

Penerbit

TOHAR MEDIA



FAKTOR RISIKO

PADA BANGUNAN TINGGI MULTIFUNGSI

“METODE MONTE CARLO”

Dr. Parea Rusan Rangan, ST., MT.

FAKTOR RISIKO PADA BANGUNAN
TINGGI MULTIFUNGSI
(METODE MONTE CARLO)

Penulis:

Parea Rusan Rangan

Editor:

Sri Gusty

Penerbit:

TOHAR MEDIA

Faktor Risiko Pada Bangunan Tinggi Multifungsi (Metode Monte Carlo)

Penulis :

Parea Rusan Rangan

Editor:

Sri Gusty

ISBN : 978-623-8148-35-6

Desain Sampul dan Tata Letak

Ai Siti Khairunisa

Penerbit

CV. Tohar Media

Anggota IKAPI No. 022/SSL/2019

Redaksi:

JL. Rappocini Raya Lr 11 No. 13 Makassar

JL. Hamzah dg Tompo. Perumahan Nayla Regency Blok D No. 25 Gowa

Telp. 0852-9999-3635/0852-4352-7215

Email : toharmedia@yahoo.com

Website : <https://toharmedia.co.id>

Cetakan Pertama Januari 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik termasuk memfotocopy, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp. 5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah)**
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat 1, dipidana paling lama **5 (lima tahun)** dan/atau denda paling banyak **Rp. 500.000.000,00 (Lima Ratus Juta Rupiah)**

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan buku yang berjudul “Faktor Risiko Pada Bangunan Tinggi Multifungsi (Metode Monte Carlo). Penulis berharap dengan hadirnya buku ini di hadapan pembaca, dapat memberikan sumbangsih yang bermanfaat bagi khazanah sains-teknologi infrastruktur khususnya bidang Teknik sipil.

Pentingnya faktor risiko karena dapat mempengaruhi pelaksanaan konstruksi bangunan multi fungsi tinggi yang akan berguna dalam penyusunan suatu pola manajemen risiko berbasis suatu sistem pengambilan keputusan yang didukung oleh berbagai metoda analisa, pemodelan dan simulasi, optimasi yang berbentuk *linear*, *non-linear*, stokastik maupun probabilistik atau kombinasinya yang dilaksanakan secara terukur serta validasi. Berbagai kajian dengan metoda kualitatif atau kuantitatif pada akhirnya dapat dilakukan sehingga semua jenis resiko utama yang berakibat ekstrem dan dahsyat berikut dampak, penyebab, dan tindakan koreksi yang diperlukan untuk pembuatan pola pengendalian terhadap risiko proyek bangunan tinggi multi fungsi yang dihadapi para *stakeholders* dimasa kini dan masa mendatang.

Buku ini ditulis sebagai bentuk sumbangan ilmiah dari penulis yang menggeluti bidang ilmu Teknik Sipil. Terima kasih kepada para narasumber yang dikutip dalam buku ini. Mohon maaf bila masih banyak kekurangan dalam buku ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan. Semoga buku ini bermanfaat.

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Depan	_i
Halaman Penerbit	_ii
Kata Pengantar	_iii
Daftar Isi	_iv
Bab 1. Risiko	_1
1.1. Pengertian Risiko	_1
1.2. Pengertian Waktu	_2
Bab 2. Bangunan Tinggi Multi Fungsi	_5
2.1. Pengertian	_5
2.2. Area Ilmu Manajemen Proyek (PMBOK)	_8
Bab 3. Manajemen Risiko	_11
3.1. Pengertian	_11
3.2. <i>Risk Identification</i>	_18
3.3. <i>Qualitative Risk Analysis</i>	_22
3.4. <i>Quantitative Risk Analysis</i>	_23
3.5. <i>Risk Response Planning</i>	_25
3.6. <i>Risk Monitoring and Control</i>	_26
Bab 4. Waktu Proyek	_27
Bab 5. Faktor-Faktor Risiko	_33
5.1. Lingkungan dan Kondisi Lapangan	_33
5.2. Sumber Daya Manusia	_33
5.3. Kontrak	_34
5.4. Owner/ Pemberi Tugas	_34
5.5. Desain	_35
5.6. Penjadwalan	_35
5.7. Manajemen	_36
5.8. Politik, Pemerintah, Kebijakan	_36
5.9. Kontraktor/Sub Kontraktor	_36
5.10. Metode Pelaksanaan Konstruksi	_36
5.11. Keuangan	_37
5.12. Material / Bahan bangunan	_37
5.13. Peralatan	_37

Bab 6. Penyelenggaraan Bangunan Sesuai UU No.28 Tahun 2002	_39
6.1. Pengertian	_39
6.2. Tahapan Proyek Produksi	_40
Bab 7. Tingkat Kepentingan Risiko	_41
Bab 8. Kelayakan Risiko	_43
8.1. Tujuan	_43
8.2. Skala Kriteria	_49
Bab 9. Pemodelan	_53
9.1. Tujuan	_53
9.2. Pemasukan Data	_55
9.3. Analisis Korelasi dan Interkorelasi	_56
9.4. Analisis Faktor	_59
9.5. Analisis Regresi Berganda	_60
9.6. Uji Model	_62
9.7. Penentuan Model	_67
9.8. Validasi	_67
9.9. Pengidentifikasian Variabel Penentu Tambahan Melalui Variabel Dummy	_70
Bab 10. Metode Monte Carlo	_73
Bab 11. Penutup	_77

FAKTOR RISIKO PADA BANGUNAN TINGGI MULTIFUNGSI (METODE MONTE CARLO)

Penulis:

Parea Rusan Rangan

Editor:

Sri Gusty

Pendahuluan

1.1. Pengertian Risiko

Risiko¹ dapat diartikan sebagai ketidakpastian (*uncertainty*) yang telah diketahui tingkat probabilitas terjadinya, atau ketidakpastian yang bisa dikuantitaskan yang dapat menyebabkan kerugian atau kehilangan. Pada dasarnya konsep risiko dapat diaplikasikan pada hampir setiap kegiatan pengambilan keputusan yang dilakukan oleh manusia karena konsekuensi atau akibat yang ditimbulkannya tidak mempunyai kepastian. Ketidakpastian ini muncul disebabkan oleh karakteristik dasar dari pengambilan keputusan yang berorientasi kepada masa mendatang (*future*) yang tidak pasti.

Faktor risiko yang dapat mempengaruhi pelaksanaan konstruksi bangunan multi fungsi tinggi yang akan berguna dalam penyusunan suatu pola manajemen risiko berbasis suatu sistem pengambilan keputusan yang didukung oleh berbagai metoda analisa, pemodelan dan simulasi, optimasi yang berbentuk *linear*, *non-linear*, stokastik maupun probabilistik atau kombinasinya yang dilaksanakan secara terukur serta validasi. Berbagai kajian dengan metoda kualitatif atau kuantitatif pada akhirnya dapat dilakukan sehingga semua jenis resiko utama yang berakibat ekstrem dan dahsyat berikut Dampak, Penyebab, dan Tindakan Koreksi yang diperlukan untuk pembuatan pola pengendalian terhadap risiko

¹ Bramantyo Djohanputro, MBA, Ph.D., Manajemen Risiko Korporat Terintegrasi, cetakan 2, Penerbit PPM Januari 2006, hal.9

proyek bangunan tinggi multi fungsi yang dihadapi para *stakeholders* dimasa kini dan masa mendatang².

1.2. Pengertian Waktu

Waktu³ adalah variabel *central* yang perlu dipertimbangkan ketika berurusan dengan risiko. Kita dapat mengambil risiko atau kita dapat berada pada risiko. Kondisi melakukan kegiatan atas dasar pengambilan keputusan dengan ketidak-pastian dapat berlaku pada tingkat perorangan, badan hukum, pemerintahan dan lainnya, dalam pembangunan pada tahap konseptualisasi, perencanaan, pengembangan, desain, pengadaan konstruksi, operasi, dan manajemen suatu kegiatan atau proyek. Proses pengambilan keputusan tersebut dapat dilaksanakan dengan melibatkan satu atau banyak pihak, penuh dengan berbagai kendala dan *constraint* ekonomi, sosial-budaya, politik, lingkungan, kekuatan-kekuatan geografis lokal-regional, dan lainnya, ditentukan atau dipicu oleh ilmu pengetahuan atau teknologi tertentu, berbagai *stakeholder* dari bisnis industri, keuangan dan lainnya. Pengambilan Keputusan pada pelaksanaan kegiatan atau proyek untuk menimbulkan perubahan guna mencapai tujuan tertentu yang diinginkan dengan kondisi ketidak-pastian akan menimbulkan suatu kondisi risk atau risiko. Identifikasi atas ketidak-pastian akan menjadi lebih kompleks dengan kondisi dan keadaan yang berbentuk masalah yang memerlukan pendekatan multidisipliner.

Oleh karena satu dan lain hal, maka seringkali keputusan yang diambil oleh pimpinan perusahaan atau organisasi didasarkan atas data dan informasi yang belum cukup lengkap sehingga mengandung unsur ketidakpastian atau risiko atas keberhasilannya. Proses yang menjadi variabel penting yaitu mengidentifikasi jenis risiko dan klasifikasi berdasarkan sumber risiko terhadap waktu pelaksanaan proyek bangunan tinggi multi

² Abidin, S.Ismeth, Ph.D., Materi Kuliah Manajemen Risiko, Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Pelita Harapan, Jakarta, 2006

³ Imam Soeharto, Manajemen Proyek (Dari konseptual sampai operasional), Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999, hal.2-3

fungsi di DKI Jakarta, kaitannya dengan analisis peristiwa risiko terhadap kinerja jadwal waktu penyelesaian pekerjaan pada proyek.

Bangunan Tinggi Multi Fungsi

2.1. Pengertian

Sebagai salah satu kota terbesar dan terpadat penduduknya di dunia, DKI Jakarta sebagai Ibukota tidak mungkin ditopang oleh kantor-kantor, hotel atau apartemen tiga sampai lima lantai saja. Areal yang makin sempit oleh ekspansi manusia dan infrastruktur terasa makin sesak, lahan terbuka apalagi dalam satu hamparan luas, sudah sangat sulit ditemukan. Maka pembangunan kompleks kawasan gedung-gedung tinggi atau pencakar langit yang mempunyai multi fungsi (*mixed use*) banyak dibangun untuk menampung derasnya permintaan ruang usaha yang harus didukung oleh fasilitas kelas dunia, tahan gempa, kokoh, juga memiliki sisi estetika dan keelokan sehingga tampak indah. Pesatnya pembangunan gedung yang menggabungkan fungsi perkantoran, hotel, apartemen, pusat perbelanjaan, rumah toko serta lantai parkir banyak dilakukan di lokasi strategis dengan kemudahan akses, suasana lingkungan, luas unit, ditujukan untuk menarik minat dan memikat konsumen atau pembeli, sehingga pihak pengembang dapat *survive* dalam persaingan.

Pembangunan gedung multi fungsi tinggi mulai marak dibangun khususnya di wilayah DKI Jakarta⁴. Pembangunan gedung tinggi saat ini tidak lagi hanya sekedar untuk perkantoran

⁴ www.kompas.com, Harian Kompas, Bisnis Apartemen, Jumat, 01 September 2006.htm

atau hotel semata. Tetapi peruntukannya sudah menggabungkan berbagai fungsi bangunan seperti: fungsi hotel, apartemen, perkantoran, fungsi *mall* atau *business centre*, pertokoan, lantai parkir serta sekolah dalam satu kesatuan bangunan.



Gambar 2.1. Gedung Tinggi Multi Fungsi di DKI Jakarta

Hal ini bisa dimaklumi karena tujuan para pemilik atau direksi gedung multi fungsi tinggi tersebut adalah mengikuti kecenderungan *trend* masyarakat atau kondisi *market* saat ini dalam rangka mencapai nilai perusahaan yang setinggi-tingginya. Namun semakin tinggi nilai ekspektasi yang ingin diraih maka semakin tinggi pula tingkat risiko bagi perusahaan tersebut. Tujuan pengelolaan perusahaan adalah untuk memaksimalkan nilai dan kekayaan perusahaan sangat dipengaruhi oleh ekspektasi arus kas dan tingkat risiko. Semakin tinggi tingkat risiko yang dihadapi perusahaan maka semakin rendah nilai dan kekayaan perusahaan. Oleh karena itu kebijakan dan pengawasan risiko merupakan hal yang penting dan perlu mendapat perhatian para direksi atau komisaris perusahaan. Risiko dapat memberi dampak jangka panjang maupun jangka pendek, tidak saja kepada perusahaan tetapi juga kepada setiap individu perusahaan

maupun setiap tahapan, keputusan atau aspek perusahaan (SDM, organisasi, infrastruktur, sistem, teknologi) serta semua jenis aset baik yang tidak berwujud (kualitas manajemen, *goodwill* atau reputasi), maupun yang berwujud seperti misalnya: mobil, komputer, bahan baku, pabrik, bangunan gedung tinggi. Komisaris maupun direksi perusahaan yang bertugas melakukan eksekusi kebijakan dan memastikan jalannya perusahaan secara sehat, sangat berkepentingan terhadap pengelolaan risiko.

Keputusan pemilik dan direksi perusahaan untuk membangun suatu bangunan gedung multi fungsi tinggi tentunya sudah merupakan strategi kebijakan untuk memperoleh keuntungan yang semaksimal mungkin. Bangunan-bangunan gedung tinggi multi fungsi dapat ditemui diberbagai tempat di wilayah DKI Jakarta. Mulai dari yang telah beroperasi sampai yang saat ini tengah dalam tahap pelaksanaan konstruksi sebagaimana terlihat pada peta wilayah DKI Jakarta pada gambar 2.2.

Bangunan gedung tinggi multi fungsi terutama banyak dibangun pada titik-titik jalan protokol utama atau dekat dengan lokasi pusat keramaian kota Jakarta yang letaknya strategis yang tersebar di lima wilayah DKI Jakarta yaitu : Jakarta Pusat, Jakarta Utara, Jakarta Timur, Jakarta Barat, dan Jakarta Selatan⁵.

Kedepan pembangunan gedung-gedung tinggi multi fungsi sudah menjadi kebutuhan bagi kota besar seperti DKI Jakarta. Akibatnya akan semakin banyak gedung tinggi multi fungsi yang dibangun sehingga semakin banyak pula faktor risiko yang perlu untuk diteliti.

⁵ www.proyeksi.com, Siswanto, Cahyono, BCI Asia, Proyeksi Ritel dan Hunian Tahun 2006.htm



Gambar 2.2.

Peta Wilayah DKI Jakarta

2.2. Area ilmu Manajemen Proyek (PMBOK)

Aplikasi manajemen proyek dalam dunia usaha dan industri khususnya dibidang jasa konstruksi semakin dirasakan perlu untuk meningkatkan kualitas penyelenggaraan proyek. Dengan persiapan yang lebih baik dalam aspek penguasaan ilmu manajemen proyek umumnya manajer proyek dan tim proyek, akan dapat menyelesaikan tugasnya lebih baik dan melakukan sedikit kesalahan.

Dengan demikian dapat dihindari pemborosan waktu , tenaga, dan sumber daya. Adanya standarisasi, kodifikasi, serta sertifikasi yang berkaitan dengan profesi dan area ilmu manajemen proyek diharapkan akan semakin memudahkan dalam implementasinya. Disiplin ilmu manajemen proyek sebagai profesi⁶ adalah ilmu manajemen yaitu pengetahuan untuk mengelola suatu kegiatan yaitu kegiatan yang bersifat spesifik atau berbentuk proyek yang berkaitan erat dengan fungsi merencanakan, memimpin, mengorganisir, serta mengendalikan berbagai kegiatan proyek yang sarat dengan berbagai disiplin ilmu seperti : *engineering*, arsitektur, akuntansi, keuangan dan lain sebagainya.

Project Management Institute (PMI) di USA telah merumuskan area ilmu manajemen proyek dalam *Project Management Body Of Knowledge* (PM-BOK)⁷ yang terdiri dari 9 komponen pengelolaan yaitu : integrasi, lingkup kerja, waktu, biaya, mutu, sumber daya, pengadaan/kontrak, **risiko**, dan komunikasi.

⁶ Iman Soeharto, Manajemen Proyek, Dari Konseptual Sampai Selesai, 1999, Penerbit Erlangga, hal. 37-38

⁷ Project Management Institute Association, USA, Project Management Body of Knowledge (PMBOK), 2004 Edition.

Manajemen Risiko

3.1. Pengertian

Pengertian dasar risiko terkait dengan keadaan adanya ketidakpastian (*uncertainty*), dan tingkat ketidakpastiannya terukur secara kuantitatif. Risiko bisa diartikan sebagai ketidakpastian yang telah diketahui tingkat probabilitas kejadiannya. Untuk dapat menghitung tingkat ketidakpastian terlebih dahulu harus ada informasi yang diperoleh. Perolehan informasi ini dipakai untuk menghitung probabilitas kejadian-kejadian sehingga ketidakpastian tersebut berubah menjadi risiko. Informasi dapat diperoleh melalui riset atau penelitian dengan berbagai metode. Pengertian lain risiko adalah ketidakpastian akan pencapaian suatu target. Risiko juga dapat diartikan penyebaran atau penyimpangan dari target, sasaran, atau harapan.

Dalam tahap konstruksi pembangunan proyek khususnya gedung tinggi multi fungsi, risiko dapat mempengaruhi kinerja proyek. Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu untuk mencapai sasaran yang telah digariskan dengan jelas.⁸

Dari pengertian diatas terlihat bahwa pokok proyek adalah sebagai berikut:

- Memiliki tujuan khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.

⁸ Iman Soeharto, Manajemen Proyek, Dari Konseptual Sampai Operasional, Penerbit Erlangga, 1999, hal 2-3.

- Jumlah biaya, sasaran jadwal, serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan diatas telah ditentukan.
- Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
- Non rutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Bobot risiko proyek tergantung pada tahap-tahap sepanjang siklus proyek dan berhubungan dengan berbagai fungsi proyek lainnya. Menurut PMBOK, fungsi manajemen risiko seharusnya terintegrasi dengan tujuh fungsi manajemen yang lain, sebagaimana terlihat pada gambar 2.3 dimana pengelolaan risiko proyek terintegrasi dan terkoordinasi dengan fungsi Manajemen Proyek seperti : pengelolaan lingkup (*scope*), pengelolaan waktu, pengelolaan biaya, pengelolaan mutu, pengelolaan SDM, pengelolaan pengadaan (*procurement*), serta pengelolaan komunikasi.⁹

Manajemen risiko merupakan sebuah sistem yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkuantifikasi segala bentuk risiko yang dapat mempengaruhi suatu bisnis atau proyek agar dapat menghasilkan sebuah keputusan yang tepat untuk mengatasi risiko tersebut (Roger Flanagan dan George Norman, 1999).

Ada 4 tahap proses manajemen risiko menurut Roger Flanagan & George Norman¹⁰, sebagaimana dilukiskan pada gambar 2.4 :

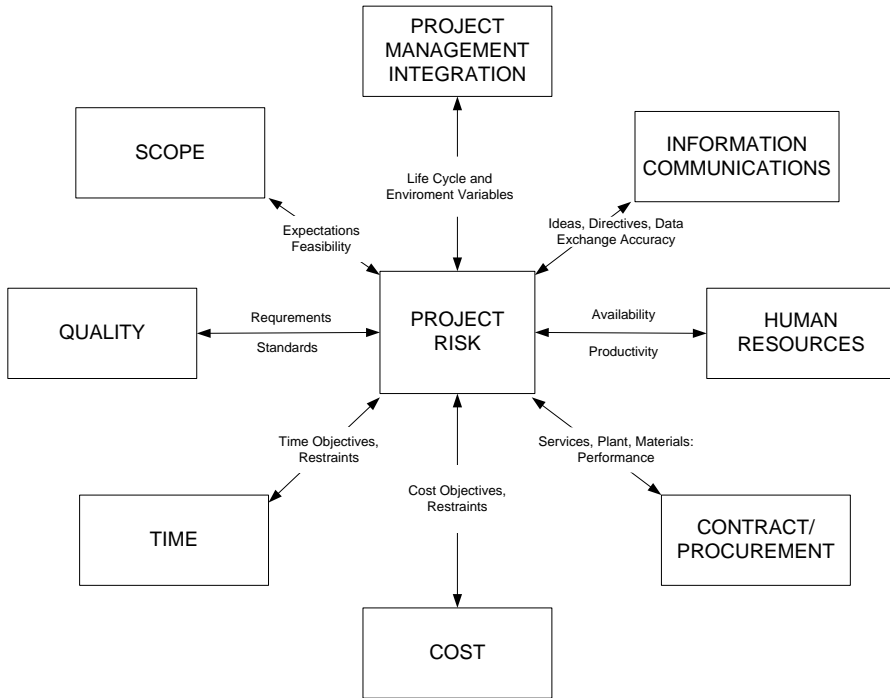
1. *Risk Identification*

Proses untuk mengidentifikasi sumber risiko yang berpengaruh pada kinerja proyek.

⁹ R. Max, Wideman, Risk Management A Guide to Managing Project Risk and Opportunities, Project Management Institute, Pennsylvania, USA, 1992, pg. II-2

¹⁰ Flanagan, Roger & Norman George, Risk Management and Construction, Oxford, Royal Institution of Chartered Surveyors, Blackwell Scientific Publication, 1993, pg.45-55

PROJECT FUNCTION RISK RELATION



Gambar 2.3.

Integrasi Risiko dengan Fungsi Manajemen Proyek

2. Risk Assesment Evaluation

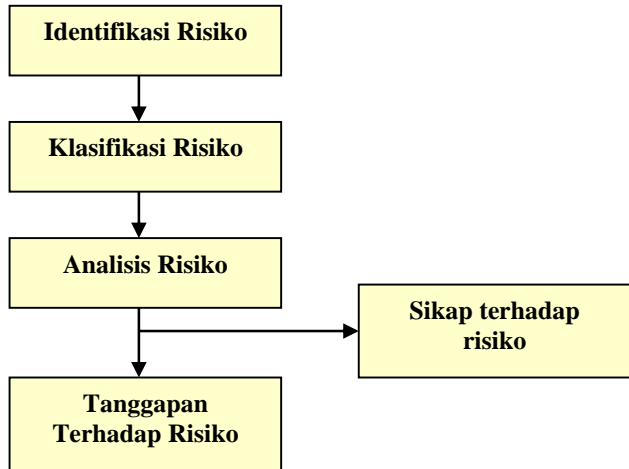
Proses mengevaluasi risiko dengan cara mencari pendapat para ahli atau pakar yang berpengalaman.

3. Risk Quantification

Proses mengkuantifikasi risiko dengan cara melakukan sensitivity analisis melalui program *Statistical Product and Service Solutions (SPSS) for Windows*.

4. Risk Response and Action

Proses penanggulangan dan pengendalian risiko.



Gambar 2.4.

Proses Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah sistem pengambilan keputusan yang didukung oleh berbagai metoda analisa, pemodelan dan simulasi, dan optimasi yang juga dapat berbentuk *linear*, *non-linear*, stokastik maupun probabilistik atau kombinasinya yang dilakukan secara terukur serta validasi. Dengan demikian kajian dengan metoda kualitatif maupun kuantitatif dapat dilakukan sehingga semua jenis risiko yang berakibat ekstrim dan dahsyat berikut dampak, penyebab, dan tindakan koreksi yang diperlukan untuk memberi pola pengendalian terhadap risiko yang dihadapi dimasa kini dan mendatang. Untuk itu, berbagai analisis perlu dilakukan untuk menghindari terjadinya "risiko", terutama risiko kegagalan proyek, yang berhubungan erat dengan ini adalah waktu, biaya, dan mutu.¹¹

¹¹ Abidin, S. Ismeth, Ph.D., Materi Kuliah Manajemen Risiko, 2006, Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Pelita Harapan, Jakarta.

Berdasarkan *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)* dari PMI USA, ada beberapa tahapan Manajemen Risiko Proyek sebagaimana yang terlihat pada gambar 2.5 :

1. *Risk Identification* : terdiri dari kegiatan mengidentifikasi sumber risiko yang mempunyai pengaruh yang berarti pada kinerja proyek. Apa saja yang berpotensi menjadi sumber risiko, bagaimana hal itu bisa terjadi? *Output* dari langkah ini adalah pengenalan sumber, sifat, serta potensi terjadinya risiko.
2. *Qualitative Risk Analysis* : menganalisa dan mengevaluasi risiko. Seberapa besar risiko tersebut dapat dievaluasi dengan menggunakan cara penelitian atau survey ke para ahli/pakar. Metode dalam analisa kualitatif risiko adalah untuk lebih membuat prioritas risiko yang disiapkan untuk tindakan lanjutan seperti analisa risiko kuantitatif serta tanggapan untuk setiap risiko dengan memusatkan perhatian pada risiko yang mempunyai prioritas tinggi.

Output dari kualitatif risk analisis adalah risk register yang diperbaharui atau updated.

3. *Quantitative Risk Analysis* : menganalisa efek yang ditimbulkan oleh risiko yang teridentifikasi terhadap kinerja proyek dengan melakukan analisis perhitungan memakai program SPSS. Penilaian secara kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan terhadap proyek dengan tingkat kemungkinan atau probabilitas terjadinya.

Output dari langkah ini adalah kuantifikasi risiko serta dampak yang ditimbulkan.

4. *Risk Response Planning* : penanggulangan risiko atau tindakan terhadap risiko. Bagaimana mengurangi risiko tersebut? Perencanaan tanggapan terhadap risiko merupakan proses untuk mengembangkan pilihan , serta menentukan tindakan untuk meningkatkan peluang dan mengurangi kegagalan atas sasaran proyek.

Output dari perencanaan tanggapan risiko adalah risk register yang *updates*, *project management plant yang updated*, serta risiko yang terkait dengan hubungan perjanjian kontraktual.

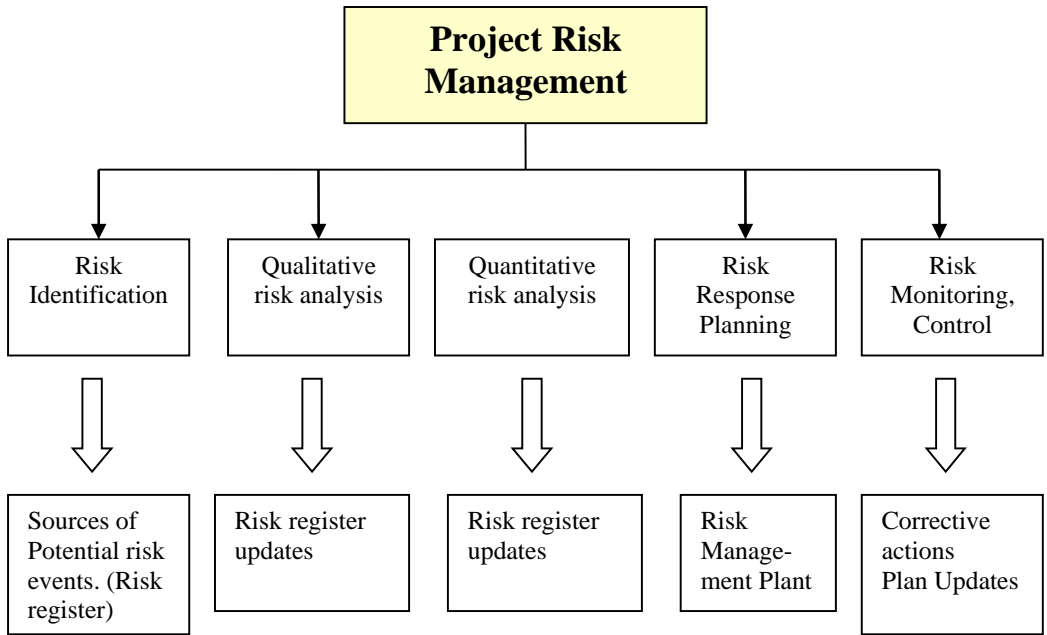
5. *Risk Monitoring and Control* : memonitor dan mengendalikan risiko yang telah teridentifikasi, mengidentifikasi risiko baru, menjalankan *risk response plans*, serta mengevaluasi efektivitasnya sepanjang siklus proyek. *Output risk monitoring and control* adalah *risk register updates*, *requested changes*, rekomendasi *corrective actions*, rekomendasi tindakan korektif, *organizational process asset (updates)*, dan *project management plan (updates)*.

Penentu kebijakan manajemen risiko adalah :

Input dari manajemen resiko digunakan sebagai dasar dalam menyusun rencana manajemen resiko

Penentu kebijakan terdiri dari :

- Manajer proyek
- *Project team leader*
- *Stakeholder* (yang berperan besar)
- Ahi manajemen resiko
- *Staff* lain yang dipandang perlu/konsultan



Gambar 2.5.

Manajemen Risiko Proyek¹²

Metodologi Manajemen Resiko :

Menjelaskan bagaimana proses manajemen resiko akan berlangsung.

Metodologi berhubungan dengan :

- Peralatan apa yang digunakan?
- Pendekatan apa yang diterima oleh organisasi penyelenggara proyek Sumber data apa yang bisa diperoleh ?
- Bagaimana tipe proyeknya, fase2nya?
- Fleksibilitas dari proyek mengenai waktu, kondisi dan budget.

¹² Project Management International Association, USA, Project Management Body of Knowledge, Chapter 11, Risk Management, 2004 Edition

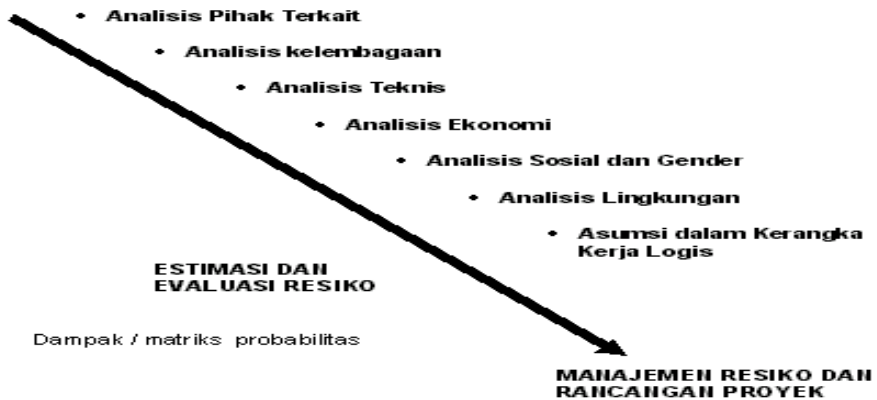
- *Roles and Responsibilities*
- *Budgeting*
- *Scheduling*
- *Risk Analysis Scoring*
- *Threshold*
- *Reporting Format*
- *Tracking*

3.2. Risk Identification

Risiko adalah kemungkinan terjadinya sesuatu yang tidak diinginkan atau suatu akibat. Risiko berkaitan dengan setiap proyek dan dapat terjadi dimana saja di dalam siklus proyek. Penilaian dan manajemen risiko adalah unsur yang penting di dalam proyek bisnis; sama pentingnya di dalam proyek pengembangan. Risiko yang terjadi, dapat mengakibatkan kegagalan proyek. Jadi, risiko perlu diidentifikasi terus menerus sejak konstruksi proyek mulai dirancang, mendokumentasikan bagaimana kemunculannya dapat berdampak kepada proyek, dan rencana penanganannya termasuk di dalam proses manajemen secara keseluruhan.

Uraian pada gambar 2.6 memperlihatkan identifikasi berbagai macam faktor risiko proyek seperti : pihak terkait, kelembagaan, teknis, ekonomi, sosial & gender, dan sebagainya.

IDENTIFIKASI RESIKO



Gambar 2.6.

Identifikasi Berbagai Faktor Risiko

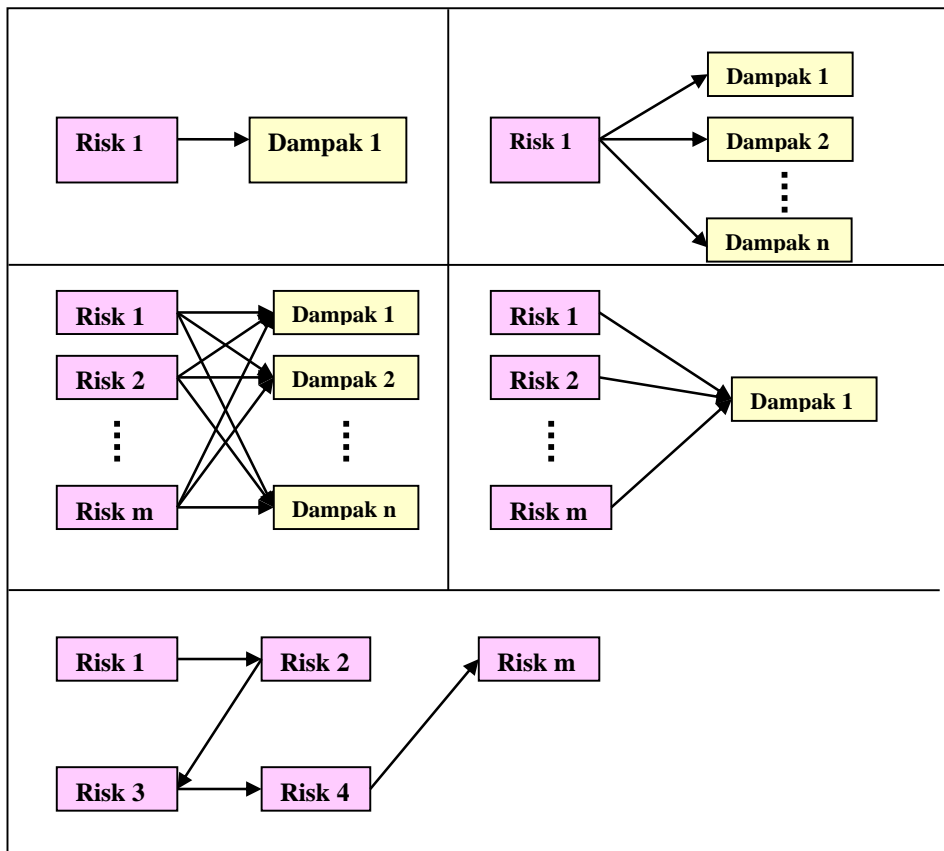
Risiko proyek mempunyai banyak tipe dan hubungan¹³ sebagaimana dilukiskan pada gambar 2.6. Ada risiko yang hanya mempunyai 1 dampak, dan ada pula risiko yang mempunyai sekaligus 3 dampak, beberapa risiko yang mempunyai dampak sama, atau risiko-risiko yang berhubungan dengan risiko lainnya.

Ada 5 macam teknik untuk mengidentifikasi risiko¹⁴ :

1. *Documentation review*. Membaca ulang rencana proyek, batasan-batasan proyek, dan Work Breakdown Structure proyek.
2. *Information Gathering Techniques*. Menghimpun semua informasi kemungkinan risiko yang dapat terjadi melalui cara : *brainstorming, delphi technique, dan interview*
3. *Checklist*. Melihat dokumentasi proyek-proyek yang telah dikerjakan sebelumnya.

¹³ Abidin, S. Ismeth, Ph.D, Materi Kuliah Manajemen Risiko, Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Pelita Harapan, 2006

¹⁴ Project Management Institute Association, USA, Project Management Body Of Knowledge, Chapter 11, Risk Management, page 239, 2004 Edition



Gambar 2.7

Tipe dan Hubungan Antar Risiko

4. *Checklist*. Melihat dokumentasi proyek-proyek yang telah dikerjakan sebelumnya.
5. *Asumption analysis*.

Diagramming Techniques. Teknik diagram ini antara lain : *cause and effect diagram*, *systems or process flowcharts*, dan *influences diagram*.

Setelah mengidentifikasi risiko maka perlu dilakukan kategorisasi risiko-risiko berdasarkan :

- *Controlable risk and Uncontrollable risk*. *Controlable risk* adalah risiko yang dapat ditangani, seperti misalnya penggunaan

tenaga kerja yang berpengalaman sehingga mampu menekan tingkat risiko keterlambatan pekerjaan. Sedangkan *uncontrolable risk* adalah risiko yang tidak dapat dikendalikan atau lebih dikenal sebagai "*Act of God*" seperti : gunung meletus, banjir, gempa bumi. Atau risiko yang tidak dapat dikendalikan sepenuhnya karena ditentukan oleh pihak lain seperti terjadinya *chaos* atau perubahan politik pada sebuah negara yang berdampak pada terhentinya pekerjaan proyek.

- *Dependent risk and Independent risk*. Risiko-risiko yang teridentifikasi kadang berhubungan satu dengan yang lain. Misalnya ketersediaan SDM yang tidak mencukupi berhubungan dengan keterlambatan waktu pekerjaan sehingga tidak dapat mencapai target waktu yang telah ditentukan.

Klasifikasi risiko proyek berdasarkan sumber dapat digunakan untuk mengorganisasikan, ranking dan mengisolasi risiko yang muncul :

- *Technical, quality, or performance risks* (desain, teknologi, kualitas)
- *Project management risks* (waktu, sumber daya, jadwal, material/peralatan)
- *Internal risks or organizational risks* (manajemen, owner, kontraktor, konsultan, keuangan)
- *External risks* (bencana alam, politik, pemerintahan, lingkungan dan kondisi lapangan, kenaikan inflasi)

Setelah mengidentifikasi risiko-risiko yang mungkin muncul pada suatu proyek, selanjutnya mengevaluasi dan mendokumentasi risiko-risiko tersebut. Cara mengevaluasinya adalah dengan mencari *risk probability* dan *risk consequences (impact)* :

- *Risk probability* adalah kemungkinan terjadinya risiko tersebut pada suatu proyek dan kemungkinan frekuensi peristiwa terjadi.
- *Risk consequences (impact)* adalah besarnya kerugian pada proyek apabila risiko itu terjadi

Kedua cara evaluasi di atas dapat diperoleh dengan menyebarkan kuesioner untuk memperoleh pendapat dari pihak-pihak yang terkait/terlibat dengan proyek. Aktivitas identifikasi risiko mencakup dan melibatkan antara lain : manajer proyek, tim proyek, tim manajemen risiko, staf ahli dari luar tim proyek, pelanggan, pemakai akhir, manajer proyek lainnya, *stakeholders*, dan staf ahli manajemen risiko. Seluruh personil proyek harus mendukung sepenuhnya pada saat dilakukan koordinasi untuk mengidentifikasi risiko. *Input* bagi *risk identification* adalah : faktor kondisi lingkungan, proses organisasi, pernyataan lingkup proyek, *risk management plan*, *project management plan*. Sarana untuk menggambarkan identifikasi risiko dengan membuat *risk breakdown structure* (RBS), yaitu dengan menguraikan atau merinci risiko yang terkait seperti : faktor teknis, faktor eksternal, organisasi, aktivitas manajemen proyek yang mencakup waktu, biaya, dan mutu.

3.3. Qualitative Risk Analysis

Analisa kualitatif melakukan pengujian dan prioritas risiko berdasarkan pada peluang kemunculan risiko dan dampak terhadap proyek jika risiko tersebut terjadi. Hasil yang diharapkan dari analisis ini adalah dapat mengetahui setiap risiko dan dampak yang ditimbulkan dengan lebih mendalam sehingga dapat dengan cepat memberikan *respons*, walaupun teknik analisis kualitatif tidak dapat memberikan nilai risiko dengan tepat/akurat. Hubungan dampak dan sasaran dari setiap risiko terhadap faktor waktu dengan toleransinya terhadap biaya, jadwal, ruang lingkup, dan kualitasnya.

Analisis kualitatif risiko dapat digunakan sebagai alat penghematan biaya dan mempercepat penetapan prioritas untuk rencana tanggapan risiko, menjadikannya sebagai dasar untuk analisis kuantitatif risiko jika diperlukan. Lebih tepat dan efektif digunakan pada tahap awal proyek dan jika hanya tersedia sedikit waktu yang dimiliki untuk mengevaluasi risiko sebelum terjadi. Nilai kuantitatif dapat digunakan pada risiko ketika melakukan analisa kualitatif, seperti nilai *very risky*, *not so risky*, *high*, dan *low*,

medium. Evaluasi kualitatif juga dapat mengevaluasi risiko dengan skala satu sampai sepuluh pada probabilitas dan dampak dari risiko. Hasil perkalian probabilitas dan dampak dapat digunakan untuk merangking risiko sehingga dapat mengetahui risiko yang menjadi prioritas untuk dilakukan tindakan koreksi.

*Input*¹⁵ untuk analisa kualitatif risiko adalah proses organisasi, lingkup proyek, *risk management plan*, dan *risk register*.

Sedangkan alat (*tool*) dan teknik-teknik analisa kualitatif risiko¹⁶ yaitu :

- *Risk probability and impact assessment*
- *Probability and impact matrix*
- *Risk data quality assessment*
- *Risk categorization*
- *Risk urgently assessment*

3.4. Quantitative Risk Analysis

Analisa kuantitatif risiko adalah proses untuk mengevaluasi risiko yang telah teridentifikasi dan menghitung data untuk pengambilan keputusan.¹⁷ Pada tahap ini dilakukan *sensitivity analysis* untuk mengetahui risiko mana yang paling besar memberikan dampak yang merugikan proyek.

Hasil dari *sensitivity analysis* berupa persamaan matematis hubungan ketergantungan antar kinerja proyek dengan faktor-faktor risiko.

Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara melakukan kalkulasi/ jumlah risiko yang muncul dan dampak yang ditimbulkan.

- Tujuan dari *Quantitatif Analisis*:
- Memastikan kemungkinan keberhasilan proyek

¹⁵ Ibid

¹⁶ Ibid

¹⁷ Newel, Michael W., PMP, and Grashina, Marina N., PMP, The Project Management Question and Answer Book, American Management Association, 2003, pg. 181-182

- Memastikan kemungkinan pencapaian tujuan partial proyek
- Menentukan risiko proyek
- Menentukan ketidaktentuan yang ada dalam proyek
- Menentukan risiko dengan dampak terbesar dari proyek.

Input *Quantitatif Analisis*:

- *Risk management plan*, menentukan budget utk analisis resiko, jadwal dan scoring
- *Identified risks* , resiko yang ditemukan dan dilanjutkan ke analisis qualitative
- *Prioritized risks* , didasarkan atas bobot, prioritas atau komponen WBS
- *List of risks marked for additional analysis*
- *Historical information*
- *Expert judgment*
- *Other planning outputs*

Analisis Sensitifitas :

- Setiap risiko proyek di dialami dengan dampaknya masing-masing.
- Risiko individual dihubungkan dengan dampak pada proyek secara umum
- Tujuan dari analisis sensitifitas adalah mencari risiko mana yang paling besar memberikan dampak kepada proyek

Hasil dari *Quantitatif Analisis*:

- *A prioritized list of risks* , potensial risiko.
- *Probabilistic analysis*, dapat digunakan untuk menentukan kemungkinan keberhasilan proyek

- *Probability of costs and schedule objectives*, risiko teridentifikasi, dampak yang ditimbulkan, kemungkinan kemunculannya dan ramalan keberhasilan proyek
- *Trends*

Analisa kuantitatif biasanya dilakukan setelah proses analisis kualitatif risiko, namun terkadang ada juga berdasarkan pengalaman dilapangan para manajer proyek yang langsung melaksanakan analisis kuantitatif setelah identifikasi risiko.

Ketersediaan waktu dan anggaran, dapat menjadi kendala untuk menyatakan kebutuhan kualitatif dan kuantitatif risiko, yang diperlukan untuk mengembangkan tanggapan risiko secara efektif. Analisis kuantitatif risiko harus diulangi setelah perencanaan tanggapan risiko, seperti halnya bagian dari *monitoring* dan pengendalian risiko. Hal tersebut dimaksudkan untuk memastikan apakah keseluruhan proyek risiko telah telah berkurang tingkat keberhasilannya, sekaligus sebagai masukan pada proses tanggapan risiko. Penggunaan alat dan teknis analisa kuantitatif yang umum dipakai :

- *Data gathering and representation techniques*
- *Quantitative risk analysis and modelling techniques*

3.5. Risk Response Planning

Terdapat 4 macam respons terhadap risiko¹⁸ :

1. *Risk Retention*. Jika dampak dari risiko sangat rendah seringkali kita mengambil langkah untuk menerima risiko tersebut.
2. *Risk Reduction (Mitigation)*. Usaha yang dilakukan untuk mengurangi kemungkinan, dampak atau keduanya dari risiko yang teridentifikasi.
3. *Risk Transfer*. Mentransfer risiko kepihak lain atau pihak ketiga.
4. *Risk Avoidance*. Cara yang dilakukan untuk menghindari risiko.

¹⁸ Project Management Institute Association, USA, Project Management Body Of Knowledge, Chapter 11, Risk Management, page 239-241, 2004 Edition

Input bagi risk response planning yaitu : *risk management plan*, dan *risk register*.

Sedangkan alat serta teknik yang digunakan yaitu :

- *Strategies for negative risk or threats*
- *Strategies for positive risk or opportunities*
- *Strategy for both threats and opportunities*
- *Contingent response strategy*

3.6. Risk Monitoring and Control

Melakukan *tracking* risiko yang teridentifikasi, memonitor risiko yang ada, mengidentifikasi risiko yang baru, menjalankan *risk response plans*, dan mengevaluasi efektivitasnya selama proyek berlangsung.

Setiap pekerjaan proyek harus dimonitor keterkaitannya pada hal-hal yang baru beserta perubahan risikonya. *Risk monitoring* dan *control* merupakan sarana yang dapat dipakai untuk memilih strategi alternatif, membuat *contingency plan*, mengambil tindakan korektif terhadap risiko yang dianggap wajar, serta memodifikasi perencanaan manajemen proyek dengan lebih efektif. *Risk monitoring and control* juga bermanfaat untuk melakukan pembaharuan proses organisasi, dan *database lesson learned templates* demi kepentingan proyek masa depan.

Input bagi *risk monitoring and control*¹⁹ yaitu :

- *Risk management plan*
- *Risk register*
- *Approved change request*
- *Work performance information*
- *Performance report*

Alat dan teknik yang digunakan untuk *risk monitoring and control*²⁰ yaitu :

¹⁹ Ibid

- *Risk reassessment*
- *Risk audits*
- *Variance and trend analysis*
- *Technical performance measurement*
- *Reserve analysis*
- *Status meetings*

²⁰ Ibid

Waktu Proyek

Sebagian besar proyek berlangsung dalam kurun waktu terbatas tidak lebih dari tahun. Dalam periode jangka pendek jenis dan intensitas kegiatan mengalami perubahan yang cepat sejak dari tahap awal (konsep) hingga tahap implementasi atau penyelesaian sebagaimana terlihat pada gambar 2.7. Setiap proyek berbeda-beda dalam hal kompleksitas, ukuran, serta sumber daya yang diperlukan. Semakin besar dan kompleks suatu proyek maka akan semakin memperlihatkan ciri pokok yang melekat dan membedakannya dari kegiatan operasional rutin (non proyek). Ciri tersebut dikenal dengan dinamika kegiatan sepanjang siklus proyek (*project life cycle*).

Pada tahap awal atau konsep peluang dan risiko yang ada masih relatif tinggi, sedangkan biaya penanganan risiko masih rendah karena tingkat investasi pada tahap perencanaan ini (*Plan*) juga masih rendah.

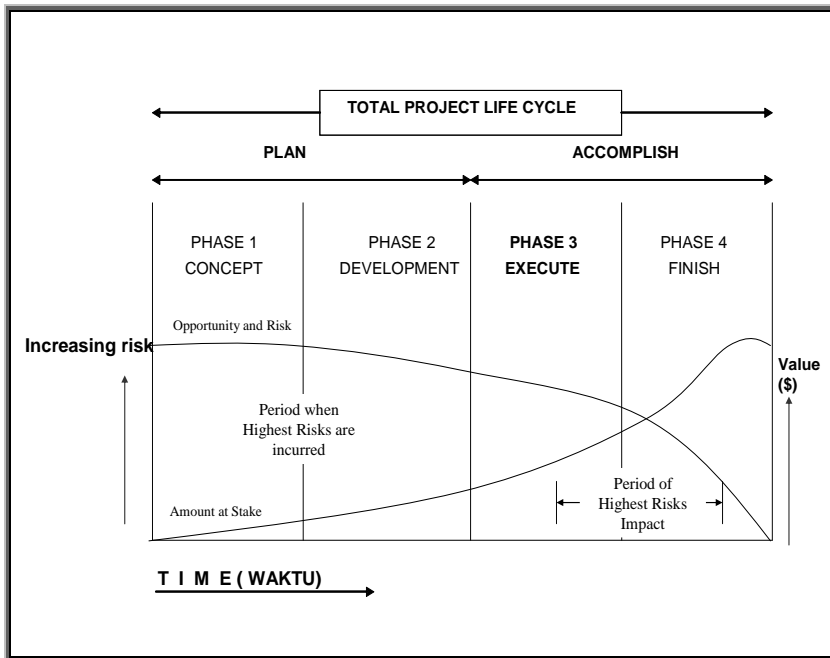
Sebaliknya selama waktu penyelesaian (*Accomplish*) peluang dan risiko makin lama makin menurun dimana hal yang belum diketahui (*unknown*) menjadi hal yang diketahui (*known*).

Pada saat yang sama biaya penanganan risiko mulai meningkat untuk memenuhi biaya investasi sumber daya untuk menyelesaikan proyek.²¹

²¹ Wideman, R.Max, Risk Management A Guide to Managing Project Risk and Opportunity, A Publication of Project Management Institute, Pennsylvania, USA, 1992, pg.II-5-6

Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa tingkat risiko yang paling tinggi terjadi pada 2 tahap terakhir atau tahap penyelesaian yaitu : tahap pelaksanaan (*Execute*), dan tahap terminasi (*Finish*).

Berdasarkan hal tersebut **tahap pelaksanaan proyek menjadi tahap yang paling kritis karena biaya terbesar dari keseluruhan biaya proyek diinvestasikan pada tahap pelaksanaan (*execute*).**²²



Gambar 2.8

Gambaran Siklus Proyek – Perbandingan Antara Risiko dan Besarnya Biaya Penanganan Risiko

Walaupun demikian tujuan dari manajemen risiko adalah membuat perencanaan proyek guna mengurangi ketidakpastian-risiko dan biaya penanganannya pada tingkat/level yang dapat diterima oleh perusahaan sepanjang siklus proyek (*project life cycle*).

²² Ibid

Waktu atau jadwal adalah salah satu sasaran utama proyek²³. Keterlambatan akan mengakibatkan berbagai bentuk kerugian seperti : penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasaran, dan lain-lain. Pengendalian waktu proyek merupakan hal yang penting dilakukan dalam pelaksanaan konstruksi proyek. Pengendalian waktu menyediakan kesempatan untuk mengetahui keterlambatan tersebut serta mengurangi dampak yang terjadi.²⁴

Waktu rencana proyek mempunyai definisi sebagai waktu yang telah direncanakan dan tertera dalam kontrak. Sedangkan waktu aktual proyek merupakan waktu pelaksanaan konstruksi yang sebenarnya dan sesuai dengan waktu yang telah terpakai di lapangan.

Untuk mengukur kinerja waktu suatu proyek harus ada keterkaitan yang menyatu dalam menganalisis kemajuan pekerjaan dengan jumlah waktu yang telah terpakai untuknya.

Jadwal proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka waktu aktual proyek dan penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan (terlambat dari waktu rencana).

Pengelolaan waktu mempunyai tujuan utama agar proyek dapat diselesaikan sesuai atau lebih cepat dari rencana dengan memperhatikan batasan biaya, mutu, dan lingkup proyek. Selain itu perlu pula diperhatikan persyaratan kontraktual proyek seperti : pemberian kontrak, penetapan tanggal schedule diserahkan, penetapan tanggal pembelian atau pengadaan peralatan dan borongan tertentu, penetapan batas-batas waktu persetujuan

²³ Callahan Michael T., *Construction Project Scheduling*, McGraw-Hill Inc., 1992, pg. 3-5

²⁴ Iman Soeharto, *Manajemen Proyek dari Konseptual Hingga Operasional*, hal 17-18, Penerbit Erlangga, 2001, hal.293-300

tertentu, dan penetapan tanggal penyelesaian pekerjaan, atau menghindari pekerjaan pada waktu periode tertentu.

Faktor-Faktor Risiko

5.1. Lingkungan dan Kondisi Lapangan²⁵

Dampak lingkungan dan kondisi lapangan terhadap kinerja waktu pelaksanaan proyek merupakan faktor risiko yang harus diperhitungkan. Keberhasilan penyelesaian proyek sesuai target waktu yang ditentukan banyak berinteraksi dengan komponen lingkungan dan kondisi lapangan serta kebiasaan hidup atau adat dan opini masyarakat disekitar lokasi proyek. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan seperti : situasi lingkungan, keadaan tanah, iklim, gempa bumi, keamanan, peraturan pemerintah dan perijinan yang mendukung.

5.2. Sumber Daya manusia (SDM)²⁶

Dalam mengidentifikasi faktor-faktor Sumber daya manusia yang berpengaruh terhadap kinerja waktu maka diperlukan jenis, kualifikasi dan jumlah sumber daya manusia sesuai jadwal keperluan yang telah ditetapkan. Agar dapat tersedia tepat pada waktunya tidak terlalu awal atau terlambat. Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) harus menjadi prioritas utama bagi kontraktor utama guna memberikan perlindungan kepada tenaga kerja dari risiko kecelakaan kerja sehingga kegiatan pembangunan proyek tidak terganggu.

²⁵ Garold D. Oberlander, Project Management for Engineering & Construction, McGraw-Hill, International Edition, 1992, pg. 151-153

²⁶ Ibid

5.3. Kontrak²⁷

Berdasarkan pembagian tanggung jawab antara pemilik dan kontraktor dikenal jenis kontrak dengan harga tetap (*lump-sum* atau *fixed price*), dan kontrak dengan harga tidak tetap (*cost-plus* atau *reimbursable*).

Dikenal pula jenis kontrak *Build, Operate, and Transfer* (BOT) yaitu bentuk kontrak kerjasama antara pemilik, promotor, dan kontraktor.

Kontrak yang lengkap dan baik merupakan prasyarat lancarnya penyelenggaraan proyek konstruksi dan diharapkan dapat memberikan perlindungan bagi kedua belah pihak.²⁸

Mengingat kompleksnya kegiatan proyek, maka dokumen kontrak tidak dapat menuliskan semua kegiatan, prosedur dan persyaratan yang diperlukan. Oleh karena itu perlu merumuskan cara perlindungan terhadap risiko untuk kejadian atau aspek yang berada diluar jangkauan. Agar risiko dapat dikendalikan maka perlu diidentifikasi dahulu faktor-faktor apa aja yang mungkin timbul.²⁹ Kemudian dirumuskan mekanisme yang efektif dan alat yang ampuh untuk mengadakan pemantauan dan pengendalian terus menerus sepanjang berlakunya masa kontrak. Pemilik harus memilih bentuk kontrak yang sesuai dengan proyek yang akan dilaksanakan.³⁰

5.4. Owner / Pemberi Tugas³¹

Pemberi Tugas atau pemilik proyek walaupun memegang peranan utama dalam penyelenggaraan proyek, namun harus menjelaskan secara detail bentuk peranan dan tugasnya.

²⁷ Iman Soeharto, Manajemen Proyek dari Konseptual Hingga Operasional, Jilid 2, Penerbit Erlangga, 2000, hal.2-17

²⁸ J. Ritz, George, Total Construction Project Management, McGraw-Hill Inc., International Edition, 1994, pg.71

²⁹ Yasin, H.Nazarkhan, Mengenal Kontrak Konstruksi di Indonesia, Penerbit Gramedia, Pustaka Umum, Jakarta, 2003, hal. 223-225

³⁰ Garold D. Oberlander, Project Management for Engineering & Construction, McGraw-Hill, International Edition, 1992, pg.152

³¹ Callahan, Michael T., Construction Project Scheduling, McGraw-Hill Inc., 1992

Apalagi dalam tahap pelaksanaan konstruksi proyek yang berskala besar dan kompleks (multi fungsi) maka akan semakin besar risiko yang dihadapi pemilik proyek, seperti kesulitan untuk selesai sesuai dengan jadwal.

Oleh karena itu Pemberi Tugas harus berperan secara aktif agar pelaksanaan fisik konstruksi oleh kontraktor selesai sesuai sasaran yang ditetapkan.

5.5. Desain³²

Bagi proyek konstruksi yang besar dan kompleks diperlukan kebijakan dan kejelasan desain *engineering* dari pihak pemilik proyek maupun kontraktor. Seharusnya sudah diputuskan desain mana yang diinginkan oleh pemilik sejak tahap awal perencanaan.

Adanya desain dengan spesifikasi dan gambar yang lengkap akan sangat membantu kontraktor utama untuk dapat melaksanakan konstruksi proyek sesuai sasaran yang dikehendaki. Desain *engineering* menentukan berbagai macam parameter dan produk yang akan dipakai sebagai pegangan atau referensi kegiatan pelaksanaan konstruksi.³³

5.6. Penjadwalan³⁴

Penjadwalan adalah metode pengaturan perincian yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan proyek. Penjadwalan yang sistematis dan analitis sangat dibutuhkan untuk mengendalikan waktu pelaksanaan proyek. Menghadapi jumlah kegiatan dan kompleksitas proyek yang cenderung bertambah maka diperlukan identifikasi faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi pencapaian jadwal yang telah dibuat.³⁵

³² Ibid

³³ Soeharto, Iman, Manajemen proyek dari Konseptual Sampai Operasional, Edisi kedua, Penerbit Erlangga, 2001, hal.96-99

³⁴ Ibid

³⁵ W. Hinze, Jimmie, Construction Planning and Scheduling, Prentice Hall, New Jersey, 1999, Pg.1

5.7. Manajemen³⁶

Peranan manajemen sangat penting dalam mendukung pelaksanaan kegiatan-kegiatan proyek seperti : merencanakan, mengorganisir, mengarahkan serta mengendalikan kinerja proyek, jadwal, biaya, dan mutu, baik di lapangan maupun di kantor pusat proyek serta mengerjakan administrasi dan personalia tenaga kerja.

5.8. Politik, Pemerintahan, Kebijakan³⁷

Perubahan situasi politik suatu negara dapat mengganti pejabat pemerintahan dan pada gilirannya akan menyebabkan terjadinya inflasi sehingga menyebabkan fluktuasi nilai tukar mata uang, melemahnya ekonomi atau perubahan kebijakan. Perubahan kebijakan disektor ekonomi atau moneter, industri, perpajakan serta peraturan pemerintahan yang baru, dapat mempengaruhi kinerja waktu pelaksanaan konstruksi proyek.

5. 9. Kontraktor / Sub Kontraktor³⁸

Pemilihan atau penunjukan langsung kontraktor pelaksana atau sub kontraktor seharusnya memperhatikan sungguh-sungguh masalah kemampuan, pengalaman, dan kualifikasi nya terutama dari segi jadwal, mutu, dan biaya sehingga diharapkan mampu melaksanakan tugas yang diberikan.

5.10. Metode Pelaksanaan Konstruksi³⁹

Penggunaan metode pelaksanaan konstruksi yang efektif dan efisien menentukan tercapainya sasaran yang ditetapkan. Dengan metode pelaksanaan yang tepat sesuai keperluan maka dapat

³⁶ Wideman, R.Max, Risk Management A Guide to Managing Project Risks and Opportunities, A Publication of the Project Management Institute, Pennsylvania USA, 1992, pg. A3

³⁷ Iman Soeharto, Manajemen Proyek dari Konseptual hingga Operasional, Jilid 2, Penerbit Erlangga, 1999, hal.368-369

³⁸ Callahan, Michael T., Construction Project Scheduling, McGraw Hill, Inc., 1992, Pg.134-135

³⁹ Garold D. Oberlander, Project Management for Engineering & Construction, McGraw-Hill, International Edition, 1992

diperoleh hasil yang optimal dan mengurangi adanya waktu menganggur (*idle*).

5.11. Keuangan⁴⁰

Keadaan keuangan proyek perlu mendapat perhatian sungguh-sungguh dari semua peserta proyek, direncanakan dan diperhitungkan dengan teliti, untuk mengelola pembayaran, proyeksi keperluan dana, sistem akuntansi proyek, dan operasi keuangan.⁴¹ Bila tidak berjalan dengan baik, misalnya proyeksi tersebut kurang dari keperluan maka akan mengacaukan jadwal pelaksanaan pekerjaan.

5.12. Material / Bahan bangunan⁴²

Pengadaan material bahan bangunan dan persediaan (*inventory*) untuk menjaga tersedianya barang pada saat dibutuhkan sesuai jumlah nya agar jadwal kegiatan proyek dapat dicapai sesuai target yang ditentukan. Untuk mendukung hal itu perlu dilakukan program pengendalian, koordinasi, dan integrasi dengan proses produksi lainnya, fabrikasi serta instalasi di lapangan.⁴³

5.13. Peralatan⁴⁴

Pengelolaan peralatan konstruksi dengan efektif dan efisien memerlukan program pengelolaan khusus dan disiplin yang tinggi agar peralatan dapat beroperasi dengan baik dengan operator yang terlatih baik. Sehingga dapat menghindari kerusakan alat yang dapat membahayakan keselamatan. Dengan demikian dapat diatur pemakaian peralatan sesuai jadwal yang ditetapkan.⁴⁵

⁴⁰ Kerzner Harold, Project Management, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995, Pg.921

⁴¹ http://www.c-risk.com/Construction_Risk, September, 2006.

⁴² Garold D. Oberlander, Project Management for Engineering & Construction, McGraw-Hill, Inc., International Edition, 1992, Pg.68

⁴³ J. Ritz, George, Total Construction Project Management, McGraw-Hill Inc., International Edition, 1994, pg.308

⁴⁴ Iman Soeharto, Manajemen Proyek dari Konseptual hingga Operasional, Jilid 2, Penerbit Erlangga, 1999, hal.106

⁴⁵ J. Ritz, George, Total Construction Project Management, McGraw-Hill Inc., International Edition, 1994, pg.289

Penyelenggaraan Bangunan sesuai UU No.28 Tahun 2002

6.1. Pengertian

Undang-undang tentang Bangunan Gedung⁴⁶ mengatur fungsi bangunan gedung, persyaratan bangunan gedung, penyelenggaraan bangunan gedung, termasuk hak dan kewajiban pemilik dan pengguna bangunan gedung pada setiap tahap penyelenggaraan bangunan gedung, ketentuan tentang peran masyarakat dan pembinaan oleh pemerintah, sanksi, ketentuan peralihan, dan ketentuan penutup. Setiap bangunan gedung harus memenuhi persyaratan administratif dan persyaratan teknis sesuai dengan fungsi bangunan gedung seperti : persyaratan peruntukan dan intensitas bangunan gedung, persyaratan arsitektur, pengendalian dampak lingkungan, keandalan bangunan gedung, kesehatan, kenyamanan, kemudahan, serta persyaratan bangunan gedung fungsi khusus.

Maksud dan tujuan pengaturan dilandasi oleh asas kemanfaatan, keselamatan, keseimbangan, dan keserasian bangunan gedung dengan lingkungannya, bagi kepentingan masyarakat.

⁴⁶ Undang-Undang Nomor 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung

6.2. Tahapan Proyek Produksi

Proyek konstruksi mempunyai proses yang meliputi (*PMBOK Guide*)⁴⁷:

- Tahap konsep atau gagasan proyek
- Tahap *Development* atau pengembangan
- Tahap *Implementation* atau pelaksanaan konstruksi
- Tahap *Termination* atau *finish*

Setiap tahap aktivitas saling terkait dan mempunyai peran masing-masing dalam menentukan keberhasilan suatu proyek.

Keberhasilan dari suatu proyek konstruksi dapat dilihat dari kinerja waktu, biaya dan mutu. Suatu proyek dikatakan berhasil jika waktu penyelesaian dan biaya yang dikeluarkan proyek konstruksi itu sesuai dengan yang telah direncanakan pada tahap perencanaan. Sedangkan proyek dikatakan memenuhi kualitas mutu jika hasil dari proses konstruksi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Pengendalian waktu proyek merupakan hal yang penting dilakukan selama tahap pelaksanaan konstruksi proyek. Pengendalian waktu menyediakan kesempatan untuk mengetahui keterlambatan waktu proyek lebih awal dan meningkatkan kemungkinan untuk mengatasi keterlambatan tersebut serta mengurangi dampak yang terjadi.

Proses *engineering-based system* dapat digunakan untuk melakukan manajemen risiko proyek dalam mengendalikan keterlambatan waktu penyelesaian.⁴⁸

⁴⁷ Project Management International Association, USA, Project Management Body Of Knowledge Guide, 2004 Edition

⁴⁸ Haimes, Yacov Y., Risk Modelling, Assessment, and Management, John Wiley & Sons, Inc., 1998, Pg. 33-34

Tingkat Kepentingan Risiko

Risiko-risiko yang penting biasanya dilihat dari 2 indikasi yaitu frekuensi

kejadiannya dan dampak yang terjadi akibat risiko tersebut⁴⁹.

Frekuensi kejadian risiko menunjukkan seberapa seringnya risiko tersebut terjadi pada setiap proyek konstruksi (*probability*).

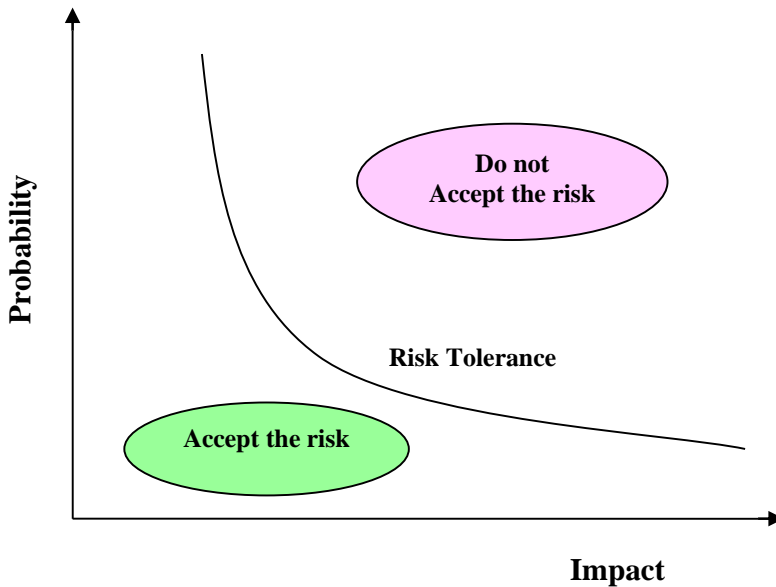
Lalu dampak yang terjadi akibat risiko dapat diartikan sebagai kerugian atau efek dari kejadian risiko tersebut (*impact*)⁵⁰.

Perusahaan dapat mempunyai pilihan untuk menerima atau menolak risiko yang lebih dikenal dengan istilah batas toleransi terhadap risiko. Sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2.8, risiko yang dapat diterima ialah setiap risiko yang berada di bawah dan di sebelah kiri kurva risiko yang ditoleransi. Risiko yang tidak dapat diterima adalah setiap risiko yang berada di atas dan sebelah kanan kurva risiko yang ditoleransi.⁵¹

⁴⁹ Roger Flanagan & George Norman, Risk Management and Construction, Oxford, Royal Institution of Chartered Surveyors, Blackwell Scientific Publication, 1993

⁵⁰ Ibid

⁵¹ Newel, Michael W., PMP, and Grashina, Marina N., PMP, The Project Management Question and Answer Book, American Management Association, 2003, pg. 191-193.



Gambar 2.9

Toleransi Terhadap Risiko

Semakin tinggi nilai dampak dan *probability*-nya maka semakin tinggi pula nilai risikonya sehingga menjadi prioritas untuk ditangani. Semakin baik kemampuan manajemen untuk menghadapi risiko maka semakin berani manajemen mengambil risiko.

Manajemen perlu yakin bahwa biaya yang dialokasikan untuk menangani risiko yang bersangkutan lebih kecil dibandingkan dengan manfaat, hasil, atau penghematan, yang diharapkan dari terhindarnya risiko yang bersangkutan.⁵² Kerugian atau dampak yang paling serius yang dapat terjadi akibat timbulnya suatu risiko terhadap waktu adalah : "*Kegagalan untuk mencapai target waktu penyelesaian*".⁵³

⁵² Djohanputra, Bramantyo, MBA, Ph.D., Manajemen Risiko Korporat Terintegrasi, Penerbit PPM, Cetakan Kedua, 2006, Hal. 209-215

⁵³ Garold D. Oberlander, Project Management for Engineering & Construction, McGraw Hill International Edition, 1992.

Kelayakan Risiko

8.1. Tujuan

Untuk mengetahui dari sekian faktor risiko yang teridentifikasi, mana saja yang berpengaruh dominan dan untuk mencari tingkat pengaruh dan peluang atau frekuensi kejadian dari risiko-risiko tersebut sekaligus memastikan bahwa faktor-faktor risiko yang teridentifikasi benar dan memastikan tidak ada lagi faktor yang terlewatkan. Dapat dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang ditujukan ke para pakar atau *expert* yang ahli dibidang bangunan gedung multifungsi tinggi agar memperoleh masukan. Responden *expert* adalah orang-orang yang ahli, berpengalaman, dan mengerti tentang pelaksanaan konstruksi gedung tinggi multi fungsi sehingga akan diketahui penting atau tidaknya faktor-faktor risiko tersebut terhadap kinerja waktu dalam tahap pelaksanaan konstruksi gedung tinggi multi fungsi.

Tabel 8.1. Risiko-risiko yang Mungkin Terjadi

Risk Variabel	DEFINISI :
A	Lingkungan & Kondisi Lapangan
X1	Keadaan cuaca yang dapat menghambat pelaksanaan konstruksi di lapangan
X2	Kelembaban udara/suhu yang ekstrim tinggi atau rendah
X3	Keterlambatan proses perijinan dari Pemerintah (IMB)

X4	Kesulitan akses jalan & lalu-lintas ke lokasi proyek
X5	Perijinan utilitas (listrik, saluran air, tlp) yang terlambat penerbitannya di proyek
X6	Penyediaan akomodasi dan fasilitas proyek yang kurang sesuai
X7	Adanya aktivitas lapangan lain di luar proyek konstruksi yang dapat menurunkan akses maupun kegiatan proyek
X8	Keterbatasan lahan/ruang gerak di lokasi proyek sehingga mempengaruhi pergerakan peralatan, orang, material proyek
X9	Lokasi peralatan yang sulit
X10	Pengamanan lokasi proyek tidak sesuai kebutuhan
X11	Pembatasan jam kerja oleh pemerintah setempat
B	Sumber Daya Manusia (SDM)
X12	Pengaruh Serikat Pekerja terhadap penyelesaian konflik yang kurang jelas
X13	Risiko perselisihan tenaga kerja
X14	Ketersediaan SDM tidak mencukupi dalam jumlah maupun keterampilan
X15	Tingkat upah tenaga kerja (UMR) dibawah standar berlaku +R59
X16	Kurangnya pendidikan dan pelatihan tenaga kerja
X17	Kurangnya pengalaman tenaga kerja
X18	Level kompetensi/keahlian tenaga kerja rendah
X19	Sering adanya kegiatan Serikat Buruh di lapangan proyek
X20	Kecelakaan tenaga kerja
X21	Produktivitas tenaga kerja (shift kerja, lembur) rendah
X22	<i>Ketiadaan</i> Asuransi dan kompensasi bagi tenaga kerja
X23	Program Keselamatan Kerja (K3) tidak memenuhi syarat

C	Owner / Pemberi Tugas
X24	Kondisi jenis perusahaan Owner (Perorangan, Publik, Non Profit) yang kurang pengalaman dalam pelaksanaan konstruksi proyek
X25	Kebijakan pengambilan keputusan oleh Owner yang kurang tepat
X26	Keterlambatan pembayaran kepada kontraktor
D	Kontrak
X27	Intervensi Owner di luar kontrak
X28	Bentuk kontrak yang dipakai Owner kurang sesuai dengan pelaksanaan konstruksi proyek
X29	Ketidakjelasan klausul-klausul dalam dokumen kontrak
X30	Pengawasan pelaksanaan administrasi kontrak yang rendah
X31	Pelanggaran kontrak oleh pihak yang terkait dalam kontrak
E	Desain
X32	Pengaruh gempa yang tinggi terhadap lokasi proyek
X33	Catatan/data rekaman geoteknik lokasi proyek yang rendah
X34	Kurangnya pengalaman konsultan geoteknik menangani proyek sejenis
X35	Kondisi dibawah permukaan tanah yang tidak diketahui yang dapat menyebabkan keterlambatan
X36	Desain dan pelaksanaan konstruksi tidak berjalan sesuai rencana
X37	Pengalaman team desain terhadap type dan ukuran proyek sejenis yang rendah
X38	Tingkat kerumitan bangunan/gedung multifungsi (kompleks)
X39	Desain detail khusus/unik untuk berbagai macam komponen belum lengkap
X40	Tidak lengkapnya gambar desain
X41	Kualitas desain kurang sehingga menyebabkan terjadinya perbaikan pekerjaan

	(rework)
X42	Perubahan desain yang berpengaruh terhadap kemajuan pelaksanaan proyek
X43	Spesifikasi teknis tidak jelas
X44	Keterlambatan penyelesaian revisi desain (shop drawing)
F	Penjadwalan
X45	Definisi Lingkup proyek (belum lengkap)
X46	Perencanaan jadwal (schedule) konstruksi proyek belum lengkap/terpadu (Integrated Time Schedule)
X47	Perencanaan Network Diagram & urutan pelaksanaan kegiatan yang dibuat kontraktor tidak sesuai dengan yang dilaksanakan di lapangan
X48	Work Breakdown Structure (WBS) paket-paket pekerjaan belum lengkap
X49	Belum adanya pengaturan jadwal kerja antar kontraktor/ subkontraktor
X50	Updating/pemutakhiran jadwal (schedule) secara berkala tidak dapat mengejar perubahan yg terjadi di lapangan
G	Manajemen
X51	Work Breakdown Structure (WBS) Organisasi Proyek kurang detail atau tidak sesuai
X52	Pengawasan oleh Manajemen Konstruksi (Konsultan MK) yang rendah
X53	Kedisiplinan & Motivasi pekerja rendah
X54	Kondisi lingkungan kerja tidak kondusif
X55	Team work dan koordinasi serta komunikasi antar departemen rendah
X56	Kurangnya perangkat informasi yang digunakan (komputer, telepon, HT, dll) sehingga terjadi keterlambatan informasi
X57	Penggunaan <i>Management Information System</i> (MIS) rendah
X58	Hubungan antar personal proyek rendah

X59	Pengendalian administrasi proyek kurang ketat
H	Politik, Pemerintahan, Kebijakan
X60	Sikap komunitas masyarakat yang tinggal disekitar lokasi proyek (tidak setuju)
X61	Adanya pengaruh yg kuat dari kelompok tertentu (penolakan)
X62	Adanya penyelidikan publik yang berhubungan dengan proyek
X63	Adanya keterlambatan yang diakibatkan oleh pihak lain yang tidak terkait dengan kontrak
X64	Kemungkinan proyek dihentikan atau ditinggalkan
X65	Pergantian pejabat yang berwenang di pemerintahan sehingga menyebabkan terjadinya perubahan kebijakan
X66	Rendahnya pemahaman UU Ketenagakerjaan & UU serta peraturan yang ada dalam industri Jasa Konstruksi
I	Kontraktor / sub-kontraktor
X67	Kontraktor belum mengikuti prakualifikasi
X68	Kompetensi dan pengalaman kontraktor yang kurang
X69	Kompetensi dan pengalaman sub-kontraktor rendah
X70	Kurangnya koordinasi & meeting antara Owner, Konsultan, Kontraktor
X71	Pekerjaan tdk sempurna/cacat sehingga memerlukan perbaikan (rework)
X72	Pekerjaan tambah kurang (Change Order) yang besar
X73	Kemungkinan tingginya pekerjaan perbaikan (rework)
X74	Penyediaan material oleh supplier/subkontraktor tidak sesuai waktu yg ditetapkan
X75	Waktu yang dibutuhkan kontraktor dalam melaksanakan pekerjaan (kurang)
X76	Pemerataan kebutuhan sumber daya manusia dari waktu ke waktu (resource levelling)

X77	Dokumentasi hasil pekerjaan secara berkala rendah
X78	Pembuatan checklist hasil pekerjaan rendah
J	Metode Pelaksanaan Konstruksi
X79	Belum adanya penggunaan metode konstruksi yang baru (teknologi baru)
X80	Melakukan tindakan koreksi bila terjadi penyimpangan di lapangan
X81	Pemeriksaan hasil pekerjaan di lapangan (field testing)
K	Keuangan
X82	Stabilitas keuangan Owner rendah
X83	Kemampuan keuangan kontraktor rendah
X84	Tingginya fluktuasi nilai tukar rupiah
X85	Kesalahan estimasi eskalasi harga
X86	Kenaikan tingkat inflasi
X87	Kenaikan harga material
L	Material/bahan bangunan
X88	Manajemen Penyimpanan material (inventory) rendah
X89	Kurangnya pengamanan terhadap penggunaan bahan bangunan
X90	Kegiatan ekspedisi material yang dipesan (status, fabrikasi/ raw material) rendah pengendaliannya
X91	Keterbatasan material di pasaran
X92	Pemilihan atau pemeriksaan material di lapangan rendah
X93	Pemahaman risiko kebakaran rendah
M	Peralatan

X94	Keterlambatan pengiriman peralatan & material import
X95	Kondisi/kualitas peralatan kontraktor tdk memenuhi standar
X96	Pencurian terhadap peralatan kerja
X97	Kerusakan peralatan akibat salah penanganan atau Ketidakmampuan operator
X98	Kagagalan peralatan
X99	Kekurangan peralatan

Setelah mengidentifikasi risiko-risiko tersebut diatas, lalu dibuat kuesioner untuk memperoleh masukan serta penilaian dari para responden *expert*.

8.2. Skala Kriteria

Variabel-variabel bebas tersebut mempunyai skala kriteria sebagai berikut :

8.2.1. Skala Kriteria Dampak

Tabel 8.2. Skala Kriteria Dampak :

1	Tidak ada pengaruh
2	Kecil sekali pengaruhnya
3	Kecil pengaruhnya
4	Sedang pengaruhnya
5	Besar pengaruhnya
6	Besar sekali pengaruhnya

8.2.2. Skala Kriteria Frekuensi

Tabel 8.3. Skala Kriteria Frekuensi :

1	Tidak pernah terjadi
2	Jarang terjadi
3	Kadang-kadang terjadi
4	Sering terjadi
5	Sangat sering terjadi
6	Selalu terjadi

Hasil yang diperoleh dari kuesioner berupa dampak beserta frekuensi dari setiap risiko yang teridentifikasi kemudian dicari nilai rata-ratanya dari hasil perkalian antara dampak dan frekuensi. Faktor risiko yang mempunyai nilai rata-rata yang tertinggi dianggap sebagai faktor yang memberi pengaruh penting terhadap kinerja waktu. Faktor-faktor tersebut kemudian disortir dan dipilih menjadi kuesioner selanjutnya. *Survey* kuesioner ke dua (2) dibuat untuk mengetahui tingkat pengaruh dari faktor-faktor risiko yang dominan

8.2.3. Kinerja Waktu

Kinerja waktu pada tahap pelaksanaan konstruksi proyek menjadi variabel tidak bebas (Yw). Kinerja waktu diukur dari prosentase perbandingan antara : waktu aktual di lapangan – waktu rencana dengan waktu rencana proyek. Jadi kinerja waktu didefinisikan sebagai berikut :

$$\text{Kinerja waktu}^{54} = \frac{\text{Waktu aktual} - \text{waktu rencana proyek}}{\text{Waktu rencana proyek}} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus diatas, semakin sedikit waktu aktual pelaksanaan proyek maka semakin cepat pula kinerja waktu yang dihasilkan. Kriteria pemberian nilai atau skala untuk variabel tidak bebas (Yw) adalah sebagai berikut:

Tabel 8.4. Kriteria Skala Kinerja Waktu (Yw)

1	> 15 % (Keterlambatan)
2	10 % < Waktu < 15 % (Keterlambatan)
3	0 % < Waktu ≤ 10 % (Keterlambatan)
4	0 % (On Schedule atau Tepat Waktu)
5	0 % < Waktu ≤ - 10 % (Lebih Cepat)
6	Waktu > - 10 % (Lebih Cepat)

Tabel 8.5. Variabel bebas yang telah tereduksi

No.	FAKTOR-FAKTOR RISIKO
X1	Kesulitan akses jalan & lalu-lintas ke lokasi proyek
X2	Kurangnya pengalaman tenaga kerja
X3	Produktivitas tenaga kerja (shift kerja, lembur) rendah
X4	Kondisi jenis perusahaan Owner (Perorangan, Publik, Non Profit) yang kurang pengalaman dalam pelaksanaan konstruksi proyek
X5	Kebijakan pengambilan keputusan oleh Owner yang

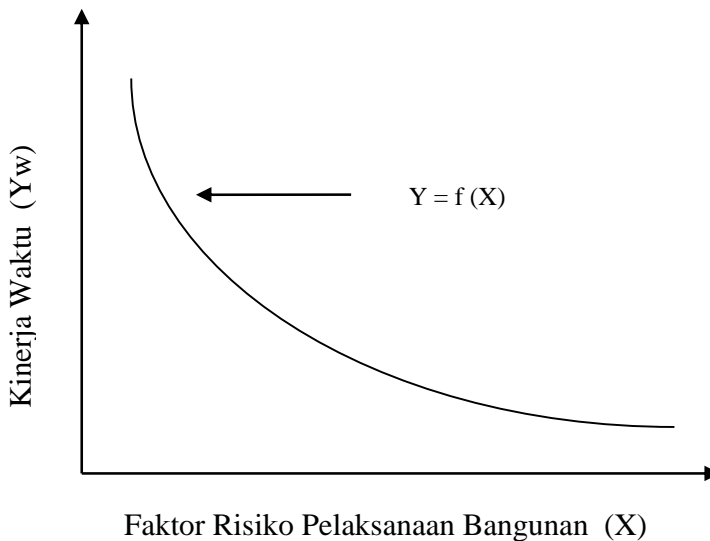
⁵⁴ Garold.,D., Oberlander, Project Management For Engineering and Construction, McGraw-Hill, International Edition, 1992

	kurang tepat
X6	Keterlambatan pembayaran kepada kontraktor
X7	Bentuk kontrak yang dipakai owner kurang sesuai dengan pelaksanaan konstruksi proyek
X8	Ketidakjelasan klausul-klausul dalam dokumen kontrak
X9	Desain dan pelaksanaan konstruksi tidak berjalan sesuai rencana
X10	Desain detail khusus/unik untuk berbagai macam komponen belum lengkap
X11	Tidak lengkapnya gambar desain
X12	Kualitas desain kurang sehingga menyebabkan terjadinya perbaikan pekerjaan (rework)
X13	Perubahan desain yang berpengaruh terhadap kemajuan pelaksanaan proyek
X14	Spesifikasi teknis tidak jelas
X15	Keterlambatan penyelesaian revisi desain, shop drawing
X16	Definisi Lingkup proyek (belum lengkap)
X17	Perencanaan jadwal (schedule) konstruksi proyek belum lengkap/terpadu (integrated time schedule)
X18	Pekerjaan tambah kurang (change order yang besar)
X19	Stabilitas keuangan owner rendah
X20	Kenaikan harga material
Yw	Kinerja waktu pelaksanaan

Pemodelan

9.1. Tujuan

Data-data yang berhasil dikumpulkan kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan aplikasi program *software* SPSS (*Statistical Product and Services Solutions*). Analisa data yang dilakukan dengan cara analisa statistik induktif, yang bertujuan menguji kebenaran suatu hipotesa. Analisis data secara statistik dilakukan untuk membantu melihat adanya pengaruh faktor risiko terhadap variabel tidak bebas kinerja waktu pelaksanaan konstruksi proyek, dan mendapatkan model regresinya. Tahapan analisisnya adalah melakukan analisa korelasi untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel X dan variabel Y. Selanjutnya dilakukan analisa faktor dengan memperhatikan interkorelasi antar komponen X. Setelah itu dilakukan analisis regresi untuk mendapatkan model hubungan antara X dan Y. Model penelitian yang menggambarkan hubungan antara variabel risiko dengan kinerja waktu proyek dilukiskan pada gambar 3.2. Variabel pada sumbu Y merupakan kinerja waktu proyek yang menurut hipotesa memiliki hubungan dengan variabel pada sumbu X yaitu faktor risiko pada tahap pelaksanaan proyek bangunan tinggi multi fungsi.



Gambar 9.1

Hipotesa Model Hubungan Faktor Risiko dengan Kinerja Waktu Pelaksanaan Gedung Tinggi Multi Fungsi

Berdasarkan model tersebut dapat dinyatakan bahwa :

Kinerja waktu akan bertambah dengan meningkatnya peran manajemen risiko (X) untuk mengendalikan risiko pada pelaksanaan bangunan tinggi multi fungsi di DKI Jakarta, atau secara matematis digambarkan dengan persamaan :

$$Y = F (X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n)$$

Dengan :

Y = Kinerja waktu proyek

X₁ = Variabel risiko yang ke-1

X₂ = Variabel risiko yang ke-2

X₃ = Variabel risiko yang ke-3

X_4 = Variabel risiko yang ke-4

X_n = Variabel risiko yang ke-n

Dalam penelitian ini model matematik tersebut akan dinyatakan melalui model regresi *linear* atau model regresi *non-linear* transformasi logaritma normal.

9.2. Pemasukan Data

Data yang diperoleh dari kuesioner kedua kemudian diolah dengan program SPSS sesuai dengan format yang digunakan dalam *software* tersebut. Analisis data dilakukan secara statistik untuk membantu melihat adanya pengaruh faktor risiko pelaksanaan bangunan tinggi multi fungsi terhadap variabel tidak bebas kinerja waktu pelaksanaan serta menentukan model regresi yang sesuai dengan hipotesa. Model regresi yang diperoleh diuji untuk menentukan validitasnya. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam analisa data sesuai dengan *flow chart*

Pemasukan data yang akan diolah dengan program SPSS dapat dilihat pada tabel 9.1.

Tabel 9.1.

Pemasukan Data

SAMPLE J		VARIABEL Y	VARIABEL X					
		Y	X ₁	X ₂	X ₃	.	.	X _k
	1	Y ₁	X ₁₂	X ₂₁	X ₃₁	.	.	X _{k1}
	2	Y ₂	X ₁₃	X ₂₂	X ₃₂	.	.	X _{k2}
	3	Y ₃	X ₁₄	X ₂₃	X ₁₂	.	.	X _{k3}

	N	Y _n	X _{1n}	X _{2n}	X _{3n}	.	.	X _{kn}

9.3. Analisis Korelasi dan Interkorelasi

Setelah data dimasukkan tahap pertama yang dilakukan adalah analisis korelasi. Analisa korelasi adalah perhitungan numerik dari hubungan antara dua variabel yang random. Variabel itu adalah faktor risiko dengan kinerja waktu pada tahap pelaksanaan konstruksi bangunan tinggi multi fungsi di DKI Jakarta. Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui dan menemukan ada tidaknya hubungan antara beberapa variabel yang telah ditetapkan untuk penelitian. Arah hubungan antara dua variabel (*direction of correlation*) dapat dibedakan sebagai berikut :

- Korelasi positif

Kenaikan variabel X selalu diikuti kenaikan variabel Y, dan sebaliknya penurunan variabel X selalu diikuti penurunan variabel Y.

- Korelasi Negatif

Perubahan pada salah satu variabel diikuti perubahan variabel yang lain secara teratur dengan arah atau gerakan yang berlawanan

- Korelasi nihil

Arah hubungan kedua variabel tidak teratur bisa berubah-ubah. Kadang-kadang searah, terkadang berlawanan.

Menghitung karakteristik besarnya korelasi digunakan metode korelasi multivariate yaitu metode statistik yang dapat menggambarkan dan menemukan hubungan antara beberapa variabel. Kekuatan hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas (korelasi), dan kekuatan hubungan antara masing-masing variabel bebas (interkorelasi) besarnya dinyatakan dengan koefisien korelasi r (*Pearson Correlation Coefficient*). Koefisien korelasi adalah ukuran erat tidaknya kaitan antara dua variabel.

Rumus untuk mencari koefisien korelasi antara Y dan X_i berdasarkan koefisien korelasi Pearson adalah⁵⁵ :

$$r = \frac{n \sum_{j=1}^n X_{ij} Y_{1j} - \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \right) \left(\sum_{j=1}^n Y_{1j} \right)}{\sqrt{\left[\sum_{j=1}^n X_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \right)^2 \right] \left[\sum_{j=1}^n Y_{1j}^2 - \left(\sum_{j=1}^n Y_{1j} \right)^2 \right]}}$$

Sedangkan untuk mencari koefisien korelasi antara variabel-variabel X_i (interkorelasi) adalah :

$$r(X_i, X_m) = \frac{n \sum_{j=1}^n X_{ij} X_{mj} - \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \right) \left(\sum_{j=1}^n X_{mj} \right)}{\sqrt{\left[\sum_{j=1}^n X_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \right)^2 \right] \left[\sum_{j=1}^n X_{mj}^2 - \left(\sum_{j=1}^n X_{mj} \right)^2 \right]}}$$

.....3.7.2

dimana :

$i = m = 1$ sampai dengan k , $j = 1$ sampai dengan l .

⁵⁵ Walpole, R. E., Myers, R.H., Probability & Statistic, For Engineers & Scientists, Prentice Hall, 2002, page 391-392

Tabel 9.2.Format matriks korelasi

		X ₁				
X _m		Y	X ₁	X ₂	-	X _k
	Y	1	r _{YX1}	r _{YX2}	-	r _{YXk}
	X ₁	r _{YX1}	1	r _{X1X2}	-	r _{X1Xk}
	X ₂	r _{YX2}	r _{X1X2}	1	-	r _{X2Xk}
	-	-	-	-	1	-
	X _k	r _{YXk}	r _{X1Xk}	r _{X2Xk}	-	1

Harga absolut dari r menunjukkan kekuatan dari hubungan linearnya. Harga r yang mungkin adalah $-1 \leq r \leq +1$. Harga r mendekati +1 atau -1 menunjukkan korelasi yang sangat kuat, sedangkan harga r yang mendekati 0 menunjukkan tidak ada korelasi antara variabel yang ditinjau. Setelah mendapatkan koefisien korelasi selanjutnya ditentukan variabel-variabel X (risiko pelaksanaan konstruksi) yang mempunyai hubungan dengan variabel Y (kinerja waktu pelaksanaan konstruksi) yang dipilih berdasarkan kriteria yang mempunyai tingkat hubungan mulai dari sangat rendah sampai sangat tinggi.

Analisis korelasi yang dilakukan adalah korelasi bivariate yang menggambarkan derajat hubungan antara dua variabel. Dari hasil korelasi dipilih variabel-variabel X_i yang memiliki hubungan dengan variabel Y berdasarkan angka kritik nilai r dari *Fisher & Yates*. Output data interkorelasi *Pearson* digunakan untuk melihat koefisien interkorelasi antara variabel X_{ij} dan X_{kl} . Keberadaan tingkat interkorelasi yang besar dapat mengganggu stabilitas model pada model regresi dan dianggap bahwa masing-masing variabel bebas tidak ada interkorelasi. Dalam pembuatan model

dianggap interkorelasi yang diijinkan adalah yang mempunyai korelasi dibawah nilai angka kritik dari *Fisher & Yates*.

9.4. Analisis Faktor

Analisa faktor dilakukan untuk menentukan kelompok-kelompok variabel bebas yang dianggap valid untuk menjelaskan karakteristik utama variabel tidak bebas. Analisa dilakukan dengan menggunakan cara memperkecil data korelasi yang jumlahnya besar dengan tidak mengurangi informasi aslinya.

Ada beberapa tipe dari analisis faktor yang digunakan yaitu *principal components analysis* yang mentransformasikan himpunan variabel asli menjadi himpunan kombinasi *linear* yang lebih kecil berdasarkan sebagian besar dari himpunan asli. Tujuan dari *principal components analysis* adalah menentukan faktor-faktor (yaitu *principal components*) untuk menjelaskan sebanyak mungkin *variation* total dalam data dengan sedikit mungkin faktor-faktor tersebut.⁵⁶ Bentuk aljabar dari *principal component analysis* untuk m ($\leq k$) *principal component* ($\leq k$) sebagai berikut :

$$PC_{(1)} = w_{(1)1} X_1 + w_{(1)2} X_2 + + w_{(1)k} X_k$$

$$PC_{(2)} = w_{(2)1} X_1 + w_{(2)2} X_2 + + w_{(2)k} X_k$$

$$\begin{matrix} - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - \end{matrix}$$

$$PC_{(m)} = w_{(m)1} X_1 + w_{(m)2} X_2 + + w_{(m)k} X_k$$

Principal component diekstraksi sedemikian sehingga *principal component* pertama, PC , merupakan jumlah yang terbesar dari total *variation* dalam data. Dimana bobot $w_{(1)1}, w_{(1)2}, ..., w_{(1)k}$, dipilih untuk memaksimumkan rasio dari *variance* PC terhadap total

variation, berdasarkan konstrain bahwa $\sum_{j=1}^k w_{(1)j}^2 = 1$.⁵⁷

⁵⁶ Dillon, W.R. and Goldstein M., *Multivariate Analysis Methods and Applications*, John Wiley & Sons, New York, 1994, p.23-25

⁵⁷ Ibid. p.27-37

Principal component ke 2, PC , adalah kombinasi linear pembobotan dari variabel X yang mana tidak berkorelasi dengan kombinasi linear pertama dan yang merupakan jumlah maksimum dari *variation* total sisa yang belum dihitung oleh PC . *Principal component* ke m adalah kombinasi linear dari pembobotan variabel X yang mempunyai *variance* terbesar dari kombinasi-kombinasi linear yang tidak berkorelasi dengan komponen *principal component* yang diekstraksi sebelumnya.

Input data untuk mengekstraksi *principal component* adalah dalam hal ini adalah $k \times k$ matriks diagonal korelasi r yang diperoleh dari k variabel X dan n sampel. Masalah dalam menemukan *principal component* adalah untuk menentukan kombinasi linear dari variabel X_1, X_2, \dots, X_k yang mempunyai *variance* sampel maksimum. Pendekatan yang dilakukan adalah bahwa koefisien a harus memenuhi persamaan *linear* simultan.⁵⁸

$$(R - l_{(1)} I) a_{(1)} = 0$$

dimana $l_{(1)}$ adalah pengali *Langrange*. Nilai dari $l_{(1)}$ dipilih sedemikian sehingga⁵⁹

$$|(R - l_{(1)} I)| = 0$$

Kemudian $l_{(1)}$ adalah *eigenvalue* yang terbesar adalah R , matriks korelasi *sample*, dan $a_{(1)}$ adalah *eigenvector* dari *eigenvalue* tersebut. *Principal component* yang pertama dapat ditulis sebagai $Y_{(1)} = a'_{(1)} X$.

9.5. Analisis Regresi Berganda

Setelah melakukan korelasi maka terhadap variabel-variabel yang terpilih dilakukan analisis regresi. Analisis regresi berfungsi untuk mengetahui bagaimana variabel terikat dapat diprediksi dari variabel bebas secara individual, terutama berkenaan dengan memperkirakan atau memprediksi nilai rata-rata (populasi) dari variabel tidak bebas Y berdasarkan nilai variabel-variabel X_i yang diketahui (atau ditetapkan). Regresi adalah suatu teknik statistik untuk menentukan suatu persamaan garis atau kurva dengan

⁵⁸ Ibid

⁵⁹ Ibid

meminimalisasi deviasi antar data observasi dan nilai dari persamaan regresi. Karena variabel bebasnya lebih dari satu maka disebut analisis regresi berganda (*multiple regression*).

Apabila hubungan antara variabel tidak bebas Y dan variabel bebas X_i linear, dan dianggap terdapat k variabel bebas ($i = 1, 2, \dots, k$), serta n pengamatan, maka model regresi berganda untuk hubungan Y dan X_i berdasarkan populasi dapat dinyatakan seperti persamaan berikut⁶⁰ :

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_k X_k + \varepsilon$$

Dimana :

B_0, B_i adalah koefisien regresi, ε adalah kesalahan pengganggu.

Sedangkan persamaan hubungan Y dan X sebenarnya berdasarkan *sample* dinyatakan sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + e$$

Dengan :

$$\beta_0 = \text{konstanta}$$

$$\beta_1, \beta_2, \beta_k, e = \text{pendugaan atas } B_1, B_2, B_k, \varepsilon$$

Selain model regresi *linear* akan dibuat juga model *non linear* yang berupa transformasi logaritma. Kemudian kedua model ini dibandingkan, model yang dipilih adalah model-model yang terbaik, yaitu model yang teruji. Model transformasi logaritma adalah model dengan fungsi *non linear* yang ditransformasikan ke bentuk logaritma normal menjadi model *linear*. Model *non linear* nya adalah sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 \cdot X_1^{\beta_1} \cdot X_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot X_k^{\beta_k}$$

⁶⁰ Katz, D.A., *Econometric Theory and Applications*, Prentice Hall, Inc. New Jersey, p.109-114

Model ini ditransformasikan ke bentuk logaritma normal menjadi bentuk persamaan *linear* sebagai berikut :

$$\text{Ln } Y = \beta_0' + \beta_1 \text{Ln} X_1 + \beta_2 \text{Ln} X_2 + \dots \beta_k \text{Ln} X_k$$

Dimana : β_0' adalah eksponensial dari β_0 .

9.6. Uji Model

Dari model regresi yang berhasil diperoleh baik model linear maupun model non linear dilakukan beberapa uji model yaitu :

a. Uji Adjusted R²

R² *test* digunakan untuk mengukur besarnya kontribusi variabel bebas X terhadap variasi (naik turunnya) variabel tidak bebas Y. Variasi Y lainnya (sisanya) disebabkan oleh faktor lain yang juga mempengaruhi Y dan sudah termasuk dalam kesalahan pengganggu (*disturbance error*)⁶¹. *Coefficient of determination*, R² mengukur berapa dekat garis regresi kepada data R² mengukur *variation* dalam variabel tidak bebas yang "dijelaskan" oleh variabel bebas. Daerah nilai dari R² adalah dari nol sampai satu. Semakin dekat nilai Y dari model regresi kepada titik-titik data, R²

semakin tinggi. Rumus untuk R² ⁶² adalah :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_j - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_j - Y_c)^2}$$

dimana :

Y_j adalah Y aktual (*sample*)

⁶¹ Supranto, J., Statistik teori dan Aplikasi, Jilid 2, Edisi Keenam, Penerbit Erlangga, 2001, hal. 251 dan 252

⁶² Ibid

Y_c adalah nilai Y yang dihitung dari model regresi
 \bar{Y} adalah nilai Y rata-rata

Dalam penelitian ini yang dilihat adalah *adjusted R square* atau R^2 yang disesuaikan (R_a^2) dirumuskan sebagai berikut⁶³:

$$R_a^2 = R^2 - \frac{k(1 - R^2)}{n - k - 1}$$

b. Uji F (F test)

Uji F digunakan untuk menguji hipotesis nol (H_0) bahwa seluruh nilai koefisien variabel bebas X_i dari model regresi sama dengan nol, dan hipotesis alternatifnya (H_a) adalah bahwa seluruh nilai koefisien variabel X tidak sama dengan nol.

Hal ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_a : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_k \neq 0$$

Apabila hipotesis nol tersebut diterima atau benar, maka seluruh model tidak *significant* untuk menjelaskan variabel tidk bebas (Y) dan R^2 secara *significant* tidak berbeda dengan⁶⁴.

Kriteria pengujian hipotesis adalah sebagai berikut :

Tolak H_0 kalau $F_0 > F_{\alpha(v_1, v_2)}$, dan H_0 tidak ditolak kalau $F_0 \leq F_{\alpha(v_1, v_2)}$ dimana $v_1 = k - 1$ dan $v_2 = k(n-1)$

Nilai F_0 diperoleh melalui analisis varians yang disajikan dalam tabel Analisis Varians (ANOVA) yang terlihat pada tabel 9. 3. berikut⁶⁵:

⁶³ Ibid

⁶⁴ Katz, D.A., *Econometric Theory and Aplications*, Prentice Hall, Inc. New Jersey, p.117-118

Tabel 9.3. ANOVA

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rata-rata kuadrat
Regresi X_1, X_2, \dots, X_k	$B'X'Y=Y'Y(R^2)$	k	$Y'Y(R^2)/(k-1)$
Residu	$E'E=Y'Y(1-R^2)$	n-k-1	$Y'Y(1-R^2)/(k-1)$
Total	$Y'Y$	n-1	

Dari analisa varians didapatkan nilai F_0 berdasarkan rumus sbb :

$$F_0 = \frac{Y'Y(R^2)/(k-1)}{Y'Y(1-R^2)/(n-k-1)} = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(n-k-1)}$$

c. Uji t (t test)

Uji t digunakan untuk menguji hipotesis nol (H_0) bahwa masing-masing koefisien dari model regresi sama dengan nol dan hipotesa alternatifnya (H_a) adalah bahwa masing-masing koefisien dari model tidak sama dengan nol. Hal ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_0 = 0, \beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \dots, \beta_k = 0$$

$$H_a : \beta_0 \neq 0, \beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \dots, \beta_k \neq 0$$

Untuk H_0 (hipotesis nol) **diterima** berarti model yang dihasilkan tidak dapat dipergunakan untuk memprediksi nilai Y, sebaliknya kalau hipotesis nol **ditolak**, maka model yang dihasilkan dapat dipergunakan untuk memprediksi nilai Y.

Nilai t dari koefisien variabel X dan konstanta regresi dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

⁶⁵ Supranto, J., Statistik teori dan Aplikasi, Jilid 2, Edisi Keenam, Penerbit Erlangga, 2001, hal. 300-301

a. t_0 untuk koefisien variabel X (β_i) ⁶⁶:

$$t_{\beta_0} = \frac{\beta_0}{S_b}$$

b. t_0 koefisien konstanta (β_0).

$$t_{\beta_0} = \frac{\beta_0}{S_a}$$

dimana S_b adalah kesalahan baku dari koefisien variabel X dan S_a adalah kesalahan baku dari konstanta regresi..

Kriteria pengujian hipotesis adalah membandingkan nilai t_0 dengan t tabel ($t_{\alpha(n-k-1)}$) dengan kriteria untuk *two-tail* :

H_0 ditolak kalau nilai $t_0 > t_{\alpha(n-k-1)}$ dan $t_0 < -t_{\alpha(n-k-1)}$

H_0 tidak ditolak kalau $-t_{\alpha(n-k-1)} \leq t_0 \leq t_{\alpha(n-k-1)}$

dimana t_α adalah *significant level*, n adalah jumlah *sample*, dan k adalah jumlah variabel bebas.

Jika model yang dihasilkan hanya untuk melihat adanya pengaruh antara variabel bebas (X) dengan variabel tidak bebas (Y), maka uji t yang dilakukan untuk menguji H_0 bahwa koefisien masing-masing variabel bebas $X = 0$. Sedangkan koefisien alternatif H_a masing-masing $\neq 0$.

Jadi jika hipotesis nol diterima maka berarti tidak ada pengaruh variabel X yang bersangkutan terhadap Y, sebaliknya hipotesis nol ditolak berarti ada pengaruh variabel bebas X terhadap Y.

d. Uji Durbin Watson

Di dalam model regresi dianggap bahwa kesalahan pengganggu ε_i , $i = 1, 2, \dots, n$, merupakan variabel acak yang bebas (tidak terjadi autokorelasi diantara kesalahan pengganggu). Dengan lain kata kesalahan observasi yang berikutnya diperoleh secara bebas terhadap kesalahan sebelumnya. Pengujian nyata berdasarkan

⁶⁶ Katz, D.A., *Econometric Theory and Applications*, Prentice Hall, Inc. New Jersey, p.115

statistik uji t dan uji F sebetulnya tidak berlaku lagi, kalau terjadi autokorelasi diantara kesalahan pengganggu.⁶⁷ Kalau autokorelasi ada, kita dapat menyatakan bahwa perkiraan-perkiraan (estimasi) parameter populasi akan lebih tidak tepat (*precise*) dibandingkan dengan perkiraan-perkiraan yang didapat dengan memeriksa *confidence interval* dengan cara kesalahan bias (*the biased standard errors*).

Durbin-Watson (DW atau d) Statistik Durbin Watson digunakan untuk menguji autokorelasi, yang didefinisikan sebagai berikut ⁶⁸:

$$d = \frac{\sum_{j=2}^m (e_j - e_{j-1})^2}{\sum_{j=1}^m e_j^2}$$

.....3.7.15

Statistik Durbin Watson menguji hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a) sebagai berikut :

H_0 : ada otokorelasi positif dan negatif, dengan alternatif

H_a : tidak ada otokorelasi positif dan negatif

Kriteria pengujian adalah H_0 diterima atau d adalah nyata (*significant*) dan ada korelasi (positif atau negatif) kalau $d < d_l$ atau $(4-d) < d_l$ dan H_0 ditolak atau tidak ada autokorelasi kalau $d > d_u$ dan $4-d > d_u$. Selain dari ketentuan tersebut hasil pengujian tidak dapat disimpulkan. Nilai d_l dan d_u diperoleh dari tabel Durbin Watson, dengan tingkat nyata (α) yang digunakan untuk pengujian dua arah adalah 2α ⁶⁹.

⁶⁷ Supranto, J., Statistik teori dan Aplikasi, Jilid 2, Edisi Keenam, Penerbit Erlangga, 2001, hal. 307-308

⁶⁸ Katz, D.A., Econometric Theory and Aplications, Prentice Hall, Inc. New Jersey, p.123

⁶⁹ Ibid.p.126

9.7. Penentuan Model

Hasil uji terhadap masing-masing model baik model linear maupun model *non linear* kemudian dipilih model yang terbaik, sesuai dengan kriteria masing-masing uji (adjusted R² , t, F, dan d). Selanjutnya kepada model yang terpilih dilakukan uji model berdasarkan *sample* diluar *sample* yang membentuk model. Uji ini disebut validasi.

9.8. Validasi

Uji terakhir dari model regresi adalah validasi yang dilakukan dengan menguji model itu menggunakan beberapa *sample* yang tidak dimasukkan dalam pembuatan model dan diambil secara acak. Tujuannya untuk menilai apakah model yang terbentuk dapat mewakili populasinya. Dari model yang terbentuk ada dua macam pendugaan yang diperoleh yaitu pendugaan *confidence interval* untuk nilai rata-rata Y dan *confidence interval* untuk nilai individu Y. Jadi ada dua hal yang hendak diuji dalam validasi model ini yaitu :

9.8.1. Uji nilai rata-rata Y (μ_y)

Yang akan diuji adalah apakah nilai rata-rata Y (μ_{y/x}) untuk nilai variabel X_i tertentu (nilai X_i dari sample yang divalidasi) masuk dalam confidence intervalnya. Bila nilai μ_{y/x} berada di dalam confidence interval berarti model ini valid untuk meramalkan nilai rata-rata Y populasi keseluruhan. *Confidence interval* untuk nilai rata-rata μ_{y/x} diperoleh berdasarkan rumus ⁷⁰:

$$\hat{Y}_0 - t_{\alpha/2} \sqrt{x_0' (X' X)^{-1} x_0} < \mu_{y/x} < \hat{Y}_0 + t_{\alpha/2} \sqrt{x_0' (X' X)^{-1} x_0}$$

.....3.7.16

⁷⁰ Walpole, R.E., and Myers, R.H., Probability and statistic For Engineers & Scientists, Prentice Hall, New York, 2002, p.414-416

dimana :

\hat{Y}_0 = nilai y yang didapat dari model untuk nilai variabel X_i sample yang divalidasi.

$t_{\alpha/2}$ = nilai distribusi t dengan derajat kebebasan $n - k - 1$

s = *standard error of the estimate*

X = matriks data variabel bebas sample yang membentuk model

X' = nilai *transpose* dari X

x_o = matriks baris dari variabel *independent sample* yang divalidasi

x'_o = matriks dari x_o

Format matriks X dan x_o adalah sebagai berikut :

$$X = \begin{matrix} & 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{k2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{kn} \end{matrix} \quad x_o = \begin{matrix} 1 \\ x_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_k \end{matrix}$$

Kuantitas dari $s\sqrt{x_o'(X'X)^{-1}x_o}$ disebut *standard error of prediction*

9.8.2. Uji nilai Y tunggal (y_o)

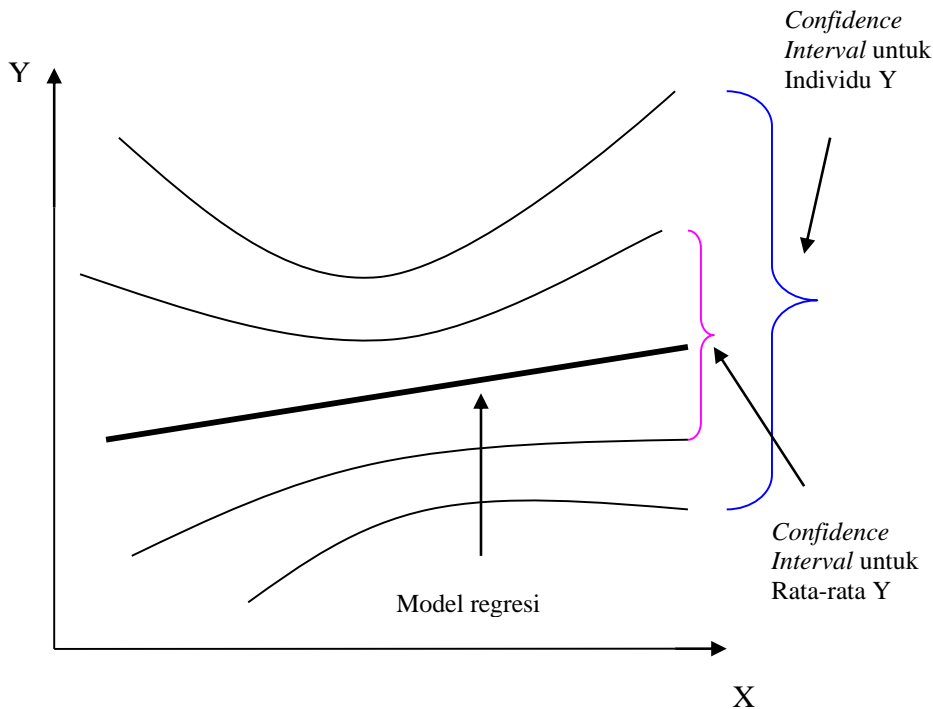
Pada bagian ini akan diuji apakah nilai Y (y_o) tunggal dari *sample* yang divalidasi untuk nilai variabel X_i tertentu (nilai X_i dari *sample* yang divalidasi) masuk dalam *prediction intervalnya* (*confidence interval* untuk nilai Y tunggal). Bila nilai Y berada dalam *prediction interval*, berarti model ini dinyatakan valid untuk meramalkan nilai Y tunggal populasi keseluruhan.

Nilai *prediction interval* untuk nilai y_0 didapat dengan rumus ⁷¹:

$$\hat{y}_0 - t_{\alpha/2} s \sqrt{1 + x_0' (X'X)^{-1} x_0} < y_0 < \hat{y}_0 + t_{\alpha/2} s \sqrt{1 + x_0' (X'X)^{-1} x_0}$$

.....3.7.17

dimana : y_0 , $t_{\alpha/2}$, s , X adalah sama dengan nilai-nilai pada uji *confidence interval* untuk nilai rata-rata Y .



Gambar 9.4
Pendugaan Interval Nilai Rata-rata Y dan Individu Y

⁷¹ Ibid

9.9. Pengidentifikasian Variabel Penentu Tambahan melalui Variabel *Dummy*

Berdasarkan model-model regresi yang terbentuk akan diperoleh nilai *Adjusted R*² dari masing-masing model. Apabila nilai *Adjusted R*² < 1, maka berarti model tersebut menyatakan bahwa kemungkinan ada variabel penentu lainnya yang masih belum teridentifikasi atau terjelaskan, artinya sisanya yaitu (1 - *Adjusted R*²) dapat dikontribusi oleh variabel penentu lainnya.⁷²

Dalam mencoba mengidentifikasi kemungkinan variabel penentu lainnya maka digunakan bantuan variabel *dummy*, yaitu dengan cara memasukkan satu atau beberapa variabel *dummy* disamping variabel yang telah teridentifikasi ke dalam analisis regresi sampai model regresi yang terbentuk menghasilkan nilai *Adjusted R*² = 1 atau nilai *Adjusted R*² ~ 1.

Variabel *dummy* biasanya digunakan dengan cara memasukkan suatu faktor yang hanya memiliki dua atau lebih tingkat yang berbeda dan tidak bisa memberikan skala yang kontinu.

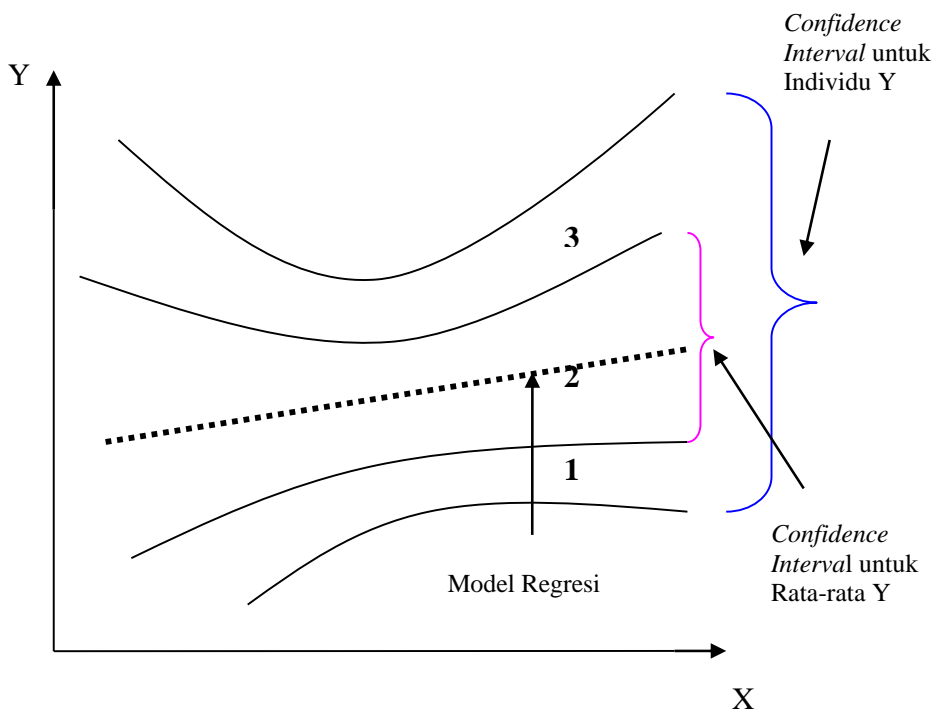
Dalam situasi ini kita harus memberikan tingkat kepada variabel-variabel itu yang mungkin mempunyai pengaruh deterministik yang terpisah dan berbedaterhadap variabel tidak bebas.

Dalam kasus ini nilai-nilai variabel *dummy* untuk masing-masing *sample* berdasarkan pada letak masing-masing *sample* pada grafik model regresi awal yang memperlihatkan *scatter plot* setiap nomor *sample* dan memperlihatkan *confidence interval* untuk nilai rata-rata *Y* dan *confidence interval* untuk nilai tunggal *Y* tersebut.

Nilai *dummy* untuk masing-masing nomor *sample* pada masing-masing *sample*-nya adalah sebagai berikut :

- Apabila nomor *sample* model awal berada di dalam daerah antara batas bawah *confidence interval* nilai individu *Y* bawah dan batas bawah *confidence interval* nilai rata-rata *Y* diberikan nilai 1.

⁷² Supranto, J., Statistik teori dan Aplikasi, Jilid 2, Edisi Keenam, Penerbit Erlangga, 2001, hal. 249-250



Gambar 9.5
Skala Pengukuran *Dummy*

- Apabila berada di daerah antara batas bawah dan batas atas *confidence interval* nilai rata-rata Y diberikan nilai 2.
- Apabila berada di dalam daerah antara batas atas *confidence interval* nilai individu Y diberikan nilai 3.

Setelah nilai *dummy* diperoleh kemudian dilakukan analisis regresi yang terdiri dari variabel penentu sebelumnya ditambah dengan grafik *dummy* pertama. Selanjutnya apabila model belum mencapai nilai $Adjusted R^2 = 1$, ditambahkan *dummy* berikutnya dan proses dilakukan seperti di atas dengan menggunakan grafik model yang baru terbentuk.

Setelah *dummy* diperoleh untuk mengidentifikasi variabel penentu lainnya, maka dilakukan korelasi antara *dummy-dummy* tersebut dengan variabel-variabel lainnya yang tidak termasuk variabel di dalam kelompok *rotated component matrix*.

Variabel yang mempunyai korelasi tertinggi dengan *dummy* tersebut adalah yang dianggap mewakili variabel penentu lainnya atau dapat dikatakan variabel penentu lainnya ini berkaitan erat dengan variabel-variabel tersebut.

Bab 10

Metode Monte Carlo

Persamaan yang diperoleh dari hasil regresi kemudian dijadikan model untuk replikasi data dengan menggunakan bantuan *software Crystall Ball* yang memakai metode Monte Carlo⁷³.

Dengan cara simulasi Monte Carlo dapat diperoleh distribusi atau penyebaran data sesuai asumsi yang diinginkan tetapi tidak menghilangkan karakteristik data aslinya.

Input dengan model awal seperti : *mean*, nilai minimum, nilai maksimum, dan standar deviasi yang telah diperoleh dari hasil analisis sebelumnya.

Output dari pengolahan data yang diharapkan adalah variabel faktor risiko yang sangat signifikan dalam mempengaruhi kinerja waktu pelaksanaan bangunan tinggi multi fungsi di DKI Jakarta.

Semakin besar nilai *adjusted R square* (R^2) ⁷⁴ maka semakin besar pula pengaruh faktor risiko pada tahap pelaksanaan terhadap waktu proyek. Sedangkan dari hasil simulasi Monte Carlo maka pada gambar kinerja waktu (Y_{waktu}) dapat dilihat bahwa semakin kecil nilai mean (*score* 1-6) maka semakin kritis pula kinerja waktu proyek.

Apabila proyek dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu yang telah direncanakan sebelumnya maka kinerja waktu proyek semakin bagus. Sebaliknya semakin lama kinerja waktu

⁷³ Evans, James & Olson, D. David, Introduction to Simulation and Risk Analysis, Prentice Hall, 1998, p.81-100

⁷⁴ Abidin, S. Ismeth, Ph.D., Materi Kuliah Manajemen Risiko, Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Pelita Harapan, Jakarta, 2006

pelaksanaan proyek dibanding waktu rencana, maka kinerja waktu proyek semakin buruk. Dengan membuat prakiraan (*forecasting*) sejak awal tahap pelaksanaan proyek maka dapat diketahui jika terjadi penyimpangan selagi masih awal, supaya dapat diadakan koreksi pada waktunya sebelum persoalan berkembang menjadi besar sehingga sulit untuk diadakan perbaikan.

Diharapkan dengan dilakukannya analisa faktor risiko terhadap kinerja waktu ini mampu menampilkan masalah utama dan penemuan yang akurat serta objektif sehingga dapat diambil tindakan koreksi yang tepat dan benar dapat diterapkan pada manajemen risiko. Model umum suatu kinerja secara matematis dapat dituliskan seperti rumus di bawah ini.⁷⁵

$$Y_{gt} = P_{hijt} [R_{hijt} \{ f(X_{hijt}).f(D_{hijt}).f(P_{hijt}).f(T_{hijt}) \}]$$

.....3.7.18

Dimana :

- Y_{gt} = *Performance Factors* atau Faktor Kinerja ke g pada waktu t
- P_{hijt} = *Policy/Kebijakan* ke h untuk Variabel ke i di lokasi j pada waktu t
- R_{hijt} = *Plan/Rencana* ke h untuk Variabel ke i di lokasi j pada waktu t
- X_{hijt} = *Determining Factors* atau Faktor Penentu, ke h untuk Variabel ke i di lokasi j pada waktu t
- D_{hijt} = *Impact Factors/Faktor Dampak* ke h untuk Variabel ke i di lokasi j pada waktu t
- P_{hijt} = *Cause Factors/Faktor Penyebab* ke h untuk Variabel ke i di lokasi j pada waktu t

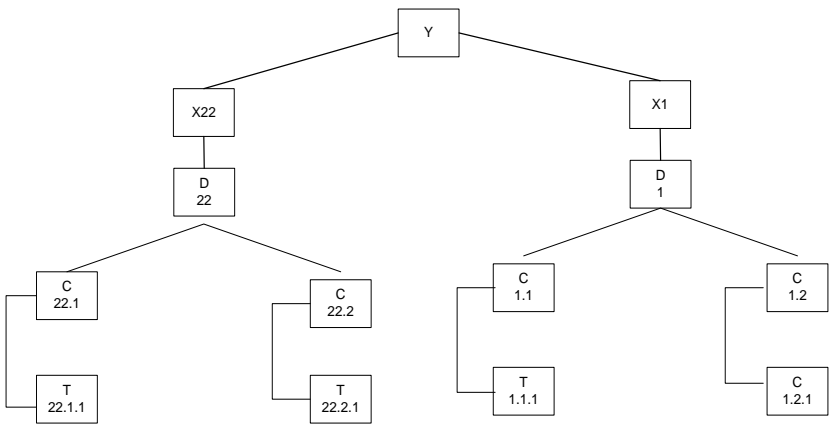
⁷⁵ Ibid

T_{hijt} = *Treatment Factors*/Faktor Tindakan Koreksi ke h untuk Variabel

ke i di lokasi j pada waktu t

Variabel risiko X dapat memiliki satu dampak atau beberapa dampak yang disebabkan oleh satu atau beberapa penyebab serta memerlukan satu atau beberapa tindakan koreksi.

Hubungan antara Y (kinerja), X (*variable*), D (dampak), P(penyebab) dan T (tindakan) dapat digambarkan dalam matrix sebagai contoh pada gambar 3.6. yang melukiskan contoh aplikasi tindakan koreksi ($T_{22.1.1}$, $T_{22.2.1}$, $T_{1.1.1}$), setelah diketahui dampaknya yaitu D_{22} dan D_1 , kemudian dicari apa saja yang menjadi penyebab-nya / *Cause* ($C_{22.1}$, $C_{22.2}$, dan $C_{1.1}$, $C_{1.2}$). Terlihat variabel risiko X_{22} mempunyai 1 Dampak (D_{22}) dan 2 Penyebab ($C_{22.1}$ & $C_{22.2}$), dengan 2 tindakan koreksi ($T_{22.1.1}$ & $T_{22.2.2}$).



Gambar 10.1.

Bagan Aplikasi Tindakan Koreksi⁷⁶

Dalam penelitian ini model matematik yang digunakan dibatasi hanya pada hubungan antara variabel penentu (X) dengan variabel kinerja waktu (Y). Untuk mengaplikasikan model umum suatu

⁷⁶ Ibid.

faktor kinerja seperti yang dijelaskan pada persamaan matematis 3.7.18 di atas maka diperlukan penelitian tambahan guna memperoleh faktor-faktor dampak, penyebab, dan tindakan terhadap risiko yang telah berhasil teridentifikasi pada penelitian ini.

Bab 11

Penutup

Dampak yang disebabkan oleh faktor yang paling sensitif yaitu risiko produktivitas tenaga kerja yang rendah karena berada pada kondisi kritis. Faktor-faktor risiko lainnya yang berpengaruh terhadap kinerja waktu pelaksanaan konstruksi gedung tinggi multifungsi yaitu : kebijakan pengambilan keputusan oleh *owner* yang kurang tepat, bentuk kontrak yang dipakai owner kurang sesuai dengan pelaksanaan konstruksi proyek, dan kenaikan harga material, masih harus diteliti kembali untuk dapat melakukan tindakan koreksi yang perlu dilakukan sebelum pelaksanaan proyek dimulai.

Dampak yang disebabkan oleh faktor risiko yang paling kritis yaitu produktivitas tenaga kerja yang rendah dapat menyebabkan terjadinya keterlambatan waktu penyelesaian proyek. Dari dampak-dampak tersebut kemudian dilakukan identifikasi apa saja yang menjadi penyebab yang menjadi sumber dampak-dampak tersebut. Misalnya belum adanya perencanaan jenis dan jumlah sumber daya sesuai jadwal keperluan yang ditetapkan, adanya kondisi fisik lapangan & sarana bantu, kurangnya supervisi dan koordinasi, kerja lembur, ukuran besar proyek, pengalaman kerja yang rendah.

Setiap penyebab tersebut kemudian dilakukan rencana tindakan (*treatment*) atau koreksi untuk perbaikan. Sebagai contoh tindakan (*treatment*) untuk mengatasi produktivitas tenaga kerja yang rendah adalah dengan tersedianya sarana bantu peralatan konstruksi yang lengkap, melakukan perataan sumber daya,

pelatihan (*training*) tenaga kerja secara berkala, serta *recruitment* tenaga kerja yang berpengalaman dan mempunyai sertifikasi.

Setiap tindakan (*treatment*) pasti memerlukan biaya untuk pelaksanaannya namun yang menjadi kendala umum adalah keterbatasan anggaran yang tersedia untuk melakukan setiap tindakan. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi terhadap semua tindakan. Tujuan optimasi adalah untuk melakukan pemilihan tindakan yang akan dilakukan ialah yang dapat memberikan dampak positif yang paling besar terhadap kinerja biaya.

Tindakan yang terpilih untuk dilaksanakan adalah tindakan yang mengeluarkan biaya yang kecil tetapi memberikan dampak yang besar.

Proyek konstruksi bangunan gedung tinggi multi fungsi selalu mengandung *uncertainty* yang besar sebagaimana ciri-ciri suatu proyek pada umumnya. *Uncertainty* tersebut menjadi sumber risiko yang jika tidak diperhitungkan dengan baik dapat menjadi faktor yang merusak kinerja waktu proyek secara keseluruhan, sehingga proyek terlambat diselesaikan. Kebanyakan model faktor risiko yang diperoleh ternyata mengklarifikasi model faktor-faktor risiko yang sudah dikenali selama ini, antara lain:

1. Terdapat korelasi yang positif antara variabel-variabel bebas faktor risiko yang teridentifikasi dengan variabel kinerja waktu, yang membuktikan dan mendukung hipotesis bahwa peningkatan pengendalian faktor risiko akan menyebabkan peningkatan kinerja waktu bangunan tinggi multi fungsi di DKI Jakarta.

Faktor risiko dominan adalah :

- Produktivitas tenaga kerja yang rendah
- Bentuk kontrak yang dipakai owner kurang sesuai dengan pelaksanaan konstruksi proyek.
- Kebijakan pengambilan keputusan oleh owner yang kurang tepat.

- Kenaikan harga material
2. Berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo hal yang terlihat menonjol adalah bahwa kinerja waktu pelaksanaan konstruksi gedung tinggi multi fungsi di DKI Jakarta ternyata sangat dipengaruhi oleh : **faktor risiko produktivitas tenaga kerja yang rendah (X_3)** sebagai faktor risiko yang paling kritis sehingga harus mendapat perhatian utama dalam penanganannya.

DAFTAR ISI

- aa. Abidin, S. Ismeth, Materi Kuliah Manajemen Risiko, Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan, Jakarta, 2006.
- ab. Newel, Michael W., PMP, and Grashina, Marina N.,PMP, The Project Management Question and Answer Book, American Management Association, 2003.
- Abidin, S. Ismeth, Ph.D., Materi Kuliah Manajemen Risiko, Program Pascasarjana, Universitas Pelita Harapan, Jakarta, 2006.
- Abidin, S. Ismeth, Ph.D., Pola Riset yang bernilai Tambah Tinggi, FT UI, Jakarta, 1990.
- Blanchard S. Benjamin, Fabrycky J. Walter, Systems Engineering and Analysis, Third Edition, Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering.
- C. Chicken, John and Posner, Tamar, The Philosophy of Risk, Thomas Telford, 1998.
- Callahan, Michael T., Construction Project Scheduling, McGraw-Hill, Inc., 1992.
- Dillon, W.R. and Goldstein M., Multivariate Analysis Methods and Applications, John Wiley & Sons, New York, 1994.
- Edwards, Leslie, Bsc, Practical Risk Management in The Construction Industry, Thomas Telford, 1995.
- Engineering Education Australia (EEA), Project Management – Conception to Completion.
- Ervianto, Wulfram I., Manajemen Proyek Konstruksi, Penerbit Andi, 2003.
- Flanagan, R. & Norman, G., Risk Management and Construction, Oxford, Royal Institution of Chartered Surveyors, Blackwell Scientific Publication, 1993
- Haimes, Y. Yacov, Risk Modelling, Assesment, and Management, Founding Director Center For Risk Management Of Engineering Systems University Of Virginia, Charlottesville, John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- Hinze, Jimmie W., Construction Planning and Scheduling, Prentice Hall, New Jersey, 1998.

- Introduction to Simulation and Risk Analysis by James Evans & David L. Olson, Decisioneering Inc., Denver Colorado, 1998.
- J. Ritz, George, Total Construction Project Management, McGraw-Hill, Inc., 1994.
- J. Supranto, Statistik Teori dan Aplikasi, jilid 2, Erlangga, Jakarta 1995.
- Johanputro, Bramantyo, MBA, Ph.D, Manajemen Risiko Korporat Terintegrasi, Penerbit PPM, 2006.
- Katz, D.A., Economic Theory and Application, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Nasir, Daud, McCabe, Brenda, Evaluating Risk in Construction, Journal Construction Engineering and Management, September 2003.
- Oberlander, Garold D., Project Management For Engineering and Construction, McGraw-Hill International Edition, 1992.
- Project Management Institute Association, Project Management Body of Knowledge (PMBOK), 2004 Edition, USA.
- Sarwono, Jonathan, Analisis Penelitian, penerbit Andi, 2006.
- Soeharto, Iman, Manajemen Proyek, (Dari Konseptual sampai Operasional), Penerbit Erlangga, 1999.
- Undang-Undang No. 28 Tentang Bangunan Gedung
- Walpole, R.E., & Myers R.H., Probability & Statistic for Engineers and Scientist, Seventh Edition, Prentice Hall, 2002.
- Wideman, R. Max, Risk Management A Guide to Managing Project Risks and Opportunities, PMI, 1992.
- Yasin, H. Nazarkhan, Mengenal Kontrak Konstruksi di Indonesia, Penerbit Gramedia Pustaka Umum, Jakarta, 2003.

FAKTOR RISIKO PADA BANGUNAN TINGGI MULTIFUNGSI “METODE MONTE CARLO”

Pembangunan gedung tinggi saat ini tidak lagi hanya sekedar untuk perkantoran atau hotel semata. Tetapi peruntukannya sudah menggabungkan berbagai fungsi bangunan seperti: fungsi hotel, apartemen, perkantoran, fungsi *mall* atau *business centre*, pertokoan, lantai parkir serta sekolah dalam satu kesatuan bangunan. Hal ini bisa dimaklumi karena tujuan para pemilik atau direksi gedung multi fungsi tinggi tersebut adalah mengikuti kecenderungan *trend* masyarakat atau kondisi *market* saat ini dalam rangka mencapai nilai perusahaan yang setinggi-tingginya. Namun semakin tinggi nilai ekspektasi yang ingin diraih maka semakin tinggi pula tingkat risiko bagi perusahaan tersebut. Tujuan pengelolaan perusahaan adalah untuk memaksimalkan nilai dan kekayaan perusahaan sangat dipengaruhi oleh ekspektasi arus kas dan tingkat risiko. Semakin tinggi tingkat risiko yang dihadapi perusahaan maka semakin rendah nilai dan kekayaan perusahaan.

Oleh karena itu kebijakan dan pengawasan risiko merupakan hal yang penting dan perlu mendapat perhatian para direksi atau komisaris perusahaan. Risiko dapat memberi dampak jangka panjang maupun jangka pendek, tidak saja kepada perusahaan tetapi juga kepada setiap individu perusahaan maupun setiap tahapan, keputusan atau aspek perusahaan (SDM, organisasi, infrastruktur, sistem, teknologi) serta semua jenis aset baik yang tidak berwujud (kualitas manajemen, *goodwill* atau reputasi), maupun yang berwujud seperti misalnya: mobil, komputer, bahan baku, pabrik, bangunan gedung tinggi. Keputusan pemilik dan direksi perusahaan untuk membangun suatu bangunan gedung multi fungsi tinggi tentunya sudah merupakan strategi kebijakan untuk memperoleh keuntungan yang semaksimal mungkin.

TOHAR MEDIA

No Anggota IKAPI : 022/SSL/2019
Workshop : JL. Rappocini Raya Lr.II A No 13 Kota Makassar
Redaksi : JL. Muhtar dg Tompo Kabupaten Gowa
Perumahan Nayla Regency Blok D No 25
Telp. (0411) 8987659 Hp. 085299993635
<https://toharmedia.co.id>

ISBN 978-623-8148-35-6

