



TESIS PM092315

**ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI BERBASIS
RESIKO PADA PROYEK EPC
(*Engineering, Procurement and Construction*)**

SULY YUNWANTI
NRP 9112202307

DOSEN PEMBIMBING

Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., PhD.

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014



TESIS PM092315

**ESTIMATING PROJECT COST CONTINGENCY
BASED ON RISK ANALYSIS FOR EPC
(*Engineering, Procurement and Construction*)**

SULY YUNWANTI
NRP 9112202307

SUPERVISOR

Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., PhD.

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014

ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI BERBASIS RESIKO PADA PROYEK EPC (*Engineering, Procurement and Construction*)

Nama : Suly Yunwanti
NRP : 9112202307
Dosen Pembimbing : Tri Joko Wahyu Adi, ST.MT.PHD

ABSTRAK

Kinerja proyek konstruksi dapat diukur dari pencapaian penyelesaian proyek terhadap schedule, anggaran biaya dan mutu yang ditetapkan. Selama siklus hidup proyek akan selalu meghadapi kondisi ketidakpastian (*uncertainty*) dan resiko yang sering mengakibatkan terjadinya *overbudget*. Proyek EPC adalah proyek dimana ruang lingkup perkerjaan meliputi disain, pengadaan material dan konstruksi. Proyek EPC adalah proyek yang cukup rumit, kompleks dan memiliki resiko yang lebih besar bagi pihak Kontraktor, sehingga diperlukan penambahan biaya kontingensi untuk mengantisipasi terjadinya *overbudget*.

Pada penelitian ini, identifikasi faktor resiko yang mempengaruhi biaya kontingensi pada proyek EPC diperoleh dari hasil survey pendahuluan, brainstorming, wawancara, penyebaran kuisisioner maupun studi literatur. Resiko-resiko tersebut dianalisa secara kualitatif dengan matriks probabilitas dampak dan dihitung bobot resikonya dengan metode *pair-wise comparison*. Sedangkan pemodelan perhitungan biaya kontingensi menggunakan metode simulasi Montecarlo.

Hasil penelitian proyek EPC Proyek Pengadaan & Pemasangan Pipa Gas Distribusi di wilayah Jabodetabek menunjukkan bahwa lima faktor resiko yang paling signifikan mempengaruhi besaran biaya kontingensi pada tahap *engineering* adalah persetujuan gambar disain, kondisi *unforeseen*, waktu pelaksanaan yang terlalu ketat, kompetensi SDM, dan ketidaksesuaian spesifikasi material . Pada tahap *procurement* adalah proses persetujuan material, proses pengiriman material, kontrak kerja yang kurang jelas, perhitungan volume dan harga satuan material tidak akurat, serta pemilihan supplier material, sedangkan tahap *construction* adalah perubahan metode kerja, keterlambatan penyelesaian pekerjaan, kompetensi SDM , pembiayaan proyek, kondisi cuaca. Sedangkan biaya kontingensi rata-rata dari hasil simulasi Montecarlo adalah sebesar Rp.2.865.572.951 atau sebesar 3.60% terhadap Nilai Total Pekerjaan, dengan simpangan baku sebesar Rp.521.901.231,- atau sebesar 0.67%. Hasil Uji validasi model simulasi terhadap biaya aktual proyek menunjukkan adanya deviasi sebesar 0.53% sehingga hasil pemodelan perhitungan biaya kontingensi dapat dikatakan realistis.

Kata kunci : Analisis resiko, Proyek EPC, simulasi montecarlo, biaya kontingensi

ESTIMATING PROJECT COST CONTINGENCY BASED ON RISK ANALYSIS FOR EPC (Engineering, Procurement and Construction)

By : Suly Yunwanti
Student Identity Number : 9112202307
Supervisor : Tri Joko Wahyu Adi, ST.MT.PHD.

ABSTRACT

Construction project performance can be measured by the achievement of the completion of the project according to the fulfillment of schedule, budget and quality requirements. During project implementation process will have problems of uncertainty and the risks of affecting cost estimation of the project . It is necessary for risk analysis to determine the most significant risk factors and plan the cost of the project risks (cost contingency) due to the condition of the construction project which has the potential high risk of event uncertainty . EPC Project was a project where a contractor working on the project includes the design , material procurement and construction. EPC project was a project that quite complicated, complex and faces many problems . The Contractor has consequences to accept a greater risk impact and should be consider the project cost contingency for anticipating the overbudget.

This research aims to identify risk factors affected by the cost contingency at EPC project activities is obtained from preliminary surveys , brainstorming , interviews and questionnaires as well as previous research studies . Risks are analyzed qualitatively to determine the classification level and weight of risk using probability impact matrix and pair-wise comparison . Risk factors with a high risk category are quantified by using Montecarlo Simulation method to determine project cost contingency.

The research on Project Gas Pipeline Distribution in Jabodetabek show the critical risks on engineering process are approval design drawings, unforeseen condition, scheduling, human resources and material specification. The critical risks on procurement process are approval material, delivery materials, contract agreement, unit price materials estimate and supplier capability On construction process, the critical risks occurred on construction method, scheduling, human resources, project cash flow and weather condition. The Montecarlo simulation results show that the average cost contingency is Rp.2.865.572.951 or 3.60% of Total Contract, with a standard deviation of Rp.521.901.231, - or 0.67%. Validation result of the model against to the project actual cost , indicate a deviation of contingency cost is 0,53%. Therefore the cost contingency estimation in this research is a realistic model for EPC Project.

Keywords : Risk Analysis, EPC, Montecarlo Simulation, Cost Contingency

ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI BERBASIS RESIKO PADA PROYEK EPC (ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION)

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

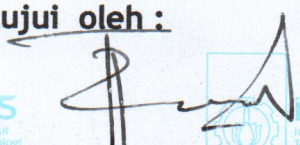
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

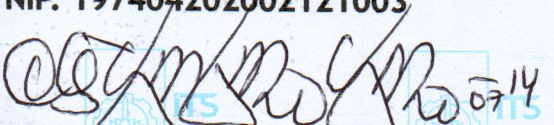
SULY YUNWANTI
NRP. 9112202307

Tanggal Ujian : 24 Juni 2014
Periode Wisuda : September 2014

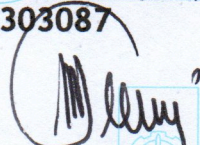
Disetujui oleh :


1. **Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D**
NIP. 197404202002121003

(Pembimbing)



2. **Christiono Utomo, ST, MT, Ph.D.**
NIP. 132303087

(Penguji)


3. **Dr. Drs. Sonny Suparyo, MSi**
NIP. 196407251989031001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,


Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, M.T.
NIP. 19640405 199002 1 001



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur Alhamdulillah atas rahmat, karunia dan hidayah Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “**Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Resiko pada Proyek EPC (*Engineering, Procurement and Construction*)**”, yang merupakan salah satu persyaratan penyelesaian studi pada Program Magister Manajemen Teknologi Bidang Keahlian Manajemen Proyek.

Dalam penyusunan tesis ini penulis banyak mengalami kendala dan hambatan, tetapi berkat dorongan dan semangat dari berbagai pihak tesis ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulisingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Suami dan anak-anak tercinta yang tidak pernah berhenti memberikan dorongan motivasi, semangat dan doanya untuk menyelesaikan tesis ini.
2. Keluarga tercinta, ibu dan kakak-kakakku tercinta atas segala dukungannya baik moril maupun materiil.
3. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, selaku dosen pembimbing yang sudah mengarahkan dan memberikan wawasan pengetahuan selama penyusunan tesis ini.
4. Bapak Christiono Utomo, dan Bapak. Sonny Sunaryo yang sudah memberikan masukan untuk perbaikan tesis ini.
5. Bapak ibu dosen pengajar yang telah memberikan tambahan wawasan dan ilmu pengetahuan.
6. Rekan-rekan kerja saya khususnya Bapak Eko Sukaryono, Ibu Maemunah Wahab, serta yang lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil.
7. Teman-teman satu angkatan Tahun 2012 Program Studi Magister Manajemen Teknologi bidang keahlian Manajemen Proyek Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas semangat dan dukungannya .

8. Semua pihak yang sudah terlibat selama survey dan wawancara saat pengumpulan data tesis.
9. Seluruh Civitas Akademik Program Studi Magister Manajemen Teknologi bidang keahlian Manajemen Proyek Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan penulis dalam pengumpulan data-data yang diperlukan untuk penyelesaian tesis ini. Oleh karena itu segala saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan penulisan tesis ini. Penulis berharap tesis ini dapat diaplikasikan dan berguna bagi orang yang membacanya.

Semoga segala kebaikan dan bantuan dari bapak/ibu sekalian mendapatkan balasan yang berlimpah dari Allah SWT. Amien

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Surabaya, 24 Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Perumusan masalah	3
1.3. Tujuan penelitian	4
1.4. Manfaat penelitian	4
1.5. Batasan masalah	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. Definisi terminologi	5
2.2. Dasar teori	6
2.2.1. Manajemen Resiko	6
2.2.1.1. Risk Management Planning	7
2.2.1.2. Identifikasi Resiko	8
2.2.1.3. Analisa Resiko	9
2.2.1.4. Risk Respon Analysis	13
2.2.1.5. Pemantauan Resiko	14
2.2.2. Proyek EPC	15
2.2.2.1. Pengertian Proyek EPC	15
2.2.2.2. Proses Proyek EPC	15
2.2.3. Biaya Kontingensi	17
2.2.4. Simulasi Montecarlo	18
2.3. Penelitian terdahulu	20
2.4. Posisi Penelitian	27

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1.	Metode Penelitian	29
3.2.	Teknik pengumpulan data	29
3.3.	Variabel Penelitian	31
3.4.	Teknik Pengukuran Variabel	35
3.5.	Proses Penelitian	36
3.5.1.	Analisa Resiko Kualitatif	36
3.5.2.	Perhitungan Bobot Resiko	36
3.5.3.	Analisa Resiko Kuantitatif	38
3.6.	Alur Penelitian	39
BAB 4	ANALISA & PEMBAHASAN	43
4.1.	Pengumpulan Data	43
4.1.1.	Deskripsi Proyek	48
4.1.2.	Data Proyek	48
4.2.	Pengolahan data	51
4.2.1.	Penilaian Indeks Peluang Event Resiko	51
4.2.2.	Penilaian Indeks Dampak Event Resiko	60
4.2.3.	Penilaian Indeks Level Resiko	66
4.2.4.	Penilaian Bobot Resiko	67
4.3.	Perhitungan Biaya Kontigensi	69
4.4.	Uji Validasi	76
BAB 5	KESIMPULAN & SARAN	77
5.1.	Kesimpulan	77
5.2.	Saran	78
	DAFTAR PUSTAKA	79
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Penentuan Tingkat Resiko	11
Tabel 2.2.	Kriteria Dampak Resiko	12
Tabel 2.3.	Studi Literatur Identifikasi Faktor Resiko	26
Tabel 2.4.	Metode Perhitungan Biaya Kontingensi	26
Tabel 3.1.	Indikator dan Definisi Operasional Variabel Resiko	31
Tabel 3.2.	Penilaian Probabilitas Resiko	35
Tabel 3.3.	Penilaian Dampak Resiko	35
Tabel 3.4.	Skala Nilai Perbandingan Berpasangan	37
Tabel 3.5.	Matriks Perbandingan Berpasangan.....	37
Tabel 4.1.	Variabel Resiko yang relevan	43
Tabel 4.2.	Rencana Anggaran Biaya.....	52
Tabel 4.3.	Nilai Rata-rata Indeks Peluang Resiko	55
Tabel 4.4.	Nilai Rata-Rata Indeks Dampak Resiko	61
Tabel 4.5.	Indeks Level Resiko Proyek EPC	66
Tabel 4.6.	Pairwise Comparison Tahap Engineering.....	68
Tabel 4.7.	Normalisasi Matriks Tahap Engineering	68
Tabel 4.8.	Pairwise Comparison Tahap Procurement.....	68
Tabel 4.9.	Normalisasi Matriks Tahap Procurement	68
Tabel 4.10.	Pairwise Comparison Tahap Construction.....	69
Tabel 4.11.	Normalisasi Matriks Tahap Construction	69
Tabel 4.12.	Rencana Anggaran Pelaksanaan	70
Tabel 4.13.	Random Variabel	71
Tabel 4.14.	Penentuan Distribusi Probabilitas	72
Tabel 4.15.	Fungsi Distribusi Probabilitas.....	72
Tabel 4.16.	Hasil Simulasi Biaya Kontingensi	73
Tabel 4.17.	Hasil Output Statistik Biaya Kontingensi	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Risk Breakdown Structure	9
Gambar 2.2.	Random Variable Sampling	19
Gambar 2.3.	Garfik pdf & cdf hasil simulasi Montecarlo	20
Gambar 3.1.	Tahapan Perhitungan Biaya Kontingensi	41
Gambar 3.2.	Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 4.1.	Skema Jalur Pipa.....	49
Gambar 4.2.	Garfik Probability Distribution Function.....	7
Gambar 4.3.	Garfik Cummulative Distribution Function.....	75

BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Keberhasilan suatu proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh kemampuan mengendalikan resiko akibat adanya kondisi ketidakpastian yang terjadi selama proyek berlangsung. Untuk itu diperlukan implementasi manajemen resiko secara komprehensif pada aktivitas-aktivitas yang mempengaruhi kinerja waktu, biaya dan mutu proyek (Flanagan & Norman, 1993). Saat ini untuk meminimalkan dampak resiko yang terjadi pada suatu proyek, pihak Pemberi Kerja cenderung mengadakan proyek dengan sistem Kontrak *Engineering, Procurement, Construction* (EPC). Proyek EPC adalah suatu proyek dimana kontraktor mengerjakan proyek yang meliputi disain (*engineering*), pengadaan (*procurement*) dan konstruksi (*construction*). Kontrak EPC ini bersifat *single responsibility* dan konsekuensi bagi Pihak Kontraktor menerima dampak resiko yang lebih besar akibat kondisi ketidakpastian selama siklus hidup proyek mulai dari desain sampai pelaksanaannya termasuk *test & commissioning* (Yasin, 2003).

Kontrak dengan Sistem EPC umumnya diaplikasikan pada proyek pembangunan industri minyak gas dan bumi, pembangunan pabrik, pembangkit (*power plant*) termasuk infrastrukturnya, dimana penilaian tidak hanya pada penyelesaian pekerjaan tapi juga persyaratan *performance* proyek dan Pihak Pemberi Kerja hanya memberikan data secara global terkait fungsi dan kapasitas sebagai acuan desain awal.

Pada kontrak dengan sistem EPC, fase *Engineering* memiliki tingkat pengaruh yang cukup tinggi pada suatu proyek, banyak keputusan-keputusan penting yang dibuat selama proses perencanaan dan pada tahap rancang bangun. Keputusan-keputusan yang diambil akan menentukan besarnya jumlah dana dan sumberdaya lainnya yang diperlukan untuk mencapai kesuksesan dalam penyelesaian proyek (Yeo dan Ning, 2002).

Kontraktor harus bertanggung jawab atas desain dari pekerjaan serta keakuratan dan kelengkapan persyaratan dari pemilik proyek (termasuk kriteria desain dan perhitungan). Pemilik proyek tidak bertanggung jawab atas *error* atau

kerusakan dan kelengkapan persyaratan, serta tidak memberikan gambaran dari keakuratan atau kelengkapan dari tiap informasi (Tunay, 2011).

Biaya kontingensi telah menjadi salah satu bagian penting dari manajemen proyek dalam membuat estimasi anggaran biaya proyek. Biaya kontingensi didefinisikan sebagai cadangan biaya atau perkiraan biaya untuk mengantisipasi kondisi *uncertainty* yang dialokasikan pada item pekerjaan berdasarkan pengalaman dan pelaksanaan proyek-proyek sebelumnya dan merupakan biaya yang terintegral dari estimasi biaya proyek. Menurut Mak dan Picken (2000), biaya kontingensi adalah sejumlah dana yang disediakan sebagai cadangan untuk menghadapi ketidakpastian dan resiko yang berkaitan dengan proyek konstruksi. Resiko adalah salah satu aspek/faktor penting dari biaya kontingensi proyek (PMBOK, 2012).

Tujuan pengalokasian biaya kontingensi adalah untuk memastikan anggaran biaya proyek yang diperkirakan proporsional dan realistis serta cukup untuk menutup biaya-biaya yang ditimbulkan oleh resiko-resiko akibat ketidakpastian yang disebabkan oleh kekurangan informasi dan kesalahan dalam menginterpretasikan informasi/data proyek yang diperoleh.

Pada umumnya kontraktor menentukan biaya kontingensi pada estimasi biaya proyek berdasarkan intuisi, dan pengalaman proyek sebelumnya. Mengingat waktu penyiapan dokumen tender yang cukup singkat, tidak mudah untuk dapat menganalisis resiko yang ada pada suatu proyek secara sistematis dan mengevaluasi dampak potensial yang berhubungan dengan resiko dan ketidakpastian (Josephine, 2007).

Metode yang sering digunakan untuk menghitung biaya kontingensi adalah menggunakan expert judgment dan predertemined precentage. Metode tersebut tidak dapat mengukur/mempresentasikan kondisi ketidakpastian yang dihadapi selama proyek berlangsung (Al-Bahar, 1990).

Besarnya biaya kontingensi cost biasanya dinyatakan sebagai suatu prosentase yang ditambahkan pada estimasi dasar yaitu sekitar 10% dari nilai kontrak oleh sebagian besar perusahaan kontraktor. Penentuan besarnya prosentase biaya kontingensi didasarkan pada intuisi dengan melihat pengalaman masa lalu serta catatan historis kontraktor (Baccarini, 2005).

Pada umumnya metode untuk perhitungan biaya kontingensi adalah sebagai berikut (Hollman, AACE 2007) :

1. *Expert judgement* (bersifat subyektif)
2. *Predetermined percentage* (data historical proyek)
3. *Risk analysis* dengan metode simulasi (misal : *Montecarlo Simlation*)
4. *Parametric Modelling* (*based algorithm, regression analysis*)

Selain itu tidak ada rumusan yang baku untuk menentukan besarnya biaya kontingensi suatu proyek karena setiap proyek memiliki karakteristik dan keunikannya masing-masing. Besarnya biaya kontingensi tergantung pada perilaku terhadap resiko, pemahaman dan pengalaman estimator. Melalui pendekatan statistik dapat diperoleh nilai suatu variabilitas yang lebih realistis sehingga dapat ditetapkan *contingency cost* secara lebih proporsional dibandingkan dengan metode konvensional yang berdasarkan intuisi atau pengalaman yang lalu (Partawijaya.Y, 2001)

Terkait dengan Kebijakan Pemerintah untuk mengalihkan pemakaian bahan bakar minyak ke bahan bakar gas untuk kebutuhan transportasi, maka akan banyak diadakan Lelang Proyek Instalasi Distribusi Pipa Gas. Untuk itu diperlukan perencanaan biaya kontingensi yang lebih realistis dan proporsional untuk mengantisipasi dampak resiko akibat kondisi *uncertainty & unforeseeable* melalui implementasi manajemen resiko dengan menggunakan metode Simulasi Montecarlo agar resiko yang terjadi selama proses pelaksanaan proyek dapat diminimalisasi dan dikendalikan.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Pada proyek dengan sistem EPC akan banyak menghadapi faktor-faktor resiko yang sangat berpengaruh terhadap kinerja proyek mulai dari tahap desain (*engineering*), tahap pengadaan (*procurement*), sampai tahap konstruksi (*construction*). Maka perlu dilakukan identifikasi dan analisa resiko untuk mengetahui :

1. Faktor-faktor resiko apa saja yang timbul pada setiap tahapan pekerjaan proyek EPC yang berdampak signifikan terhadap kinerja biaya proyek?

2. Bagaimana memodelkan perhitungan biaya kontingensi berbasis resiko pada proyek EPC ?

I.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah untuk menjawab masalah yang diteliti yaitu :

1. Mengidentifikasi faktor-faktor resiko yang timbul di setiap tahapan pekerjaan pada proyek EPC yang berdampak signifikan terhadap kinerja biaya proyek.
2. Memodelkan perhitungan biaya kontingensi berbasis resiko untuk meminimalisasi terjadinya overbudget pada proyek EPC.

I.4. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian adalah :

1. Bagi Praktisi, dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengalokasikan biaya kontingensi secara realistis & proporsional khususnya untuk pengadaan proyek Instalasi Pipa Gas Distribusi dengan sistem EPC (*Engineering-Procurement-Construction*) pada masa yang akan datang.
2. Bagi pengembangan keilmuan Manajemen Proyek, dapat menambah data penelitian untuk meminimalisasi dampak resiko pada proyek konstruksi dengan mengalokasikan biaya kontingensi melalui implementasi manajemen resiko pada proyek EPC yang sejenis.

I.5. BATASAN MASALAH

1. Identifikasi resiko yang dilakukan dibatasi pada resiko yang menimbulkan dampak biaya negatif pada setiap tahapan proyek EPC (mulai disain, pengadaan sampai dengan konstruksi)
2. Faktor-faktor resiko yang diteliti dibatasi menurut segi pandang (prespektif) Kontraktor Utama
3. Obyek penelitian dibatasi pada salah satu Proyek EPC Pengadaan & Pembangunan Pipa Gas Distribusi di area Jabodetabek.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Definisi terminologi

Proyek merupakan sekumpulan aktivitas yang saling berhubungan dimana ada titik awal dan titik akhir serta hasil tertentu. Proyek biasanya bersifat lintas fungsi organisasi sehingga membutuhkan berbagai keahlian (*skills*) dari berbagai profesi dan organisasi. Setiap proyek adalah unik, bahkan tidak ada proyek dengan karakteristik yang sama.

Proyek Konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan / konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu.

Proyek EPC adalah suatu proyek dimana kontraktor mengerjakan proyek dengan ruang lingkup pekerjaan meliputi disain, pengadaan dan konstruksi. Kontrak dengan Sistem EPC ini memiliki konsekuensi bagi Pihak Kontraktor untuk menerima dampak resiko yang lebih besar. Yang dinilai tidak hanya selesainya pekerjaan tapi juga kinerja dari pekerjaan tersebut dan Pemilik Pekerjaan hanya memberikan data-data sebagai acuan desain awal dan semua proses mulai dari desain sampai pelaksanaannya termasuk *testing & commissioning* merupakan tanggung jawab Kontraktor (Yasin, 2003).

Resiko adalah peristiwa uncertainty/tidak pasti yang bila terjadi memiliki pengaruh positif atau negatif terhadap minimal satu tujuan proyek yaitu waktu, biaya, ruang lingkup, dan mutu (PMBOK, 2012).

Biaya resiko proyek (biaya kontingensi) adalah besaran nilai uang dan waktu yang diperlukan di luar estimasi biaya proyek untuk mengurangi resiko ketidaktercapainya tujuan proyek (PMI, 2000).

Analisa Resiko merupakan salah satu tahapan Manajemen resiko, yang didefinisikan sebagai proses yang sistematis dari identifikasi, analisis, respon, pengendalian dan kontrol resiko proyek (PMBOK, 2012). Tujuannya adalah untuk meminimalkan peluang dan konsekuensi dari kejadian-kejadian yang menimbulkan dampak negatif terhadap sasaran proyek.

2.2. Dasar Teori

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian pekerjaan yang kompleks dan melibatkan berbagai macam sumber daya dan metode. Pelaksanaan proyek konstruksi akan menimbulkan berbagai macam resiko selama pengerjaannya terutama pada proyek EPC, sehingga diperlukan suatu manajemen resiko untuk mengurangi dan mentransfer resiko yang akan terjadi. Proses manajemen resiko dimulai dengan mengidentifikasi dan menganalisa resiko yang terjadi dalam proyek konstruksi, sehingga dapat dilakukan respon atau penanganan terhadap resiko yang tepat sesuai dengan kategori resiko yang terjadi.

2.2.1. MANAJEMEN RESIKO

Resiko dapat didefinisikan sebagai peluang yang kemungkinan terjadi dan berdampak pada pencapaian sasaran. Resiko merupakan kemungkinan terjadinya sesuatu dan tidak dapat diduga/tidak diinginkan di masa depan. Jadi merupakan ketidakpastian atau kemungkinan terjadinya sesuatu, yang jika terjadi akan menimbulkan keuntungan/kerugian. Ketidakpastian mengakibatkan adanya resiko bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Resiko yang merugikan adalah faktor penyebab terjadinya kondisi yang tidak diharapkan (*unexpected condition*) yang dapat menimbulkan kerugian, kerusakan, atau kehilangan (Kezner, 2006).

Definisi resiko pada pekerjaan konstruksi adalah ketidakpastian dari suatu kejadian atau kondisi yang terjadi yang akan memberikan dampak positif maupun negatif terhadap sasaran kinerja biaya, waktu dan mutu (Gray & Larson ,2000).

Menurut Hayes (1986), risiko dan ketidakpastian memiliki keterkaitan yang sangat erat dalam setiap tahapan proyek. Faktor-faktor lain yang menimbulkan risiko termasuk kompleksitas pekerjaan, kecepatan konstruksi, lokasi proyek, dan familiaritas terhadap pekerjaan. Ketika suatu risiko terjadi pada proyek, pengaruhnya dapat sangat merusak. Dalam hal-hal yang ekstrim, waktu dan biaya akan meningkat tajam, membalikkan suatu proyek yang berpotensi untung menjadi proyek yang merugi. Hayes merekomendasikan bahwa cukup berguna untuk mengelompokkan risiko sesuai dengan level risikonya yang diperoleh dari hasil perkalian antara probabilitas dan dampaknya, dengan memfokuskan pada hal yang penting dan tindakan mana yang dapat mengontrol risiko.

Penanganan resiko secara sistematis adalah dengan menerapkan Sistem Manajemen Resiko (Al Bahar, 1990).

Proses-proses dalam manajemen Risiko menurut PMBOK (2012) adalah :

1. *Risk Management Planning* - menetapkan bagaimana pendekatan dan rencana aktivitas pengelolaan risiko pada proyek.
2. *Risk Identification* - menentukan risiko mana yang mempengaruhi proyek dan mendokumentasikan karakteristik/sifat-sifatnya.
3. *Qualitative Risk Analysis* - melakukan analisa kualitatif risiko dan kondisi/syarat-syarat untuk prioritas/level pengaruhnya terhadap kinerja proyek.
4. *Quantitative Risk Analysis* - mengukur probabilitas dan konsekuensi risiko dan melakukan estimasi dampak resikonya terhadap kinerja proyek.
5. *Risk Response Planning* - mengembangkan prosedur dan teknik untuk mempertinggi peluang dan mengurangi ancaman terhadap sasaran proyek
6. *Risk Monitoring and Control* - memonitor sisa risiko, identifikasi risiko yang baru, melaksanakan rencana merespon risiko (risk respon plans), dan menghitung efektifitasnya selama proyek berlangsung.

2.2.1.1. Risk Management Planning

Penetapan konteks resiko adalah tahap awal manajemen risiko. Konteks risiko adalah batasan-batasan atau lingkungan yang dapat mempengaruhi secara langsung maupun tidak langsung. Batasan terdiri dari *internal* atau risiko yang dapat di kendalikan, dan *external* atau risiko yang tidak dapat di kendalikan.

Dalam penetapan konteks perlu diperhatikan latar belakang, tujuan dan sasaran proyek serta ukuran kinerjanya, hubungan antara faktor-faktor internal dan eksternal serta variabel-variabelnya, risiko-risiko yang mempengaruhi kinerja proyek, dan informasi empiris serta data proyek. Dan dalam penyusunan konteks perlu ditetapkan :

- a. Kriteria untuk penilaian resiko.
- b. Ketentuan toleransi Risiko & level Risiko yang perlu diberi tanggapan dan perlakuan (sesuaikan dengan kebijakan, tujuan dan sasaran organisasi, kepentingan para pemegang kepentingan dan persyaratan peraturan).
- c. Sumber daya (termasuk SDM & anggaran) yang dibutuhkan.

d. Standar informasi/pelaporan & rekaman-tercatat.

2.2.1.2. Identifikasi Resiko

Salah satu tahapan dalam manajemen resiko adalah identifikasi resiko yaitu mengidentifikasi kejadian (event) resiko yang potensial terjadi yang dihasilkan dari survey pendahuluan dari proyek sebelumnya atau dari nara sumber melalui interview dan penyebaran kuisioner.

Untuk melakukan proses identifikasi resiko dengan teknik antara lain :

1. Brainstorming, tujuannya untuk memperoleh daftar yang lengkap dan menyeluruh tentang resiko proyek
2. Delphi technique, cara mencapai konsensus dari para ahli dalam bidang resiko proyek yang berpartisipasi dan difasilitasi dengan suatu kuesioner untuk mendapatkan informasi resiko proyek yang dominan. Respon yang ada diringkas disirkulasi ulang kepada para ahli untuk dikomentari lebih lanjut.
3. Interviewing, atau wawancara adalah teknik untuk pengumpulan data resiko proyek. Wawancara dilakukan pada anggota team proyek dan stakeholder yang berpengalaman dalam resiko proyek.
4. Root Cause Identification, yaitu untuk mengetahui penyebab resiko yang essensial dan untuk mempertajam definisi resiko, kemudian dikelompokkan ke dalam group berdasarkan penyebab.

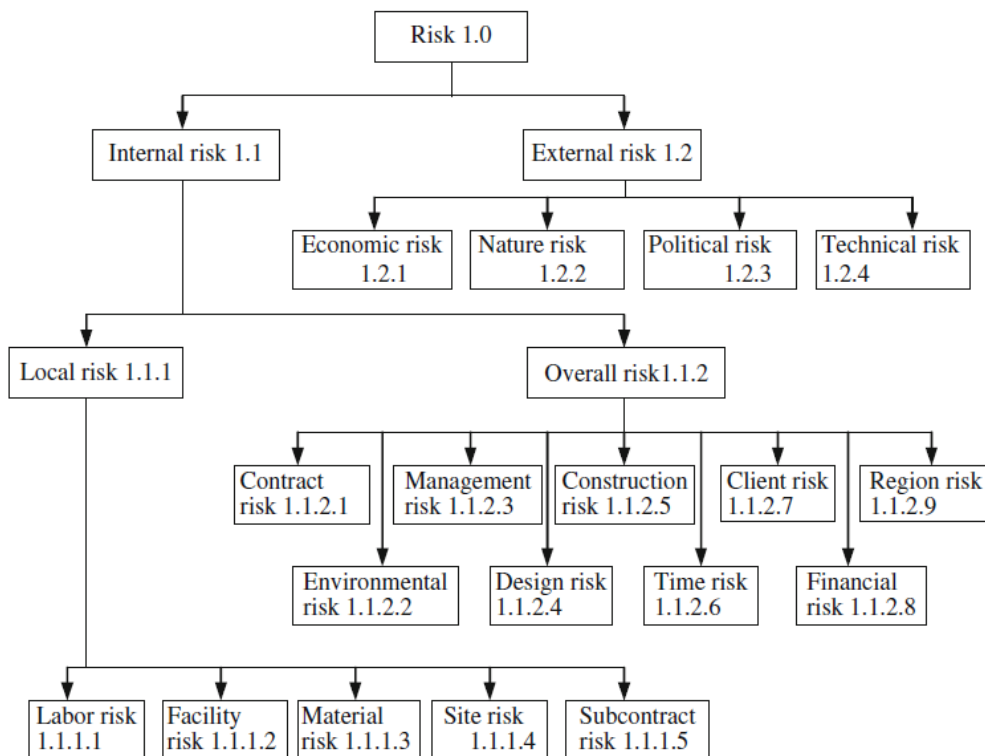
Hasil Utama dari proses identifikasi resiko proyek adalah tersusunnya daftar resiko (risk register) yang harus didokumentasikan sebagai bagian dari manajemen proyek. Di dalam proses identifikasi resiko, tahapan yang penting adalah mengelompokkan kategori resiko yaitu resiko yang berdampak pada waktu, biaya dan kualitas proyek. Pengkategorian resiko dibantu dengan menyiapkan suatu struktur untuk mengidentifikasi resiko secara menyeluruh kedalam suatu level yang dikenal dengan istilah *Risk Breakdown Structure (RBS)*, Gambar 2.1.

Zacharias et.all (2008) dalam penelitiannya yang berjudul *Large Scale Program Risk Analysis Using a Risk Breakdown Structure* menyimpulkan bahwa RBS sangat berguna untuk menyusun informasi mengenai resiko yang mungkin

terjadi dan membantu memahami resiko yang dihadapi lebih jauh, menyediakan dasar yang baik dalam proses kerja awal tim manajemen resiko.

2.2.1.3. Analisa Resiko

Analisis resiko adalah proses yang bertujuan untuk mengkategorikan resiko menurut probabilitas yang terjadi dan dampak yang ditimbulkan. Hasil perkalian antara probabilitas dan dampak yang ditimbulkan disebut *risk value* yang merupakan variabel untuk menilai dampak resiko.



Gambar 2.1. Risk Breakdown Structure (RBS), Tah (1993)

Penilaian resiko terbagi menjadi 3 (tiga) komponen yaitu :

1. Kejadian yang tidak diinginkan (event)
2. Kemungkinan terjadinya kejadian tersebut (uncertainty)
3. Dampak akibat kejadian tersebut (damage)

Tujuan analisis resiko adalah menambah pengetahuan yang lebih dalam tentang resiko , agar dapat mengantisipasi dampak negatif dari faktor resiko yang terjadi dan memperkirakan tingkat resiko yang mungkin terjadi dengan melakukan analisa secara kualitatif dan kuantitatif yang secara matematis dapat

dituliskan sebagai :

Tingkat resiko (risk value) = fungsi (probabilitas, dampak)

Menurut PMBOK (2012), analisis risiko secara kualitatif adalah metode untuk melakukan prioritas terhadap daftar risiko yang telah teridentifikasi untuk penanganan selanjutnya. Perusahaan dapat meningkatkan kinerja proyek secara efektif dengan fokus pada risiko dengan prioritas tinggi. Analisa risiko secara kualitatif menguji prioritas dari daftar risiko yang telah teridentifikasi dengan menggunakan probabilitas kejadian dan pengaruhnya pada kinerja proyek. Hasil analisa risiko secara kualitatif bisa dianalisis lebih lanjut dengan analisa risiko secara kuantitatif atau langsung ke rencana tindakan penanganan risiko (*risk response planning*).

Penilaian tingkat/dampak resiko secara kualitatif sesuai dengan Australian/New Zealand standard Risk management (AS/NZS 4360) dapat dilihat pada Tabel 2.1. Penilaian dampak sesuai dengan Australian/New Zealand standard Risk management (AS/NZS 4360) dikategorikan sebagai berikut :

1. Insignificant risk artinya tidak ada dampak, kerugian keuangan tidak berarti
2. Minor risk artinya perlu penanganan langsung di tempat kerugian keuangan menjadi biaya overhead
3. Moderate risk artinya perlu ditangani oleh manajer perencana, kerugian keuangan cukup berarti.
4. Major risk artinya adanya kegagalan, produktivitas menurun, kerugian keuangan cukup berarti.
5. Catastrophic artinya, kesalahan berdampak pada lainnya perlu penanganan oleh pimpinan, kerugian besar, perlu penanganan khusus.

Sedangkan penilaian peluang sesuai dengan Australian/New Zealand standard Risk management (AS/NZS 4360) adalah :

1. Sangat tinggi (Definitely) apabila selalu terjadi pada setiap kondisi
2. Tinggi (Almost certain), apabila sering terjadi pada setiap kondisi tertentu
3. Sedang (Likely), apabila terjadi pada kondisi tertentu
4. Rendah (Moderate), kadang terjadi pada setiap kondisi tertentu
5. Sangat Rendah (Rare), jarang terjadi hanya pada kondisi tertentu.

Tabel 2.1. Penentuan tingkat resiko

Likelihood	Consequences				
	Insignificant 1	Minor 2	Moderate 3	Major 4	Catastrophic 5
A(Definitely)	H	H	E	E	E
B(almostcertain)	M	H	H	E	E
C (likely)	L	M	H	E	E
D (moderate)	L	L	M	H	E
E (rare)	L	L	M	H	H

Sumber : AS/NZS 4360

Resiko dengan probabilitas tinggi dan dampak yang tinggi dapat disebut sebagai resiko dengan kategori *extreeme risk* dan harus mendapat prioritas untuk dilakukan penanganan.

Analisa resiko secara kualitatif dapat dilakukan dengan tools/teknik seperti :

Probability and Impact Matrix

Resiko bisa diprioritaskan untuk dianalisa lebih lanjut secara kuatitatif dan tindakan respon berdasarkan ranking resiko. Ranking resiko dilakukan berdasarkan peluang dan dampaknya dan dibagi menjadi empat tingkat resiko yaitu :

1. Extreme (E), tindakan penanganan harus dilakukan secepatnya
2. High (H), memerlukan perhatian manajemen senior
3. Moderate (M), tanggung jawab manajemen harus ditentukan
4. Low (L), tingkat resiko yang cukup dikelola dengan prosedur rutin

Evaluasi risiko untuk tingkat prioritas dapat dilihat dengan menggunakan Tabel 2.2. Analisa resiko kuantitatif dilakukan berdasarkan prioritas resiko yang dihasilkan dari analisa kualitatif. Analisa kuantitaif sebaiknya diulang kembali setelah dilakukan respon atau penangan resiko sebagai bagian dari tahap monitoring dan kontrol.

Metode yang sering dipakai dalam melakukan analisa kuantitatif, PMBOK (2012), antara lain :

Tabel 2.2 Kriteria dampak resiko terhadap tujuan proyek

Project objective	Very low/ 0.05	Low / 0.10	Moderate/ 0.20	High/ 0.40	Very High/ 0.80
Cost	Insignifant cost increase	< 10% cost increase	< 10-20 % cost increase	< 20-40 % cost increase	> 40% cost increase
Time	Insignifant time increase	< 5% time increase	< 5-10% time increase	< 10-20% time increase	>20% time increase
Scope	Scope decrease barely noticeable	Minor area of scope affected	Major area of scope affected	Scope reduction unacceptable to sponsor	Project end item is effectife useless
Quality	Quality degradation barely noticeable	Only very demanding application are affected	Quality reduction requires sponsor approval	Quality reduction unacceptable to sponsor	Project end item is effectively useless

Sumber : PMI, 2008

1. Analisa sensitivitas (Sensitivity Analysis), digunakan untuk menentukan resiko yang memiliki dampak potensial terhadap pencapaian tujuan proyek.
2. Expected Monitoring Value (EVM). Metode ini merupakan konsep statistik untuk menghitung hasil rata-rata kejadian di masa depan yang termasuk di dalam skenario maupun yang tidak terjadi. Analisa ini digunakan di dalam Tree Decision Analysis.
3. Tree Decision Analysis. Analisa ini digunakan untuk menggambarkan situasi yang terjadi, serta memberikan alternatif tindakan yang dapat diambil, serta menggambarkan akibat atas tindakan yang mungkin diambil atau keputusan untuk meminimalisasi resiko secara terstruktur.
4. Simulation Method, simulasi proyek dilakukan dengan menggunakan model untuk mensintesis kondisi ketidakpastian/*uncertainty* pada level tertentu dan dijadikan sebagai dampak potensial yang mempengaruhi kinerja proyek. Simulasi yang biasa digunakan untuk pemodelan biaya

kontingensi adalah dengan metode simulasi Montecarlo, (Burrough & Juntima, 2004).

2.2.1.4. Risk Respon analysis

Setiap keputusan yang diambil dalam menghadapi resiko akan tergantung kepada orang atau organisasi yang mengambil keputusan. Pengambilan keputusan penanganan resiko berdasarkan hasil analisis resiko bergantung kepada sikap pengambil keputusan terhadap resiko.

Pada tingkatan ini, merupakan keputusan yang telah ditentukan berdasarkan identifikasi resiko yang kemudian diklasifikasikan dan dianalisis serta memperhitungkan pengaruh dari luar. Tahap ini merupakan langkah penentuan untuk penanganan risiko yang akan digunakan.

Sejumlah strategi untuk mengatur pengelompokkan resiko harus ditentukan pada tingkatan perwakilan, seperti halnya pada tingkatan keputusan kebijakan harus dibuat mengenai segala hal perwakilan yang dipersiapkan untuk menerima atau membiarkan resiko. Dalam penanganan suatu resiko terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan antara lain :

1. Menghindari resiko (*risk avoidance*)

Resiko dihindari jika dampak kerugiannya dianggap terlalu besar. Sebagai contoh, resiko pada pelaksanaan konstruksi dapat dihindari kontraktor misalnya dengan tidak melaksanakan pekerjaan yang tingkat kesulitannya tinggi. Dengan demikian kontraktor tidak perlu menghadapi resiko kegagalan.

2. Minimasi resiko (*minimize risk*)

Minimasi resiko dikenal juga sebagai *loss prevention* dan digunakan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya peristiwa yang merugikan serta potensi dari kerugian yang terjadi.

3. Penahanan resiko (*risk retention*)

Resiko dipikul sendiri dengan cara penerapan *deductible*, dimana *deductible* menetapkan suatu batas financial minimum yang disediakan untuk menanggulangi dampak resiko. Menerima resiko berarti menerima semua tanggung jawab finansial pada resiko

tersebut biasanya untuk resiko yang kecil dan berulang.

4. Pengalihan resiko (*risk transfer*)

Dampak resiko ditanggulangi dengan cara mengalihkannya kepada pihak lain melalui pengadaan jaminan (*bonds*) dan asuransi (*insurance*). Pengalihan resiko ini akan mengeluarkan sejumlah biaya untuk pembayaran jaminan dan premi asuransi. Ketika seseorang mentransfer atau mengalihkan resiko ke pihak lain, orang itu mengalihkan tanggung jawab finansialnya untuk risiko kepada pihak lain dengan membayar jasa tersebut melalui perusahaan asuransi.

Beberapa cara yang dapat digunakan untuk penanganan resiko antara lain,

- a. Merubah metode pelaksanaan
- b. Perencanaan Biaya kontingensi (*Cost Contingency Planning*)
- c. Mengalihkan ke pihak lain untuk meminimalkan biaya kontingensi

2.2.1.5. Pemantauan Resiko (Risk monitoring)

Merupakan tahapan terakhir dari manajemen resiko yang bertujuan untuk memastikan bahwa tindakan yang diimplementasikan telah memberikan hasil sesuai yang diharapkan. Tahapan ini merupakan sistem untuk mencatat dan menyimpan data dari faktor-faktor resiko yang teridentifikasi, resiko yang terjadi dan dampaknya, tindakan penanganan resiko yang dilakukan, mengevaluasi efektifitas penanganan resiko untuk meminimalkan dampak resiko PMI (2008)

Ada beberapa teknik yang dapat digunakan untuk pantauan resiko adalah :

- a. Audit efektifitas respon resiko selama proyek
- b. Evaluasi resiko proyek yang dilakukan secara berkala untuk mengantisipasi adanya perubahan level resiko selama proyek berlangsung
- c. Analisis *Earned Value*, untuk mengevaluasi kinerja proyek dari segi biaya, waktu, & mutu terhadap *risk planning management* di awal proyek.

2.2.2. Proyek EPC (Engineering Procurement Construction)

2.2.2.1. Pengertian Proyek EPC

Proyek EPC adalah suatu proyek dimana kontraktor mengerjakan proyek

dengan ruang lingkup tanggung jawab penyelesaian pekerjaan meliputi studi desain, pengadaan (procurement) dan konstruksi serta perencanaan dari ketiga aktivitas tersebut. Iman Soeharto (2001) menyatakan proyek EPC adalah proyek yang cukup kompleks, rumit, serta kaya akan persoalan dan permasalahan.

Proyek EPC menunjuk pada suatu sistem manajemen yang mampu mengelola berbagai unsur, yang berkaitan satu sama lainnya, dalam membangun suatu proyek.

2.2.2.2. Proses Proyek EPC

Kegiatan engineering adalah proses mewujudkan gagasan menjadi kenyataan dengan wawasan totalitas sistem, yaitu dengan memperhatikan efektifitas sistem menyeluruh sampai pada operasi dan pemeliharaan. Proses dalam fase *Engineering* dilakukan dengan pendekatan setahap demi setahap, dimulai dari tahap konseptual, *basic engineering* sampai *detail engineering* (Soeharto, 2001).

Fase *Engineering* memiliki tingkat pengaruh yang tinggi pada proyek EPC, banyak keputusan-keputusan penting yang dibuat selama proses perencanaan dan pada tahap rancang bangun. Keputusan-keputusan yang diambil akan menentukan besarnya jumlah dana dan sumberdaya lainnya yang diperlukan untuk mencapai kesuksesan dalam penyelesaian proyek (Yeo dan Ning, 2002).

Pada tahapan *detail engineering* dilakukan berbagai macam penjelasan pekerjaan, berikut ini adalah pekerjaan dari tahap *detail engineering* (Kerzner, 2006) :

1. Meletakkan dasar-dasar kriteria desain *engineering*
2. Mengumpulkan data teknis yang diperlukan untuk desain
3. Membuat spesifikasi material dan peralatan
4. Merancang gambar-gambar dan perekayasaan berbagai disiplin seperti *civil* dan struktur, mekanikal, *piping*, kelistrikan serta instrumentasi
5. Membuat spesifikasi dan kriteria peralatan, misalnya reaktor utama, turbin penggerak, generator listrik, dan lain-lain. Spesifikasi ini diperlukan untuk memesan peralatan kepada *vendor* atau perusahaan manufaktur

6. Mengevaluasi dan menyetujui usulan desain dan gambar yang diajukan oleh perusahaan manufaktur
7. Membuat model bagi instalasi yang hendak dibangun dengan skala yang ditentukan.
8. Mengajukan keperluan material untuk kegiatan pembelian
9. Membuat perkiraan biaya proyek
10. Membuat jadwal pelaksanaan proyek.

Ketika fase tahapan *engineering* berjalan, fase *procurement* juga termasuk di dalamnya, dan pemilihan vendor. Vendor yang memenangkan tender harus kembali mengecek spesifikasi teknis produk/material yang dipesan sesuai dengan *detailed engineering* yang masih berjalan pada fase *engineering*. Setelah dilakukan pengecekan produk/material dari vendor dan hasilnya sesuai, dapat dilakukan penyelesaian proses konstruksi dengan panduan produk *drawing* dari *detailed engineering* sebagai panduan.

Fase Procurement (Pengadaan Proyek) adalah usaha untuk mendapatkan barang berupa material dan peralatan dan atau jasa (subkontraktor) dari pihak luar untuk proyek (Soeharto, 2001). Proses di dalam pengadaan barang dan jasa menurut PMBOK (2012) adalah perencanaan pembelian, perencanaan kontrak penerimaan penawaran dari vendor, evaluasi penawaran dan penentuan pemenang, pengelolaan kontrak dan penutupan kontrak (PMI, 2004). Sedangkan, pengadaan material dan peralatan meliputi kegiatan-kegiatan pembelian, pemeriksaan, ekspedisi, pembungkusan, pengangkutan, sampai kepada penerimaan dan penyimpanan barang di lokasi . Setelah lingkup proyek ditentukan dan dijabarkan pada *detail engineering* maka akan mulai terlihat jenis dan jumlah material serta peralatan yang diperlukan untuk membangun proyek. Dengan data-data tersebut selanjutnya dapat dimulai kegiatan pengadaan atau pembelian dan *subcontracting*.

Fase Konstruksi adalah kegiatan mendirikan, membangun atau instalasi dengan efisien, berdasarkan atas segala sesuatu yang diputuskan pada tahap desain (*engineering*). Pekerjaan yang dilakukan antara lain

adalah pekerjaan survei lokasi, kegiatan pengambilan keputusan dan pekerjaan persiapan lain yang diperlukan seperti gambar, material dan peralatan sehingga kegiatan proyek dapat dilaksanakan (Soeharto, 2001).

Lingkup kegiatan konstruksi secara garis besar dibagi menjadi kegiatan fisik dan kegiatan non fisik. Kegiatan fisik meliputi pembangunan fasilitas sementara untuk keperluan perkantoran sementara dan pekerjaan sipil lainnya, melakukan pekerjaan persiapan lokasi, mempersiapkan lahan, mendirikan fasilitas fabrikasi, memasang perpipaan, memasang instalasi listrik dan instrumentasi, memasang perlengkapan keselamatan, memasang isolasi dan pengecatan, melakukan *testing*, uji coba dan *start up*, serta pekerjaan non fisik seperti merencanakan kegiatan operasional konstruksi, mengendalikan kegiatan konstruksi, mengendalikan tenaga kerja, melakukan inspeksi, dan pekerjaan administrasi (Soeharto, 2001).

2.2.3. BIAYA KONTINGENSI

Biaya kontingensi didefinisikan sebagai cadangan biaya dari suatu perkiraan biaya atau anggaran untuk dialokasikan pada item pekerjaan berdasarkan pengalaman proyek terdahulu dan merupakan bagian integral dari total estimasi biaya proyek. Menurut Mak dan Picken (2000), biaya kontingensi adalah sejumlah biaya yang disediakan sebagai cadangan untuk mengantisipasi ketidakpastian yang berkaitan dengan proyek konstruksi. Sedangkan menurut Nassar (2002), untuk menghadapi berbagai resiko yang mengakibatkan kenaikan biaya, Pemberi Kerja maupun Kontraktor pada umumnya mengalokasikan biaya kontingensi pada estimasi biaya proyek. Biaya kontingensi sangat penting apabila pengalaman sebelumnya menunjukkan ada kemungkinan terjadi peristiwa yang tidak dapat diramalkan dan dapat mengakibatkan kenaikan biaya proyek. Biaya kontingensi merupakan suatu fungsi dari tingkat peluang (keyakinan) yang mewakili tingkat resiko yang diterima oleh Kontraktor. Untuk meminimalkan dampak resiko, tidak semua resiko akibat kondisi uncertainty diperhitungkan di dalam biaya kontingensi atau dapat dialihkan ke pihak ketiga (Josefine, 2007).

Dalam memilih metode perhitungan biaya kontingensi harus diperhatikan :

1. Tingkat informasi yang tersedia pada saat estimasi
2. Nilai dan tingkat kesulitan proyek
3. Perilaku penanganan resiko

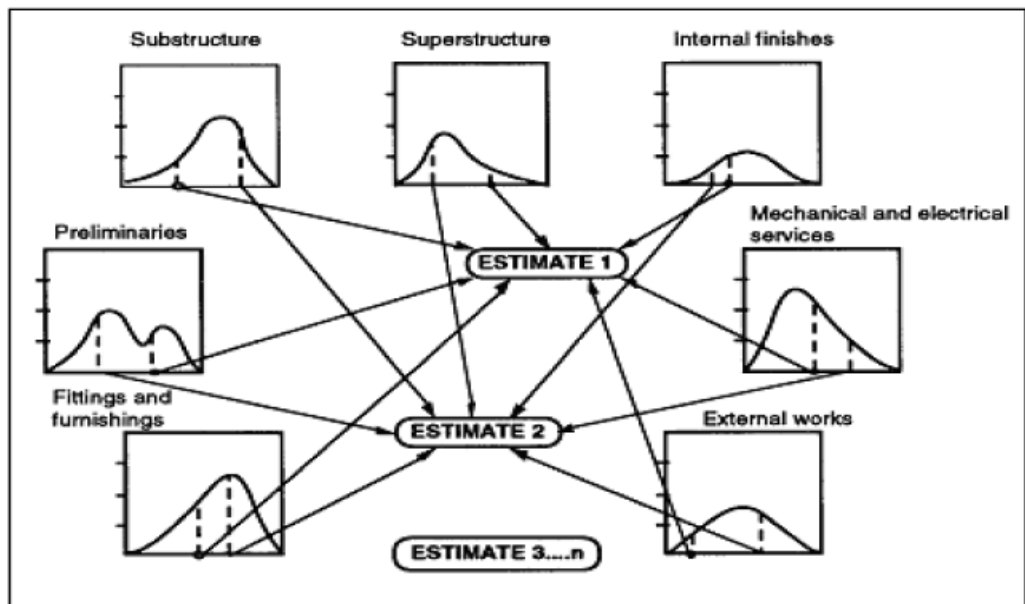
Tujuan dari perhitungan biaya kontingensi adalah untuk membuat anggaran biaya proyek yang lebih realistis untuk menutupi biaya-biaya akibat kondisi yang *uncertainty* yang disebabkan oleh kekurangan informasi dan kesalahan dalam menginterpretasikan informasi yang diperoleh. Posisi biaya kontingensi dalam estimasi biaya proyek dialokasikan pada biaya tidak langsung (Partawijaya , 2001).

2.2.4. SIMULASI MONTECARLO

Monte Carlo simulasi adalah teknik yang menggunakan software untuk menghitung biaya proyek selesai secara berkali-kali. Setiap perhitungan dilakukan iterasi. Biaya kegiatan *uncertainty* (ketidakpastian) yang dimasukkan merupakan fungsi distribusi probabilitas. Biaya untuk kegiatan proyek yang dipilih secara acak dari distribusi probabilitas . Analisa Resiko dengan menggunakan Monte Carlo simulasi memungkinkan menganalisis biaya proyek dengan menggunakan distribusi probabilitas untuk menggambarkan ketidakpastian dalam biaya aktivitas. Distribusi beta dan segitiga biasanya digunakan untuk mewakili ketidakpastian dalam biaya proyek (Vose, 1996).

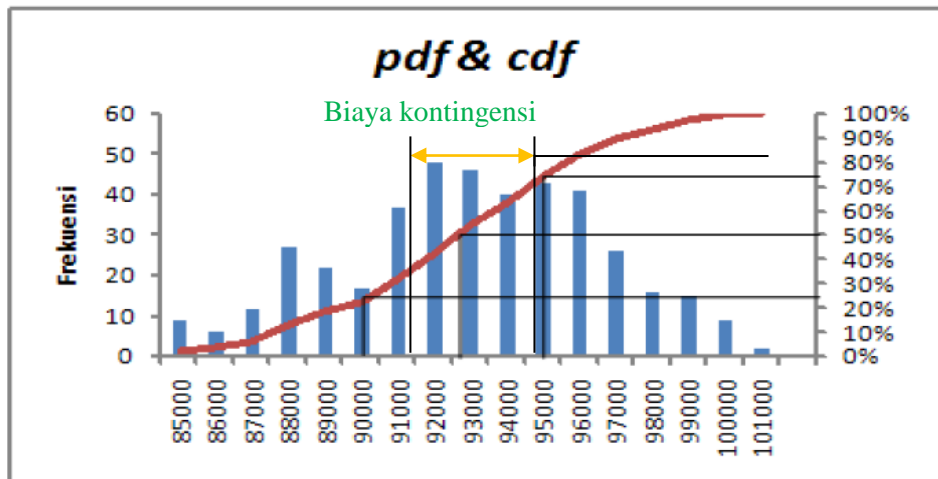
Gagasan dasar dari simulasi montecarlo adalah membuat nilai dari tiap variabel yang merupakan bagian dari model yang dipelajari Banyak variabel di kondisi nyata/aktual secara alami mempunyai berbagai kemungkinan yang mungkin ingin kita simulasikan (Gambar 2.2).

Salah satu cara umum untuk membuat distribusi kemungkinan untuk suatu variabel adalah memperhitungkan hasil di masa lalu. Kemungkinan atau frekuensi relative untuk tiap kemungkinan hasil tiap variabel ditentukan dengan membagi frekuensi observasi dengan jumlah total konversi.



Gambar 2.2. Random Variable Sampling (Flanagan & Norman, 1993)

Konversi dari distribusi kemungkinan menjadi distribusi kumulatif dilakukan dengan menjumlahkan tiap angka kemungkinan dengan jumlah sebelumnya. Menentukan interval angka random untuk tiap variabel. Setelah kita menentukan probabilitas kumulatif untuk tiap variabel yang termasuk dalam simulasi, kita harus menentukan batas angka yang mewakili tiap kemungkinan hasil. Hal tersebut ditujukan pada interval angka random. Pada suatu simulasi, model proyek dihitung berulang kali, dengan input secara random dari suatu *probability distribution function (pdf)* yang dipilih untuk masing-masing pengulangan dari distribusi peluang masing-masing variable resiko. Dari hasil pdf yang disimulasikan akan diperoleh distribusi probabilitas sebuah sistem secara keseluruhan atau disebut *cummulative distribution function (cdf)*. Dari *cdf* dapat diketahui probabilitas biaya total proyek. Dengan menentukan tingkat keyakinan antara 50%-80% (Fenton et al, 1999) proyek dapat diselesaikan, dapat diperkirakan perbedaan (*variance*) biaya pada tingkat keyakinan tersebut yang disebut biaya kontingensi. Grafik pdf dan cdf dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Grafil pdf dan cdf hasil simulasi Montecarlo

Kelebihan menggunakan simulasi Montecarlo Merna & Thani (2008) :

1. Deterministik, mudah untuk digunakan di dalam perhitungan dengan input yang banyak menggunakan komputer.
2. Memungkinkan untuk menggunakan salah satu distribusi probabilitas yang akan digunakan di dalam estimasi single point.
3. Menyediakan prediksi resiko yang lebih representatif, menyediakan asumsi yang masuk akal.
4. Lebih cepat karena menggunakan teknologi komputer.

Kekurangan menggunakan simulasi Montecarlo :

1. Distribusi probabilitas diasumsikan berdasarkan pada pengalaman sebelumnya (subyektif)
2. Profil resiko terkadang di luar perkiraan karena tidak memperhitungkan nilai terakhir dari distribusinya.
3. Tidak memungkinkan untuk variabel input yang interdependence.
4. *Subjective judgement* biasa digunakan untuk starting point (nilai awal)
5. Dengan menggunakan data masa lalu dapat menimbulkan *propagate error* pada perhitungan sebelumnya.

2.3. Penelitian Terdahulu (*Literature Review*)

Penelitian terdahulu yang telah dikaji oleh peneliti merupakan penelitian mengenai bagaimana implementasi manajemen resiko khususnya tahap analisa

resiko secara kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan *tools* yang sesuai dengan data dan karakteristik proyek untuk menentukan biaya kontingensi.

2.3.1. Penelitian terkait risk assesment dan perhitungan biaya kontingensi

Ogunsami, Salako & Ajayi (2011), melakukan klasifikasi resiko pada proyek Design & Build (termasuk procurement) di Nigeria menjadi :

- a. Resiko yang berpengaruh terhadap biaya meliputi perubahan lingkup kerja, inflasi, fluktuasi nilai tukar, pengalaman owner dan kontraktor, perbedaan kondisi lapangan, constructability design, QA/QC, keterlambatan pembayaran, kesalahan konstruksi, regulasi pemerintah, kondisi keuangan, jaminan performance, spesifikasi tidak jelas, kesulitan material, tenaga dan peralatan, kerusakan konstruksi, safety, dan catastrophes
- b. Resiko yang berpengaruh terhadap disain meliputi QA/QC, constructability desain, kerusakan konstruksi, pengalaman owner dan kontraktor, spesifikasi tidak jelas, metode kontrak, jaminan pelaksanaan, perbedaan kondisi lapangan, kesalahan selama konstruksi dan catastrophes.

Dey (2002), efektifitas manajemen resiko tergantung pada teknik mengidentifikasi dampak resiko dan bagaimana menganalisa secara kuantitatif dengan menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP) sebagai metode pengambilan keputusan baik secara subyektif maupun obyektif dan menentukan nilai dampak terhadap waktu dan biaya dengan simulasi Montecarlo. Penelitian menggunakan studi kasus pada proyek Pipa Petroleum Lintas Negara di India, dimana faktor resiko dikategorikan menjadi

- a. Technical risk meliputi perubahan lingkup pekerjaan, pemilihan teknologi, implementasi metodologi, resiko material , peralatan, disain & perubahan disain.
- b. Financial, Economical Risk meliputi inflasi, pendanaan, perubahan aturan hukum setempat, perubahan kebijakan pemerintah, estimasi yang tidak tepat.
- c. Organisational risk meliputi kapabilitas owner, kontraktor, konsultandan vendor.

Resiko terjadinya bencana alam

- d. Clearance Risk meliputi pembersihan lingkungan, pembebasan lahan,

pembersihan dengan peledakan

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa resiko teknik memberikan dampak resiko yang paling tinggi terhadap kinerja waktu dan biaya proyek .

Tavakkoli-Moghaddam, Mousavi & Hashemi (2011), melakukan identifikasi resiko dan peringkat resiko pada proyek EPC dengan *Multiple Criteria Group Decision Making* dan perhitungan biaya kontingensi dengan metode pendekatan Fuzzy. Faktor resiko dikategorikan menjadi :

- a. Tahap engineering, meliputi kegagalan disain, perubahan lingkup kerja, pemindahan data dari desain awal ke detail desain, kurangnya sumberdaya, kualitas desain yang kurang bagus.
- b. Tahap procurement meliputi hubungan internasional terkait material import, kesalahan persepsi dalam masalah pembayaran, daftar vendor yang tidak memenuhi syarat, keterlambatan schedule pengadaan, penyampaian data ke vendor tidak akurat, pengawasan dan masalah pengiriman.
- c. Tahap construction meliputi kondisi cuaca buruk, standar HSE, kapabilitas pekerja, komunikasi tim proyek yang buruk, kontaminasi penyakit, performance subkontraktor, kurangnya inspeksi dan audit QA/QC, keterlambatan pengiriman peralatan ke lokasi proyek.

Tsai (2010), mengkaji bahwa Kontrak Design-Bid-Build merupakan salah satu cara untuk mentransfer atau membagi resiko kepada pihak lain (dari prespektif Pemberi Kerja). Peneliti melakukan Identifikasi resiko di setiap tahapan pekerjaan (mulai proposal survey, disain, kontrak, pelaksanaan konstruksi) dan mengkategorikan resiko menjadi resiko alam, resiko ekonomi, resiko politik, resiko Kontrak, resiko Konstruksi, resiko safety dan resiko *owner*, konsultan, dan kontraktor melalui literatur review dan kuisisioner survey serta menganalisa resiko untuk menentukan level resiko yang paling berpengaruh terhadap kinerja proyek yang dijadikan variabel untuk menentukan cost contingency dengan menggunakan metode fuzzy integral.

Mubin & Mubin (2008), melakukan penelitian terhadap faktor-faktor resiko pada proyek penyambungan pipa gas antar negara di Pakistan dan mengelompokkan resiko menjadi :

- a. Resiko politik, meliputi kebijakan pemerintah yang tidak stabil, perubahan kebijakan tenaga kerja, keterlambatan persetujuan regulasi, mogok kerja.
- b. Resiko sosial ekonomi meliputi perubahan parameter ekonomi, inflasi, ketersediaan tenaga kerja, perubahan kebijakan ekonomi.
- c. Resiko organisasi, meliputi pemutusan kontrak, kerjasama yang merugikan, analisa SWOT yang tidak realistis, biaya kompensasi.
- d. Resiko investasi meliputi keterlambatan pembayaran, perubahan nilai tukar dan bunga bank, dis-investasi pasar, kebijakan pinjaman bank.
- e. Resiko teknologi meliputi komunikasi tidak efisien, teknologi konvensional, peralatan tidak efisien, kualitas pekerjaan (*reworks*)
- f. Resiko keamanan & lingkungan meliputi kecelakaan kerja, standard kebijakan HSE, perang/demo,
- g. Resiko Alam, meliputi bencana alam seperti gempa bumi, banjir, tanah longsor, dan kondisi cuaca .
- h. Resiko lingkungan meliputi kerusakan sumber daya alam, lingkungan dan ekologi.

Dari hasil analisa resiko secara kualitatif kemudian dikuantifikasikan dengan menggunakan metode simulasi Montecarlo untuk menghasilkan probabilitas distribusi dari setiap variabel resiko. Hasil simulasi menunjukkan aktifitas paling beresiko adalah pada pekerjaan galian, transportasi dan stringging pipa. Sedangkan estimasi nilai proyek mengalami kenaikan sebesar 10.15%

Valipour et.al (2013), mengkaji *risk assesment* untuk meranking resiko pada proyek perbaikan pipa gas di Iran dengan Analytic Network Process (ANP). Metode ini dipilih untuk mengidentifikasi masalah-masalah interdependence dan *feedback* antara faktor resiko berdasarkan ranking resiko. Resiko pada proyek EPC dibagi dalam 6 (enam) kategori yaitu :

- a. ***Design risk & Planning*** meliputi keterlambatan desain, kesalahan desain, kualitas desain yang buruk, kematangan teknologi dan pemilihan teknologi.
- b. ***Market risk*** meliputi fluktuasi harga material, persaingan yang tidak sehat dan permintaan pasar yang buruk
- c. ***Political risk***, meliputi sanksi politik, stabilitas sosial, perubahan aturan hukum, pembatasan sesuai hukum dan situasi regulasi politik

- d. *Enviromental risk*, meliputi *force majeure*, kondisi cuaca buruk, kondisi lingkungan yang rusak.
- e. *Economy & Financial*, meliputi fluktuasi nilai tukar mata uang, inflasi, fluktuasi periodik di bidang ekonomi, perubahan rate bunga, keterlambatan pembayaran, batasan pembiayaan, keterlambatan pembukaan LC (*letter of credit*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa political risk dan disain merupakan faktor resiko yang paling dominan dalam proyek *Gas Refinery EPC* di Iran.

Rahul & Apte (2014), melakukan indentifikasi resiko yang signifikan berpengaruh terhadap pelaksanaan proyek EPC. Berdasarkan sumbernya resiko dikategorikan menjadi *external environments predictable sources*, *Internal environment* dan *external environment unknown uncertainties*. Sedangkan variabel resiko diklasifikasikan menjadi :

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| - Ruang lingkup proyek | - Design & Spesification |
| - Kualitas pekerjaan | - Kenaikan biaya proyek |
| - Perpanjangan waktu pelaksanaan | - Leadership & organisasi |
| - Pemilihan Teknologi | - Resiko Kontrak |
| - Force Majeure & ekologi | - Sosial & Politik |
| - Ekonomi dan Financial | - Keamanan (safety) dan Lingkungan |
| - Pendanaan proyek | - Komunikasi & networking |
| - Metode pelaksanaan proyek | - Instalasi Mekanikal & Elektrikal |
| - Resiko Pengadaan barang | |

Dengan melakukan identifikasi resiko pada saat tender atau pada tahap awal proyek, dapat mengurangi dampak resiko yang akan terjadi atau dapat mengalokasikannya ke pihak lain agar dapat dikendalikan dengan baik.

Wiguna & Scott (2005), meneliti *critical risk factor* yang berpengaruh terhadap biaya dan waktu pelaksanaan proyek gedung di Indonesia dengan menentukan level resiko dengan probability impact matrix dan bobot resiko dengan pair wise comparison. Hasil penelitian menyimpulkan yang termasuk dalam critical risk factor adalah inflasi/kenaikan harga material, perubahan design oleh owner, design yang

tidak jelas, kondisi cuaca, keterlambatan pembayaran, rework.

Ignatius (2012), melakukan review terhadap metode perhitungan biaya kontingensi dan dampak systemic serta resiko spesifik terhadap proses estimasi biaya kontingensi. Analisis data menggunakan FMEA (*The Failure Mode Effect Analysis*) sebagai pendekatan kualitatif resiko dan analisis univariate statistical sebagai pendekatan kuantitatif resiko. Dampak dari systemic risk yang paling dominan mempengaruhi biaya kontingensi adalah perubahan lingkup kerja, definisi lingkup kerja yang tidak jelas, status design, dan perubahan spesifikasi. Selain itu resiko ekonomi akibat indikator mikro dan makro ekonomi dan keterlambatan pembayaran dikategorikan sebagai resiko sekunder. Hasil simulasi berdasarkan distribusi Ω menunjukkan Contingency di Ghana berkisar 13.36%-17.88%.

Polat (2012), mengembangkan metode Artificial Neural Network (ANN) sebagai model estimasi biaya kontingensi ketika menentukan harga penawaran (*bid proposal*) pada proyek Internasional agar lebih sistematis, efisien, ekonomis, cepat dan obyektif. Resiko dikategorikan dalam 6 (enam) group yaitu faktor resiko pada saat penawaran, tahap konstruksi, masalah finansial, faktor kondisi negara, faktor perusahaan, faktor kontrak. Hasil modelling dengan menggunakan metode ANN mendapatkan biaya kontingensi sebesar 9.13% - 10.87%.

Andreas (2012), mengalokasikan jumlah tertentu (biaya kontingensi) untuk mengestimasi resiko dengan metode probabilistik berdasarkan konsep *conditional variance base analysis* (CVBA). Untuk mempresentasikan ketidakpastian biaya digunakan Simulasi Monte Carlo. CVBA hanya meninjau *outcomes* biaya di atas ekspektasi sehingga bersifat kondisional. Alokasi biaya kontingensi yang diberikan untuk suatu item didasarkan pada sensitivitasnya yang diukur melalui *Spearman Rank Correlation*. Hasil simulasi besaran kontingensi yang perlu dialokasikan untuk peoyek secara keseluruhan adalah sebesar 4.72%

Hasil sintesa identifikasi faktor-faktor resiko yang paling signifikan dan metode perhitungan biaya kontingensi dari beberapa literatur review dapat dilihat pada tabel 2.3 dan 2.4.

Tabel 2.3. Hasil studi literatur identifikasi faktor resiko pada penelitian terdahulu

No	Rujukan Penelitian Terdahulu	Faktor Resiko yang mempengaruhi biaya kontingensi
1	Ogunsami et.al, 2011; Mubin & Mubin 2008, Dey,2002 ; Tsai, 2010, Wiguna & Scott, 2005 ; Tavakolli 2011;Valipour et.al, 2013, Rahul, 2014	Perubahan lingkup kerja, inflasi, fluktuasi nilai tukar mata uang, kondisi finansial/pendanaan proyek, perubahan regulasi pemerintah, keterlambatan pembayaran, kapabilitas owner dan kontraktor, constructability/ perubahan design, Quality Assurance & Quality Control, kesalahan konstruksi (rework), ketersediaan material, tenaga dan peralatan, kompetensi SDM, prosedur safety/HSE, kondisi cuaca/bencana alam
2	Mubin & Mubin, 2008 ; Tavakolli 2011, Valipour et.al, 2013; Rahul 2014	Pemilihan teknologi/metode kerja, komunikasi tim proyek, kondisi social & politik yang tidak stabil
3	Ogunsami et.al, 2011; Ignatius J,2012	Perbedaan kondisi Lapangan, Perubahan Spesifikasi/Spesifikasi tidak jelas.
4	Dey, 2002	Ijin, Pembebasan/Kompensasi lahan
5	Tavakolli et.al 2011; Rahul, 2014	Proses pengadaan terkait material import, kesalahan persepsi dalam masalah pembayaran, kualitas vendor , keterlambatan schedule pengadaan, penyampaian data ke vendor tidak akurat, pengawasan dan masalah pengiriman.
6	Mubin 2008, Ogunsami et.al, 2011, Tsai 2010, Polat 2012; Rahul, 2014	Ketentuan/Persyaratan Kontrak

Tabel 2.4. Hasil studi literatur metode perhitungan biaya kontingensi pada penelitian terdahulu

No	Rujukan Penelitian Terdahulu	Metode Perhitungan Biaya kontingensi
1	Tavakkoli et.al, 2011; Tsai 2010	Metode Fuzzy Integral
2	Mubin & Mubin, 2008; Andreas (2012)	Metode Simulasi Montecarlo
3	Valipour et.al, 2013	Metode ANP (Analytic Network Process)
4	Ignatius ,2012	Metode FMEA (The Failure Mode Effect Analysis) dan Univariate Statistic
5	Polat, 2012	Metode ANN (Artificial Neural Network)

2.4. Posisi Penelitian

Keterbatasan waktu yang diberikan oleh Pemilik Pekerjaan untuk penyiapan Dokumen Penawaran (*Bid Proposal*) sering menjadi kendala dalam membuat *cost estimate* proyek karena tidak melakukan identifikasi resiko secara detail. Untuk itu diperlukan identifikasi resiko terhadap *uncertain events* yang menimbulkan risiko dalam pelaksanaan proyek, menganalisis *uncertain events* tersebut dan selanjutnya memperhitungkannya melalui biaya kontingensi yang diintegrasikan ke dalam *cost estimate*, sehingga pada saat membuat *cost budget* untuk biaya pelaksanaan proyek tidak banyak ditemukan kesalahan perhitungan yang mengakibatkan kerugian proyek.

Alokasi biaya kontingensi yang tidak akurat (berdasarkan intuisi dan pengalaman proyek terdahulu) akan mempengaruhi pencapaian sasaran/kinerja proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model perhitungan biaya kontingensi pada proyek EPC dengan metode simulasi Montecarlo karena penelitian yang menulis tentang aplikasi manajemen resiko sampai tahap analisa kuantitatif pada proyek EPC dari sudut pandang kontraktor masih sedikit. Selain itu aplikasi simulasi Montecarlo pada penelitian sebelumnya mengasumsikan semua faktor resiko berpengaruh terhadap setiap aktifitas pekerjaan untuk menentukan distribusi probabilitasnya. Sedangkan untuk penelitian ini agar mendapatkan biaya kontingensi yang lebih realistis penulis melakukan pemetaan faktor resiko yang paling berpengaruh terhadap setiap aktifitas pekerjaan berdasarkan data sekunder proyek sebelumnya (*historical data*) dan data primer yang diperoleh melalui wawancara langsung dengan para ahli yang berpengalaman di proyek sejenis sebelumnya (*expert judgement*) dan divalidasikan ke proyek yang diteliti.

Penelitian akan dilakukan pada salah satu proyek Proyek EPC Pengadaan & Pembangunan Pipa Gas Distribusi di area Jabodetabek, yang menerapkan metode *fast-track* dimana tahapan engineering, procurement dan construction dilaksanakan secara overlap mengingat jangka waktu pelaksanaan hanya selama 120 hari kalender. Nilai Kontrak sebesar Rp.86.515.000.000,- (Delapan Puluh Enam Milyar Lima Ratus Lima Belas Juta Rupiah) termasuk PPN 10% dengan sifat kontrak *lumpsum fixed price*. Dengan karakteristik proyek tersebut, penulis

melihat pentingnya pengalokasian biaya kontingensi untuk mengantisipasi terjadinya kenaikan biaya proyek (*overbudget*) akibat kondisi *uncertainty* selama siklus hidup proyek . Dengan menggunakan metode simulasi Motecarlo diharapkan biaya-biaya yang timbul akibat kondisi *uncertainty* dapat diantisipasi dengan mengalokasikan biaya kontingensi secara lebih realistis dan proporsional pada saat membuat estimasi biaya proyek.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

yang ditujukan sebagai alat bantu memudahkan perusahaan-perusahaan kontraktor dalam mengalokasikan biaya cadangan yang dapat dipertanggung jawabkan dalam rangka mengantisipasi terjadinya risiko yang menjadi tanggung jawab Kontraktor, akibat *uncertain events* dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

Simulasi Monte Carlo didefinisikan sebagai teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif (Hollmann, AACE 2007). Dalam simulasi Monte Carlo sebuah model dibangun berdasarkan sistem yang sebenarnya. Setiap variabel dalam model tersebut memiliki nilai yang memiliki probabilitas yang berbeda, yang ditunjukkan oleh distribusi probabilitas atau biasa disebut dengan probability distribution function (pdf) dari setiap variabel. Metode Monte Carlo mensimulasikan sistem tersebut berulang-ulang kali, ratusan bahkan sampai ribuan kali tergantung sistem yang ditinjau, dengan cara memilih sebuah nilai random untuk setiap variabel dari distribusi probabilitasnya. Hasil yang didapatkan dari simulasi tersebut adalah sebuah distribusi probabilitas dari nilai sebuah sistem secara keseluruhan (cdf).

Metode ini terbagi dalam 5 (lima) tahapan:

1. Membuat distribusi probabilitas (pdf) untuk variabel resiko
2. Menentukan interval angka random untuk tiap variabel
3. Membuat angka random
4. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan
5. Membangun distribusi probabilitas kumulatif (cdf) untuk tiap - tiap variabel di tahap pertama

Dalam perhitungan dengan menggunakan simulasi montecarlo, distribusi

yang biasa digunakan adalah distribusi *triangular* atau *normal* yang menggunakan tiga angka sebagai batasan nilainya yaitu minimum, maksimum, dan most likely/mean yang diperkirakan oleh tim proyek dan pendapat para ahli (Flanagan & Norman, 1993).

Baccarini (2002), melakukan literature review terhadap metode perhitungan biaya kontingensi dengan metode estimasi tradition Percentage berdasarkan intuisi dan data histories dan metode yang berkembang saat ini yaitu Method of Moment, Expected Value, Regression analysis, Montecarlo simulation dan Artificial Neural Network.

Hasil review beberapa metode perhitungan biaya kontingensi yaitu :

1. Method of Moments (Diekman 1983, Moselhi 1997, Yeo 1990)

Setiap item biaya dalam perkiraan dinyatakan oleh distribusi probabilitas, yang mencerminkan risiko ke dalam item biaya. Setiap distribusi biaya memiliki nilai yang diharapkan dan varians. Nilai yang diharapkan dan varians untuk semua item biaya ditambahkan sampai pada nilai yang diharapkan dan standar deviasi untuk total biaya proyek. Total biaya proyek dapat diasumsikan untuk mengikuti distribusi normal berdasarkan teorema limit sentral, tetapi hanya jika item biaya yang independen. Kemudian, dengan menggunakan tabel probabilitas (skor z) untuk distribusi normal, kontingensi dapat diturunkan dari distribusi probabilitas didasarkan pada tingkat kepercayaan yang diinginkan terhadap probabilitas total biaya proyek agar tidak terlampaui.

2. Expected Value (Mak, Wong & Picken 1998;2000)

Metode ini menggunakan nilai mean dari distribusi probabilitas variabel resiko. Ada 2 (dua) type resiko yang mempengaruhi biaya kontingensi yaitu fixed risk (misalnya jalan masuk, fasilitas sementara) dan variabel risk (misalnya kedalaman pondasi tiang pancang). Untuk *fixed risk*, $Average\ cost = maximum\ cost \times probability$ setiap kejadian. Untuk

variabel resiko digunakan 50% probabilitas terhadap resiko penambahan volume.

3. Montecarlo Simulation (Lorance & Wendling 1999, Clark 2001)

Untuk memperkirakan besarnya biaya kontingensi pada penelitian ini dilakukan analisa resiko secara kuantitatif dengan metode Simulasi Montecarlo. Simulasi Montecarlo merupakan teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah kuantitatif. Analisa Montecarlo (simulasi probabilistik) merupakan teknik kuantitatif yang banyak dipakai dalam model pengambilan keputusan untuk mengkuantifikasi level resiko proyek dan menentukan kemungkinan besaran biaya kontingensi, Harold Kerzner (2006). Metode simulasi ini mulai banyak diaplikasikan untuk estimasi biaya proyek dan sangat fleksible apabila diterapkan pada distribusi yang berbeda untuk probabilitas dan dampak serta tingkat akurasinya cukup tinggi apabila iterasi dilakukan dalam jumlah banyak.

4. Regression Analysis (Merrow & Yerossi 1990)

Metode ini menggunakan hubungan linear antara $y \rightarrow$ variabel dependent (*final cost*) dan $x \rightarrow$ variabel independent (lokasi dan dimensi). Persamaan regresi $y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$ dapat digunakan untuk menghitung variabel dependent ketika dimasukkan nilai variable independent.

5. Artificial Neural Networks (Chen & Hartman 2000, Williams 2003)

ANNs adalah teknik pengolahan informasi yang mensimulasikan otak biologis dan neuron yang saling berhubungan . Struktur ANNs meniru saraf sistem dengan memungkinkan sinyal untuk melakukan penelusuran menyeluruh jaringan elemen pemrosesan sederhana (mirip untuk neuron) dengan cara interkoneksi antara elemen-elemen ini . Prosesor memasukkan data ke dalam ANN (misalnya variabel yang memiliki hubungan dengan jumlah kelebihan biaya dalam proyek-proyek), dimana prosesor tersembunyi mewakili hubungan dalam data dan lapisan output menghasilkan biaya yang diperlukan (misal prediksi jumlah cost overrun) .

Dalam banyak kasus ANNs menghasilkan prediksi kinerja biaya yang lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan regresi linear.

Tabel 2.1. Risk Breakdown Structure (RBS) ,Zacharias et.all, 2008.

Level 0	Level 1		Level 2		Level 3	
P E R I S T I W A Y A N G B E R E S I K O	A	Pelaksanaan proyek	I	Perencanaan	R1	Tanggapan publik
					R2	Tujuan dan Manfaat
					R3	Kematangan perencanaan
					R4	Perijinan proyek
					R5	Pelaksanaan operasional
					R6	Type proyek
					R7	Kompleksitas proyek
					R8	Teknologi yang digunakan
					R9	Dampak terhadap proyek
					R10	Lisensi yang dipakai baik produk maupun teknologi
					R11	Lokasi Proyek
					R12	Pemilik Proyek
					R13	Sub proyek
					R14	Hubungan dengan proyek lain
					R15	Konsistensi proyek
			II	Kontrak Kerja	R1	Kejelasan dan kelengkapan dokumen tender
					R2	Prosedur tender
					R3	Jadwal pelaksanaan
					R4	Nilai Proyek
					R5	Type kontrak
					R6	Penalti atas keterlambatan
					R7	Sistem kontrak
					R8	Jaminan Pelaksanaan
					R9	Kelengkapan dokumen tender
	III	Pelaksanaan proyek	R1	Alokasi pekerja		
			R2	Perilaku pekerja		
			R3	Kapabilitas pekerja		
			R4	Ketersediaan bahan,alat,pekerja		
			R5	Subkontraktor		
			R6	Asuransi pekerja/jamsostek		
R7			Keamanan proyek			
R8			Kelengkapan K3			
IV	Operasional	R1	Maintenance			
		R2	Konsistensi proyek			
B	External	I	Kejadian tak terduga	R1	Bencana Alam	
				R2	Terorisme	
				R3	Kerusuhan sosial	
		II	Kondisi Politik	R1	Kebijakan hukum & regulasi	
				R2	Pergantian pemerintahan	
				R3	Hubungan Internasional	
				R4	Birokasi	
		III	Kondisi Sosial	R1	Kondisi Pasar	
				R2	Budaya masyarakat	

Level 0	Level 1		Level 2		Level 3			
	C	Perencanaan Pelaksanaan Operasional	I	Tujuan	R1	Tujuan yang ingin dicapai		
R2					Evaluasi kesesuaian tujuan dengan tujuan awal			
R3					Waktu yang dibutuhkan			
					II	Biaya	R1	Sumber pembiayaan
							R2	Bunga Pinjaman
							R3	Kenaikan biaya
					III	Mutu	R1	Spesifikasi
							R2	Kesesuaian dengan spesifikasi
					IV	Waktu	R1	Jadwal pelaksanaan
							R2	Perpanjangan waktu

Tabel 2.5. Identifikasi Faktor Resiko

No.	Peristiwa Resiko	Tsai (2010)	Dey (2002)	Mubin & Mubin (2008)	Tavakolli-Mousavi-Hashemi (2011)
1	Ketidaksesuaian schedule	V	V		V
2	Kenaikan harga material, upah, alat	V	V	V	V
3	Fluktuasi Harga material import	V		V	V
4	Permintaan pasar menurun/profit turun	V		V	
5	Harga Penawaran dengan laba kecil	V	V		V
6	Kesalahan pengambilan keputusan akibat adanya kebijakan pemerintah	V	V	V	
7	Ketatnya regulasi, administrasi & inspeksi	V		V	
8	Perubahan regulasi karena perubahan pejabat pemerintahan	V	V	V	
9	Waktu pelaksanaan yang tidak mencukupi	V			
10	Ketidaksesuaian secara kontraktual	V	V	V	V
11	Biaya akibat perubahan order	V			V
12	Dokumen & Gambar tidak sesuai	V	V		V
13	Daftar Kuantitas Pekerjaan (BOQ) tidak sesuai dengan volume pelaksanaan	V	V		V
14	Persyaratan Kualitas terlalu tinggi	V		V	V
15	Kurangnya Pengawasan dalam pekerjaan	V	V		V
16	Kurangnya pengendalian proyek (QA & QC)	V	V		V
17	Kompetensi tim proyek	V	V		V
18	Alokasi sumber daya yang tidak efisien	V	V	V	V

19	Ketidakcukupan finansial	V	V	V	V
20	Implementasi manajemen K3	V	V	V	V
22	Perilaku Subkontraktor	V			V
23	Perubahan lingkup pekerjaan		V		V
24	Pemilihan teknologi/metode		V	V	V
25	Kondisi Cuaca		V	V	V
26	Ketersediaan material, pekerja dan alat		V	V	V
27	Perubahan metode kerja		V		V
28	Demo pekerja/masyarakat			V	

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

1. Fuzzy Sets (Paek, Lee & Ock, 193)

Ketidakjelasan atau ketidakpastian merupakan situasi di mana keanggotaan dalam set pada dasarnya tidak dapat didefinisikan pada ya / tidak karena batas-batas set samar-samar . Fuzzy logic merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan

(artificial intelligent) dipakai untuk memodelkan biaya kontingensi dengan menggunakan teori kemungkinan (possibility theory). Metode ini mengakomodasi pengalaman dan intuisi kontraktor untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian (uncertainty) pada resiko. Konsep utama dari teori himpunan fuzzy adalah fungsi keanggotaan fuzzy dengan nilai yang hanya memberikan derajat kepastian. Prinsip dalam pemodelan sistem fuzzy logic adalah menyatakan hubungan antara variabel biaya kontinjensi tersebut dalam bentuk aturan dasar (rule base) dengan memakai istilah linguistik menggunakan prinsip **JIKA** (sebab) **MAKA** (akibat).

Risk Officer

Risk Officer mengumpulkan data mengenai issue risk sebagai berikut :

1. Semua issue risk didata dan dicatat dalam form Issue (Risk register preliminary).
2. Mengasumsi dan mencatat kejadian risiko yang berdampak terhadap waktu dan biaya.
3. Memberikan asumsi pengendalian risiko akibat dari risiko yang akan terjadi dan berdampak terhadap waktu dan biaya.
4. Mengestimasi analisa risiko dengan menentukan *likelihood* (kemungkinan), *consequences* (dampak), *level of risk* (tingkat risiko), dan *risk priority* (prioritas risiko) dari tabel
5. Mengusulkan penanganan risiko dengan strategi penanganan yang ada.
6. Mengisi dan mencantumkan tanggung jawab dalam form dari setiap pengambilan keputusan.

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi faktor-faktor risiko
2. Menganalisis risiko dengan menentukan penilaian terhadap nilai Probabilitas/kemungkinan (P), nilai Dampak (D), dan nilai risiko dari nilai probabilitas dikalikan dengan nilai Dampak ($H=P \times D$)
3. Memberi Respon terhadap nilai risiko
4. Memberi Solusi atau strategi untuk menghadapi risiko

Identifikasi resiko dapat berupa :

1. Kenaikan tingkat inflasi di atas perkiraan
2. Kondisi tanah buruk yang tidak dapat diketahui sebelumnya
3. Cuaca yang tidak diharapkan
4. Keterlambatan pengiriman material yang penting, misalnya setelah terjadi kebakaran pada *supplier*.
5. Kesalahan rencana detail, seperti kesalahan ukuran balok beton pada gambar arsitek

6. Tidak adanya koordinasi, sebagai contoh antara gambar kontraktor mekanik dan gambar system penggantung plafond

Dampak yang diakibatkan , meliputi :

1. Kegagalan untuk berada dalam batasan perkiraan biaya
2. Kegagalan untuk memenuhi tanggal/waktu penyelesaian yang disyaratkan
3. Kegagalan untuk memenuhi syarat kualitas
4. Kegagalan proyek untuk memenuhi kebutuhan operasional yang diinginkan
5. Kerugian harta benda sebagai akibat dari kebakaran atau banjir
6. Cedera pekerjaan karena kelemahan system keselamatan kerja

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Agar tujuan penelitian dapat tercapai diperlukan berbagai tahapan yang harus dilaksanakan secara cermat dan sistematis. Tahapan yang akan dilaksanakan pada bab ini membahas mengenai metode penelitian yang akan digunakan, variabel penelitian, metode pengumpulan data, dan metode analisis data untuk mendapatkan suatu model perhitungan biaya kontingensi pada proyek EPC.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksploratif dan deskriptif yang ditujukan untuk menelaah dan menjelaskan pola hubungan antara faktor – faktor kejadian ketidakpastian (*uncertainty*) yang menimbulkan dampak resiko biaya proyek serta meninjau seberapa besar probabilitas dari faktor tersebut akan berpengaruh.

Pada penelitian ini akan digunakan teknik penelitian yang bersifat kualitatif dan kuantitatif, dan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan, peneliti akan menggali informasi dari tim proyek dan pendapat dari para ahli (*expert judgement*) proyek-proyek sebelumnya yang sejenis.

Menurut Robert K. Yin (2009), strategi/metode penelitian perlu mempertimbangkan 3 (tiga) hal, yaitu: jenis pertanyaan (*research question*) yang digunakan, apakah bersifat *contemporary* (yang sedang berjalan) atau merupakan *historical events*

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian dapat dilakukan melalui :

1. Survey Pendahuluan (Data Primer)

Pendekatan penelitian yang pertama digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian adalah melakukan survey pendahuluan. Dalam survey, informasi dikumpulkan dari responden dengan menggunakan kuesioner. Umumnya, pengertian survai dibatasi pada penelitian yang datanya dikumpulkan dari *sample* atas populasi untuk mewakili seluruh populasi.

Pada tahapan awal dari penelitian , peneliti melakukan penyebaran kuisisioner untuk survey pendahuluan guna melihat relevansi antara indikator resiko

yang diperoleh dari penelitian terdahulu dengan resiko yang terkait dengan proyek EPC yang diteliti. Metode survey pendahuluan yang digunakan berupa penyebaran kuisioner yang akan dilakukan kepada beberapa orang ahli (*expert judgement*) yang pernah terlibat pada proyek sejenis dengan mempertimbangkan jabatan (*senior manager, manager, supervisor dan staf yang kompeten menangani manajemen resiko*) dengan pengalaman kerja lebih dari 8 tahun. Data yang diperoleh kemudian diolah, sehingga variabel yang dihasilkan merupakan variabel risiko yang berpengaruh terhadap setiap aktifitas proyek EPC yang diteliti.

2. Dokumen Review (Data Sekunder)

Melakukan review terhadap data-data proyek terdahulu yang sejenis (*historical data*) dan ditambah hasil dari penelitian terdahulu (*literature review*) yang terkait untuk mendapatkan identifikasi dan pengklasifikasian faktor-faktor resiko serta seberapa besar pengaruhnya terhadap setiap aktifitas atau pekerjaan pada proyek EPC yang sejenis. Adapun proyek terdahulu yang sejenis, yang pernah ditangani oleh PT. Nindya Karya (Persero) adalah :

1. Pipeline Construction Branchline Jakarta-Bogor-Banten (Paket 8B)
2. Proyek Pengembangan Jaringan Pipa Ditribusi Gas Bumi Jawa Barat
3. EPC District Metering and Regulation Station (Paket 19)
4. The Gas Transmission & Distribution Project Pipeline Construction (Grissik-Sakernan)
5. Domestic Gas Market Development Project Package IFB-1 EPC for Banten Distribution Mainline

3. Data Primer

Populasi dari penelitian ini adalah orang yang memiliki posisi sebagai middle-top manajer di PT. Nindya Karya (Persero), yang memiliki pengalaman di proyek perpipaan dengan kontrak EPC (teknik *purposive sampling*). Data primer diperoleh melalui :

- a. Wawancara, interview

Dilakukan terhadap project manager atau project control proyek sejenis sebelumnya dan personil proyek (tim proyek) yang terlibat di dalam pelaksanaan proyek yang menjadi obyek penelitian. Kriteria personil dipilih berdasarkan pengetahuan, pengalaman kerja di atas 8 tahun dan mempunyai pemahaman terhadap resiko khususnya dengan jabatan setingkat manager dan asisten manager (supervisor). Wawancara ini bertujuan untuk mengidentifikasi resiko yang terdapat pada proyek yang diteliti.

b. Kuisisioner

Hasil kuisisioner pada survey pendahuluan dijadikan acuan untuk merencanakan kuisisioner pada proyek EPC yang diteliti. Variabel resiko hasil kuisisioner akan divalidasikan ke proyek yang sedang berjalan, yaitu melalui wawancara/kuisisioner kepada *Project Manager, Site Manager, Office Engginer, Supervisor* dari pihak Kontraktor. Kuisisioner ini digunakan untuk menentukan tingkat probabilitas dan dampak dari setiap variable resiko terhadap aktifitas di setiap tahapan pekerjaan pada proyek EPC. Dari hasil perkalian probabilitas dan dampak diperoleh ranking nilai indeks resiko dan dipilih variabel resiko dengan kategori *extreeme risk* yang berpengaruh terhadap perhitungan besarnya biaya kontingensi untuk setiap aktifitas pekerjaan proyek EPC.

3.3.Variable Penelitian

Melalui penelusuran terhadap penelitian terdahulu ditemukan masing – masing indikator terhadap variable resiko dan untuk menyamakan persepsi mengenai penentuan variabel resiko dibuat definisi operasional untuk setiap variabel seperti terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Indikator dan definisi operasional variabel Resiko

Indikator variabel Resiko/Independen		Definisi Operasional	Sumber
1. Indikator yang berhubungan Perencanaan/Engineering			
1	Terjadinya perubahan desain.	Disain yang tidak sesuai dengan dokumen kontrak.	Tavakkoli, Moghadam

Indikator variabel Resiko/Independen		Definisi Operasional	Sumber
2	Keterlambatan dokumen desain.	Keterlambatan pengajuan desain oleh kontraktor untuk disetujui pemberi kerja.	& Hashemi, (2011)
3	Gambar desain yang tidak jelas.	Gambar desain tidak jelas sehingga menimbulkan perbedaan persepsi.	
4	Kualitas dari desain	Kualitas desain baik dari segi proses maupun tingkat kesulitan pengerjaannya.	Valipour et.al (2013)
5	Kompetensi tim desain yang kurang	Pengalaman dari tim desain kurang untuk proyek yang berlangsung.	Dey (2002)
II	Indikator yang berhubungan Procurement/Pengadaan		
1	Terdapatnya fluktuasi harga material	Kenaikan / fluktuasi harga material melebihi harga satuan material dalam kontrak.	Ogunsami Salako Ajayi
2	Perubahan spesifikasi material selama konstruksi	Perubahan spesifikasi material dari yang ditetapkan di dalam kontrak.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)
3	Kesulitan pengadaan material sesuai spesifikasi	Type material yang tercantum di spesifikasi tidak ada di pasaran sehingga mempengaruhi schedule pelaksanaan.	
4	Kualitas material tidak sesuai	Kualitas material tidak sesuai spesifikasi sehingga terjadi penolakan material oleh Pengawas Pekerjaan.	Tavakkoli, Moghadam & Hashemi 2011
5	Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material	Pengajuan contoh/sample material terlambat, sehingga proses persetujuan juga terlambat.	
6	Kesulitan pengadaan material impor.	Keterlambatan pengadaan material impor dari schedule rencana.	
7	Change order dan variation Order	Terjadinya change order dan variation order pada material yang mengakibatkan perubahan harga dan membutuhkan waktu lama dalam proses fabrikasi.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)
8	Keterlambatan pembayaran dari pemberi kerja.	Terdapat perbedaan pendefinisian proses pengajuan tagihan, sehingga pencairan mengalami hambatan.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)

Indikator variabel Resiko/Independen		Definisi Operasional	Sumber
9	Persyaratan pembayaran ke vendor	Ada ketidakjelasan masalah persyaratan pembayaran pada kontrak sehingga terjadi perbedaan persepsi/dispute	Tavakkoli, Moghadam & Hashemi
III	Indikator yang berhubungan Construction/Pelaksanaan		
1	Kondisi cuaca yang tidak dapat dipastikan	Terjadinya cuaca buruk yang menyebabkan pekerjaan harus dihentikan.	Mubin & Mubin (2008)
2	Permasalahan dengan penduduk sekitar	Terjadinya demo penduduk / masyarakat yang menyebabkan proyek terhenti	S.Mubin G Mubin 2008
3	Dampak sosial dan budaya setempat	Kontraktor harus memberdayakan pekerja lokal untuk kelancaran pelaksanaan dan menghindari permasalahan sosial.	Dey (2002)
4	Keterlambatan dalam inspeksi dan pengetesan oleh pihak ketiga	Ada keterlambatan jadwal inspeksi pada peralatan dalam lingkup proyek.	
5	Pemberhentian kerja di lapangan	Terjadinya perberhentian pekerjaan atas permintaan pemberi kerja.	Mubin & Mubin 2008
6	Kecelakaan kerja selama konstruksi	Terjadi kecelakaan kerja yang menyebabkan proyek terhenti.	
7	Kompetensi Subkontraktor	Kemampuan subkontraktor untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dokumen kontrak.	Dey (2002)
8	Perubahan ruang lingkup proyek	Penambahan/pengurangan lingkup proyek yang mempengaruhi Nilai Kontrak.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)
9	Pendefinisian pekerjaan tidak sesuai spesifikasi	Terdapat kesalahan pendefinisian spesifikasi yang diminta oleh pemberi kerja	Ogunsami Salako Ajayi (2011)
10	Persetujuan gambar kerja / shop drawing yang lama	Proses persetujuan gambar kerja tidak sesuai dengan rencana pelaksanaan proyek.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)
11	Terjadinya pekerjaan ulang / rework akibat pekerja yang kurang terampil	pekerjaan ulang/ perbaikan yang harus dilakukan karena ketidaksesuaian dengan spesifikasi	Dey (2002)
12	Program Kerja proyek yang tidak sesuai	Program kerja proyek tidak sesuai dengan pelaksanaan di lapangan.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)
13	Keterlambatan persetujuan gambar kerja dan contoh material	Persetujuan gambar kerja dan material tidak sesuai jadwal yang ditentukan.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)

	Indikator variabel Resiko/Independen	Definisi Operasional	Sumber
14	Kontraktor yang kurang berpengalaman.	Kemampuan Kontraktor dalam menyelesaikan proyek sejenis.	Dey (2002)
15	Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek	Pengawasan yang dilakukan tidak disertai dengan upaya percepatan pekerjaan lapangan.	Dey (2002)
16	Kurangnya kompetensi kontraktor.	Kontraktor tidak membuat sistem pengendalian biaya dan jadwal proyek dengan baik dan tepat sesuai situasi lapangan dan kondisi proyek.	Dey (2002)
17	Keterlambatan progress pekerjaan terhadap schedule rencana.	Kontraktor tidak mampu mencapai target progress pekerjaan sesuai schedule rencana.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)
18	Terjadinya interfensi pemberi kerja di lokasi proyek	Terjadinya interfensi yang mempengaruhi produktifitas proyek	Mubin & Mubin (2008)
19	Kurangnya pengawasan pekerjaan di lokasi proyek.	Pengawasan pekerjaan oleh pihak pemberi kerja tidak konsisten sehingga pekerjaan harus diulang.	Ogunsami Salako Ajayi (2011)
20	Implementasi manajemen safety di proyek yang tidak efektif.	Kontraktor tidak mengenakan Alat Pelindung Diri/ APD sesuai peraturan yang berlaku saat melaksanakan pekerjaan.	Mubin & Mubin (2008)
21	Komunikasi antara para pihak pada tahap perencanaan, pengadaan dan konstruksi.	Kurang komunikasi antar pihak terkait dalam mendefinisikan kebutuhan material pada proyek.	Tavakkoli (2011)
22	Struktur organisasi proyek	Pembentukan sturktur organisasi tidak sesuai dengan karakteristik proyek.	
23	Proses birokrasi yang rumit	Proses administratif pada proyek yang melewati banyak bagian.	Ogunsami,Salako Ajayi (2011)
24	Pengambilan keputusan yang kurang efektif	Proses pengambilan keputusan yang terlalu lama.	
25	Keterlambatan pembayaran progress pekerjaan oleh pemberi kerja	Pencairan tagihan tidak sesuai jadwal yang telah disepakati	Mubin & Mubin (2008)
26	Pembiayaan proyek tidak lancar (cash flow)	Pembiayaan proyek oleh kontraktor ke supplier/ subkon/upah terganggu	Tavakoli 2011, Ogunsami 2008 & Dey 2002

3.4. Teknik pengukuran variabel penelitian

Pengukuran variabel digunakan dengan cara kualitatif yaitu pengukuran probabilitas dan dampak. Setiap variabel resiko diberi nilai 1-5 sesuai dengan tabel 3.3 Pengukuran nilai dampak disesuaikan dengan kondisi di obyek penelitian dan proyek sejenis sebelumnya sesuai tabel 3.4

Tabel 3.2. Penilaian probabilitas sebuah resiko

Level Resiko	Probabilitas resiko yang terjadi	Kriteria probabilitas	Indeks Variable
A	Sangat Tinggi/ST	Resiko yang hampir pasti terjadi, dengan nilai probabilitas > 80%	5
B	Tinggi/T	Resiko yang kemungkinan besar terjadi, dengan nilai probabilitas antara 60-80%	4
C	Sedang/S	Resiko yang sama kemungkinannya antara terjadi dan tidak terjadi, dengan nilai probabilitas 40-60%	3
D	Rendah/R	Resiko yang kemungkinan kecil dapat terjadi, dengan nilai probabilitas 20-40%	2
E	Sangat Rendah/SR	Resiko yang hampir pasti tidak terjadi, dengan nilai probabilitas 0-20%	1

Sumber : Hasil Olahan Data

Tabel 3.3 Penilaian dampak sebuah resiko

Indeks Variabel	Efek Dampak Resiko	Faktor biaya
5	Catastrophic	Efek biaya resiko yang terjadi lebih besar dari 10% terhadap biaya total pekerjaan
4	Major	Efek biaya resiko yang terjadi antara 5-10% terhadap biaya total pekerjaan
3	Moderate	Efek biaya resiko yang terjadi antara 3-5% terhadap biaya total pekerjaan
2	Minor	Efek biaya resiko yang terjadi antara 1-3% terhadap biaya total pekerjaan
1	Insignificant	Efek biaya resiko yang terjadi kurang dari 1% terhadap biaya total pekerjaan

Sumber : Hasil Olahan Data

3.5. Proses penelitian

3.5.1. Analisa Resiko Kualitatif

Sebelum dilakukan analisis secara kuantitatif dilakukan analisa kualitatif dari variabel Resiko hasil pengumpulan data secara random melalui literatur review, wawancara, penyebaran kuisioner serta survey pendahuluan. Faktor-faktor resiko akan diklasifikasikan sesuai tahapan proyek EPC. Adapun metode yang akan dipakai dalam analisis kualitatif ini adalah Pendekatan yang digunakan oleh Wiguna & Scot, 2005, yaitu menggabungkan metode probability impact matrix untuk melihat peluang dan dampak peristiwa resiko guna menentukan peringkat/level dan *pairwise comparison* untuk mengetahui bobot resiko yang mempengaruhi kinerja biaya proyek EPC dengan membandingkan elemen-elemen yang telah disusun ke dalam satu hirarki untuk menentukan elemen yang paling berpengaruh terhadap tujuan keseluruhan. Skala nilai perbandingan berpasangan. Nilai numerik yang dikenakan untuk seluruh perbandingan diperoleh dari skala perbandingan 1 sampai 9 yang telah ditetapkan oleh Saaty (Tabel 3.4).

3.5.2. Perhitungan Bobot Variabel Resiko

Perhitungan formula matematis dilakukan dengan menggunakan suatu matriks. Misalnya dalam suatu subsistem operasi terdapat n elemen operasi yaitu A_1, A_2, \dots, A_n maka hasil perbandingan dari elemen-elemen operasi tersebut akan membentuk matriks perbandingan.

Membuat matiks perbandingan berpasangan dengan menggambarkan kontribusi relative atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan setingkat di atasnya. Perbandingan yang dilakukan berdasarkan judgement dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya. Apabila pengambil keputusan sudah memasukkan penilaiannya untuk setiap perbandingan yang berada dalam satu level untuk mengetahui criteria mana yang paling penting, disusun matriks perbandingan di setiap level, Tabel 3.5.

Tabel 3.4. Skala Nilai Pebandingan Berpasangan (Saaty, 1988)

INTESITAS KEPENTINGAN	KETERANGAN	PENJELASAN
1	Kedua elemen sama penting	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lain	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting daripada elemen lainnya	Satu elemen sangat kuat disokong dan dominannya telah terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen yang lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai anantara 2 nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada 2 kompromi diantara 2 pilihan

Tabel 3.5. Matriks Perbandingan Berpasangan Resiko Engineering (RE)

E	RE1	RE2	REn
RE1	a_{11}	a_{12}	a_{1n}
RE2	a_{21}	a_{22}	a_{2n}
...
REn	a_{n1}	a_{n2}	a_{nn}

Nilai $a_{11}, a_{22}, \dots, a_{nn}$ adalah nilai perbandingan elemen baris RE1 terhadap kolom RE1 yang menyatakan hubungan :

- Seberapa jauh tingkat kepentingan baris RE1 terhadap kolom RE1.
- Seberapa jauh dominasi baris RE1 terhadap kolom RE1 atau

- c. Seberapa banyak sifat/kriteria yang mempengaruhi proses Engineering yang terdapat pada baris RE1 dibanding dengan kolom RE1.

Setelah matriks perbandingan selesai dibentuk langkah selanjutnya mengukur bobot prioritas setiap variable resiko. Nilai matriks dibandingkan dengan Nilai Total matriks dalam masing-masing kolom kemudian untuk menentukan nilai prioritas adalah dengan menjumlah setiap barisnya dan dirata-rata.

Setelah rangking prioritas resiko diperoleh maka selanjutnya dilakukan analisa level resiko. Indeks level resiko adalah perkalian antara indeks frekuensi dan indeks dampak resiko. Analisa level resiko ini digunakan untuk mengambil variable resiko yang mempunyai indeks yang signifikan dan tinggi agar proyek EPC gas dapat megantisipasi terjadinya overbudget.

3.5.3. Analisa Resiko Kuantitatif

Dari hasil analisa kualitatif dilakukan analisa kuantitatif di setiap tahapan proses *engineering*, *procurement* dan *construction* untuk menentukan biaya kontingensi proyek secara keseluruhan dengan metode simulasi.

Tahap pembentukan model

1. Menentukan konsep penelitian, yaitu menentukan tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk mendapatkan model yang diinginkan.
2. Penetapan variable dan identifikasi resiko
Berdasar variable yang ada ditentukan variable deterministik dan probabilistik untuk membangun sebuah model
3. Identifikasi data dan Pengumpulan Data
Identifikasi didasarkan atas variable resiko yang sudah ditetapkan terlibat di dalam model, prosentase kenaikan biaya pekerjaan akibat resiko yang signifikan yang diperoleh dari data sekunder dan data penunjang proyek sejenis sebelumnya yang diperoleh dari pihak yang berkompeten dan divalidasikan ke studi kasus proyek yang diteliti.
4. Perencanaan model simulasi. Menentukan jenis distribusi probabilitas dari nilai random variable hasil pengolahan data untuk mendapatkan nilai

minimal, mean dan maksimal untuk setiap aktifitas pekerjaan proyek EPC yang diteliti

5. Proses simulasi.

Simulasi model dilakukan dengan pendekatan Simulasi Montecarlo dengan memasukkan data empiris dan data proyek yang diperoleh sesuai dengan tahapan simulasi yang ditentukan untuk mendapatkan model perhitungan biaya kontijensi. Proses simulasi model direplikasikan sesuai dengan kebutuhan yang memberikan hasil penyelesaian masalah yang optimal.

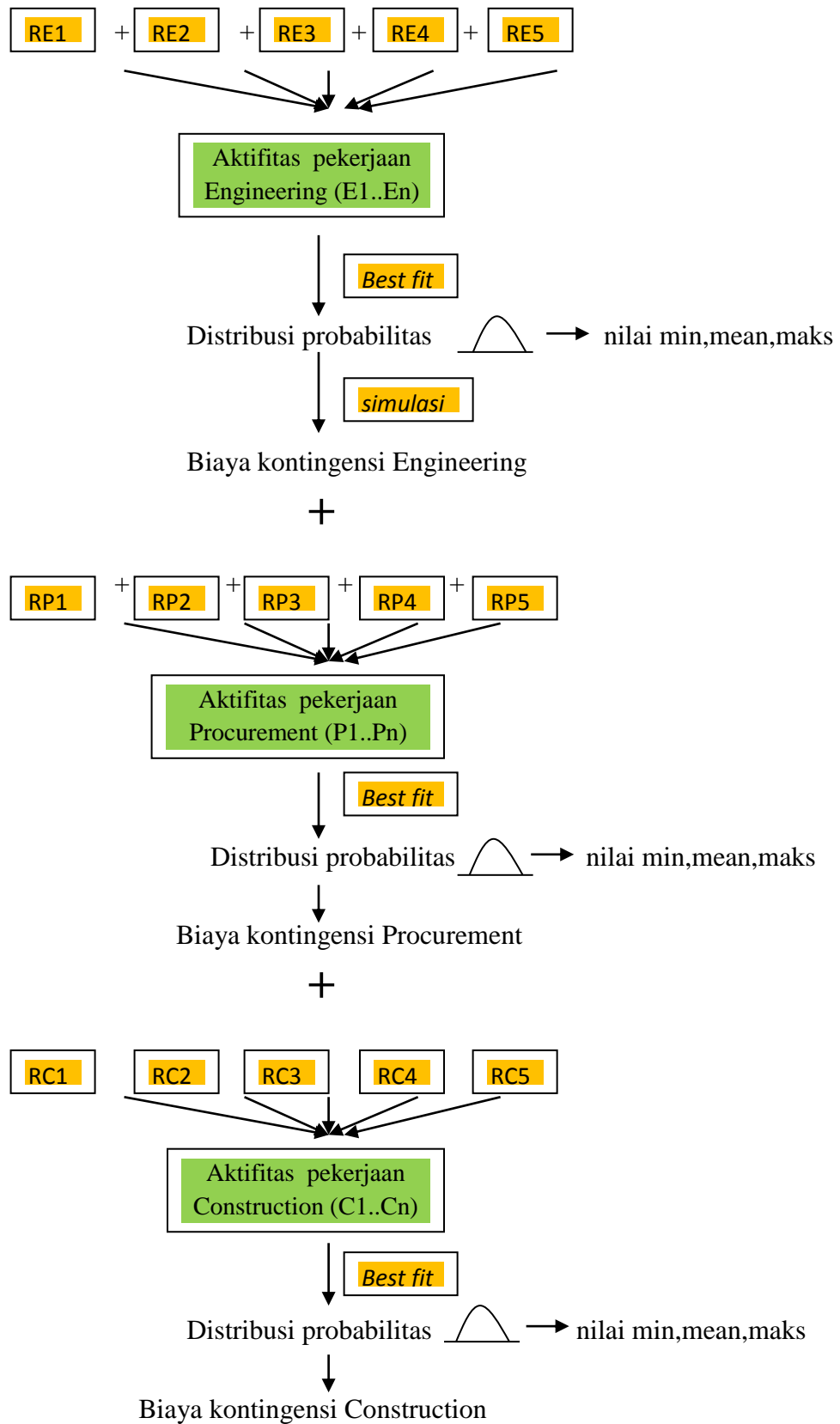
6. Setelah menjalankan model simulasi biaya, semua kombinasi biaya proyek yang mungkin dikembangkan dalam histogram. Hasil simulasi ini kemudian direpresentasikan menggunakan grafik pdf dan cdf. Kurva ini menunjukkan total biaya proyek pada probabilitas yang berbeda .

3.6. Alur penelitian

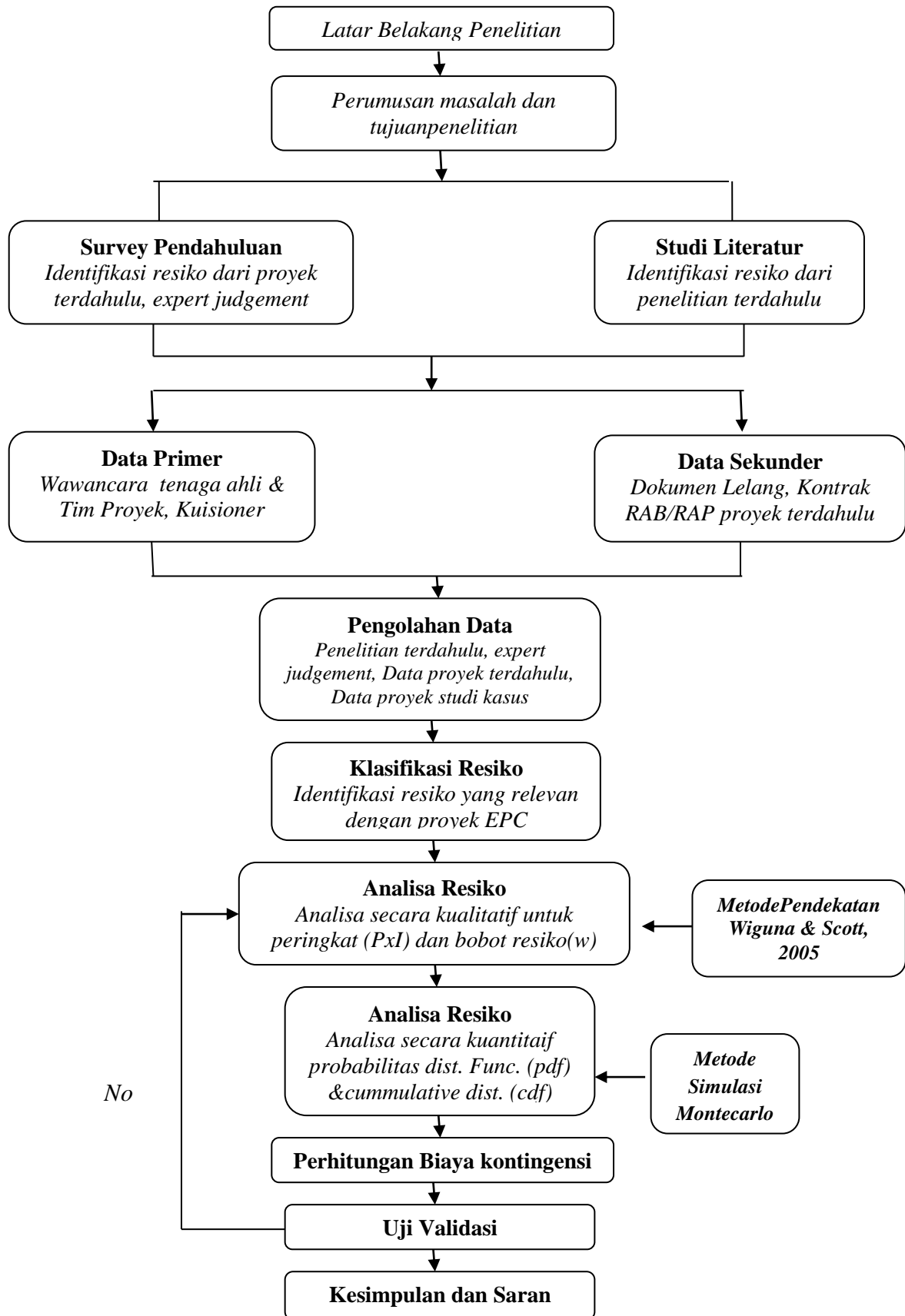
Untuk memudahkan tahapan dalam penelitian dibuat penyusunan bagan alir penelitian sehingga dapat dimengerti dan dipahami dari konsep penelitian, sebagai berikut :

1. Identifikasi variabel resiko yang berpengaruh terhadap kinerja biaya obyek yang diteliti.
2. Melakukan studi literatur, yaitu penelitian terdahulu yang meneliti implementasi manajemen resiko pada proyek EPC maupun non EPC, dan pada proyek sejenis maupun tidak sejenis yang akan diverifikasi relevansinya terhadap proyek yang diteliti dengan melakukan survey pendahuluan melalui penyebaran kuisisioner ke tenaga ahli yang berpengalaman > 8 tahun mengerjakan proyek sejenis.
3. Penyusunan variable-variable penelitian yang berkontribusi signifikan terhadap kinerja biaya proyek yang diteliti.
4. Membuat rencana kuisisioner dan melakukan penyebaran kuisisioner untuk mendapatkan data dari responden yang memiliki pengalaman > 8 tahun menangani proyek sejenis untuk menentukan rangking/level resiko yang akan dianalisa secara kualitatif dengan menggunakan *pendekatan probabilistik impact matriks*.

5. Menentukan tingkat prioritas/ bobot variabel resiko yang signifikan (w) di setiap tahapan pekerjaan proyek EPC menggunakan pair-wise comparison dengan membuat perbandingan berpasangan dari hasil wawancara dengan Manajer Proyek yang diteliti.
6. Melakukan analisis data kuantitatif terhadap aktifitas pada setiap tahapan proyek EPC (*Engineering, Procurement, Construction*) menggunakan metode simulasi Montecarlo dengan tahapan (Gambar 3.1):
 - Melakukan pemetaan nilai resiko karena tidak semua kategori resiko yang paling signifikan dari hasil analisa resiko kualitatif mempengaruhi biaya setiap item pekerjaan di setiap tahapan proses EPC obyek yang diteliti. Data diperoleh dari hasil review data/dokumen sekunder proyek sejenis yang pernah ditangani PT. X dan wawancara langsung dengan tim ahli (*expert judgement*) yang berpengalaman menangani proyek sejenis.
 - Menentukan jenis distribusi probabilitas dari variabel random setiap item pekerjaan dengan cara simulasi menggunakan program *@Risk for Excell*, yaitu dengan fasilitas *best fit* dan running simulasi.
 - Perhitungan biaya kontijensi untuk setiap aktifitas EPC dengan melakukan simulasi sebanyak iterasi tertentu untuk mendapatkan hasil pendekatan optimal dengan nilai absolute error $< 2\%$ dimana $\varepsilon = 3\sigma / \sqrt{N} \rightarrow \sigma$ (standar deviasi) dan N (jumlah iterasi)
 - Menentukan nilai mean atau rata-rata total biaya kontingensi dengan melakukan simulasi terhadap total biaya kontingensi untuk mendapatkan grafik *probability & cummulative distribution function*
7. Melakukan Uji Validasi dengan membandingkan besaran biaya kontingensi yang diperoleh dari hasil simulasi Montecarlo dengan biaya kontingensi aktual untuk mengetahui apakah deviasi hasil simulasi masih dapat diterima.
8. Membuat kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan. Untuk menggambarkan tahapan proses penelitian yang telah diuraikan, dibuat diagram alir mengenai tahapan – tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini pada Gambar.3.2



Gambar 3.1. Tahapan Perhitungan biaya kontingensi



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB 4

ANALISA & PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan hasil dari pengumpulan data yang telah diperoleh dan dilanjutkan dengan pengolahan data mengikuti sistematika metodologi penelitian yang dibuat pada bab sebelumnya.

4.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kuisisioner. Agar tujuan penelitian dapat tercapai diperlukan berbagai tahapan yang harus dilaksanakan secara cermat dan sistematis. Kuisisioner dibedakan menjadi 3 tahap. Kuisisioner yang pertama adalah survey pendahuluan yang bertujuan untuk melakukan identifikasi resiko pada obyek penelitian yaitu proyek EPC khususnya Proyek Pipa Gas. Responden dimungkinkan mengusulkan dan menambahkan faktor-faktor resiko yang dianggap memiliki relevansi dengan obyek penelitian sesuai dengan pengalaman dan pengetahuan responden. Pengisian kuisisioner dilakukan praktisi (expert judgment) di bidang konstruksi EPC khususnya Proyek Pipa Gas.

Dari hasil sintesa studi literature dan survey pendahuluan jawaban responden dianggap telah mewakili identifikasi faktor-faktor resiko yang berkaitan terhadap perhitungan biaya kontingensi proyek EPC, Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Variabel Resiko dan definisi operasional

Variabel Resiko		Definisi Operasional
1. Variabel resiko yang berhubungan dengan <i>Perencanaan/Engineering</i>		
1	Terjadinya perubahan desain.	Disain yang tidak sesuai dengan persyaratan yang diminta owner (R1).
2	Keterlambatan dokumen desain.	Keterlambatan pengajuan desain oleh kontraktor untuk disetujui pemberi kerja (R2).
3	Kualitas Gambar desain kurang.	Gambar desain tidak detail yang menimbulkan perbedaan persepsi (R4)

Variabel Resiko		Definisi Operasional
4	Constructability desain	Gambar Desain tidak sesuai dengan kondisi aktual di lapangan sehingga tidak dapat dilaksanakan (R4).
5	Kompetensi tim desain yang kurang	Pengalaman dari tim desain kurang untuk karakteristik proyek yang sejenis (R5).
6	Survey lapangan (<i>site investigation</i>) tidak akurat	Hasil survey lapangan tidak sesuai dengan kondisi aktual di lapangan (R6)
7	Lingkup pekerjaan	Perbedaan pemahaman terhadap konsep disain proyek yang mengakibatkan perbedaan persepsi (R7)
8	Jadwal Pelaksanaan	Jadwal pelaksanaan yang terlalu singkat sehingga kualitas design kurang (R8)
9	Kondisi unforeseen	Tidak adanya kepastian mengenai kondisi di dalam tanah yang mengakibatkan perubahan desain (R9)
II	Indikator yang berhubungan dengan Procurement/Pengadaan	
1	Fluktuasi/kenaikan harga material	Kenaikan / fluktuasi harga material melebihi harga satuan material dalam kontrak (R10).
2	Perubahan spesifikasi material selama konstruksi	Perubahan spesifikasi material dari yang ditetapkan sesuai gambar desain (R11).
3	Ketersediaan material sesuai spesifikasi teknis	Type material yang tercantum di spesifikasi tidak ada di pasaran sehingga terjadi perubahan spesifikasi material (R12).
4	Perubahan Order material	Kualitas material yang didatangkan tidak sesuai spesifikasi sehingga terjadi penolakan material oleh Pengawas Pekerjaan (R13).
5	Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material	Pengajuan contoh/sample material terlambat, sehingga proses persetujuan juga terlambat (R14).
6	Proses delivery/pengiriman material	Terjadinya change order dan variation order pada material yang membutuhkan waktu lama dalam proses pengiriman dan fabrikasi (R15).

Variabel Resiko		Definisi Operasional
7	Persyaratan pembayaran yang kurang jelas.	Terdapat perbedaan pendefinisian dalam proses pengajuan tagihan dan pembayaran, sehingga pencairan mengalami hambatan (R16).
8	Jadwal Pengadaan Material	Jadwal pengadaan material, tenaga equipment yang terlambat sehingga mempengaruhi jadwal pelaksanaan (R17)
9	Kesalahan order material	Ada ketidaksesuaian antara order material dengan kebutuhan volume material dilapangan sehingga menimbulkan material sisa (R18)
10	Perubahan lingkup kerja	Terjadinya perubahan Spesifikasi teknis selama konstruksi yang mempengaruhi harga material (R19).
III	Indikator yang berhubungan dengan Construction/Pelaksanaan	
1	Kondisi cuaca yang tidak dapat dipastikan	Terjadinya cuaca buruk/hujan yang menyebabkan pekerjaan harus dihentikan (R20).
2	Permasalahan dengan penduduk sekitar	Terjadinya demo penduduk / masyarakat pemukiman sekitar proyek yang menyebabkan proyek terhenti (R21).
3	Dampak sosial dan lingkungan	Kontraktor harus memberdayakan pekerja local untuk menghindari permasalahan social (R22)
4	Keterlambatan pelaksanaan inspeksi dan pengetesan oleh pihak ketiga	Ada keterlambatan jadwal inspeksi dan pengetesan sehingga proses serah terima pekerjaan menjadi tertunda (R23).
5	Area/lahan Kerja yang terbatas	Lahan pekerjaan yang terbatas sehingga produktifitas pekerjaan tidak maksimal (R24).
6	Ijin kerja pemakaian lahan	Kurangnya sosialisasi terhadap instansi terkait dan lingkungan sekitar yang menghambat pelaksanaan pekerjaan (R25)
7	Kompetensi Subkontraktor	Kemampuan subkontraktor untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dokumen kontrak kurang (R26).
8	Perubahan ruang lingkup proyek	Penambahan atau pengurangan

Variabel Resiko		Definisi Operasional
		lingkup proyek yang mempengaruhi biaya proyek (R27)
9	Perubahan/ketidakjelasan spesifikasi teknis	Terdapat kesalahan pendefinisian spesifikasi yang diminta oleh pemberi kerja (R28).
10	Pemilihan Metode Pekerjaan	Perubahan metode kerja akibat kondisi aktual di lapangan yang tidak sesuai gambar desain (R29).
11	Persetujuan gambar kerja / shop drawing yang lama	Proses persetujuan gambar kerja yang cenderung lama karena melibatkan banyak pihak (R30)
12	Terjadinya pekerjaan ulang / rework	pekerjaan ulang/ perbaikan yang harus dilakukan karena kurangnya pengawasan (R31)
13	Perencanaan Program Kerja penyelesaian proyek	Program kerja proyek tidak sesuai dengan pelaksanaan di lapangan (R32).
14	Kompetensi sdm/tim proyek yang kurang berpengalaman.	Pengambilan keputusan yang kurang cepat dan tepat sehingga mempengaruhi produktifitas proyek (R33)
15	Proses Persetujuan shop drawing	Keterlambatan proses persetujuan shopdrawing yang mengakibatkan keterlambatan pekerjaan (R34)
16	Monitoring jadwal pelaksanaan	Kontraktor tidak membuat system pengendalian jadwal proyek dengan baik dan tepat sesuai kondisi lapangan yang mengakibatkan keterlambatan pekerjaan (R35)
17	Birokrasi yang berbelit-belit	Banyaknya pihak yang terlibat sehingga mempengaruhi efektifitas kerja (R36)
18	Pengambilan keputusan oleh tim proyek.	Pengambilan keputusan yang kurang cepat dan tepat sehingga mempengaruhi produktifitas proyek (R37)
19	Implementasi manajemen safety di proyek yang tidak efektif.	Kontraktor tidak merencanakan sistem K3L sesuai peraturan (SOP) yang berlaku saat melaksanakan pekerjaan (R38).
20	Kecelakaan kerja di area proyek	Terjadinya kecelakaan kerja yang mengakibatkan pekerjaan dihentikan (R39)
21	Pemberhentian pekerjaan oleh Pemberi Kerja	Penghentian pekerjaan akibat masalah sosial yang mempengaruhi produktifitas kerja (R40)

Variabel Resiko		Definisi Operasional
22	Struktur Organisasi yang kurang mendukung.	Buruknya komunikasi antara para pihak pada tahap perencanaan, pengadaan dan konstruksi (R41).
23	Komunikasi antara para pihak dalam organisasi proyek	Komunikasi yang kurang lancar mempengaruhi proses pengambilan keputusan (R42)
24	Dokumentasi proyek yang buruk	Pengendalian dokumentasi proyek yang tidak tersusun menurut kronologisnya yang mempengaruhi pengakuan progress pekerjaan oleh owner (R43).
25	Keterlambatan pembayaran progress pekerjaan oleh pemberi kerja	Pencairan tagihan tidak sesuai jadwal yang telah disepakati yang menyebabkan cash flow terganggu (R44)
26	Pembiayaan proyek tidak lancar	Pembiayaan proyek yang tidak terencana dengan baik yang mempengaruhi kelancaran pekerjaan (R45)
27	Sistem Pengendalian Biaya Proyek	Lemahnya sistem pengendalian waktu dan biaya proyek yang mengakibatkan terjadinya overbudget (R46)

Setelah pengumpulan data melalui survei pendahuluan selesai dilakukan maka selanjutnya data-data yang diperoleh dipakai sebagai acuan untuk kuisisioner tahap ke-2 yaitu kuisisioner yang berisi tentang seberapa besar peluang/kemungkinan kejadian dan dampak resiko yang terjadi terkait dengan proyek yang diteliti. Data yang diperoleh dari kuisisioner tahap 2 akan dipergunakan untuk menentukan ranking atau level resiko yang paling signifikan mempengaruhi perhitungan biaya kontingensi pada proyek yang diteliti.

Selain menggunakan kuisisioner, pengumpulan data juga diperoleh dari data sekunder dan wawancara dengan pihak responden yang ditunjuk oleh Kontraktor PT. Nindya Karya yang mengetahui dan memahami kondisi proyek (expert judgement) untuk mendapatkan informasi, data-data yang diperlukan untuk perhitungan biaya contingency cost pada proyek yang dijadikan obyek penelitian yaitu salah satu Proyek Pengadaan dan Pembangunan Pipa Distribusi di area Jabodetabek untuk Transportasi Gas 2013. Pada saat wawancara berlangsung sering terjadi pengembangan pertanyaan dari yang telah direncanakan. Hal ini

dimungkinkan karena keterbatasan pemahaman peneliti terhadap permasalahan yang terjadi di lapangan yang merupakan variable resiko yang signifikan berpengaruh terhadap biaya proyek.

4.1.1. Deskripsi Proyek

Sesuai Peraturan Presiden No. 64 Tahun 2012 tentang Penyediaan, Pendistribusian, dan Penetapan Harga bahan Bakar Gas untuk Transportasi Jalan, dimana sampai dengan akhir tahun 2013 PT Pertamina (Persero) mendapatkan penugasan untuk melakukan penyediaan dan pendistribusian bahan bakar gas berupa CNG. Sejalan dengan program diversifikasi BBM ke BBG oleh pemerintah, maka dibutuhkan infrastruktur berupa pipa dan SPBG (Stasiun Pengisian Bahan bakar Gas), selain itu juga, adanya rencana penambahan armada transjakarta dan pembagian konverter kit kepada angkutan umum oleh pemerintah menuntut adanya infrastruktur gas untuk SPBG yang memadai.

Untuk memenuhi kebutuhan BBG didaerah selatan Jakarta yang saat ini belum terlayani, maka diperlukan SPBG dan jaringan pipa yaitu didaerah Lebak Bulus (koridor 8), Ragunan (koridor 6), Blok M (Koridor 1). Jaringan pipa yang akan dikembangkan menggunakan pipa distribusi milik PT Pertamina Gas yang dipasok oleh PT Pertamina EP (PEP), PT Pertamina Hulu Energi (PHE) dan KKKS lainnya. Untuk memenuhi hal tersebut, PT Pertamina Gas akan menyediakan fasilitas untuk membawa gas tersebut ke daerah yang dituju. Adapun diameter pipa dan jarak yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Pembangunan Pipa distribusi (8 inch) dari Ragunan ke Lebak Bulus $\pm 5,8$ km.
2. Pembangunan Pipa distribusi (8 inch) dari Beji ke Ragunan $\pm 11,6$ km.
3. Pembangunan Pipa distribusi (8 inch) dari Fatmawati ke Blok M $\pm 5,7$ km
4. Psemerembangunan infrastruktur berupa SPBG online di area Cilandak
5. Pembangunan infrastruktur berupa SPBG online di area Lebak Bulus

4.1.2. Data Proyek yang diteliti

Nilai kontrak proyek Pengadaan & Pembangunan Pipa Gas Distribusi di area Jabodetabek sepanjang 14.8 km adalah sebesar Rp. 78.650.000.000,- (belum termasuk PPN 10%) dengan komposisi masing-masing kegiatan adalah :

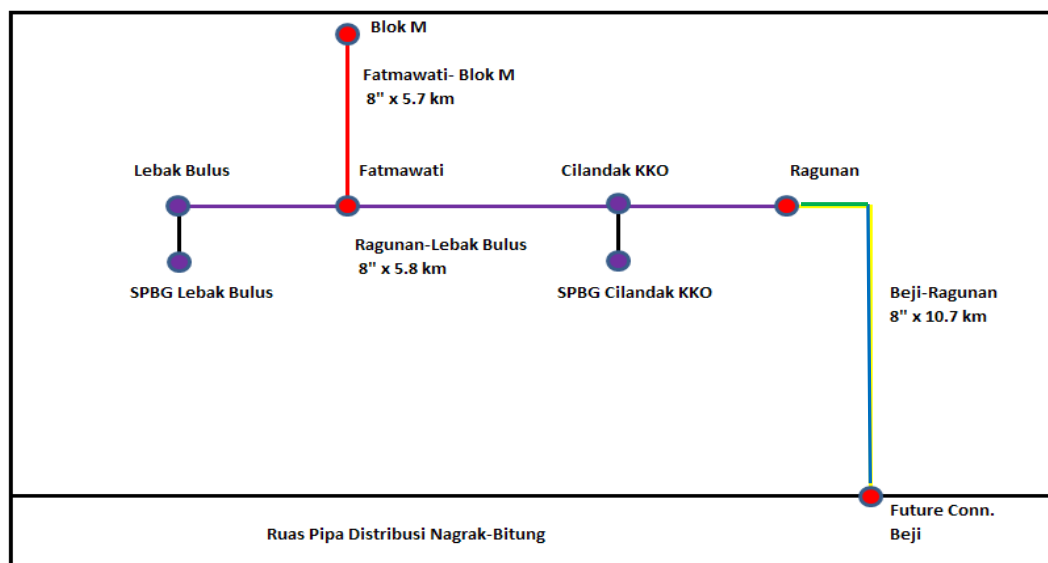
- Kegiatan Engineering (perencanaan) sebesar Rp. 3.809.000.000,-
- Kegiatan Procurement (pengadaan) sebesar Rp. 39.907.800.000,-
- Kegiatan Construction (pelaksanaan) sebesar Rp. 34.938.370.000,-

Jadwal waktu pelaksanaan sesuai Dokumen Kontrak adalah selama 120 hari kalender mulai tanggal 22 Agustus 2013 sampai dengan 24 Nopember 2014 termasuk masa pemeliharaan selama 365 hari kalender.

Berikut ini adalah skema jalur jalur pipa mulai dari Beji (Depok) sampai ke SPBG Lebak Bulus (Paket Keseluruhan), Gambar 4.1.

Pada proses pengumpulan data proyek dibutuhkan dokumen seperti :

1. Data Bill of Quantity (BOQ) yang berguna untuk mengetahui volume dan harga satuan dari setiap item pekerjaan, total biaya yang dibutuhkan untuk Proyek Pengadaan dan Pembangunan Pipa Gas Distribusi sepanjang 14.8 km untuk Transportasi Gas 2013, Tabel 4.13.
2. Data Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) yang diperoleh dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) dikurangi keuntungan yang direncanakan. Biaya RAP inilah yang dijadikan sebagai acuan untuk menghitung contingency cost.



Gambar 4.1. Skema Jalur Pipa

3. Data-data penunjang untuk menentukan nilai probabilitas setiap variabel resiko yang signifikan mempengaruhi biaya masing-masing pekerjaan dari hasil kuisisioner, dokumen sekunder dan wawancara langsung dengan expert yang menangani proyek EPC seperti project manager, site manager, Office Engineer, Quality Control dan Project Control untuk menentukan jenis distribusi sebagai input data pada simulasi Montecarlo.

Dari hasil interview diperoleh data mengenai factor-faktor resiko yang signifikan mempengaruhi biaya rencana anggaran pelaksanaan proyek.

Pada proses engineering :

1. Kondisi unforeseen, mengingat pekerjaan pemasangan pipa terutama dilakukan di bawah tanah (underground level) mengakibatkan sering terjadinya perubahan gambar desain untuk menyesuaikan dengan kondisi lapangan.
2. Waktu pelaksanaan yang ketat mengakibatkan kualitas gambar desain berkurang misalnya gambar kurang detail, gambar tidak sesuai dengan kondisi lapangan sehingga terdapat resiko penambahan material yang deliverynya cukup lama.
3. Persetujuan gambar desain yang lama akibat masalah birokrasi, dan proses pengambilan keputusan yang kurang cepat.
4. Kompetensi sumber daya manusia yang kurang sehingga mempengaruhi keakuratan dan ketepatan waktu pengajuan gambar disain.
5. Data spesifikasi material yang kurang lengkap dan jelas sehingga mempengaruhi kualitas gambar desain.

Pada proses procurement :

1. Keterlambatan proses persetujuan material akibat perubahan gambar disain yang mempengaruhi ketepatan jadwal pengiriman material ke lokasi proyek.
2. Perubahan lingkup kerja yang mengakibatkan perubahan volume dan spesifikasi material.
3. Kontrak kerja dengan supplier dan subkontraktor yang kurang jelas mengenai hak dan kewajiban sehingga mengakibatkan terjadi perbedaan persepsi yang mempengaruhi proses pengadaan barang.

4. Perhitungan harga satuan material yang kurang akurat sehingga mempengaruhi biaya total proyek.
5. Pemilihan Supplier/Vendor yang kurang berpengalaman.

Pada proses construction:

1. Penentuan/perubahan metode kerja yang tidak tepat terutama untuk konstruksi crossing pipa dengan bangunan eksisting akan mempengaruhi biaya total pekerjaan.
2. Terjadinya keterlambatan penyelesaian pekerjaan akibat perubahan gambar disain, kondisi cuaca, pembiayaan proyek yang kurang lancar, yang berakibat pada biaya denda/penalty.
3. Perhitungan harga satuan pekerjaan yang tidak akurat yang mempengaruhi biaya total pekerjaan.
4. Kompetensi SDM yang tidak sesuai dengan karakteristik proyek sehingga produktifitas proyek tidak optimal.
5. Pembiayaan Proyek yang kurang lancar yang mengganggu cash flow dan produktifitas proyek sehingga harus menggunakan pinjaman luar dan menimbulkan beban biaya bunga pinjaman.

Dari item pekerjaan yang memiliki resiko tinggi harus diperhatikan kegiatan pekerjaannya atau pekerjaan tersebut didahulukan untuk mengurangi biaya ketidakpastian yang mengakibatkan kerugian proyek.

4.2. Pengolahan Data

Dari hasil pengumpulan data yang berhasil diperoleh dilakukan pengolahan data untuk mengetahui level resiko pada obyek yang diteliti. Penilaian resiko berdasarkan pada data primer dari hasil wawancara dan kuisisioner. Dari penyebaran terhadap 15 responden yang memiliki pendidikan terakhir D3 sebanyak 3 responden atau 20% dan pendidikan S1 sebanyak 10 responden atau 66.7% dan S2 sebanyak 2 responden atau 13.3%.

4.2.1. Penilaian Indeks Frekuensi/Peluang kejadian resiko.

Data yang diperoleh dari penyebaran kuisisioner ke 15 responden berupa peluang/kemungkinan dan dampak terjadinya resiko pada proyek terdahulu

Tabel 4.2. RENCANA ANGGARAN BIAYA

PROYEK PENGADAAN PEMBANGUNAN PIPA GAS DISTRIBUSI
PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PIPA GAS UNTUK TRANSPORTASI GAS
2013

NO	URAIAN	VOL RAB	UNIT	HARGA SATUAN RAB	TOTAL HARGA SATUAN
I	Engineering				
1	Detail Engineering	60.00	hari	23,820,000.00	1,429,200,000.00
2	Instalation Engineering	1.00	ls	334,800,000.00	334,800,000.00
3	HAZOP & HAZARD	1.00	ls	2,045,000,000.00	2,045,000,000.00
	<i>Total Engineering</i>				3,809,000,000.00
II	Procurement				
	<i>Persiapan, Set Up proyek</i>				
1	Operation & Preparation	1.00	ls	50,000,000.00	50,000,000.00
2	Equipment Safety	1.00	ls	396,000,000.00	396,000,000.00
	Material excluding Pipe				
1	Ball Valve 4"	3.00	ea	60,000,000.00	180,000,000.00
2	Ball Valve 8"	1.00	ea	120,000,000.00	120,000,000.00
3	Gate valve 3/4 #150	1.00	ea	4,000,000.00	4,000,000.00
4	WOL 4" x 1 1/2"	1.00	ea	60,000,000.00	60,000,000.00
5	WN Flange 1 1/2"	1.00	ea	1,000,000.00	1,000,000.00
6	WN Flange 4"	14.00	ea	2,000,000.00	28,000,000.00
7	WN Flange 8"	1.00	ea	4,000,000.00	4,000,000.00
8	Reducer Tee 4"x8"	1.00	ea	10,000,000.00	10,000,000.00
9	Gasket 2"	1.00	ea	200,000.00	200,000.00
10	Gasket 4"	12.00	ea	800,000.00	9,600,000.00
11	Gasket 8"	2.00	ea	1,600,000.00	3,200,000.00
12	Stud Bolt & Nut	1.00	lot	10,000,000.00	10,000,000.00
	Instrumentation				
1	Metering Package	1.00	set	11,900,000,000.00	11,900,000,000.00
2	PCV 4"	1.00	ea	80,000,000.00	80,000,000.00
3	SDV 4"	1.00	ea	80,000,000.00	80,000,000.00
4	PI 3/4"	1.00	ea	20,000,000.00	20,000,000.00

NO	URAIAN	VOL RAB	UNIT	HARGA SATUAN RAB	TOTAL HARGA SATUAN
	Welding				
1	Pengelasan		joint	310,000.00	766,800,000.00
	Fabrication				
1	Metering Concrete	3.00	ea	2,000,000.00	6,000,000.00
2	Metering shelter	3.00	ea	4,000,000.00	12,000,000.00
3	Pipe Sleeper	1.00	ea	4,000,000.00	4,000,000.00
4	Cover Box for sectional valve	1.00	ea	4,000,000.00	4,000,000.00
5	Cover Box concrete	3.00	ea	4,000,000.00	12,000,000.00
6	Fencing & gate Metering	1.00	ea	3,000,000.00	3,000,000.00
7	Warning sign	1.00	ea	72,000,000.00	72,000,000.00
8	Concrete weight	1.00	ea	20,000,000.00	20,000,000.00
	Trans Boring				
1	Trans Boring	1.00	ls	2,052,000,000.00	2,052,000,000.00
1	Future construction Beji	1.00	set	5,000,000.00	5,000,000.00
	Consumables & Film Type				
1	Roll Pack Film D4	26,000.00	sheet	65,000.00	1,690,000,000.00
2	Chemical MPT	3,250.00	ea	50,000.00	162,500,000.00
3	Chemical PT	3,250.00	ea	50,000.00	162,500,000.00
	Hydrotest, Cleaning & Flushing Line				
	Instrument Test				
1	Presure gauge (4 set)	60.00	days	5,000,000.00	300,000,000.00
2	Temperatur gauge (4 set)	60.00	days	5,000,000.00	300,000,000.00
3	Pressure & Temperature recorder	15.00	days	10,000,000.00	150,000,000.00
4	Dead Weight Tester (1 set)	15.00	days	4,000,000.00	60,000,000.00
5	Flow Meter (1 set)	15.00	days	4,000,000.00	60,000,000.00
6	Hose & fitting (1 set)	15.00	days	1,000,000.00	15,000,000.00
	Material				
1	Foam pig 8"	8.00	ea	10,000,000.00	80,000,000.00
2	Temporary pig launcher	1.00	ea	50,000,000.00	50,000,000.00
3	Chemical inhibitor	1.00	ea	50,000,000.00	50,000,000.00
4	Fresh Water	50.00	ton	100,000.00	5,000,000.00

NO	URAIAN	VOL RAB	UNIT	HARGA SATUAN RAB	TOTAL HARGA SATUAN
	Total Procurement				39,907,800,000.00
III	Construction				
A	Persiapan & Mobilisasi				
1	Operation & Preparation	1.00	ls	100,000,000.00	100,000,000.00
2	Construction permits	1.00	ls	4,975,000,000.00	4,975,000,000.00
3	Insurance (Jamsostek & CAR)	1.00	ls	2,742,500,000.00	2,742,500,000.00
4	WPS & Consumable material	1.00	ls	150,000,000.00	150,000,000.00
5	Land acquisition	1.00	ls	1,500,000,000.00	1,500,000,000.00
6	Land rental	1.00	ls	500,000,000.00	500,000,000.00
7	Mobilisasi Personil & Equipment	1.00	ls	287,800,000.00	287,800,000.00
8	Project Office	350.00	m2	500,000.00	175,000,000.00
9	Topography, Soil Investigation	1.00	ls	800,000,000.00	800,000,000.00
B	Pengadaan Material,Peralatan & Fasilitas				
1	Metering package	1.00	ea	2,100,000,000.00	2,100,000,000.00
2	Cathodic Protection	1.00	lot	100,000,000.00	100,000,000.00
C	Fabrikasi, Konstruksi & Instalasi				
1	Penyambungan Pipa	13,961.73	m	914,715.00	12,771,000,000.00
2	Construction Equipment (incl. fuel & operator)				
	- Grinding machine (6 ea)	1,260.00	days	105,000.00	132,300,000.00
	- Scaffolding set (3 set)	450.00	days	400,000.00	180,000,000.00
	- Welding machine (6 ea)	24.00	days	1,100,000.00	26,400,000.00
	- Trailer Truck (2 ea)	90.00	days	4,400,000.00	396,000,000.00
	- Low Bay truck (1 ea)	45.00	days	4,400,000.00	198,000,000.00
	- Excavator (1 ea)	210.00	days	4,400,000.00	924,000,000.00
	- Sheet Piling (2 km)	4.00	bln	90,000,000.00	360,000,000.00
3	Fabrikasi, Konstruksi & Instalasi	1.00	ls	52,500,000.00	52,500,000.00
4	Trans boring	1.00	ls	4,253,500,000.00	4,253,500,000.00
5	Tie In	1.00	ls	28,000,000.00	28,000,000.00
D	Inspeksi Teknis & Pengetesan				
1	NDE-NDT Test	1.00	ls	290,250,000.00	290,250,000.00

NO	URAIAN	VOL RAB	UNIT	HARGA SATUAN RAB	TOTAL HARGA SATUAN
	Procedure & Licences	1.00	ls	40,000,000.00	40,000,000.00
3	Tools & Accessories	1.00	ls	50,500,000.00	50,500,000.00
4	Holiday Test	1.00	ls	30,000,000.00	30,000,000.00
5	Coating Test	1.00	ls	2,500,000.00	2,500,000.00
E	Hydrotest, Cleaning & Flushing				
1	Equipment & Tools	1.00	set	24,000,000.00	24,000,000.00
2	Instrument test	1.00	ls	90,000,000.00	90,000,000.00
3	Material	1.00	set	151,000,000.00	151,000,000.00
4	Supervisor & Technician	20.00	days	1,650,000.00	33,000,000.00
5	Mobilisasi & Demobilisasi	1.00	ls	18,400,000.00	18,400,000.00
F	Finalisasi Proyek	1.00	ls	134,200,000.00	134,200,000.00
G	Project Management	4.00	bln	270,630,000.00	1,082,520,000.00
	Total Construction				34,938,370,000.00
	TOTAL				78,655,170,000.00
	Pembulatan				78,650,000,000.00
	PPN 10%				7,865,000,000.00
	Penawaran termasuk PPN				86,515,000,000.00

Sumber : Hasil Olahan Data

Yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk perhitungan contingency cost pada proyek yang diteliti. Parameter untuk menentukan nilai frekuensi/peluang kejadian dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Nilai rata-rata indeks peluang yang diperoleh dari 15 responden (Tabel 4.3) adalah Tabel 4.3. Nilai rata-rata indeks frekuensi/kemungkinan event resiko

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 indeks
Variabel resiko yang berhubungan dengan <i>Perencanaan/Engineering</i>			
1	Terjadinya perubahan desain.	Disain yang tidak sesuai dengan persyaratan yang diminta owner (R1).	3.818
2	Proses pengajuan & persetujuan dokumen desain.	Keterlambatan pengajuan desain oleh kontraktor untuk disetujui pemberi kerja (R2).	4.0

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 indeks
3	Waktu pelaksanaan yang ketat sehingga mempengaruhi kualitas gambar disain.	Gambar desain tidak detail yang menimbulkan perbedaan persepsi (R3)	3.909
4	Kondisi unforeseen yang menyebabkan perubahan desain	Gambar Desain tidak sesuai dengan kondisi aktual di lapangan sehingga tidak dapat dilaksanakan (R4).	3.909
5	Ketersediaan dana dari pemberi kerja	Ketersediaan dana dari pemberi kerja yang mempengaruhi kualitas desain (R5)	3.636
6	Data survey/site investigation	Data survey tidak akurat/ sesuai dengan kondisi aktual di lapangan (R6)	3.636
7	Kompetensi SDM	Kemampuan team desain untuk membuat gambar desain sesuai permintaan owner (R7)	3.909
8	Perubahan ruang lingkup proyek	Penambahan atau pengurangan lingkup proyek yang mempengaruhi Nilai Kontrak (R8).	3.727
9	Pendefinisian spesifikasi teknis yang kurang jelas	Terdapat kesalahan definisi spesifikasi yang diminta oleh pemberi kerja (R9)	3.636
II	Indikator yang berhubungan dengan Procurement/Pengadaan		
1	Fluktuasi/kenaikan harga material	Kenaikan / fluktuasi harga material melebihi harga satuan material dalam kontrak (R10).	3.455
2	Keterlambatan pengajuan dan persetujuan gambar desain	Keterlambatan pengajuan dan persetujuan gambar desain yang mempengaruhi proses procurement dan construction (R11).	3.909

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 indeks
3	Ketersediaan material sesuai spesifikasi teknis	Type material yang tercantum di spesifikasi tidak ada di pasaran sehingga mempengaruhi schedule pelaksanaan (R12).	3.545
4	Material tidak sesuai spesifikasi	Kualitas material tidak sesuai spesifikasi sehingga terjadi penolakan material oleh Pengawas Pekerjaan (R13).	3.818
5	Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material	Pengajuan contoh/sample material terlambat, sehingga proses persetujuan juga terlambat (R14).	3.909
6	Pemilihan supplier/ sub-kontraktor .	Pemilihan supplier atau subkontraktor yang tidak tepat yang mempengaruhi schedule proyek (R15).	3.818
7	Perhitungan harga satuan material yang kurang akurat	Terjadinya change order dan variation order pada material yang membutuhkan waktu lama dalam proses pengiriman (R16)	3.636
8	Kontrak Kerja dengan supplier dan subkontraktor yang kurang jelas.	Terdapat perbedaan pendefinisian dalam proses pengajuan tagihan dan pembayaran, sehingga pencairan mengalami hambatan (R17).	3.636
9	Proses Pengadaan Material akibat waktu pelaksanaan yang terlalu ketat	Jadwal pengadaan material/ equipment yang terlambat sehingga mempengaruhi jadwal pelaksanaan (R18)	3.727
10	Spesifikasi teknis yang tidak jelas	Terjadinya perubahan Spesifikasi teknis selama konstruksi yang mempengaruhi harga material (R19).	3.636
III	Indikator yang berhubungan dengan Construction/Pelaksanaan		
1	Kondisi cuaca yang tidak dapat dipastikan	Terjadinya cuaca buruk yang menyebabkan pekerjaan harus dihentikan (R20).	4.182

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 indeks
2	Permasalahan dengan penduduk sekitar	Terjadinya demo penduduk / masyarakat yang menyebabkan proyek terhenti (R21)	3.636
3	Dampak sosial dan lingkungan	Kontraktor harus memberdayakan pekerja lokal untuk menghindari permasalahan sosial (R22).	3.727
4	Keterlambatan dalam inspeksi dan pengetesan oleh pihak ketiga	Ada keterlambatan jadwal inspeksi dan pengetesan proyek secara keseluruhan (R23).	3.545
5	Area/lahan Kerja yang terbatas	Lahan pekerjaan yang terbatas sehingga produktifitas pekerjaan tidak maksimal (R24).	3.545
6	Ijin kerja pemakaian lahan	Kurangnya sosialisasi terhadap instansi terkait dan lingkungan sekitar yang menghambat pelaksanaan pekerjaan (R25)	3.727
7	Kompetensi Subkontraktor	Kemampuan subkontraktor untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dokumen kontrak (R26).	3.909
8	Perubahan ruang lingkup proyek	Penambahan atau pengurangan lingkup proyek yang mempengaruhi biaya proyek (R27).	3.636
9	Perubahan spesifikasi teknis	Terdapat kesalahan pendefinisian spesifikasi yang diminta oleh pemberi kerja (R28)	3.727
10	Pemilihan Metode Pekerjaan	Perubahan metode kerja akibat kondisi aktual dilapangan yang tidak sesuai desain (R29).	4.182
11	Perubahan gambar kerja/desain	Proses perubahan gambar kerja tidak sesuai dengan rencana pelaksanaan proyek (R30).	3.636

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 indeks
12	Terjadinya pekerjaan ulang / rework	pekerjaan ulang/ perbaikan yang harus dilakukan karena kurangnya pengawasan (R31)	3.727
13	Keterlambatan penyelesaian pekerjaan yang mengakibatkan biaya denda	Penyelesaian pekerjaan yang melebihi waktu pelaksanaan yang tercantum di dalam Kontrak Proyek (R32).	3.909
14	Kompetensi SDM / team proyek yang kurang berpengalaman.	Pengalaman team proyek dalam menyelesaikan proyek sejenis masih kurang (R33).	3.727
15	Proses persetujuan shop drawing	Proses persetujuan shop drawing yang terlambat yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan (R34).	3.636
16	Monitoring jadwal pelaksanaan.	Kontraktor tidak membuat sistem pengendalian jadwal proyek dengan baik dan tepat sesuai situasi lapangan yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan (R35)	3.455
17	Birokrasi yang berbelit-belit	Banyaknya pihak yang terlibat sehingga mempengaruhi efektifitas kerja (R36)	3.545
18	Proses pengambilan keputusan	Pengambilan keputusan yang kurang cepat dan tepat sehingga mempengaruhi produktifitas proyek (R37)	3.6365
19	Implementasi manajemen safety di proyek yang tidak efektif.	Kontraktor tidak merencanakan sistem K3L sesuai peraturan (SOP) yang berlaku saat melaksanakan pekerjaan (R38).	3.455
20	Kecelakaan kerja di area proyek	Terjadinya kecelakaan kerja yang mengakibatkan pekerjaan dihentikan (R39)	3.364
21	Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek	Terjadinya penghentian pekerjaan akibat adanya kegiatan operasional pemberi kerja (R40).	3.455

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 indeks
22	Struktur Organisasi yang kurang mendukung.	Buruknya komunikasi antara para pihak pada tahap perencanaan, pengadaan dan konstruksi (R41).	3.545
23	Komunikasi antara para pihak dalam proyek.	Proses komunikasi antar pihak terkait tidak lancar. (R42)	3.636
24	Dokumentasi proyek yang buruk	Pengendalian dokumentasi proyek yang tidak tersusun menurut kronologisnya yang mempengaruhi urutan pelaksanaan pekerjaan (R43).	3.636
25	Keterlambatan pembayaran progress pekerjaan oleh pemberi kerja	Pencairan tagihan tidak sesuai jadwal yang telah disepakati yang menyebabkan cash flow terganggu (R44)	3.636
26	Pembiayaan proyek tidak lancar	Pembiayaan proyek yang tidak terencana baik mempengaruhi kelancaran pekerjaan (R45)	3.636
27	Sistem Pengendalian Biaya Proyek	Lemahnya sistem pengendalian biaya proyek untuk melakukan tindakan (R46)	3.545

4.2.2. Penilaian indeks *impact*/dampak Event Resiko.

Data yang diperoleh dari penyebaran kuisioner ke 20 responden berupa peluang/kemungkinan dan dampak terjadinya resiko pada proyek terdahulu yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk perhitungan contingency cost pada proyek yang diteliti. Parameter untuk menentukan nilai *impact*/dampak kejadian dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Nilai rata-rata indeks dampak kemungkinan terjadi resiko yang diperoleh dari 15 responden adalah Tabel 4.4 :

Tabel 4.4. Nilai rata-rata impact/dampak kejadian resiko

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 Indeks
Variabel resiko yang berhubungan dengan Perencanaan/Engineering			
1	Terjadinya perubahan desain.	Disain yang tidak sesuai dengan persyaratan yang diminta owner (R1).	3.818
2	Keterlambatan dokumen desain.	Keterlambatan pengajuan desain oleh kontraktor untuk disetujui pemberi kerja (R2).	4.182
3	Waktu pelaksanaan yang ketat sehingga mempengaruhi kualitas gambar desain.	Gambar desain tidak detail yang menimbulkan perbedaan persepsi (R3)	3.727
4	Kondisi unforeseen menyebabkan perubahan desain	Gambar Desain tidak sesuai dengan kondisi aktual di lapangan sehingga tidak dapat dilaksanakan (R4).	4.182
5	Ketersediaan dana dari pemberi kerja	Ketersediaan dana dari pemberi kerja yang mempengaruhi kualitas desain (R5)	3.455
6	Data survey/site investigation	Data survey tidak akurat/ sesuai dengan kondisi aktual di lapangan (R6)	3.727
7	Kompetensi SDM	Kemampuan team desain untuk membuat gambar desain sesuai permintaan owner (R7)	4.0
8	Perubahan ruang lingkup proyek	Penambahan atau pengurangan lingkup proyek yang mempengaruhi Nilai Kontrak (R8).	3.727
9	Spesifikasi teknis yang kurang jelas	Terdapat kesalahan pendefinisian spesifikasi yang diberikan oleh pemberi kerja (R9)	3.636
II	Indikator yang berhubungan dengan Procurement/Pengadaan		
1	Fluktuasi/kenaikan harga material	Kenaikan / fluktuasi harga material melebihi harga satuan material dalam kontrak (R10).	3.455

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 Indeks
2	Perubahan gambar desain selama konstruksi	Perubahan spesifikasi material dari yang ditetapkan sesuai gambar desain (R11).	4.182
3	Ketersediaan material sesuai spesifikasi teknis	Type material yang tercantum di spesifikasi tidak ada di pasaran sehingga mempengaruhi schedule pelaksanaan (R12).	3.545
4	Order material tidak sesuai	Kualitas material tidak sesuai spesifikasi sehingga terjadi penolakan material oleh Pengawas Pekerjaan (R13).	3.455
5	Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material	Pengajuan contoh/sample material terlambat, sehingga proses persetujuan juga terlambat (R14).	4.182
6	Pemilihan supplier/ sub-kontraktor .	Pemilihan supplier atau subkontraktor yang tidak tepat yang mempengaruhi kelancaran proyek (R15).	3.909
7	Perubahan harga satuan material	Terjadinya change order dan variation order pada material yang membutuhkan waktu lama dalam proses pengiriman (R16)	3.545
8	Kontrak kerja dengan supplier dan Sub-kontraktor yang kurang jelas .	Terdapat perbedaan pendefinisian dalam proses pengajuan tagihan dan pembayaran, sehingga pencairan mengalami hambatan (R17).	3.727
9	Jadwal Pengadaan Material	Jadwal pengadaan material/ equipment yang terlambat sehingga mempengaruhi jadwal pelaksanaan (R18)	3.727
11	Spesifikasi teknis yang tidak jelas	Terjadinya perubahan Spesifikasi teknis selama konstruksi yang mempengaruhi harga material (R19).	3.636
III	Indikator yang berhubungan dengan Construction/Pelaksanaan		

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 Indeks
1	Kondisi cuaca yang tidak dapat dipastikan	Terjadinya cuaca buruk yang menyebabkan pekerjaan harus dihentikan (R20).	3.909
2	Permasalahan dengan penduduk sekitar	Terjadinya demo penduduk / masyarakat yang menyebabkan proyek terhenti (R21)	3.545
3	Dampak sosial dan lingkungan	Kontraktor harus memberdayakan pekerja lokal untuk menghindari permasalahan sosial (R22).	3.727
4	Keterlambatan dalam inspeksi dan pengetesan oleh pihak ketiga	Ada keterlambatan jadwal inspeksi dan pengetesan proyek secara keseluruhan (R23).	3.545
5	Area/lahan Kerja yang terbatas	Lahan pekerjaan yang terbatas sehingga produktifitas pekerjaan tidak maksimal (R24).	3.545
6	Ijin kerja pemakaian lahan	Kurangnya sosialisasi terhadap instansi terkait dan lingkungan sekitar yang menghambat pelaksanaan pekerjaan (R25)	3.727
7	Kompetensi Subkontraktor	Kemampuan subkontraktor untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dokumen kontrak (R26).	3.727
8	Perubahan ruang lingkup proyek	Penambahan atau pengurangan lingkup proyek yang mempengaruhi biaya proyek (R27).	3.636
9	Perubahan spesifikasi teknis	Terdapat kesalahan pendefinisian spesifikasi yang diberikan oleh pemberi kerja (R28)	3.727
10	Pemilihan Metode Pekerjaan	Perubahan metode kerja akibat kondisi aktual dilapangan yang tidak sesuai desain (R29).	4.182

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 Indeks
11	Perubahan gambar kerja/ gambar desain	Proses perubahan gambar kerja tidak sesuai dengan rencana pelaksanaan proyek (R30).	4.182
12	Terjadinya pekerjaan ulang / rework	pekerjaan ulang/ perbaikan yang harus dilakukan karena kurangnya pengawasan (R31)	3.636
13	Keterlambatan penyelesaian pekerjaan	Penyelesaian pekerjaan yang melebihi waktu pelaksanaan yang tercantum dalam Kontrak Proyek (R32).	3.818
14	Kompetensi SDM/ team proyek yang kurang berpengalaman.	Pengalaman team proyek dalam menyelesaikan proyek sejenis masih kurang (R33).	3.636
15	Proses persetujuan shop drawing	Proses persetujuan shop drawing yng terlambat yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan (R34).	3.727
16	Monitoring jadwal pelaksanaan.	Kontraktor tidak membuat sistem pengendalian jadwal proyek dengan baik dan tepat sesuai situasi lapangan yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan (R35)	3.455
17	Birokrasi yang berbelit-belit	Banyaknya pihak yang terlibat sehingga mempengaruhi efektifitas kerja (R36)	3.545
18	Proses pengambilan keputusan	Pengambilan keputusan yang kurang cepat dan tepat sehingga mempengaruhi produktifitas proyek (R37)	3.545
19	Implementasi manajemen safety di proyek yang tidak efektif.	Kontraktor tidak merencanakan sistem K3L sesuai peraturan (SOP) yang berlaku saat melaksanakan pekerjaan (R38).	3.455
20	Kecelakaan kerja di area proyek	Terjadinya kecelakaan kerja yang mengakibatkan pekerjaan dihentikan (R39)	3.364

Variabel Resiko		Definisi Operasional	Rata-2 Indeks
21	Adanya pemberhentian pekerjaan akibat masalah external	Terjadinya penghentian pekerjaan akibat masalah social dan gambar disain yang belum disetujui (R40).	3.455
22	Struktur Organisasi yang kurang mendukung.	Buruknya komunikasi antara para pihak pada tahap perencanaan, pengadaan dan konstruksi (R41).	3.545
23	Komunikasi antara para pihak dalam proyek.	Proses komunikasi antar pihak terkait tidak lancar (R42).	3.636
24	Dokumentasi proyek yang buruk	Pengendalian dokumentasi proyek yang tidak tersusun menurut kronologisnya yang mempengaruhi urutan pelaksanaan pekerjaan (R43).	3.636
25	Keterlambatan pembayaran progress pekerjaan oleh pemberi kerja	Pencairan tagihan tidak sesuai jadwal yang telah disepakati yang menyebabkan cash flow terganggu (R44)	3.727
26	Pembiayaan proyek tidak lancar	Pembiayaan proyek yang tidak terencana dengan baik yang mempengaruhi kelancaran pekerjaan (R45)	3.909
27	Sistem Pengendalian Biaya Proyek	Lemahnya sistem pengendalian biaya proyek untuk melakukan tindakan antisipasi yang mengakibatkan terjadinya overbudget (R46)	3.727

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa 5 (lima) faktor resiko yang mempunyai nilai indeks frekuensi/peluang dan impact/dampak yang tertinggi :

a. Pada tahap desain (*engineering*) adalah :

- Keterlambatan pengajuan dokumen/gambar disain sehingga mempengaruhi proses procurement dan construction
- Kondisi unforeseen karena pekerjaan pemasangan pipa di underground level yang menyebabkan sering terjadinya perubahan disain
- Waktu pelaksanaan yang terlalu ketat sehingga gambar kurang detail dan tidak sesuai dengan kondisi aktual di lapangan

- Kompetensi SDM yang mempengaruhi kualitas desain
- Spesifikasi Material yang kurang jelas sehingga mempengaruhi kualitas gambar desain dan proses *procurement*.

b. Pada tahap pengadaan (*procurement*) adalah

- Proses persetujuan material akibat perubahan gambar desain
- Proses pengiriman material akibat waktu pelaksanaan yang terlalu ketat
- Kontrak kerja dengan supplier atau subkon yang kurang jelas
- Perhitungan harga satuan material yang tidak akurat
- Pemilihan supplier/subkontraktor yang tidak tepat

c. Pada tahap pelaksanaan (*construction*) adalah

- Perubahan metode kerja akibat kondisi unforeseen yang mengakibatkan perubahan harga satuan pekerjaan
- Keterlambatan penyelesaian pekerjaan yang menimbulkan biaya denda
- Kompetensi SDM yang tidak sesuai dengan kebutuhan proyek yang mempengaruhi proses pengambilan keputusan.
- Proses pembayaran dari Pihak Owner tidak sesuai rencana cash flow proyek sehingga timbul biaya beban bunga pinjaman
- Kondisi cuaca/hujan yang tidak dapat dipastikan dan menyebabkan pekerjaan dihentikan sehingga mempengaruhi produktifitas kerja

4.2.3. Penilaian Indeks Level Resiko

Setelah mengetahui indeks peluang dan dampak kemungkinan terjadi resiko, selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan indeks/level resiko yang diformulasikan sebagai f (*likelihood, impact*). Resiko yang potensial terjadi dan mempengaruhi total biaya proyek diambil dari 5 (lima) variable resiko yang tertinggi di setiap tahapan proses *engineering, procurement dan construction* Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Indeks Level Resiko pada proyek EPC

No	Faktor Resiko	Indeks Frekuensi (P)	Indeks Dampak (I)	Indeks (PxI)
	Proses Engineering/Desain			
RE1	Kondisi unforeseen yang menyebabkan perubahan disain	3.909	4.182	16.348

No	Faktor Resiko	Indeks Frekuensi (P)	Indeks Dampak (I)	Indeks (PxI)
RE2	Waktu pelaksanaan yang terlalu ketat	3.909	3.727	14.568
RE3	Proses pengajuan dan persetujuan gambar disain yang lama	4.0	4.182	16.728
RE4	Kompetensi SDM yang mempengaruhi kualitas desain	3.909	4.0	15.636
RE5	Spesifikasi material yang tidak jelas	3.636	3.909	14.213
	Proses Procurement			
RP1	Proses persetujuan material oleh pemberi kerja	3.909	4.182	16.347
RP2	Proses pengiriman material akibat waktu pelaksanaan yang terlalu ketat	3.727	3.727	13.89
RP3	Kontrak kerja dengan supplier atau subkon yang kurang jelas	3.636	3.727	14.569
RP4	Perhitungan harga satuan material yang tidak akurat	3.636	3.545	12.899
RP5	Pemilihan supplier material/ Performance supplier	3.818	3.909	14.924
	Proses Construction			
RC1	Pemilihan metode kerja yang mempengaruhi harga satuan pekerjaan	4.182	4.182	17.489
RC2	Keterlambatan penyelesaian pekerjaan yang menimbulkan biaya denda	3.909	3.818	14.925
RC3	Kondisi cuaca yang mempengaruhi produktifitas kerja	4.182	3.909	16.347
RC4	Kompetensi SDM yang tidak sesuai dengan kebutuhan proyek	3.727	3.636	13.551
RC5	Pembiayaan Proyek yang tidak terencana dengan baik	3.636	3.909	14.213

4.2.4. Penilaian Bobot Resiko

Selanjutnya dilakukan perhitungan bobot / prioritas resikonya dengan menggunakan pairwise comparison untuk masing-masing tahapan proses engineering, procurement dan construction dimana resiko engineering (RE1..RE5), resiko procurement (RP1..RP5) dan resiko construction (RC1

..RC5). Penilaian berdasarkan hasil wawancara dengan Manajer Proyek yang diteliti, Tabel 4.6. - Tabel 4.11.

Tabel 4.6. Pairwise comparison untuk tahap Engineering

	RE1	RE2	RE3	RE4	RE5
RE1	1.00	5.00	3.00	3.00	5.00
RE2	0.20	1.00	5.00	3.00	0.14
RE3	0.33	0.20	1.00	5.00	5.00
RE4	0.33	0.33	0.20	1.00	5.00
RE5	0.20	7.00	0.20	0.20	1.00
	2.07	13.53	9.40	12.20	16.14

Tabel 4.7. Normalisasi Matriks untuk tahap Engineering

	RE1	RE2	RE3	RE4	RE5	Rata-2
RE1	0.483871	0.369458	0.319149	0.2459	0.3097	0.345623
RE2	0.096774	0.073892	0.531915	0.2459	0.0088	0.191466
RE3	0.16129	0.014778	0.106383	0.4098	0.3097	0.200404
RE4	0.16129	0.024631	0.021277	0.0820	0.3097	0.11978
RE5	0.096774	0.517241	0.021277	0.0164	0.0619	0.142727

Tabel 4.8. Pairwise comparison untuk tahap procurement

	RP1	RP2	RP3	RP4	RP5
RP1	1.00	7.00	5.00	3.00	3.00
RP2	0.14	1.00	5.00	3.00	5.00
RP3	0.20	0.20	1.00	5.00	7.00
RP4	0.20	0.33	0.20	1.00	5.00
RP5	0.33	7.00	0.14	0.20	1.00
	1.88	15.53	11.34	12.20	21.00

Tabel 4.9. Normalisasi matriks untuk tahap procurement

	RP1	RP2	RP3	RP4	RP5	Rata-2
RP1	0.5330	0.4506	0.4408	0.2459	0.1429	0.3626
RP2	0.0761	0.0644	0.4408	0.2459	0.2381	0.2131
RP3	0.1066	0.0129	0.0882	0.4098	0.3333	0.1902
RP4	0.1066	0.0215	0.0176	0.0820	0.2381	0.0932
RP5	0.1777	0.4506	0.0126	0.0164	0.0476	0.1410

Tabel 4.10. Pairwise comparison untuk tahap construction

	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5
RC1	1.000	5.000	3.000	3.000	5.000
RC2	0.200	1.000	0.333	0.200	3.000
RC3	0.333	3.000	1.000	5.000	5.000
RC4	0.333	5.000	0.200	1.000	5.000
RC5	0.200	0.333	0.200	0.200	1.000
	2.067	14.333	4.733	9.400	19.000

Tabel 4.11. Normalisasi matriks untuk tahap construction

	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	Rata-2
RC1	0.4839	0.3488	0.6338	0.3191	0.2632	0.4098
RC2	0.0968	0.0698	0.0704	0.0213	0.1579	0.0832
RC3	0.1613	0.2093	0.2113	0.5319	0.2632	0.2754
RC4	0.1613	0.3488	0.0423	0.1064	0.2632	0.1844
RC5	0.0968	0.0233	0.0423	0.0213	0.0526	0.0472

4.3. Perhitungan Biaya Kontingensi

Data-data yang diperoleh baik dari hasil survey pendahuluan, penyebaran kuisisioner maupun wawancara langsung dengan responden yang kompeten maupun review dari data sekunder yang diolah sebagai input data untuk melakukan simulasi Montecarlo.

Tahapan dari pengolahan data penelitian dengan simulasi Montecarlo adalah :

1. Pembuatan input data dari hasil interview dalam format excel yang berupa pengaruh variable resiko yang signifikan terhadap setiap pekerjaan yang ada pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada masing-masing tahapan proyek EPC dan digunakan sebagai input simulasi.
2. Proses dimulai dari menghasilkan angka acak antara 0 dan 1 , dan kemudian menghasilkan simpangan acak atau varian dari fungsi kepadatan dari distribusi probabilitas tertentu seperti distribusi normal atau distribusi beta . Setiap simulasi (iterasi atau replikasi) , simulator mengambil sampel acak dari distribusi probabilitas tertentu , yang digunakan untuk memodelkan bahwa faktor tidak pasti . Proses ini diulang sejumlah 1000x untuk menghasilkan distribusi biaya proyek .

3. Simulasi Montecarlo dengan menggunakan program software @Risk for Excel.
4. Analisa output dari hasil simulasi.

Data masing-masing responden yang berupa prosentase biaya masing-masing variable resiko yang berpengaruh terhadap masing-masing item pekerjaan yang tercantum di dalam Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP), Tabel 4.12, dikalikan dengan bobot resiko hasil dari pairwise comparison. Kemudian hasilnya dijumlahkan untuk mendapatkan nilai random. variable dari setiap responden, Tabel 4.13 dan dikalikan harga satuan pekerjaan.

Tabel 4.12. RENCANA ANGGARAN PELAKSANAAN

PROYEK PENGADAAN DAN PEMBANGUNAN PIPA GAS DISTRIBUSI
PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PIPA GAS UNTUK TRANSPORTASI GAS 2013

NO	URAIAN	VOL	UNIT	HARGA SATUAN	TOTAL
I	Engineering				
1	Detail Engineering	1.00	ls	700,000,000	700,000,000
2	Instalation Engineering	1.00	ls	700,000,000	700,000,000
3	HAZOP & HAZARD	1.00	ls	1,200,000,000	1,200,000,000
	<i>Total Engineering</i>				2,600,000,000
II	Procurement				
	<i>Persiapan, Set Up proyek</i>				
1	Operation & Preparation	1.00	ls	40,000,000	40,000,000
2	Equipment Safety	1.00	ls	180,000,000	180,000,000
	Pengadaan Material, Fasilitas, & Peralatan				
3	Material excluding Pipe	1.00	Ls	24,755,023,690	12,357,270,090
4	<i>Instrumentation</i>	1.00	Ls	10,430,000,000	10,430,000,000
5	Catodic Protection	1.00	set	715,490,000	715,490,000
6	Pengelasan	2,474	joint	310,000.00	1,252,263,600
	TOTAL				24,755,023,690
	Fabrikasi Konstruksi dan Instalasi				
1	Concrete support	1.00	ls	111,720,000	111,720,000
2	Trans Boring	1.00	ls	1,875,000,000	1,875,375,000
3	Sheet Pile	1.00	ls	2,375,000,000	2,375,000,000
4	Future construction Beji	1.00	set	4,500,000	4,500,000
	TOTAL				4,366,220,000
5	Inspeksi Teknis & Pengetesan	1.00	set	400,000,000	400,000,000
6	Hydrotest, Cleaning & Flushing Line	1.00	set	1,088,000,000	1,088,000,000
	Total Procurement				30,829,243,690

NO	URAIAN	VOL	UNIT	HARGA SATUAN	TOTAL
III	Construction				
1	Operation & Preparation	1.00	ls	440,000,000	440,000,000
2	Construction permits	1.00	ls	3,200,000,000	3,200,000,000
1	Topography, Soil Investigation	1.00	ls	400,000,000	400,000,000
	Pengadaan Material,Peralatan & Fasilitas				
1	Metering package	1.00	ea	1,680,000,000	1,680,000,000
2	Cathodic Protection	1.00	lot	80,000,000	80,000,000
	TOTAL				1.760.000.000
	Fabrikasi, Konstruksi & instalasi				
1	Penyambungan Pipa	14,800	m	875.000	12,950,000,000
2	Construction Equipment (incl. fuel & operator)	1.00	ls	2.078.000.000	2,014,240,000
NO	URAIAN	VOL	UNIT	HARGA SATUAN	TOTAL
3	Trans boring	1.00	Ls	4,622,215,640	4,622,215,640
4	Tie In	1.00	Ls	22,400,000	22,400,000
	TOTAL				19.608.855.640
5	Inspeksi Teknis & Pengetesan	1.00	Ls	362,600,000	362,600,000
6	Hydrotest, Cleaning & Flushing			413,120,000	413,120,000
7	Finalisasi Proyek	1.00	Ls	250,000,000	250,000,000
8	Project Management	5.00	Bln	560,000,000	2,800,000,000
	Total Construction				29,234,575,640
	TOTAL EPC				62.663.819.330

Sumber : Hasil Olahan

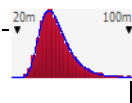
Tabel 4.13. Penentuan random variabel

No.	Aktifitas/Kegiatan	RAP (Rp)		% kenaikan biaya akibat resiko engineering terhadap setiap tahapan pekerjaan EPC (I)					
				Faktor resiko	RE1	RE2	RE3	RE4	RE5
I	Proses /Engineering		Bobot (w)	35%	19%	20%	12%	14%	I x w
			Proyek(P)/ Expert (E)						
1	Detail Engineering	700,000,000	P1	10.0%	3.0%	3.0%	8.0%	5.0%	6.3%
			P2	15.0%	5.0%	5.0%	10.0%	8.0%	9.5%
			P3	8.0%	3.0%	5.0%	3.0%	5.0%	5.4%
			P4	10.0%	5.0%	8.0%	5.0%	8.0%	7.8%
			P5	8.0%	3.0%	5.0%	3.0%	3.0%	5.1%
			E1	10.0%	5.0%	8.0%	5.0%	5.0%	7.3%
			E2	8.0%	3.0%	5.0%	5.0%	8.0%	6.1%
			E3	10.0%	5.0%	8.0%	8.0%	10.0%	8.4%

Selanjutnya dari data-data responden yang ada, ditentukan jenis distribusinya yang paling tepat (distribusi best fit) untuk mendapatkan nilai minimal, mean dan maksimal melalui simulasi Montecarlo. Dengan menggunakan alat bantu yang ada pada Program @RISK for Excell dapat ditentukan nilai minimal, most likely/mean dan maksimal contingency cost untuk setiap item pekerjaan tersebut

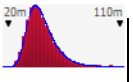
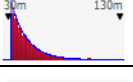
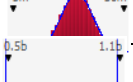
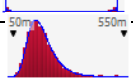
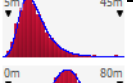
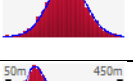

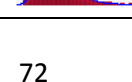

Hasil simulasi Montecarlo untuk random variable salah satu pekerjaan dengan menggunakan distribusi best fit adalah (Tabel 4.14).

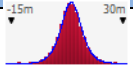
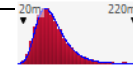
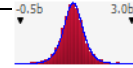
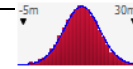

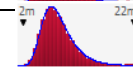
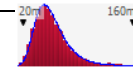
Tabel 4.14. Hasil penentuan distribusi probabilitas

Name	Distribusi	Graph	Min	Mean	Max
Detail Engineering	Beta		28,302,550	48,879,140	102,151,300

- Hasil penentuan distribusi probabilitas untuk mengetahui nilai minimal, mean dan maksimal semua item pekerjaan EPC dapat dilihat pada Table 4.15.
- Setelah semua item pekerjaan ditentukan jenis distribusinya maka dilakukan simulasi dengan iterasi 1000x dan didapatkan biaya kontingensi setiap aktifitas pekerjaan untuk setiap tahapan proses engineering, procurement, dan construction Tabel 4.16.

Tabel 4.15. Fungsi Distribusi Probabilitas

Pekerjaan	Distribusi	Graph	Min	Mean	Max
Detail Engineering	Beta		28,857,200	48,887,530	101,185,400
Instalation Engineering	Beta		36,316,270	49,115,360	123,957,900
Persiapan & mobilisasi	Normal		(1,722,756)	15,106,890	28,912,890
Pengadaan material dan alat	Uniform		512,229,600	810,269,400	1,067,870,000
Fabrikasi, Konstruksi & Inst (Procurement)	Beta		80,086,670	190,657,800	513,226,000
Inspeksi teknis & Pengetesan (Procurement)	Beta		6,150,991	15,478,080	43,300,670
Hydrotest, cleaning & Flushing (Pengadaan)	Normal		1,597,954	42,220,940	78,561,450
Persiapan (construction)	Beta		76,972,940	179,982,000	444,811,500
Mobilisasi personil & equip (constr)	Beta		7,701,695	20,669,380	53,533,290

Pekerjaan	Distribusi	Graph	Min	Mean	Max
Topography, soil investigation (const.)	Beta		(10,581,250)	9,272,099	26,416,630
Material, Peralatan, Fasilitas constr.	Beta		25,726,670	77,368,630	201,996,700
Fabrikasi, konstruksi & instalasi (constr.)	Beta		(47,076,760)	1,185,506,000	2,558,371,000
Inspeksi teknis & Pengetesan (constr)	Normal		(1,534,802)	13,622,820	29,038,710
Hydrotest, cleaning & flushing (constr.)	Beta		6,743,364	16,521,690	38,286,520
Finalisasi pekerjaan	Beta		3,074,498	8,762,119	21,310,820
Project management	Beta		21,363,970	59,357,750	144,115,200

- Tahap Procurement sebesar Rp. 1.104.190.985,- atau secara prosentase sebesar 1.40% terhadap Nilai Total Pekerjaan.
- Tahap Construction sebesar Rp. 1.647.420.000,- atau secara prosentase sebesar 2.09% terhadap Nilai Total Pekerjaan.

Dari data tersebut diatas dapat diketahui bahwa nilai biaya kontingensi pada tahap Construction adalah lebih tinggi dibanding pada tahap Engineering dan Procurement.

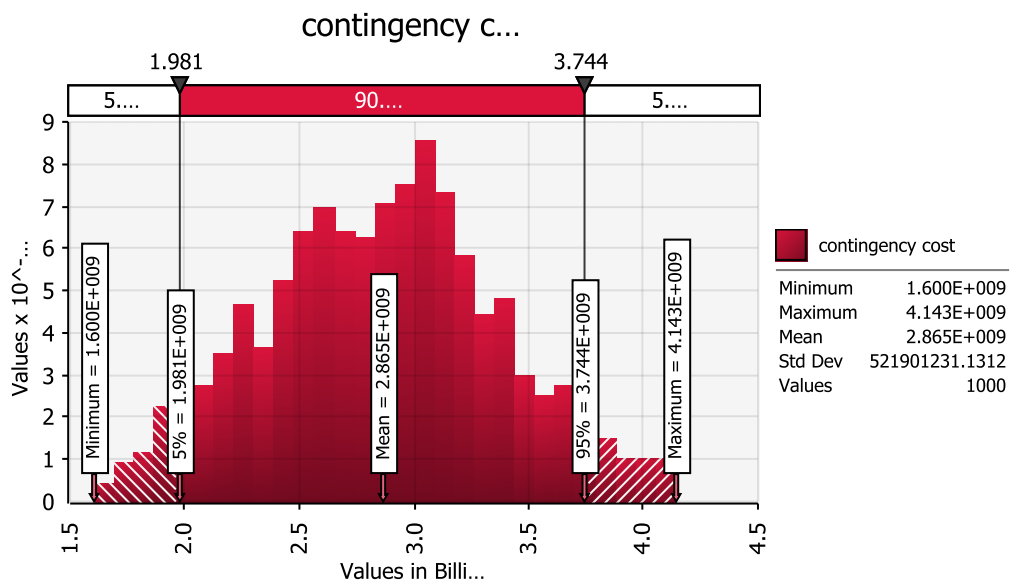
Tabel 4.16. Hasil Simulasi Contingency Cost

	Uraian	RAP	Min	Mean/Most Likely	Maks	Contingency
	Engineering					
1	Detail Engineering	700,000,000	28,302,550	48,879,140	102,151,300	54,328,402
2	Installation Engineering	700,000,000	36,316,270	49,115,360	123,957,900	59,455,935
3	HAZOP & HAZAD Study	1,200,000,000	-	-	-	
		2,600,000,000				113,784,337
	Procurement					
1	Persiapan & Mobilisasi	220,000,000	(1,722,756)	15,106,890	28,912,890	14,602,949
2	Pengadaan Material, Peralatan & Fasilitas	24,755,023,690	512,229,600	810,269,400	1,067,870,000	803,529,533
3	Fabrikasi, Konstruksi & Instalasi (Pengadaan)	4,366,220,000	80,086,670	190,657,800	513,226,000	225,990,645
4	Inspeksi teknis & Pengetesan (Pengadaan)	400,000,000	6,150,991	15,478,080	43,300,670	18,560,664
5	Hydrotest, Cleaning & Flushing (Pengadaan)	1,088,000,000	1,597,954	42,220,940	78,561,450	41,507,194
		30,829,243,690				1,104,190,985

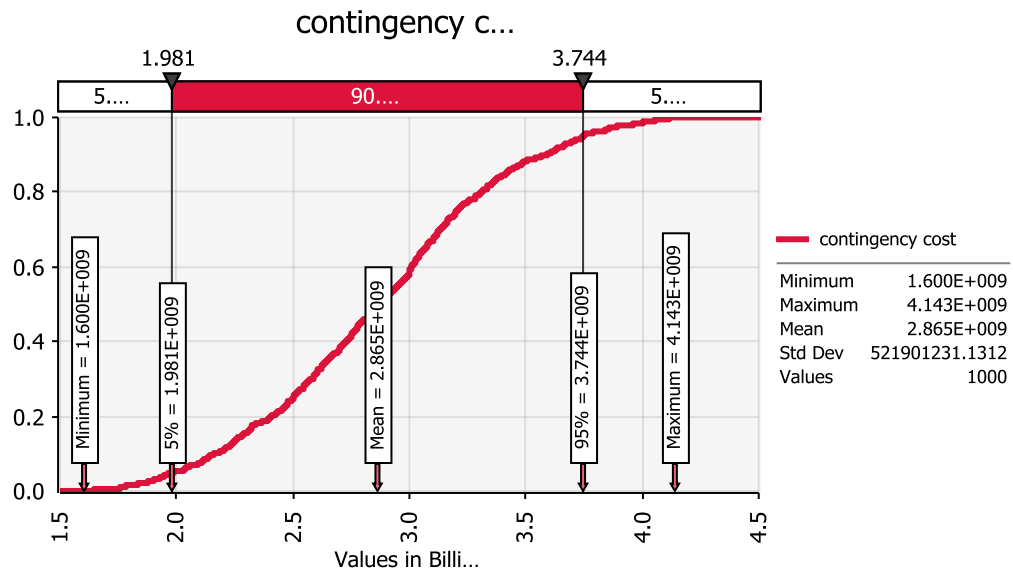
	Uraian	RAP	Min	Mean/Most Likely	Maks	Contingency
	Construction					
1	Persiapan/pre operation	3,200,000,000	76,972,940	179,982,000	444,811,500	206,952,073
2	Mobilisasi personil & equipment	440,000,000	7,701,695	20,669,380	53,533,290	23,985,418
3	Topography, Site Investigation	400,000,000	(10,581,250)	9,272,099	26,416,630	8,820,629
4	Pengadaan Material, Peralatan & Fasilitas (Pelaksanaan)	1,760,000,000	25,726,670	77,368,630	201,996,700	89,532,982
5	Fabrikasi, Konstruksi & Instalasi (Pelaksanaan)	19,608,855,640	(47,076,760)	1,185,506,000	2,558,371,000	1,208,886,373
6	Inspeksi teknis & Pengetesan (Pelaksanaan)	362,600,000	(1,534,802)	13,622,820	29,038,710	13,665,865
7	Hydrotest, Cleaning & Flushing (Pelaksanaan)	413,120,000	6,743,364	16,521,690	38,286,520	18,519,441
8	Finalisasi Pekerjaan	250,000,000	3,074,498	8,762,119	21,310,820	9,905,632
	Project Manajemen	2,800,000,000	21,363,970	59,357,750	144,115,200	67,151,695
		29,234,575,640				1,647,420,000
	TOTAL RAP (blm termasuk Pph dan BTL Pusat)	62,663,819,330				2,865,395,429

Sumber : Hasil Olahan

- Hasil simulasi biaya kontingensi secara keseluruhan proyek EPC dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Gambar 4.2 untuk probability distribution function (pdf) dan gambar 4.3. untuk cumulative distribution function (cdf).



Grafik 4.2. Grafik Probability distribution function



Grafik 4.3. Grafik Cummulative distribution function

Hasil output statistik simulasi Montecarlo (Tabel 4.17) adalah :

- Nilai rata-rata biaya kontingensi yang perlu ditambahkan pada biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan proyek yang diteliti adalah sebesar Rp. 2.865.395.429 atau sebesar 3.60% terhadap Nilai Total Pekerjaan dengan standard deviasi sebesar Rp.521.901.231,- atau sebesar 0.67%.
- Kemungkinan nilai biaya kontingensi maksimal sebesar Rp. 4,142,595,076,- atau sebesar 5.27% terhadap Nilai Total Pekerjaan namun terdapat juga kemungkinan nilai biaya kontingensi minimal sebesar Rp. 1,600,212,871,- atau sebesar 2.04% terhadap Nilai Total Pekerjaan.
- Sedangkan nilai biaya kontingensi pada tingkat probabilitas kurang 50% atau P50 adalah sebesar Rp. 2.876.706.032,- dan dengan tingkat probabilitas kurang dari 95% atau P95 adalah sebesar Rp. 3.744.424.787,-
- Dengan iterasi 1.000 x maka nilai absolute error :

$$\varepsilon = 3\sigma / \sqrt{N} \rightarrow \varepsilon = 3 \times 521.901.231 / \sqrt{1000} = 49.500.591$$
 atau sebesar 1.7% terhadap biaya kontingensi rata-rata (< 2%, ok)
- Menurut Querns (1989), besaran biaya kontingensi dipengaruhi oleh karakteristik atau jenis pekerjaannya. Untuk pekerjaan *Underground Work* besaran biaya kontingensi berkisar antara 2%-5%, Maka pemodelan perhitungan biaya kontingensi di atas masih dapat diterima.

Tabel 4.17. Hasil output statistik biaya kontingensi secara keseluruhan :

Hasil Statistik biaya kontingensi			
Statistics		Percentile	
Minimum	1,600,212,871	5%	1,981,193,311
Maximum	4,142,595,076	10%	2,168,869,524
Mean	2,865,395,429	15%	2,283,641,161
Std Dev	521,901,231	20%	2,410,224,573
Variance	2.72381E+17	25%	2,499,953,423
Skewness	0.045889582	30%	2,581,533,993
Kurtosis	2.545638248	35%	2,649,169,481
Median	2,876,706,032	40%	2,724,549,035
Mode	2,999,415,146	45%	2,791,545,314
Left X	1,981,193,311	50%	2,876,706,032
Left P	5%	55%	2,946,525,093
Right X	3,744,424,787	60%	3,009,961,372
Right P	95%	65%	3,068,939,369
Diff X	1,763,231,477	70%	3,133,062,752
Diff P	90%	75%	3,204,075,519
		80%	3,308,977,685
		85%	3,416,214,730
		90%	3,585,955,468
		95%	3,744,424,787

4.4. Uji Validasi

Biaya kontingensi hasil simulasi Montecarlo pada studi kasus Proyek yang diteliti sebesar Rp. 2.865 M atau sebesar 3.60% terhadap Nilai Total Pekerjaan dengan standard deviasi sebesar Rp.521.9 Juta,- atau sebesar 0.67% akan divalidasi terhadap kondisi aktual kenaikan biaya pada proyek tersebut. Menurut hasil wawancara dengan tim ahli Proyek Pengadaan dan Pemasangan desain, perubahan metode kerja dan biaya keterlambatan penyelesaian pekerjaan sebesar Rp. 1.882 M dari nilai kontrak Rp. 78.650 M,- atau sebesar 2.4%. Sehingga terjadi perbedaan nilai biaya kontingensi sebesar Rp. 416.8 Juta ~ 0.53%, sehingga pemodelan perhitungan contingency cost menurut manajer proyek yang diteliti masih dapat diterima.

BAB 5

KESIMPULAN & SARAN

Dengan sistim Kontrak EPC, Kontraktor adalah pihak yang paling dominan menanggung peluang terjadinya resiko akibat kondisi uncertainty, sehingga perlu menghitung biaya kontingensi untuk mengantisipasi terjadinya overbudget.

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan dan analisa data dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa 5 (lima) factor resiko yang paling berpengaruh di setiap tahapan proyek EPC adalah sebagai berikut :

- Pada tahap disain adalah keterlambatan pengajuan dan persetujuan dokumen/gambar disain, kondisi unforeseen, waktu pelaksanaan yang terlalu ketat, kompetensi SDM dan spesifikasi material yang kurang jelas.
- Pada tahap procurement adalah keterlambatan proses persetujuan material, proses pengiriman material, kontrak kerja dengan supplier atau subkon yang kurang jelas, perhitungan harga satuan material yang tidak akurat serta pemilihan Supplier material dan peralatan yang tidak tepat.
- Pada tahap construction adalah pemilihan metode kerja, keterlambatan penyelesaian pekerjaan, kompetensi SDM yang tidak sesuai dengan kebutuhan proyek, perencanaan pembiayaan proyek, kondisi cuaca.

Hasil simulasi biaya kontingensi yang terbesar adalah pada tahap construction proyek EPC yaitu sebesar Rp. 1.647.420.000 dimana prosentase terhadap Nilai Total Pekerjaan adalah sebesar 2.09%.

Sedangkan hasil simulasi biaya kontingensi terhadap keseluruhan nilai total pekerjaan adalah :

- Nilai rata-rata biaya kontingensi yang ditambahkan pada biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan Proyek yang diteliti adalah sebesar Rp. 2.865.395.429 atau sebesar 3.60% terhadap Nilai Total Pekerjaan dengan standard deviasi sebesar Rp.521.901.231,- atau sebesar 0.67%.

Hasil uji validasi biaya kontingensi dari simulasi Montecarlo dengan kondisi aktual terdapat perbedaan nilai biaya kontingensi sebesar Rp. 416.8 Juta ~ 0.53%, sehingga pemodelan perhitungan biaya kontingensi menurut manajer proyek yang diteliti masih dapat diterima.

Dengan demikian pemodelan perhitungan nilai biaya kontingensi dengan simulasi Montecarlo di atas dapat dijadikan sebagai acuan bagi para Manager Proyek untuk menentukan biaya kontingensi pada estimasi biaya proyek sejenis yang akan datang.

5.2.SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

- Adanya penelitian lebih lanjut tentang pemodelan perhitungan biaya kontingensi untuk karakteristik atau jenis proyek yang berbeda dengan memperbanyak variable distribusi probabilitas sehingga diperoleh pendekatan yang lebih optimal dan bersifat *general*.
- Memodelkan perhitungan biaya kontingensi proyek *EPC* yang dapat merepresentasikan keterkaitan antara variable distribusi probabilitas dan hasilnya bisa dibandingkan dengan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas W., (2012), "Alokasi Kontingensi : Conditional Variance-Base Approach", *Seminar Nasional VIII-2012 Teknik Sipil ITS Surabaya*.
- AS/NZS 4360, 3rd Edition The Australian and New Zealand Standard on Risk Management, Broadleaf Capital International Pty Ltd., NSW Australia
- Baccarini, D. (2002), "Estimating Project Cost Contingency – Beyond the 10% syndrome."
- Burroughs & Juntima (2004), "Exploring Techniques for Contingency Setting" *AACE International Transaction*, EST. 03
- Cooper, D.F. & Chapman (1987), *Risk Analysis for Large Project*, Wiley Chichester.
- Dey,P.K., (2002), "Construction Risk Management: A quantitative Approach", *Journal of Cost Engineering*, Vol 25/No. 1.
- Dey,P.K., (2002), "Project Risk Management: A Combined Analytic Hierarchy Process and Decision Tree Approach", *Journal of Cost Engineering*, Vol 44/No. 3.
- Djojosoedarso, S.(2004), *Prinsip-prinsip Manajemen Resiko & Asuransi*, Penerbit: Salemba 4, Jakarta
- Fenton, R.E., Cox, & Carlock, P. (1999), Incorporating contingency risk into project cost and benefit baselines, *INCOSE Conference*.
- Flanagan, R. And Norman, G. (1993), *Risk Management & Construction*, Blackwell Science.
- Kerzner Harold (2006), *Project Management: A System to Planning, Scheduling and Controlling*, Ninth Edition , John Wiley & Sons.
- Hayes, R., Perry J., Thompson (1986), *Risk Management in Engineering Construction : A Guide to Project Risk Analysis and Risk Management*, Thomas Telford, London.
- Hollmann J.K. (2007), "The Monte-Carlo Challenge: A Better Approach", *AACE International Transactions*, RISK.03.
- Ignatius, J., (2012), Abbere-Inge, E, Kumi,T.A.(2012), "The Financial Impact of Risk Factors Affecting Project Cost Contingency : Evidential Reasoning Method, *Journal of Engineering, Project and Production Management* 2013,3(2), 65-73.
- Josephine E.L.(2007), Presepsi tentang *Contingency Cost* Kontraktor di Indonesia : sebuah survey, *Teknik Sipil* Volume 7/No. 3, 274-286.

- Kwak, Y.H., dan Ingall, L., (2007), "Exploring Montecarlo Simulation for Project Management", *Risk Management* (2007) 9, 44-57.
- Mubin S., and Mubin G., (2008), "Risk Analysis for Construction & Operation of Gas Pipe Line Projects in Pakistan", *Journal Engineering & Applied Science* Vol 2 ,Jan 2008.
- Mak, S. & Picken D. (2000), Using Risk Analysis to Determine Construction Project Contingencies, *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(2), 130-136.
- Moselhi, O.(1997), Risk Management and Contingency Estimating in *AACE Transaction* Dallas, D&RM/A.06.1-6.
- Nassar, K. (2002), Cost Contingency Analysis for Construction Projects using spreadsheets, *Cost Engineering*, 44(9), 26-35
- Ogunsami, O.E., Salako, O.A., Ajayi,O.M., (2011), "Risk Classification Model for Design & Build Projects, *Journal of Engineering, Project and Production Management* 2013,1(1), 46-60.
- Partawijaya, Y. (2001), Analisis Variabel Ketidakpastian pada Estimasi Harga vs Satuan Pekerjaan Proyek Konstruksi, Tesis Magister Teknik Sipil Bidang MRK-ITB, Bandung
- PMBOK, (2012), A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Fourth Edition, Project Management Institute, Four Campus boulevard, Newton square, PA 19073-3299 USA.
- PMI (Project Management Institute) (2004) A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Third Edition, Newtown Square
- Palisade corporation, (1997), @Risk Software, @Risk Analysis and Simulation Add-in for Microsoft Excell, Newfield NY, <http://www.palisade.com>.
- Querns, W.R., (1989) "What is contingency anyway?", *American Association of Cost EngineersTransactions*, Paper B.9.1., San Diego
- Rahul B., Apte (2014), Risk Management in EPC Contract-Risk Identification, *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, pp.07-12
- Saaty, Thomas L., (1988), Multi Criteria Decission Making : *The Analytic Hierarchy Process*.
- Soeharto, I. (2001), Manajemen Proyek Jilid 2 (Dari Konseptual sampai Operasional), Erlangga, Jakarta.
- Scott E. dan Juntima G. (2004), "Éxploring Techniques for Contingency Setting", *AACE International Trasactions*,EST.03.

- Smith G.R.et.al, 1999, Small to Medium Contractor Contingency and Assumption of Risk, *Journal of Construction Engineering and Management*, March/April pp.101-108
- Tah, J.H.M., Thorpe A., Mc. Carfer R.(1993), "Contractor Project Risks Contingency Allocation Using Linguistic Approximation", *Computing System in Engineering Vol. 4*, pp 281-29.
- Tavakkoli R., Mousavi S.,M., Hashemi H., (2011), " A Fuzzy Comprehensive Approach for Risk Identification and Prioritization Simultaneously in EPC Projects, www.intechopen.com.
- Tony Merna & Faisal Thani (2008), "*Corporate Risk Management*", Second Edition.
- Tsai,T.C., dan Yang M.L.(2010) :” Risk Assesment of Design-Bid-Build Building Projects”, *Journal of The Operation Research Society of Japan*, Vol. 53, No. 1, March 2010, pp 20-39.
- Tunay, Dr (2011), Fidic Condition of Contract as A Model for An International Construction Contract, *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(8):1-18.
- Vose, D. (1995), *Quantitative Risk Analysis*, Wiley & Sons, Chichester.
- Wiguna, I.P.A & Scott,S (2005), Nature of the Critical Risk Factors Affecting Project Performance in Indonesian Building Contracts, *21st Annual ARCOM Conference*, 7-9.
- Yasin, N. (2003), *Mengenal Kontrak Konstruksi di Indonesia*, Gramedia, Jakarta
- Yeo, K.T. (1990), Risk Classification of estimates, and contingency management, *Journal of Management in Engineering* 6(4), 458-470.
- Yeo, K.T. & Ning J.H. (2002), Integrating Supply Chain and Critical Chain Concept in EPC Project, *International Journal of Project Management*, 20(4): 253-262.
- Yin, Robert K(2009), *Case Study Research Design and Methods*, Fourth Edition, Newbury Park: Sage Publications,(5)
- Zacharias, O. Panapolous, D., & Askounis D.T. (2008), Large Scale Program Risk Analysis using a Risk Breakdown Structure, *European Journal of Economics, Finance & Administrative Sciences* (12), 170-180.

BIOGRAFI



Penulis dilahirkan di Gresik, 10 Juni 1968 dan merupakan anak terakhir dari enam bersaudara. Penulis lahir dan besar di Gresik serta telah menempuh pendidikan formal yang dimulai dari SD Yayasan PT. Semen Gresik (1976-1980), SMPN I Surabaya (1981-1984), SMAN 2 Surabaya (1984-1987). Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada Program Studi Teknik Sipil dengan bidang keahlian Teknik Perhubungan selama 5 tahun yaitu pada tahun 1987 hingga 1992. Sebelum melanjutkan pendidikan magister pada tahun 2012 di Surabaya pada Program Studi Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dengan bidang keahlian Manajemen Proyek, penulis telah bekerja di salah satu Kontraktor BUMN yaitu PT. Nindya Karya (Persero) selama 20 tahun

Untuk menyelesaikan tesisnya yang berjudul “Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Resiko Pada Proyek EPC (*Engineering, Procurement and Construction*), penulis melaksanakan penelitian di PT. Nindya Karya khususnya Divisi EPC di Jakarta dan berhasil menyelesaikan pendidikan magister pada Program Studi Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dengan bidang keahlian Manajemen Proyek dengan masa studi 2 tahun yaitu pada tahun 2012 hingga 2014.

Suly Yunwanti

HP : 0812.31523418/ (031) 8432008

Email : syunwanti@yahoo.co.id

DAFTAR LAMPIRAN

- Kuisisioner Survey Pendahuluan
- Kuisisioner Penilaian Dampak & Frekuensi Resiko
- Kuisisioner Dampak Resiko terhadap Biaya Kontingensi Pekerjaan



PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KUISIONER

ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI BERBASIS RESIKO PADA PROYEK EPC (*Engineering, Procurement and Construction*)

PENGANTAR

- Kuisisioner ini merupakan salah satu rangkaian dalam studi penelitian guna menyelesaikan program Pasca Sarjana (S-2) Magister Manajemen Teknologi pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Penelitian ini bertujuan melakukan identifikasi resiko-resiko pada proyek EPC untuk menentukan biaya resiko proyek Pengadaan dan Pemasangan Pipa Gas Distribusi (Pipeline Distribution).
- Dimohon kiranya bantuan Bapak/Ibu berkenaan menjawab setiap pertanyaan dengan sebenar-benarnya karena hasil kuisisioner ini hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.

Atas perhatiannya dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

Suly Yunwanti

Mahasiswa S2 program studi Magister Manajemen Teknologi ITS

HP : 0812.31523.418 atau 031 (8432008)

Email : syunwanti@yahoo.co.id

KUISIONER PENELITIAN

IDENTITAS RESPONDEN

1. Nama :
2. Jabatan di Proyek :
3. Nama Proyek :
4. Nilai Kontrak :
5. Pengalaman Kerja :
6. Pendidikan terakhir :
7. Perusahaan :
8. Alamat/e-mail :
9. Tanda Tangan :

PETUNJUK :

- a. Jawaban merupakan persepsi Bapak/Ibu/Saudara terhadap variabel resiko yang berpengaruh terhadap kinerja biaya proyek EPC (Engineering-Procurement-Construction)
- b. Pemberian tanda *check list* (V) untuk faktor resiko yang berpengaruh dalam proyek EPC pada kolom relevan/tidak relevan
- c. Penilaian suatu kemungkinan variabel resiko yang terjadi (probabilitas) menggunakan acuan seperti tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 Penilaian probabilitas sebuah resiko

Level Resiko	Probabilitas resiko yang terjadi	Kriteria probabilitas	Nilai Variable
A	Sangat Tinggi/ST	Resiko yang hampir pasti terjadi, dengan nilai probabilitas > 80%	5
B	Tinggi/T	Resiko yang kemungkinan besar terjadi, dengan nilai probabilitas antara 60-80%	4
C	Sedang/S	Resiko yang sama kemungkinannya antara terjadi dan tidak terjadi, dengan nilai probabilitas 40-60%	3
D	Rendah/R	Resiko yang kemungkinan kecil dapat terjadi, dengan nilai probabilitas 20-40%	2

Level Resiko	Probabilitas resiko yang terjadi	Kriteria probabilitas	Nilai Variable
E	Sangat Rendah/SR	Resiko yang hampir pasti tidak terjadi,dengan nilai probabilitas >0-20%	1

- d. Penilaian dampak resiko yang terjadi menggunakan acuan seperti tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Penilaian dampak sebuah resiko

Nilai Variabel	Efek Dampak Resiko	Faktor biaya
5	Catastrophic	Efek biaya resiko yang terjadi lebih dari 10% terhadap biaya total pekerjaan
4	Major	Efek biaya resiko yang terjadi antara 5-10% terhadap biaya total pekerjaan
3	Moderate	Efek biaya resiko yang terjadi antara 3-5% terhadap biaya total pekerjaan
2	Minor	Efek biaya resiko yang terjadi antara 1-3% terhadap biaya total pekerjaan
1	Insignificant	Efek biaya resiko yang terjadi kurang dari 1% terhadap biaya total pekerjaan

- e. Bapak/Ibu dapat menambahkan variabel resiko yang belum tertulis di kuisioner sesuai pengalaman kerja yang dimiliki.

SURVEY PENDAHULUAN

I. IDENTIFIKASI RESIKO

No.	Indikator Resiko	Variabel Resiko (R)	Relevan	Tidak Relevan
I	Proses Disain/Engineering			
I.1	Spesifikasi tidak jelas	Informasi yang kurang jelas tentang syarat-syarat umum maupun teknis pelaksanaan (R1)		
I.2	Gambar Disain	Data hasil survey yang tidak mewakili kondisi aktual di lapangan (R2)		
		Data yang tertera di Gambar Disain awal tidak sesuai dengan kondisi aktual di lapangan (R3)		
		<i>Constructability</i> Disain (R4), Disain yang dapat dibangun		
		Kelengkapan Disain (R5)		
		Perubahan disain (R6)		
		<i>Schedule</i> tidak mencukupi (R7)		
I.3	Lingkup Pekerjaan (<i>Scope of Work</i>)	Rincian pekerjaan tidak diuraikan secara detail (R8)		
		Standarisasi kualitas dari pemberi kerja yang terlalu tinggi (R9)		
I.4	Ketersediaan sumber daya	Kompetensi sumber daya manusia (RE10)		
		Ketersediaan dana dari Pemberi Kerja (RE11)		
II	Proses Pengadaan (<i>Procurement</i>)			
II.1	Spesifikasi Teknis	Ketersediaan material sesuai spesifikasi (R12)		
		Data teknis material tidak jelas (R13)		
		Perubahan spesifikasi material (R14)		
II.2	Klausul Kontrak	Perubahan order material (R15)		
		Persyaratan pembayaran (R16)		
		Klausul kontrak tidak jelas (R17)		
II.3	Pemilihan Supplier/Subkon	Kompetensi Supplier/Subkon yang kurang memadai (R18)		
		Adanya Kenaikan harga material (R19)		
		Perilaku Supplier/Subkon (R20)		
II.4	Gambar Disain	Gambar disain yang tidak jelas (R21)		
		Keterlambatan persetujuan gambar disain (R22)		
		Proses Pengambilan keputusan yang lama (R23)		
		Perubahan Gambar disain (R24)		

No.	Indikator Resiko	Variabel Resiko (R)	Relevan	Tidak Relevan
III	Proses Pelaksanaan (Construction)	Kegiatan meliputi pelaksanaan sampai dengan test commissioning dan dapat diserahkan ke Pemberi Kerja untuk difungsikan.		
III.1	Kondisi Alam	Kondisi cuaca yang menghambat produktifitas pekerja atau menyebabkan pekerjaan terhenti (R25)		
III.2	Kondisi sosial	Terjadinya masalah sosial seperti demo masyarakat sekitar yang mengakibatkan pekerjaan harus dihentikan (R26)		
III.3	Ketersediaan pekerja	Kebijakan menggunakan pekerja lokal yang kapabilitasnya di bawah standard yang mengakibatkan produktifitas kerja menurun (R27)		
		Ketersediaan pekerja baik secara kuantitas maupun kualitas tidak mencukupi kebutuhan proyek yang mempengaruhi schedule pekerjaan menjadi terlambat atau terjadinya rework (R28).		
III.4	Kompetensi SDM	Kompetensi personil proyek yang tidak sesuai dengan karakteristik proyek sehingga kinerja proyek menurun (R29)		
		Kompetensi Supplier/Subkon yang kurang memadai (R30)		
III.5	Gambar Disain	Perubahan gambar disain yang mengakibatkan progress proyek tidak optimal dan proyek mengalami keterlambatan (R31)		
III.6	Pemilihan Sub-kontraktor	Kompetensi atau pengalaman Sub-Kontraktor yang tidak sesuai dengan karakteristik proyek yang mempengaruhi kualitas pekerjaan (R32)		
III.7	Metode pekerjaan	Terjadinya perubahan metode pekerjaan yang mengakibatkan perubahan biaya proyek Perubahan Gambar disain (R33)		
III.8	Struktur Organisasi	Struktur organisasi tidak lengkap yang mempengaruhi produktifitas kerja (R34)		
III.9	Persetujuan Gambar	Proses persetujuan shop drawing yang lambat sehingga pekerjaan tidak bisa segera dilaksanakan (R35)		
III.10	Birokrasi	Birokrasi yang berbelit-belit sehingga banyak waktu yang hilang dan timbulnya kompensasi biaya (R36)		
		Perubahan peraturan/kebijakan Pemerintah u/ Peraturan Pengadaan Jasa Konstruksi (R37)		

No.	Indikator Resiko	Variabel Resiko (R)	Relevan	Tidak Relevan
III.11	Dokumentasi Proyek	Dokumentasi proyek yang buruk dan tidak mendukung apabila terjadi dispute dengan pemberi kerja (R38)		
III.12	Tim Proyek	Pengambilan keputusan tim proyek yang kurang efektif bila terjadi permasalahan di lapangan yang mengakibatkan penambahan biaya proyek (R39)		
III.13	Pencairan Tagihan	Ketrlambatan pembyaran dari pemberi kerja yang mempengaruhi cashflow proyek (R40)		
III.14	Pendanaan Proyek	Pembiayaan proyek yang tidak efisien sehingga kontinuitas pekerjaan terganggu (R41)		
III.15	Sistem K3L	Implementasi sistem manajemen K3 & Lingkungan yang tidak konsisten yang berdampak pada keselamatan & kesehatan pekerja (R42)		
		Terjadinya kecelakaan kerja selama pelaksanaan yang mengakibatkan timbul biaya atau pekerjaan dihentikan (R43)		
III.16	Pengawasan kualitas	Lemahnya pengawasan terhadap pelaksanaan pekerjaan di lapangan sehingga terjadi rework (R44)		
III.17	Pengendalian biaya proyek	Lemahnya monitoring dan pengendalian biaya proyek yang mengakibatkan terjadinya overbudget (R45)		

VARIABEL YANG PERLU DIPERTIMBANGKAN DALAM ANALISA RESIKO PADA PROYEK EPC UNTUK MENENTUKAN CONTINGENCY COST

A. Keterangan untuk penilaian kriteria dampak

- 1 = Sangat rendah
- 2 = Rendah
- 3 = Sedang
- 4 = Tinggi
- 5 = Sangat Tinggi

B. Kriteria untuk penilaian kriteria frekwensi

- 1 = Sangat rendah
- 2 = Rendah
- 3 = Sedang
- 4 = Tinggi
- 5 = Sangat Tinggi

PETUNJUK :

- a. Bapak/Ibu tidak perlu mengisi kolom Dampak/Pengaruh dan Frekuensi apabila variabel resiko tidak ada relevansinya.
- b. Jika Bapak/Ibu/Saudara tidak memahami maksud peneliti agar melingkari nomor pertanyaan

No.	Indikator Resiko	Variabel Resiko (R)	Dampak/Pengaruh					Frekuensi/Peluang					Keterangan
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
I	Proses Disain/Engineering												
I.1.	Dokumen Kontrak	Dokumen yang diberikan oleh Pemberi Kerja mengenai tata cara dan batasan pelaksanaan proyek											
I.1.1	Spesifikasi tidak jelas	Informasi yang kurang jelas tentang syarat-syarat umum maupun teknis pelaksanaan (R1)											
I.1.2	Gambar Desain	Data hasil survey yang tidak mewakili kondisi aktual di lapangan (R2)											
		Data pada Gambar Desain awal tidak sesuai kondisi aktual di lapangan (R3)											

No.	Variabel Resiko (X)	Definisi Operasional	Dampak/Pengaruh				Frekwensi				Keterangan
II.3	Pemilihan Supplier/Subkon	Kompetensi Supplier/Subkon yang kurang memadai (R18)									
		Adanya Kenaikan harga material (R19)									
II.4	Gambar Disain	Perilaku Supplier/Subkon (R20)									
		Gambar disain yang tidak jelas (R21)									
		Keterlambatan persetujuan gambar disain (R22)									
		Proses Pengambilan keputusan yang lama (R23)									
		Perubahan Gambar disain (R24)									
III	Proses Pelaksanaan (Construction)	Kegiatan meliputi pelaksanaan sampai dengan test commisioning dan dapat diserahkan ke Pemberi Kerja untuk difungsikan									
III.1	Kondisi Alam	Kondisi cuaca yang menghambat produktifitas pekerja atau menyebabkan pekerjaan terhenti (R25)									
III.2	Kondisi sosial	Terjadinya masalah sosial seperti demo masyarakat sekitar yang mengakibatkan pekerjaan harus dihentikan (R26)									
III.3	Ketersediaan pekerja	Kebijakan menggunakan pekerja lokal yang kapabilitasnya di bawah standard yang mengakibatkan produktifitas kerja menurun (R27)									

No.	Variabel Resiko (X)	Definisi Operasional	Dampak/Pengaruh					Frekwensi					Keterangan	
III.4	Kompetensi SDM	Ketersediaan pekerja baik secara kuantitas maupun kualitas tidak mencukupi kebutuhan proyek yang mempengaruhi schedule pekerjaan menjadi terlambat atau terjadinya rework Kompetensi Supplier/Subkon yang kurang memadai (R28)												
		Kompetensi personil proyek yang tidak sesuai dengan karakteristik proyek sehingga kinerja proyek menurun (R29)												
III.5	Gambar Disain	Perubahan gambar disain yang mengakibatkan progress proyek tidak optimal dan proyek mengalami keterlambatan (R30)												
III.6	Pemilihan Sub-kontraktor	Kompetensi atau pengalaman Sub-Kontraktor yang tidak sesuai dengan karakteristik proyek yang mempengaruhi kualitas pekerjaan (R31)												
III.7	Metode pekerjaan	Terjadinya perubahan metode pekerjaan yang mengakibatkan perubahan biaya proyek Perubahan Gambar disain (R32)												
III.8	Struktur Organisasi	Struktur organisasi tidak lengkap yang mempengaruhi produktifitas kerja (R33)												

No.	Variabel Resiko (X)	Definisi Operasional	Dampak/Pengaruh					Frekwensi					Keterangan
III.9	Persetujuan Gambar	Proses persetujuan shop drawing yang lambat sehingga pekerjaan tidak bisa segera dilaksanakan (R34)											
III.10	Birokrasi	Kendala masalah birokrasi sehingga banyak waktu yang hilang dan timbulnya kompensasi biaya (R35)											
III.11	Dokumentasi Proyek	Dokumentasi proyek yang buruk dan tidak mendukung apabila terjadi dispute dengan pemberi kerja (R36)											
III.12	Tim Proyek	Pengambilan keputusan tim proyek yang kurang efektif bila terjadi permasalahan di lapangan yang mengakibatkan penambahan biaya proyek (R37)											
III.13	Pencairan Tagihan	Ketrlambatan pembyaran dari pemberi kerja yang mempengaruhi cashflow proyek (R38)											
III.14	Pendanaan Proyek	Pembiayaan proyek yang tidak efisien sehingga kontinuitas pekerjaan terganggu (R39)											
III.15	Pengawasan kualitas	Lemahnya pengawasan terhadap pelaksanaan pekerjaan di lapangan sehingga terjadi rework (R40)											

No.	Variabel Resiko (X)	Definisi Operasional	Dampak/Pengaruh					Frekuensi					Keterangan
III.16	Sistem Manajemen K3L	Implementasi sistem manajemen K3 & Lingkungan yang tidak konsisten yang berdampak pada keselamatan & kesehatan pekerja (R41)											
		Terjadinya kecelakaan kerja selama pelaksanaan yang mengakibatkan timbul biaya atau pekerjaan dihentikan (R42)											
III.17	Pengendalian biaya proyek	Lemahnya monitoring dan pengendalian biaya proyek yang mengakibatkan terjadinya overbudget (R43)											

KUISIONER PENELITIAN

IDENTITAS RESPONDEN

Nama :

Jabatan di Proyek :

Pengalaman Kerja :

Pendidikan terakhir :

Nama Proyek :

Nilai Proyek :

Alamat/e-mail :

Kegiatan/Aktifitas		Prosentase biaya resiko terhadap biaya Engineering/Disain				
		RE1	RE2	RE3	RE4	RE5
	Proses Engineering/Disain					
1	Detail Engineering					
2	Installation Engineering					
3	HAZOP & HAZAD Study					
		Prosentase biaya resiko terhadap proses procurement				
Proses Procurement/Pengadaan		RP1	RP2	RP3	RP4	RP5
1	Persiapan & Mobilisasi					
2	Pengadaan Material, Peralatan & Fasilitas					
3	Fabrikasi, Konstruksi & Instalasi					
4	Inspeksi teknis & Pengetesan					
5	Hydrotest, Cleaning & Flushing					

	Kegiatan/Aktifitas	Prosentase biaya resiko terhadap biaya pelaksanaan/Construction				
	Proses Construction/Pelaksanaan	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5
1	Persiapan/pre opration					
2	Mobilisasi personil & equipment					
3	Topography, Soil investigation, Georadar					
4	Pengadaan material, peralatan & fasilitas					
5	Fabrikasi, Konstruksi & Instalasi					
6	Inspeksi teknis & Pengetesan					
7	Hydrotest, cleaning & Flushing					
8	Finalisasi Pekerjaan					
9	Project Management					