

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akibat pesatnya laju pertumbuhan lalu lintas di Kota Jakarta yang mengakibatkan tingginya tingkat kemacetan arus lalu lintas hampir di semua ruas jalan, baik itu di jalan arteri, maupun di jalan tol, pemerintah mengambil beberapa tindakan dalam melakukan penanggulangan kemacetan tersebut. Salah satunya adalah dengan melakukan Pembangunan Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta (JORR). Yaitu dengan cara menghubungkan jaringan jalan tol disekitar Jakarta menjadi satu kesatuan. Pembangunan jalan tol ini dibagi menjadi 9 Section, berdasarkan wilayah yang dilaluinya, Dimana JORR section Wx yang mempunyai bentang sepanjang 9.7 Km, menjadi salah satu penghubung dari jaringan-jaringan jalan tol yang direncanakan tersebut. JORR Wx dalam pembangunannya dibagi menjadi 8 Paket, Paket 1 sampai dengan Paket 8. JORR Section Wx Paket y (JORR Wx - Py) dengan bentang sepanjang 1.7 Km adalah salah satu dari 8 Paket yang direncanakan tersebut yang akan dibahas permasalahannya pada penelitian ini.

Terdapat beberapa faktor yang menjadi kendala pada pengerjaan proyek JORR Wx-Py terkait dengan aspek waktu dan biaya. Pada aspek waktu yaitu, Ketergantungan yang tinggi antara item-item pekerjaan, Lokasi Proyek yang terletak diantara dua jalan yang sedang beroperasi dan terdapat pada daerah rawan banjir, kondisi cuaca yang tidak menentu dan penggunaan alat berat yang tidak dapat diprediksi produktifitasnya. Dan pada aspek biaya, akibat adanya perubahan regulasi pemerintah mengenai kenaikan harga BBM pada pertengahan pelaksanaan proyek mempengaruhi keseimbangan rencana dan actual terhadap pengeluaran biaya proyek.

Adapun kendala ini terbukti dengan yang terjadi saat ini pada Proyek JORR Wx-Py, dimana waktu Pelaksanaan proyek yang direncanakan selama 365 hari (19Des'07 s/d 18Des'08) telah berakhir dengan deviasi progress rencana terhadap actual sebesar 37.66%. Pemicu dari keterlambatan ini adalah terjadinya banjir pada lokasi proyek dibulan ke-2 (Februari'08) pelaksanaan, yang menyebabkan kegiatan proyek terhenti selama beberapa minggu. Disamping itu dampak dari banjir ini memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap rusaknya lahan yang

Universitas Indonesia

90% adalah tanah merah. Dan adanya perubahan regulasi pemerintah mengenai kenaikan harga BBM tersebut berdampak *multiplier effect* terhadap harga material-material utama sebesar $\pm 30\%$.

Akibat dari kejadian luar biasa tersebut maka ditetapkanlah sebuah Addendum yang menyangkut durasi waktu dan biaya proyek. Penambahan waktu pelaksanaan proyek yaitu 180 hari dari tanggal 1 Januari 2009. Sehingga proyek harus selesai pada waktu yang telah ditentukan pada addendum tersebut yaitu 30 Juni 2009. Addendum juga dibuat mengenai nilai kontrak, dimana nilai kontrak diberikan eskalasi sebesar 7.09% dari nilai awal, sehingga nilai kontrak menjadi sebesar Rp181,103,266,598.

Namun terdapat keraguan terhadap kemampuan produktivitas pelaksanaan pekerjaan kontraktor yang mempunyai record kurang baik untuk mencapai penyelesaian proyek tepat waktu (Addendum) terkait dengan faktor-faktor penyebab keterlambatan yang telah disebutkan diatas. Selain dari itu terdapat juga potensi kerugian yang diluar kemampuan perusahaan akibat deviasi biaya negatif yang akan terjadi pada akhir proyek nanti. Dimana deviasi tersebut disebabkan oleh biaya *overhead* proyek yang tidak sesuai dengan rencana awal dan kenaikan harga material.

Oleh karena itu perlu dibuat rencana pelaksanaan sisa pekerjaan proyek JORR Wx-Py dengan strategi pelaksanaan berbasis *risk* yang sesuai dengan kapasitas perusahaan agar tercapainya penyelesaian proyek pada waktu dan biaya akhir proyek yang sesuai dengan perencanaan (addendum).

1.2 Perumusan Masalah

1.2.1 Deskripsi Masalah

Pembangunan prasarana jalan tol JORR Wx-Py mempunyai item-item pekerjaan yang relatif sederhana jika dibandingkan dengan item-item pekerjaan pada pembangunan gedung bertingkat (*High Rise Building*). Dimana item pekerjaan hanya mencakup sampai pembangunan struktur, pekerjaan drainase dan pekerjaan M/E nya saja. Namun konstruksi JORR Wx-Py ini mempunyai ketergantungan entitas yang sangat tinggi antara item pekerjaan satu dengan yang lainnya. Sehingga tingkat kritis dapat dengan mudah tercapai jika terjadi keterlambatan

pada salah satu *predecessor*-nya, dan menyebabkan *multiplier effect* terhadap successor pekerjaan yang lain.

Dilain hal terdapat kendala pada area lokasi proyek, dimana lokasi pembangunan JORR Wx-Py terletak diantara dua jalan yang sedang beroperasi dan mempunyai tingkat kemacetan yang tinggi pada waktu – waktu tertentu. Sehingga diperlukan metode kerja yang spesifik dan akurat pada beberapa item pekerjaan, seperti instalasi girder dan pengecoran struktur. Disamping itu dengan banyaknya penggunaan alat berat pada proyek dengan bentang sepanjang 1.6 Km ini, kemacetan lalu lintas dan jalanan yang rusak juga menjadi hal yang menyulitkan dalam melakukan mobilisasi pada lokasi proyek.

Adapun faktor kondisi cuaca saat ini yang tidak menentu pada iklim daerah Jakarta sangat mempengaruhi aktifitas pekerjaan yang terdapat pada proyek. Faktor ini sangat signifikan, disamping lokasi tersebut rawan banjir, juga karena lokasi proyek terletak pada tempat yang terbuka dan berada ditengah – tengah dua jalan yang membentuk cekungan. Sehingga lokasi proyek dapat dengan cepat terbenam oleh genangan air jika terjadinya hujan.

Lingkup dari konstruksi proyek JORR ini 90% adalah pekerjaan struktur. Dimana hampir semua pekerjaan struktur dengan bobot besar yang dilakukan menggunakan alat berat, seperti pekerjaan pemancangan, instalasi & fabrikasi girder dan galian tanah. Kendalanya adalah alat – alat berat tersebut tidak dapat diprediksikan produktifitasnya karena sering mengalami kerusakan. Adanya keterkaitan yang besar antara aktifitas Tahapan Pekerjaan dengan kendala lokasi proyek, kendala cuaca dan kendala alat berat, sehingga menyebabkan deviasi negative pada kondisi waktu proyek saat ini.

Dilain hal, dengan adanya perpanjangan waktu proyek dikhawatirkan akan menyebabkan deviasi negatif pada saat akhir proyek dalam segi biaya. Akibat dari biaya *overhead* dan biaya peralatan menjadi diluar pada batas rencana plafon yang telah dibuat. Ditambah lagi mengenai ketidakstabilan perekonomian menyebabkan perubahan regulasi pemerintah mengenai kenaikan harga BBM berdampak *multiplier effect* terhadap harga material – material utama, seperti besi, beton dan spun pile kurang lebih sebesar $\pm 30\%$.

1.2.2 Signifikansi Masalah

Setelah dilakukan proyeksi biaya dan waktu akhir proyek terlihat bahwa deviasi biaya akhir proyek terhadap rencana awal akan mencapai (-)15.14% yaitu sebesar Rp25,616,509,672 dan terhadap rencana addendum mencapai (-)7.52%, yaitu sebesar Rp13,625,578,076. Deviasi waktu akhir proyek terhadap rencana akan mencapai (-)44.42%, yaitu selama 292 hari dari rencana awal, dan (-)20.55%, yaitu 112 hari dari waktu akhir addendum.

Untuk menanggulangi deviasi negative biaya akhir proyek yang akan terjadi dan pencapaian target waktu sesuai dengan addendum yang telah ditetapkan, maka perlu dibuat rencana pelaksanaan terhadap sisa pekerjaan Proyek JORR W_x-P_y dengan strategi pelaksanaan berbasis *risk* yang sesuai dengan kapasitas perusahaan.

Rencana ini mencakup :

- Analisa Risiko terhadap faktor – faktor penghambat pelaksanaan sisa pekerjaan proyek.
- Dan dalam menetapkan strategi pelaksanaan yang dibutuhkan digunakan Metode *Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) Analysis*.
- Kemudian perlu juga dilakukannya Simulasi terhadap kinerja waktu dan biaya proyek sebagai *output* dari implikasi strategi pelaksanaan yang diberikan.

1.2.3 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Risiko-risiko potensial apa saja yang teridentifikasi pada pelaksanaan sisa pekerjaan Proyek JORR W_x-P_y?
2. Strategi apa saja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sisa pekerjaan proyek yang sesuai dengan kapasitas perusahaan?
3. Bagaimana gambaran pembuktian dari hasil penerapan strategi berbasis *risk* yang didapat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui risiko-risiko potensial yang teridentifikasi pada pelaksanaan sisa pekerjaan proyek JORR Wx-Py.
2. Untuk mendapatkan strategi pelaksanaan yang dibutuhkan, yang sesuai dengan kapasitas perusahaan.
3. Untuk mengetahui gambaran pembuktian dari hasil penerapan strategi berbasis *risk* yang didapatkan.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan terhadap proyek yang dikerjakan oleh PT. X-Y J.O sebagai kontraktor utama.
2. Penelitian yang dilakukan adalah pada tahap pelaksanaan proyek di akhir Bulan ke-12 (December'08).
3. Penelitian yang dilakukan adalah terhadap kinerja Waktu dan Biaya.
4. Pada penelitian diberi anggapan bahwa mutu proyek sudah sesuai dengan rencana.
5. Pada penelitian diberi anggapan bahwa tidak terdapat pekerjaan tambah pada lingkup proyek.
6. Pada penelitian diberi anggapan bahwa tidak terdapat masalah finansial pada owner.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pribadi dan akademis, yaitu dapat menerapkan aspek manajemen yaitu Project Management Body of Knowledge (PMBOK) dengan pendekatan *Risk* Management. Penelitian ini juga akan bermanfaat bagi dunia konstruksi khususnya pada Pembangunan Infrastruktur Jalan, karena dengan adanya penelitian ini maka akan memberikan kemudahan dan acuan dalam melakukan analisa proyek dengan penerapan Management Proyek pada proyek sejenis selanjutnya.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian ini dinyatakan keasliannya karena penelitian yang dilakukan adalah terhadap Proyek Infrastruktur JORR yang dibangun oleh suatu perusahaan kontraktor yang pada saat penelitian ini dibuat masih dalam tahap pelaksanaan.

1.7 Metodologi Penelitian

Untuk melakukan penelitian yang berbasis risiko pada Proyek Pembangunan Konstruksi Infrastruktur JORR Wx-Py maka digunakanlah suatu metode penelitian yaitu dengan cara melakukan pendekatan studi kasus (*Case Study Approach*). Studi juga dilakukan dengan mengkaji literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian yang digunakan sebagai acuan. Dalam penelitian ini juga akan dilakukan survey dan pengumpulan data dengan cara penyebaran kuisioner, wawancara dan observasi secara langsung agar mendapat pemahaman dan penafsiran terhadap hasil yang lebih baik. Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, maka selanjutnya akan dilakukan analisa deskriptif dan analisa risiko (*risk analysis approach*) untuk mengetahui risiko-risiko potensial yang timbul dalam pelaksanaan proyek. Setelah risiko-risiko potensial teridentifikasi, selanjutnya dilakukanlah analisa SWOT berbasis *risk* untuk menentukan strategi-strategi yang akan digunakan dalam pelaksanaan sisa pekerjaan proyek JORR Wx-Py untuk mengatasi risiko-risiko potensial tersebut. Dan untuk tahap akhir penelitian akan dilakukan simulasi analisa risiko pada *Network Schedule* terbaru dengan menggunakan Software PertMaster sebagai output yang akan diperbandingkan dengan proyeksi awal waktu dan biaya akhir proyek.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang akan disusun dalam penulisan Tesis ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, keaslian penelitian, metodologi dan sistematika penulisan.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang relevan dengan penelitian dan dijadikan sebagai acuan dalam penelitian. Pada bab ini juga menguraikan tentang kerangka pemikiran.

BAB 3 SUBJEK PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang gambaran secara keseluruhan mengenai organisasi dan proyek JORR Wx-Py.

BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan alur dan metode penelitian yang digunakan dalam pengumpulan dan penganalisaan data. Pada bab ini juga menguraikan tentang variable penelitian dan instrumen yang digunakan dalam penelitian.

BAB 5 PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA

Bab ini berisi tentang data-data yang terkumpul melalui penyebaran kuesioner dan observasi secara langsung, serta analisa terhadap data-data yang telah terkumpul. Pada bab ini juga dibahas mengenai hal-hal yang berhubungan dengan analisa statistik, analisa risiko dan *SWOT Analysis*.

BAB 6 SIMULASI WAKTU DAN BIAYA

Bab ini membahas mengenai proses simulasi yang dilakukan dan penjelasan mengenai parameter-parameter inputnya.

BAB 7 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai temuan-temuan yang terdapat dalam penelitian beserta dengan pembahasannya.

BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan dan saran yang dijadikan pertimbangan sebagai tindak lanjut terhadap hasil dari penelitian ini.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa risiko dan *SWOT Analysis* dalam menetapkan strategi yang sesuai dengan kapasitas perusahaan untuk digunakan dalam pelaksanaan sisa pekerjaan proyek JORR W_x-P_y yang terkait dengan aspek waktu dan biaya. Oleh karena itu, didalam bab ini akan difokuskan pada pembahasan teori-teori yang relevan dengan penelitian yang meliputi Manajemen Waktu, Manajemen Biaya, Analisa Risiko, *SWOT Analysis* dan Simulasi. Selain pembahasan mengenai teori-teori yang relevan, dalam bab ini juga terdapat kerangka berpikir dan hipotesa dari penelitian yang dilakukan.

2.2 Perencanaan Proyek (*Project Planning*)[1]

Diperlukan suatu perencanaan dan analisa yang akurat dalam melakukan perencanaan proyek. Dimana struktur organisasi proyek harus dirancang sesuai dengan kebutuhan, dibuat perencanaan pelaksanaan pekerjaan dan penjadwalan, dibuat estimasi pembiayaan sumber daya, serta menetapkan manajemen informasi dan sistem pelaporan yang sesuai.

Perencanaan proyek dapat dilakukan secara efektif jika semua informasi yang dibutuhkan tersedia saat inisiasi proyek. Informasi-informasi yang dibutuhkan tersebut adalah :

- Penetapan pekerjaan (*The Statement of Work - SOW*)

SOW adalah pelaksanaan pekerjaan yang diperlukan untuk proyek. Kompleksitas dari SOW ditentukan oleh *Top Management*, *Costumer* dan pengguna.

- Spesifikasi proyek

Spesifikasi proyek merupakan bagian dari *Statement of Work (SOW)* yang digunakan untuk estimasi tenaga kerja, peralatan dan material. Spesifikasi proyek juga digunakan sebagai dasar untuk menentukan harga penawaran.

- Jadwal Milestone

Pada jadwal milestone terdapat informasi mengenai waktu pelaksanaan proyek (mulai dan selesai), milestone yang penting lainnya dan *data items*.

- *Work Breakdown Structure (WBS)*

WBS adalah analisa kegiatan pada proyek yang berorientasi pada keluaran/hasil yang mendefinisikan jumlah/total lingkup proyek. WBS memperinci seluruh proyek mulai pekerjaan dan kegiatan menjadi urutan aktivitas pekerjaan (*Sequencing*) berdasarkan logika ketergantungannya. WBS adalah pedoman pengelompokan dari unsur – unsur proyek yang mengatur dan menetapkan lingkup total dari proyek.

2.3 Manajemen Waktu (*Time Management*)

Manajemen Waktu termasuk kedalam proses yang diperlukan untuk memastikan waktu penyelesaian suatu proyek. Sistem Manajemen Waktu berpusat pada berjalan atau tidaknya perencanaan dan penjadwalan proyek. Dimana dalam perencanaan dan penjadwalan tersebut telah disediakan pedoman yang spesifik untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien[2].

Adapun aspek-aspek dari Manajemen Waktu yaitu menentukan penjadwalan proyek, mengukur dan membuat laporan dari kemajuan proyek, membandingkan penjadwalan dengan kemajuan proyek sebenarnya dilapangan, menentukan akibat yang ditimbulkan oleh perbandingan jadwal dengan kemajuan dilapangan pada akhir penyelesaian proyek, merencanakan penanganan untuk mengatasi akibat tersebut dan memperbaharui kembali penjadwalan proyek[3].

2.3.1 Penjadwalan Proyek (*Project Scheduling*)

Dasar yang dipakai pada sistem *Time Management* yaitu perencanaan operasional dan penjadwalan yang selaras dengan durasi proyek yang sudah ditetapkan. Dalam hal ini penjadwalan digunakan untuk mengontrol aktifitas proyek setiap harinya. Adapun aspek–aspek dari *Time Management* yaitu menentukan penjadwalan proyek, membandingkan penjadwalan dengan kemajuan proyek sebenarnya dilapangan, menentukan akibat yang ditimbulkan oleh perbandingan jadwal dengan kemajuan progress dilapangan pada akhir penyelesaian proyek , merencanakan penanganan untuk mengatasi akibat tersebut dan memperbaharui kembali penjadwalan proyek[4].

Penjadwalan proyek adalah daftar urutan waktu operasional yang berguna sebagai pokok garis pedoman pada saat proyek dilaksanakan. Pada tahap ini harus dibuat suatu daftar pekerjaan sesuai dengan kesatuan aktifitas yang mudah ditangani secara bersamaan. Tujuan memecah lingkup aktifitas dan menyusun urutannya antara lain untuk meningkatkan akurasi kurun waktu penyelesaian proyek[5]. Adapun langkah - langkah dalam menentukan penjadwalan proyek, yaitu[6] :

1. Identifikasi aktifitas.
2. Penyusunan urutan kegiatan.
3. Perkiraan kurun waktu.
4. Penyusunan Jadwal.

2.3.1.1 Identifikasi Aktifitas

Proses penjadwalan diawali dengan mengidentifikasi aktifitas proyek. Setiap aktifitas diidentifikasi agar dapat dimonitor dengan mudah dan dapat dimengerti pelaksanaannya, sehingga tujuan proyek yang telah ditentukan dapat terlaksana sesuai dengan jadwal.

Dalam mengidentifikasi kegiatan sebaiknya tidak terlalu sedikit pembagiannya karena akan membatasi keefektifan dalam perencanaan dan kontrol, juga sebaiknya tidak terlalu banyak pembagiannya karena juga akan membingungkan bagi penggunanya. Dalam penentuan jumlah level detail WBS sebaiknya berdasarkan :

- Kebutuhan pengguna *schedule (Level of Management)*.
- Tipe aktifitas (Biaya, keamanan, kualitas).
- Ukuran, kompleksitas dan tipe proyek.
- Pengalaman.
- Persediaan informasi yang didapat.
- Karakteristik sumber daya.

2.3.1.2 Penyusunan Urutan Kegiatan

Setelah diuraikan menjadi komponen – komponennya, lingkup proyek disusun kembali menjadi urutan kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan (jaringan kerja).

Didalam penyusunan urutan kegiatan adalah bagaimana meletakkan kegiatan tersebut ditempat yang benar. Pada penyusunan urutan kegiatan sendiri ada beberapa informasi yang harus diperhatikan, yaitu :

- *Technological constraints*, yang meliputi metode konstruksi, prosedur dan kualitas
- *Managerial constraints*, yang meliputi sumber daya waktu, biaya dan kualitas.
- *External constraints*, yang meliputi cuaca, peraturan dan bencana alam.

2.3.1.3 Perkiraan Kurun Waktu (Durasi)

Setelah terbentuk jaringan kerja, masing – masing komponen kegiatan diberikan perkiraan kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan, juga perkiraan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan tersebut.

Durasi suatu aktifitas adalah panjangnya waktu pekerjaan mulai dari start sampai finish, ada dua pendekatan dalam menentukan durasi aktifitas, yaitu :

- Pendekatan Teknik, meliputi memeriksa persediaan sumber daya (a), mencatat produktifitas sumber daya (b), memeriksa kuantitas pekerjaan (c), kemudian menentukan durasi $[(c/a)*b]$.
- Pendekatan praktek, meliputi pengalaman dan keputusan.

2.3.1.4 Penyusunan Jadwal (Schedulling)

Penyusunan jadwal / *Schedulling* dilakukan dengan memberikan kurun waktu pada masing – masing komponen kegiatan jaringan kerja. Kemudian secara keseluruhan dianalisa dan dihitung kurun waktu penyelesaian proyek, sehingga dapat diketahui jadwal induk dan jadwal untuk pelaksanaan pekerjaan dilapangan.

Parameter – parameter yang diperlukan dalam penyusunan jadwal adalah jenis – jenis aktifitas, urutan setiap aktifitas, durasi waktu aktifitas, kalender (jadwal hari), milestones dan asumsi – asumsi yang diperlukan.

Schedule dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu *Master Schedule* dan *Detailed Schedule*. *Master Schedule* berisi kegiatan – kegiatan utama dari suatu proyek yang dibuat untuk level *executive management*, sedangkan *Detailed Schedule* merupakan bagian dari *Master Schedule* yang berisikan detail dari kegiatan –

kegiatan utama yang dibuat untuk membantu para pelaksana dalam pelaksanaan dilapangan.

2.3.2 Mengukur dan Membuat Laporan Kemajuan Proyek (*Monitoring*)

Evaluasi kemajuan proyek tergantung pada akurasi pengukuran dan pembuatan laporan dilapangan[7]. Laporan kemajuan dilapangan adalah dokumen yang sangat penting dalam menganalisa kemajuan pada akhir penyelesaian proyek. Laporan-laporan yang diperlukan meliputi persentase penyelesaian proyek pada tiap-tiap aktifitasnya[8]. Beberapa langkah yang dilakukan dalam mengukur dan membuat laporan kemajuan proyek, yaitu :

1. Mengukur dan mencatat hasil kerja
2. Mencatat pemakaian sumber daya
3. Memeriksa kualitas
4. Mencatat kinerja dan produktifitas.

2.3.3 Membandingkan Jadwal Dengan Kemajuan dan Menentukan Akibat Yang Terjadi Pada Tanggal Penyelesaian.

Menganalisa dan mengevaluasi tidak hanya dilakukan pada akhir proyek saja, tapi bisa juga dilakukan sewaktu-waktu apabila proyek telah terlihat ketinggalan dari jadwalnya[9]. Tiap-tiap aktivitas yang mengalami keterlambatan harus dianalisa penyebabnya, apakah dikarenakan tingkat kesulitannya yang tinggi atau sebab lainnya, sehingga keterlambatan dengan sebab dan pada aktifitas yang sama tidak akan terulang lagi[10]. Langkah-langkah dalam melakukan analisa dapat berupa[11] :

- Membandingkan secara berkala perencanaan kemajuan proyek dengan kenyataan dilapangan.
- Menentukan akibat/pengaruh yang terjadi pada tanggal penyelesaian dan pada sasaran waktu/tanggal-tanggal penting (Milestone) proyek.
- Memeriksa kemungkinan munculnya jalur kritis yang baru.

2.3.4 Merencanakan dan Menerapkan Tindakan Pembetulan (*Plan and Implement Corrective Action*)

Setelah laporan kemajuan tiap aktifitas proyek dianalisa, harus dibuat keputusan tentang bagaimana tindakan pembetulan jika ada aktifitas yang ketinggalan dari jadwal. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya indikasi penyimpangan yang

cukup berarti, maka perlu dilakukan langkah-langkah pembetulan yang berupa[12],[13]:

- Realokasi sumber daya
- Menambah jumlah tenaga kerja.
- Jadwal alternatif (lembur, shift).
- Pembagian pekerjaan pada Subkontraktor.
- Merubah metode kerja.
- *Work Splitting*.

2.3.5 Memperbaharui Penjadwalan Proyek (*Update Operational Schedule*)

Tujuan dasar dari *updating* adalah melakukan penjadwalan ulang (*reschedulling*) pekerjaan yang sudah dilakukan dengan menggunakan status proyek yang aktual sebagai awal mula penentuan ulang jadwal proyek. Adapun beberapa tindakan yang perlu dilakukan dalam memperbaharui penjadwalan proyek[14], yaitu :

- Perhitungan *float* setiap aktifitas dari jadwal yang baru.
- Perhitungan waktu penyelesaian proyek (project completion date) dari jadwal yang baru.
- Penyesuaian jadwal yang baru dengan jadwal yang sudah dikoreksi.

2.4 Teknik – Teknik Penjadwalan.

Secara garis besar teknik – teknik dalam penjadwalan dapat dikelompokkan menjadi Bar Chart, Metoda Linear dan Metoda Network

2.4.1 Metode Bar Chart (Gantt Chart)

Bar Chart diperkenalkan oleh Henry L. Gantt dan Frederick W. Taylor pada awal 1900. Bar Chart mungkin merupakan teknik formal penjadwalan yang tertua, relatif mudah dibaca dan dimengerti, pada umumnya dinilai efektif untuk komunikasi baik dikantor proyek maupun dilapangan dan sering dipakai untuk membuat jadwal induk suatu proyek. Bar Chart dapat memberikan informasi baik rencana maupun actual mengenai Cash Flow, pemakaian total tenaga kerja, pemakaian tenaga kerja berdasarkan jenis keahlian, dan lain – lain. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk pembuatan S-Curve yang sering dipakai untuk pengendalian pelaksanaan proyek.

Namun terdapat kelemahan pada Metoda Bar Chart, yaitu :

- Tidak dapat menunjukkan secara jelas keterkaitan / ketergantungan antar kegiatan
- Tidak dapat menunjukkan status tingkat kekritisan kegiatan – kegiatan, yaitu apakah termasuk kritis, sub- kritis atau masih normal.

2.4.2 Metode Linear

Metode ini banyak dimanfaatkan pada proyek – proyek dengan kegiatan – kegiatan yang mempunyai karakter sama untuk sepanjang proyek, sehingga pelaksanaan suatu bagian kegiatan akan merupakan pengulangan dari bagian kegiatan sebelumnya (*repetitive activities*). Proyek – proyek yang termasuk dalam kategori ini diantaranya adalah proyek – proyek jalan, pemasangan pipa, jalan layang dan bangunan bertingkat banyak.

Kelemahan pada metode ini mirip dengan kelemahan pada metode Bar Chart, yaitu tidak dapat secara jelas dan lengkap menggambarkan ketergantungan antar kegiatan dan tidak dapat menunjukkan kegiatan – kegiatan kritis.

2.4.3 Metode Network

Metode ini menyajikan model visualisasi proyek dalam bentuk jaringan yang tersusun dari simpul (*node*) dan anak panah (*arrow*). Terdapat dua macam model visualisasi proyek, *Activity on Arrow* (AOA) atau disebut juga Arrow Diagramming dan *Activity on Node* (AON) atau Precedence Diagramming Method (PDM), dan PERT (Program Evaluation and Review Technique). Pada dasarnya metode network , baik CPM, PERT maupun PDM memakai prinsip perhitungan waktunya berdasarkan *Critical Path Technique*. Pada dasarnya metode network, baik CPM, PERT maupun PDM memakai prinsip perhitungan waktunya berdasarkan *Critical Path Technique*. Metode Network dapat secara jelas memberikan informasi mengenai kapan suatu kegiatan dapat dimulai dan dapat selesai paling cepat dan paling lambat, lintasan-lintasan berikut kegiatan-kegiatan kritisnya, dan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Pada umumnya, metode network yang paling sering digunakan dalam proyek studi dan research adalah PERT, yang dimaksudkan terutama untuk perencanaan pelaksanaan proyek yang tidak mempunyai data histories yang kurang baik

(kurang lengkap) untuk waktu maupun biaya sehingga diperlukan pendekatan probabilistik.

2.4.3.1 Metode PERT

Pada metode PERT didalam menentukan waktu (durasi) telah memperhitungkan ketidakpastian didalam estimasi setiap pekerjaan, hal ini merupakan tindakan didalam mengatasi suatu keadaan risiko terhadap kegagalan (keterlambatan yang diakibatkan, misalnya oleh cuaca, human error atau lainnya). Dalam prosedur perhitungannya, PERT memerlukan tiga estimasi durasi kegiatan yaitu durasi yang *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*.

Untuk melaksanakan pekerjaan atau aktifitas pada proyek konstruksi yang sejenis, diperlukan data histories untuk perhitungan waktu yang tepat. Untuk perhitungan waktu pekerjaan dapat ditentukan pada suatu rentang daerah nilai (*range*) yang dibedakan dalam tiga macam tipe untuk waktu (durasi pekerjaan), yaitu :

- Waktu optimis (a), adalah durasi waktu pada pekerjaan yang ideal.
- Waktu yang paling sesuai / paling mungkin (m), adalah durasi waktu pada aktifitas yang normal.
- Waktu pesimis (b), adalah durasi waktu pada aktifitas yang kurang menguntungkan.

Tiga waktu diatas dapat dipakai pada semua pekerjaan dan digunakan sebagai variabel random.

2.5 Manajemen Biaya Proyek[15]

Manajemen Biaya Proyek meliputi proses – proses yang melibatkan perencanaan, estimasi, penganggaran dan pengendalian biaya, agar proyek dapat diselesaikan dengan anggaran yang tersedia. Proses – proses utama dalam manajemen biaya proyek, yaitu :

1. *Cost Estimating*, yaitu melakukan penaksiran terhadap biaya sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktifitas – aktifitas proyek.
2. *Cost Budgeting*, yaitu melakukan agregasi berbagai estimasi kegiatan atau paket pekerjaan untuk menentukan total biaya yang akan dijadikan acuan dalam mengukur kinerja proyek.

3. *Cost Control*, yaitu melakukan pengendalian terhadap faktor – faktor yang dapat mempengaruhi perubahan biaya.

2.5.1 *Cost Estimating*

Estimasi biaya mencakup identifikasi dan mempertimbangkan berbagai alternatif pembiayaan. Biaya pada aktifitas skedul untuk seluruh sumber daya akan dibiayakan pada proyek. Biaya ini mencakup buruh, material, peralatan, pelayanan dan fasilitas, juga pada kategori khusus seperti dana inflasi atau biaya tak terduga.

2.5.2 *Activity Cost Estimates*

Estimasi biaya aktifitas adalah dugaan secara kuantitatif mengenai biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh aktifitas proyek. Biaya diestimasi untuk seluruh sumber daya yang terdapat dalam estimasi biaya aktifitas. Biaya ini mencakup buruh, material, peralatan, pelayanan dan fasilitas, juga pada kategori khusus seperti dana inflasi atau biaya tak terduga.

2.5.3 *Activity Cost Estimate Supporting Detail.*

Rincian penunjang untuk estimasi biaya aktifitas mencakup :

- Deskripsi dari lingkup aktifitas skedul proyek.
- Dokumentasi basis estimasi yang dilakukan.
- Dokumentasi dari asumsi yang dibuat.
- Dokumentasi dari batasan – batasan yang ada.
- Indikasi dari perkiraan estimasi.

2.5.4 *Cost Budgeting*

Cost Budgeting yaitu melakukan agregasi berbagai estimasi kegiatan atau paket pekerjaan untuk menentukan total biaya yang akan dijadikan acuan dalam mengukur kinerja proyek.

a) *Cost Baseline*

Cost Baseline adalah *time-phased budget* yang digunakan untuk mengukur, memonitor dan mengendalikan secara keseluruhan kinerja biaya pada proyek. Dikembangkan dengan menambahkan estimasi biaya pada waktu tertentu dan biasanya ditampilkan dalam kurva-S.

b) *Project Funding Requirements.*

Kebutuhan pendanaan, total dan berkala didapatkan dari *cost baseline* dan dapat ditetapkan untuk melebihi. Total dana yang dibutuhkan mencakup yang terdapat pada *cost baseline* ditambah dengan jumlah biaya tak terduga yang dimiliki.

2.5.5 *Cost Control*

Pada *project cost control* meliputi :

- Faktor – faktor pengaruh yang dapat menyebabkan perubahan pada *cost baseline*.
- Memastikan perubahan yang diinginkan disetujui.
- Mengatur perubahan jika terjadi perubahan tersebut secara aktual.
- Menjamin *potential cost overruns* tidak melebihi pendanaan berkala dan pada total proyek yang telah ditetapkan.
- Memonitor kinerja biaya untuk mendeteksi dan mengerti perbedaan – perbedaan pada *cost baseline*.
- Mencatat semua perubahan yang bertentangan dengan *cost baseline* secara akurat.
- Melakukan pencegahan terhadap perubahan yang salah, tidak perlu atau tidak disetujui untuk dimasukkan kedalam laporan biaya atau penggunaan sumber daya.
- Menginformasikan para stakeholder untuk menyetujui perubahan.
- Memastikan *cost overruns* yang diharapkan tidak melebihi batasan.

2.6 *Risk Management*[16]

Risiko adalah efek kumulatif dari kemungkinan-kemungkinan terjadinya ketidakpastian yang dapat mengganggu tercapainya sasaran proyek. Risiko dapat dinyatakan sebagai penyingkapan terhadap kemungkinan terjadinya suatu konsekuensi dari suatu peristiwa (*event*)[17]. Risiko adalah suatu bagian yang melekat dalam kehidupan dan berkaitan dengan segala kegiatan industrial. Risiko bisa dikurangi, dikendalikan ataupun dirubah, tetapi risiko tidak dapat dikurangi hingga nol (dihilangkan). Pengurangan risiko terhadap suatu sumber dapat mempengaruhi risiko sumber yang lainnya[18]. Adapun definisi lain adalah risiko adalah kemungkinan terjadinya suatu yang berdampak negatif terhadap sasaran,

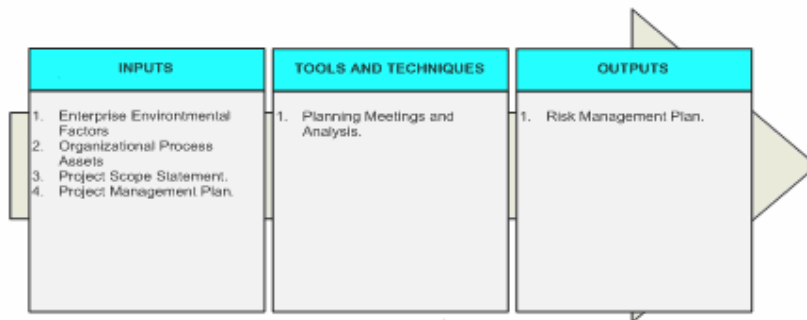
diukur dengan melihat konsekuensi yang mungkin terjadi dan besarnya probabilitas dari risiko tersebut. Sehingga risiko merupakan fungsi dari probabilitas atau kemungkinan terjadi dan akibat dari tidak dapat dicapainya tujuan proyek atau dinyatakan dengan model matematik : Risiko = Probabilitas x Akibat[19].

Pengelolaan risiko dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. *Risk Management Planning*, yaitu Memutuskan bagaimana melakukan pendekatan terhadap perencanaan dan pelaksanaan aktifitas dari manajemen risiko untuk proyek yang dilaksanakan.
2. *Risk Identification*, yaitu Memastikan risiko mana saja yang mungkin terjadi atau memberikan dampak terhadap proyek dan mendokumentasikan karakteristik risiko-risiko tersebut.
3. *Risk Analysis*, yaitu Memprioritaskan risiko untuk dianalisa lebih lanjut atau melakukan penilaian dan menggabungkan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi dan berdampak.
4. *Risk Response Planning*, yaitu mengembangkan pilihan dan tindakan untuk meningkatkan kesempatan dan mengurangi ancaman terhadap tujuan proyek.
5. *Risk Monitoring and Control*, yaitu urutan identifikasi risiko, mengawasi risiko yang tersisa, mengidentifikasi risiko baru, pelaksanaan rencana respon terhadap risiko, dan evaluasi seluruh efektivitasnya seluruh arus kehidupan proyek.

2.6.1 *Risk Management Planning*

Perencanaan manajemen risiko adalah proses untuk menentukan pendekatan dan kegiatan-kegiatan manajemen risiko yang akan dilakukan. Proses perencanaan manajemen risiko penting untuk menentukan tingkatan, jenis dan kelayakan dari risiko yang dikaji, pengaruh proyek bagi organisasi/perusahaan terhadap sumberdaya dan waktu, dan untuk menentukan acuan yang disepakati untuk mengevaluasi risiko. Proses perencanaan manajemen risiko seharusnya dilakukan seawal mungkin selama perencanaan proyek.

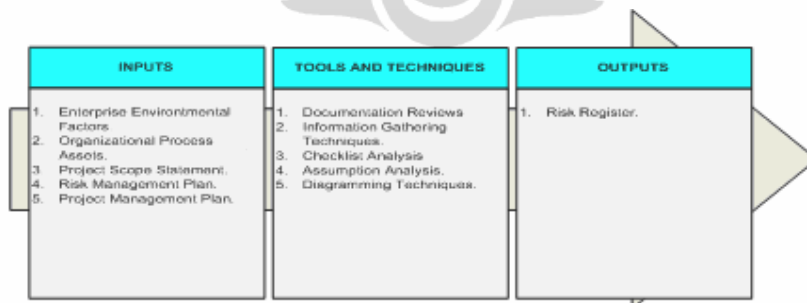


Gambar 2.1. Risk Management Planning: Input, Tools and Techniques dan Output.

2.6.2 Risk Identification

Identifikasi risiko dilakukan untuk menentukan risiko-risiko yang mungkin mempengaruhi proyek dan mendokumentasikan karakteristiknya. Identifikasi risiko merupakan proses yang iteratif karena risiko baru mungkin diketahui sejalan dengan progres proyek :

- Iterasi pertama dapat dilakukan oleh sebagian dari tim proyek atau tim manajemen risiko
- Iterasi kedua dapat dilakukan oleh tim proyek dan stakeholder utama
- Untuk menghindari analisis yang bias, orang-orang yang tidak terlibat dalam proyek dapat dilibatkan pada iterasi terakhir.



Gambar 2.2. Risk Identification: Input, Tools and Techniques dan Output.

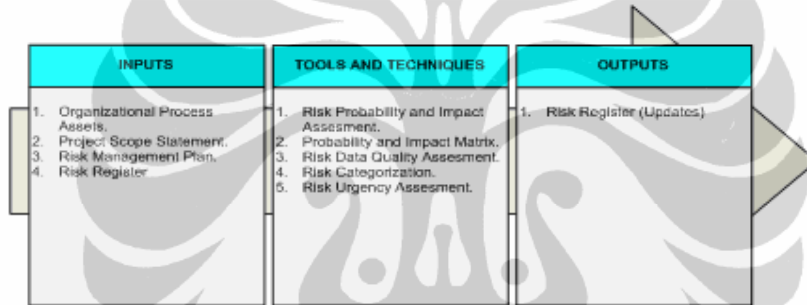
2.6.3 Qualitative Risk Analysis

Analisis kualitatif menggunakan bentuk kata atau skala deskriptif untuk menerangkan besaran potensi konsekuensi dan kemungkinan terjadinya konsekuensi tersebut. Skala-

skala ini bisa diadaptasikan atau disesuaikan agar cocok dengan situasi yang ada, dan deskripsi yang berbeda-beda bisa digunakan untuk risiko-risiko yang berbeda-beda[20].

Analisis kualitatif digunakan :

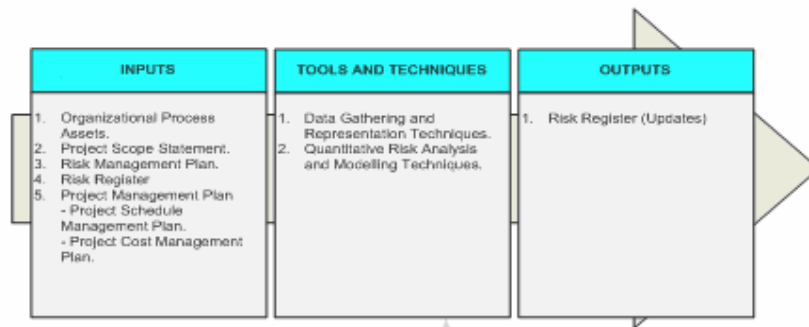
- Sebagai suatu aktifitas penyaringan awal untuk mengidentifikasi risiko-risiko yang membutuhkan analisis yang lebih rinci.
- Dimana level risiko tidak menjustifikasi (membenarkan) waktu dan upaya yang dibutuhkan untuk melakukan suatu analisis yang lebih lengkap; atau
- Dimana data numeris tidak memadai untuk dilakukannya suatu analisis kuantitatif.



Gambar 2.3. Qualitative Risk Analysis: Input, Tools and Techniques dan Output.

2.6.4 *Quantitative Risk Analysis*

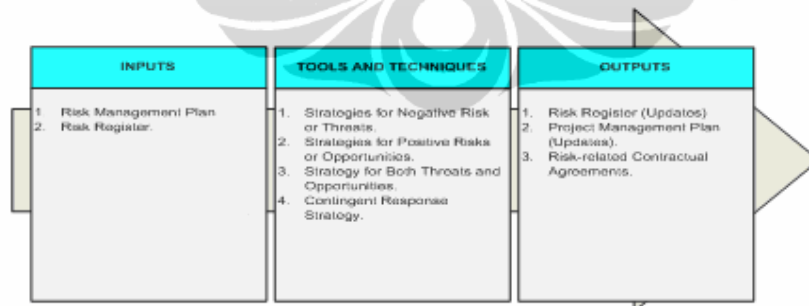
Analisis risiko kuantitatif dilakukan pada risiko yang diprioritaskan. Analisis risiko kuantitatif merupakan dampak dari kejadian risiko dan memberikan penilaian numerik pada risiko tersebut. Analisis risiko kuantitatif merupakan pendekatan kuantitatif untuk membuat keputusan dengan adanya ketidakpastian. Dalam beberapa kasus, analisis kuantitatif mungkin tidak diperlukan untuk menyusun respons yang efektif terhadap risiko.



Gambar 2.4. Quantitative Risk Analysis: Input, Tools and Techniques dan Output.

2.6.5 Risk Response Planning

Perencanaan penanganan (*response*) risiko adalah proses mengembangkan opsi, dan menentukan tindakan untuk meningkatkan kesempatan serta mengurangi ancaman terhadap tujuan proyek. Penanganan risiko mencakup identifikasi dan alokasi satu orang atau lebih untuk mengambil tanggung jawab bagi setiap penanganan risiko yang disepakati untuk didanai. Perencanaan penanganan risiko mempertimbangkan risiko berdasarkan prioritas, memasukkan sumberdaya dan kegiatan-kegiatan kedalam anggaran, jadwal dan rencana manajemen proyek bila diperlukan.



Gambar 2.5. Risk Response Planning: Input, Tools and Techniques dan Output.

2.7 Strength, Weaknesses, Opportunities And Threats (SWOT) Analysis

SWOT merupakan singkatan yang dibentuk dari kata-kata berikut, yaitu *Strengths* (kekuatan), *Weaknesses* (kelemahan), *Opportunities* (Peluang/kesempatan), dan *Threats* (Ancaman). Kekuatan dan kelemahan merupakan keuntungan dan

kekurangan yang bersumber dari internal proyek, sedangkan kesempatan dan ancaman merupakan faktor yang bersumber dari luar (external) yang berpotensi menjadi sesuatu yang menguntungkan dan juga merugikan. *SWOT Analysis* dianggap sebagai pendekatan yang terstruktur yang dapat membantu untuk menganalisa masalah-masalah ataupun kondisi-kondisi yang ada secara sistematis yang dapat mempengaruhi dalam rangka pemenuhan visi, misi, sasaran dan tujuan. Dengan kata lain, *SWOT Analysis* merupakan cara yang tepat dan ringkas dalam pengevaluasian kondisi-kondisi pada masa lampau, masa sekarang dan juga masa depan yang bertujuan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan internal proyek, serta kesempatan dan ancaman yang bersumber dari eksternal proyek[21].

Pendapat lain mengatakan *SWOT Analysis* merupakan metode pembentuk yang digunakan untuk membantu dalam memformulakan strategi. *SWOT Analysis* digunakan untuk menganalisa sumber yang berbasis rencana dan mengilustrasikannya secara iterative dan menyatukannya kedalam proses perencanaan secara keseluruhan. *SWOT Analysis* bertujuan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan yang bersumber dari dalam proyek, serta kesempatan/peleuang dan ancaman yang bisa ditimbulkan dari pihak external dan lingkungan sekitar. Dengan dilakukannya identifikasi strategi terhadap faktor-faktor tersebut maka akan memberikan suatu hasil yang dapat membangun kekuatan, mengurangi atau menghilangkan kekurangan, mengeksploitasi peluang, ataupun mengantisipasi ancaman. Kekuatan dan kelemahan diidentifikasi berdasarkan penilaian internal, sedangkan peluang dan ancaman diidentifikasi berdasarkan penilaian external. Penilaian internal ditujukan kepada setiap aspek yang mencakup proyek secara keseluruhan, sebagai contoh sumber daya manusia (pekerja), fasilitas, lokasi dan pelayanan. Penilaian external ditinjau dari segi politik, ekonomi, sosial, teknologi dan lingkungan persaingan dengan suatu pandangan untuk mengidentifikasi peluang dan ancaman. Variasi dari *SWOT Analysis* tergambar atau terwakilkan dengan suatu matrix yang disebut matrix TOWS. Di dalam matrix TOWS, berbagai faktor akan diidentifikasi dan dipasangkan (contoh : kekuatan dengan kesempatan, yang mana bertujuan untuk menimbulkan sebuah inisiatif untuk membuat strategi yang baru)[22].

Tabel 2.1. Matrix TOWS

	Strengths (kekuatan)	Weaknesses (kelemahan)
Opportunities (kesempatan/peluang)	SO Strategies	WO
Threats (ancaman)	ST	WT

Sumber : R.G. Dyson / European Journal of Operational Research 152, 2004.

- Strategi SO

Strategi ini dibuat berdasarkan jalan pikiran perusahaan, yaitu dengan memanfaatkan seluruh kekuatan untuk merebut dan memanfaatkan peluang sebesar-besarnya[23].

- Strategi ST

Ini adalah strategi dalam menggunakan kekuatan yang dimiliki perusahaan untuk mengatasi ancaman[24].

- Strategi WO

Strategi ini diterapkan berdasarkan pemanfaatan peluang yang ada dengan cara meminimalkan kelemahan yang ada[25].

- Strategi WT

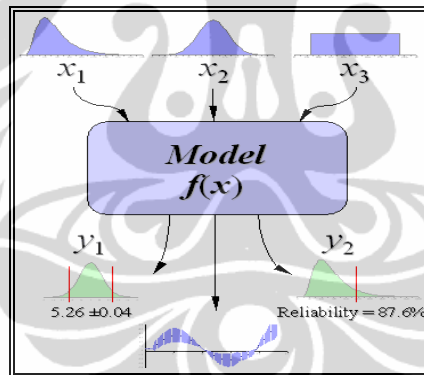
Strategi ini didasarkan pada kegiatan yang bersifat defensive dan berusaha meminimalkan kelemahan yang ada serta menghindari ancaman[26].

2.8 Simulasi Monte Carlo

Salah satu teknik dalam menyelesaikan masalah dalam penyusunan penjadwalan proyek harus mempertimbangkan parameter faktor ketidakpastian dan risiko agar penyelesaian proyek menjadi sesuai spesifikasi, dibawah anggaran dan tepat waktu. Metode Monte Carlo adalah merupakan teknik simulasi untuk menyelesaikan masalah yang menggunakan *random numbers* dan *probability*. The Wikipedia (Anon, 2006) menjelaskan bahwa nama metode Monte Carlo diambil dari sebuah Kasino yang terkenal di Monaco. Dimana metode ini menggunakan pengulangan secara acak dalam melakukan proses aktifitas kasino. Monte Carlo melakukan simulasi berupa pengulangan berkali-kali secara acak dengan

menggunakan berbagai macam model matematika untuk menghasilkan *output* nilai kisaran kemungkinan yang akan muncul, atau biasa disebut distribusi probabilitas. Kunci dari metode ini adalah walaupun input yang dimasukkan adalah nilai yang bervariasi, namun terdapat batasan tertentu yang sesuai dengan distribusi probabilitas yang didefinisikan. Sehingga merefleksikan keadaan kenyataan yang sesungguhnya[27]. Simulasi Monte Carlo terbukti merupakan teknik yang efisien. Teknik ini hanya menggunakan nomor acak dan program pengacak nomor yang terdapat pada computer[28].

Simulasi Monte Carlo dapat dikatakan suatu metode evaluasi secara iterasi (berulang-ulang) pada suatu model *deterministic* yang kompleks, non-linear, atau mendapatkan hubungan/interaksi antar parameter, input data yang digunakan menggunakan bilangan random yang distribusi probabilitasnya sudah ditentukan terlebih dahulu.



Gambar 2.6. Skema Simulasi Monte Carlo

Analisa Monte Carlo (juga dikenal sebagai “simulasi dengan sampel acak”) juga berarti sebagai suatu teknik simulasi kuantitatif yang menggunakan banyak jenis model analisa keputusan yang berbeda. Langkah-langkah pada analisa risiko Monte Carlo antara lain[29] :

1. Mendefinisikan sumber daya modal dengan mengembangkan model deterministik estimasi.

2. Mengidentifikasi ketidak pastian dalam estimasi dengan menetapkan nilai-nilai yang mungkin dari variabel di dalam estimasi dengan "range" (cakupan) kemungkinan (distribusi).
3. Meneliti estimasi dengan simulasi.
4. Membuat keputusan berdasarkan hasil analisa Monte Carlo.

Model ini dijalankan (di-iterasikan) berulang-ulang untuk menentukan "range" (cakupan) dan probabilitas dari semua hasil yang mungkin dari model itu.

Keuntungan dari penerapan analisa Monte Carlo adalah sebagai berikut[30] :

- **Mengidentifikasi risiko/peluang yang merupakan bagian terpenting dari estimasi.** Hal ini membantu para manajer proyek untuk mengontrol risiko dalam mengerahkan sumber daya dan memperoleh keuntungan berdasarkan peluang yang ada.
- **Menggambarkan rentang estimasi (range of estimated).** Ini merupakan output laporan secara statistik yang dilakukan oleh program komputer tertentu yang membantu menentukan kontingensi dan menyediakan suatu akurasi.
- **Estimasi ini merupakan hasil kerja banyak pihak.** Karena rentang estimasi tersebut diperoleh dari sekumpulan/grup dari personil proyek yang familiar dengan proyek tersebut, maka aplikasi dari analisa Monte Carlo sering kali meningkatkan keyakinan dalam estimasi dan proses Monte Carlo. "Grup" ini merupakan bagian proses Monte Carlo dan grup yang berpartisipasi juga memiliki hak kepemilikan atas hasil yang diperoleh. Grup ini merupakan kumpulan para ahli/orang-orang berpengalaman dalam proyek tersebut.
- **Dapat dilakukan tinjauan ulang terhadap estimasi.** Pertemuan "Grup" ini biasanya akan mendorong untuk melakukan peninjauan ulang terhadap estimasi dan biasanya menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam ketelitian hasil estimasi.

Dasar dari simulasi Monte Carlo adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel random (acak). Metode ini terbagi dalam 5 tahapan[31] :

1. Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting
2. Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel di tahap pertama.
3. Menentukan interval angka random untuk tiap variabel

4. Membuat angka random
5. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan

2.8.1 Probabilitas dan Konsep Kejadian

Didalam suatu peristiwa (*event*) yang dapat digambarkan sebagai waktu pelaksanaan/penyelesaian suatu pekerjaan dapat dinyatakan sebagai variabel random. Variabel random terdiri dari angka-angka yang merupakan penyederhanaan agar perhitungan analisis statistik menjadi lebih mudah. Selanjutnya dari konsep peristiwa itu dapat ditarik kesimpulan bahwa kejadian dapat diukur seberapa besar kemungkinan atau peluang terjadinya. Secara definisi dapat dikatakan bahwa besarnya peluang terjadinya peristiwa itu adalah rasio antara jumlah kejadian peristiwa terhadap jumlah peluang kejadian didalam ruang tersebut.

Karena harga suatu variabel random menyatakan suatu peristiwa, maka harga variabel random dapat berupa besaran numerik yang hanya dinyatakan dalam probabilitas yang bersangkutan (ukuran probabilitas). Aturan untuk menyatakan ukuran probabilitas yang berkaitan dengan semua harga suatu variabel random adalah distribusi probabilitas (*probability distribution*). Gambaran kecenderungan dari variabel random yang bersifat *discrete* (bertangga) atau *continous* (rentang harga) dikonseptualisasikan dalam suatu persamaan matematik yang membentuk suatu kurva yang disebut sebagai *Probability Density Function* (PDF)

2.8.2 Distribusi yang Sesuai Untuk Simulasi Konstruksi

Pada sebagian besar aplikasi konstruksi, PDF dasar umumnya tidak diketahui. Oleh karena itu, seorang ahli akan diharuskan untuk memilih sebuah PDF dengan asumsi salah satu yang dipilih tersebut cocok/sesuai dengan bentuk dari distribusi dasar. Seringkali direkomendasikan bahwa untuk memodelkan parameter durasi dari aktifitas konstruksi dalam suatu cara yang efisien dan akurat harus menggunakan suatu “famili PDF” yang fleksibel yang mampu mencapai variasi bentuk yang bermacam-macam. Berikut ini akan dijelaskan hasil studi dari para peneliti mengenai distribusi yang sesuai untuk simulasi konstruksi :

Farid dan Koning (1994), menggunakan data dari O’Shea dkk (1964), menganjurkan PDF beta sebagai PDF yang mendekati kecocokan (*fit*) untuk memodelkan distribusi *truck load* dan waktu travel[32].

Christiano Maio dkk. (2000) dengan software BestFit membuktikan bahwa hasil prosedur fitting (uji kelayakan) dipengaruhi oleh dimensi kumpulan data. Untuk data yang “jumlahnya terbatas”, fungsi distribusi beta menduduki peringkat pertama dalam prosedur fitting (untuk simulasi konstruksi), atau dengan kata lain distribusi beta paling cocok untuk simulasi konstruksi apabila “datanya terbatas” [33].

Berdasarkan pada MacCrimmon dan Rayvee (1964), PDF yang digunakan untuk simulasi konstruksi seharusnya bersifat kontinyu, dibatasi antara dua titik waktu positif, dan dalam menetapkan *range*/rentangnya menggunakan sebuah modulus unik. PDF beta memenuhi kondisi ini [34].

Berdasarkan pada W.Edward Back ciri dari distribusi triangular mirip sekali dengan distribusi beta, yaitu [35] :

- Tiap estimasi ada nilai tertinggi dan terendah.
- Distribusi bersifat kontinyu. Distribusi probabilitas diasumsikan bersifat diskrit.
- Probabilitas pemunculan kejadian menurun ketika mendekati nilai tertinggi dan terendah. Sehingga distribusi berbentuk konveks atau cembung (bukan konkav/cekung)
- Bersifat unimodal, sehingga diharapkan hasil distribusi akan memiliki satu nilai *most-probable*.
- Karena data aktual memiliki nilai “bebas” untuk cenderung lebih tinggi daripada merendah sesuai hasil estimasi, maka distribusi kecondongan.

Tetapi jika dibandingkan dengan distribusi triangular, distribusi beta memiliki beberapa kekurangan. Pada dasarnya ada beberapa alasan untuk memilih distribusi triangular, salah satu alasan paling dasar adalah karena *beta density function* memiliki hasil bimodal [36].

2.8.3 Penggunaan Simulasi pada Metode PERT

Program Evaluation Review Technique (PERT) merupakan suatu metode penjadwalan dengan menimbang durasi aktifitas yang bersifat tidak pasti. PERT mengasumsikan fungsi kerapatan probabilitas durasi aktifitas mengikuti distribusi beta. Analisis dalam PERT disederhanakan dengan menggunakan nilai-nilai tertentu parameter distribusi beta. Penentuan jalur kritis hanya menimbang mean

durasi untuk menentukan jalur kritis, dan probabilitas tital durasi didapatkan berdasarkan jalur kritis saja.

PERT memakai pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. PERT juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba “mengukur” ketidakpastian tersebut secara kuantitatif seperti “deviasi standar” dan varians. Tujuan sistem ini adalah[37]:

- Untuk menentukan probabilitas tercapainya batas waktu proyek.
- Untuk membantu dalam perencanaan dan pengendalian khusus aktifitas-aktifitas proyek dengan kondisi kritis.
- Untuk mengevaluasi akibat perubahan-perubahan program dan terjadinya penyimpangan pada jadwal proyek.

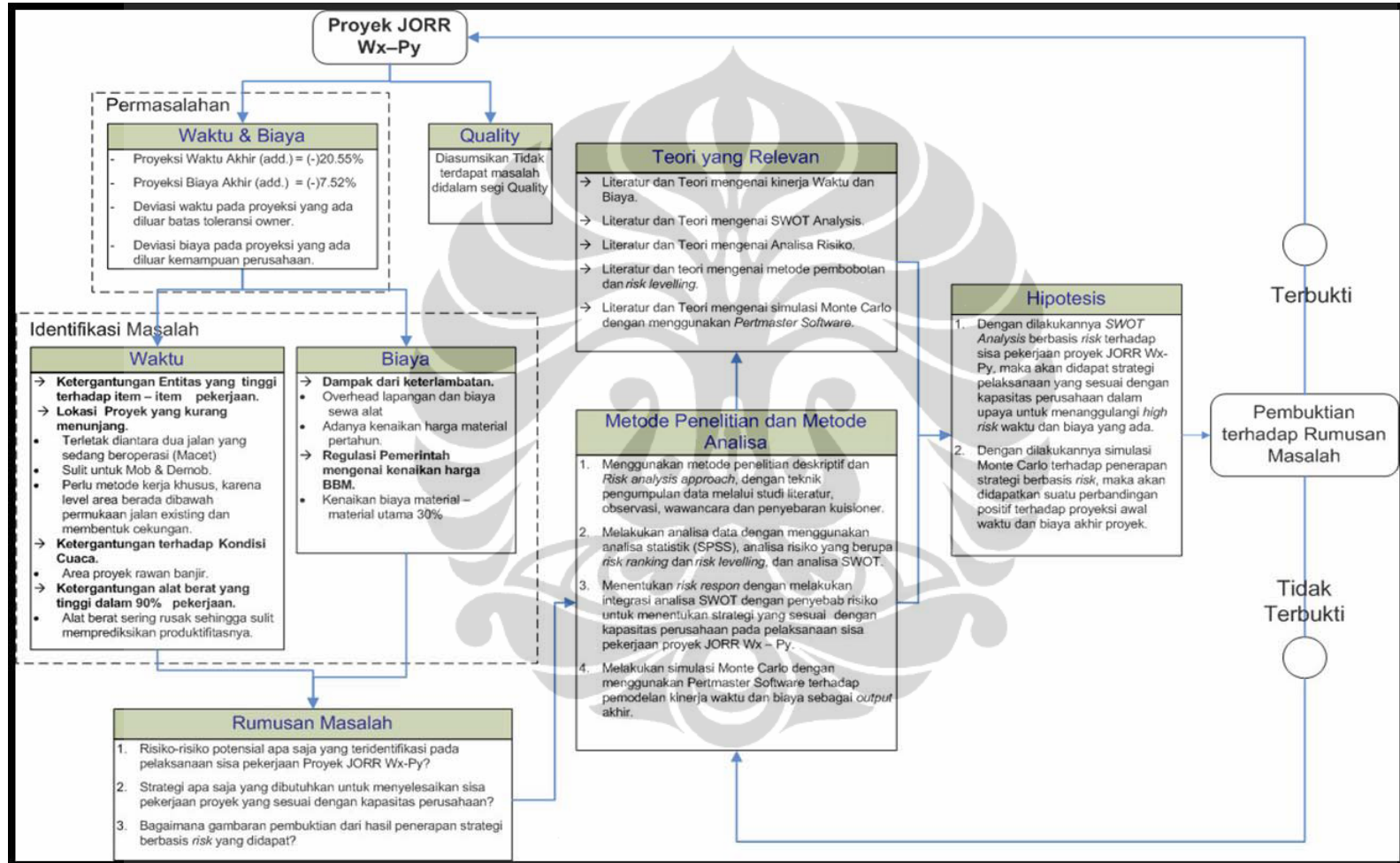
Keterbatasan dari metode PERT yang hanya bisa menggunakan satu pola distribusi yaitu distribusi beta, dimana pada proyek konstruksi tidak selalu memiliki distribusi Beta. Keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan metode simulasi yang dapat melakukan analisis faktor ketidak pastian yang disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal kontraktor.

Proses simulasi dapat dilakukan jika mempunyai data historis berupa data waktu dan biaya, dimana data-data tersebut disesuaikan dengan pola distribusi yang cocok. Sehingga dari hasil simulasi tersebut dapat memberikan infomasi mengenai kemungkinan/peluang penyelesaian atau tingkat keberhasilan pelaksanaan proyek yang akan dilaksanakan.

Salah satu teknik simulasi yang berkembang saat ini adalah simulasi Monte Carlo dengan dasar teknik penjadwalan yang digunakan dalam metode PERT yang terdapat pada Software Pertmaster.

2.9 Kerangka Berpikir

Berikut ini merupakan kerangka berpikir untuk penelitian yang dilakukan :



Gambar 2.7. Kerangka Berpikir Penelitian.

2.10 Hipotesa

Dari hasil perumusan kerangka berpikir yang dilakukan maka dihasilkan hipotesa berikut :

1. Dengan dilakukannya *SWOT Analysis* berbasis *risk* terhadap sisa pekerjaan proyek JORR W_x-P_y , maka akan didapat strategi pelaksanaan yang sesuai dengan kapasitas perusahaan dalam upaya untuk menanggulangi *high risk* waktu dan biaya yang teridentifikasi.
2. Dengan dilakukannya simulasi Monte Carlo terhadap penerapan strategi berbasis *risk*, maka akan didapatkan suatu perbandingan positif terhadap proyeksi awal waktu dan biaya akhir proyek.

