BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Lingkup Perusahaan

Tahap ini merupakan peninjuan terhadap tempat penelitian studi kasus yang dilakukan di PT Imeco Inter Sarana. Tinjauan ini meliputi sejarah, visi dan misi, logo perusahaan, struktur organisasi serta uraian tugas pada jabatan yang ada di PT Imeco Inter Sarana.

2.1.1 Sejarah dan Profil Perusahaan

PT Imeco merupakan perusahaan swasta nasional yang bergerak dalam bidang usaha jasa untuk menunjang kegiatan operasi dan produksi minyak bumi dan gas dalam penyediaan *Pumping Unit* (Pompa Angguk). Pumping Unit adalah alat buatan untuk pengambilan minyak bumi ke permukaan. PT Imeco Inter Sarana memiliki *Strategic Business Unit Operation and Maintenance* (SBU Operasi dan Perawatan) untuk mendukung penyewaan peralatan operasi dan perawatan dari pompa angguk atau pumping unit untuk perusahaan minyak bumi dan gas.

Perusahaan ini didirikan pada tahun 2009. Nomor izin usaha berdasarkan Legalisasi Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP) No. 061/BPMP2T-PZN/IV/2014/224 dengan alamat kantor di Jalan Raya Duri Dumai KM. 3,5 Desa Balai Makam Kecamatan Mandau. PT Imeco Inter Sarana juga memiliki fasilitas *workshop* manufaktur atau tempat untuk menunjang dalam kegiatan pembuatan pumping unit yang beralamat di Jalan Lintas Timur Sumatera Raya Duri Dumai KM. 25.

Proyek pumping unit yang dikerjakan PT Imeco memiliki manufaktur sendiri dengan merek GIGATECH dengan membekali sertifikat API 11E.

2.1.2 Visi dan Misi

Visi dan Misi PT Imeco Inter Sarana dalam menjalankan usaha sebagai berikut.

1. Visi

Diakui sebagai mitra yang bernilai guna yaitu berbobot, terpercaya, dan mampu menyumbangkan nilai tambah yang berharga di bidang pembangunan sarana pengembangan energi dan industri di Indonesia.

2. Misi
   a. Fokuskan perhatian pada kebutuhan pelanggan akan solusi.
   b. Kembangkan sinergi dan ciptakan nilai tambah.
   c. Junjung kepercayaan pelanggan melalui prestasi yang berkualitas.
   d. Raih hasil usaha yang sehat.

2.1.3 Logo Perusahaan

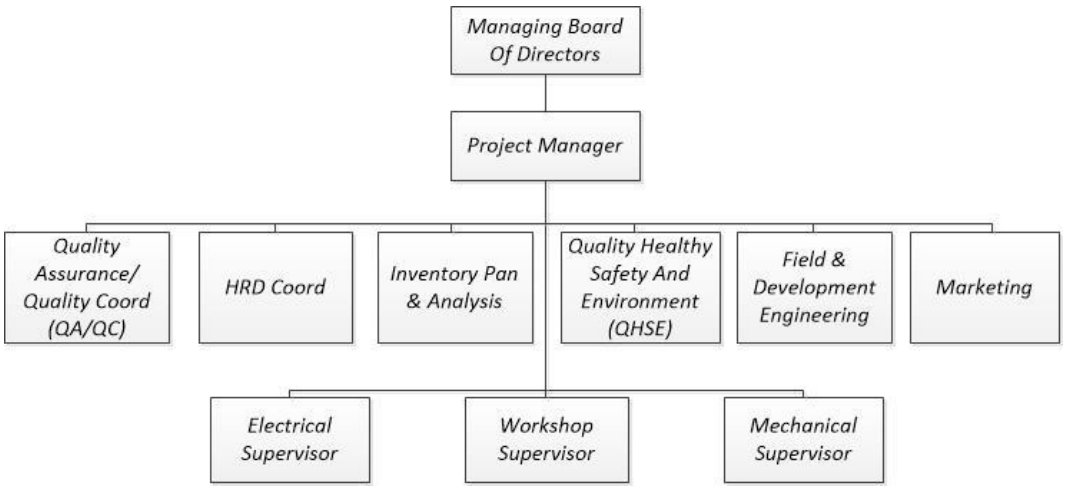
Logo merupakan simbol, tanda gambar, merek dagang (*trademark*) yang berfungsi sebagai lambang identitas diri dari suatu badan usaha dan tanda pengenal yang merupakan ciri khas perusahaan. Berikut merupakan logo dari PT. Imeco Inter Sarana yang dapat di lihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Logo PT Imeco Inter Sarana

2.1.4 Struktur Organisasi dan Uraian Tugas

Perusahaan besar maupun kecil tidak dapat dipisahkan dari stuktur organisasi perusahaan yang merupakan suatu kerangka kerja bagi semua induvidu. Tujuan penyusunan stuktur organisasi adalah mencapai koordinasi, komunikasi, dan kerjasama yang baik diantara para pelaksana organisasi. Untuk menjelaskan struktur organisasi yang menjadi sasaran kegiatan penelitian, maka struktur organisasi dari Pumping Unit (SBU *Operation and Maintenance*) PT Imeco Inter Sarana dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Organisasi PT Imeco Inter Sarana

Berikut uraian tugas dan wewenang tiap bagian dari struktur organisasi yang terdapat pada Gambar 2.2.

1. ***Managing Board Of Directors***
   a. Memimpin seluruh dewan atau komite eksekutif.
   b. Menawarkan visi dan imajinasi di tingkat tertinggi bekerjasama dengan (*Board Of Directors dan Corporate Board*).
   c. Memimpin rapat umum, dalam hal memastikan pelaksanaan tata-tertib, keadilan dan kesempatan bagi semua untuk berkontribusi secara tepat, menyesuaikan alokasi waktu per item masalah, menentukan urutan agenda, mengarahkan diskusi ke arah konsensus, menjelaskan dan menyimpulkan tindakan dan kebijakan.
   d. Memainkan bagian terkemuka dalam menentukan komposisi dari *board* dan sub-komite, sehingga tercapainya keselarasan dan efektivitas.
   e. Menjalankan tanggung jawab dari direktur perusahaan sesuai dengan standar etika dan hukum, sebagai referensi dalam pengembangan dan menjalankan setiap proyek.
2. ***Project Manager***
   a. Menguasai dan mengendalikan aspek-aspek proyek.
   b. Mengorganisir dan mengkoordinasikan setiap fungsional yang ada di proyek menjadi *teamwork* yang baik.
   c. Memonitor status proyek.

d. Mengorganisasikan, memilih dan menempatkan orang-orang dalam tim proyek, serta mengorganisasikan dan mengalokasikan sumber daya.
e. Mengendalikan sistem dan prosedur pengendalian mutu pelaksanaan pekerjaan sehingga dihasilkan mutu sesuai spesifikasi.
f. Mengidentifikasi masalah-masalah teknis.
g. Mengendalikan dan menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang mungkin timbul baik internal maupun ekternal proyek.

3. *Quality Assurance/Quality Coordinator* (QA/QC)

a. Mengawasi dan menkoordinasi aktivitas pabrik dalam hal pengontrolan kualitas.
b. Melakukan pemantauan kinerja sistem mutu.
c. Melakukan pemantauan pelaksanaan prosedur pada proyek pumping unit.
d. Menilai efektifitas kinerja pada proyek pumping unit.
e. Melakukan penilaian terhadap keluhan yang terjadi pada teknis di Pumping Unit/Quality & HSE.
f. Melakukan koordinasi mengenai implementasi internal audit mutu di pabrik secara berkala.
g. Memastikan pelaksanaan validasi, kualifikasi, dan kalibrasi pada semua alat ukur atau alat uji yang digunakan di lapangan.

4. HRD *(Human Resources Development) Coordinator*

a. Memelihara keberadaan karyawan dan mengembangkan tenaga kerja baru.
b. Mencari tenaga kerja baru jika diperlukan oleh perusahaan atau SBU atau proyek.
c. Menyeleksi tenaga kerja baru yang berkompeten dan sesuai dengan perusahaan.
d. Melakukan pengawasan dan perawatan teknologi informasi perusahaan.
e. Memberikan kontribusi dalam pengelolaan data kerja pegawai secara teratur dari perusahaan.
f. Memberikan proteksi kepada pekerja agar dapat melaksanakan pekerjaannya dengan tenang sehingga kinerja dan kontribusi perkerja tersebut dapat tetap maksimal dari waktu ke waktu.

5. ***Quality Healthy Safety and Environment*** **(QHSE)**
    a. Merencanakan dan melaksanakan peraturan dan prosedur keselamatan kerja dengan mengikuti peraturan dan perundang-undangan pemerintah yang berlaku.
    b. Menyusun target operasional yaitu "Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan" (K3L) secara teratur.
    c. Melaksanakan program komunikasi K3L secara terpadu dan terintegrasi.
    d. Melaksanakan program komunikasi dan pelatihan secara berkesinambungan.
    e. Mewakili perusahaan dalam masalah K3L di lingkungan kerja, masyarakat dan perindustrian minyak dan gas pada umumnya.
6. ***Inventory Plan & Analysis***
    a. Merencanakan dan mengendalikan proses produksi mulai dari bahan baku tersedia sampai pumping unit berdiri
    b. Melakukan stock opname atau perhitungan fisik persediaan secara berkala di *workshop*.
    c. Melakukan penelusuran terhadap selisih stok yang terjadi jika ada.
    d. Membuat laporan hasil stok opname secara berkala.
7. ***Field & Development Engineering***
    a. Mengendalikan personil yang terlibat dalam pekerjaan penyelidikan bahan atau material baik di lapangan maupun *workshop*.
    b. Inspeksi secara teratur ke paket-paket pekerjaan untuk melakukan monitoring kondisi pekerjaan dan melakukan perbaikan agar pekerjaan dapat direalisasikan sesuai dengan ketentuan dan persyaratan yang telah ditentukan.
    c. Pemahaman terhadap spesifikasi serta metode pelaksanaan untuk setiap jenis pekerjaan yang disesuaikan dengan kondisi dilapangan.
    d. Melakukan pengecekan secara cermat terhadap pengukuran *drawing*, pumping unit, dan mesin.
    e. Mengecek dan menandatangani dokumen tentang pengendalian mutu mesin atau *drawing*.

f. Memeriksa dan membuat gambar kerja (*shop drawing*).
g. Memeriksa gambar hasil terlaksana (*as built drawing*) yang diajukan dan disetujui oleh *Project Manager* dan *Quality Assurance*. Gambar tersebut harus dibuat secara bertahap setiap pekerjaan selesai dikerjakan.

8. *Marketing*

a. Bertanggung jawab penuh untuk melakukan penanganan dalam bidang pemasaran setiap *tender* atau proyek yang sedang berjalan.
b. Memeriksa segala kelengkapan dan persyaratan dari pembeli untuk proyek pumping unit.
c. Berkewajiban menata, menjaga, menyimpan dengan baik terhadap peralatan dokumen yang menyangkut tugas dan tanggung jawab.
d. Marketing diberi kesempatan untuk mengajukan usul atau pendapat yang positif berhubungan dengan tugas dan tanggung jawabnya.
e. Dapat menjaga hubungan baik dengan bidang lainnya serta dapat melaksanakan tugas-tugas yang diberikan pimpinan untuk kepentingan perusahaan.
f. Melaksanakan tugas-tugas khusus kerja yang diberikan oleh atasan untuk kepentingan perusahaan.

9. *Electrical Supervisor*

a. Mengontrol kualitas pekerjaan dan kualitas hasil pekerjaan elektrikal agar sesuai dengan desain, spesifikasi teknis, *data sheet*, dan gambar kerja yang telah disetujui.
b. Melakukan tinjauan terhadap perubahan atau modifikasi pekerjaan elektrikal di lapangan dengan melakukan koordinasi terhadap pemeriksaan gambar dari kontraktor bidang elektrikal.
c. Mengontrol pekerjaan sebelum dan pengawasan saat berjalan agar pumping unit sesuai dengan prosedur yang telah disetujui.

10. *Workshop Supervisor*

a. Mengelola pemeliharaan fasilitas fisik bengkel atau *workshop* seperti peralatan dan material pumping unit.

b. Melakukan pengamatan, analisa serta tindak lanjut terhadap kerja para teknisi dan mekanik bengkel.
c. Mengawasi pelaksanaan permintaan material tepat waktu sesuai SOP (*Standard Operating Procedure*).
d. Menentukan pelatihan untuk manajer proyek, teknisi, dan mekanik di bengkel.
e. Menjaga operasional bengkel yang bersih dan aman sesuai ketentuan *Quality Healthy Safety and Environment* (QHSE) PT Imeco Inter Sarana.

11. *Mechanical Supervisor*

a. Mengontrol kualitas pekerjaan dan kualitas hasil pekerjaan mekanik agar sesuai dengan desain, spesifikasi teknis, *data sheet*, dan gambar kerja yang telah disetujui.
b. Melakukan supervisi dan koordinasi selama kegiatan pabrikasi atau pembuatan pumping unit terhadap peralatan mekanikal.
c. Mengawasi proses pengelasan agar pekerjaan dilaksanakan sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku.
d. Melakukan koordinasi pengetesan dan pengawasan bidang mekanikal.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori pada penulisan tugas akhir ini menerangkan teori-teori yang berhubungan dengan sistem manajemen proyek pumping unit di PT Imeco Inter Sarana.

2.2.1 Pengertian Sistem

Sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau menyelesaikan suatu sasaran tertentu. Sistem dapat didefenisikan sebagai suatu kesatuan yang terdiri dari dua atau lebih komponen atau subsistem yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan [10]. Sistem merupakan kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu dengan syarat-syarat yang harus dimiliki oleh suatu sistem, yaitu sebagai berikut:

1. Sistem harus dibentuk untuk menyelesaikan suatu tujuan.

2. Elemen sistem harus mempunyai rencana yang ditetapkan.
3. Adanya hubungan di antara elemen sistem.
4. Unsur dasar dari proses (arus informasi, energi, dan material) lebih penting dari pada elemen sistem.

2.2.2 Pengertian Manajemen

Manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Tujuan dari manajemen adalah untuk mendapatkan metode atau cara teknis yang paling baik agar dengan sumber-sumber daya yang terbatas diperoleh hasil maksimal dalam hal ketepatan, kecepatan, penghematan, dan keselamatan kerja secara komprehensif [1].

Kegiatan-kegiatan dari manajemen adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan

   Perencanaan adalah untuk menjembatani antara langkah yang diambil dengan sasaran yang akan diraih sesuai dengan tujuan tertentu.
2. Pengorganisasian

   Pengorganisasian mempunyai kemampuan dalam mengatur mengalokasikan kegiatan serta mengkoordinasikan sumber daya kepada anggota organisasi agar sesuai jenis pekerjaan agar dapat mencapai sasaran secara efisien.
3. Pelaksanaan

   Pelaksanaan merupakan implementasi dari perencanaan yang sebelumnya dilakukan.
4. Pengendalian

   Pengendalian ini merupakan tahap untuk mengawasi, mengkaji dan bila perlu mengadakan koreksi agar hasil kegiatan sesuai dengan kebijakan organisasi.

2.2.3 Pengertian Proyek

Proyek adalah gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material, peralatan, dan modal atau biaya yang dihimpun dalam suatu wadah

organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan [1]. Adapun sifat-sifat dari proyek yaitu sebagai berikut:

1. Bersifat Terbatas

   Penyelesaian suatu proyek yang mencakup semua tujuan akan dilaksanakan dalam suatu periode waktu terbatas. Siklus proyek biasanya relatif pendek.

2. Kompleks

   Suatu kegiatan dianggap suatu proyek apabila terdiri dari aktifitas seri atau paralel, sehingga pengerjaannya harus mencakup gabungan antara keterampilan manusia, sumber daya, bahan baku, serta formalitas lainnya yang terbatas.

3. Tidak Berulang

   Suatu proyek merupakan suatu usaha yang tidak berulang atau rutin, sedangkan kegiatan-kegiatan yang berbentuk proyek, pelaksanaannya tergantung pada beberapa sumber yang terlibat, waktu penyelesaianya, serta kompleksitas teknologi yang digunakan.

2.2.4 Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen Proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapat hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja [1]. Pengertian manajemen dalam perencanaan dan pengendalian proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran perusahaan.

Manajemen proyek meliputi tiga fase (Heizer dan Render, 2005), yaitu sebagai berikut [5]:

1. Perencanaan

   Fase ini mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan proyek, dan organisasi timnya.

2. Penjadwalan

   Fase ini menghubungkan orang, uang, dan bahan unt uk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.

3. Pengendalian

   Perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelola kembali sumber daya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

Tujuan dalam menajemen proyek adalah sebagai berikut:

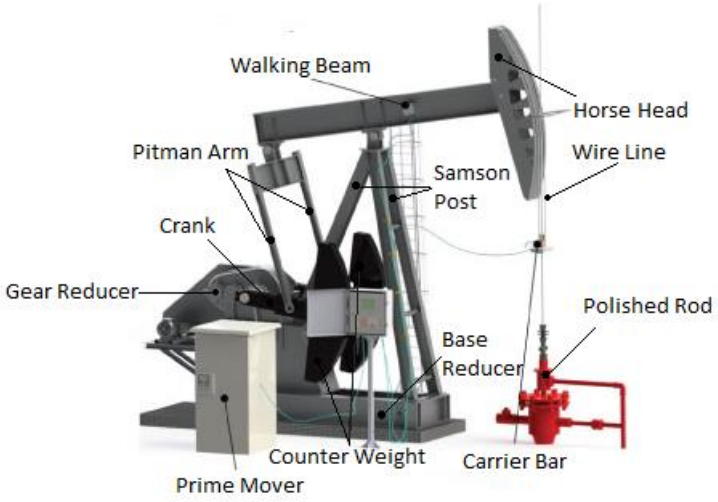
1. Tepat waktu (*on time*) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.
2. Tepat anggaran (*on budget*) yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
3. Tepat spesifikasi (*on spesification*) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

2.2.5 Pengertian Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi memiliki kegiatan utama yaitu 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 [6]. Manajemen dalam proyek konstruksi berfungsi untuk memenuhi kebutuhan konstruksi. Manajemen konstruksi menangani tahapan-tahapan perencanaan, desain dan konstruksi proyek ke dalam tugas-tugas yang terpadukan.

2.2.6 Pengenalan Alat *Pumping Unit*

Studi kasus dalam tugas akhir ini merupakan perusahaan yang membuat alat *pumping unit*. *Pumping Unit* atau *Pump-ing unit* (pompa angguk) adalah suatu alat yang dipakai untuk memompa minyak dari dalam bumi, dari kedalaman ratusan bahkan ribuan meter. Berikut bentuk dan komponen *pumping unit* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Pumping Unit*

Uraian kegunaan pada tiap bagian dalam alat *pumping unit* pada Gambar 2.3 adalah sebagai berikut:

1. ***Prime Mover***

   Prime mover (mesin penggerak) merupakan sumber tenaga penggerak utama dari seluruh rangkaian komponen pumping unit yaitu komponen yang berada di atas permukaan serta di bawah permukaan.

2. ***Walking Beam***

   Walking beam merupakan tangkai horizontal dibawah *horse head*. *Walking beam* berfungsinya dalam penggerak naik turun yang dihasilkan oleh *pitman arm*, *crank*, serta *counter weight* melalui rangkaian pompa ke dalam sumur.

3. ***Horse Head***

   Horse head berfungsi menurunkan gerak dari *walking beam* ke unit pompa di dalam sumur melalui *wire line*. Horse head merupakan kepala dari *walking beam* yang menyerupai kepala kuda.

4. ***Gear Reducer***

   Gear reducer berfungsi mengubah kecepatan putar dari *prime mover* menjadi langkah pemompaan yang sesuai.

5. ***Crank***

   Crank merupakan sepasang tangkai yang menghubungkan *gear reducer* dengan *counter weight*. Pada *crank* ini terdapat lubang-lubang tempat pitman

arm. Crank berfungsi dalam mengatur langkah atau gerakan pemompaan yang diinginkan dengan cara mengubah *pitman arm.*

6. ***Counter Weight***

   Counter weight merupakan sepasang pemberat yang berfungsi untuk menyeimbangkan gerakan saat naik turun, dengan cara menyimpan tenaga minimum *prime mover* pada saat turun dan mengeluarkan tenaga pada saat naik sehingga terjadi perataan pembebanan.

7. ***Base Reducer***

   Base reducer merupakan penompang dari seluruh komponen alat pumping unit.

8. ***Pitman Arm***

   Pitman Arm menghubungkan antara *walking beam* dengan *crank*. Lengan pitman berfungsi untuk mengubah gerakan berputar menjadi gerakan naik turun pada pumping unit.

9. ***Samson Post***

   Samson post merupakan kaki penyangga atau penampang *walking beam* pada bagian tengah pumping unit.

10. ***Wire Line***

    Wire line merupakan sepasang kabel baja yang disatukan pada *carrier bar*. *Wire line* berfungsi untuk menghubungkan *horse head* dengan *polished rod*.

12. ***Polished Rod***

    Polished rod merupakan penghubung antara rangkaian pumping unit di permukaan dengan rangkaian di bawah permukaan.

13. ***Carrier Bar***

    Carrier bar merupakan alat yang berfungsi sebagai tempat bergantungnya rangkaian pada *polished rod.*

Prinsip kerja pumping unit yaitu mengubah gerak rotasi dari *prime mover* menjadi gerak naik turun oleh sistem *pitman crank assembly*, kemudian gerak ini melalui *walking beam* di teruskan ke *horse head* dijadikan gerak lurus naik turun untuk menggerakan *wire line* melalui rangkaian pumping unit.

2.2.7 Metode *Critical Path Method* (CPM)

Perencanaan *network planning* atau jariangan kerja dalam pendekatan terhadap disiplin proyek merupakan alat yang perkembangannya berada dalam konsep lintasan kritis. Salah satu sistem yang berkembang dengan baik adalah metode jalur kritis atau CPM. *Critical Path Method* (CPM) merupakan salah satu teknik manajemen yang dapat digunakan untuk merencanakan dan pelaksanaan kegiatan serta memperlihatkan hubungan antar kegiatan.

Penggunaan CPM secara sederhana bermaksud untuk membuat jadwal yang berukuran besar pada proyek besar menjadi lebih sederhana sehingga penjadwalan dapat lebih mudah untuk dikelola dan mengatasi kompleksitas proyek yang besar. Proses identifikasi jalur kritis ada beberapa istilah sebagai berikut:

1. TE = E *(Earliest Event Occurence Time*)

   Waktu paling awal atau tercepat peristiwa dapat terjadi, yang berarti waktu paling awal suatu kegiatan yang berasal dari node tersebut dapat dimulai, karena menurut aturan dasar jaringan kerja, suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan terdahulu atau sebelumnya telah selesai.
2. TL = L *(Latest Event Occurence Time)*

   Waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.
3. *Earliest Start time* (ES)

   Earliest start time adalah waktu paling awal dari suatu kegiatan dapat dimulai, dengan memperlihatkan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan pengerjaan.
4. *Earliest Finish time* (EF)

   Earliest finish time adalah waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan, atau sama dengan ES ditambah waktu kegiatan yang diharapkan.
5. *Latest Start time* (LS)

   Latest start time adalah waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.

6. *Latest Finish time* (LF)

   Latest finish time adalah waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan, atau sama dengan LS ditambah waktu kegiatan yang diharapkan.

7. t (*Duration Time*)

   Duration merupakan kurun waktu suatu kegiatan.

Dalam perhitungan CPM juga digunakan tiga asumsi dasar yaitu proyek hanya memiliki satu *initial event* (*start*) dan satu *terminal event* (*finish*). Kedua, saat tercepat terjadinya *initial event* adalah hari ke-nol. Ketiga, saat paling lambat terjadinya *terminal event* adalah LS = ES. Adapun cara perhitungan dalam menentukan waktu penyelesaian terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan maju *(forward computation)* dan perhitungan mundur *(backward computation)*. Berikut penjelasan dari tahap tersebut.

1. Perhitungan Maju

   Beberapa prinsip yang digunakan dalam hitungan maju :

   a. Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya telah selesai dengan rumus berikut:

   $$E(1) = 0 \quad (2.1)$$

   b. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan seperti yang dijabarkan pada rumus berikut:

   $$EF = ES + t \text{ atau } EF(i\text{-}j) = ES(i\text{-}j) + t(i\text{-}j) \quad (2.2)$$

   Maka : EF(1-2) = ES(1-2) + t = 0 + 2 = 2

   EF(2-3) = ES(2-3) + t = 2 + 5 = 7

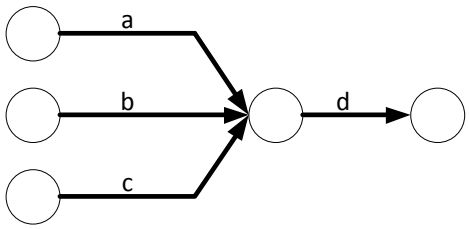
   EF(2-4) = ES(2-4) + t = 2 + 3 = 5

   EF(3-5) = ES(3-5) + t = 7 + 6 = 13

   EF(4-5) = ES(4-5) + t = 5 + 4 = 9

   c. Apabila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar

dari kegiatan terdahulu. Misalnya jaringan kegiatan dalam perhitungan maju pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Proyek Perhitungan Maju

Pada gambar 2.4 menjelaskan bawa Jika EF(c) > EF(b) > EF(a), maka ES(d) = EF(c) maka: EF(5-6) = EF(4-5) + t = 13 + 3 = 16. Berikut dilakukan hasil perhitungan untuk mendapatkan waktu selesai paling awal dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hasil Perhitungan Maju Untuk Mendapatkan EF

Kegiatan		Kurun Waktu (t)	Paling Awal	
i	j		Mulai (ES)	Selesai (EF)
1	2	2	0	2
2	3	5	2	7
2	4	3	2	5
3	5	6	7	13
4	5	4	5	9
5	6	3	13	16

Dari perhitungan pada Tabel 2.1 di atas diperoleh waktu penyelesaian proyek adalah selama 16 minggu.

2. Perhitungan Mundur

Beberapa prinsip yang digunakan dalam perhitungan mundur adalah :

a. Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LS(i\text{-}j) = LF(i\text{-}j) - t \quad (2.3)$$

Maka LS(5-6) = LF(5-6) – D = 16 – 3 = 13

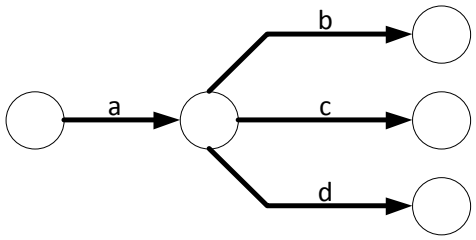
LS(4-5) = LF(4-5) – D = 13 – 4 = 9

LS(3-5) = LF(3-5) – D = 13 – 6 = 7

LS(2-4) = LF(2-4) – D = 9 – 3 = 6

LS(2-3) = LF(2-3) – D = 7 – 5 = 2

b. Apabila suatu kegiatan terpecah menjadi dua kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.



Gambar 2.5 Proyek Perhitungan Mundur

Pada gambar 2.5 menjelaskan bahwa LS(b) < LS(c) < LS(d) maka LF(a) = LS(b) maka LF(1-2) = LS(2-3) = 2 dan LS(1-2) = EF(1-2) – D = 2-2 = 0. Berikut dilakukan hasil perhitungan untuk mendapatkan waktu selesai paling akhir dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Mundur Untuk Mendapatkan LF

Kegiatan		Kurun Waktu (t)	Paling Awal		Paling Akhir	
I	j		Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)
1	2	2	0	2	0	2
2	3	5	2	7	2	7
2	4	3	2	5	6	9
3	5	6	7	13	7	13
4	5	4	5	9	9	13
5	6	3	13	16	13	16

3. *Total Float* (TF)

Total Float menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Total float dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$TF = LF(i\text{-}j) - ES(i\text{-}j) - t(i\text{-}j) \qquad (2.4)$$

Untuk memanfaatkan float total, maka kegiatan terdahulu harus mulai seawal mungkin (=ES), sebaliknya kegiatan berikutnya harus mulai selambat mungkin (=LS). Berikut contoh total perhitungan ES, EF, LS, LF, dan TF pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hasil Perhitungan ES, EF, LS, LF dan TF

Kegiatan		Kurun Waktu (t)	Paling Awal		Paling Akhir		Total Float (TF)
i	J		Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)	
1	2	2	0	2	0	2	0
2	3	5	2	7	2	7	0
2	4	3	2	5	6	9	4
3	5	6	7	13	7	13	0
4	5	4	5	9	9	13	4
5	6	3	13	16	13	16	0

Manfaat dari penerapan CPM pada perencanaan adalah sebagai berikut :

1. Dalam merencanakan dan menganalisa suatu kegiatan proyek dengan metode CPM, perencana proyek harus memilki pengetahuan yang luas sehingga dapat mengantisipasi kesulitan dalam pelaksanaan kegiatan.
2. Dalam penyelesaian jalur kritis dan yang bukan kritis ditunjukkan dengan jelas dengan diagram CPM, sehingga dapat mengatur pelaksanaan kegiatan.
3. Adanya komunikasi antara pelaksana konstruksi dengan lebih jelas.

2.2.8 Metode *Earned Value Management* (EVM)

Biaya adalah semua sumber daya yang harus dikorbankan untuk mencapai tujuan spesifik atau untuk mendapat sesuatu sebagai gantinya. Manajemen dalam biaya proyek merupakan proses yang dibutuhkan untuk menjamin bahwa proyek dapat diselesaikan sesuai dengan biaya yang telah disepakati. Metode EVM merupakan suatu alat penting dalam pengendalian biaya.

Metode EVM (*Earned Value Management*) merupakan suatu metode untuk mengukur kinerja proyek yang mengintegrasikan ruang lingkup, waktu dan data biaya. Metode ini bisa memeberikan informasi mengenai posisi kemajuan proyek dalam jangka waktu tertentu serta dapat memperkirakan kemajuan proyek pada periode selanjutnya baik dalam hal biaya maupun waktu penyelesaian proyek. Metode EVM menggunakan kurva S sebagai tampilan informasi dengan sumbu X menunjukan durasi proyek dan sumbu Y untuk menyatakan kumulatif biaya. Dimana kelebihan dari metode ini adalah sebagai berikut [1]:

1. Tampilan informasi metode *earned value* lebih progresif dibandingkan kurva S konvensional.

2. Metode ini bisa memprediksi kerugian biaya dan waktu berdasarkan progres kerja yang cenderung lambat, sehingga tambahan durasi proyek dan biaya akhir dapat dihitung dengan pendekatan sistematis.
3. Informasi dari predikisi Biaya penyelesaian akhir dan prediksi waktu penyelesaian akhir dapat digunakan untuk melakukan tindakan koreksi berupa mempercepat progress proyek dengan pertukaran biaya dan waktu atau dengan penambahan tenaga kerja atau lembur serta penjadwalan kembali sumber daya yang misalnya tenaga kerja, peralatan, serta material.

Istilah-istilah yang digunakan dalam metode EVM adalah sebagai berikut :

1. Planned Value (PV)

   Planned Value dulu disebut *Budgeted Cost of Work Scheduled* (BCWS) atau disingkat *budget*, yaitu porsi dari total estimasi biaya terencana (BAC) yang sudah disetujui untuk dikeluarkan pada sebuah aktifitas selama periode waktu tertentu. Perhitungan PV didapat dengan menggunakan rumus yaitu:

   $$PV = (\%\ Progress\ Rencana) \times BAC \quad (2.5)$$

2. Actual Cost (AC)

   Actual Cost dulu disebut *Actual Cost of Work Performed* (ACWP) adalah total dari biaya langsung atau tidak langsung yang dipakai dalam penyelesaian pekerjaan pada sebuah aktifitas selama periode waktu tertentu.

3. Earned Value (EV)

   Earned Value dulu disebut *Budgeted Cost Of Work Performed* (BCWP), yaitu sebuah estimasi dari nilai fisikal penyelesaian sebuah pekerjaan. Ini didasarkan pada biaya terencana yang *original* dari sebuah proyek atau sebuah aktifitas dan laju dari tim dalam menyelesaikan proyek atau sebuah aktifitas pada saat tertentu.

   $$EV = (\%\ Progress\ Aktual) \times BAC \quad (2.6)$$

4. Cost Varience (CV)

   Cost Variance merupakan selisih antara nilai yang diperoleh setelah menyelesaikan paket-paket pekerjaan dengan biaya aktual yang terjadi selama pelaksanaan proyek.

Dalam melakukan perhitungan apabila hasil CV negatif, maka biaya dalam melakukan pengerjaan lebih besar dari biaya yang direncanakan, sedangkan nilai CV positif berarti biaya melakukan pengerjaan lebih kecil dari biaya yang direncanakan. Perhitungan CV didapat dengan menggunakan rumus yaitu:

$$CV = EV - AC \qquad (2.7)$$

5. Schedule Varience (SV)

   Schedule Variance merupakan selisih biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang sudah dilaksanakan (EV) dengan biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang dijadwalkan (PV).

   Dalam melakukan perhitungan apabila hasil SV negatif, maka waktu pekerjaan melebihi dari yang direncanakan atau memakai waktu yang lebih lama dibandingkan dengan yang direncanakan (*behind schedule*). Jika nilai SV positif maka waktu yang diperlukan lebih kecil dibandingkan dengan yang direncanakan atau pekerjaan selesai lebih cepat (*ahead of schedule*). Perhitungan SV dapat dilakukan menggunakan rumus yaitu:

$$SV = EV - PV \quad (2.8)$$

6. Cost Performance Index (CPI)

   Cost Performance Index merupakan faktor efisiensi biaya yang telah dikeluarkan dapat diperlihatkan dengan membandingkan nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (EV) dengan biaya yang telah dikeluarkan dalam periode yang sama (AC).

   Dalam melakukan perhitungan apabila hasil CPI sama dengan 1 atau 100%, maka biaya yang dikeluarkan sama dengan yang direncanakan dan apabila nilai CPI lebih kecil dari 1 atau 100% berarti proyek *over budget* (pembengkakan biaya), sebaliknya jika lebih besar dari 1 atau 100% berarti proyek *under budget* atau biaya yang dikeluarkan lebih kecil dibandingkan dengan biaya yang direncanakan. Perhitungan CPI dapat menggunakan rumus yaitu:

$$CPI = EV/AC \quad (2.9)$$

7. Schedule Performance Index (SPI)

   Schedule Performance Index merupakan faktor efisiensi kinerja dalam menyelesaikan pekerjaan yang diperlihatkan dengan perbandingan antara nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (EV) dengan rencana pengeluaran biaya yang dikeluarkan berdasarkan rencana pekerjaan (PV).

   Dalam melakukan perhitungan apabila hasil SPI sama dengan 1 atau 100% berarti proyek on schedule atau tepat waktu. Jika SPI lebih besar dari 1 atau 100%, maka proyek selesai lebih cepat (*ahead of schedule*), sebaliknya jika lebih kecil dari 1 atau 100%, maka proyek selesai lebih lambat dibandingkan dengan yang direncanakan (*behind schedule*). Perhitungan SPI dapat dilakukan menggunakan rumus yaitu:

$$SPI = EV/PV \quad (2.10)$$

8. Estimated At Completion (EAC)

   Estimated At Completion merupakan predikisi biaya penyelesaian akhir proyek dihitung dengan perbandingan antara total anggaran dengan CPI menggunakan rumus yaitu:

$$EAC = BAC/CPI \quad (2.11)$$

9. Estimated To Complete (ETC)

   Estimated To Complete merupakan prediksi waktu penyelesaian akhir proyek dihitung dengan perbandingan antara durasi proyek atau OD (*Original Duration*) dengan SPI menggunakan rumus yaitu:

$$ETC = OD/SPI \quad (2.12)$$

2.2.9 Metode *Probability Impact Matrix* (PIM)

Resiko adalah sesuatu yang mengarah pada ketidakpastian atas terjadinya suatu peristiwa selama selang waktu tertentu yang mana peristiwa tersebut menyebabkan suatu kerugian baik itu kerugian kecil yang tidak begitu berarti maupun kerugian besar yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dari suatu perusahaan.

Menurut Williams (1993), *Probability Impact Matrix* (PIM) adalah sebuah pendekatan yang dikembangkan menggunakan dua kriteria yang penting

untuk mengukur risiko yaitu kemungkinan dan dampak [4]. Dua kriteria tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Kemungkinan (*probability*) adalah kemungkinan dari suatu kejadian yang tidak diinginkan.
2. Dampak (*impact*) adalah tingkat pengaruh atau ukuran dampak (*Impact*) pada aktivitas lain, jika peristiwa yang tidak diinginkan terjadi.

2.2.9.1 Perencanaan Manajemen Resiko

Manajemen resiko merupakan aplikasi dari manajemen umum yang berhubungan dengan berbagai aktifitas yang dapat menimbulkan resiko. Tujuan dari manajemen resiko adalah meminimalisasi kerugian dan meningkatkan kesempatan ataupun peluang. Berikut ini uraian penjelasan dari tahap-tahap yang dilakukan dalam ruang lingkup menajemen resiko. Perencanaan manajemen resiko merupakan proses yang memutuskan tentang pendekatan yang akan dilakukan serta bagaimana melaksanakan kegiatan manajemen resiko untuk suatu proyek. Pada tahap ini menentukan konteks kegiatan yang akan dikelola resikonya. Ruang lingkup dalam manajemen resiko yaitu faktor lingkungan organisasi, aset proses organisasi, cakupan proyek, serta manajemen proyek.

2.2.9.2 Identifikasi Resiko

Identifikasi resiko merupakan proses pemahaman kejadian potensial yang dapat merugikan atau meningkatkan sebuah obyek tertentu. Identifikasi resiko bertujuan mengidentifikasi serta membuat daftar resiko yang mungkin terjadi berdasarkan jenis resiko. Proses identifikasi kejadian ini dilakukan dengan menyusun daftar resiko, wawancara dengan pihak perusahaan. Di dalam identifikasi resiko terdapat penentuan resiko mana yang mungkin mempengaruhi sebuah proyek dan mendokumentasi karakteristik dari masing-masing resiko.

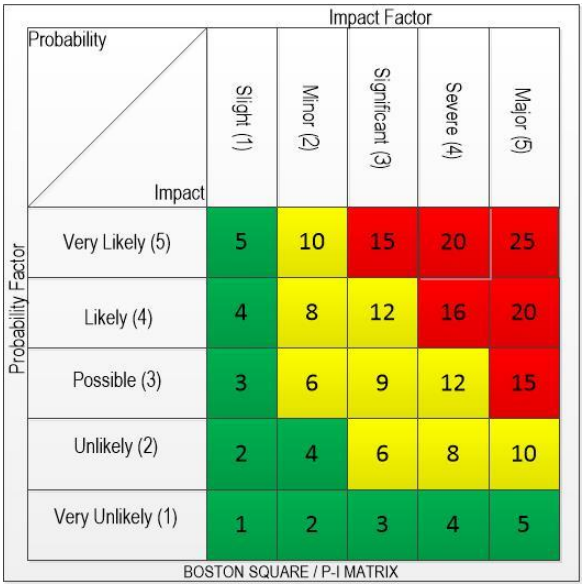
2.2.9.3 Analisis Kemungkinan dan Penilaian Resiko

Analisis resiko adalah untuk menentukan kemungkinan (*probability*) dan dampak dari masing-masing resiko yang mungkin terjadi pada proyek, sehingga analisis resiko menghasilkan tingkat kepentingan dari masing-masing resiko.

Penilaian resiko pada dasarnya mengacu pada dua faktor, yaitu kuantitas resiko dan kualitas resiko. Kuantitas resiko terkait dengan berapa banyak nilai,

atau dampak yang rentan terhadap resiko, sedangkan kualitas resiko terkait dengan kemungkinan suatu resiko yang muncul. Tujuan penilaian resiko adalah untuk mendapatkan daftar resiko yang telah dinilai berdasarkan tingkat dampak dan kemungkinan terjadinya. Hasil penilaian resiko tersebut kemudian dipetakan untuk mengetahui resiko-resiko utama yang harus menjadi menjadi prioritas untuk ditangani.

Metode *Probability and Impact Matrix* (PIM) dapat digunakan sebagai evaluasi dari tingkat pentingnya resiko dan untuk mengetahui prioritas yang harus diperhatikan terhadap resiko. Analisis resiko menggunakan metode PIM dapat dilakukan dengan matriks segiempat Boston (*Boston Square Matrix*) seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 ***Boston Square Qualitative Risk Assessment Matrix***

Metode segiempat Boston tersebut berguna untuk memvisualisasi dalam bentuk prioritas resiko-resiko yang dominan. Penilaian probabilitas dari setiap resiko dan dampak yang ditimbulkan dibuat dalam suatu skala yaitu 1 sampai 25, dimana skala tersebut menyatakan tingkatan dari rendah, sedang dan tinggi, seperti dijelaskan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Nilai Skala Resiko

Skala	Level Resiko
1-5	Rendah
6-14	Sedang
15-25	Tinggi

Pemberian nilai probabilitas dan dampak dari setiap resiko dilakukan dengan berdiskusi dengan pihak perusahaan. Nilai skala terdiri dari 1-25 yang menyatakan tingkatan dari rendah, sedang, dan tingginya probabilitas serta dampak dari masing-masing resiko. Tingkat kepentingan dari masing-masing resiko dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Risk\ Exposure = Probability\ (Outcome) \times Loss\ (Outcome) \quad (2.13)$$

Dimana:

Risk Exposure : Tingkat kepentingan resiko

Probability (outcome) : Nilai probabilitas atau kemungkinan resiko

Loss (outcome) : Nilai dampak yang ditimbulkan resiko

Berikut ini memperlihatkan hasil perhitungan probabilitas dan dampak resiko yang telah didiskusikan pihak perusahaan, beserta hasil perhitungan tingkat kepentingan dari masing-masing resiko (*risk exposure*) pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Contoh Hasil Perhitungan Tingkat Kepentingan Resiko

Kode Resiko	Probabilitas	Dampak	Tingkat Kepentingan Resiko
R1	2	2	4
R2	4	4	16
R3	2	3	6
R4	2	2	4
R5	4	4	16

Berdasarkan perhitungan tingkat kepentingan resiko menggunakan metode *Probability and Impact Matrix* (PIM) tersebut didapatkan level resiko dengan analisis matriks boston yang mengahasilkan level resiko tinggi yaitu R2 dan R5, level resiko sedang R3, serta level resiko rendah pada R1 dan R4. Hasil level resiko yang didapat, dilakukan penanganan resiko untuk menghindari atau mengurangi resiko yang ada.

2.2.9.4 Penanganan Resiko

Dalam melakukan penanganan terhadap resiko terdapat empat alternatif tindakan yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menghidari Resiko (*Avoidance)*

   Avoidance adalah tindakan perusahaan untuk tidak melakukan usaha tertentu yang mengandung resiko yang tidak diinginkan. Tindakan ini biasanya diterapkan pada resiko-resiko yang tingkat resikonya tidak dapat diterima oleh perusahaan atau berdampak sangat tinggi bagi perusahaan, dimana penanganannya akan menimbulkan biaya yang sangat tinggi serta tidak efisien.

2. Mengurangi Resiko (*Mitigation*)

   Mitigation adalah tindakan perusahaan dengan menggunakan semua sumber daya yang dimilikinya berusaha untuk dapat meminimalkan resiko tanpa menghilangkan peluang perusahaan untuk meraih keuntungan.

   Tindakan ini dapat dilakukan terhadap salah satu dari kedua faktor, yaitu:

   a. Mengurangi kemungkinan terjadinya resiko, biasanya dengan melakukan proses perubahan desain dan *engineering*, prosedur *quality assurance* atau audit secara periodik.
   b. Mengurangi dampak akibat terjadinya suatu resiko, biasanya diterapkan pada resiko yang berdampak tinggi dan kemungkinannya rendah, antaralain dengan membuat rencana kontinjensi atau rencana evakuasi.

3. Membagi Resiko (*Transfer*)

   Transfer adalah tindakan perusahaan untuk memindahkan resiko kepada pihak ketiga yang dapat mengelola resiko antara lain melalui kesepakatan kontrak dengan asuransi.

4. Menerima Resiko (*Acceptance*)

   Acceptance adalah penerimaan resiko beserta konsekuensinya, yaitu tindakan perusahaan untuk menerima suatu resiko dengan tidak melakukan tindakan berarti yang memerlukan sumber daya yang besar. Tindakan ini biasanya diterapkan pada resiko-resiko yang tingkat resikonya rendah bagi perusahaan,

sehingga apabila dilakukan penanganan *residual risk* atau resiko sisa menimbulkan biaya yang tidak sebanding dengan keuntungannya.

2.2.10 Konsep Perancangan Sistem

Proses perancangan diperlukan untuk menghasilkan suatu rancangan sistem yang baik dengan rancangan yang tepat untuk menghasilkan sistem yang stabil dan mudah dikembangkan di masa mendatang. Perancangan sistem dalam tugas akhir ini menggunakan UML (*Unified Modeling Language*).

UML adalah bahasa grafis untuk mendokumentasikan, menspesifikasikan, dan membangun sistem perangkat lunak. Ketika kita membuat model menggunakan konsep UML ada aturan-aturan yang harus diikuti, bagaimana elemen pada model-model yang kita buat berhubungan satu dengan lainnya harus mengikuti standar yang ada [7]. Rangkaian atau ruang lingkup sistem yang akan dirancang sebagai berikut.

2.2.10.1 *Use Case Diagram*

Use Case adalah deskripsi fungsi dari sebuah sistem dari perspektif atau sudut pandang para pengguna sistem. *Use case* mendefenisikan "apa" yang dilakukan oleh sistem dan elemen-elemennya saling berinteraksi [7]. *Use Case* bekerja dengan menggunakan "s*cenario*", yaitu deskripsi urutan-urutan langkah yang menerangkan apa yang dilakukan pengguna terhadap sistem maupun sebaliknya. Fungsi dari diagram us*e case* adalah menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem, dengan menekankan aspek-aspek apa yang dilakukan sistem bukan bagaimana sistem melakukannya. Sebuah *use case* merepresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem.

2.2.10.2 *Class Diagram*

Class Diagram adalah sebuah spesifikasi yang jika diinstansikan akan menghasilkan sebuah obyek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek [7]. *Class* menggambarkan keadaan atribut suatu sistem, sekaligus menawarkan layanan untuk memanipulasi keadaan tersebut. *Class diagram* menggambarkan struktur dan deskripsi *class*, *package* dan *object* beserta hubungan satu sama lain seperti *containment*, *pewarisan*, *asosiasi*, dan lain-lain. Sebuah *class* memiliki tiga area pokok diantaranya sebagai berikut:

1. Nama yang merupakan nama dari sebuah kelas.
2. Atribut yang merupakan properti dari sebuah kelas. Atribut melambangkan batas nilai yang mungkin ada pada obyek dari class.
3. Operasi yang merupakan sesuatu yang bisa dilakukan oleh sebuah atau yang dapat dilakukan oleh class lain terhadap sebuah class. Atribut dan metoda dapat memiliki sifat sebagai berikut:
    a. *Private* artinya tidak dapat dipanggil dari luar class yang bersangkutan
    b. *Protected* artinya hanya dapat dipanggil oleh class yang bersangkutan dan anak-anak yang mewarisinya.
    c. *Public* artinya dapat dipanggil oleh siapa saja.
    d. *Package* artinya hanya dapat dipanggil oleh instance sebuah class pada paket yang sama.

Class juga dapat merupakan implementasi dari sebuah *interface*, yaitu *class abstrak* yang hanya memiliki metode. *Interface* tidak dapat langsung diintansikan, tetapi harus diimplementasikan dahulu menjadi sebuah class. Dengan demikian *interface* mendukung resolusi metoda pada saat *runtime*.

Relasi atau *relationship* merupakan keterhubungan antar kelas yang muncul pada saat sebuah kelas berinteraksi dengan kelas-kelas lainnya.

1. Asosiasi (*Association*)

    Para pemodel menggunakan pemahaman asosiasi adalah pada saat beberapa kelas saling terhubung satu sama lain secara konseptual. Asosiasi juga dapat menjadi lebih kompleks pada saat beberapa kelas terhubung ke satu kelas.
2. *Constraint* pada Asosiasi

    Kadangkala sebuah asosiasi diantara dua *class* harus mengikuti sebuah aturan dan aturan ini bias diletakkan dalam sebuah constraint pada garis asosiasi dan diletakkan dalam kurung kurawal. Bentuk lain dari tipe constraint adalah relasi OR yang ditulis dengan {*or*} dalam garis putus-putus yang menghubungkan dua garis asosiasi.

3. Kelas Asosiasi (*Association Class*)

   Sebuah asosiasi dapat memiliki atribut dan operasi sepertinya halnya sebuah *class*. Sebuah *association class* sebenarnya diperlukan apabila salah satu dari kelas yang terhubung mempunya sebuah atau beberapa atribut yang tidak layak dimiliki kelas tersebut, karena secara logis atribut tersebut lebih layak dimiliki oleh asosiasi yang menghubungkan kedua kelas tersebut.

4. Multiplisitas (*Multiplicity*)

   Multiplisitas atau kardinalitas adalah jumlah banyaknya objek sebuah class yang berelasi dengan sebuah objek lain pada class lain yang berasosiasi pada class tersebut.

2.2.10.3 *Activity Diagram*

Activity Diagram digunakan untuk mendokumentasikan alur kerja pada sebuah sistem, yang dimulai dari pandangan *business* level hingga ke operational *level* [7]. Pada dasarnya, *activity diagram* merupakan variasi dari *statechart diagram*. *Activity diagram* mempunyai peran seperti halnya *flowchart*, akan tetapi perbedaannya dengan *flowchart* adalah *activity diagram* bisa mendukung perilaku parallel sedangkan flowchart tidak bisa.

2.2.10.4 *Sequence Diagram*

Sequence Diagram menurut Munawar adalah grafik dua dimensi dimana objek ditunjukkan dalam dimensi horizontal, sedangkan *lifeline* ditunjukkan dalam dimensi vertikal [7].

2.2.10.5 *Component Diagram*

Komponen perangkat lunak adalah bagian fisik dari sebuah sistem yang menetap di komputer. komponen merupakan implementasi *software* dari sebuah *class*. Komponen bisa berupa tabel, file data, file exe, file DLL, dokumen dan lain-lain [7].

Component diagram mengandung komponen, *interface* dan *relationship*. Komponen diagram ini digunakan pada saat anda ingin memecah sistem menjadi komponen-komponen dan ingin menampilkan hubungan-hubungan mereka dengan antarmuka atau pemecahan komponen menjadi struktur yang lebih rendah.

2.2.10.6 *Collaboration Diagram*

Collaboration Diagram menurut Munawar adalah perluasan dari objek diagram. Objek diagram menunjukkan objek-objek yang hubungannya satu dengan yang lain. *Collaboration diagram* menunjukkan *message-message* objek yang dikirim satu sama lain [7].

2.2.11 Perangkat Lunak Pendukung

2.2.11.1 *Personal Home Page*

PHP (*Personal Home Page*) adalah sebuah bahasa pemograman berbasis web yang mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan bahasa pemograman berbasis web yang lain [8]. PHP dahulunya merupakan proyek pribadi dari Rasmus Lerdorf yang digunakan untuk membuat home page pribadinya. Versi pertama ini berupa kumpulan script PERL. Versi keduanya, Rasmus menulis ulang *script-script* PERL tersebut menggunakan bahasa C, kemudian menambahkan fasilitas untuk form html dan koneksi MYSQL. PHP merupakan bahasa *script* yang digunakan untuk membuat halaman web yang dinamis. Dinamis berarti halaman yang ditampilkan dibuat saat halaman itu diminta oleh klien. Mekanisme ini menyebabkan informasi yang diterima klien selalu yang terbaru. Semua script PHP dieksekusi pada server dimana script tersebut dijalankan. Oleh karena itu, spesifikasi server lebih berpengaruh pada eksekusi dari script PHP daripada spesifikasi client. Namun tetap diperhatikan bahwa halaman web yang dihasilkan tentunya harus dapat dibuka oleh browser pada client. PHP masuk kedalam kategori *server-side scripting* dimana *browser* pada *client* tidak lagi bertanggung jawab dalam menjalankan kode-kode PHP, melainkan *web server*.

2.2.11.2 MySQL

MySQL adalah sebuah database atau media penyimpanan data yang mendukung *script* PHP. MySQL juga mempunyai *query* atau bahasa SQL (*Structur Query Language*) yang *simple* dan menggunakan *escape character* yang sama dengan PHP, selain itu MySQL database tercepat saat ini [9].

MySQL sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam database sejak lama, yaitu SQL (*Structur Query Language*). SQL adalah sebuah

konsep pengoperasian database terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis. Keandalan suatu sistem database (DBMS) dapat diketahui dari cara kerja optimizer-nya dalam melakukan proses perintah-perintah SQL, yang dibuat oleh user maupun program-program aplikasinya sebagai data base server lainnya dalam query data. Hal ini terbukti untuk query yang dilakukan oleh *single user*, kecepatan query MySQL bisa sepuluh kali lipat lebih cepat.

2.2.12 Internet

Internet merupakan singkatan dari *Interconnection Networking*. Internet berasal dari bahasa latin "*inter*" yang berarti antara. Secara kata perkata internet berarti jaringan antara atau penghubung, sehingga kesimpulan dari defenisi internet ialah hubungan antara berbagai jenis komputer dan jaringan di dunia yang berbeda sistem operasi maupun aplikasinya, dimana hubungan tersebut memanfaatkan kemajuan komunikasi (telepon dan satelit) yang menggunakan protokol standar dalam berkomunikasi yaitu protokol TCP/IP (*Transmission Control/Internet Protocol*) [8].

Fungsi Internet secara garis besar dibagi atas lima, yaitu:

1. Gudang Informasi

   Internet merupakan media penyimpan segala informasi dan fasilitas mesin pencari membantu memudahkan pencarian informasi tertentu di antara banyaknya informasi yang tersedia.

2. Alat Komunikasi

   Internet dapat mendukung kegiatan komunikasi interpersonal maupun komunikasi massa (akses berita dan sosial media).

3. Sarana pendukung kegiatan pendidikan

   Internet membantu memperoleh buku-buku secara *online* maupun *offline* serta halaman-halaman web yang berguna dalam pencarian informasi demi kepentingan pendidikan.

4. Sarana pendukung kegiatan ekonomis

   Internet dapat menjadi media jual-beli secara *online* dan mendukung kegiatan finansial lainnya (*e-commerce dan e-banking*).

5. Sarana hiburan

   Sarana untuk mencari data yang bersifat menghibur dan dapat pula sebagai sarana penyaluran ide kreatif.