

SIMULASI RISIKO FASE *PROCUREMENT* PADA PEMBANGUNAN PABRIK AMMONIA DAN UREA KUJANG 1-B

Widi Hartono

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126 Telp. 0271 634524
E-mail : wieds_ts@yahoo.com

Budi Laksito

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126 Telp. 0271 634524

Abstract

Risk management is a systematical process of managing an organization's risk exposures to achieve its objectives in a manner consistent with public interest, human safety, environmental factors, and the law. It consists of planning, organizing, leading, coordinating, and controlling activities undertaken with the intent of providing an efficient pre-loss plan that minimizes the adverse impact of risk on the organization's resources, earnings, and cash flows.

This paper proposes to analyze risk on deploying Ammonia and Urea Kujang 1-B plant on Procurement phase using Monte Carlo simulation. Monte Carlo analysis, referred to as "simulation by random sampling", is a quantitative simulation technique used in many different types of decision analysis models. The first step in Monte Carlo risk analysis is defining the capital resources by developing the deterministic model of the estimation. The second step is to identify the uncertainty in the estimation by specifying the possible values of the variables in the estimation with probability ranges (distributions). The third step is to analyze the estimation with simulation. The model is iterated to determine the range and probabilities of all possible outcomes of the model.

Keywords:

Deterministic Model, Monte Carlo Simulation, Probability, Risk Management

PENDAHULUAN

Kegiatan proyek merupakan suatu kegiatan yang dinamis dan berbeda sifatnya dengan kegiatan operasional rutin. Oleh karena itu pengelolaan kegiatan menggunakan konsep manajemen proyek yang bertujuan untuk meningkatkan daya guna dan hasil guna sumber daya dalam rangka menghadapi kegiatan yang dinamis tersebut.

Proyek konstruksi merupakan salah satu jenis proyek yang memiliki potensi resiko relatif tinggi dibanding proyek lainnya. Potensi ini semakin berkembang dipicu oleh beberapa kondisi, antara lain meningkatnya volume pekerjaan dan nilai kontrak. Kompleksitas juga meningkat dilihat dari jumlah pihak-pihak yang terlibat, termasuk penggunaan metode dan teknologi baru. Perkembangan ini khususnya terlihat pada proyek-proyek berskala besar di Indonesia, seperti jembatan, bangunan tinggi, telekomunikasi, pembangkit listrik, pertambangan, pengolahan mineral, dan petrokimia.

Resiko dapat timbul pada tahap survey, perencanaan, perancangan detail dan konstruksi.

Pemilik sebagai pihak yang memiliki kepentingan paling besar, merasa perlu mengalihkan sebagian besar resiko pada kontraktor. Padahal apabila kontraktor tidak mampu menanggung resiko, pada akhirnya resiko akan ditanggung sendiri oleh pihak pemilik. Dampak yang kemudian muncul ke permukaan adalah bertambahnya jumlah konflik dan perselisihan (*dispute*) dalam pelaksanaan proyek, penyelesaian perselisihan di pengadilan (*litigation*), berkembangnya tuntutan klaim akan kompensasi, kesulitan-kesulitan konstruksi, kesalahan segi fungsi dan struktur, timbulnya masalah administratif dan legal, dan perubahan-perubahan dalam waktu penyelesaian, ruang lingkup, maupun biaya proyek. Kondisi seperti ini menempatkan kontraktor sebagai pihak yang memiliki posisi sulit sekaligus beresiko tinggi.

Para pelaku dalam industri konstruksi harus mulai menyadari dan memperhatikan potensi resiko atas proyek yang ditangani. Kesalahan dalam memperkirakan dan menangani resiko akan berdampak negatif pada proyek. Pengelolaan khusus untuk menangani resiko dapat dilakukan dengan manajemen resiko, dan salah satu tahapnya adalah analisis kuantitatif menggunakan simulasi Monte Carlo.

Dalam tulisan ini mengkaji manajemen resiko pada tahap analisis kuantitatif pada proyek pembangunan Pupuk Amonia dan Urea Kujang 1-B pada fase Procurement dengan Simulasi Monte Carlo.

Dengan melakukan pengelolaan potensi resiko yang mungkin terjadi, pada fase procurement di harapkan akan diperoleh sumber resiko selama fase ini. Dengan analisa kuantitatif menggunakan simulasi Monte Carlo sebagai alat Bantu untuk menganalisa tingkatan potensi resiko diharapkan akan diperoleh urutan potensi resiko yang paling besar hingga terkecil. Dari ranking potensi resiko yang diperoleh kemudian baru disiapkan respon-respon terhadap potensi resiko yang mungkin terjadi.

Tinjauan Pustaka

Istimawan Dipohusodo (1996:215) menjelaskan bahwa dalam kontrak telah diikat ketentuan-ketentuan mengenai biaya, mutu dan waktu. Jadi apabila selama konstruksi muncul hal-hal yang tidak diperhitungkan, baik hal tersebut disengaja maupun tidak, maka resiko yang ditanggung tidaklah kecil. Segala bentuk penyimpangan terhadap kesepakatan tentang kualitas dan waktu penyelesaian pekerjaan akan mengandung resiko sanksi atau denda, yang ujungnya berdampak pada pudarnya reputasi para pelaksana seluruhnya.

Khusus mengenai pengertian dari resiko itu sendiri, Iman Soeharto (1997:439) menjelaskan bahwa resiko merupakan kemungkinan terjadinya peristiwa di luar yang diharapkan. Menurut Herman Darmawi (2000:19), resiko adalah kemungkinan kerugian, ketidakpastian, penyebaran hasil aktual dari hasil yang diharapkan, dan probabilitas suatu hasil berbeda dengan hasil yang diharapkan. Harold Kerzner (1998:746) mendefinisikan resiko sebagai kegiatan-kegiatan atau faktor-faktor, yang apabila terjadi akan meningkatkan kemungkinan tidak tercapainya tujuan proyek yang berupa waktu, biaya, dan performa.

Institut Manajemen Proyek (2000:127) menjelaskan tentang resiko proyek sebagai kondisi yang tidak pasti, yang apabila terjadi akan memberikan efek negatif atau positif terhadap tujuan proyek.

Talavera (2004:89) memberikan definisi resiko sebagai pengukuran nilai potensial negatif atau positif di masa datang sebagai hasil dari efek lingkungan sekitar antara waktu sekarang dan waktu mendatang.

Memperhatikan definisi-definisi resiko di atas, menurut Darma Tyanto Saptodewo (2001:3), disamping adanya kekuatan dan peluang yang dapat mendatangkan keuntungan bagi suatu perusahaan,

tentu saja ada hal-hal yang merupakan kelemahan dan tantangan yang mengandung banyak resiko dengan konsekuensi yang dapat merugikan perusahaan.

Harold Kerzner (1998:885) menjelaskan pula bahwa dalam konteks proyek, pengelolaan resiko berarti mengidentifikasi secara sistematis jenis, besar, dan sumber timbulnya resiko selama siklus proyek, kemudian menyiapkan tanggapan yang tepat untuk menghadapi resiko tersebut. Pengelolaan di sini bersifat proaktif, dan bukannya bersifat reaktif yang menunggu sampai terjadinya persoalan yang sulit diatasi.

Arthur Williams dan Richard Heins (1989:21) mengatakan manajemen resiko adalah proses pengidentifikasian, pengukuran, dan perlakuan terhadap potensi kerugian akibat kecelakaan yang dapat muncul hampir dalam segala situasi. Menurut Roy Sembel (Jakarta, 2002), sedikitnya terdapat tiga kunci bagi penciptaan nilai melalui manajemen resiko, yaitu mendorong optimasi resiko dalam pengambilan keputusan di tiap level organisasi, mengkomunikasikan informasi resiko, serta menerapkan manajemen mutu dalam rangka manajemen resiko.

Menurut Alfredo HS. Ang (1987:1), kebanyakan masalah dalam bidang rekayasa mencakup proses dan fenomena alamiah yang pada hakikatnya bersifat acak, keadaan dari fenomena seperti ini secara alamiah bersifat tidak tentu sehingga tidak dapat dijabarkan secara pasti.

Talavera (2004:90) menambahkan bahwa untuk menganalisis resiko, maka sangat direkomendasikan untuk menggunakan alat bantu (tool) dari ilmu probabilitas dan statistik untuk penerapan manajemen resiko. Harold Kerzner (1998:885) menyatakan bahwa untuk mengukur jenis dan besar suatu resiko tertentu memerlukan beberapa metode, dan salah satu dari metode tersebut adalah simulasi Monte Carlo.

Bernard W. Taylor (1996:456) mendefinisikan proses Monte Carlo sebagai suatu teknik untuk memilih angka-angka secara acak dari suatu distribusi probabilitas untuk digunakan dalam suatu percobaan dari suatu simulasi. Menurut James R. Evans dan David L. Olson (1998:2), sebuah survey pernah dilakukan kepada para praktisi di bidang sains manajemen dan memberikan hasil bahwa simulasi dan statistik menduduki peringkat tertinggi dibandingkan teknik lainnya dengan margin dua banding satu.

Analisis Resiko Kuantitatif (*Quantitative Risk Analysis*)

Proses analisis resiko kuantitatif dimaksudkan untuk analisa secara numerik probabilitas dari setiap resiko dan akibat/konsekuensinya terhadap sasaran proyek, maupun besarnya keseluruhan resiko proyek. Proses-proses ini menggunakan teknik seperti simulasi Monte Carlo dan analisis pengambilan keputusan (*decision analysis*) untuk:

1. Menentukan probabilitas pencapaian sasaran proyek yang spesifik.
2. Mengkuantifikasi keterbukaan (*exposure*) resiko untuk proyek, dan menentukan besar atau ukuran kemungkinan cadangan biaya dan waktu yang mungkin dibutuhkan.
3. Mengidentifikasi resiko membutuhkan banyak perhatian dengan mengkuantifikasi kontribusi relatifnya terhadap resiko proyek.
4. Mengidentifikasi biaya dan waktu yang realistic yang dapat dicapai atau target lingkup.

Perencanaan Respon Terhadap Resiko (*Risk Response Planning*)

Proses ini adalah proses pengembangan pilihan-pilihan dan penentuan tindakan untuk memperbesar kesempatan dan mengurangi ancaman terhadap sasaran proyek. Hal ini meliputi identifikasi dan penetapan atau penugasan individu atau pihak-pihak untuk memikul tanggung jawab untuk setiap respon resiko yang disepakati. Proses ini memastikan bahwa identifikasi resiko telah ditunjukkan dengan tepat. Efektifitas perencanaan respon akan secara langsung menentukan apakah resiko terhadap proyek bertambah atau berkurang.

Perencanaan respon resiko harus sesuai dengan tingkat besarnya resiko, biaya efektif dalam memenuhi tantangan, berhasil secara tepat waktu, dalam konteks proyek ia realistis, disepakati oleh pihak-pihak yang terlibat, dan dimiliki oleh personil yang bertanggung jawab. Pemilihan respon resiko yang terbaik dari beberapa pilihan seringkali diperlukan. Metode yang digunakan antara lain:

1. Menghindari resiko (*risk avoidance*), yaitu menghindari atau menjauhkan resiko adalah mengubah rencana proyek untuk mengeliminasi resiko atau kondisi atau untuk melindungi sasaran proyek dari pengaruh/akibatnya.
2. Memindahkan resiko (*risk transfer*), yaitu pemindahan resiko dengan mencari pertukaran konsekuensi atau akibat resiko kepada pihak ketiga bersama-sama dengan kepemilikan respon. Pemindahan resiko semata-mata hanya memberikan pengelolaan tanggung jawab kepada pihak lain, bukan mengeliminasi atau menghilangkannya.

3. Mitigasi resiko (*risk mitigation*), yaitu melakukan investigasi untuk mengurangi probabilitas dan/atau konsekuensi dari kejadian resiko yang merugikan ke tingkat yang masih dapat diterima.

Menerima resiko (*risk acceptance*). Teknik ini menunjukkan bahwa tim proyek memutuskan untuk tidak mengubah rencana proyek berkaitan dengan suatu resiko atau tidak mampu untuk mengidentifikasi strategi respon yang memadai lainnya.

Simulasi Monte Carlo

Analisis Monte Carlo merupakan suatu teknik kuantitatif yang banyak dipakai dalam berbagai macam model pengambilan keputusan. Di tahun belakangan ini, istilah Monte Carlo telah menjadi sinonim dengan simulasi probabilitas. Namun secara sempit teknik Monte Carlo dapat didefinisikan sebagai suatu teknik untuk memilih angka-angka secara acak dari suatu distribusi probabilitas untuk digunakan dalam suatu percobaan dari suatu simulasi. Simulasi ini adalah proses repetitif sederhana yang membangkitkan (*generate*) solusi deterministik untuk kasus yang diberikan. Setiap solusi mewakili suatu set nilai deterministik dari variabel acak yang digunakan. Elemen utama dari proses Monte Carlo adalah membangkitkan angka acak dari distribusi probabilitas yang telah ditentukan.

Statistik Deskriptif

Dalam statistik deskriptif ini ditampilkan rerata (mean), nilai tengah (median), modus (mode), standar deviasi (standard deviation), varian (variance), rentang (range), nilai maksimum, nilai minimum, dan jumlah sampel (sum).

Uji Anova

Anova digunakan untuk menguji lebih dari dua sampel, dengan asumsi bahwa populasi dari berbagai kelompok sampel berdistribusi normal dengan varian yang sama (H_0).

Kriteria pengambilan keputusan dalam uji Anova menurut Johar Arifin (2000:375) adalah:

1. Perbandingan F hitung dengan F tabel:
Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak
Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka H_0 diterima
2. Perbandingan probabilitas (P-value):
Jika $P > \text{tingkat signifikansi}$, maka H_0 diterima
Jika $P < \text{tingkat signifikansi}$, maka H_0 ditolak

METODE

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode pendekatan analitis kuantitatif. Analisis kuantitatif adalah pendekatan secara ilmiah untuk pengambilan

keputusan manajerial. Pendekatan ini bermula dari data-data, kemudian diproses menjadi informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan. Proses pengolahan dari data awal menjadi informasi yang mendetail inilah inti dari analisis kuantitatif. Jenis dan sumber data yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

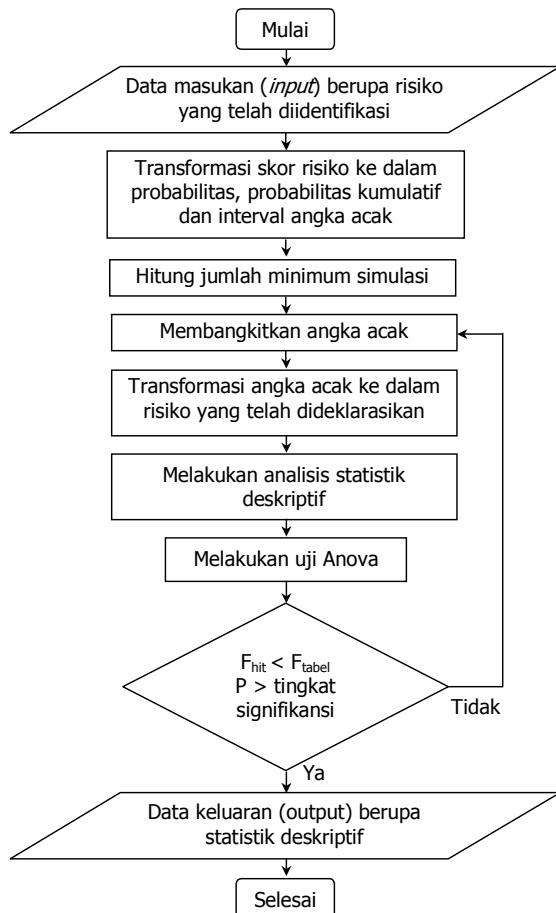
Yaitu data-data yang berupa sejumlah keterangan atau fakta yang penulis peroleh langsung dari tempat penelitian, dalam hal ini data didapat dari kantor pusat (*home office*) PT Rekayasa Industri, Jakarta.

b. Data Sekunder

Yaitu data-data yang diperoleh secara tidak langsung, antara lain berupa bahan-bahan kuliah, buku maupun artikel mengenai manajemen proyek dan konstruksi, manajemen resiko, simulasi, dan sumber lain yang relevan dengan materi tulisan sehingga penulis akan mendapatkan tambahan referensi yang lengkap.

(*Project Management*) PT Rekayasa Industri. Dari observasi tersebut diperoleh data-data antara lain:

- 1) Nama Proyek : Pembangunan Pabrik Pupuk Ammonia dan Urea Kujang 1-B
- 2) Lokasi : Cikampek, Jawa Barat
- 3) Pemilik : PT Pupuk Kujang
- 4) Kontraktor : PT Rekayasa Industri dan PT Inti Karya Persada Teknik
- 5) Pemegang lisensi : Perusahaan Rancang-teknologi Bangun Toyo (*process licensor*) (*Toyo Engineering Corp.*)
- 6) Nilai kontrak : USD. 28.803.464,00 + (*contract value*) JPY. 1.192.500.000,00
- 7) Waktu pelaksanaan :
 - a. Tanggal efektif (*effective date*) : 1 Januari 2003
 - b. Pra penugasan & penugasan (*precomm. & comm.*): 1 Oktober 2004-30 September 2005
 - c. Penerimaan mekanis (*mechanical acceptance*) : 30 Juni 2005
 - d. Penerimaan sementara (*provisional acceptance*) : 30 September 2005
 - e. Perawatan (*maintenance*) : 365 hari kalender



Gambar 1. Diagram Alir Analisis Data

Proses pengumpulan data dilakukan langsung dengan Kepala Divisi dan staff Manajemen Proyek

Metode analisis yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode analisis kuantitatif dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. Pengesahan hasil analisis menggunakan metode statistik deskriptif dan uji Anova.

Simulasi Monte Carlo

Sebelum memulai proses simulasi, terlebih dahulu ditentukan berapa jumlah minimum simulasi yang harus dilakukan. Rumus yang digunakan untuk menghitungnya menurut Amir D. Aczel (1999:256) adalah:

$$n = \frac{Z_{(a/2)}^2 * \sigma^2}{B^2} \dots\dots\dots [1]$$

dimana:

- n = jumlah simulasi yang diperlukan
- Z = nilai invers dari distribusi normal
- σ = standar deviasi
- B = interval kesalahan (*margin of error*)

Beberapa rumus dan asumsi yang harus dihitung terlebih dahulu adalah:

- a. Standar deviasi σ
- b. Tingkat kepercayaan = diambil sebesar 95%
- c. Tingkat signifikansi = 100% - tingkat kepercayaan

d. Interval kesalahan $B = \sigma/\sqrt{N}$

e. Perhitungan nilai Z

$$\begin{aligned} Z_{(\alpha/2)} &= Z_{1-0,025} \\ &= Z_{0,975} \\ &= 1,9600 \end{aligned}$$

Statistik Deskriptif

Dalam statistik deskriptif ini ditampilkan rerata (*mean*), nilai tengah (*median*), modus (*mode*), standar deviasi (*standard deviation*), varian (*variance*), rentang (*range*), nilai maksimum, nilai minimum, dan jumlah sampel (*sum*)

- Jumlah minimum simulasi yang dibutuhkan:

$$n = \frac{(1.9600)^2 * (0.05)^2}{(0.0050)^2} = 384,14 \approx 500$$

f. Proses Simulasi

Proses simulasi Monte Carlo dimulai dengan membangkitkan angka acak. Proses simulasi dilakukan terus hingga 500 kali dengan mengambil 10 sampel. Setelah didapat, langkah selanjutnya adalah mentransformasi-kan angka acak tersebut ke resiko yang dimaksud berdasarkan interval yang sebelumnya telah didefinisikan.

g. Melakukan analisis statistik dengan perangkat lunak (*software*) Microsoft Excel 2000.

1. Statistik deskriptif probabilitas resiko:

- a) Rerata (*mean*) = 0,1831
- b) Nilai tengah (*median*) = 0,1928
- c) Nilai sering muncul (*mode*) = 0,1928
- d) Standar deviasi = 0,0939
- e) Perbedaan (*variance*) = 0,0088

2. Statistik deskriptif frekuensi resiko, dengan hasil seperti terlihat pada tabel 2.

3. Uji Anova, dengan hasil :

- a) F hitung = 1,1029
- b) Nilai P = 0,3566
- c) F tabel = 1,8817

Apabila nilai-nilai tersebut dibandingkan, maka dapat dilihat bahwa :

- d) F hitung (1,1029) < F tabel (1,8817)
- e) Nilai P (0,3566) > tingkat signifikansi (0,05)

Uji Anova

Anova digunakan untuk menguji lebih dari dua sampel, dengan asumsi bahwa populasi dari berbagai kelompok sampel berdistribusi normal dengan varian yang sama (H_0).

Analisis Data

a. Identifikasi risiko pada tahap pengadaan sumber daya (*procurement*). Hasil identifikasi risiko yang dilakukan pada proyek pembangunan Pabrik Pupuk Ammonia dan Urea Kujang 1-B dapat dilihat pada tabel 1.

b. Mentransformasikan skor resiko yang telah diidentifikasi ke dalam probabilitas

Contoh: Nilai Daftar utama kemungkinan timbul biaya lain dan salah alokasi (1), ditransformasikan ke dalam probabilitas dengan cara membaginya dengan total score (83) menjadi 0,0120 (1,20%).

c. Mentransformasikan probabilitas poin b menjadi probabilitas kumulatif.

Contoh perhitungan :

- Probabilitas 1 = 0,0120
- Probabilitas 2 = 0,0602
- Probabilitas kumulatif = 0,0120+0,0602 = 0,0723

d. Menjabarkan interval angka acak dari probabilitas kumulatif di atas.

Contoh perhitungan :

- Interval 0,0000-0,0119 = risiko daftar utama kemungkinan timbul biaya lain dan salah alokasi
- Interval 0,0120-0,0722 = risiko surat kredit (L/C) diperlukan untuk pembelian luar negeri dan seterusnya.

e. Menghitung jumlah minimum simulasi yang dibutuhkan

Data:

- Standar deviasi $\sigma = \frac{0.2027 - 0.0068}{4} = 0,05$
- Tingkat signifikansi $\alpha = 100\% - 95\% = 5\%$

Penyelesaian:

- Interval kesalahan (*margin of error*) B:
 $B = 0,05/\sqrt{100} = 0,005$
- $\alpha/2 = 0,05/2 = 0,025$
- Nilai Z:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Identifikasi Resiko Tahap Konstruksi

No.	Risiko	Nilai
1	Daftar utama kemungkinan timbul biaya lain dan salah alokasi	1
2	Surat kredit (L/C) diperlukan untuk pembelian luar negeri	5
3	Ketidaklengkapan prosedur pemeriksaan sehingga menyebabkan ketidaksesuaian barang	16
4	Kualitas hasil inspeksi tidak sesuai dengan harapan karena kemampuan personelnnya	16
5	Vendor/subkontraktor kapabilitasnya tidak memenuhi syarat	25
6	Kemampuan personel terhadap analisa biaya dan harga kurang baik	6
7	Keterlambatan penempatan dari pemesanan pembelian (<i>Purchase Order</i>) karena data engineering terlambat	4
8	Keterlambatan penempatan dari pemesanan pembelian (<i>Purchase Order</i>)	5

karena proses tender terlambat	
9 Keterlambatan penempatan dari 5 pemesanan pembelian (<i>Purchase Order</i>) karena tidak cepat mengambil keputusan	
Jumlah	83

Tabel 2. Proses Simulasi Monte Carlo

Angka acak	Risiko	Probabilitas
0.1748	Pekerjaan sipil dan pemipaan bawah tanah terhambat karena hujan	0.2027
0.9472	Banyaknya kontraktor lokal yang minta pekerjaan	0.1689
0.3195	Tingkat disiplin yang kurang karena lokasi dekat Jakarta	0.0405
0.3532	Tingkat disiplin yang kurang karena lokasi dekat Jakarta	0.0405
0.1016	Pekerjaan sipil dan pemipaan bawah tanah terhambat karena hujan	0.2027
0.7506	LSM yang mempengaruhi serikat pekerja	0.1689
0.4349	Permintaan penambahan oleh pemilik pada tahap perancangan detail	0.1689
0.5573	Permintaan penambahan oleh pemilik pada tahap perancangan detail	0.1689
0.7933	LSM yang mempengaruhi serikat pekerja	0.1689
0.2011	Pekerjaan sipil dan pemipaan bawah tanah terhambat karena hujan	0.2027

Tabel 3. Peringkat Resiko (*Risk Rank*)

No.	Risiko	Mean
1	Vendor/subkontraktor kapabilitasnya tidak memenuhi syarat	144.70
2	Kualitas hasil inspeksi tidak sesuai dengan harapan karena kemampuan personelnnya	102.20
3	Ketidaklengkapan prosedur pemeriksaan sehingga menyebabkan ketidaksesuaian barang	98.60
4	Kemampuan personel terhadap analisa biaya dan harga kurang baik	35.20
5	Surat kredit (<i>L/C</i>) diperlukan untuk pembelian luar negeri	31.30
6	Keterlambatan penempatan dari pemesanan pembelian (<i>PO</i>) karena proses tender terlambat	29.30
7	Keterlambatan penempatan dari pemesanan pembelian (<i>PO</i>) karena tidak cepat mengambil keputusan	28.80
8	Keterlambatan penempatan dari pemesanan pembelian (<i>PO</i>)	25.00

9 Daftar utama kemungkinan timbul biaya lain dan salah alokasi	4.90
----------------------------------------------------------------	------

Dari analisa data yang telah dilakukan, maka dapat diberikan penjelasan sebagai berikut:

1. Hasil dari statistik deskriptif probabilitas risiko menunjukkan bahwa risiko yang paling sering muncul (mode) adalah risiko dengan probabilitas 0,1928 (19,28%) dan standar deviasi hasil simulasi sebesar 9,39%.
2. Hasil dari Uji Anova menunjukkan bahwa nilai F (1,1029) lebih kecil daripada nilai F Tabel (1,8817), dan Nilai P (0,3566) lebih besar daripada 0,05. Hal ini berarti bahwa mean populasi dari sepuluh kelompok sampel yang diambil memiliki besar varians yang sama, yaitu sebesar 0,0088 (0,88%) dengan standar deviasi sebesar 0,0939 (9,39%).
3. Hasil dari statistik deskriptif frekuensi risiko menunjukkan bahwa risiko yang paling sering muncul dan memerlukan tindakan/respon lebih lanjut karena frekuensi munculnya lebih tinggi yaitu:
 - a. Vendor/subkontraktor kapabilitasnya tidak memenuhi syarat, dengan frekuensi rata-rata 144,70.
 - b. Kualitas hasil inspeksi tidak sesuai dengan harapan karena kemampuan personelnnya, dengan frekuensi rata-rata 102,20.
 - c. Ketidaklengkapan prosedur pemeriksaan sehingga menyebabkan ketidaksesuaian barang, dengan frekuensi rata-rata 98,60.

SIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Simulasi Monte Carlo merupakan salah satu aplikasi dalam analisis risiko proyek karena kesederhanaannya dalam membangun model, kemampuannya untuk memodelkan asumsi-asumsi dan ketidakpastian dalam analisisnya.
 - a. Hasil dari statistik deskriptif probabilitas risiko menunjukkan bahwa risiko yang paling sering muncul (mode) adalah resiko vendor/subkontraktor kapabilitasnya tidak memenuhi syarat.
 - b. Hasil dari Uji Anova menunjukkan bahwa mean populasi dari sepuluh kelompok sampel yang diambil memiliki besar varians yang sama.
 - c. Hasil dari statistik deskriptif frekuensi risiko menunjukkan bahwa risiko yang paling sering muncul dan memerlukan respon lebih lanjut karena frekuensi munculnya lebih dari 50 dalam 500 kali simulasi adalah :

- 1) Vendor/subkontraktor kapabilitasnya tidak memenuhi syarat
 - 2) Kualitas hasil inspeksi tidak sesuai dengan harapan karena kemampuan personelnya
 - 3) Ketidaktuntutan prosedur pemeriksaan sehingga menyebabkan ketidaksesuaian barang
2. Alternatif respon yang dapat diambil untuk mengantisipasi risiko-risiko yang frekuensinya sering muncul antara lain adalah :
- a. Vendor/subkontraktor kapabilitasnya tidak memenuhi syarat, dapat diantisipasi dengan mengadakan prakualifikasi yang ketat kepada para vendor/subkontraktor, serta melakukan kerja sama (*merging*) dengan subkontraktor yang memiliki kualifikasi.
 - b. Kualitas hasil inspeksi tidak sesuai dengan harapan karena kemampuan personelnya, dapat diantisipasi dengan meningkatkan sumber daya manusia yang ada dan menyewa pihak ketiga yang khusus menangani inspeksi.
 - c. Ketidaktuntutan prosedur pemeriksaan sehingga menyebabkan ketidaksesuaian barang, dapat diantisipasi dengan perencanaan dan melakukan pemeriksaan pra pengiriman (*pre-shipment inspection*) bagi lingkup Rekayasa Industri sendiri.

Saran

Untuk menindaklanjuti hasil kajian dalam tulisan ini, maka diperlukan penelitian lebih lanjut melalui pengembangan tema maupun metodologi. Saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Lingkup analisis risiko lebih diperluas dengan mencakup fase rancang bangun (*engineering*), konstruksi (*construction*), dan pengawasan (*commissioning*).
2. Analisis dapat dibandingkan dengan menggunakan metode lain, seperti HAZOP, Analisis Keputusan (*Decision Analysis*).
3. Kajian penelitian dapat lebih diperluas dengan menelusuri tahap awal proses manajemen risiko, yaitu identifikasi risiko.
4. Penelitian dapat difokuskan pada pemantauan dan analisis terhadap risiko-risiko baru yang mungkin muncul selama proyek berjalan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Rekayasa Industri atas kerjasamanya dan kesempatan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam rangka penulisan makalah ini.

REFERENSI

- Anonim, 2000, "A Guide to Project Mangement Body of Knowledge (PMBOK Guide)", Project Management Institute, USA
- Darmawi, Herman, 2000, "Manajemen Resiko", PT. Bumi Aksara, Jakarta
- Dipohusodo, Istimawan, 1996, "Manajemen Proyek dan Konstruksi, Jilid I & II", Kanisius, Yogyakarta
- Djojosoedarso, Soeisno, 1999, "Prinsip-prinsip Manajemen Resiko dan Asuransi", Salemba Empat, Jakarta
- Hullett, David T., 2004, "Project Cost Risk Analysis Using Crystal Ball", <http://www.aacei.org>.
- Kerzner, Harold, 1998, "Project Management, A System approach to Planning, Schedulling, and Controlling", 6th ed., John Wiley and Sons, New York
- Raftery, John, 1994, "Risk Analysis in Project Management", E & FN SPON, London
- Render, Barry, and Ralph M. Stair Jr., 1991, "Quantitative Analysis for Management", 4th ed., Allyn and Bacon, Massachuset
- Shahab, Hamid, 1996, "Langkah-langkah Memperkecil Resiko dalam Pembangunan", Djambatan, Jakarta
- Soeharto, Iman, 1996, "Manajemen Poyek", Penerbit Erlangga, Jakarta
- Taylor, Bernard W., 1996, "Sains Manajemen", 4th ed., terjemahan, Salemba Empat, Jakarta
- Taylor, J. R., 1994, "Risk Analysis for Proces Plant", Pipelines and Transport, E & FN SPON, London
- Wiiliam, C. Arthur, and Richard M. Heins, 1989, "Risk Management and Insurance", 6th ed., McGraw Hill, New York
- Wirabumi, Amri, 2004, "Corporate Risk Management", Workshop PT Rekayasa Industri, Jakarta, 2004

