

# **OPTIMASI KINERJA PROYEK PEMBERSIHAN *CRUDE OIL CONTAMINATED SOIL (COCS)* MELALUI MITIGASI RISIKO DAN METODE PENDEKATAN LEAN SIGMA (STUDI KASUS PROYEK PEMBERSIHAN COCS DI LOKASI 5E-42 MINAS)**

**Erizal<sup>1</sup>, Ari Sandhyavitri<sup>1</sup> dan Reni Suryanita<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Manajemen Konstruksi, Magister Teknik Sipil, Universitas Riau  
Jl. HR Soebrantas Km 12.5 Pekanbaru 28293

E-mail : iribaso@yahoo.com

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko-risiko yang mempengaruhi kinerja proyek pembersihan *Crude Oil Contaminated Soil (COCS)* pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis, menganalisis dampak risiko-risiko terhadap waktu dan biaya pelaksanaan proyek dengan metode *Lean Sigma* dan memitigasi dan respon risiko-risiko berdasarkan metode *Lean Sigma* dengan pendekatan Stokastik. Parameter dampak risiko yang diukur adalah nilai waktu dan biaya pelaksanaan proyek setelah dilakukan mitigasi dan respon risiko- risiko sehingga menghasilkan kinerja yang optimal (*best practice*), nilai setelah dilakukan mitigasi dan respon risiko- risiko sehingga menghasilkan kinerja yang optimal (*most likely*) dan kinerja aktual (*as is*). Ketiga nilai kinerja tersebut dianalisis dengan pendekatan stokastik untuk mendapatkan nilai durasi dan biaya pelaksanaan pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan ada 14 risiko yang mempengaruhi kinerja pembersihan COCS. Tiga risiko yang signifikan menimbulkan dampak negatif terhadap penambahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek adalah data sebaran COCS tidak akurat, kapasitas fasilitas penampung di *Soil Bioremediation (SBF)* Minas tidak cukup menampung COCS dan kerusakan peralatan berat. Hasil analisis stokastik menunjukkan bahwa pada tingkat kepercayaan 95%, pekerjaan dapat diselesaikan selama 178 hari dari aktual 210 hari dan biaya pelaksanaan dapat diturunkan menjadi Rp. 3.698.000.000,00,- dari aktual Rp. 4.060.501.200,00,-. Dengan menerapkan manajemen risiko dan melakukan mitigasi dengan metode pendekatan *lean sigma* maka kemungkinan durasi pekerjaan dapat dikurangi sebesar 15,2 % dan biaya dapat diturunkan sebesar 8,9% dari kondisi aktual (*as is*).

Kata Kunci : *kinerja proyek, lintasan kritis, lean sigma, biaya pelaksanaan, durasi pelaksanaan.*

## **ABSTRACT**

*The objective of this research is to identify the risks associate to critical path tasks of the Crude Oil Contaminated Soil (COCS) Project, analyze the impacted of risks by Lean Sigma method, mitigate and response the risks refer to Lean Sigma method by using stochastic analysis. Parameter demand is risk impact through duration & cost, those are value after risk mitigation with the highest performance (best practice), the value after risk mitigation with done performance (most likely) and actual performance has been done (as is). The three values are analyzed by stochastic to get reachable value by 90% trust. The result of research shows 14 of risks impacted the work performance. Three of significant risks are delineation data was not accurate, Soil Bioremediation Facilities (SBF) capacity in Minas was not enough and heavy equipments were broken. The stochastic analysis result shows by 95% trust the project can be completed within 178 days from 210 days actual and cost can be reduced to IDR 3,698,000,000.00 from IDR 4,060,501,200.00 actual. Implementation the Lean Sigma method to mitigate and response risks could be reduce work duration about 15.2% and also decrease the expenditure cost about 8.9% from actual condition (as is).*

*Keywords : performance, critical path tasks, lean sigma, expenditure cost, duration.*

## PENDAHULUAN

Proyek Pembersihan *Crude Oil Contaminated Soil* (COCS) adalah pekerjaan pemisahan tanah yang terkontaminasi minyak mentah (*crude oil*) kemudian mengangkut ke Fasilitas Penampung (*Soil Bioremediation Facilities*). Segmentasi COCS telah terjadi puluhan tahun yang lalu sejak penambangan pertama kali sehingga struktur segmentasi COCS berbeda-beda, diantaranya adalah :

1. Tersebar merata di permukaan tanah dengan ketebalan 10 cm sampai 15 cm dan sebagian telah mengeras.
2. Berlapis-lapis dengan ketebalan 10 cm sampai 30 cm mulai dari kedalaman 20 cm dari permukaan tanah sampai kedalaman 1,8 m. Masing-masing lapisan dipisahkan oleh lumpur.
3. Berada di bawah lumpur dengan kedalaman 2 m sampai 2,5 m dengan ketebalan 30 cm sampai 50 cm.

Pekerjaan pembersihan COCS mempunyai risiko yang sangat tinggi terhadap keterlambatan waktu penyelesaian proyek dan bertambahnya biaya pelaksanaan proyek. Risiko-risiko tersebut antara lain adalah tidak adanya data yang pasti kedalaman lapisan endapan COCS, sumber daya mengerjakan beberapa proyek secara bersamaan, kapasitas fasilitas penampung COCS lebih sedikit dari volume COCS yang diangkat dari lokasi pembersihan, kinerja sumber daya lebih rendah dari rencana dan proyek berhubungan dengan masyarakat pemilik lahan.

Selama proses pelaksanaan kegiatan-kegiatan yang Tidak Bernilai Tambah (*Non Value Add*) dan Pemborosan (*Waste*) sulit dihindari dan memberikan dampak negatif terhadap mutu, biaya, waktu dan kepuasan pelanggan. Kondisi-kondisi diatas menyebabkan proyek terlambat selesai selama 122 hari dan biaya pelaksanaan proyek juga bertambah sebesar Rp. 2.844.438.100,-. Risiko proyek adalah sebuah kejadian atau kondisi yang jika terjadi mempunyai pengaruh positif atau negatif terhadap tujuan proyek seperti lingkup pekerjaan, skedul, biaya dan kualitas (Anonim 2013).

Keterlambatan proyek selesai dan biaya melebihi rencana anggaran dianalisis terhadap pekerjaan-pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Lintasan kritis adalah urutan beberapa pekerjaan yang harus diselesaikan tepat waktu agar proyek selesai tepat waktu, sedangkan pekerjaan di lintasan kritis adalah sebuah pekerjaan jika terlambat selesai akan

menjadikan proyek terlambat selesai (Pyron, 1998). Mitigasi risiko-risiko pada masing-masing pekerjaan di lintasan kritis menggunakan metode pendekatan *Lean Sigma*. *Lean Sigma* adalah sebuah sistem yang fokus kepada memenuhi atau melebihi keinginan pelanggan dengan menggunakan fakta-fakta dan data-data yang dapat dipercaya dan menggunakan kerangka kerja Definisi (*Define*), Pengukuran (*Measure*), Analisis (*Analyze*), Perbaikan (*Improvement*) and Kontrol (*Control*) yang di kenal dengan DMAIC proses (Comstock, 2011, Vincent, 2006).

DMAIC adalah sebuah struktur metode pemecahan masalah yang secara luas di gunakan dalam bisnis. DMAIC mendorong berfikir kreatif dalam batasan-batasan seperti proses dasar, produk atau jasa (George, 2005).

Identifikasi risiko yang di gunakan dalam penelitian ini adalah survei lapangan, kuisisioner dan wawancara. Analisis risiko tiap-tiap level dampak dan probabilitas diolah secara statistik dan metode kuantitatif. Teknik-teknik kuantitatif tersebut menurut Norris dkk, 2000 adalah:

### 1. Analisis Sensitivitas.

Secara sederhana, analisis sensitivitas menentukan efek pada keseluruhan proyek dari perubahan salah satu variabel risiko seperti keterlambatan desain atau material. Salah satu tampilan analisis sensitivitas adalah tornado diagram. Tornado diagram menggunakan bar chart untuk membandingkan variabel-variabel yang mempengaruhi. Dalam tornado diagram, sumbu y menampilkan nilai masing-masing tipe risiko, sumbu X terdiri dari nilai hubungan risiko dengan masalah yang di teliti.

### 2. Analisis Probabilistik.

Analisis ini melakukan spesifikasi sebuah distribusi probabilitas untuk tiap risiko dan kemudian mempertimbangkan efek dari kombinasi risiko. Bentuk umum dari analisis probabilistik menggunakan teknik sampling yang dikenal dengan Simulasi @ Risk.

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi risiko-risiko yang terjadi pada proyek COCS pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis.
2. Menganalisis dampak risiko-risiko terhadap waktu dan biaya pelaksanaan proyek dengan metode *Lean Sigma*.

3. Memitigasi dan respon risiko-risiko terhadap waktu dan biaya pelaksanaan proyek berdasarkan metode *Lean Sigma* dengan pendekatan Stokastik

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembersihan COCS di lokasi 5E-42 area operasi PT. Chevron Pacific Indonesia, Kecamatan Minas, Kabupaten Siak, Provinsi Riau.

### Data-data Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data hasil kuisisioner dan interview yang dilakukan terhadap sampel di lapangan. Kuisisioner disusun sebanyak 30 pertanyaan. Skala penilaian terhadap kuisisioner adalah 4 = sangat setuju, 3 = Setuju, 2 = kurang setuju dan 1 = tidak setuju. Sebelum kuisisioner di jadikan instrumen penelitian maka terlebih dulu dilakukan Uji Validitas Konstruk (*Construct Validity*), Uji Validitas Isi (*Content Validity*) dan Uji Reliabilitas. Uji Validitas Konstruk menggunakan pendapat dari ahli (*judgement experts*, dengan meminta pendapat 5 orang ahli (*judgement experts*) (Sugiyono, 2009, 2010).si Kelima orang berasal dari 3 perusahaan yang berbeda dengan pengalaman kerja selama 20 tahun. Uji Validitas Isi instrumen dengan melakukan analisis item, yaitu menghitung Koefesien Validitas isi ( $r$ ) antara skor butir instrumen dengan skor total. Koefesien validitas isi instrumen dihitung menggunakan rumus *Product Moment* di bawah.

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (1)$$

Dimana :

$r$  = Koefesien Validitas Isi Instrumen

$n$  = Jumlah responden

$X$  = Nilai jawaban responden

$Y$  = Total nilai jawaban responden

Hasil  $r$  hitung dibandingkan dengan  $r$  tabel dimana  $df$  (*degree of freedom*) =  $n-2$  dengan sig = 5%. Jika  $r$  tabel <  $r$  hitung maka pertanyaan valid. Uji Reliabilitas dilakukan dengan mencobakan kuisisioner kepada 30 responden yang sama 2 minggu setelah kuisisioner pertama dilakukan. Dengan menggunakan kedua skor hasil percobaan kuisisioner, selanjutnya dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum X_1 X_2 - (\sum X_1)(\sum X_2)}{\sqrt{[n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2][n \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2]}} \quad (2)$$

Dimana :

$r$  = Koefesien Korelasi Test 1 Dengan Test 2

$n$  = Jumlah responden

$X1$  = Nilai jawaban responden pada test 1

$X2$  = Nilai jawaban responden pada test 2

Apabila nilai hitung Koefesien Korelasi ( $r$ ) > dari  $r$  tabel yang berarti instrumen reliabel untuk digunakan dalam penelitian. Data primer diperoleh dengan melakukan interview terhadap sampel. Selanjutnya berdasarkan hasil interview dilakukan uji korelasi antara variabel bebas ( $X$ ) dengan variabel terikat ( $Y$ ) dengan menggunakan persamaan (1). Apabila nilai *Product Moment* ( $r$ ) >  $r$  tabel, maka variable ( $X$ ) mempunyai korelasi yang positif dengan variable ( $Y$ ).

Data sekunder adalah data-data pelaksanaan Pekerjaan Pembersihan COCS, berupa : Permintaan Layanan (*Service Request*), Jumlah Dan Rincian Nilai Proyek (*Quantity And Cost Breakdown*), Gambar Pemetaan Sebaran COCS (*Delineation Drawing*), Gambar Kerja (*Construction Drawing*), Gambar Aktual Pelaksanaan (*Mark Up Drawing*), Skedul Awal Proyek (*Baseline Schedule*), Skedul Akhir Proyek (*Completion Schedule*), Lembaran Catatan (*Log Sheet*) Dump Truck dan Catatan Kunjungan Lapangan (*Surveillance Report*).

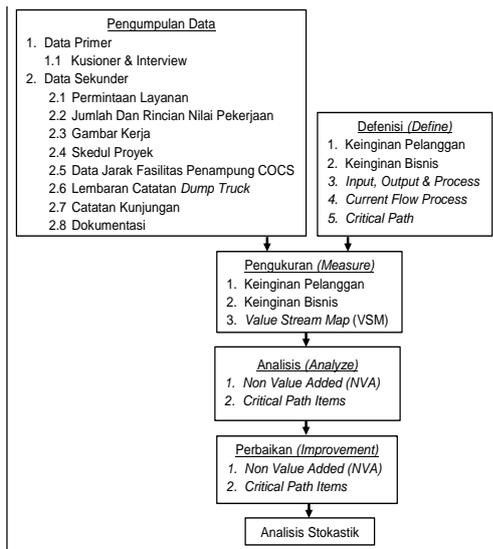
### Identifikasi dan Mitigasi Risiko Dengan Metode Pendekatan Lean Sigma

Comstock, 2011 dalam bukunya *Lean Sigma Green Belt* menerangkan lima prinsip dasar Lean Sigma, yaitu :

1. Mengidentifikasi nilai pekerjaan yang akan dilakukan berdasarkan keinginan pelanggan.
2. Mengidentifikasi Pemetaan Proses Nilai (*Value Stream Map*) guna menghilangkan pemborosan dan penyimpangan.
3. Merumuskan nilai proses pengerjaan sesuai dengan keinginan pelanggan.
4. Mengorganisir semua sumber daya agar mengalir lancar dan efisien sepanjang proses pengerjaan proyek.
5. Melakukan perbaikan terus menerus untuk mencapai keunggulan dan peningkatan kinerja.

## Analisis Stokastik

Analisis Stokastik dilakukan untuk mengetahui nilai durasi dan biaya pelaksanaan proyek dengan tingkat kepercayaan 95%. Analisis memakai program @risk dengan menggunakan triangle distribution. Pemilihan triangle distribution mengakomodir kondisi terbaik (*best practice*), kondisi sering terjadi (*most likely*) dan kondisi apa adanya (*as is*). Lebih ringkasnya diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir metodologi penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Validitas Instrumen

Uji Validitas Konstruk menggunakan pendapat dari ahli (*judgement experts*), dengan meminta pendapat 5 orang ahli (*judgement experts*). Kelima orang berasal dari 3 perusahaan yang berbeda dengan pengalaman kerja selama 20 tahun. Dari hasil uji validitas konstruk terhadap 30 kisioner, terdapat 8 buah pertanyaan yang tidak valid karena akumulasi pendapat para pakar lebih banyak menyatakan tidak setuju. Dua puluh dua kuisisioner yang valid selanjutnya dilakukan Uji Validitas Isi. Uji Validitas Isi dengan cara mencobakan instrumen kepada 30 orang responden. Hasil Uji Validitas Isi setelah dihitung menggunakan persamaan (1) dapat dilihat dalam Tabel 1.

Dari Tabel 1, terdapat 14 kuisisioner yang valid untuk dilakukan Uji Reliabilitas. Uji Reliabilitas dilakukan dengan mencobakan kuisisioner kepada 30 responden yang sama 2 minggu setelah kuisisioner pertama dilakukan. Dengan

menggunakan kedua skor hasil percobaan kuisisioner, selanjutnya dihitung menggunakan persamaan (2).

Tabel 1. Hasil perhitungan uji validitas isi instrumen

X	r hitung	r table pada Alpha 5%	+/-	Keterangan
1	0.374	0.312	0.062	Valid
2	0.762	0.312	0.450	Valid
3	0.079	0.312	-0.233	Tidak Valid
4	-0.208	0.312	-0.520	Tidak Valid
5	0.731	0.312	0.419	Valid
6	0.582	0.312	0.270	Valid
7	0.467	0.312	0.155	Valid
8	0.617	0.312	0.305	Valid
9	0.731	0.312	0.419	Valid
10	0.620	0.312	0.308	Valid
11	0.253	0.312	-0.059	Tidak Valid
12	0.762	0.312	0.450	Valid
13	-0.213	0.312	-0.525	Tidak Valid
14	0.459	0.312	0.147	Valid
15	0.253	0.312	-0.059	Tidak Valid
16	0.592	0.312	0.280	Valid
17	-0.208	0.312	-0.520	Tidak Valid
18	0.762	0.312	0.450	Valid
19	0.253	0.312	-0.059	Tidak Valid
20	0.465	0.312	0.153	Valid
21	0.511	0.312	0.199	Valid
22	0.035	0.312	-0.277	Tidak Valid

Dari hasil perhitungan di atas di dapat nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,989, sedangkan  $r$  pada tabel untuk 30 responden dengan taraf signifikan 1% adalah 0,463 dan taraf signifikan 5% adalah 0.361. Dengan demikian ( $r$ ) hitung > dari ( $r$ ) tabel yang berarti instrumen reliabel untuk digunakan dalam penelitian. Berdasarkan hasil uji konstruk, uji validitas dan uji reliabilitas yang dilakukan di dapat 14 kuisisioner sebagai variabel X yang akan di jadikan instrumen penelitian. Sampel penelitian diambil dengan teknik pengambilan *Disproportional Stratified Random Sampling*. Jumlah sampel di pilih sebanyak 30 orang masing masing 6 orang karyawan PT. CPI, 5 orang karyawan RW, 18 orang karyawan PT. RDP dan 1 orang karyawan ERE.

### Analisis Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan interview terhadap sampel. Selanjutnya berdasarkan hasil interview dilakukan uji korelasi antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y) dengan menggunakan persamaan (1). Apabila nilai Product Moment ( $r$ ) >  $r$  tabel pada Lampiran 2, maka variable (X) mempunyai korelasi yang positif dengan varable (Y). Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil perhitungan korelasi antara variabel X dan Y**

Variabel	Risiko	r hitung	r table pada Alpha 5%	+/-
X08	Jumlah Excavator yang bekerja kurang dari rencana sehingga membuat progress lambat	0,87	0,44	0,43
X16	Kedalaman COCS melebihi data deliniasi	0,87	0,44	0,43
X18	Ketersediaan Soil Bioremediation Facilities (SBF) tidak sesuai dengan rencana sehingga volume pengangkutan HIS dari lokasi pembersihan terkendala	0,86	0,44	0,42
X09	Dozer kurang dari rencana sehingga pencapaian progress terganggu	0,85	0,44	0,41
X06	Excavator sering rusak yang menyebabkan terlambatnya pencapaian progress dan proses perbaikan excavator lama	0,73	0,44	0,29
X01	Proses pembuatan Construction Execution Plan (CEP lebih lama dari waktu yang direncanakan	0,69	0,44	0,25
X20	Ditemukan lokasi yang belum bersih dari COCS sehingga diperlukan pekerjaan ulang untuk membersihkan	0,68	0,44	0,23
X02	Team survey sedang bekerja di lokasi lain sehingga telat melakukan pekerjaan	0,67	0,44	0,23
X05	Stake out survey tidak bisa langsung diselesaikan karena pembebasan lokasi yang akan dibersihkan belum selesai	0,66	0,44	0,22
X10	Tidak ada spare operator sehingga bila operator tidak hadir equipment tidak beroperasi	0,63	0,44	0,19
X14	Penyediaan bahan bakar sering telat dan kurang	0,57	0,44	0,13
X07	Jumlah Dump Truck yang bekerja kurang dari rencana yang menyebabkan volume kerja juga berkurang	0,52	0,44	0,08
X21	QC kurang aktif sehingga ditemukan bagian pekerjaan yang belum sesuai dengan spesifikasi sehingga di perlukan perbaikan	0,15	0,44	-0,29
X12	Pelanggaran terhadap peraturan HES yang menyebabkan dikeluarkannya SWA atau SSWA	0,15	0,44	-0,30

Hasil uji korelasi semua variabel dengan teknik korelasi Product Moment dapat dilihat dalam Tabel 2. Terdapat 12 variabel bebas (X) yang

mempengaruhi variable terikat (Y), artinya ada 12 risiko proyek yang mempengaruhi kinerja pembersihan COCS. Keduabelas risiko tersebut perlu dimitigasi agar kinerja dapat menjadi optimal ditinjau dari durasi kerja dan biaya proyek.

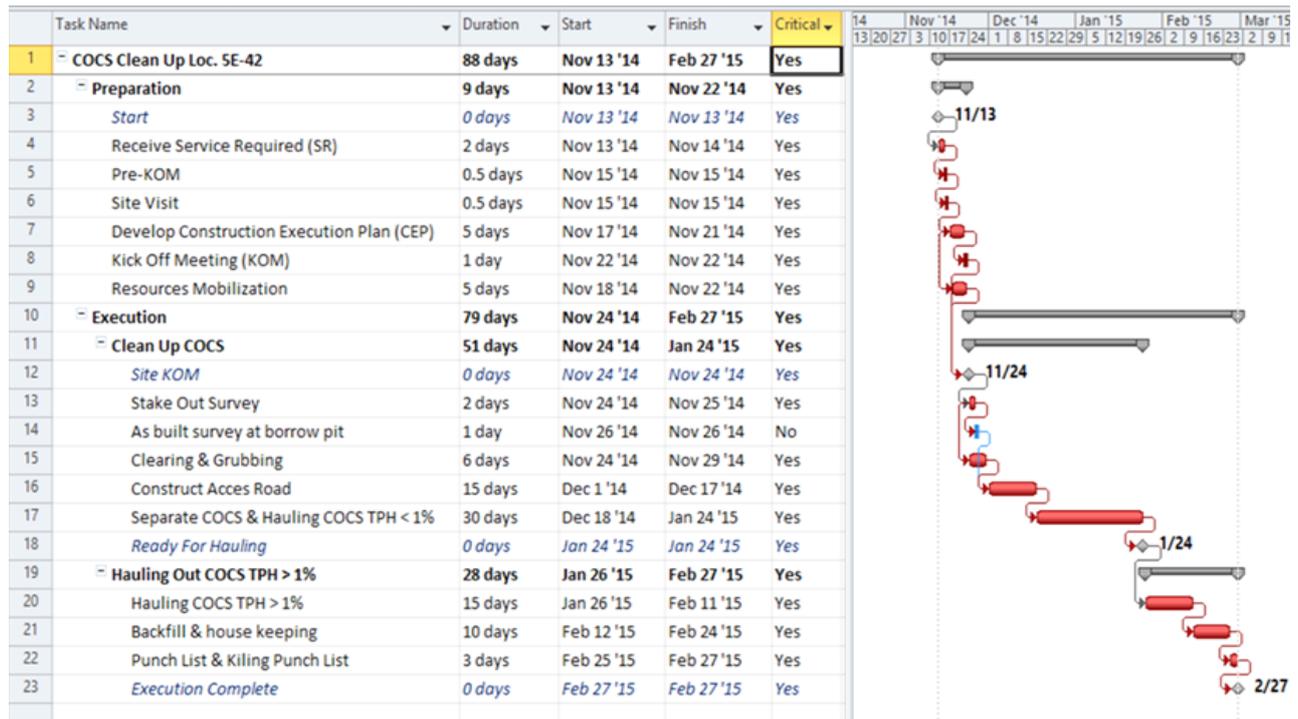
### Identifikasi dan Mitigasi Risiko Dengan Metode Pendekatan Lean Sigma

Melalui *Service Request* (Permintaan Layanan) No. : 1257372 01 04770 000 tanggal 30 Oktober 2014, PT. CPI menginginkan proyek diselesaikan selama 88 hari kerja, dimulai tanggal 24 November 2014 sampai dengan tanggal 27 Februari 2015 dengan biaya sebesar Rp. 1.287.250.000,-.

Aktual durasi pelaksanaan adalah 210 hari menghabiskan biaya sebesar Rp. 4.781.107.435,-. Rencana biaya pelaksanaan proyek sebesar Rp. 1.215.279,100,- namun setelah proyek selesai, aktual biaya pelaksanaan proyek menghabiskan dana sebesar Rp. 4.060.501.200,-.

Pekerjaan-pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis dianalisis menggunakan program *Microsoft Project 2010*, sebagaimana dapat dilihat dalam Gambar 2. Terdapat 8 item pekerjaan yang berada di lintasan kritis, yaitu: *Preparation* (Pekerjaan Persiapan), *Stake Out Survey* (Pekerjaan Pengukuran), *Clearing & Grubbing* (Pekerjaan Pembersihan Lokasi Kerja), *Construct Access Road* (Pekerjaan Pembuatan Jalan), *Separate COCS And Hauling COCS TPH < 1%* (Pekerjaan Pemisahan COCS dan Pengangkutan COCS TPH < 1%), *Hauling COCS TPH > 1%* (Pekerjaan Pengangkutan COCS TPH > 1%), *Backfilling And Housekeeping* (Pekerjaan Penimbunan Dan Pembersihan Lokasi Kerja) dan *Punch List & Killing Punch List* (Pekerjaan Pengecekan Akhir Dan Perbaikan). Apabila salah satu dari pekerjaan ini terlambat maka akan menyebabkan penyelesaian proyek terlambat.

Aktual durasi masing pekerjaan diolah menggunakan program *Microsoft Project* sebagaimana di tampilkan dalam Gambar 3. Keterlambatan diawali oleh pelaksanaan *Pre-Kom* yang telambat selam 41 hari kerja kemudian diikuti oleh keterlambatan pekerjaan-pekerjaan berikutnya sehingga menjadikan keterlambatan selama 122 hari.



Gambar 2. Pekerjaan di lintasan kritis

Task Name	%	Baseline Duration	Baseline Start	Baseline Finish	Actual Duration	Actual Start	Actual Finish	Duration Variance	Start Variance	Finish Variance
1 COCS Clean Up Loc. 5E-42	100%	88 days	13 Nov '14	27 Feb '15	210 days	13 Nov '14	01 Aug '15	122 days	0 days	122 days
2 Preparation	100%	9 days	13 Nov '14	22 Nov '14	51 days	13 Nov '14	14 Jan '15	42 days	0 days	42 days
3 Start	100%	0 days	13 Nov '14	13 Nov '14	0 days	13 Nov '14	13 Nov '14	0 days	0 days	0 days
4 Receive Service Request (SR)	100%	2 days	13 Nov '14	14 Nov '14	1 day	13 Nov '14	13 Nov '14	-1 day	0 days	-1 day
5 Pre-KOM	100%	0,5 days	15 Nov '14	15 Nov '14	0,5 days	06 Jan '15	06 Jan '15	0 days	41 days	41 days
6 Site Visit	100%	0,5 days	15 Nov '14	15 Nov '14	0,5 days	06 Jan '15	06 Jan '15	0 days	41 days	41 days
7 Develop Construction Execution Plan (CEP)	100%	5 days	17 Nov '14	21 Nov '14	6 days	07 Jan '15	13 Jan '15	1 day	41 days	42 days
8 Kick Off Meeting (KOM)	100%	1 day	22 Nov '14	22 Nov '14	1 day	14 Jan '15	14 Jan '15	0 days	42 days	42 days
9 Resources Mobilization	100%	5 days	18 Nov '14	22 Nov '14	6 days	08 Jan '15	14 Jan '15	1 day	41 days	42 days
10 Execution	100%	79 days	24 Nov '14	27 Feb '15	159 days	15 Jan '15	01 Aug '15	80 days	42 days	122 days
11 Clean Up COCS	100%	51 days	24 Nov '14	24 Jan '15	149 days	15 Jan '15	15 Jul '15	98 days	42 days	140 days
12 Site KOM	100%	0 days	24 Nov '14	24 Nov '14	0 days	15 Jan '15	15 Jan '15	0 days	42 days	42 days
13 Stake Out Survey	100%	2 days	24 Nov '14	25 Nov '14	2 days	15 Jan '15	19 Jan '15	0 days	42 days	44 days
14 As built survey at borrow pit	100%	1 day	26 Nov '14	26 Nov '14	1 day	21 Jan '15	21 Jan '15	0 days	45 days	45 days
15 Clearing & Grubbing	100%	6 days	24 Nov '14	29 Nov '14	12,89 days	15 Jan '15	27 Feb '15	6,89 days	42 days	73 days
16 Construct Acces Road	100%	15 days	01 Dec '14	17 Dec '14	79,67 days	19 Jan '15	17 Jun '15	64,67 days	39 days	146 days
17 Separate COCS & Hauling COCS TPH < 1%	100%	30 days	18 Dec '14	24 Jan '15	51,89 days	29 Jan '15	15 Jul '15	21,89 days	33 days	140 days
18 Ready For Hauling	100%	0 days	24 Jan '15	24 Jan '15	0 days	15 Jul '15	15 Jul '15	0 days	140 days	140 days
19 Hauling Out COCS TPH > 1%	100%	28 days	26 Jan '15	27 Feb '15	131 days	17 Feb '15	01 Aug '15	103 days	19 days	122 days
20 Hauling COCS TPH > 1%	100%	15 days	26 Jan '15	11 Feb '15	86,11 days	17 Feb '15	15 Jul '15	71,11 days	19 days	125 days
21 Backfill & house keeping	100%	10 days	12 Feb '15	24 Feb '15	15 days	06 Jul '15	28 Jul '15	5 days	116 days	121 days
22 Punch List & Killing Punch List	100%	3 days	25 Feb '15	27 Feb '15	4 days	29 Jul '15	01 Aug '15	1 day	121 days	122 days
23 Execution Complete	100%	0 days	27 Feb '15	27 Feb '15	0 days	01 Aug '15	01 Aug '15	0 days	122 days	122 days

Gambar 3. Durasi masing-masing item pekerjaan

**Tabel 3. Volume dan biaya item pekerjaan**

No	Description	Unit	Original Quantity			Actual Quantity			Deviasi			Remarks
			Quantity Non Remote	Quantity Remote	Amount	Quantity Non Remote	Quantity Remote	Amount	Quantity Non Remote	Quantity Remote	Amount	
1	<b>EARTHWORK &amp; CIVIL</b>											
2	<b>Earthworks</b>											
3	Earthworks Fill from Company Designated Location, Haul & Compacted, Balanced Cut/Fill (with hauling distance < 0.5 KM)	Cu. Meter	2.625,00	-	131.250.000,00	2.678,91	-	133.945.500,00	53,91	-	2.695.500,00	↑
4	Earthworks Fill from Company Designated Location, Haul & Compacted (with hauling distance from 0.5 KM to 15 KM)	Cu. Meter	4.500,00	-	324.000.000,00	21.032,55	-	1.514.343.600,00	16.532,55	-	1.190.343.600,00	↑
5	Earthworks Cut/Excavation	Cu. Meter	-	-	-	11.220,52	-	359.056.640,00	11.220,52	-	359.056.640,00	+
6	Earthworks Clearing & Grubbing	Sq. Meter	14.000,00	-	98.000.000,00	13.308,72	-	93.161.040,00	(691,28)	-	(4.838.960,00)	↓
7	Soil/Dirt Hauling, distance 0-10 KM (without compaction)	Cu. Meter	2.000,00	-	114.000.000,00	2.488,01	-	141.816.570,00	488,01	-	27.816.570,00	↑
8	<b>Structural Steel Works</b>											
9	Install Steel Pipe Culvert size < 24 diameter	Meter	10,00	-	20.000.000,00	30,00	-	60.000.000,00	20,00	-	40.000.000,00	↑
10	<b>Road Improvement</b>											
11	Dirt Road Repair, Dress up and Compaction-average width 7 M	Kilometer	-	-	-	0,95	-	15.200.000,00	0,95	-	15.200.000,00	+
12	<b>Environmental Works</b>											
13	Excavation of Unsuitable Soil Material	Cu. Meter	-	-	-	4.332,62	-	129.978.600,00	4.332,62	-	129.978.600,00	+
14	Environmental Works - Oil Contaminated Waste Hauling, Hauling distance 0-10 km (using KLH/BLH's certified truck)	Cu. Meter	-	-	-	540,62	-	47.574.560,00	540,62	-	47.574.560,00	+
15	Environmental Works - Oil Contaminated Waste Hauling, Hauling distance 10-15 km (using KLH/BLH's certified truck)	Cu. Meter	6.000,00	-	600.000.000,00	8.191,89	-	819.189.000,00	2.191,89	-	219.189.000,00	↑
16	Environmental Works - Oil Contaminated Waste Hauling, Additional Cost per KM Above 15 KM Hauling Distance (using KLH/BLH's certified truck)	Cu. Meter/KM	-	-	-	32.803,80	226.577,90	1.466.841.925,00	32.803,80	226.577,90	1.466.841.925,00	+
					1.287.250.000,00			4.781.107.435,00			3.493.857.435,00	

Penambahan biaya proyek disebabkan kenaikan volume 5 item pekerjaan dan penambahan 5 item pekerjaan baru, sebagaimana dapat dilihat dalam Tabel 3. Akibat penambahan volume pekerjaan dan dan penambahan item pekerjaan baru menyebabkan perubahan pada biaya pelaksanaan proyek seperti terlihat dalam Tabel 4.

**Tabel 4. Biaya pelaksanaan masing-masing pekerjaan**

No.	Uraian Pekerjaan	Biaya Pelaksanaan (Rp)		
		Rencana	Actual	Selisih
1	COCS Clean Up Loc. 5E-42	1,215,279,100	4,060,501,200	2,845,222,100
2	Preparation	8,580,000	9,440,000	860,000
3	Execution	800,093,480	1,556,335,412	756,241,932
4	Stake Out Survey	1,254,400	1,411,200	156,800
5	Clearing & Grubbing	32,686,680	32,072,466	-614,214
6	Construct Acces Road	317,875,800	1,161,404,584	843,528,784
7	Separate COCS & Hauling COCS TPH < 1%	395,493,600	360,663,162	-34,830,438
8	Hauling COCS TPH > 1%	334,333,500	2,343,744,887	2,009,411,387
9	Backfill & house keeping	64,300,520	131,422,181	67,121,661
10	Punch List & Killing Punch List	7,971,600	19,558,720	11,587,120

Identifikasi risiko *Non Value Added* (NVA) dilakukan dengan menganalisis alur proses

pengerjaan pembersihan COCS. Terdapat 2 item *Non Value Added* dan 10 yang pekerjaan tidak bernilai tambah terhadap bisnis. Pekerjaan tidak bernilai tambah tersebut yaitu Pre-KOM dan menentukan ketersediaan fasilitas penampung di SBF. Pekerjaan ini harus dihilangkan dari alur proses kerja sehingga mengurangi keterlambatan proyek.

Mengacu kepada Gambar 3 aktual durasi pekerjaan yang paling lama adalah *Hauling COCS TPH > 1%* (Pekerjaan Pengangkutan COCS TPH > 1%) yaitu selama 87 hari dari rencana 15 hari, artinya pekerjaan ini terlambat selama 72 hari. Keterlambatan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti terlihat Tabel 5.

Mitigasi risiko penambahan item pekerjaan dan penambahan volume pekerjaan adalah dengan membuat *Work Breakdown Structure* (WBS) yang lebih detail guna mengidentifikasi lingkup pekerjaan yang akan dikerjakan berdasarkan hasil site visit dan informasi dari PT. CPI. Mitigasi risiko kapasitas fasilitas penampung COCS di Minas tidak

**Tabel 5. Dampak risiko terhadap hauling COCS TPH > 1%**

No.	Uraian Risiko	Sat.	Volume			Biaya (Rp)
			Rencana	Aktual	Selisih	
1	Item Pekerjaan Baru					
	Hauling HIS TPH > 1% distance 10-15KM	m3	6000	8191,89	2191,89	219.189.000,00
2	Fasilitas Penampung COCS Di Minas Penuh					1.502.670.245,00
2.1	Hauling HIS TPH > 1% distance 0-10KM	m3	0	407,14	407,14	35.828.320,00
2.2	Additional cost per KM above 15KM (non remote)	m3	0	32803,80	32803,8	164.019.000,00
2.3	Additional cost per KM above 15KM (remote)	m3	0	226577,90	226578	1.302.822.925,00
3	Buddy System	org		27,00	27	30.400.000,00
4	BBM telat	hari		3,33		119.866.077,89
5	DT Rusak	hari		37,00		76.792.109,27
6	DT Tidak ada sopir	hari		39,00		75.063.034,09
7	Excavator rusak	hari		5,00		12.123.863,64

cukup adalah dengan membuat planning yang integrated mulai dari ketersediaan tempat penampungan dengan jumlah COCS yang akan diangkat. *Buddy System* merupakan program keselamatan guna mengurangi risiko kecelakaan karena kelelahan dan mengantuk maka setiap sopir harus ditemani selama mengoperasikan dump truck.

Program ini diterapkan oleh PT. CPI selama bulan Ramadhan. Karena pengangkutan COCS juga dilakukan dalam bulan Ramadhan maka PT. RDP perlu menyediakannya sesuai dengan jumlah dump truck. *Buddy system* tidak berpengaruh terhadap durasi pekerjaan namun menimbulkan biaya sebesar Rp. 30.400.000,-.

Mitigasi risiko penggunaan *buddy system* adalah meningkatkan progres kerja sehingga kegiatan pengangkutan tidak dilakukan di bulan Ramadhan. Mitigasi risiko kekurangan dan keterlambatan Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan metode *Just In Time (JIT)* menyediakan 1 mobil tangker minyak kapasitas 2.000 liter untuk distribusi ke lapangan dan tangki penampungan sementara kapasitas 13.000 liter sehingga kebutuhan BBM terpenuhi setiap kali peralatan membutuhkan.

Mitigasi risiko peralatan berat rusak dengan melakukan *Total Productive Maintenance (TPM)*. Bila metode TPM dilakukan dengan baik dan benar akan dapat menurunkan durasi kerusakan menjadi 4,3 hari. Mitigasi risiko sopir *dump truck* tidak ada adalah dengan menggunakan metode *Mistake Proofing and Prevention*. *Mistake*

*preventing* yang dilakukan adalah memasukan rencana cuti operator / sopir kedalam *resources calender* ketika membuat skedul awal. Karena hari kerja dalam 1 bulan adalah 28 hari, maka diperlukan 2 sopir cadangan dump truck.

*As is* atau aktual durasi dihitung mulai Hauling HIS TPH >1% yaitu 17 Februari 2015 dan berakhir tanggal 15 Juli 2015 selama 130 hari durasi dengan biaya sebesar Rp. 2.343.744.887,-. *Most likely* adalah pekerjaan dilakukan setelah dilakukan perbaikan terhadap risiko-risiko yang terjadi sehingga durasi bisa dikurangi menjadi 79 hari dengan biaya Rp. 2.325,465,445,-. Adapun perhitungan durasi 79 hari didapat sebagai terlihat dalam Tabel 6.

**Tabel 6. Durasi most likely pekerjaan hauling HIS TPH > 1%**

No.	Uraian	Jumlah	Satuan
1	BBM telat	3,33	hari
2	Aktual kerusakan exc setelah TPM	4,30	hari
3	Aktual Durasi Efektif	78,67	hari

*Best practice* adalah durasi kerja setelah dilakukan perbaikan terhadap risiko-risiko yang terjadi dan menggunakan aktual produktivitas tertinggi dalam satu hari. Produktivitas tertinggi terjadi pada tanggal 13 Maret 2015 yaitu 167.02 m3 sehari dengan menggunakan 4 unit dump truck ke SBF 8D-72 dengan jarak 15 km. Dengan menggunakan 13 unit dump truck maka pengangkutan akan selesai dalam waktu 21 hari dan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 718,077,432,-.

Analisis dan mitigasi risiko harus dilakukan untuk semua pekerjaan yang berada di lintasan kritis guna mendapatkan nilai *most likely* dan *best practice*. Selanjutnya data tersebut akan dilakukan Analisis Stokastik.

### Analisis Stokastik

Analisis stokastik dilakukan untuk mengetahui nilai durasi dan biaya pelaksanaan proyek dengan tingkat kepercayaan 95%. Analisis memakai program *@risk* dengan menggunakan *triangle distribution*.

Pemilihan *triangle distribution* mengakomodir kondisi terbaik (*best practice*), kondisi sering terjadi (*most likely*) dan kondisi apa adanya (*as is*) selama proses pekerjaan berlangsung, seperti terlihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Durasi pekerjaan pembersihan COCS**

No.	Uraian Pekerjaan	Best Practice	Most Likely	As is
1	Preparation	7.5	7.5	9
2	Stake Out Survey	2	2	4
3	Clearing & Grubbing	5	6	38
4	Construct Acces Road	20	52	125
5	Separate COCS & Hauling COCS T	22	34	138
6	Hauling COCS TPH > 1%	21	79	130
7	Backfill & house keeping	6	10	15
8	Punch List & Killing Punch List	2	3	4

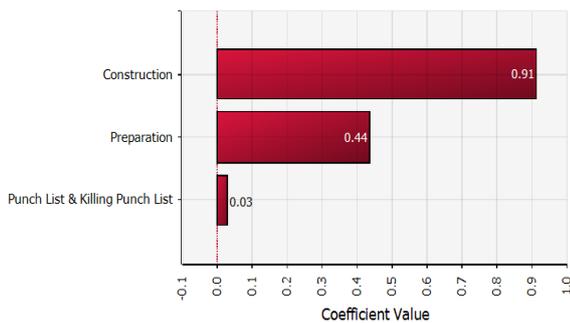
Aktual pelaksanaan pekerjaan *Stake Out Survey*, *Clearing & Grubbing*, *Construct Acces Road*, *Separate COCS & Hauling COCS TPH < 1%*, *Hauling COCS TPH > 1%*, *Backfill & housekeeping* dilakukan secara bersamaan (*overlapping*).

Sedangkan program @ *risk* membaca data yang terpisah atau tidak bersamaan. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan maka pekerjaan tersebut di atas digabung menjadi satu menjadi item pekerjaan *Construction* sebagaimana dimuat dalam Tabel 8. Nilai masing-masing kondisi dihitung dengan menggunakan program *Microsoft Project*.

**Tabel 8. Penggabungan durasi pekerjaan pembersihan COCS**

No.	Uraian Pekerjaan	Best Practice	Most Likely	As is
1	Preparation	7.5	7.5	51
2	Construction	50	142	155
3	Punch List & Killing Punch List	2	3	4

Data-data pada Tabel 6 dianalisis dengan diagram Tornado sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



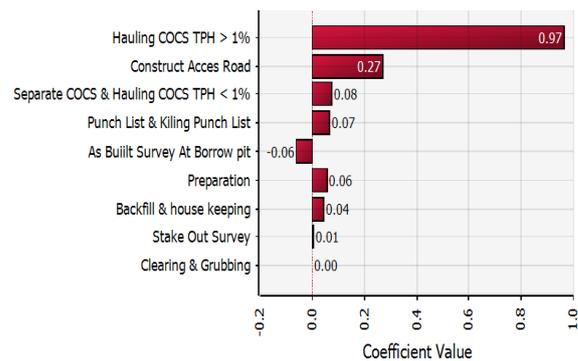
**Gambar 4. Koefisien korelasi durasi pekerjaan pembersihan COCS**

Berdasarkan Gambar 4, *construction* mempunyai nilai korelasi tertinggi terhadap keterlambatan penyelesaian proyek yaitu 0,91 ini mengindikasikan bahwa ketika pekerjaan dilakukan secara bersamaan akan meningkatkan risiko keterlambatan penyelesaian proyek.

**Tabel 9. Biaya pelaksanaan pekerjaan pembersihan COCS**

No.	Uraian Pekerjaan	Best Practice	Most likely	Rencana Biaya
1	Preparation	7,635,000.00	7,635,000.00	9,440,000.00
2	As Builit Survey At Borrow pit	627,200.00	627,200.00	784,000.00
3	Stake Out Survey	1,254,400.00	1,254,400.00	1,411,200.00
4	Clearing & Grubbing	13,804,000.00	15,581,136.00	32,072,466.00
5	Construct Acces Road	755,532,721.00	900,983,278.00	1,161,404,584.00
6	Separate COCS & Hauling COCS TPH < 1%	218,767,700.00	338,095,536.00	360,663,162.00
7	Hauling COCS TPH > 1%	718,077,432.00	2,338,090,613.00	2,343,744,887.00
8	Backfill & house keeping	34,431,210.00	64,300,520.00	131,422,181.00
9	Punch List & Killing Punch List	7,745,530.00	7,971,600.00	19,558,720.00
Jumlah		1,757,875,193.00	3,674,539,283.00	4,060,501,200.00

Data-data pada Tabel 9 dianalisis dengan diagram Tornado dengan hasil terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Koefisien korelasi biaya pelaksanaan proyek**

Dari gambar di atas terlihat bahwa pekerjaan *Hauling HIS TPH > 1%* mempunyai nilai korelasi yang paling tinggi terhadap pembahan biaya proyek.

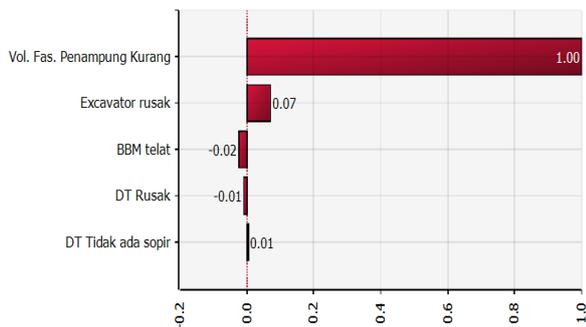
**Analisis Sensitivitas**

Berdasarkan Gambar 5, *Hauling COCS TPH > 1%* (Pekerjaan Pengangkutan COCS TPH > 1%) mempunyai nilai koefisien korelasi tertinggi yaitu 0,97 penyebab bertambahnya nilai proyek. Pekerjaan ini juga bagian dari durasi *Construction* yang juga mempunyai nilai koefisien korelasi tertinggi terhadap keterlambatan penyelesaian proyek. Setelah dilakukan analisis terhadap durasi pekerjaan tersebut maka didapat data seperti terlihat dalam Tabel 10.

**Tabel 10. Pengaruh risiko- risiko terhadap durasi hauling COCS TPH > 1%**

No	Uraian Risiko	Best Practise	Most Likely	As Is
1	Vol. Fas. Penampung Kurang	0.00	62.00	115.00
2	BBM telat	0.43	1.80	3.33
3	DT Rusak	0.40	1.66	3.08
4	DT Tidak ada sopir	0.42	1.75	3.25
5	Excavator rusak	0.65	2.70	5.00

Selanjutnya data pada Tabel 8 dianalisis dengan Tornado Diagram untuk mengetahui koefisien korelasi masing-masing risiko terhadap durasi pekerjaan. Nilai korelasi masing-masing risiko dapat dilihat pada Gambar 6.

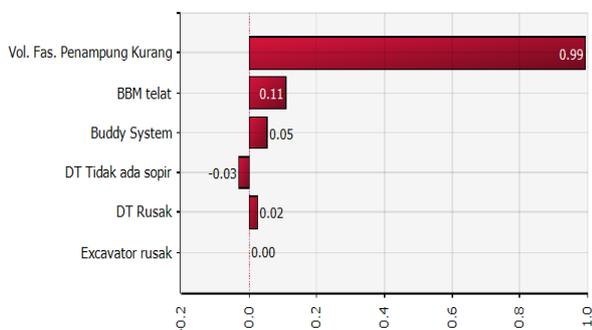


**Gambar 6. Kofesien korelasi durasi risiko-risiko hauling COCS TPH > 1%**

Dari hasil analisa di atas terlihat bahwa volume fasilitas penampung COCS yang ada di Minas mempunyai nilai korelasi tertinggi terhadap keterlambatan penyelesaian pekerjaan hauling COCS TPH > 1% diikuti oleh kerusakan equipment. Namun apabila pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan sesuai dengan *best practice* maka risiko keurangan daya tampung COCS di Minas tidak ada. Hal ini di tunjukan oleh nilai korelasi = 0.

**Tabel 11. Biaya yang ditimbulkan risiko – risiko hauling COCS TPH > 1%**

No	Uraian Risiko	Best Practise	Most Likely	As Is
1	Vol. Fas. Penampung Kurang	0	790,819,124.78	1,466,841,925.00
2	Buddy System	0	0	30,400,000.00
3	BBM telat	15,634,705.81	64,623,450.69	119,866,077.89
4	DT Rusak	10,016,362.08	41,400,963.26	76,792,109.27
5	DT Tidak ada sopir	9,790,830.53	40,468,766.21	75,063,034.09
6	Excavator rusak	1,581,373.52	6,536,343.87	12,123,863.64



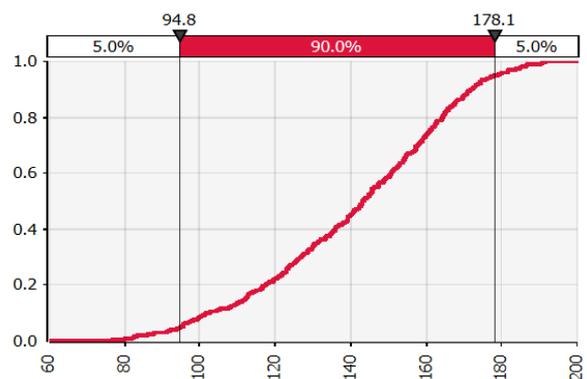
**Gambar 7. Kofesien korelasi biaya risiko-risiko hauling COCS TPH > 1%**

Dari hasil analisa di atas terlihat bahwa volume fasilitas penampung COCS yang ada di Minas mempunyai nilai korelasi tertinggi terhadap penambahan biaya pekerjaan hauling COCS TPH > 1% diikuti oleh kerusakan equipment (Tabel 11).

Namun apabila pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan sesuai dengan *best practice* maka risiko keurangan daya tampung COCS di Minas tidak ada. Hal ini di tunjukan oleh nilai korelasi = 0. Begitu juga halnya dengan risiko yang ditimbulkan oleh buddy system. Apabila kinerja proyek dapat ditingkatkan sehingga hauling tidak dilakukan pada bulan Ramadhan maka risiko ini bisa di hindarkan.

### Analisis Probabilitas

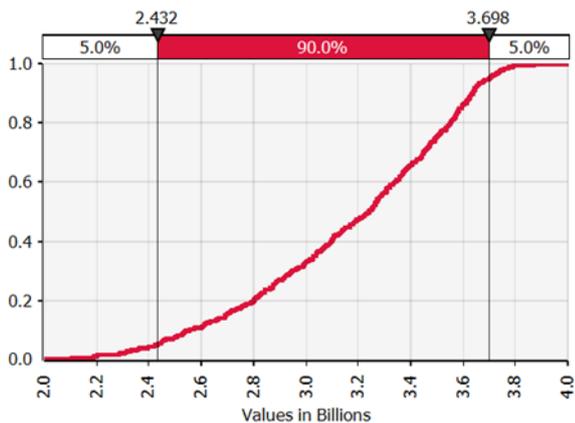
Analisis probabilitas durasi pelaksanaan masing-masing item pekerjaan menggunakan data – data yang ada dalam Tabel 8. Hasil analisis dapat dilihat dalam Gambar 8.



**Gambar 8. Probabilitas durasi pelaksanaan pekerjaan pembersihan COCS**

Dari grafik dalam gambar 8 terbaca bahwa dengan tingkat kepercayaan 95 %, maka kemungkinan durasi pelaksanaan pekerjaan pembersihan COCS adalah 178.1 hari. Kemudian data-data pada Tabel 9 digunakan untuk menganalisis biaya pelaksanaan pekerjaan dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 9.

Dari grafik yang ada dalam Gambar 9 terbaca bahwa dengan tingkat kepercayaan 95 %, maka kemungkinan biaya pelaksanaan pekerjaan pembersihan COCS adalah sebesar Rp. 3.698.000.000,-.



**Gambar 9. Probabilitas biaya pekerjaan pembersihan COCS**

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap risiko-risiko tersebut maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Terdapat 14 risiko yang tersebar dimasing-masing pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Dua belas risiko ditemui pada analisa data primer dan tambahan 2 risiko pada saat analisis data sekunder.
2. Risiko-risiko yang terjadi pada pekerjaan *construction* sangat dominan
3. mempengaruhi penambahan durasi dan biaya proyek.
4. Mitigasi dan respon risiko-risiko yang dilakukan mulai dari tahap perencanaan dan eksekusi akan menghasilkan probabilitas durasi kerja dapat berkurang dari 210 hari menjadi 178 hari dan biaya pelaksanaan

proyek dapat diturunkan dari Rp. 4.059.717.200,- menjadi Rp. 3.698.000.000,-. Pada probabilitas 95% durasi pelaksanaan dapat diturunkan sebesar 15,24% dan biaya pelaksanaan proyek dapat dikurangi sebesar 8.9%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2013, *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge*, (PMBOK® guide), Fifth edition, Project Management Institute, Inc., Pennsylvania.
- Comstock, Dave., 2011, *Lean Sigma White Belt Guide*, Chevron, Houston.
- George, Michael L., 2005, *The Lean Six Sixma Pocket Tool Book*, McGraw-Hill, New York.
- Norris C, Perry., Simon P., 2000, *Project Risk Analysis and Management*. The Assosiation for Project Management, Buckingham.
- Pyron, Tim., 1998, *Special Edition Using Microsoft Project 98*, Inner Media Inc., Texas.
- Sugiyono, 2009, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*, Alfabeta, Bandung.
- Sugiyono., 2013, *Statiska Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
- Vincent Gaspersz, 2006, *Continuous Cost Reduction Through Lean Sigma Approach*, PT. Garmedia PustakaUtama, Jakarta.