatu proyek dengan baik dan mengetahui kinerja dari waktu dan biaya suatu proyek tersebut. Penelitian ini meneliti suatu proyek yang mana didalamnya terdapat tiga pekerjaan masing-masing pekerjaan dibagi menjadi pekerjaan A, pekerjaan B dan pekerjaan C. Data-data penelitian ini diolah dengan metode *Program Evaluation Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM). PERT adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada di dalam suatu proyek sedangkan CPM adalah teknik menganalisis jaringan kegiatan atau aktivitas dalam memprediksi durasi total. Hasil penelitian diolah dengan metode PERT dan CPM maka didapatkan bahwa semua kegiatan proyek termasuk jalur kritis karena didapatkan nilai variansi untuk setiap lintasan kritis sebesar 74,50 dan nilai standar deviasi lintasan kritis sebesar 8,631. Waktu target untuk penyelesaian proyek ini sebesar 359 hari dan waktu yang diharapkan sebesar 338 hari maka didapatkan nilai probabilitas sebesar 2,433 sama dengan 99,25% (berdasarkan tabel normalitas).

Kata kunci : Penjadwalan, PERT, CPM

ABTRACT

A project requires a good scheduling because scheduling can help us to show the relationship of activities in each project, if the scheduling of a project is not good, it will affect the length of completion of the project along with the cost that should be spent instead. There should be applied a method for scheduling a time and the cost of a project. This research examines a project with three jobs which is divided into job A, job B and job C. The data of this research are processed by using Program Evaluation Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM). PERT is a project management tool that is used to schedule, organize and coordinate parts of work that include in the project, while CPM is a technique of analyzing network activities or an activities to predicting total duration. Results of this research with PERT and CPM is found that all project activities included the critical path because it obtained ES time equal to LS and EF time equal to LF and total value of variance is 74,50 and the critical standard deviation value is 8,631. The target time of this project to be completed is 359 days and the expected time is 338 days then the probability value is obtained 2,433 or equal to 99,25% (based on normality table)

Key words : *Scheduling, PERT, CPM*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG DEPAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
1.6.1 Manfaat Teoritis	5
1.6.2 Manfaat Praktis	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Teori Dasar	6
2.1.1 Definisi Proyek	6
2.1.2 Mengorganisasi Tim Proyek	6
2.1.3 Pengorganisasian Tugas Proyek.....	10
2.1.4 Karakteristik Proyek.....	10
2.1.5 Siklus Proyek	13

2.1.6	Manajemen Proyek.....	14
2.1.7	Pentingnya Manajemen Proyek	17
2.1.8	Manajemen Waktu	19
2.1.9	Perencanaan Proyek	21
2.1.10	Penjadwalan Proyek.....	23
2.1.11	PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>).....	26
2.1.12	Teori Probabilitas	30
2.1.13	<i>Critical Path Method</i>	31
2.1.14	Jaringan Kerja CPM.....	33
2.1.15	Lintasan Kritis.....	37
2.1.16	Bagan Balok atau <i>Barchart</i>	39
2.1.17	Manajemen Biaya.....	40
2.2	Penelitian Terdahulu.....	43
2.3	Kerangka Pemikiran	46
BAB III		47
METODOLOGI PENELITIAN.....		47
3.1	Desain Penelitian	47
3.2	Variabel Penelitian	48
3.2	Jenis Data	48
3.3.1	Data Primer	48
3.3.2	Data Sekunder	48
3.4	Teknik Analisis Data	48
3.4.1	Metode PERT.....	49
3.4.2	Metode CPM.....	50
3.5	Lokasi dan Jadwal Penelitian	53
3.5.1	Lokasi Penelitian.....	53
3.5.2	Jadwal Penelitian.....	54
BAB IV		55
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Hasil Penelitian.....	55

4.1.1	Profil Proyek	55
4.1.2	Uraian Pekerjaan dan Volume Pekerjaan (<i>bill of quantity</i>)	59
4.1.3	Waktu PERT	62
4.1.4	Menghitung Standart Deviasi dan Variance	66
4.1.5	Menentukan Hubungan Ketergantungan Antar Kegiatan	67
4.1.6	Jaringan Kerja	68
4.1.7	Penyusunan Kurva Probabilitas	72
4.1.8	Daftar Satuan Upah dan Material.....	74
4.1.9	Pengolahan Data Waktu dan Biaya.....	75
4.2	Pembahasan	76
4.2.1	Analisa Profil Proyek	76
4.2.2	Analisa Nilai Standar Deviasi dan Varian	77
4.2.3	Analisa Kegiatan Kritis	77
4.2.4	Analisa Nilai Standar Deviasi Kegiatan Kritis dan Varian Kegiatan Kritis	77
4.2.5	Analisa Probabilitas	77
4.2.6	Analisa Waktu dan Biaya.....	78
BAB V		79
SIMPULAN DAN SARAN		79
5.1	Simpulan.....	79
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 AON, Activity Meaning dan AOA	25
Gambar 2.2 Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C.....	35
Gambar 2.3 Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C	35
Gambar 2.4 Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D	36
Gambar 2.5 Kegiatan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D.....	36
Gambar 2.6 Gambar yang Salah Bila Kegiatan A,B, dan C Mulai dan Selesai pada Kejadian yang Sama	37
Gambar 2.7 Kegiatan A,B dan C Selesai Pada Kejadian yang Sama	37
Gambar 2.8 Kerangka Pemikira.....	46
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Uraian Pekerjaan dan Volume Pekerjaan.....	60
Tabel 4. 2 Lanjutan Uraian pekerjaan dan Volume Pekerjaan.....	61
Tabel 4. 3 Lanjutan Uraian Pekerjaan dan Volume Pekerjaan	62
Tabel 4. 4 Waktu PERT	63
Tabel 4. 5 Lanjutan Waktu PERT	64
Tabel 4. 6 Lanjutan Waktu PERT	65
Tabel 4. 7 Lanjutan Waktu PERT	66
Tabel 4. 8 Daftar Satuan Upah.....	74
Tabel 4. 9 Material List.....	74
Tabel 4. 10 Lanjutan Material List.....	75
Tabel 4. 11 Hasil Biaya Berdasarkan Pengolahan Menggunakan <i>Microsoft Project</i> 2013	75

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Expected Time	27
Rumus 2.2	Standar Deviasi	27
Rumus 2.3	Variansi	28
Rumus 2.4	Probabilitas	31
Rumus 2.5	Early Start	38
Rumus 2.6	Early Finish	38
Rumus 2.7	Late Finish	38
Rumus 2.8	Late Start	38
Rumus 2.9	Slack	38
Rumus 2.10	Slack	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja dari suatu perusahaan untuk menyelesaikan proyek. Suatu perusahaan harus dapat menyusun perencanaan pekerjaan-pekerjaan atau aktivitas-aktivitas yang dilaksanakan. Tanpa adanya perencanaan yang tepat, aktivitas-aktivitas perusahaan tidak dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Perencanaan dapat membantu manajemen untuk mengadakan pengelolaan terhadap aktivitas atau kegiatan yang dilaksanakan. Tujuan manajemen proyek adalah melakukan tugas dengan sebaik-baiknya sesuai dengan waktu dan biaya yang telah ditetapkan agar penyelesaian proyek tepat sasaran (Elfitria dan Galih, 2013).

Penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas dengan aktivitas lainnya dan terhadap keseluruhan proyek, mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan diantara aktivitas, serta menunjukkan perkiraan waktu yang realistis untuk setiap aktivitas (Tjakra dan Pratas, 2016). *Scheduling* dibutuhkan untuk memudahkan pelaksanaan aktivitas pekerjaan dalam hal ini *scheduling* dapat diartikan sebagai pembagian atau penjatahan waktu penyelesaian dari suatu aktivitas. Berdasarkan segi teknis pihak-pihak yang terkait berusaha membuat atau merumuskan perhitungan yang cermat, sedangkan dari segi

manajemen berusaha membuat metode yang efisien dan efektif, sehingga dapat dibuat rencana yang baik untuk pelaksanaan proyek konstruksi.

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. Berdasarkan dengan hal tersebut maka dikembangkan penjadwalan proyek untuk membantu menyusun perencanaan koordinasi proyek tersebut.

Time Schedule adalah suatu pembagian waktu terinci yang disediakan untuk masing-masing bagian pekerjaan mulai dari bagian-bagian pekerjaan permulaan sampai dengan bagian-bagian pekerjaan akhir. *Time Schedule* terdiri dari beberapa bagian, termasuk diantaranya adalah teknik PERT dan CPM (Raharja, 2014).

Perbedaan pokok antara CPM dengan PERT ialah bahwa CPM memasukkan konsep biaya dalam proses perencanaan dan pengendalian. Namun bukan berarti bahwa PERT sama sekali mengabaikan konsep biaya, dan PERT diasumsikan bahwa besarnya biaya berubah-ubah sesuai dengan lamanya waktu dari semua aktivitas yang terdapat dalam suatu proyek. Dalam sistem CPM ditentukan dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk semua aktivitas yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan ini adalah perkiraan normal dan perkiraan cepat. Perkiraan waktu normal adalah sama dengan perkiraan waktu yang paling mungkin dalam PERT (Raharja, 2014).

PT Nihon Global Tech memiliki beberapa proyek yang dikerjakan, baik proyek dari pemerintahan maupun dari swasta. Untuk melancarkan aktivitas

proyek tersebut maka perlu adanya penjadwalan proyek yang dapat menentukan pekerjaan-pekerjaan yang harus segera diselesaikan tepat pada waktunya, karena penundaan pekerjaan-pekerjaan tersebut dapat mengakibatkan adanya waktu tambahan dalam pengerjaan proyek, biaya pengeluaran semakin besar dan perjanjian kontrak tidak dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah disepakati. Suatu proyek tidak dinilai dari segi kualitas saja, namun proyek juga dapat dinilai dari segi waktu. Apabila terjadinya penyimpangan waktu dapat menggambarkan proyek tersebut baik atau tidak.

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian dengan judul “Penjadwalan Proyek Instalasi Listrik pada PT Nihon Global Tech”.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah ditulis, penulis mengidentifikasi masalah yang akan dijadikan bahan penelitian sebagai berikut:

1. Dibutuhkan penjadwalan proyek yang baik untuk menyelesaikan proyek tepat waktu.
2. Besarnya pekerjaan proyek menjadikan penjadwalan waktu pengerjaan dan biaya pengerjaan proyek.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus, sempurna, dan mendalam maka penulis memandang permasalahan penelitian yang diangkat perlu dibatasi variabelnya. Oleh sebab itu, penulis membatasi hanya berkaitan pada:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada proyek instalasi listrik PT Nihon Global Tech.
2. Penulis hanya membahas pelaksanaan waktu dan biaya dari pekerjaan instalasi listrik tersebut.
3. Penulis tidak membahas permasalahan yang terjadi akibat kelalaian kerja yang diakibatkan oleh pelaksanaan di lapangan maupun operator alat-alat berat.
4. Penulis hanya membahas penjadwalan proyek, tidak membahas keterlambatan material dari *supplier*.
5. Metode PERT digunakan peneliti sebagai penjadwalan waktu dan metode CPM digunakan peneliti sebagai perkiraan biaya.

1.4 Rumusan Masalah

Dari permasalahan diatas maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa lama waktu untuk menyelesaikan pengerjaan proyek instalasi listrik dengan menggunakan metode PERT dan CPM pada PT Nihon Global Tech?

2. Berapa total biaya penyelesaian proyek instalasi listrik dengan menggunakan metode PERT dan CPM pada PT Nihon Global Tech?

1.5 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan lama waktu untuk menyelesaikan pengerjaan proyek instalasi listrik dengan menggunakan metode PERT dan CPM pada PT Nihon Global Tech.
2. Mengetahui total biaya penyelesaian proyek instalasi listrik dengan menggunakan metode PERT dan CPM pada PT Nihon Global Tech.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian yang penulis lakukan ini diharapkan memberikan manfaat secara teoretis maupun praktis.

1.6.1 Manfaat Teoritis

Untuk memperkaya penelitian dan teori-teori mengenai penjadwalan proyek dengan menggunakan metode PERT dan metode CPM.

1.6.2 Manfaat Praktis

1. Memberikan gambaran umum serta masukan bagaimana mengendalikan waktu dan biaya pelaksanaan proyek.
2. Memberikan alternatif kepada pelaksana proyek bahwa metode PERT dan CPM dapat dipakai untuk evaluasi waktu dan biaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Definisi Proyek

Proyek adalah kegiatan-kegiatan yang dapat direncanakan dan dapat dilaksanakan dalam satu bentuk kesatuan dengan mencari dan memanfaatkan sumber dana untuk mendapatkan keuntungan (Wowor, 2013). Proyek dapat dikelompokkan berdasarkan jenis perubahan yang direncanakan. Empat jenis utama perubahan adalah perubahan produk, perubahan proses, penelitian dan pengembangan, serta aliansi dan kemitraan. Proyek juga dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah perubahan yang direncanakan. Ketika suatu proyek akan membuat perubahan untuk produknya sendiri, perubahan tersebut mungkin hanya berupa perubahan kecil pada produk. Menurut (Jacobs dan Chase, 2015) ada tiga kategori berdasarkan jumlah perubahan yang dilakukan adalah:

1. Turunan, perubahan kecil seperti kemasan baru atau versi ekonomis.
2. Platform, perbaikan fundamental terhadap produk yang sudah ada.
3. *Breakthrough*, perubahan besar yang menciptakan pasar yang benar-benar baru.

2.1.2 Mengorganisasi Tim Proyek

Sebelum proyek dimulai, manajemen senior harus memutuskan mana di antara tiga struktur organisasi yang akan digunakan untuk mengikat proyek

tersebut dengan perusahaan induknya (Jacobs dan Chase, 2015). Menurut Jabobs dan Chase, proyek dibagi menjadi tiga, diantaranya yaitu:

2.1.2.1 Proyek Murni

Proyek murni adalah suatu struktur untuk mengatur proyek dimana suatu tim independen bekerja penuh waktu pada proyek tersebut. Proyek murni ini memiliki beberapa kelebihan diantaranya:

1. Manajer proyek mempunyai wewenang penuh atas proyek.
2. Anggota tim memberikan laporan kepada satu atasan. Mereka tidak perlu khawatir harus membagi loyalitas dengan manajer fungsional.
3. Jalur komunikasi diperpendek. Keputusan dibuat dengan cepat.
4. Kebanggaan, motivasi dan komitmen tim tinggi.

Proyek murni juga memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah:

1. Duplikasi sumber daya. Peralatan dan sumber daya manusia tidak dibagikan antar proyek.
2. Tujuan dan kebijakan keorganisasian diabaikan, karena anggota tim sering kali jauh dari kantor pusat, baik secara fisik maupun psikis.
3. Pengetahuan perusahaan mengenai teknologi baru tertinggal jauh dikarenakan divisi-divisi fungsional yang lemah.
4. Karena anggota tim tidak punya bidang fungsional sendiri, mereka mengkhawatirkan keberlangsungan mereka setelah pelaksanaan proyek, dan penyelesaian proyek tim tertunda.

2.1.2.2 Proyek Fungsional

Dalam struktur ini, anggota tim diberi tugas dari unit fungsional organisasi. Anggota tim tetap menjadi bagian dari unit fungsional mereka dan umumnya bukan merupakan tim yang khusus dibentuk untuk menangani proyek tersebut. Proyek fungsional memiliki kelebihan, diantaranya:

1. Anggota tim dapat mengerjakan beberapa proyek.
2. Keahlian teknis dipertahankan dalam area fungsional, bahkan jika individu meninggalkan proyek atau organisasi.
3. Area fungsional merupakan area setelah proyek diselesaikan. Spesialis fungsional dapat membantu secara vertikal.
4. Sekumpulan ahli penting yang berspesialisasi pada area fungsional akan menciptakan solusi sinergis terhadap permasalahan teknis yang dihadapi proyek.

Proyek fungsional juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu:

1. Aspek-aspek proyek yang tidak terkait langsung dengan area fungsional tidak mendapat perhatian penuh.
2. Motivasi anggota tim sering kali lemah.
3. Kebutuhan klien menjadi urusan sekunder dan direspon secara lambat.

2.1.2.3 Proyek Matriks

Suatu struktur yang memadukan struktur proyek fungsional dan murni. Setiap proyek dikerjakan oleh anggota-anggota dari area fungsional yang berbeda. Manajer proyek yang berdedikasi memutuskan tugas mana yang perlu segera

dikerjakan dan kapan pengerjaannya, tetapi manajer fungsional mengendalikan siapa saja yang akan dipekerjakan. Proyek matriks ini memiliki kelebihan, diantaranya:

1. Komunikasi antar divisi fungsional semakin baik.
2. Manajer proyek bertanggungjawab atas keberhasilan penyelesaian proyek.
3. Duplikasi sumber daya diminimalkan.
4. Anggota tim mempunyai “jabatan” fungsional setelah proyek selesai, sehingga mereka tidak perlu mengkhawatirkan kelangsungan kerja mereka setelah proyek selesai dibandingkan jika mereka berada di organisasi proyek murni.
5. Kebijakan organisasi induk diikuti. Hal ini meningkatkan dukungan terhadap proyek.

Sedangkan kekurangan yang dimiliki oleh proyek matriks, antara lain:

1. Terdapat dua atasan. Seringkali, manajer fungsional akan lebih didengar daripada manajer proyek.
2. Biasanya berujung kegagalan, kecuali jika manajer proyek sangat cakap dalam bernegosiasi.
3. Suboptimisasi dapat membahayakan karena manajer proyek menimbun sumber daya untuk proyeknya sendiri, sehingga merugikan proyek yang lain.

2.1.3 Pengorganisasian Tugas Proyek

Suatu proyek dimulai dengan pernyataan kerja (*Statement of Work – SOW*). SOW dapat berupa penjelasan tertulis mengenai tujuan yang akan dicapai dengan pernyataan singkat mengenai pekerjaan yang akan dilakukan dan jadwal yang diajukan, yang menyebutkan tanggal dimulai serta tanggal penyelesaian. SOW juga memuat ukuran-ukuran kinerja dalam hal anggaran serta tahap-tahap penyelesaian (*milestone*) dan laporan tertulis yang harus disediakan. *Milestone* umumnya berupa penyelesaian desain, pembuatan prototipe, pengujian prototipe lengkap dan persetujuan pelaksanaan uji coba. Rincian struktur kerja (*work breakdown structure – WBS*) menjelaskan hierarki tugas proyek, subtugas dan paket pekerjaan. Penyelesaian satu paket pekerjaan atau lebih berarti penyelesaian satu subtugas, penyelesaian atas semua tugas diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Tidak ada satu WBS yang benar-benar tepat untuk proyek dan dua tim proyek yang berbeda dapat mengembangkan WBS yang berbeda untuk proyek yang sama. Aktivitas ditetapkan dalam konteks WBS dan merupakan bagian dari pekerjaan yang memakan waktu. Aktivitas tidak selalu memerlukan usaha oleh manusia, meskipun sering kali demikian (Jacobs dan Chase, 2015).

2.1.4 Karakteristik Proyek

Menurut (Husen, 2009:8) timbulnya suatu proyek, dalam kurun waktu yang dibatasi, biasanya disertai dengan kebutuhan-kebutuhan yang sifatnya mendesak karena tuntutan pengembangan dan tingkat pertumbuhan sosial dan ekonomi dari suatu lokasi atau daerah tertentu. Proyek biasanya difasilitasi oleh pemerintah atau

dapat juga dilatarbelakangi semata-mata oleh manfaat ekonomis, yang biasanya oleh sektor swasta.

Kecilnya proyek yang biasa difasilitasi oleh pemerintah menentukan jumlah keterlibatan sumber daya. Karena itu, nilai sosial dan ekonomis proyek terhadap pertumbuhan suatu daerah menjadi pertimbangan penting dalam perwujudannya. Proyek-proyek yang besar biasanya dipenuhi dengan kegiatan-kegiatan yang membutuhkan dukungan dan suplai sumber daya seperti tenaga kerja, material, peralatan dan modal yang besar pula, sehingga sangat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi hulu sampai hilir pada daerah lokasi proyek tersebut.

Masing-masing proyek biasanya mempunyai karakteristik tersebut dalam hal kegiatan yang dilakukan, tujuan dan sasaran, serta produk akhir. Untuk lebih jelas, berikut ini diuraikan jenis proyek berdasarkan komponen kegiatan utama dan produk akhir.

1. Proyek Konstruksi

Kegiatan utamanya adalah studi kelayakan, *design engineering*, pengadaan dan konstruksi. Hasilnya berupa pembangunan jembatan, gedung, pelabuhan, jalan raya dan sebagainya, yang biasanya menyerap kebutuhan sumber daya yang besar serta dapat dimanfaatkan oleh orang banyak.

2. Proyek Industri Manufaktur

Kegiatan utamanya adalah *design engineering*, pengembangan produk, pengadaan, manufaktur, perakitan, uji coba terhadap produk serta pemasaran. Produknya dapat berupa kendaraan, alat elektronik,

bahan tekstil, pakaian, serta lainnya yang dapat diproduksi dalam jumlah massal, penggunaannya dapat bersifat individu atau dapat digunakan orang banyak.

3. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Kegiatan utama pada proyek ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu. Proses pelaksanaan serta lingkup kerja yang dilakukan serta mengalami perubahan untuk menyesuaikan dengan tujuan akhir proyek. Tujuan proyek dapat berupa memperbaiki atau meningkatkan produk, pelayanan, atau metode produksi.

4. Proyek Padat Modal

Jenis proyek ini tidak diartikan berdasarkan komponen kegiatannya saja, tetapi lebih kepada jumlah dana kapital yang digunakan dengan jumlah cukup besar.

5. Proyek Pengembangan Produk Baru

Proyek ini merupakan gabungan antara proyek penelitian dan pengembangan dengan proyek padat modal, lalu dilanjutkan dengan mendirikan unit percobaan dalam bentuk *pilot plan*.

6. Proyek Pelayanan Manajemen

Proyek ini berkenaan dengan kegiatan-kegiatan spesifik suatu perusahaan dimana produk akhirnya berupa jasa atau dalam bentuk nonfisik. Contoh jenis proyek ini adalah proyek pengembangan sistem

informasi perusahaan, perbaikan efisiensi kinerja perusahaan, dan sebagainya.

7. Proyek Infrastruktur

Proyek ini biasanya berkaitan dengan penyediaan kebutuhan masyarakat secara luas dalam hal prasarana transportasi, pembangunan waduk pembangkit tenaga listrik, pengairan sawah, sarana instalasi telekomunikasi dan penyediaan sumber air minum.

2.1.5 Siklus Proyek

Siklus proyek menggambarkan urutan langkah-langkah sejak proses awal hingga proses berakhirnya proyek. Untuk lebih memahami tahapan kegiatan dalam siklus proyek. Menurut (Husen, 2009:11) terdapat beberapa tahap dalam siklus proyek, yaitu diantaranya:

1. Tahap Konseptual Gagasan

Tahapan ini terdiri atas kegiatan, perumusan gagasan, kerangka acuan, studi kelayakan awal, indikasi awal dimensi, biaya dan jadwal proyek

2. Tahap Studi Kelayakan

Studi kelayakan dengan tujuan mendapatkan keputusan tentang kelanjutan investasi pada proyek yang akan dilakukan.

3. Tahap Detail Desain

Tahapan ini terdiri atas kegiatan, pendalaman berbagai aspek persoalan, *design engineering* dan pengembangan, pembuatan jadwal induk dan anggaran serta menentukan perencanaan sumber daya,

pembelian dini, penyiapan perangkat dan penentuan peserta proyek dengan program lelang.

4. Tahap Pengadaan

Tahapan ini adalah memilih kontraktor pelaksana dengan menyertakan dokumen perencanaan, aturan teknis dan administrasi yang lengkap.

5. Tahap Implementasi

Tahap ini terdiri atas kegiatan, *design engineering* yang rinci, pembuatan spesifikasi dan kriteria, pembelian peralatan dan material, fabrikasi dan konstruksi, inspeksi mutu, uji coba, *start-up*, demobilisasi dan laporan penutup proyek.

6. Tahap Operasi dan Pemeliharaan

Tahap ini terdiri atas kegiatan operasi rutin dan pengamatan prestasi akhir proyek serta pemeliharaan fasilitas bangunan yang dapat digunakan untuk kepentingan sosial dan ekonomi masyarakat.

2.1.6 Manajemen Proyek

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” (Elfitria dan Galih, 2013).

Pengelolaan yang dikenal sebagai manajemen proyek merupakan salah satu metode yang ditawarkan untuk maksud tersebut, yaitu suatu metode pengelolaan

yang dikembangkan secara intensif sejak abad 20 untuk menghadapi kegiatan khusus yang berbentuk proyek. Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah ditentukan (P. Failen, 2013).

Mutu suatu manajemen tidak terlepas dari mutu informasi yang diperoleh. Jika informasi yang diperoleh pengawas lapangan dapat mewakili kondisi yang sebenarnya maka solusi yang diambil akan mengenai sasaran. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan agar manajemen berlangsung dengan baik (Rizkhon, M. F, 2009), yaitu:

1. Ketepatan waktu

Ketepatan waktu pemantauan sangat berpengaruh untuk mendapatkan informasi yang terbaru. Keterlambatan pemantauan hanya akan menghasilkan informasi yang sudah tidak sesuai lagi dengan kondisi.

2. Akses antar tingkat

Derajat kemudahan untuk akses dalam jalur pelaporan performa sangat berpengaruh untuk menjaga efektifitas sistem pengendalian. Jalur pelaporan dari tingkat paling atas hingga paling bawah harus mudah dan jelas. Sehingga, seorang manager dapat melacak dengan cepat bila terdapat bagian yang memiliki performa jelek.

3. Perbandingan data terhadap informasi

Data yang diperoleh dari pengamatan di lapangan harus mampu memberikan informasi secara proporsional. Jangan sampai terjadi

jumlah data yang didapat berjumlah ribuan bahkan ratusan ribu namun hanya memberikan satu dua informasi.

4. Data dan informasi yang dapat dipercaya

Masalah ini menyangkut kejujuran dan kedisiplinan semua pihak yang terlibat dalam proyek. Semua perjanjian dan kesepakatan yang telah dibuat seperti waktu pengiriman peralatan dan bahan, waktu pembayaran harus benar-benar ditepati.

5. Obyektifitas data

Data yang diperoleh harus sesuai dengan apa yang terjadi di lapangan. Pemakaian asumsi, kira-kira atau pendapat pribadi tidak boleh dimasukkan sebagai data hasil pengamatan.

Seorang manajer proyek harus berjuang untuk memenuhi tiga batasan proyek dengan melakukan pengelolaan yang seimbang antara batasan biaya, batasan waktu, maupun batasan lingkup pekerjaan (Sahid, 2012). Paling tidak ada tiga tahapan penting yang dilakukan dalam manajemen proyek yaitu:

1. Tahap Perencanaan meliputi penetapan sasaran, pendefinisian proyek dan organisasi tim.
2. Tahap Penjadwalan meliputi menghubungkan tenaga kerja, uang, bahan/alat yang digunakan dalam proyek.
3. Tahap Pengendalian meliputi pengawasan sumberdaya, biaya, kualitas, dan budget, jika perlu merevisi, ubah rencana, menggeser, atau mengelola ulang sehingga tepat waktu dan biaya.

2.1.7 Pentingnya Manajemen Proyek

Menurut (Nurhayati, 2010:7-9) manajemen proyek kini merupakan sebuah manajemen yang dibutuhkan secara khusus. Masa mendatang menjanjikan satu peningkatan peran manajemen proyek dalam mendukung organisasi-organisasi kearah strategis. Ada beberapa alasan yang menguatkan pentingnya manajemen proyek yakni:

1. **Kompresi Daur Hidup Produk**

Manajemen proyek semakin penting karena daur hidup produk semakin pendek. Sebagai contoh, pada masa dahulu, siklus kehidupan sebuah produk bisa mencapai 10 hingga 15 tahun. Namun saat ini industri berteknologi tinggi memiliki siklus daur hidup rata-rata 1,5 sampai 3 tahun. Siklus yang semakin pendek ini akan memaksa produsen untuk secepat mungkin memasarkan produk mereka

2. **Kompetisi Global**

Saat ini, permintaan pasar tidak hanya pada produk dan jasa yang murah tetapi juga pada produk dan jasa yang terbaik. Inilah yang mengakibatkan timbulnya sertifikasi ISO yang merupakan suatu persyaratan dalam menjalankan bisnis. ISO merupakan standar internasional untuk manajemen mutu dan jaminan mutu. Standar-standar ini mencakup perancangan, pembelian, jaminan mutu, dan proses pengiriman mulai dari perbankan sampai manufaktur.

3. Perkembangan Pengetahuan yang Pesat

Perkembangan yang pesat dalam pengetahuan, telah meningkatkan kompleksitas proyek. Sebagai contoh, pembangunan jalan pada masa dahulu merupakan sebuah proses yang sederhana. Saat ini, terjadi peningkatan kompleksitas terutama untuk jalan layang, maupun jalan antar provinsi. Hal ini berpengaruh terhadap spesifikasi, penggunaan bahan, peraturan, nilai estetika, peralatan dan lain sebagainya, yang akhirnya semakin kompleks juga. Hal yang sama, juga terlihat pada dunia digital saat ini, hampir tidak ada peralatan elektronik yang tidak memiliki *microchip* di dalamnya. Kompleksitas produk ini telah meningkatkan kebutuhan terhadap integrasi teknologi. Hal ini membuat kebutuhan terhadap manajemen proyek meningkat dan menjadi sangat penting.

4. Perampingan Badan Usaha

Pada decade terakhir dapat dilihat aksi-aksi restrukturisasi pada perusahaan. Perampingan berbasis kompetensi-kompetensi ini menjadi penting untuk keberlangsungan suatu badan usaha. Perampingan badan usaha juga berpengaruh pada cara organisasi dalam menangani proyek-proyek. Perusahaan *outsource* merupakan bagian penting dari pelaksanaan proyek, sehingga manajer proyek tidak hanya menangani personil-personil yang ada pada perusahaan mereka, tetapi juga harus mampu bersinergi dengan pihak lain.

5. Fokus pada Pelanggan

Peningkatan kompetensi harus difokuskan pada kepuasan pelanggan. Pelanggan tidak lagi menginginkan produk dan jasa-jasa yang umum. Mereka menginginkan produk dan jasa yang dapat benar-benar memenuhi kebutuhan mereka. Persyaratan ini sangat membutuhkan hubungan kerja sama yang lebih dekat antara produsen dan konsumen. Eksekutif-eksekutif keuangan dan *sales representative* dapat berperan sebagai pimpinan proyek ketika focus proyek adalah pada pemenuhan kebutuhan dan permintaan dari pelanggan.

2.1.8 Manajemen Waktu

Standar kinerja waktu ditentukan dengan merujuk seluruh tahapan kegiatan proyek beserta durasi dan penggunaan sumber daya. Dari semua informasi dan data yang telah diperoleh, dilakukan proses penjadwalan sehingga akan ada output berupa format-format laporan lengkap mengenai indikator progres waktu, sebagai berikut (Husen, 2009:64):

1. *Barchart*, diagram batang yang secara sederhana dapat menunjukkan informasi rencana jadwal proyek beserta durasinya, lalu dibandingkan dengan progres aktual sehingga diketahui apakah proyek terlambat atau tidak.
2. *Network Planning*, sebagai jaringan kerja berbagai kegiatan dapat menunjukkan kegiatan-kegiatan kritis yang membutuhkan pengawasan ketat agar pelaksanaannya tidak keterlambatan. Format

Network Planning juga digunakan untuk mengetahui kegiatan-kegiatan yang longgar waktu penyelesaiannya berdasarkan *total float*-nya, sehingga ke semua itu dapat digunakan untuk memperbaiki jadwal dan agar alokasi sumber dayanya menjadi lebih efektif serta efisien.

3. Kurva S, yang berguna dalam pengendalian kinerja waktu. Hal ini ditunjukkan dari bobot penyelesaian kumulatif masing-masing kegiatan dibandingkan dengan keadaan aktual, sehingga apakah proyek terlambat atau tidak dapat dikontrol dengan memberikan *baseline* pada periode tertentu.
4. Kurva *Earned Value* yang dapat menyatakan progres waktu berdasarkan *baseline* yang telah ditentukan untuk periode tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek. Bila ada indikasi waktu terlambat dari yang direncanakan, maka hal itu dapat dikoreksi dengan menjadwalkan ulang proyek dan meramalkan seberapa lama durasi yang diperlukan untuk penyelesaian proyek karena penyimpangan tersebut, serta dengan menambah jumlah tenaga kerja waktu bergantian.

Mempersingkat durasi adalah hal khusus dalam sistem analisa matematis untuk mempersingkat penjadwalan proyek tanpa mengubah cakupan proyek (Jainendrakumar 2015).

1. *Crashing* adalah *tradeoff* jadwal dan biaya dianalisa untuk menentukan bagaimana cara mendapatkan jumlah kompresi terbesar

untuk biaya tambahan terkecil dengan menambahkan lebih banyak sumber daya dalam aktivitas dan hal ini biasanya meningkatkan biaya.

2. *Fast-tracking* adalah melakukan aktivitas dalam paralel yang biasanya dapat diselesaikan sesuai urutan. *Fast-tracking* sering menghasilkan *rework* (pekerjaan ulang) dan biasanya meningkatkan risiko.

2.1.9 Perencanaan Proyek

Sebelum proyek dimulai sebaiknya seorang manager yang baik terlebih dahulu merencanakan jadwal proyek. Tujuan perencanaan jadwal adalah:

1. Mempermudah perumusan masalah proyek.
2. Menentukan metode atau cara yang sesuai.
3. Kelancaran kegiatan lebih terorganisir.
4. Mendapatkan hasil yang optimum.

Manfaat perencanaan tersebut bagi proyek adalah:

1. Mengetahui keterkaitan antar kegiatan
2. Mengetahui kegiatan yang perlu menjadi perhatian (kegiatan kritis)
3. Mengetahui dengan jelas kapan memulai kegiatan dan kapan harus menyelesaikannya.

Menurut (Nurhayati, 2010:28) perencanaan sangat penting di dalam pelaksanaan proyek. Perencanaan yang tidak sesuai akan mengakibatkan kesulitan di dalam pelaksanaan. Oleh sebab itu, perencanaan proyek harus sesuai dengan batasan yang dimiliki dan tujuan yang ingin dicapai.

Berikut ini adalah beberapa fungsi perencanaan proyek:

1. Sebagai sarana komunikasi bagi seluruh pihak terkait
2. Merupakan dasar dalam pengalokasian sumber daya
3. Merupakan tolok ukur di dalam pengendalian

Pada perencanaan proyek, tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penetapan Tujuan

Pada tahap ini ditentukan tujuan pelaksanaan proyek, yang diinginkan, serta waktu, biaya dan performansi yang ditargetkan.

2. Urutan Kerja

Tahapan ini berisi seluruh urutan dan deskripsi pekerjaan-pekerjaan yang perlu dilakukan untuk mencapai tujuan proyek.

3. Perancangan Organisasi Proyek

Perancangan organisasi proyek dilakukan untuk menentukan departemen-departemen yang diperlukan di dalam pelaksanaan proyek, subkontraktor yang dibutuhkan dan manajer proyek yang bertanggungjawab terhadap aktivitas pekerjaan yang ada.

4. Jadwal Kegiatan

Jadwal kegiatan berisi waktu pelaksanaan setiap aktivita, batas selesai dan *milestone*.

5. Rencana Anggaran dan Sumber Daya

Perencanaan ini berisi jumlah anggaran dan sumber daya yang dibutuhkan untuk terlaksananya tujuan proyek.

6. Ramalan Mengenai Performansi Penyelesaian Proyek

Tahapan ini berisi performansi yang diharapkan di dalam penyelesaian proyek.

Pada sebuah perencanaan proyek, juga digunakan alat-alat bantu sebagai berikut:

1. *Work Breakdown Structure (WBS)*

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam pelaksanaan proyek.

2. Matriks Tanggungjawab

Matriks ini dipakai untuk menentukan organisasi proyek, personil-personil kunci dan tanggungjawab pekerjaannya.

3. *Gantt Chart*

Peta ini menggambarkan jadwal induk proyek, dan jadwal pekerjaan secara detail.

4. Jaringan Kerja (*Network*)

Jaringan kerja digunakan untuk memperlihatkan urutan pelaksanaan pekerjaan dari awal hingga akhir.

2.1.10 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan suatu proyek dilakukan agar dapat menggambarkan rencana kegiatan proyek dalam waktu agar sasaran yang ditetapkan dapat dicapai secara efektif dan efisien berdasarkan sumber yang ada yaitu : waktu, biaya, material, peralatan dan sumber daya manusia (Yulianto, 2013;dalam Putera, 2010).

Proyek merupakan rangkaian kegiatan yang mempunyai dimensi waktu, fisik dan biaya guna mewujudkan gagasan serta mendapatkan tujuan tertentu. Secara garis besar ada beberapa metode diagram penjadwalan yang cukup kenal dalam penjadwalan proyek diantaranya (Polii and Walangitan dan Tjakra 2017):

1. Diagram Batang (*Gantt Chart*)

Gantt Chart adalah contoh teknik non-matematis yang banyak digunakan dan sangat populer di kalangan para manajer karena sederhana dan mudah dibaca.

2. Penjadwalan Linier

Metode penjadwalan linear adalah metode yang efektif untuk proyek yang memiliki karakteristik kegiatan berulang, baik yang bersifat horizontal maupun vertikal.

3. Diagram Jaringan (*Network Diagram*)

Metode *Network Diagram* atau metode jaringan kerja diperkenalkan pada tahun 50-an oleh tim perusahaan *DuPont* dan *Rand Corporation* untuk mengembangkan sistem kontrol manajemen. Ada dua pendekatan yang digunakan dalam *Network Diagram* yaitu:

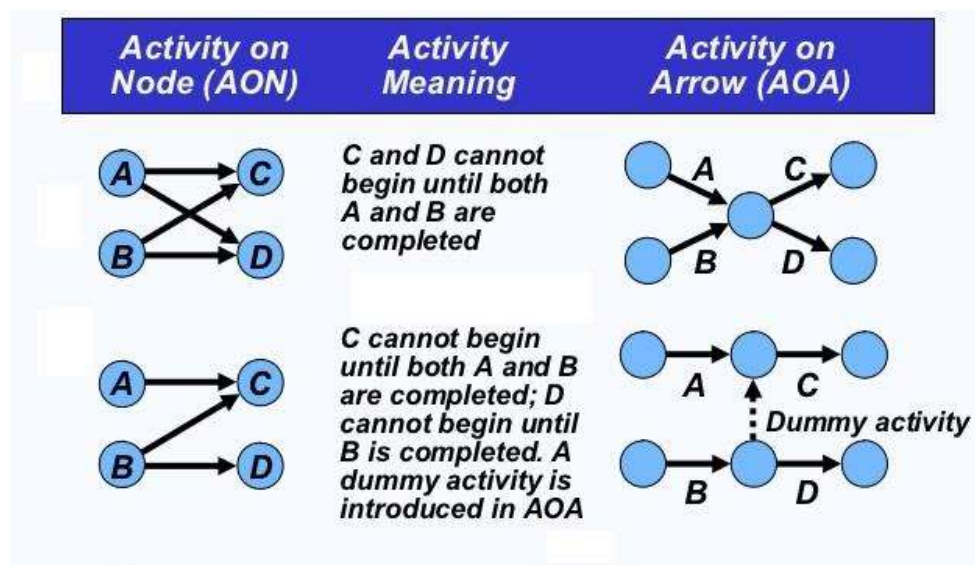
- a. *Activity On Node (AON)*

PDM metode yang digunakan adalah *Activity on Node (AON)* di mana tanda panah hanya menyatakan keterkaitan antara kegiatan. Kegiatan dari peristiwa pada PDM ditulis dalam bentuk node yang berbentuk kotak segi empat.

b. *Activity On Arrow (AOA)*

Beberapa hal yang digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan network diagram adalah sebagai berikut:

1. Dalam penggambaran, network diagram harus jelas dan mudah untuk dibaca.
2. Harus dimulai dari event atau kejadian dan diakhiri pada event atau kejadian.
3. Kegiatan disimbolkan dengan anak panah yang digambar garis lurus dan boleh patah.
4. Dihindari terjadinya perpotongan antara anak panah.



Gambar 2. 1 AON, Activity Meaning dan AOA

Untuk membentuk visualisasi dari *network planning*, perlu digunakan simbol-simbol yaitu:

1. *Arrow*, (anak panah), menyatakan sebuah kegiatan / aktivitas yang memerlukan durasi (jangka waktu tertentu).
2. *Node*, merupakan lingkaran yang menyatakan sebuah kegiatan atau peristiwa (*event*) sebagai awal atau akhir atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan.
3. *Double Arrow*, bentuknya merupakan arah panah sejajar, yang menunjukkan kegiatan lintasan kritis (*critical path*).
4. *Dummy*, bentuknya merupakan arah panah terputus - putus yang menyatakan kegiatan semu untuk membatasi mulainya kegiatan.

2.1.11 PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Metode PERT adalah cara perencanaan dengan jaringan-jaringan pekerjaan yang dihubungkan dengan pertimbangan tertentu. Metode ini seperti halnya CPM (*Critical Path Method*) memerlukan beberapa parameter, salah satunya durasi aktivitas. Penentuan durasi aktivitas pada CPM mengacu pada durasi pasti (*fix duration*), artinya cukup melakukan estimasi satu durasi aktivitas.

Karakteristik proyek menyebabkan durasi aktivitas menjadi hal yang tidak pasti karena durasi aktivitas dipengaruhi oleh bermacam-macam kondisi yang bervariasi. Metode PERT member asumsi pada durasi aktivitas sebagai hal yang probabilistik (*stochastic*) dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi.

Garis besar Metode PERT dan CPM hampir sama dalam pengelolaan jaringannya. Perbedaannya terdapat pada penentuan durasi aktivitas dan durasi jalur kritis. Garis besar Metode PERT adalah sebagai berikut:

1. Penentuan aktivitas beserta durasinya. PERT menggunakan tiga asumsi durasi aktivitas, yakni a (*optimistic time*), b (*pessimistic time*), dan m (*most likely time*).
2. Korelasi waktu dengan continuous distribution, serta menentukan *expected time* (te), standar deviasi (se), dan varian (ve).
3. *Expected time* (te) ditentukan sebagai durasi aktivitas, kemudian dicari jalur kritis seperti halnya pada CPM.
4. Tentukan durasi proyek dari lintasan kritis tersebut

Hal-hal diatas memberi pemahaman terhadap PERT bahwa durasi aktivitas merupakan hal yang probabilistik. Asumsi PERT yang harus dilakukan adalah:

1. Masing-masing durasi aktivitas ditunjukkan sebagai *continuous probability distribution* dengan durasi rata-rata, standar deviasi, dan varian yang dapat ditentukan.
2. Distribusi dari durasi jalur kritis dapat ditentukan dari durasi rata-rata, dan varian jalur kritis.

Penentuan a, b, dan m merupakan langkah awal dari PERT, karena ketiga asumsi waktu ini menentukan te. Tiga durasi tersebut diasumsikan sebagai fungsi atau generalisasi dari distribusi beta dengan variabel durasi aktivitas yang berarti durasi PERT merupakan statistical data tidak keluar dari daerah distribusinya. Fungsi distribusi beta digunakan sebagai dasar untuk menentukan durasi, standar deviasi, dan varian PERT sebagai berikut (Ridho and Syahrizal, 2013):

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 1}$$

$$se = \frac{b-a}{6} \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 2}$$

$$ve = (se)^2 \dots\dots\dots \textbf{Rumus 2.3}$$

Keterangan:

te : expected time

b : pesimistis time

a : optimistis time

se : standar deviasi

m : most likely

ve : variansi

Perumusan tersebut menunjukkan bahwa durasi aktivitas diasumsikan sebagai *continous probability distribution* yaitu distribusi beta. Arti se dan ve adalah sebagai indikator tingkat variabilitas te yang kita peroleh. te adalah durasi rata-rata yang didapatkan dari penjumlahan dari waktu optimis, waktu paling mungkin dan waktu pesimis lalu dibagi enam. Ve merupakan kuadrat dari standar deviasi. Waktu paling mungkin (m) sama sekali tidak mempengaruhi perhitungan standar deviasi. Standar deviasi hanya dipengaruhi oleh jarak relatif yang terdapat antara perkiraan yang paling optimis dengan perkiraan yang paling pesimis. Standar deviasi adalah ukuran kecenderungan penyebaran data-data.

2.1.11.1 Definisi Parameter PERT

Menurut (Ridho dan Syahrizal, 2013) teori probabilitas dengan kurva distribusinya bermaksud untuk mengkaji dan mengukur ketidakpastian serta menjelaskannya secara kuantitatif. Pada dasarnya prinsip jaringan kerja dan jalur kritis pada metode PERT dan CPM hampir sama yang membedakannya adalah

dalam metode PERT, diketahui tiga angka estimasi setiap kegiatan. Tujuan dari penggunaan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang waktu yang paling lebar dalam melakukan sasaran dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan. Penjadwalan proyek dengan metode PERT, dimulai dengan mengestimasi waktu penyelesaian setiap item kegiatan proyek kedalam 3 jenis estimasi waktu yaitu:

1. Waktu optimis (a)
2. Waktu yang paling mungkin (m)
3. Waktu pesimis (b)

Pengertian dari tiga durasi tersebut masih tidak cukup untuk membantu perencana untuk menentukan t_o , t_p , dan t_m . t_m memiliki pengaruh lebih besar pada t_o daripada t_p . Pengaruh ini diketahui dari selisih yang ada antara t_p dan t_o . Selisih cukup banyak antara t_p dan t_o dapat diasumsikan bahwa t_e yang diperoleh memiliki tingkat variabilitas yang tinggi daripada selisih t_p dan t_o lebih kecil. Tingkat variabilitas yang tinggi dari t_e menunjukkan tingkat ketidakpastian yang besar, sehingga sedikit keyakinan terhadap t_e tersebut. Tingkat variabilitas ini diukur oleh s_e dan v_e . Nilai s_e dan v_e ini berbanding lurus dengan selisih antara t_p dan t_o , sehingga s_e dan v_e akan besar jika selisih antara t_p dan t_o juga besar.

Penjelasan diatas menyimpulkan bahwa penentuan tiga durasi aktivitas harus memperhatikan tingkat variabilitas yang sekecil mungkin sehingga t_e yang diperoleh memiliki tingkat keyakinan yang cukup besar.

2.1.12 Teori Probabilitas

Asumsi tiga durasi aktivitas pada PERT menggunakan analisis statistik untuk menentukan perumusannya. Asumsi awal bahwa durasi PERT merupakan fungsi distribusi normal dalam hal ini fungsi distribusi Beta, sehingga probabilitasnya juga demikian yang merupakan salah satu *continous probability distribution*.

Penelitian menggunakan data dari hasil penelitian lapangan. Data yang diperoleh tersebut terlebih dahulu dibentuk dalam statistical data misalnya berupa lengkung normal yang sesuai dengan teori PERT, bahwa semua durasi tidak terlepas dan pola *continous probability distribution* sehingga penentuan setiap durasi tidak sembarang.

Menurut (Ridho dan Syahrizal, 2013) teori probabilitas dengan kurva distribusinya bermaksud untuk mengkaji dan mengukur ketidakpastian serta menjelaskannya secara kuantitatif. Pada dasarnya prinsip jaringan kerja dan jalur kritis pada metode PERT dan CPM hampir sama yang membedakannya adalah dalam metode PERT, diketahui tiga angka estimasi setiap kegiatan. Tujuan dari penggunaan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang waktu yang paling lebar dalam melakukan sasaran dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan.

Central limit theorem menyatakan bahwa jika ukuran sampel besar, distribusinya mendekati normal, meskipun distribusi populasi awalnya bukan normal. Hal ini berarti walupun distribusi populasi adalah kontinu, diskret, simetris, maupun skewed, *central limit theorem* menetapkan selama varian

populasi terhingga, distribusi sampel mendekati normal, jika ukuran sampel cukup besar. Asumsi PERT dianggap cukup konsisten dengan central limit theorem karena durasi aktivitas dianggap membentuk distribusi normal dengan anggapan bahwa durasi aktivitas adalah variabel acak, dengan populasi terhingga pada eksperimen tertentu.

Menurut (Arianie dan Puspitasari, 2017) dalam menentukan perkiraan waktu proyek dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan probabilitas dan diselesaikan dengan tabel normalitas.

$$Z = \frac{TD-TE}{se LK} \dots\dots\dots \text{Rumus 2.4}$$

Dengan keterangan bahwa TD merupakan waktu target penyelesaian proyek, TE merupakan waktu yang diinginkan, dan se LK merupakan standar deviasi lintasan kritis.

2.1.13 *Critical Path Merthod*

Menurut (Castro-lacouture, dkk, 2009) penjadwalan CPM adalah teknik yang telah digunakan sejak tahun 1950-an dan bermanfaat untuk industri konstruksi dan penggunaannya dapat digunakan dibebberapa bidang seperti perencanaan dan pengendalian proyek, mengkomunikasikan rencanam dan melatih manajer baru. Manajer proyek dapat menggunakan perangkat lunak dengan berdasarkan analisis jalur kritis, seperti Primavera Project Planner (P3) atau Microsoft Project yang di dasarkan pada metode heuristik untuk merencanakan dan mengendalikan jadwal.



Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method - CPM*), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek (Sahid, 2012). Metode ini berkembang pada tahun 1957 pada Du Pond De Numours & Co dan Rimington Rand Univac. Orientasi sistem ini semata-mata tidak terbatas pada waktu, melainkan juga menerapkan sistematika alokasi sumberdaya maupun sumber dana. CPM memerlukan dana yang pasti dan merupakan pendekatan yang deterministik. Metode ini merupakan metode yang cocok diterapkan dalam bidang konstruksi, penelitian, dan sebagainya. Manfaat dan metode kritis ini memudahkan dalam dalam hal (Raharja, 2014):

1. Perencanaan (Planning)
2. Penjadwalan (Scheduling)
3. Pengendalian (Controlling)



Critical Path Method (CPM) adalah prosedur yang sangat efisien dalam penjadwalan dalam proyek besar. Waktu awal dan waktu akhir dari setiap aktivitas jika tidak terdapat keterambatan dalam proyek disebut EST (*Earliest Start Time*) dan EFT (*Earliest Finish Time*) pada suatu aktivitas (Agyei, 2015).

2.1.14 Jaringan Kerja CPM

Network planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan (Waldi dan Sembiring, 2016). Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut (Sahid, 2012):

- a.  mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resources (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini samasekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
- b.  mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (event) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian

kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.

- c.  menyatakan kegiatan semu atau dummy activity. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. Dummy di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.
- d.  merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

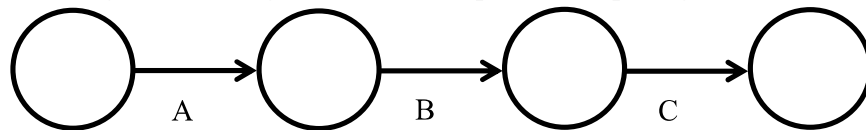
Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Sahid, 2012):

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

- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminal event*).

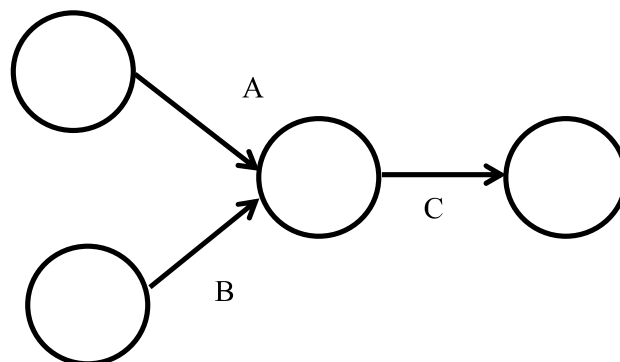
Adapun logika ketergantungan kegiatan-kegiatan itu dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai dan kegiatan C dimulai setelah kegiatan B selesai, maka hubungan antara kegiatan tersebut dapat di lihat pada gambar 2.2



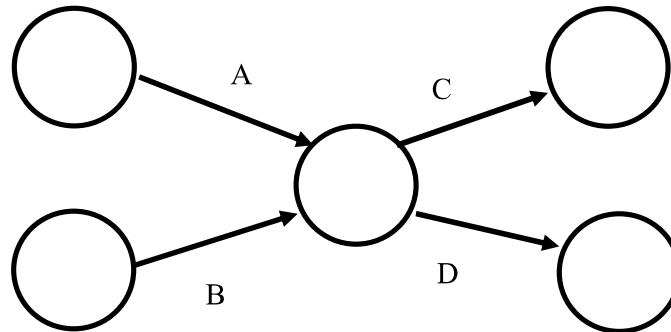
Gambar 2. 2 Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C

2. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, akan dapat di lihat pada gambar 2.3.



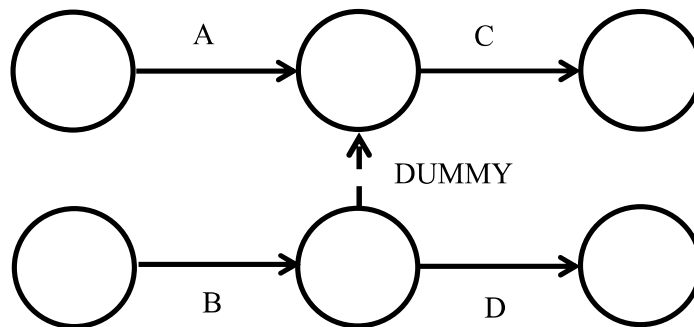
Gambar 2. 3 Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C

3. Jika kegiatan A dan B harus dimulai sebelum kegiatan C dan D maka dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D

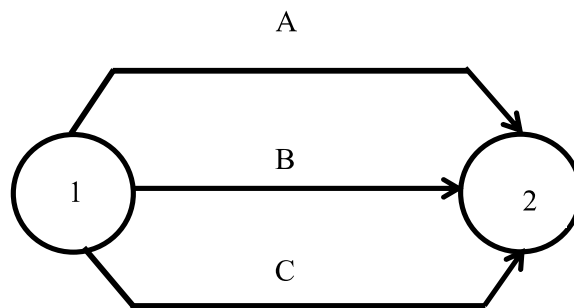
4. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai, maka dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Kegiatan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D

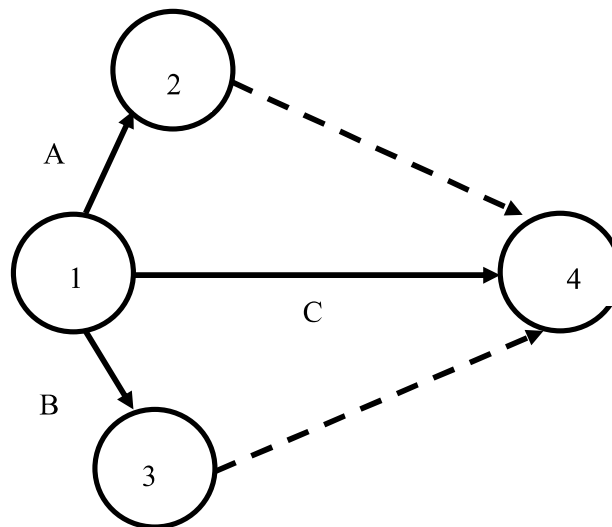
Fungsi dummy - - -> di atas adalah memindahkan seketika itu juga sesuai dengan arah panah) keterangan tentang selesainya kegiatan B.

5. Jika kegiatan A,B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka kita tidak boleh menggambarannya seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Gambar yang Salah Bila Kegiatan A,B, dan C Mulai dan Selesai pada Kejadian yang Sama

6. Untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan dummy seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Kegiatan A,B dan C Selesai Pada Kejadian yang Sama

2.1.15 Lintasan Kritis

Jalur kritis dalam suatu diagram jaringan adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis dan peristiwa-peristiwa kritis yang sangat sensitif terhadap keterlambatan, sehingga bila sebuah kegiatan kritis terlambat satu hari

saja, sedangkan kegiatan-kegiatan lainnya tidak terlambat maka proyek akan mengalami keterlambatan satu hari (Ridho dan Syahrizal, 2013).

Menurut Heizer dan Render (2005) dalam (Sahid, 2012) menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses two-pass, terdiri atas forward pass dan backward pass. ES dan EF ditentukan selama forward pass, LS dan LF ditentukan selama backward pass. ES (earliest start) adalah waktu terdahulu suatu kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahulu sudah selesai. EF (earliest finish) merupakan waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai. LS (latest start) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek. LF (latest finish) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

$$\mathbf{ES = \text{Max (EF semua pendahulu langsung) Rumus 2. 5}}$$

$$\mathbf{EF = ES + \text{Waktu Kegiatan Rumus 2. 6}}$$

$$\mathbf{LF = \text{Min (LS dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya)Rumus 2. 7}}$$

$$\mathbf{LS = LF - \text{Waktu Kegiatan..... Rumus 2. 8}}$$

Setelah waktu terdahulu dan waktu terakhir dari semua kegiatan dihitung, kemudian jumlah waktu slack (slack time) dapat ditentukan. Slack adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan.

$$\mathbf{\text{Slack} = LS - ES Rumus 2. 9}$$

atau

$$\mathbf{\text{Slack} = LF - EF Rumus 2. 10}$$

Menurut (Wahyuni, 2011) suatu kegiatan dikatakan kritis apabila:

- a. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES = LS$)
- b. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ($EF = LF$)
- c. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF - ES = D$)

2.1.16 Bagan Balok atau *Barchart*

Barchart ditemukan oleh Gantt dan Fredrick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan. Format bagan baloknya informatif, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana. Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu atau bulan sebagai durasinya. Pada bagan ini juga ditentukan *milestone/baseline* sebagai bagian target yang harus diperhatikan guna kelancaran produktivitas proyek secara keseluruhan. Untuk proses *updating*, bagan balok dapat diperpendek atau diperpanjang dengan memperhatikan *total floatnya*, yang menunjukkan bahwa durasi kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhan dalam proses perbaikan jadwal (Husen, 2009:152)

2.1.17 Manajemen Biaya

2.1.17.1 Modal Tetap

Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan, mulai dari pengeluaran studi kelayakan, desain engineering, pengadaan, pabrikasi, konstruksi sampai instalasi atau produk tersebut berfungsi penuh. Selanjutnya modal tetap dibagi menjadi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Perinciannya adalah sebagai berikut.

1. Biaya Langsung

Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung terdiri dari:

- a. Penyiapan lahan (*Site Preparation*). Pekerjaan ini terdiri dari *clearing, grubbing*, menimbun & memotong tanah, mengeraskan tanah, dan lain-lain. Di samping itu juga pekerjaan-pekerjaan membuat pagar, jalan, dan jembatan.
- b. Pengadaan peralatan utama. Semua peralatan utama yang tertera dalam gambar desain *engineering*. Contoh untuk ini adalah kolom destilasi, reactor, regenerator, generator dapur, dan lain-lain.
- c. Biaya merakit dan memasang peralatan utama, Terdiri dari pondasi struktur penyangga, isolasi, dan pengecatan.
- d. Pipa. Terdiri dari pipa transfer, pipa penghubung antara peralatan, dan lain-lain.

- e. Alat-alat listrik dan instrument. Terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi, dan instrument.
- f. Pembangunan gedung perkantoran, pusat pengendalian operasi (*control room*), gudang, dan bangunan sipil lainnya.
- g. Fasilitas pendukung seperti *utility* dan *off-site*. Terdiri dari pembangkit uap, pembangkit listrik, fasilitas air pendingin, tangka dan dermaga.
- h. Pembebasan tanah. Biaya pembebasan tanah sering kali dimasukkan ke dalam biaya langsung.

2. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung atau *indirect cost* adalah pengeluaran untuk manajemen, supervisi, dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek. Biaya tidak langsung meliputi antara lain:

- a. Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen, gaji dan tunjangan bagi tenaga bidang *engineering*, inspector, penyelia, konstruksi lapangan, dan lain-lain.
- b. Kendaraan dan peralatan konstruksi. Termasuk biaya pemeliharaan, pembelian bahan bakar, minyak pelumas, dan suku cadang.

- c. Pembangunan fasilitas sementara. Termasuk perumahan darurat tenaga kerja, penyediaan air, listrik, fasilitas komunikasi sementara untuk konstruksi, dan lain-lain.
- d. Pengeluaran umum. Butir ini meliputi bermacam keperluan tetapi tidak dapat dimasukkan ke dalam butir yang lain, seperti *small tools*, pemakaian sekali lewat (*consumable*) misalnya kawat las
- e. Kontigensi laba atau *fee*. Kontigensi dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti
- f. *Overhead*. Butir ini meliputi biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidak adanya kontrak yang sedang ditangani. Misalnya biaya pemasaran, advertensi, gaji eksekutif, sewa kantor, telepon, computer
- g. Pajak, pungutan/sumbangan, biaya izin, dan asuransi. Berbagai macam pajak seperti PPN, PPh dan lainnya atas hasil operasi perusahaan.

2.1.17.2 Perencanaan Biaya Proyek

Biaya yang diperlukan untuk suatu proyek dapat mencapai jumlah yang sangat besar dan tertanam dalam kurun waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, perlu dilakuka identifikasi biaya proyek dengan tahapan perencanaan biaya proyek sebagai berikut (Husen, 2009:113):

1. Tahapan pengembangan konseptual, biaya dihitung secara global berdasarkan informasi desain yang minim. Dipakai perhitungan berdasarkan unit biaya bangunan berdasarkan harga per meter persegi.
2. Tahapan desain konstruksi, biaya proyek dihitung secara se-detail mungkin berdasarkan volume pekerjaan dan informasi harga satuan.
3. Tahapan pelelangan, biaya proyek dihitung oleh beberapa kontraktor agar di dapat penawaran terbaik, berdasarkan spesifikasi teknis dan gambar kerja yang cukup dalam usaha mendapatkan kontrak pekerjaan.
4. Tahapan pelaksanaan, biaya proyek pada tahapan ini dihitung lebih detail berdasarkan kuantitas pekerjaan, gambar *shopdrawing* dan metode pelaksanaan dengan ketelitian yang lebih tinggi.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berjudul Perencanaan dan Penjadwalan proyek Menggunakan Metode PERT dan CPM dengan program linier yang ditulis oleh Wallace Agyei, menghasilkan kesimpulan yaitu dengan menggunakan CPM proyek pembangunan akan memakan waktu selama 44 hari, sedangkan proyek sebenarnya akan memakan waktu lebih lama. Dengan *crashing* kegiatan proyek dengan cara pemrograman linier hingga 40 hari proyek dapat diselesaikan (10% terjadi penurunan durasi proyek).

Penelitian yang berjudul Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Waktu, Biaya, dan Pembatasan Material Menggunakan Model Matematika Fuzzy dan

Metode Jalur Kritis yang ditulis oleh Daniel Castro-Lacouture, A.M.ASCE1, Gürsel A. Süer, Julian Gonzalez-Joaqui dan J. K. Yates menghasilkan kesimpulan yaitu Model trade-off biaya-waktu menyediakan DM dengan keputusan alternatif alat yang dapat digunakan untuk mengembangkan model penjadwalan, di mana kendala tambahan dapat dipertimbangkan, seperti yang mungkin terjadi di model matematika fuzzy. Model matematis menyediakan DM dengan rentang waktu yang ada di antara jadwal yang semula waktu tanpa kendala dan waktu henti maksimum. Informasi ini digunakan sebagai dasar untuk membuat fungsi keanggotaan itu termasuk biaya sebagai tujuan dalam model matematika fuzzy.

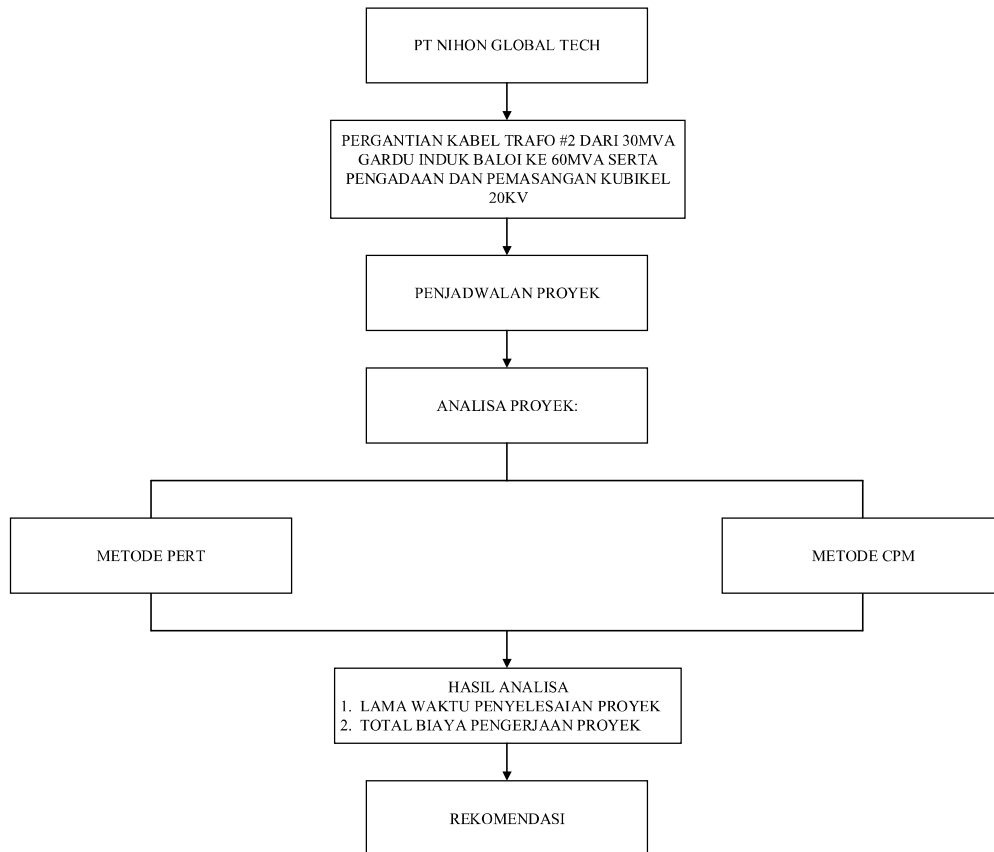
Penelitian yang berjudul Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode PERT di PT. Hasana Damai Putra Yogyakarta pada Proyek Perumahan Tirta Sani yang ditulis oleh Irwan Raharja menghasilkan kesimpulan yaitu Perhitungan dengan menggunakan metode PERT dapat dilakukan adanya pemendekan waktu dalam proyek Tirta Sani yaitu selama 19 hari. Diharapkan dengan adanya penjadwalan dipercepat ini mampu menekan jumlah biaya-biaya di dalam pembanguna proyek tersebut. Probabilitas proyek ini dapat selesai tepat waktunya sebesar 0,97257 yang dibulatkan menjadi 0,97 yang mengandung arti bahwa proyek tersebut dapat diselesaikan tepat pada waktu 97% dan kemungkinan mundur 3%.

Penelitian yang berjudul Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode PERT dan CPM yang ditulis oleh Muhammad Rizki Ridho dan Syahrizal menghasilkan kesimpulan yaitu Metode CPM proyek pembangunan gedung Badan Pusat Statistik kota Medan dapat selesai dalam jangka waktu 112 hari, dan lintasan kritis terletak pada kegiatan A-B1-C1-C5-B8. Dengan

menggunakan metode PERT, proyek pembangunan Gedung Badan Pusat Statistik kota Medan paling cepat dapat diselesaikan selama 95 hari dengan kemungkinan 0,28 %, paling lambat dapat diselesaikan selama 114 hari dengan kemungkinan 99,98 %, paling mungkin diselesaikan selama 103,47 hari ~ 104 hari dengan kemungkinan 47,21 %.

Penelitian yang berjudul Aplikasi Microsoft Project dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek yang ditulis oleh Fransisko Noktavian Wowor B. F. Sompie, D. R. O. Walangitan dan G. Y. Malingkas menghasilkan kesimpulan yaitu Pekerjaan pembangunan ini dimulai dari tahap perencanaan yang meliputi pengumpulan data, penelitian atau penyelidikan studi kelayakan lokasi tempat pembangunan proyek tersebut. Perencanaan fisik yang meliputi gambar denah, pandangan atau tampak, potongan, detail termasuk perhitungan konstruksi, mencakup peraturan dan persyaratan teknis administrasi. Kemudian dilanjutkan dengan pelaksanaan konstruksi di lapangan serta pengawasan terhadap pekerjaan. Melihat konstruksi yang akan dibangun merupakan tempat penjualan dan service alat-alat berat beserta suku cadang maka pembangunan konstruksinya membutuhkan cara-cara khusus dan tidak seperti membangun bangunan pada umumnya, karena membutuhkan ketelitian dan orang-orang berpengalaman untuk pembangunan proyek tersebut. Oleh sebab itu diperlukan adanya Pengawasan dan Pengendalian pada setiap pekerjaan agar proyek dapat selesai sesuai dengan waktu yang direncanakan.

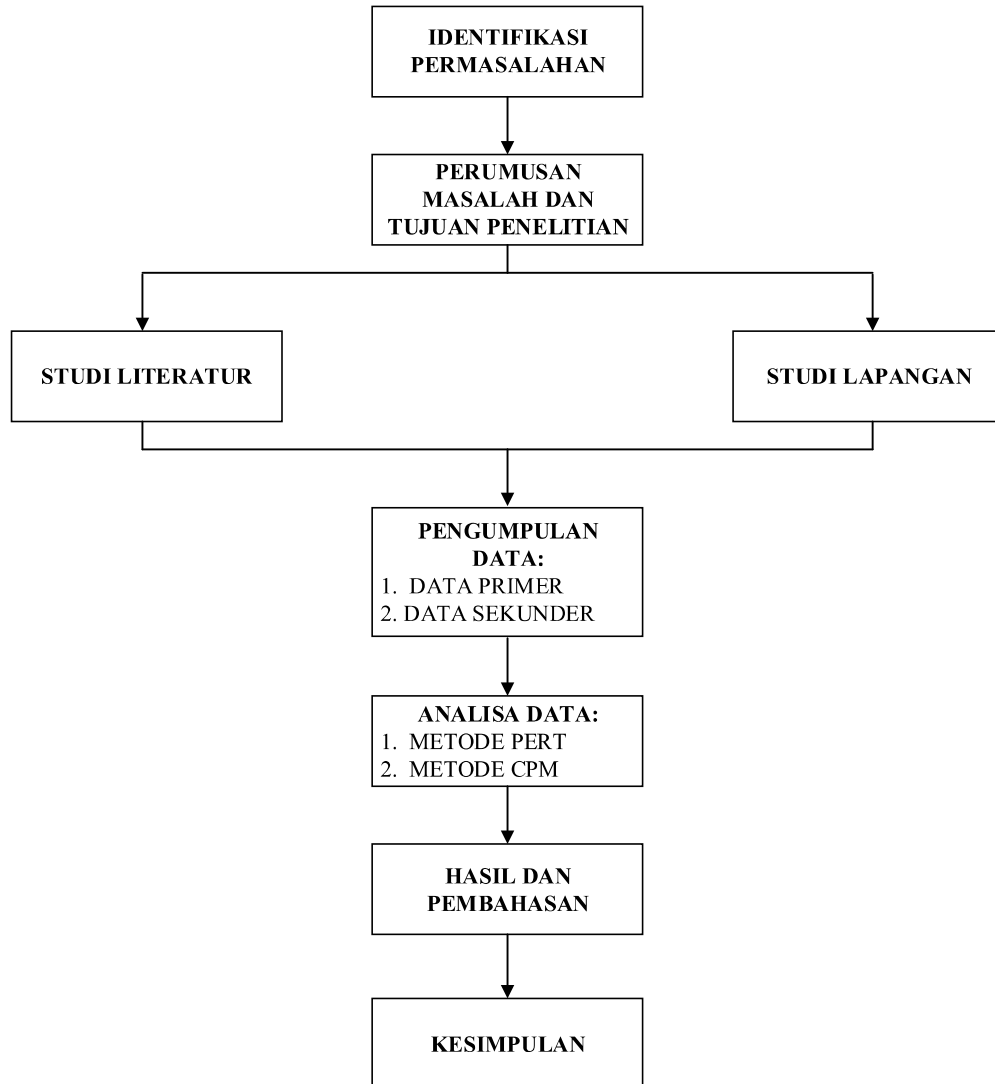
2.3 Kerangka Pemikiran



Gambar 2. 8 Kerangka Pemikiran

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian



Gambar 3.1 Desain Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Variabel secara umum dibagi menjadi dua, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen merupakan tipe variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel lain, sedangkan variabel dependen adalah tipe variabel yang dijelaskan atau dipengaruhi oleh variabel independen. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel penjadwalan proyek sebagai variabel dependen, sedangkan variabel independennya, yaitu durasi proyek, hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek.

3.3 Jenis Data

Sumber data berasal dari internal perusahaan, sedangkan jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

3.3.1 Data Primer

Data primer yang digunakan adalah penelitian langsung kelapangan dengan melakukan observasi, data penjadwalan setiap aktivitas, wawancara dan durasi waktu penyelesaian aktivitas.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder di dapatkan dari data perusahaan mengenai SOP, langkah-langkah pengerjaan suatu proyek, data-data proyek.

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan metode PERT dan CPM.

3.4.1 Metode PERT

Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Metode PERT tidak hanya memungkinkan pengguna untuk menghitung durasi proyek yang paling mungkin terjadi, namun juga memungkinkan pengguna untuk menghitung kemungkinan (probabilitas) proyek atau sebagian proyek yang akan diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Diagram PERT dapat digunakan untuk mempermudah proses perencanaan dan penjadwalan untuk proyek dengan kapasitas besar dan kompleks karena mampu mengatasi ketidakpastian dalam proyek tanpa perlu tahu durasi dari setiap aktivitas.

Metode PERT memberikan perkiraan waktu dengan menggunakan tiga angka estimasi untuk menyelesaikan suatu kegiatan yaitu PERT juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba mengukur ketidakpastian secara kuantitatif seperti standar deviasi dan varian dengan demikian metode PERT bermaksud menampung adanya unsur-unsur yang belum pasti, kemudian menganalisis kemungkinan-kemungkinan sejauh mana proyek menyimpang atau memenuhi.

Pada dasarnya prinsip jaringan kerja dan jalur kritis pada metode PERT dan CPM hampir sama yang membedakan adalah metode PERT menggunakan tiga waktu yang bertujuan untuk memberikan rentang waktu yang paling lebar dalam

melakukan sasaran dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan. Ketiga estimasi durasi tersebut adalah:

1. Kurun waktu optimis

Adalah durasi yang tercepat untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya berjalan dengan baik. Durasi yang digunakan hanya sekali dalam seratus kali kegiatan yang dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

2. Kurun waktu paling mungkin

Adalah durasi yang paling sering terjadi dibandingkan dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

3. Kurun waktu pesimis

Adalah durasi yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, bila segala sesuatunya serba tidak baik. Durasi disini dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

3.4.2 Metode CPM

CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi, disini kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut untuk memperpendek kurun waktu, misalnya dengan menambah biaya atau *time cost trade-off* atau *crash program*.

Untuk menentukan waktu penyelesaian proyek, maka harus diidentifikasi apa yang disebut jalur kritis. Jalur (path) merupakan serangkaian aktivitas berhubungan yang bermula dari node awal ke node penyelesaian/akhir. Untuk menyelesaikan proyek, semua jalur harus dilewati. Oleh karena itu, harus ditentukan jumlah waktu yang dibutuhkan berbagai jalur tersebut. Jalur terpanjang yang melewati, menentukan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Jika aktivitas pada jalur terpanjang itu ditunda, maka seluruh proyek akan mengalami keterlambatan. Aktivitas jalur terpanjang merupakan aktivitas jalur kritis, dan jalur terpanjang itu disebut jalur kritis.

Jalur kritis memerlukan perhatian maksimal dari pengelola proyek, terutama pada periode perencanaan dan implementasi pekerjaan/kegiatan yang bersangkutan, misalnya diberikan prioritas utama dalam alokasi sumber daya yang dapat berupa tenaga kerja, peralatan atau penyelia.

Berikut langkah-langkah dalam metode CPM untuk menganalisis data yang digunakan dalam penelitian ini untuk mencapai tujuannya:

1. Pembuatan *Network Diagram* Proyek

Network diagram merupakan visualisasi proyek berdasarkan *network planning* berupa jaringan kerja terdiri dari simbol kegiatan, simbol peristiwa dan simbol hubungan antara peristiwa dimana *network diagram* ini menyatakan logika ketergantungan antar kegiatan yang ada dalam proyek dan menyatakan urutan peristiwa selama penyelenggaraan proyek.

2. Penentuan Waktu

Setelah *network* digambarkan langkah berikutnya adalah mengestimasi waktu yang diperlukan untuk masing-masing aktivitas kegiatan dan menganalisis diagram *network* untuk menentukan waktu terjadinya kegiatan.

a. Perhitungan Maju

Pada perhitungan ini, perhitungan bergerak mulai dari *initial event* ke *terminal event*.

b. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu paling akhir kita masih dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan (hari terakhir penyelesaian proyek) suatu jaringan kerja.

3. Perhitungan Kelonggaran Waktu (Float)

Float total adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Float total suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi waktu selesai paling awal/waktu paling mulai paling akhir dikurangi waktu mulai paling awal dari kegiatan tersebut. Float bebas dari suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal (ES) dari kegiatan berikutnya dikurangi waktu selesai paling awal (EF) kegiatan yang dimaksud.

4. Menentukan Aktivitas Kritis

Melakukan perhitungan durasi untuk mendapatkan lintasan kritis pada jaringan kerja dengan mendapat total float $TF = 0$. Aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran atau $TF = 0$ disebut lintasan kritis. Aktivitas kritis inilah yang akan dikendalikan agar proyek dapat berjalan sesuai rencana.

5. Menghitung Bobot Masing-Masing Kegiatan

Dengan mengetahui bobot masing-masing aktivitas pekerjaan akan dapat diketahui perkembangan pekerjaan proyek (progres).

6. *Project Crashing*

Crashing dilakukan untuk memperbaiki atau mempersingkat jadwal menggunakan *network planning* pada lintasan kritis, *crashing* dilakukan agar pekerjaan sesuai pertukaran silang waktu dan biaya.

3.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian

3.5.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian berada di PT Nihon Global Tech Komplek Inti Batam, Jl. Laksamana Bintan Blok A No.1-2, Sungai Panas, Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau 29444.



Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian

3.5.2 Jadwal Penelitian

Penelitian dilakukan selama enam bulan dari periode September 2017 hingga Februari 2018. Agar penelitian ini berjalan dengan baik maka diperlukan adanya jadwal penelitian. Adapun jadwal kegiatan secara umum diperlihatkan dalam *gantt chart* dibawah ini:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

Proses	Sep-17				Okt-17				Nov-17				Des-17				Jan-18				Feb-18			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	█	█																						
Pengumpulan Data			█	█	█	█																		
Analisa Data									█	█	█	█	█	█	█	█								
Penulisan Penelitian																	█	█	█					
Penyelesaian																					█	█	█	█

Penjelasan dari tabel 3.1 adalah peneliti membutuhkan dua minggu untuk pengajuan judul, lima minggu untuk pengumpulan data, sebelas minggu untuk analisa data, tiga minggu untuk penulisan penelitian dan tiga minggu untuk penyelesaian penelitian ini