

# INFRASTRUKTUR

## PEMODELAN ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI BERBASIS RESIKO PADA PROYEK ENGINEERING-PROCUREMENT-CONSTRUCTION

### Risk Based Contingency Cost Estimation Modeling For Engineering-Procurement-Construction Project

**Tri Joko Wahyu Adi**

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya  
Email : trijoko\_w@yahoo.com

**Suly Yunwanti**

Praktisi Konstruksi Badan Usaha Milik Negara (BUMN)  
Email : syunwanti@yahoo.co.id

---

#### **ABSTRACT**

*EPC (Engineering-Procurement-Construction) Project is a project in which the process of design, procurement and construction are carried out by a construction company. The complexity of EPC project resulted in many uncertainties that must be addressed by the project implementers. To anticipate the risk of cost overruns due to the uncertainty, project implementers need to prepare the unexpected costs. Currently, implementation of contingency estimation is done by directly increasing project costs by 5% -10%; while in theory, the amount of the contingency cost is estimated using Montecarlo simulation techniques. This simulation techniques, despite widely used, still has the disadvantage. Risks are assumed by providing lower and upper limit values of the cost of the risks that might occur in the project activity. In fact, every activity has different risk and different weights of impact. The objective of this research is to create a contingency-based cost estimation model by considering the types of risk and its impact on project activity. Project Risks were obtained from preliminary surveys and literature studies. Probability weights were analyzed using probability-Impact matrix and pair-wise comparison. Contingency cost calculation was done using Montecarlo simulations. For the purpose of model validation, procurement & Gas Piping Distribution project in Greater Jakarta was used as case study. The results of case study simulation showed that the contingency cost is 4.57% of the project budget, with a deviation of 0.82%. The accuracy test of the model against the actual cost of the project showed 0.63% difference to the simulation results. Therefore the proposed model is proved has good accuracy.*

*Keywords: risk analysis, contingency cost, Montecarlo Simulation, EPC Project.*

#### **ABSTRAK**

Proyek EPC (*Engineering-Procurement-Construction*) merupakan proyek dimana proses desain, pengadaan dan konstruksi dilaksanakan oleh sebuah perusahaan konstruksi. Kompleksitas proyek EPC menyebabkan banyaknya ketidakpastian yang harus dihadapi oleh pelaksana proyek. Untuk mengantisipasi terjadinya resiko pembengkakan biaya akibat ketidakpastian tersebut, pelaksana proyek perlu menyiapkan biaya tak terduga atau kontingensi. Selama ini, pada prakteknya dilapangan, penetapan biaya kontingensi dilaksanakan dengan hanya memperkirakan besaran biaya tak terduga sebesar 5%-10% dari nilai Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) proyek. Sedangkan secara teoritis, besaran biaya kontingensi diperkirakan menggunakan teknik Simulasi Montecarlo. Teknik simulasi ini, walaupun sudah banyak digunakan, masih memiliki kelemahan dimana resiko hanya diasumsikan dengan memberikan nilai batas bawah dan atas dari biaya resiko yang mungkin terjadi pada aktivitas proyek. Pada kenyataannya setiap kegiatan memiliki resiko yang berbeda beda dengan bobot resiko yang berbeda pula. Tujuan penelitian ini adalah membuat model estimasi biaya kontingensi berbasis resiko dengan mempertimbangkan jenis resiko dan pengaruhnya terhadap aktivitas proyek. Identifikasi resiko proyek EPC diperoleh dari survey pendahuluan maupun studi literatur. Bobot resiko dianalisa dengan Probability-Impact matrix dan pair-wise comparison, sedangkan perhitungan akhir biaya kontingensi dilakukan dengan simulasi Montecarlo. Untuk validasi model digunakan studi kasus proyek pengadaan & Pemasangan Pipa Gas Distribusi di Jabodetabek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata biaya kontingensi proyek sebesar 4,57% terhadap nilai RAP, dengan deviasi sebesar 0.82%. Uji akurasi model terhadap biaya aktual proyek menunjukkan deviasi 0.63% dengan hasil simulasi. Dengan demikian model yang diusulkan terbukti memiliki akurasi yang baik.

Kata Kunci : analisis resiko, biaya kontingensi, Simulasi Montecarlo, Proyek EPC

## PENDAHULUAN

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). Proyek EPC adalah suatu proyek dimana kontraktor mengerjakan proyek dengan ruang lingkup pekerjaan meliputi disain (*engineering*), pengadaan (*procurement*) dan konstruksi (*construction*). Kontrak EPC ini bersifat single responsibility. 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. Pihak pemberi kerja hanya memberikan data secara global terkait fungsi dan kapasitas sebagai acuan desain awal. Konsekuensinya pihak Kontraktor akan menerima dampak resiko yang lebih besar akibat kondisi ketidakpastian selama siklus hidup proyek mulai dari desain sampai pelaksanaannya termasuk test & commissioning (Yasin, 2003).

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).

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

Pada umumnya biaya kontingensi pada estimasi biaya proyek ditentukan berdasarkan intuisi dan pengalaman proyek sebelumnya mengingat waktu penyiapan dokumen tender yang cukup singkat sehingga tidak dapat menganalisis resiko yang ada pada suatu proyek secara sistematis dan mengevaluasi dampak potensial yang berhubungan dengan resiko dan ketidakpastian.

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.

Tujuan pengalokasian biaya kontingensi adalah untuk memastikan anggaran biaya proyek yang diperkirakan proporsional dan realistis serta cukup untuk menutup biaya yang ditimbulkan oleh resiko-resiko akibat ketidakpastian yang disebabkan oleh kekurangan informasi dan kesalahan dalam menginterpretasikan informasi/data proyek yang diperoleh. (PMBOK, 2012).

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

- *Expert judgement* (bersifat subyektif)
- *Predetermined percentage* (data historis proyek)
- *Risk analysis* dengan metode simulasi ( misal : *Montecarlo Simulation*)
- *Parametric Modelling* (*based algorithm, regression analysis*)

Menurut Al-bahar (1990), metode yang sering digunakan untuk menghitung biaya kontingensi adalah berdasarkan *subjective judgment* dan *predetermined percentage*. Namun, metode-metode tersebut tidak dapat mengukur/mempresentasikan kondisi ketidakpastian yang dihadapi secara sistematis selama proyek berlangsung.

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

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 biaya kontingensi secara lebih proporsional dibandingkan dengan metode

konvensional yang berdasarkan intuisi atau pengalaman yang lalu (Partawijaya.Y, 2001)

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 implementasi manajemen resiko untuk mengetahui :

- Faktor-faktor resiko apa saja yang timbul pada setiap tahapan proyek EPC yang berdampak signifikan terhadap biaya proyek dari segi pandang Kontraktor khususnya pada Proyek Pengadaan dan Pemasangan Pipa Gas Distribusi.
- Bagaimana memodelkan perhitungan biaya kontingensi berbasis resiko pada proyek EPC dengan metode simulasi Montecarlo.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor resiko di setiap tahapan pekerjaan pada proyek EPC yang berdampak signifikan terhadap kinerja biaya proyek dan memodelkan perhitungan biaya kontingensi berbasis resiko untuk meminimalisasi terjadinya overbudget proyek EPC. Kebaruan dari model usulan ini adalah diuraikannya jenis resiko pada tiap tahapan EPC dan memberikan bobot resiko pada setiap aktivitas proyek sehingga perhitungan biaya kontingensi menjadi lebih realistis

**PERANCANGAN MODEL**

**a. Identifikasi, analisa dan pembobotan Resiko**

Konsep dasar dari model yang diusulkan dalam penelitian ini adalah dengan menguraikan (*breakdown*) resiko resiko yang mungkin terjadi pada tiap aktivitas proyek. Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan, informasi digali melalui survey pendahuluan, *historical data*, dan wawancara dengan tim proyek (*project manager, site manager, procurement manager, dan engineering manager*) dari proyek-proyek sejenis sebelumnya. Pada penelitian ini terdapat 5 proyek sejenis (*historis*) yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko-resiko yang terjadi, yaitu: (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*, (4) *The Gas Transmission & Distribution Project Pipeline Construction (Grissik-Sakernan)* dan (5) *Domestic Gas Market Development Project Package IFB-1 EPC for Banten Distribution Mainline*. Identifikasi resiko diklasifikasikan sesuai tahapan proyek EPC, yaitu tahap *Engineering*, tahap *Procurement* dan tahap *Construction*.

Untuk mendapatkan resiko dominan (*high risk*) pada tiap tahapan EPC, resiko resiko yang telah teridentifikasi tersebut kemudian di *filter* berdasarkan tingkat resiko – *rendah, moderat dan tinggi* – menggunakan *Probability-Impact Matrix* (PIM) seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.

Legenda		Cost Overruns				
Skor	Risiko	Probability/ Frekuensi				
1-5	Rendah	5	10	15	20	25
6-12	Moderat	4	8	12	16	20
12-++	Tinggi	3	6	9	12	15
		2	4	6	8	10
		1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
Dampak Biaya						

**Gambar 1.** Matriks *Probability-Impact*

Resiko hasil analisis PIM kemudian diberi bobot menggunakan *Pair-wise comparison* untuk melihat besarnya pengaruh resiko tersebut terhadap kemungkinan terjadinya cost overrun proyek EPC. Responden untuk analisis *Pair-wise comparison*, adalah pengambil keputusan di proyek EPC seperti project manager maupun site manager. Perbandingan yang dilakukan berdasarkan subjective judgement dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya seperti pada **Table 1**.

**Table 1.** Matriks perbandingan berpasangan

	R1	R2	....	Rn
R1	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	.....	a <sub>1n</sub>
R2	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	.....	a <sub>2n</sub>
...	....	.....	....	....
Rn	a <sub>n1</sub>	a <sub>n2</sub>	....	a <sub>nn</sub>

Nilai a<sub>11</sub>, a<sub>22</sub>,..., a<sub>nn</sub> adalah nilai perbandingan elemen baris RE1 terhadap kolom RE1 yang menyatakan hubungan seberapa jauh tingkat kepentingan baris R1 bila dibandingkan dengan kolom R1. Nilai numerik yang dikenakan untuk seluruh perbandingan diperoleh dari skala perbandingan 1 sampai 9 yang ditetapkan Saaty (1988). Apabila pengambil keputusan sudah memasukkan penilaiannya untuk setiap perbandingan dan mengetahui kriteria mana yang paling penting, disusun matriks perbandingan di setiap level. Nilai matriks dibandingkan dengan Nilai Total matriks pada masing-masing kolom kemudian untuk menentukan nilai prioritas/bobot resiko adalah dengan menjumlah setiap barisnya dan dirata-rata.

Hasil identifikasi dan analisis terhadap resiko ditampilkan pada **Tabel 2.** dominan, level resiko dan juga bobot resiko,

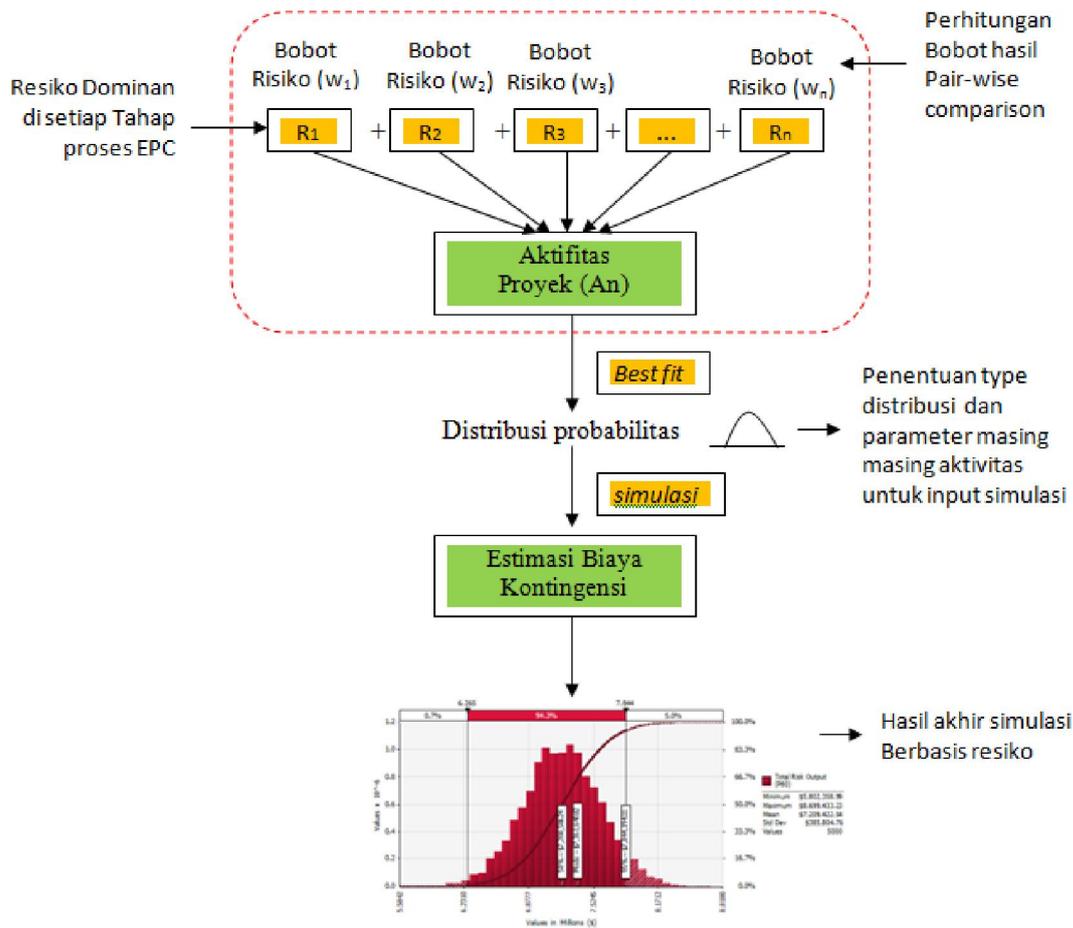
**Tabel 2.** List Risiko, Indeks Level & Bobot Resiko pada proyek EPC

KODE	Faktor Resiko	Indeks Frekuensi(P)	Indeks Dampak (I)	Indeks Level Resiko (PxI)	Bobot Resiko (w)
<b>I Proses Engineering/Desain (E)</b>					
R <sub>E1</sub>	Kondisi unforeseen yang menyebabkan perubahan disain	3.909	4.182	16.348	0.345
R <sub>E2</sub>	Waktu pelaksanaan yang terlalu ketat	3.909	3.727	14.568	0.191
R <sub>E3</sub>	Proses pengajuan dan persetujuan gambar disain yang lama	4.0	4.182	16.728	0.200
R <sub>E4</sub>	Kompetensi SDM yang mempengaruhi kualitas desain	3.909	4.0	15.636	0.120
R <sub>E5</sub>	Spesifikasi material yang tidak jelas	3.636	3.909	14.213	0.143
<b>II Proses Procurement (P)</b>					
R <sub>P1</sub>	Proses persetujuan material oleh pemberi kerja	3.909	4.182	16.347	0.363
R <sub>P2</sub>	Proses pengiriman material akibat waktu pelaksanaan yang terlalu ketat	3.727	3.727	13.89	0.213
R <sub>P3</sub>	Kontrak kerja dengan supplier atau subkon yang kurang jelas	3.636	3.727	14.569	0.190
R <sub>P4</sub>	Perhitungan harga satuan material yang tidak akurat	3.636	3.545	12.899	0.093
R <sub>P5</sub>	Pemilihan supplier material yg kurang tepat	3.818	3.909	14.924	0.141
<b>III Proses Construction (C)</b>					
R <sub>C1</sub>	Pemilihan metode kerja yang mempengaruhi harga satuan pekerjaan	4.182	4.182	17.489	0.410
R <sub>C2</sub>	Keterlambatan penyelesaian pekerjaan yang menimbulkan biaya denda	3.909	3.818	14.925	0.083
R <sub>C3</sub>	Kondisi cuaca yang mempengaruhi produktifitas kerja	4.182	3.909	16.347	0.275
R <sub>C4</sub>	Kompetensi SDM yang tidak sesuai dengan kebutuhan proyek	3.727	3.636	13.551	0.184
R <sub>C5</sub>	Pembiayaan Proyek yang tidak terencana dengan baik	3.636	3.909	14.213	0.047

**b. Proses simulasi**

Sebagaimana halnya pada simulasi *montecarlo*, setiap aktivitas pada proyek EPC harus diidentifikasi bentuk distribusinya, beserta parameternya. Informasi (data sekunder) dari ke lima proyek diatas digunakan untuk mengidentifikasi bentuk distribusi aktifitas. Software *best fit* (versi trial) digunakan untuk mensimulasikan distribusi dari masing masing aktifitas proyek EPC.

Selanjutnya, simulasi terhadap seluruh aktivitas proyek dapat dilaksanakan secara serentak.. Semakin banyak jumlah iterasi yang dilaksanakann semakin baik hasil simulasinya, namun konsekuensinya *cost of computing*-nya juga semakin mahal. **Gambar 2** menampilkan tahapan proses pemodelan kontingensi secara komprehensif.



Gambar 2. Proses pemodelan biaya kontingensi

**IMPLEMENTASI MODEL**

Untuk menguji model yang diusulkan, sebuah proyek EPC pengadaan & Pemasangan Pipa Gas Distribusi di Jabodetabek – dengan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) senilai Rp 62,663,819,330 – dijadikan obyek studi kasus.

Data yang diperoleh dari dokumen sekunder lima (5) proyek sejenis dianalisis dengan menjumlahkan hasil kali bobot resiko dengan prosentase (%) kenaikan biaya (*cost overruns- Ci*) akibat terjadinya resiko ( $R_n$ ) seperti pada Persamaan 1.

$$\sum_{i=1}^n C_i \times w_i \tag{1}$$

Sebagai contoh (lihat tanda panah pada **Tabel 3**), estimasi % kenaikan biaya pada pekerjaan Detail Engineering, yang berasal dari proyek P1 adalah:

$$(35\% \times 10\%) + (19\% \times 3\%) + (20\% \times 3\%) + (12\% \times 8\%) + (14\% \times 5\%) = 6.3\%$$

Berdasarkan estimasi Cost Overruns P1 s/d E3, ditentukan jenis distribusi probabilitas yang paling tepat menggunakan *best fit*. Pada **Tabel 4** terlihat bahwa distribusi yang paling tepat (*fit*) untuk *Expected Cost overruns* pada pekerjaan *Detail Engineering* adalah distribusi *Beta*, dengan nilai mean 6.98%, min 4.04% dan max 9.2%

Simulasi dilaksanakan pada semua item pekerjaan, sehingga dapat ditetapkan jenis distribusi dan parameter untuk masing masing aktifitas proyek. Pada penelitian ini, perhitungan estimasi biaya kontingensi dilakukan dengan menjalankan simulasi sebanyak 10.000 iterasi. Detail hasil simulasi dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Dari Grafik *Probability Distribution Function* (PDF) dan *Cumulative Distribution Function* (CDF) pada **Gambar 3**, dapat diketahui nilai rata-rata *biaya kontingensi* yang perlu ditambahkan pada Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) proyek yang diteliti adalah sebesar Rp. 2.865.395.429 atau

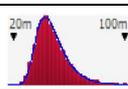
4.57% terhadap nilai total pekerjaan. Menurut *Querns (1989)*, besaran biaya kontingensi tergantung dengan karakteristik proyek. Untuk pekerjaan *Underground Work* besaran biaya

kontingensi berkisar antara 2%-5%, dengan demikian hasil implementasi model di atas dapat dikatakan cukup realistis

**Tabel 3.** Estimasi % kenaikan biaya aktifitas

No.	Aktifitas/ Kegiatan	RAP (Rp.)	% kenaikan biaya akibat resiko (Ci)					Estimasi Cost overruns $\sum C_i \times w_i$	
			Faktor resiko	R <sub>E1</sub>	R <sub>E2</sub>	R <sub>E3</sub>	R <sub>E4</sub>		R <sub>E5</sub>
I	<b>Proses /Engineering</b>	<b>700,000,000</b>	Bobot (w <sub>i</sub> )	35%	19%	20%	12%	14%	
			Proyek P1	10.0%	3.0%	3.0%	8.0%	5.0%	6.3%
			Proyek P2	15.0%	5.0%	5.0%	10.0%	8.0%	9.5%
			Proyek P3	8.0%	3.0%	5.0%	3.0%	5.0%	5.4%
			Proyek P4	10.0%	5.0%	8.0%	5.0%	8.0%	7.8%
			Proyek P5	8.0%	3.0%	5.0%	3.0%	3.0%	5.1%
			Expert E1	10.0%	5.0%	8.0%	5.0%	5.0%	7.3%
			Expert E2	8.0%	3.0%	5.0%	5.0%	8.0%	6.1%
			Expert E3	10.0%	5.0%	8.0%	8.0%	10.0%	8.4%

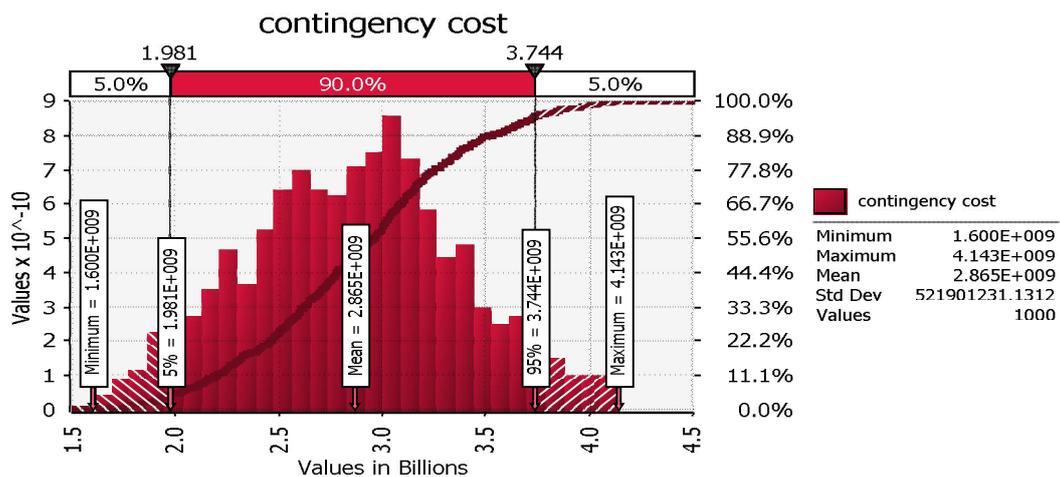
**Tabel 4.** Distribusi probabilitas dan parameternya

Aktifitas	Distribusi	Graph	Min (Rp)	Mean (Rp)	Max (Rp)
Detail Engineering Rp 700.000.000,-	Beta		28,302,550 (4.04%)	48,879,140 (6.98%)	64.400.000 (9,20%)

**UJI AKURASI MODEL**

Estimasi Biaya kontingensi hasil simulasi *Montecarlo* pada studi kasus Proyek yang diteliti sebesar Rp. 2.865 milyar atau sebesar 4,57% dari nilai RAP dengan deviasi ± 0.82%. Bila dibandingkan dengan kondisi aktual biaya pada proyek tersebut. Berdasarkan hasil analisis data sekunder dan wawancara dengan Manajer Proyek Pengadaan dan Pemasangan Pipa Gas Distribusi, proyek ini mengalami pembengkakan biaya dari

RAP akibat perubahan desain, perubahan metode kerja dan biaya keterlambatan penyelesaian pekerjaan sebesar Rp. 2.468 Milyar dari nilai RAP atau sebesar 3,94%. Selisih estimasi biaya kontingensi dan pembengkakan riil adalah 4.57%-3.94% = 0,63% (masih masuk dalam rentang deviasi simulasi yaitu < 0,83%). Dengan demikian hasil perhitungan estimasi biaya kontingensi dengan menggunakan model usulan dapat diterima



**Gambar 3.** Grafik PDF dn CDF hasil simulasi

**Tabel 5. Hasil Simulasi Contingency Cost**

No	Uraian	RAP	Min	Mean	Maks	Contingency
I	<b>Engineering</b>					
1.1	Detail Engineering	700,000,000	28,857,200	48,887,530	101,185,400	54,328,402
1.2	Installation Engineering	700,000,000	36,316,270	49,115,360	123,957,900	59,455,935
1.3	HAZOP & HAZAD Study	1,200,000,000	-	-	-	-
		<b>2,600,000,000</b>				<b>113,784,337</b>
II	<b>Procurement</b>					
2.1	Persiapan & Mobilisasi	220,000,000	(1,722,756)	15,106,890	28,912,890	14,602,949
2.2	Pengadaan Material, Peralatan & Fasilitas	24,755,023,690	512,229,600	810,269,400	1,067,870,000	803,529,533
2.3	Fabrikasi, Konstruksi & Instalasi (Pengadaan)	4,366,220,000	80,086,670	190,657,800	513,226,000	225,990,645
2.4	Inspeksi teknis & Pengetesan (Pengadaan)	400,000,000	6,150,991	15,478,080	43,300,670	18,560,664
2.5	Hydrotest, Cleaning & Flushing (Pengadaan)	1,088,000,000	1,597,954	42,220,940	78,561,450	41,507,194
		<b>30,829,243,690</b>				<b>1,104,190,985</b>
III	<b>Construction</b>					
3.1	Persiapan/pre operation	3,200,000,000	76,972,940	179,982,000	444,811,500	206,952,073
3.2	Mobilisasi personil & equipment	440,000,000	7,701,695	20,669,380	53,533,290	23,985,418
3.3	Topography, Site Investigation	400,000,000	(10,581,250)	9,272,099	26,416,630	8,820,629
3.4	Pengadaan Material, Peralatan & Fasilitas (Pelaksanaan)	1,760,000,000	25,726,670	77,368,630	201,996,700	89,532,982
3.5	Fabrikasi, Konstruksi & Instalasi (Pelaksanaan)	19,608,855,640	47,076,760)	1,185,506,000	2,558,371,000	1,208,886,373
3.6	Inspeksi teknis & Pengetesan (Pelaksanaan)	362,600,000	(1,534,802)	13,622,820	29,038,70	13,665,865
3.7	Hydrotest, Cleaning & Flushing (Pelaksanaan)	413,120,000	6,743,364	16,521,690	38,286,520	18,519,441
3.8	Finalisasi Pekerjaan	250,000,000	3,074,498	8,762,119	21,310,820	9,905,632
3.9	Project Manajemen	2,800,000,000	21,363,970	59,357,750	144,115,200	67,151,695
		<b>29,234,575,640</b>				<b>1,647,420,000</b>
	<b>TOTAL RAP (blm termasuk Pph dan BTL Pusat)</b>	<b>62,663,819,330</b>				<b>2,865,395,429</b>

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dan saran dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Lima resiko tertinggi pada tahap engineering adalah persetujuan gambar disain, kondisi unforeseen, waktu pelaksanaan yang ketat, kompetensi SDM, dan ketidaksesuaian spesifikasi material . Tahap *procurement* adalah perubahan gambar disain, pengiriman material, kontrak kerja kurang jelas, harga satuan material tidak akurat, pemilihan *vendor/supplier* dan tahap construction adalah pemilihan metode kerja,

keterlambatan penyelesaian proyek, kompetensi SDM, pembiayaan proyek, kondisi cuaca.

- b. Hasil simulasi Montecarlo pada proyek studi kasus menunjukkan bahwa biaya kontingensi diperkirakan sebesar Rp 2.865.572.951 atau 4,57% terhadap total RAP dengan simpangan baku sebesar 0.82%.
- c. Hasil Uji akurasi model terhadap pembengkakan biaya aktual proyek menunjukkan deviasi sebesar 0.63%, sehingga masih masuk dalam rentang deviasi simulasi. Dengan demikian maka pemodelan usulan untuk perhitungan biaya

kontingensi proyek EPC dapat diterima dan bisa dijadikan sebagai acuan bagi Manajer Proyek untuk menentukan biaya kontingensi pada proyek sejenis dimasa yang akan datang.

- d. Model yang diusulkan ini masih dalam proses pengembangan. Oleh karena itu, masih banyak peluang untuk membuat model ini lebih realistis dan aplikatif bagi praktisi konstruksi. Salah satu kelemahan dari model yang diusulkan adalah: resiko-resiko yang mempengaruhi aktifitas proyek masih diasumsikan independen. Padahal, dalam praktek lapangan ada kemungkinan resiko resiko tersebut saling terkait dan berkorelasi. Untuk itu penelitian pengembangan model dengan menambahkan korelasi antar faktor resiko kedepannya bisa dilaksanakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andreas W., 2012, *Alokasi Kontingensi : Conditional Variance-Base Approach*, Seminar Nasional VIII-2012 Teknik Sipil ITS Surabaya.
- Baccarini, D., 2002, *Estimating Project Cost Contingency – Beyond the 10% syndrome*.
- Burroughs and Juntima, 2004, *Exploring Techniques for Contingency Setting*, AACE International Transaction, EST. 03
- 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., and 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.
- Josephine E.L., 2007, *Presepsi tentang Biaya kontingensi Kontraktor di Indonesia : sebuah survey*, Teknik Sipil Volume 7/No. 3, 274-286.
- 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
- 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 Engineers Transactions, Paper B.9.1., San Diego
- Saaty, Thomas L., 1988, *Multi Criteria Decision 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 Transactions, EST.03.
- 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.
- 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