BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Tempat Penelitian

Tinjauan umum tempat penelitian merupakan pembahasan mengenai profil, visi dan misi, struktur organisasi serta deskripsi jabatan pada PT. Adhyaksa Persada Indonesia yang akan menjadi tempat dibangunnya sistem ini.

2.1.1. Profil Tempat Penelitian

PT. Adhyaksa Persada Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa konstruksi bangunan yang telah berdiri sejak tahun 2014. Dengan pengalaman yang dimiliki perusahaan, berbagai tender dan proyek telah diselesaikan baik kontruksi dari beberapa instansi pemerintah maupun perusahaan swasta. Dari berbagai proyek tersebut, antara lain pembangunan gedung, pembangunan dermaga, pembangunan atau renovasi rumal tinggal, rumah bertingkat dan jembatan. Selain proyek sipil dan bangunan, PT. Adhyaksa Persada Indonesia menyediakan jasa konsultan, arsitektur dan desain interior.

PT. Adhyaksa Persada Indonesia terus meningkatkan keunggulan kompetensi yang menjadi komitmen dan jiwa setiap aktivitas PT. Adhyaksa Persada Indonesia. Peningkatan mutu pelayanan senantiasa dilakukan untuk memberikan kepuasan yang maksimal kepada seluruh *stakeholder*. Peningkatan tersebut dilakukan melalui berbagai upaya antara lain melalui peningkatan sistem manajemen mutu sesuai persyaratan standar internasional. PT. Adhyaksa Persada Indonesia memiliki pengalaman dan kompetensi yang terpercaya dalam bidang jasa konstruksi selama 2 tahun. Perusahaan ini secara berkesinambungan melahirkan konsep diferensial, profesionalitas serta transformasi yang berkualitas dan menjunjung inovasi sebagai landasan kerja.

2.1.2. Visi dan Misi Tempat Penelitian

PT. Adhyaksa Persada Indonesia memiliki Visi dan Misi sebagai berikut :

a. Visi

Menjadikan perusahaan jasa konsultan *design* dan *engineering* dengan layanan terbaik indonesia. Menjadikan perusahaan jasa konsultan infrastruktur yang profesional dan terpercaya dalam skala nasional. Menjadikan perusahaan konsultan desain pada bangunan komersil, bangunan pemerintahan, dan bangunan sipil lainnya, baik dari segi perencanaan dan pengawasan dengan skala nasional maupun internasional.

b. Misi

Memberikan produk jasa unggulan dibidang *design* dan *engineering* demi meningkatkan kualitas hidup manusia dan lingkungan. Memberikan pelayanan dalam rangka mengangkat derajat kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Mengabdi dan berperan aktif mensukseskan penerapan teknologi sesuai kebutuhan, tepat guna, efisien, efektif, dan tepat sasaran. Menjadi potensi strategis sebagai keunggulan kompetitif dan unsur utama kemandirian.

2.1.3. Logo Tempat Penelitian

Logo PT. Adhyaksa Persada Indonesia dapat dilihat pada gambar 2.1 :



Gambar 2. 1 Logo PT. Adhyaksa Persada Indonesia

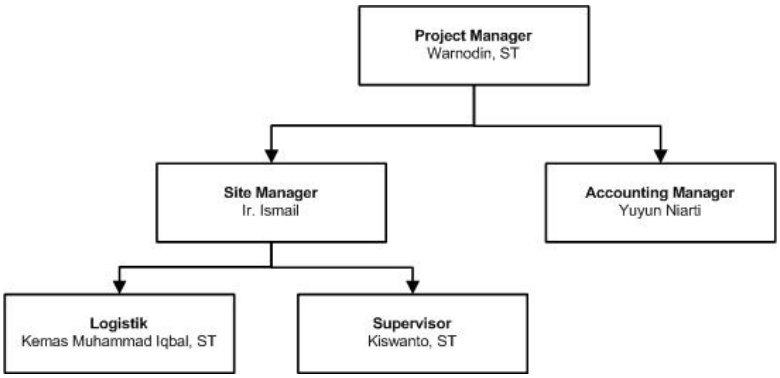
Makna warna dan bentuk yang terdapat dalam logo ini ialah :

1. Warna merah memiliki arti perusahaan yang berjiwa semangat dan kerja keras dalam menyelesaikan proyek-proyek konstruksi di Indonesia.
2. Gambar Gedung tingkat menggambarkan pembangunan konstruksi yang kokoh dan kuat yang menjulang tinggi kekokohan dalam pembangunan.
3. Adhayaksa memiliki arti modern, yang diharapkan menjadi perusahaan yang menerapkan metode-metode modern dalam bidang sipil dan konstruksi.

4. Persada memiliki arti tempat yang lebih tinggi atau bertingkat, yang diharapkan perusahaan yang terus mengalami peningkatan profesionalisme, konsistensi dan stabilitas dalam setiap proyek konstruksi yang diselesaikan.
5. Indonesia memiliki arti negara, diharapkan perusahaan bisa memberikan jasa di bidang konstruksi guna untuk membangun negara indonesia yang indah dan sejahtera.

2.1.4. Struktur Organisasi Proyek

Struktur organisasi yang digunakan dalam studi ini adalah struktur organisasi proyek. Secara umum tugas, wewenang, tanggung jawab serta hubungan komunikasi antar bagian pada struktur organisasi perusahaan pada proyek konstruksi. Struktur organisasi proyek pada PT. Adhyaksa Persada Indonesia sebagai kontraktor dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Struktur Organisasi Proyek

2.1.5. Deskripsi Pekerjaan

Deskripsi pekerjaan digunakan untuk mengetahui tugas, wewenang, tanggung jawab dari masing-masing bagian. Deskripsi pekerjaan dari struktur organisasi proyek pada PT. Adhyaksa Persada Indonesia adalah sebagai berikut :

1. *Project Manager*

   Project manager adalah wakil dari perusahaan yang bertanggung jawab penuh dalam memimpin sebuah proyek. *Project manager* mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

   a. Penanggung jawab tercapainya tujuan proyek.
   b. Melakukan koordinasi dengan semua pihak yang terkait.

c. Mengendalikan seluruh kegiatan konstruksi.
d. Melakukan identifikasi risiko yang mengancam pelaksanaan pada proyek.
e. Mengadakan evaluasi terhadap : Kemajuan fisik, biaya, *quality*, dan *maintenace*.

2. *Accounting Manager*

Accounting Manager atau bagian keuangan bertugas untuk mengelola keuangan perusahaan, setiap hal terkait keuangan baik itu pengeluaran maupun pendapatan, tugas dan tanggung jawab *Accounting Manager* adalah sebagai berikut :

a. Mengelola dana yang dibutuhkan selama kegiatan proyek berlangsung.
b. Membuat anggaran proyek.
c. Membuat laporan pengeluaran proyek.
d. Menyiapkan dokumetasi yang dibutuhkan untuk penagihan.
e. Membuat invoice.

3. *Site Manager*

Site Manager merupakan wakil dari *project manger* yang bertugas membantu *project manager* dalam pengendalikan dan menguasai jalannya proyek dilapangan. *Site manger* bertanggung jawab kepada *project manager* yang mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

a. Menguasai detail dan spesifikasi teknis kontrak sebagai acuan dalam pelaksanaan proyek dilapangan.
b. Menyiapkan detail materi penyusunan Rencana Anggaran Biaya Proyek (RAB).
c. Menyusun *Master Schedule* kontrak kerja, menjamin pelaksanaan sehari-hari dilapangan sesuai dengan *schedule* yang dibuat.
d. Menyusun dan melaporkan laporan kemajuan proyek kepada proyek manager.
e. Memimpin dan mengarahkan secara langsung Koordinasi Lapangan unuk memenuhi persyaratan mutu, waktu dan biaya yang disepakati.

4. Koordinator Lapangan

Koordinator lapangan bertanggung jawab kepada *site manager*, yang memiliki tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

a. Mengatur secara langung mandor dan pekerja dilapangan.
b. Menyiapkan laporan absensi harian dan laporan harian proyek.
c. Memonitoring aktifitas dilapangan.
d. Mengelola dan *maintenace* alat.
e. Melakukan dokumentasi proyek.

5. Logistik

Logistik atau bagian gudang pada umunya mencatat pemasukan dan pengeluaran bahan bangunan yang diperlukan proyek. Maka tugas dan tanggung jawab bagian logistik adalah sebagai berikut :

a. Membuat order kebutuhan material ke suplier sesuai volume, jenis dan tahapan pekerjaan dilapangan.
b. Bertanggung jawab atas kelancaran, kualitas dan kesiapan material yang diperlukan sesuai dengan jadwal pemakaian yang ditentuakan.

2.2. Landasan Teori

Landasan teori dari penelitian skripsi ini menguraikan proses analisis sistem serta mendukung sistem informasi manajemen proyek konstruksi pada PT. Adhyaksa Persada Indonesia adalah sebagai berikut :

2.2.1. Sistem Informasi Manajemen

Sistem Infomasi Manajemen (SIM) dapat menjadi tolak ukur keputusan organisasi atau kelompok. SIM telah ada sejak tahun enam puluhan, namun karena perkembangan ilmu pengentahuan, maka terjadi perkembangan definisi mengenai sistem informasi manajamen yaitu sebagai berikut [3]:

Pengertian yang merujuk pada tahun 60-an yaitu Sistem Infromasi Manajemen adalah sebuah sistem sebagai penyedia layanan informasi yang berguna dalam memberikan dukungan melalui lingkup pengorperasian, lingkup manajemen, serta lingkup keputusan organisasi tertentu.

Pengertian yang merujuk pada tahun 1993 yaitu Sistem Informasi Manajemen adalah gabungan dari sekumpulan perangkat lunak dan perangkat

keras untuk merancang transformasi beberapa data yang dikumpulkan, kemudia dihadikan satu sebagai sumber informasi penting untuk menemukan solusi atau penyelesaian.

Pengertian yang merujuk pada tahun 1999 yaitu Sistem Informasi Manajemen adalah suatu sistem penting dalam melakukan pengumpulan, proses, penyimpanan, penganalisaan data, hingga penyebaran mengenai data tersebut sebagai bentuk penyampaian informasi yang mengarah spesifik pada tujuan yang dimaksud.

Berdasarkan pengertian Sistem Informasi Manajemen yang disebutkan diatas mengarah kepada tiga proses manajemen yaitu perencanaan, pengendalian dan pengambilan keputusan. Perencanaan untuk melakukan formulasi terkait tujuan yang hendak atau akan dicapai. Pengendalian untuk melakukan implementasi dan pengawasan dari pelaksanaan formulasi tersebut. Pengambilan keputusan untuk melakukan pemikiran yang bijak.

2.2.2. Proyek Konstruksi

Proyek adalah suatu kegiatan yang sementera dan tidak berulang untuk menciptkan suatu produk atau jasa yang unik [4]. Proyek konstruksi adalah gabungan dari berbagai sumber berupa manusia, material dan alat untuk melaksanaakan serangkaian kegiatan yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara guna mewujudkan gagasan yang timbul karena naluri manusia untuk berkembang dengan batasan biaya, waktu dan mutu yang telah ditentukan [1]. Kegiatan proyek dapat diartikan suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya telah digarikan dengan jelas.

2.2.3. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan [5]. Manajemen proyek bertujuan untuk bagaimana sumber daya yang tersedia dapat diaplikasikan dengan baik. Ada empat hal

penting bila berbicara mengenai sumber daya untuk proyek konstruksi, yaitu *manpower*, mesin, material, dan uang.

Konsep manajemen proyek mengandung hal-hal pokok, yaitu adalah sebagai berikut :

a. Menggunakan pengertian manajemen berdasarkan fungsinya yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan yang berupa manusia, dana dan material.
b. Kegiatan yang dikelola berjangka pendek, dengan sasaran yang telah digariskan secara spesifik. Ini memerlukan teknik dan metode pengelolaan khusus, terutama dalam aspek perencanaan dan pengendalian.
c. Menggunakan pendekatan sistem.
d. Memiliki hirarki (arus kegiatan) horizontal disamping hirarki vertikal.

Manajemen proyek terdiri dari 9 (sembilan) *knowledge area*, adapun *knowledge area* terdiri dari [4]:

a. *Project Integration Management*
b. *Project Scope Management*
c. *Project Time Management*
d. *Project Cost Management*
e. *Project Quality Management*
f. *Project Human Resources Management*
g. *Project Communication Management*
h. *Project Risk Management*
i. *Project Procurement Management*

2.2.4. Perencanaan Proyek

Dalam manajemen proyek, perencanaan menempati urutan pertama dari fungsi-fungsi manajemen seperti mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan. Perencanaan adalah suatu proses yang meletakan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan langkah-langkah kegiatan beserta segala sumber daya untuk mencapai tujuan tersebut. Secara lebih spesifik, perencanaan proyek konstruksi mencakup proses penetapan luang lingkup proyek, perumusan struktur

dan hirarki proyek, perkiraan sumber daya yang dibutuhkan berikut durasi untuk setiap kegiatan, dan identifikasi keterkaitan diantara kegiatan-kegiatan [1].

Perencanaan proyek memiliki tujuan dan kegunaan sebagai berikut :

1. Mengarahkan tujuan proyek.

   Dalam mengarahkan maksud dan tujuan dari proyek, rencana harus mengidentifikasi secara jelas sasaran, tujuan dan pengaruh khusus lainnya atau hambatan-hambatan dalam lingkup proyek.

2. Mengidentifikasi tindakan, resiko dan tanggung jawab.

   Identifikasi tindakan, resiko, dan tanggung jawab menyediakan substansi bagi rencana proyek. Hal tersebut diterjemahkan menjadi penentuan aktifitas dan alokasi sumber daya proyek.

3. Memandu aktifitas proyek yang sedang berlangsung.

   Dasar lainnya untuk membangun tujuan proyek adalah dengan memandu aktifitas-aktifitas yang sedang berlangsung, melalui indentifikasi yang layak akan seluruh aktifitas yang dibutuhkan untuk dapat mempertemukan tujuan dan sasaran serta penentuan prosedur yang *workable* untuk menghasilkan dinamika proyek.

4. Mempersiapkan perubahan-perubahan proyek.

   Tujuan akhir dari perencanaan proyek adalah untuk mepersiapkan perubahan-perubahan proyek. Rencana harus memiliki fleksibelitas yangcukup untuk mengadaptasi perubahan akan tetapi masih mempertahankan kualitas keutuhan dan durabilitas.

2.2.4.1. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan yang telah dimasukan faktor waktu untuk mencapai sasaran. Secara umum dapat dikatakan bahwa penjadwalan adalah perhitungan pengalokasian waktu yang tersedia kepada pelaksanaan masing-masing bagian pekerjaan atau kegiatan, dalam rangka penyelesaian proyek sedemikian rupa, sehingga tercapai hasil yang optimal, dengan mempertimbangkan keterbatasan - keterbatasan yang ada [8].

2.2.4.1.1. Jaringan Kerja

Jaringan kerja merupakan cara grafis untuk menggambarkan kegiatan-kegiatan dan kejadian yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek. Jaringan kerja menunjukan susunan logis antar kegiatan, hubungan timbal balik antara pembiayaan dan waktu penyelesaian proyek, dan berguna dalam merencanakan urutan kegiatan yang saling tergantung dihubungkan dengan waktu penyelesaian proyek yang diperlukan [9]. Diagram yang terbentuk dari metode jaringan kerja menunjukan hubungan preseden antar kegiatannya. Diagram ini membantu pengguna dalam mengerti alur kerja suatu proyek sehingga sangat beguna pada perencanaan dan pengendalian pada penjadwalan.

Ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam membuat metode jaringan kerja, yaitu :

a. Menentukan aktifitas atau kegiatan

   Langkah pertama dalam membuat penjadwalan waktu adalah memecah seluruh lingkup pekerjaan menjadi kegiatan-kegiatan yang lebih kecil. Tujuannya adalah agar setiap pekerjaan dapat terkontrol dengan baik oleh *project manager* sesuai dengan perencanaan yang dibuat.

b. Menentukan durasi aktifitas atau kegiatan

   Setiap aktifitas dikenasi durasi, durasi adalah jumlah waktu yang diperkirakan untuk menyelesaikan suatu aktifitas. Durasi ini dapat ditampilal dengan menggunakan satuan waktu: menit, jam, hari kerja, hari kalender, minggu, atau bulan. Penjadwalan pada proyek konstruksi biasanya menggunakan satuan hari kerja atau hari kalender. Durasi aktifitas merupakan perkiraan, tidak terlalu penting apakah durasi tepat, yang lebih dipentingkan adalah bahwa durasi yan dibuat untuk setiap aktifitas masuk akal.

c. Mendeskripsikan aktifitas atau kegiatan

   Selain durasi, kegiatan-kegiatan pada penjadwalan biasanya disertai dengan sebuah deskripsi yang akan membantu dalam pembacaan jadwal. Kebanyakan dari deskripsi ini dibuat dengan menggunakan singkatan karena ruang dalam menuliskan deskripsi sangat terbatas. Penyingkatan ini

juga membantu mempercepat pemasukan data-data dalam pembuatan jadwal dengan baik.

d. Menentukan hubungan yang logis

Mengatur aktifitas sehingga setiap aktifitas dapat disajikan secara login, bagaimana setiap aktifitas dihubungkan satu dengan lainnya disebut hubungan logis. Ada tiga kemungkinan hubungan logis yang dapat terjadi diantara aktifitas, sebagai berikut :

a) Hubungan sebelumnya *(predecessor)*

Hubungan sebelumnya terjadi jika sebuah aktifitas harus selesai terlebih dahulu sebelum aktifitas berikutnya dapat dimulai.

b) Hubungan setelahnya *(successor)*

Hubungan setelahnya terjadi jika telah selesainya aktifitas.

c) Hubungan tak tergantung *(independent)*

Hubungan tak tergantung, yaitu hubungan kegiatan yang tidak didahului atau mendahului aktifitas lainnya.

Meskipun banyak terdapat jenis-jenis dalam metode jaringan kerja, proyek konstruksi biasanya hanya menggunakan dua metode, yaitu [9]:

1. *Activity on Arrow* (AOA).
2. *Activity on Node* (AON).

2.2.4.1.2. *Activity on Arrow* (AOA)

Activity on Arrow dibentuk dari anak panah dan lingkaran, anak panah mewakili aktifitas proyek, sedangkan lingkaran atau nodemewakili *event* atau kejadian. Node pada bagian awal anak panah disebut node “I”, sedangkan nodepada bagian kepala anak panah disebut node “J”. Karena matode ini menghubungkan node-node dari setiap aktifitas bersama-sama, maka node “J” dari kegiatan sebelumnya juga menjadi node “I” pada kegiatan berikutnya [9].

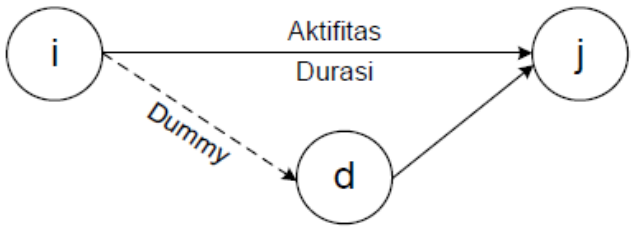
Termilogi yang digunakan dalam metode AOA dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. ⟶ Anak panah *(Arrow)*: Aktifitas, sebuah kegiatan yang merupakan bagian dari proyek.



b. Lingkaran *(Node)* : *Event*, titik signifikan selama waktu proyek. Sebuah *event* bisa saja merupakan waktu yang mana aktifitas diselesaikan atau waktu yang mana seluruh aktifitas selesai.

c. ---► Aktifitas semu (*Dummy)* : aktifitas buatan dengan nol durasi yang hanya menggambarkan hubungan preseden diantara aktifitas-aktifitas.



Gambar 2. 3 Node i, Node j dan Penggunaan Aktifitas *Dummy*

2.2.4.1.3. *Critical Path Method* (CPM)

Citical Path Method merupakan suatu teknik perencanaan dengan analisa jaringan kerja *(network)* berdasarkan logika ketergantungan antara aktifitas-aktifitas yang ada dalam proyek yang berorientasikan pada elemen waktu dan biaya *(Cost Oriented)* sehingga dapat digunakan sebagai dasar atau *baseline* pengendalian waktu maupun biaya.

Critical Path Method atau metode jalur kritis adalah jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukan kurun waktu penyelesian proyek tercepat. Jadi, jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek [1]. Jalur kritis sangat penting bagi kontraktor karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang pelaksanaannya harus dimulai tepat waktu dan selesai juga tepat waktu. Dengan kata lain, jika terjadi keterlambatan maka akan menyebabkan keterlambatan keseluruhan kegiatan proyek.

Terdapat dua perhitungan yang digunakan dalam metode jalur kritis, yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan sehubung dengan perhitungan maju dan perhitungan mundur sebagai berikut:

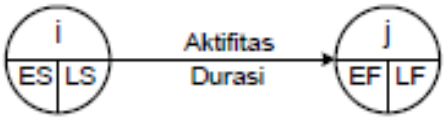
a. *Early Start (ES)* adalah waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Bila waktu kegiatan dinyatkan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.

b. *Late Start (LS)* adalah waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal proyek

c. *Early Finish (EF)* adalah waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan jika dimulai pada waktu paling awalnya dan diselesaikan sesuai dengan durasinya. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.

d. *Late Finish (LF)* adalah waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

Gambaran potongan jaringan kerja AOA dengan penempatan ES, LS, EF dan LF dapat dilihat pada gambar 2.4 [9]:



Gambar 2. 4 Penempatan ES, LF, EF dan LF

1. Perhitungan Maju

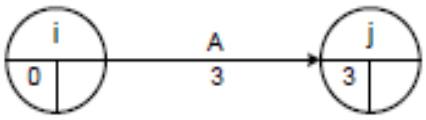
Perhitungan maju dalah menentukan waktu paling lambat dimulai dan selesainya setiap aktifitas, serta paling lambat terjadinya setiap aktifitas. Aturan-aturan yang berlaku dalam perhitungan maju adalah :

a. Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegeiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya *predecessor)* telah selesai.
b. Waktu paling awal suatu kegiatan adalah 0.
c. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal ditambah kurun waktu kegiatan bersangkutan.

$$\mathbf{EF = ES + D}$$

$$\mathbf{EF(i\text{-}j) = ES(i\text{-}j) + D(i\text{-}j)}$$

Rumus 2. 1 Perhitungan Maju



Gambar 2. 5 Contoh Perhitungan EF

d. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan pendahulunya maka ES-nya adalah EF terbesar dari kegiatan tersebut.

2. Perhitungan Mundur

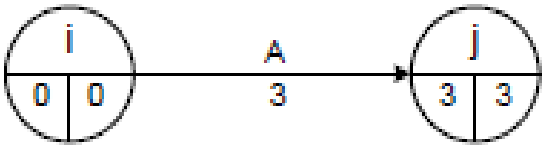
Perhitungan mundur adalah waktu paling lambat dimulai dan selesainya setiap aktifitas, serta paling lambat terjadinya setiap aktifitas. Aturan yang berlaku dalam perhitungan mundur adalah sebagai berikut:

a. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek.
b. Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi durasi kegiatan bersangkutan.

$$\mathbf{LS = LF - D}$$

$$\mathbf{LS(i\text{-}j) = LF(i\text{-}j) - D(i\text{-}j)}$$

Rumus 2. 2 Perhitungan Mundur



Gambar 2. 6 Contoh Perhitungan LS

Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan berikutanya, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.

3. *Total Float* (TF)

Total float adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu aktifitas dapat ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang didapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin [1]. *Total float* suatu kegiatan sama dengan waktu

selesai paling akhir dikurangi waktu selesai paling awal, atau waktu mulai paling akhir dikurangi waktu mulai paling awal.

TF = LS - ES

Rumus 2. 3 *Total Float* (TF)

Contoh perhitungan *Total Float* (TF) dilihat pada tabel 2.1:

Tabel 2. 1 Perhitungan *Total Float* (TF)

Aktifitas			Durasi	ES	EF	LS	LF	TF
i	j	Nama						
1	2	A	3	0	3	0	3	0
2	3	B	3	0	6	3	10	4
2	4	C	5	3	8	3	8	0
3	5	D	4	6	14	10	14	4
4	5	E	6	8	14	8	14	0
5	6	F	5	14	19	14	19	0

Dari tabel diatas dapat terlihat aktifitas kritis adalah A, C, E, dan F serta jalur kritis pada aktifitas A – C – E – F dengan nilai TF = 0.

2.2.5. Pengendalian Proyek

Pengendalian adalah usaha yang tersistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dan standar, kemudian mengambil tindakan koreksi yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisian dalam rangka mencapai sasaran [1]. Secara umum ada tiga langkah pokok didalam proses pengendalian yaitu :

a. Menentukan standar kinerja suatu yang akan dikendalikan. Standar ini dapat berupa spesifikasi teknis, biaya yang dianggarkan, jadwal dan kebutuhan sumber daya.
b. Membandingkan antara kinerja aktual dan kinerja hasil pekerjaan dan pengeluaran yang sudah terjadi dibandingkan dengan jadwal, biaya dan spesifikasi performansi yang direncanakan.
c. Melakukan tindakan koreksi, bila kinerja aktual secara signifikan menyimpang dari yang direncanakan sehingga tindakan koreksi perlu dilakukan.

Beberapa teknik dan metode yang spesifik untuk menangani kegiatan proyek dalam pengendalian yaitu, konsep earned value, C/S-CSC, dan lain-lain [1].Pengendalian merupakan tindakan pengukuran kualitas dan evaluasi kinerja. Tindakan ini juga diikuti dengan perbaikan yang harus diambil terhadap penyimpangan yang terjadi, khususnya diluar batas-batas toleransi. Tindakan tersebut meliputi, antara lain [9]:

a. Mengukur kualitas hasil.
b. Membandingkan hasil terhadap standar kualitas.
c. Mengevaluasi penyimpangan yang terjadi.
d. Memberikan perbaikan.

Manfaat dari fungsi pengendalian adalah memperkecil kemungkinan kesalahan yang terjadi dari segi kualitas, kuantitas, biaya maupun waktu. Dalam proyek konstruksi, pengendalian diperlukan untuk menjaga agar pelaksanaan tidak menyimpang dari perencanaan. Pengendalian jadwal dan biaya merupakan bagian dari deviasi manajemen proyek yang mencakup pemantauan kemajuan pekerjaan, reduksi biaya, optimasi, model dan analisis.

2.2.5.1. Earned Value Method (EVM)

Metode nilai hasil atau *Earned Value Method* adalah metode menghitung besarnya biaya yang menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikan atau dilaksanakan *Budget Cost Work Performance* (BCWP). Sementara bobot pekerjaan dihitung berdasarkan harga satuan pekerjaan sesuai pada nilai kontrak (tidak termasuk ppn sebesar 10%). Adapun rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$\textbf{Bobot} = \left(\frac{\textbf{Harga Pekerjaan}}{\textbf{Harga Total Pekerjaan}}\right)\textbf{x 100\%}$$

Rumus 2. 4 Bobot Pekerjaan

Bila ditinjau dari jumlah pekerjaan yang diselesaikan maka berarti metode ini mengukur besarnya unit pekerjaan yang diselesaikan, pada suatu waktu bila dinilai berdasarkan jumlah anggaran yang disediakan ini diketahui hubungan antara apa yang sesungguhnya telah dicapai secara fisik terhadap jumlah anggaran yang telah dikeluarkan.

BCWP = (%Penyelesaian) x (Anggaran)

Rumus 2. 5 *Budget of Cost Work Performed* (BWCS)

Metode nilai hasil dapat digunakan untuk menganalisis kinerja dan membuat perkiraan pencapaian sasaran. Untuk itu digunakan 3 indikator, yaitu :

a. ACWP *(Actual Cost of Work Performed)*

   ACWP adalah jumlah biaya aktual dari pekerjaan yang telah digunakaan untuk melaksanakan pekerjaan pada kurun waktu tertentu. Biaya ini diperoleh dari data-data akutansi atau keuangan proyek pada tanggal pelaporan, yaitu cacatan segala pengeluaran biaya aktual.

b. BCWP *(Budget Cost of Work Performed)*

   BWCP adalah indikator yang menunjukan nilai hasil dari sudut padangan nilai pekerjaan yang telah diselesaikan terhadap anggaran yang disediakan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.

c. BCWS *(Budget Cost of Work Schedule)*

   BWCS sama dengan anggaran untuk suatu paket pekerjaan, akan tetapi disusun dan dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan. Agar terjadi perpaduan antara biaya, jadwal dan lingkup kerja dimana pada setiap elemen pekerjaan telah diberi alokasi biaya dan jadwal yang dapat menjadi tolak ukur dalam pelaksanaan proyek.

Dengan menggunakan tiga indikator diatas, dapat dihitung berbagai faktor yang menunjukan kemajuan dan kinerja pelaksanaan proyek seperti :

a. Variansi biaya (CV) dan jadwal (SV) terpadu
b. Memantau perubahan varians terhadap angka standar
c. Indeks kinerja biaya (CPI) dan jadwal (SPI)
d. Prakiraan biaya (EAC) dan jadwal (EAS) penyelesaian proyek

Penggabungan dua buah kinerja yakni jadwal dan biaya dalam satu grafik akan memudahkan dalam melakukan analisa pengukuran kinerja suatu pekerjaan. Dua buah analisa yang bisa dipakai dalam mengukur kinerja suatu pekerjaan yakni varians yang bertujuan untuk mengukur kinerja pekerjaan sampai dengan tanggal pelaporan. Varian-varian yang dianalisa adalah jadwal *(schedule)* dan biaya *(cost).*

Varians biaya, CV *(Cost Varians)* :

CV = BCWP – ACWP

Rumus 2. 6 *Cost Variance* (CV)

Varian jadwal, SV *(Schedule Varians)* :

SV= BCWP–BCWS

Rumus 2. 7 *Schedule Variance* (SV)

Untuk menunjukan rincian analisis varian terpadu dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Analisis Varians Terpadu

Varians Jadwal (SV)	Varians Biaya (CV)	Keterangan
Positif	Positif	Pekerjaan terlaksana lebih cepat dari jadwal dengan biaya lebih rendah dari anggaran
Nol	Positif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan biaya lebih rendah dari anggaran
Positif	Nol	Pekerjaan terlaksana lebih cepat dari jadwal dengan biaya sesuai anggaran
Nol	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan anggaran
Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan biaya lebih besar dari anggaran
Negatif	Nol	Pekerjaan terlaksana lebih lama dari jadwal dengan biaya sesuai anggaran
Positif	Negarif	Pekerjaan terlaksana lebih cepat dari jadwal dengan baya lebih besar dari anggaran
Negatif	Negatif	Pekerjaan terlaksana lebih lama dari jadwal dengan biaya lebih besar dari anggaran

Pengelola proyek sering kali ingin mengetahui efisensi sumber daya, ini dinyatakan dengan indeks produktivitas atau indeks kinerja. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Indeks Kinerja Biaya, CPI *(Cost Performance Index)* :

CPI = BCWP/ACWP

Rumus 2. 8 *Cost Performance Index* (CPI)

Indeks Kinerja Jadwal, SPI (Schedule Performance Index) :

SPI = BCWP/BCWS

Rumus 2. 9 *Schedule Performance Index* (SPI)

Bila hasil kinerja ditinjau lebih lanjut, maka akan terlihat sebagai berikut :

1. Indeks kinerja < 1 (kurang dari satu), maka pengeluaran lebih besar dari anggaran atau pelaksanaan lebih lama dari jadwal yang direncanakan.
2. Indeks kinerja > 1 (lebih dari satu), maka kinerja pengeluaran lebih rendah dari anggaran atau pelaksanaan lebih cepat dari jadwal.
3. Semakin besar perbedaan indeks kinerja dari angka satu, maka semakin besar penyimpangan dari perencanaan anggaran atau jadwal. Bahkan apabila nilai indeks terlalu tinggi atau terlalu rendah, kemungkinan perencanaan anggaran atau jadwal tidak realitis.

Untuk lebih jelasnya penilaian elemen nilai hasil SV, CV, SPI dan CPI dapat dilihat pada tabel 2.3 :

Tabel 2. 3 Penilaian Elemen Nilai Hasil

Indikator	Varian	Nilai	Kinerja	Nilai	Penilaian
Biaya	CV	+	CPI	> 1	Untung
	CV	0	CPI	= 1	Pengeluaran = Biaya rencana
	CV	+	CPI	< 1	Rugi
Jadwal	SV	+	SPI	>1	Lebih cepat dari jadwal
	SV	0	SPI	= 1	Sesuai jadwal
	SV	+	SPI	< 1	Terlambat dari jadwal

Tujuan dalam menghitung CPI dan SPI adalah untuk memprediksi secara statistik waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Ada banyak metode dalam memprediksi waktu (EAS) dan biaya penyelesaian proyek (EAC). Namun, perhitungan EAS dan EAC dengan nilai SPI dan CPI lebih mudah dan cepat penggunaanya. Ada beberapa rumus perhitungan EAS dan EAC, adalah sebagai berikut :

Untuk menentukan perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa atau *Estimate to Completion* (ETC), digunakan sebagai berikut :

$$\mathbf{ETC} = \left(\frac{\mathbf{(BAC - BCWP)}}{\mathbf{CPI}}\right)$$

Rumus 2. 10 *Estimate to Completion* (ETC)

Untuk menentukan perkiraan biaya akhir proyek atau *Estimate at Completion* (EAC), digunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{EAC = ACWP + ETC}$$

Rumus 2. 11 *Estimate at Completion* (EAC)

Untuk menentukan perkiraan waktu penyelesaian untuk pekerjaan tersisa atau *Estimate Temporary Schedule* (ETS), digunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{ETS} = (\frac{\mathbf{(Total\ waktu - Waktu\ pakai)}}{\mathbf{SPI}})$$

Rumus 2. 12 *Estimate Temporary Schedule* (ETS)

Untuk menghitung perkiraan waktu penyelesaian akhir proyek atau *Estimate All Schedule* (EAS), digunakan rumus sebagai berikut :

EAS = Waktu selesai + ETS

Rumus 2. 13 *Estimate All Schedule* (EAS)

2.2.5.2. Manajemen Resiko Proyek

Resiko merupakan kegiatan-kegiatan atau faktor-faktor yang apabila terjadi akan meningkatkan kemungkinan tidak tercapainya tujuan proyek yaitu sesuai dengan waktu, biaya dan performa [5]. Manajemen resiko adalah proses yang simantik dari identifikasi, analisis, respon dan pengendalian terhadap resiko proyek. Tujuan manajemen resiko adalah memaksimalkan peluang dan konsekuansi dari kejadian-kejadian positif dan meminimalkan peluang dan konsekuensi dari kejadian-kejadian negatif terhadap sasaran proyek [4].

2.2.5.2.1. Identifikasi Resiko

Identifikasi resiko merupakan suatu proses pengkajian resiko dan ketidakpastian yang dilakukan secara sistematis dan terus menerus. Agar resiko dapat dikelola secara efektif makan langkah pertama adalah mengidentifikasi jenis resiko usaha dan mana yang bersifat resiko murni. Resiko proyek diklasifikasikan sebagai resiko murni, kemudian diidentifikasi lagi berdasarkan sumber resiko atau dapat pula berdasarkan dampak terhadap sasaran proyek [1].

Untuk melakukan proses identifikasi resiko dapat menggunakan *tools* dan *techniques* antara lain [4]:

a. *Brainstorming*

   Tujuan *brainstorming* adalah untuk mendapatkan daftar yang komperehensif resiko proyek. *Brainstorming* dilakukan dengan cara mengundang beberapa orang dan dikumpulkan dalam suatu ruangan untuk

berbagi ide tentang resiko proyek. Iden tentang resiko proyek dihasilkan dengan bantuan dan kepemimpinan seorang fasilitator.

b. *Delphi Techniques*

Delphi techniques adalah cara mencapai kosensus dari para ahli. Para ahli dalam bidang resiko proyek berpartisipas tanpa nama atau *anonymously*, dan difasilitasi dengan suatu kuisioner untuk mendapatkan ide tentangresiko proyek yang dominan. Respon yang ada diringkas, kemudian disirkulasi ulang kepada para ahli untuk komentar lebih lanjut.

c. *Interviewing*

Interviewing atau wawancara adalah teknik untuk mengumpulkan data tentang resiko proyek. Wawancara dilakukan terhadap anggota tim proyek dan *stakeholder* lainnya yang telah berpengalam dalam proyek.

d. *Root Cause Identification*

Root cause identification dilakukam untuk mengetahui penyebab resiko yang esensial, dan yang akan mempertajam definisi resiko, kemudian dibuat ke dalam grup berdasarkan penyebab.

e. *Sterngth, Weakness, Opportunities, and Threats (SWOT) analysis*

Teknik ini dilakukan berdasarkan perspektif SWOT untuk meningkatkan pemahaman resiko lebih luas.

Tujuan dari proses identifikasi resiko adalah untuk mengidentifikasi resiko yang dapat menyebabkan peningkatan biaya proyek, keterlambatan jadwal dan kehilangan keuntungan proyek. Merupakan tugas manajemen untuk mengantisipasi dan mengungkap setiap potensi resiko yang menghambat proyek sebelum dimulai [6]. Meskipun setiap proyek memiliki resiko yang unik, pada umumnya ada beberapa kategori resiko yang mungkin akan terjadi pada pelaksanaan proyek :

1. Resiko Desain *(Design Risk)*
2. Resiko Konstruksi *(Construction Risk)*
3. Resiko Politik/Hukum/Peraturan *(Political/legal/regulatory risk)*
4. Resiko Pembiayaan *(Financing risk)*
5. Resiko Lingkungan *(Environtmental risk)*

2.2.5.2.2. Analisis Resiko

Tujuan dari analisis resiko adalah untuk menambah pemahaman lebih dalam tentang resiko agar dapat menekan konsekuansi-konsekuansi buruk dari dampak yang timbul dengan memperikirakan resiko yang mungkin terjadi. Resiko dianalisis secara kualitatif *(Qualitative Risk Analysis)* maupun kuantitatif *(Quantitative Risk Analysis)*.

2.2.5.2.3. Analisis dan Evaluasi Resiko Secara Kualitatif

Analisis resiko secara kualitatif adalah metode untuk melakukan prioritas terhadap daftar resiko yang telah teridentifikasi untuk penanganan selanjutnya. Perusahaan atau organisasi meningkatkan kinerja proyek secara efektif dengan fokus pada resiko dengan prioritas tinggi. Analisa resiko secara kualitatif menguji prioritas dari daftar resiko yang telah teridentifikasi dengan menggunakan peluang kejadian dan pengaruhnya pada kinerja proyek. Hasil analisa resiko secara kualitatif dapat dianalisa lebih lanjut dengan analisa resiko kuantitatif atau langsung ke rencana tindakan penanganan resiko *(Risk Response Planning)* [4].

Analisa resiko secara kualitatif dapat dilakukan dengan bantuan *tools* dan *techniques*, antara lain [4]:

a. *Risk Probability and Impact Assessment*

   Teknik ini adalah investigasi kemungkinan dari masing-masing resiko yang spesifik akan terhadi seperti dampak potensial terhadap kinerja proyek seperti waktu, biaya, scope dan kualitas termasuk dampak negatif maupun positif. Kemungkinan dan dampak dapat diukut untuk masing-masing faktor resiko yang telah teridentifikasi. Resiko bisa diukur dengan melakukan wawancara atau bertanya kepada anggota tim proyek yang telah terseleksi berdasarkan pengalaman. Tingkat kemungkinan dari masing-masing resiko dan dampak terhadap masing-masing kinerja proyek dievaluasi selama wawancara.

b. *Probabilty and Impact Matrix*

   Resiko dapat diprioritaskan untuk dianalisa lebih lanjut secara kuantitatif dan tindakan *(response)* berdasarkan ukuran *(rating)* resiko. Ukuran

dilakukan terhadap resiko berdasarkan kemungkinan dan dampaknya. Evaluasi resiko untuk tingkat kepentingan dan prioritas untuk diperhatikan adalah dengan menggunakan bantuan tabel [7], seperti pada Tabel 2.4 :

Tabel 2. 4 Matriks *Qualitative Risk Analysis*

Probability Factory	**Very Likely**	5	10	15	20	25
	Likely	4	9	12	16	20
	Possible	3	6	8	12	15
	Unlekely	2	4	6	9	10
	Very Unlikely	1	2	3	4	5
		Slight	**Minor**	**Significant**	**Severe**	**Major**
		Impact Factory				

Keterangan :

15 - 25 = *High Risk,* diperlukan tindakan segera

06 - 12 = *Moderate Risk,* diperlukan perhatian manajemen tingkat atas

01 –05 = *Low Risk,* diperlukan prosedur rutin

Jika pemberian nilai terhadap kemungkinan dan dampak resiko telah selesai, maka selanjutnya dihitung tingkat kepentingan level resikonya menggunakan rumus 2.14. [13]

Risk Score = Probability x Impact

Rumus 2. 14 Tingkat Kepentingan Level Resiko

Keterangan :

Risk Score = Tingkat Kepentingan Level Resiko

Probability = Nilai Kemungkinan resiko yang terjadi

Impact = Nilai dampak resiko yang terjadi

c. *Risk Data Quality Assessment*

Analisa resiko secara kualitatif membutuhkan data yang akurat dan tidak bias. Analisa kualitas data resiko adalah teknik untuk mengevaluasi tingkat kegunaan data pada manajemen resiko. Seringkali pengumpulan informasi tentang resiko sangat sulit dan memakan banyak waktu dan sumberdaya diluar yang telah direncanakan.

d. *Risk Categorization*

Resiko proyek dapat dikategorikan berdasarkan sumber resiko, dampak, atau berdasarkan pase.

e. *Risk Urgency Assessment*

Resiko yang membutuhkan tindakan dalam waktu dekat mungkin dapat dikategorikan sangat penting dan segera untuk dianalisis. Penilaian dampak secara kualitatif terhadap jadwal pelaksanaan proyek dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Penilaian Dampak Secara Kualitatif

Nilai	Deskripsi	Dampak
1	Sangat Rendah	Tidak Berdampak
2	Rendah	Terjadi Keterlambatan jadwal < 5%
3	Sedang	Terjadi Keterlambatan jadwal 5% - 10%
4	Tinggi	Terjadi Keterlambatan jadwal 10% - 20%
5	Sangat Tinggi	Terjadi Keterlambatan jadwal > 20%

Adapun tabel pengukuran kemungkinan terjadinya resiko dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Pengukuran Kemungkinan Secara Kualitatif

Nilai	Deskripsi	Kemungkinan
1	Sangat Rendah	Jarang terjadi, hanya kondisi tertentu
2	Rendah	Kadang terjadi pada kondisi tertentu
3	Sedang	Terjadi pada kondisi tertentu
4	Tinggi	Sering terjadi pada tiap kondisi
5	Sangat Tinggi	Selalu terjadi pada setiap kondisi

2.2.5.2.4. Penanganan Resiko (*Risk Response Planning*)

Penanganan resiko adalah tindakan yang merupakan proses, teknik dan strategi untuk menanggulangi resiko yang akan mungkin timbul. Tanggapan dapat berupa tindakan menghindari resiko, tindakan mencegah kerugian, tindakan memperkecil dampak negatif termasuk juga tata cara untuk meningkatkan pengertian dan kesadaran personil dalam organisasi. Penanganan yang direncanakan harus tepat terhadap resiko yang signifikan, biaya yang sesuai, tepat waktu, realistis dalam konteks proyek yang harus disetujui oleh pihak-pihak yang terlibat.

Penanganan resiko dimaksudkan agar jenis dan biaya resiko yang nilai nominalnya telah dihitung, dapat dikelola atau ditangani sehingga solusi serta penanggungjawab resikonya dapat ditentukan. Ada beberapa cara menentukan penanganan resiko berdasarkan klasifikasi bentuk resikonya, yaitu [12]:

1) Resiko yang dapat diterima, yaitu bentuk resiko yang ditanggulangi oleh individu/perusahaan karena konsekuensinya dinilai cukup kecil.
2) Resiko yang direduksi, yaitu bentuk resiko yang dapat ditangani dengan cara menangani suatu tindakan alternatif yang nilai konsekuensinya dapat saja nihil atau paling tidak konsekuensi yang ditanggung lebih kecil. Misal, cuaca hujan pada masa pengecoran beton diantisipasi dengan mempercepat waktu pengecoran dengan merevisi penjadwalan waktu.
3) Resiko yang dikurangi, yaitu suatu bentuk resiko yang dampak kerugiannya dapat dikurangi dengan cara memperkecil kemungkinan kejadianya atau konsekuensi yang ditimbulkan. Misal, pekerjaan ulang akibat kesalahan yang selalu terjadi pada beberapa proyek, hal itu ditangani dengan melakukan pelatihan terhadap pegawai.
4) Resiko yang dipindahkan, yaitu suatu bentuk resiko yang dipindahkan kepada pihak lain sebagian atau keseluruhan. Misal, untuk program keselamatan dan kesehatan kerja, pihak perusahaan menjaminkan karyawannya pada perusahaan asuransi dengan membayar preminya.

2.2.5.3. Percepatan Proyek

Percepatan proyek merupakan usaha untuk menyelesaikan proyek konstruksi dengan durasi waktu yang lebih cepat dari jadwal yang ditentukan sebelumnya. Durasi percepatan *(crashing duration)* merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan proyek secara teknis masih dimungkinkan dengan asumsi sumber daya bukan suatu hambatan [1].

Ada beberapa alternatif yang dapat digunakan dalam melakukan percepatan durasi penyelesaian proyek, yaitu penambahan jam kerja, pembagian giliran kerja, penambahan tenaga kerja, penambahan alat bantu dan penggantian metode pelaksanaan. Alternatif apapun yang digunakan untuk melakukan percepatan akan mengakibatkan perubahan biaya, baik biaya total, biaya langsung dan biaya tidak langsung. Perhitungan durasi percepatan kerja lembur ditentukan dengan mengikuti rumus 2.15 :

$$\mathbf{Dc = \frac{Dn \times h}{h + (h0 \times e)}}$$

Rumus 2. 15 Durasi Percepatan *(Crash Duration)*

Keterangan :

Dc = Durasi percepatan

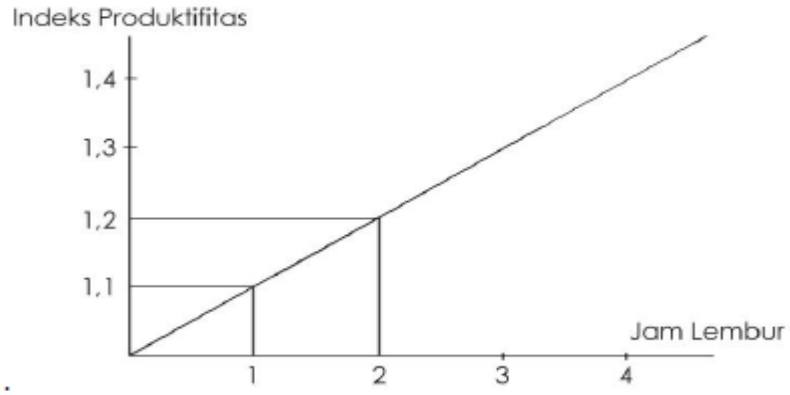
Dn = Durasi normal

H = Jam kerja normal per-hari

h0 = Jam kerja lembur per-hari

e = Efektifitas lembur, dengan ketentuan jika h0 adalah 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, maka nilai berturut-turut adalah 0.9, 0.8, 0.7, 0.6.

Penambahan jam kerja atau lembur mengalami penurunan produktifitas dikarenakan kelelahan pekerja atau terbatasnya penglihatan, penurunan produktifitas kerja lembur dapat dilihat pada gambar 2.8. [1]



:

Gambar 2. 7 Grafik Penurunan Produktifitas Kerja Lembur

2.2.5.4. Metode *Time Cost Trade Off* (TCTO)

Analisis dan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui perubahan durasi terhadap biaya proyek adalah dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO). Metode ini digunakan untuk menganalisis seberapa jauh jadwal atau durasi pekerjaan dapat dipercepat secara ekonomis. Percepatan hanya dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan kritis yang masih mungkin untuk dilakukan percepatan sehingga menghasilkan durasi baru yang lebih singkat.

Dengan dipercepatnya durasi suatu pekerjaan pasti akan menyebabkan perubahan terhadap biaya dan waktu, yang meliputi:

a. Waktu Normal *(Normal Duration)* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan selesai dengan tingkat produktivitas normal.
b. Waktu Percepatan *(Crash Duration*) merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih dimungkinkan.
c. Biaya Normal *(Normal Cost)* merupakan biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
d. Biaya Percepatan *(Crash Cost)* merupakan jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu tersingkat.
e. Biaya Tambahan *(Cost Slope)* merupakan jumlah biaya langsung per-satuan waktu.

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung *Cost Slope* adalah sebagai berikut :

$$Ri = \frac{Cc - Cn}{Dn - Dc}$$

Rumus 2. 16 Biaya Tambahan *(Cost Slope)*

Keterangan :

Ri = *Cost Slope*
Dc = Durasi percepatan
Dn = Durasi normal
Cc = Biaya percepatan
Cn = Biaya normal

2.2.6. Website

Website merupakan kumpulan halaman yang saling terhubung dan terkait. Website awalnya merupakan suatu layanan sajian informasi yang menggunakan konsep hyperlink, yang memudahkan *user* atau pengguna internet melakukan penelusuran informasi di internet. Informasi disajikan dengan menggunakan konsep multimedia, informasi disajikan dengan menggunakan banyak media seperti teks, gambar, animasi, suara atau vidio [11].

2.2.6.1. Website Statis dan Dinamis

Website dibagi menjadi dua bagian, yaitu website statis dan website dinamis. Website statis dibentuk hanya dengan menggunakan HTML,

kekurangannya adalah suatu keharusan untuk memelihara program secara terus menerus untuk mengikuti setiap perubahan yang terjadi. Biasanya untuk website statis yang ditonjolkan adalah sisi tampilan yang banyak mengandung grafis untuk menarik perhatian para pengunjung website. Website dinamis adalah website yang menampilkan informasi yang bersifat dinamis (berubah-ubah) dan dapat saling berinteraksi dengan pengguna. Dengan menggunakan pendekatan website dinamis, dimungkinkan untuk memberntuk aplikasi berbasis website dengan basis data [11].

2.2.6.2. *Home Page* dan *Browser*

Home page adalah halaman pembuka dari sekian banyak website, browser merupakan suatu program yang dirancang untuk mengambil informasi-informasi daru suatu server komputer pada jaringan internet. Informasi-informasi ini dikemas kedalam *page* atau halaman, dimana setiap halaman memiliki beberapa *link* yang menghubungkan *web page* tersebut ke sumber informasi lainnya. Jika suatu *link* di klik, maka browser akan mencari alamat dari tujuan *link* tersebut dan browser akan menampilkan informasi tersebut [11].

2.3. Model Analisis

Model analisis yang digunakan untuk membangun sistem informasi manajemen proyek konstruksi adalah sebagai berikut :

2.3.1. *Flowmap*

Flowmap merupakan diagram alir yang menunjukan aliran suatu dokumen, aliran data fisik entitas sistem inforamsi dan kegiatan operasi yang berhubungan dengan sistem informasi. Penggambaran biasanya diawali dengan mengamati dikumen apa yang menjadi media data atau informasi dan selanjutnya ditelusuri bagaimana dokumen termasuk ke bagian entitas nama dokumen tersebut, proses apa yang terjadi terhadap dokumen tersebbut dan seterusnya [11].

2.3.2. Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram atau biasa dikenal dengan diagram E-R secara grafis menggambarkan isi sebuah *database*. ERD terbagi atas tiga komponen, yaitu entitas (*entity*), atribut (*atribute*), dan relasi atau hubungan (*relation*). Secara garis besar entitas merupakan dasar yang terlibat dalam sistem.

Atribut atau field berperan sebagai penjelas dari entitas, dan relasi atau hubungan menunjukkan hubungan yang terjadi antara dua entitas [11].

1. Entitas (*Entity*)

   Entitas (*Entity*) menunjukan objek-objek dasar yang terkait di dalam sistem. Objek dasar dapat berupa orang, benda atau hal lain yang keterangannya perlu disimpan dalam basis data.

2. Atribut (*Atribute*)

   Atribut sering juga disebut sebagai properti (*property*) merupakan keterangan-keterangan yang terkait pada sebuah entitas yang perlu disimpan sebagai basis data. Atribut berfungsi sebagai penjelas sebuah entitas.

3. Relasi (*Relation*)

   Relasi atau hubungan adalah kejadian atau transaksi yang terjadi di antara dua entitas yang keterangannya perlu disimpan dalam basis data.

2.3.3. Diagram Konteks

Diagram konteks adalah diagram yang terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem. Diagram konteks merupakan level tertinggi dari DFD yang menggambarkan seluruh input ke sistem atau output dari sistem. Diagram konteks akan memberi gambaran tentang keseluruhan sistem. Sistem dibatasi oleh *Boundary* (dapat digambarkan dengan daris putus). Dalam diagram konteks hanya ada satu proses. Tidak boleh ada *store* di dalam diagram konteks [11].

2.3.4. Data Flow Diagram (DFD)

DFD merupakan alat perancangan sistem yang berorientasi pada alur data dengan konsep dekomposisi yang dapat digunakan untuk menggambaran analisis maupun rancangan sistem yang mudah dikomunikasikan kepada pemakai maupun pembuat program. Bagian dari DFD adalah sebagai berikut [11]:

1. Arus Data (*Data Flow*)

   Arus data ini menunjukan arus data yang dapat berupa masukan untuk sistem atau hasil dari proses sistem.

2. Proses

   Proses adalah kegiatan yang dilakukan oleh manusia, mesin atau komputer dari hasil arus data yang masuk ke dalam proses untuk dihasilkan arus data yang akan keluar dari proses.

3. Kesatuan Luar (*External Entity*)

   Kesatuan luar merupakan kesatuan di lingkungan luar sistem yang dapat berupa manuasia, organisasi atau sistem lain yang akan memberikan masukan (*input*) atau menerima kaluaran (*output*) dari sistem.

4. *File*

   Kumpulan data yang disimpan dengan cara tertentu. Data yang mengalir disimpan dalam *file*. Aliran data di-*update* atau ditambahkan kedalam *file*.

2.3.5. Kamus Data

Kamus data atau data *dictionary* adalah katalog fakta tentang data dan kebutuhan-kebutuhan informasi dari suatu sistem informasi. Dengan menggunakan kamus data, analisis sistem dapat mendefinisikan data yang mengalir di sistem dengan lengkap, pada tahap perancangan sistem, kamus data dapat digunakan untuk merancang *input, output,* dan merancang *database program*. Kamus data dibuat berdasarkan arus data yang ada [11].

2.4. Bahasa Pemprograman

Bahasa pemprograman yang digunakan dalam sistem pengaturan dan pengawasan ini adalah PHP untuk membangun sistem dan *view,* dan SQL untuk *database*nya [11].

2.4.1. PHP

PHP adalah akronim dari *Hipertext Preprocessor,* yaitu suatu bahasa pemprograman berbasiskan kode-kode (*script*) yang digunakan untuk mengolah suatu data dan mengirimkannya kembali ke *web browser* menjadi kode HTML [11].

Kode PHP mempunyai ciri-ciri khusus, yaitu :

1. Hanya dapat dijalankan menggunakan *web browser*, misal : *Apache*.
2. Kode PHP diletakkandan dijalankan di *web browser*.

3. Kode PHP dapat digunakan untuk mengakses *database*, seperti : MySQL, PostgreSQL, Oracle, dan lain-lainnya.

2.4.2. SQL

SQL (*Structured Query Language*) merupakan standar bahasa yang digunakan untuk memanipulasi atau *Data Manipulation Language* (DML) dan mendefinisikan atai *Data Definition Language* (DDL) objek-objek basis data sesuai dengan permintaan (*request*) dari pengguna sistem. Dimana DML adalah sekumpulan perintah-perintah *query* yang digunakan untuk melakukan manipulasi data seperti penyimpanan data ke suatu tabel, lalu kemudian mengubahnya atau menghapusnya atau hanya sekedar menampilkan saja, sedangkan DDL merujuk pada sekumpulan perintah *query* yang digunakan untuk mendefinisikan objek-objek basis data seperti pembuatan tabel basis data atau indexs primer atau sekunder dan lain-lainnya [11].

2.5. Perangkat Lunak Pendukung

Perangkat lunak yang mendukung pembangunan Sistem Informasi Manajemen Proyek ini adalah sebagai berikut [11]:

2.5.1. XAMPP

XAMPP adalah salah satu paket instalasi Apache, PHP, dan MySQL secara instan yang dapat digunakan untuk membantu proses instalasi ketiga produk tersebut. Fungsinya adalah sebagai server yang berdiri sendiri (*Localhost*). Fitur yang ada pada XAMPP adalah sebagai berikut :

1. Apache
2. Cgi-Bin
3. PHP
4. MySQL
5. FTP
6. PHP MyAdmin

2.5.2. Adobe Dreamwever CS5

Dreamweaver adalah salah satu web-desain program yang paling populer di industri. Hal ini memungkinkan *programmer* untuk mengembangkan *website* professional dan tampilan yang *user-friendly*, perangkat dan fitur telah memiliki paket item untuk mendesain *website* [11].

Dreamweaver mendukung *Cascading Style Sheets* (CSS) dan *Hyper Text Markup Language* (HTML) dan memiliki fitur dukungan baik kode-editing yang akan membantu *programmer* untuk menulis *coding* CSS dan HTML. Di samping menulis kode, *programmer* dapat menggunakan alat tata letak *visual* untuk membangun *website* dan membuat *website* semakin terlihat luar biasa.

2.5.3. MySQL

MySQL adalah salah satu aplikasi *Relational Database Management Server* (RDBMS) bersifat *open source* yang memungkinkan data diakses dengan cepat oleh banyak pemakai secara bersamaan dan juga kemungkinan pembatasan akses pemakai berdasarkan *privilage* (hak akses) yang diberikan. MySQL menggunakan bahasa SQL (*structured query language*) yang merupakan bahasa standar pemprograman *database* [11].

MySQL dipublikasikan sejak tahun 1996, akan tetapi sebenarnya sudah dikembangkan sejak tahun 1972. MySQL telah memenangkan penghargaan *Linux Journal Reader's Choice Award* selama tiga tahun. MySQL sekarang tersedia dibawah lisensi *open source*, tetapi ada juga lisensi untuk menggunakan MySQL yang bersifat komersial.

Keunggulan dari MySQL adalah :

1. Bersifat *open source*.
2. Sistem perangkat lunaknya tidak memberatkan kerja *server* atau komputer karena dapat bekerja di *background*.

2.6. Konsep Pengujian Perangkat Lunak

Ada beberapa jenis dan strategi dalam pengujian perangkat lunak, yang semuanya itu memiliki satu tujuan yang sama, yaitu meningkatkan kepercayaan diri pengembang perangkat lunak terhadap fungsi-fungsi perangkat lunaknya. Beranjak dari tujuan ini, suatu perangkat lunak dapat diuji untuk menerima berbagai perlakuan dalam rangka pengujian. Di antaranya adalah dengan melakukan tindakan-tindakan yang mungkin dilakukan pengguna perangkat lunak. Juga, perhitungan terhadap keandalan perangkat lunak selama operasi dilakukan.

Berdasarkan standar IEEE, pengujian perangkat lunak memiliki pengertian aktivitas yang dilakukan untuk mengevaluasi kualitas produk dan untuk mengembangkannya dengan mengidentifikasi kelemahan dan permasalahan yang tejadi. Definisi secara umum adalah "*Software testing consist of the dynamic verification of the behavior of program on a finite set of test cases, suitably selected from the usually infinite executions domain, againts the expected behavior"(*Pengujian perangkat lunak terdiri dari verifikasi dinamis perilaku program pada sekumpulan kasus-kasus pengujian yang terbatas,pada umumnya dipilih dengan tepat dari domain eksekusi yang tak terbatas, dan berlawanan dengan perilaku yang diharapkan).

Pengujian perangkat lunak adalah proses untuk menjalankan sebuah program atau sistem untuk mencari kesalahan. Atau, pengujian perangkat lunak melibatkan semua kegiatan yang bertujuan untuk mengevaluasi atribut atau kemampuan dari sebuah program atau sistem dan menentukan bahwa pengujian perangkat lunak bertemu dengan hasil yang diperlukan. Perangkat lunak ini tidak berbeda dengan proses fisik lainnya yang diterima, dengan masukan yang diterima dan keluaran yang dihasilkan [14].

2.6.1. Pengujian *White box*

Pengujian *White Box*, yang kadang-kadang disebut pengujian*Glass box*, adalah metode desain *test case* yang menggunakan struktur kontrol desain prosedural untuk memperoleh *text case* . Dengan menggunakan metode pengujian *white box*, perekayasa sistem dapat melakukan *test case* yang [15] :

1. Memberikan jaminan bahwa semua jalur independen pada suatu modul telah digunakan paling tidak satu kali.
2. Menggunakan semua keputusan login pada sisi *true* dan *false.*
3. Mengeksekusi semua *loop* pada batasan mereka dan pada batas operasional mereka.
4. Menggunakan struktur data internal untuk menjamin validitasnya.

2.6.2. Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* berfokus pada persyaratan *fungsional* perangkat lunak. Dengan demikian, pengujian *black box* memungkinkan perekayasa

perangkat lunak mendapatkan serangkaian kondisi input yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan *funsgional* untuk suatu program. Pengujian *black box* bukan merupakan *alternatif* dari teknik *white box,* tetapi merupakan pendekatan komplementer daripada metode *white box.* Pengujian *black box* berusaha menemukan kesalahan dalam kategori sebagai berikut :

1. Fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang.
2. Kesalahan *interface.*
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses database eksternal.
4. Kesalahan kierja.
5. Inisialisasi dan keselahan terminasi.

Tidak seperti pengujian *white box,* yang dilakukan pada saat awal proses pengujian, pengujian *black box* cenderung diaplikasikan selama tahap akhir pengujian[15]. Yaitu dengan pengujian alfa dan pengujian beta, dimana pengertiannya sebagai berikut :

a. Pengujian Alfa

   Pada jenis pengujian ini, pengguna akan diundang ke pusat pengembang. Pengguna akan menggunakan aplikasi dan pengembang akan mencatat setiap masukan atau tindakan yang dilakukan oleh pengguna. Semua jenis perilaku yang tidak normal dari sistem dicatat dan dikoreksi oleh para pengembang.

b. Pengujian Beta

   Pada jenis pengujian ini, perangkat lunak didistribusikan sebagai sebuah versi beta dengan pengguna yang menguji aplikasi di situs mereka. Pengecualian/cacat yang terjadi akan dilaporkan kepada pengembang. Pengujian beta dilakukan setelah pengujian alfa. Versi perangkat lunak yang dikenal dengan sebutan versi beta dirilis untuk pengguna yang terbatas di luar perusahaan. Perangkat lunak dilepaskan ke kelompok masyarakat agar dapat memastikan bahwa perangkat lunak tersbut memiliki bebrapa kesalahan atau *bug*.