

Optimalisasi Pengoperasian Pipa Minyak Mentah Jalur Minas-Duri dengan Lean Sigma

Denny Astrie Anggraini¹, Rita Kusrina²

Dosen Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Riau
Jalan Tuanku Tambusai Ujung Pekanbaru, 0761-839577
e-mail : d_nny0204@yahoo.com¹, ritakusrina@gmail.com²

Abstrak

Sebagai salah satu unit usaha perusahaan minyak dan gas yang beroperasi di Riau, dalam menyalurkan produk yang dihasilkannya, perusahaan menggunakan pipa penyalur yang mengalirkan minyak mentah dari Gathering ke Terminal. Salah satu segmen pipa yang digunakan yaitu dari North Booster Pump (NBS) Minas ke Pungut yang menggunakan 2 buah pipa baja karbon yang berdiameter 30" dan 26" dan diteruskan sampai ke Duri dengan 1 buah pipa 30". Dengan kondisi ini dirasakan pemanfaatan dua pipa menjadi pemborosan karena biaya operasional dan maintenance yang cukup besar, oleh karena itu perusahaan ingin mereview penggunaan pipa penyalur tersebut agar menjadi lebih optimal. Penelitian ini memberikan rekomendasi bagi perusahaan dengan studi Metode Lean Sigma pada penggunaan pipa penyalur. Pertimbangan dalam memberikan rekomendasi meliputi faktor kapasitas produksi, kapasitas pipa dan biaya yang dikeluarkan. Sehingga diberikan rekomendasi untuk menggunakan 1 line pipa penyalur 30" dengan tingkat efektifitas 94% dari sebelumnya 54%. Sebelum implementasi di lapangan, pressure pipe disimulasikan dengan aplikasi SimSci PIPEPHASE. Dan dengan 1 buah pipa penyalur perusahaan dapat menghemat pengeluaran sebesar 858,765 US\$ per tahun.

Kata kunci : biaya, Lean Sigma, optimalisasi, pipa penyalur, pemborosan

Abstract

As a business unit of oil and gas companies operating in Riau, in distributing the products, the company uses the pipeline that carries crude oil from Gathering to Terminal. One of the segments of pipe used is from North Booster Pump (NBS) Minas to Pungut that uses 2 pieces of carbon steel pipe with a diameter of 30" and 26" and forwarded to Duri with 1 piece of pipe 30". With this condition utilization of two pipes become waste due to operational and maintenance costs be high, the company wanted to review the use of the pipeline to be optimal. This study provides recommendations to companies with Lean Sigma method study on the use of the pipeline. Considerations in providing recommendations to, include factors of production capacity, the capacity of the pipeline and the costs incurred. So given the recommendation to use 1 line of the pipeline 30" with the level of effectiveness of 94% from the previous 54%. Prior to implementation in the field, pressure pipe applications SimSci PIPEPHASE simulated. And with 1 piece of the pipeline company can save expenditure of 858.765 US \$ per year.

Keywords: cost, Lean Sigma, optimization, pipeline, waste

1. Pendahuluan

Dewasa ini efektifitas dan efisiensi menjadi perhatian setiap perusahaan dalam meningkatkan produktifitas. Perusahaan akan berupaya semaksimal mungkin untuk melakukan penghematan, begitu juga dengan usaha Migas di Indonesia. PT. Chevron Pacific Indonesia Salah satu lapangan minyak mentah yang merupakan penghasil utama minyak ringan (*Light Crude Oil*) atau dikenal dengan Minyak Sumatra yaitu Lapangan Minas (*Minas Field*). PT. CPI menyalurkan minyak dari Lapangan Minas ke Terminal Dumai menggunakan beberapa segmen dari sistem perpipaan yang terbentang sepanjang jalan Minas ke Dumai. Salah satu segmen pipa yang digunakan yaitu dari *North Booster Pump* (NBS) Minas ke Duri yang menggunakan dua buah pipa baja karbon yang berdiameter 30" dan 26". Pada tahun 1958, pipa yang dibangun pertama kali untuk segmen ini yaitu pipa 26" sepanjang 36,5 km, dan mengalami pembesaran diameter ke 30" di daerah Pungut sampai ke Duri sepanjang 21,8 km. Sejalan dengan waktu dan produksi dari area Minas meningkat, maka pada tahun 1971 dibangun pipa 30" sebagai cadangan (*backup*) untuk 26" dari NBS ke Pungut.

Pada tahun 2012 lalu, dilakukan inspeksi menggunakan *Magnetic Tomography Method* (MTM) pada segmen pipa 26" NBS - Pungut. Sedangkan pipa 30" dari hasil inspeksi menggunakan *Smart Pigging* tahun 2006.

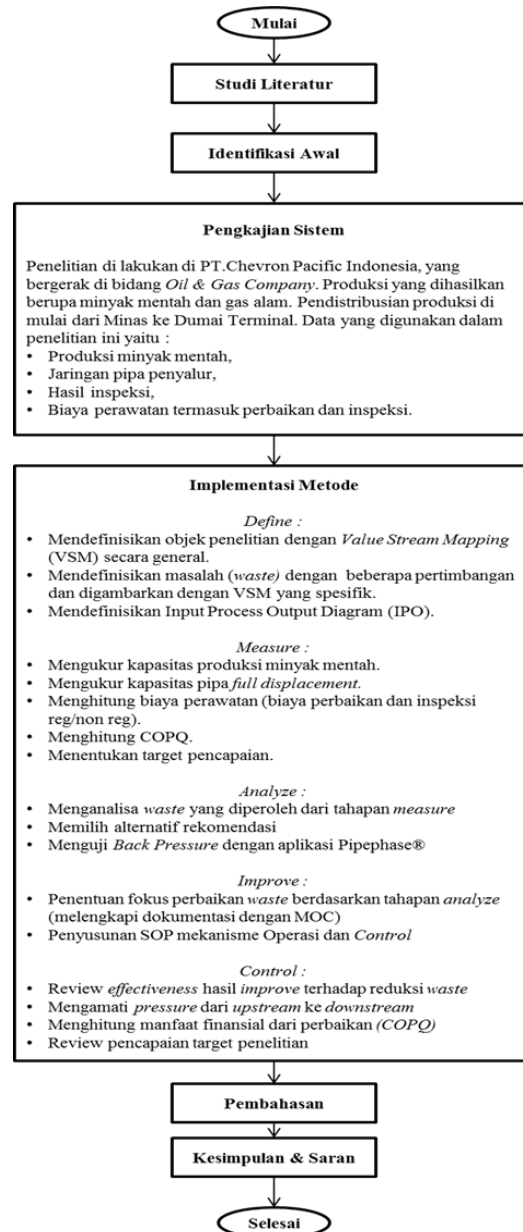
Hasil dari inspeksi yang dilakukan pada pipa 26" dengan MTM yaitu rekomendasi perbaikan pipa dengan kerusakan atau cacat (*anomaly*) yang ditemukan sebanyak 767 buah, jika dikonversikan dengan jumlah *sleeve* (bagian yang membungkus pipa induk) yang dibutuhkan yaitu 2,301 buah untuk kategori *anomaly* 1 dan 2 (atau 2761,2 meter pipa). Untuk pipa 30" dengan *Smart Pigging* ditemukan cacat sebanyak 515 buah atau membutuhkan *sleeve* sebanyak 1545 buah.

Dari hasil inspeksi kedua pipa jalur Minas-Pungut menuju Duri ini, maka perlu direview efisiensi penggunaan dua buah pipa tersebut. dimana produksi dari tahun ke tahun mengalami penurunan secara kuantitas dan proyek peningkatan jumlah produksi masih dalam tahap pengembangan. Jumlah produksi yang ditingkatkan belum bisa menyaingi produksi pada tahap pengeboran dahulu. Dengan kapasitas yang relatif sama bahkan menurun ini perlu dioptimalkan penggunaan pipa agar efektif. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi dari proses yang ada agar lebih efisien dan efektif serta menjadi dasar untuk menentukan keputusan yang akan diambil perusahaan.

2. Metodologi Penelitian

Beberapa tahapan dalam penelitian ini adalah :

- a. Studi Literatur,
Tahap awal penelitian ini adalah melakukan studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan,
- b. Identifikasi Awal,
Setelah dilakukan studi literatur, kemudian dilakukan tahap identifikasi awal terhadap masalah yang terjadi yaitu mengurangi pemborosan karena pemanfaatan dua pipa sekaligus sementara kapasitas produksi yang terus menurun.
- c. Pengkajian Sistem,
Berkaitan dengan pengumpulan data-data yang diperlukan selama penelitian, yaitu data produksi minyak mentah, jaringan pipa penyalur, hasil inspeksi dan biaya perawatan termasuk perbaikan dan inspeksi.
- d. Hasil dan Analisis
Tahap *Define* : Mendefinisikan objek penelitian dengan *Value Stream Mapping* untuk melihat pemborosan yang terjadi, mendefinisikan masalah pemborosan, mendefinisikan Input Proses dan Output
Tahap *Measure* :
Mengukur kapasitas produksi minyak untuk melihat trend ketersediaan minyak yang cenderung berkurang, mengukur kapasitas pipa, menghitung biaya perawatan, menghitung COPQ dan menentukan target pencapaian,
Tahap *Analyze* :
Menganalisa pemborosan yang terjadi, memilih alternative rekomendasi dan menguji *back pressure*,
Tahap *Improve* :
Penentuan focus perbaikan pemborosan dan penyusunan SOP,
Tahap *Control* :
Review efektivitas hasil *improve* terhadap reduksi pemborosan, mengamati *pressure*, menghitung manfaat finansial dari perbaikan, dan review pencapaian target penelitian.
- e. Kesimpulan dan Saran

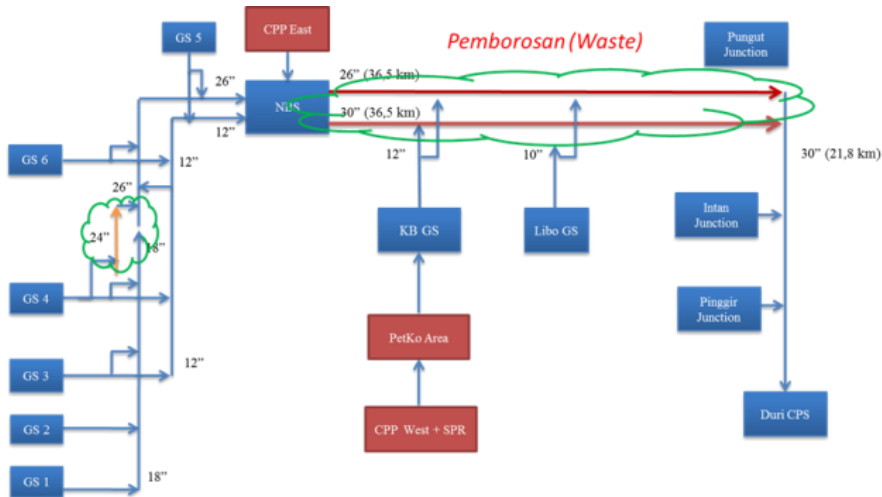


Gambar 1. Metodologi Penelitian
Sumber : Pengolahan Data, 2015

2. Hasil dan Analisis

3.1 Tahap Define

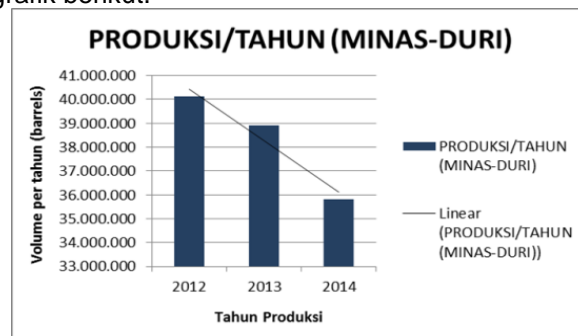
Objek penelitian ini didefinisikan dari proses existing sistem transportasi minyak mentah dari Minas ke Duri yang digambarkan dengan Value Stream Mapping (VSM). Gambaran VSM secara umum untuk semua proses existing digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Gambaran VSM Secara Umum
 Sumber : Brainstorming Engineer, Operator & Mtce PT.CPI, 2015

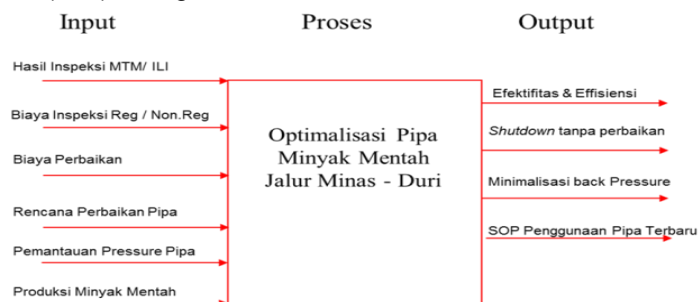
Masalah dalam penelitian ini adalah penggunaan dua pipa yang dirasakan merupakan suatu pemborosan karena hasil produksi yang cenderung menurun, sehingga menimbulkan dampak tidak efektif dan efisien dalam pembiayaan perawatan dan inspeksi dan disebut dengan pemborosan (*waste*). Dari 2 spot jalur pipa yang digambarkan VSM secara umum, maka ditentukan pokok masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini. Pertimbangan pemilihan spot ini berdasarkan panjang pipa, jumlah produksi yang dialirkan dan *service year*.

Masalah dalam penelitian ini juga didukung faktor produksi yang semakin menurun dari tahun ke tahun, maka diperlukan efisiensi dan efektifitas dalam penggunaan pipa penyalur minyak. Data produksi dari tahun 2012 sampai 2014 yang disalurkan oleh dua buah pipa tersebut terlihat pada grafik berikut.



Gambar 3. Grafik Data Produksi Minas ke Duri
 Sumber : PT.CPI, 2015

Dari paparan objek dan masalah (*waste*) dalam penelitian ini, maka dapat dibuat *Diagram Input Output Process (IPO)* sebagai berikut.



Gambar 4. IPO Diagram
 Sumber : Pengolahan Data, 2015

3.2 Tahap Measure

1) Kapasitas Produksi, Pipa dan Biaya Maintenance

Produksi minyak mentah yang dialirkan dari Minas ke Duri terlihat penurunan dari setiap meter reading. Jumlah produksi total yang dialirkan dari Minas ke Duri yang menggunakan pipa 26" dan 30" NBS-Pungut Tie in yaitu gabungan dari empat meter reading di atas.

$$Prod.Total = Prod.NBS + Prod.KB GS + Prod.libo GS + Prod.Pungut GS \quad (1)$$

Untuk mengukur kapasitas pipa dalam posisi full displacement menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Volume (Bbls) = \left(\frac{\pi r^2}{144} \right) \times L' \times 0.1781 \quad (2)$$

Keterangan :

π = Phi atau 3.14.

r = radius diameter dalam pipa.

144 = konstanta untuk mengkonversikan dari kubik inchi ke kubik feet.

L = panjang pipa (Feet – kaki).

0,1781 = konstanta untuk mengkonversikan dari feet ke barrels.

Kapasitas pipa 26" untuk full displacement :

$$Volume (Bbls) = \left(\frac{3.14 \times 13^2}{144} \right) \times 119,679.1 \times 0.1781$$

Volume (Bbls) = **78,548**

Kapasitas pipa 30" untuk full displacement :

$$Volume (Bbls) = \left(\frac{3.14 \times 15^2}{144} \right) \times 119,679.1 \times 0.1781$$

Volume (Bbls) = **104,576**

Tabel 1 .Rekapitulasi Produksi rata-rata per hari

TAHUN	2012	2013	2014
PRODUKSI RATA-RATA			
NBS (CPP + CPI)	73.626	69.240	64.692
KB GS	29.549	31.087	27.687
LIBO GS	3.347	3.148	3.036
PUNGUT GS	3.388	3.107	2.676
TOTAL FULL DISPLACEMENT	109.911	106.582	98.091
KAPASITAS 26" FULL DISPLACEMENT	78.548	78.548	78.548
KAPASITAS 30" FULL DISPLACEMENT	104.576	104.576	104.576

Sumber : Pengolahan Data, 2015

Biaya yang dikeluarkan dalam hal ini, meliputi : biaya perbaikan cacat (*anomaly*), biaya visual inspeksi regular (*walkthrough* dan *rowing*), biaya inspeksi non regular dan biaya sertifikasi pipa.

Perhitungan biaya menggunakan persamaan berikut :

$$Biaya Perbaikan = (Biaya Material + Biaya Pemasangan) \times Kebutuhan sleeve \quad (3)$$

Sehingga biaya perbaikan cacat pada 26" CPL NBS-Pungut Tie in =

Biaya Perbaikan = (425 US\$ + 281 US\$) * 2,301 = **1,624,293 US\$**.

Dan biaya perbaikan 30" CPL NBS-Pungut Tie in =

Biaya Perbaikan = (534 US\$+347 US\$) * 1,545 = **1,361,614 US\$**.

Perbaikan untuk semua *anomaly* pada 2 buah pipa ini, diperkirakan selesai dalam waktu 2 tahun, dengan kemampuan crew 5 buah perbaikan dalam 1 hari. Sehingga perbaikan dalam waktu 1 tahun sebesar :

Pipa 26" CPL = 1,624,293 US\$/ 2 = **812,146 US\$/ tahun**

Pipa 30" CPL = 1,361,614 US\$/ 2 = **680,807 US\$/ tahun**

Biaya Visual Inspeksi Regular (*Walkthrough* dan *Rowing*) sebesar 150 US\$/ hari.

Untuk segmen 26" dan 30", dilakukan pada hari yang sama, maka biayanya sebesar 150 US\$.

Inspeksi regular ini dilakukan 2 kali dalam sebulan, sehingga dalam 1 tahun, dibutuhkan 24 kali dan mengeluarkan biaya sebesar :

Inspeksi per tahun = 24 * 150 US \$ = 3,600 US\$ untuk 2 segmen pipa.

Sehingga 1 segmen pipa mengeluarkan biaya = $3,600 \text{ US\$} / 2 = 1,800 \text{ US\$}$

Sedangkan biaya inspeksi non regular (tidak rutin), masing-masing pipa berbeda karena fasilitas yang dimiliki berbeda. Untuk 30" CPL, biaya inspeksi tidak rutin sebesar 350.000 US\$ dengan metode Intelligent Pigging (In Line Inspection/ Smart Pigging), sedangkan untuk 26" sebesar 115,227 US\$ dengan metode Magnetic Tomography Method (MTM). Inspeksi dengan ILI dilakukan per 5 tahun sekali, sehingga untuk biaya pertahunnya yang harus dipersiapkan sebesar : ILI per tahun = $350,000 \text{ US\$} / 5 = 70,000 \text{ US\$ per tahun}$.

MTM dilakukan per 3 tahun sekali, sehingga biaya yang dipersiapkan dalam satu tahun sebesar : MTM per tahun = $115,227 \text{ US\$} / 3 = 38,409 \text{ US\$ per tahun}$.

Biaya sertifikasi pipa ini sebesar Rp 250.000.000/segmen pipa. Sehingga biaya sertifikasi pipa 26" dan 30" CPL NBS-Pungut Tie in sama besarnya. Sertifikasi pipa berlaku dalam waktu 5 tahun. Sehingga biaya per tahunnya sebesar :

Biaya sertifikasi per tahun = $\text{Rp. } 250,000,000 / 3 = \text{Rp. } 83,333,333 / \text{tahun atau } 6,410 \text{ US\$ (} 1 \text{ US\$ = Rp.13,000)}$

Tabel 2. Rekap Biaya Yang Dikeluarkan Pertahun Pada Pipa

Segmen Pipa	Biaya perbaikan <i>anomaly</i> (cacat) (US\$)	Biaya Inspeksi <i>Regular</i> (US\$)	Biaya Inspeksi <i>Non Regular</i> (US\$)	Biaya Sertifikasi (US\$)	Total (US\$)
Pipa 26"	812.146	1.800	38.409	6.410	858.765
Pipa 30"	680.807	1.800	70.000	6.410	759.017
			Biaya Yang Dikeluarkan (US\$)		1.617.782

Sumber : Pengolahan data, 2015

2) Cost Of Poor Quality (COPQ)

COPQ *existing* dihitung dengan menjumlahkan biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun untuk kedua pipa. Perhitungan secara spesifik untuk masing-masing biaya sudah dilakukan di atas. Sehingga nilai COPQ yang diperoleh sebagai berikut :

$\text{COPQ} = 858,765 + 759,017 = 1,617,782 \text{ US\$ per tahun}$.

3) Target Penelitian

Target pencapaian dari implementasi metodologi Lean Sigma pada penelitian ini adalah:

- Meningkatkan efektifitas dan efisiensi penggunaan pipa penyalur.
- Shutdown tanpa perbaikan 50% dari COPQ. Dimana alternatif yang diambil harus bisa mengurangi 50% dari COPQ *existing*.
- Meminimalkan Back Pressure pada jaringan pipa. (maksimal kenaikan 20% dari pressure *existing*).
- SOP penggunaan pipa terupdate.

3.3 Tahap Analyze

Pemborosan (*waste*) yang diperoleh dalam tahap measure yaitu penggunaan pipa yang tidak optimal. Faktor-faktor yang menyebabkan pipa tidak optimal yaitu : produksi minyak mentah menurun, pipa yang digunakan ganda dan biaya tahunan yang dikeluarkan besar (termasuk biaya perbaikan, biaya inspeksi regular dan tidak regular dan biaya sertifikasi)

Dari paparan faktor penyebab pipa penyalur tidak optimal, maka perlu diambil suatu tindakan dari beberapa alternatif berikut, pertama yaitu menggunakan 1 buah pipa penyalur yang berdiameter 30" atau menggunakan 1 buah pipa penyalur yang berdiameter 26"

Dari uraian tabel 4.3 berikut, dapat disimpulkan bahwa alternatif terpilih yaitu Alternatif 1 (penggunaan 1 buah pipa yang berdiameter 30"). Hal ini berdasarkan pada : kapasitas pipa 30" diatas kapasitas produksi, biaya total tahunan lebih kecil dan penghematan COPQ lebih besar.

Sebelum melakukan *setting valve* di lapangan Minas untuk alternatif terpilih, maka diperlukan simulasi sebagai uji coba bahwa tidak ada *Back Pressure* yang terjadi dengan software SimSci PIPEPHASE.

Dari simulasi *software* ini menunjukkan bahwa jika *pressure* dari NBS berkisar 54 psi, KB GS 371 psi, Libo GS 108 psi dan Pungut 47 psi, maka *pressure* yang diterima di Duri CPS berkisar 3 psi. Dalam simulasi ini, digunakan *pressure* maksimal di setiap GS untuk menggambarkan kemungkinan terburuk. Akan tetapi dari simulasi ini tidak menunjukkan adanya *Back Pressure*.

Tabel 3. Pertimbangan Pemilihan Alternatif

Faktor Pertimbangan	Alternatif 1 (Single line 30")	Alternatif 1 (Single line 26")
Jumlah Produksi vs Kapasitas Pipa	Jumlah produksi pada akhir Des 2014 berkisar 95.000 bbls yang melalui jalur Minas - Pungut Tie in. Kapasitas Pipa 30" berada pada kisaran 104.000 bbls. Hal ini menunjukkan kemampuan pipa di atas produksi rata-rata untuk kondisi full displacement.	Jumlah produksi pada akhir Des 2014 berkisar 95.000 bbls yang melalui jalur Minas - Pungut Tie in. Kapasitas Pipa 26" berada pada kisaran 78.000 bbls. Hal ini menunjukkan kapasitas produksi rata-rata di atas kapasitas pipa untuk kondisi full displacement.
Biaya Tahunan yang dikeluarkan	Biaya Perbaikan : 680,807 US\$ Biaya Inspeksi Regular : 1,800 US\$ Biaya Inspeksi Non Regular : 70,000 US\$ Biaya Sertifikasi : 3,846 US\$. Total : 756,453 US\$	Biaya Perbaikan : 812,146 US\$ Biaya Inspeksi Regular : 1,800 US\$ Biaya Inspeksi Non Regular : 38,409 US\$ Biaya Sertifikasi : 3,846 US\$. Total : 856,201 US\$
Penghematan COPQ	Penghematan COPQ = COPQ Existing - Penghematan Biaya (Hanya Menggunakan pipa 30") = 1,612,654 - 756,453 = 856,201	Penghematan COPQ = COPQ Existing - Penghematan Biaya (Hanya Menggunakan pipa 26") = 1,612,654 - 856,201 = 756,543

Sumber : Pengolahan Data, 2015

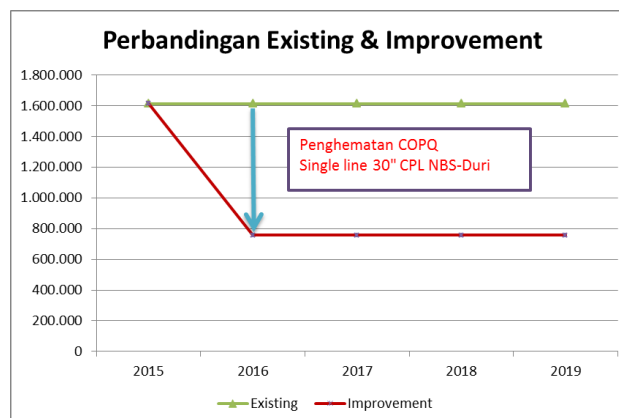
3.4 Tahap Improve

Pada tahap ini, perbaikan (*improvement*) akan dilakukan yaitu menggunakan *single line* pada jaringan pipa jalur Minas ke Pungut Tie in.

Pada pengalihan aliran akan dilakukan buka tutup *valve* pada setiap spot *tie in* sepanjang jalur pipa dari Minas ke Pungut. Penutupan *valve* dilakukan di spot berikut : NBS *Tie in* (Pig Launcher 30" CPL NBS-Duri), Kotabatak *Tie in*, Libo *Tie in*, Pungut *Tie in*.

Semua *valve* diberikan label dan *tag* tidak boleh dioperasikan tanpa sepengetahuan Tim Operasi dan *Maintenance* Departemen HCT. Hasil *improvement* yang akan dicapai dengan menerapkan rekomendasi dari Lean Sigma ini untuk 5 tahun ke depan digambarkan dengan Gambar 3.4. Dimana penghematan dari biaya yang dikeluarkan dari tahun sebelum implementasi dan sesudah implementasi mencapai penurunan COPQ sebesar 53%.

Standard Operating Procedure (SOP) untuk *single line* perlu disusun agar operasi berjalan lancar dan sesuai perencanaan. Dalam menyusun SOP perlu diperhatikan hal berikut : *Hazard* atau bahaya yang bisa terjadi pada saat pekerjaan dilakukan, langkah kerja serta kondisi normal dan *abnormal*.



Gambar 4. Perbandingan *Existing* dan *Improvement*
Sumber : Pengolahan Data, 2015

3.5 Tahap Control

Tingkat efektifitas pada proses transportasi minyak mentah ini, dinilai dari jumlah produksi yang disalurkan dengan kemampuan pipa yang digunakan. Pada proses *existing*, yang diukur dari produksi 2014, nilai efektifitasnya sebagai berikut:

$$\text{Nilai efektifitas pipa} = \frac{\text{prod.rata2 (full displacement)}}{\text{kapasitas pipa}} * 100\% \quad (4)$$

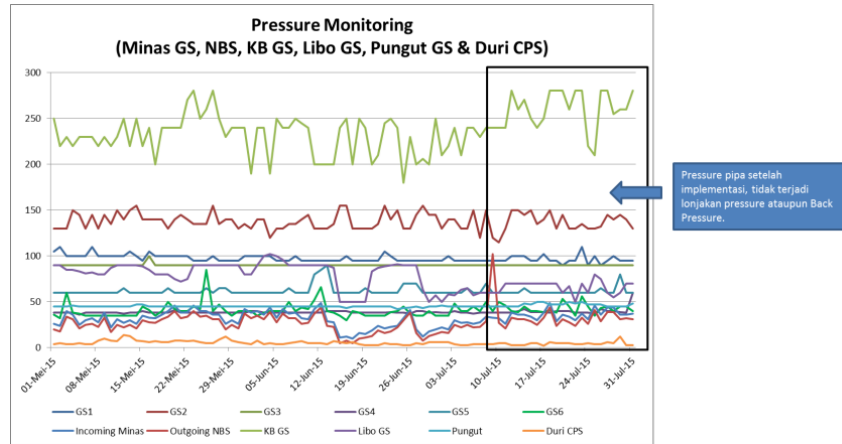
$$\text{Nilai efektifitas existing} = 98,091183,124 * 100\% = 54\%$$

Sedangkan setelah *improvement*, menggunakan *single line*, nilai efektifitas adalah :

$$\text{Nilai efektifitas improvement} = 98,091104,576 * 100\% = 94\%$$

Dari perhitungan diatas terlihat peningkatan efektifitas dalam penggunaan pipa sebagai penyalur minyak mentah dari Minas ke Duri.

Pengamatan *pressure* dilakukan mulai posisi *Upstream* dari pipa penyalur ini yaitu area Minas GS sampai *downstream* yaitu Duri CPS. Simulasi perubahan di lapangan Minas, dilakukan pada tanggal 10 Juli 2015. Pergerakan *pressure* sebelum dan sesudah implementasi terlihat pada grafik.



Gambar 5. Grafik *Pressure Monitoring*
Sumber : Pengolahan Data, 2015

Dari *monitoring pressure* diatas, tidak terlihat lonjakan signifikan atau *back pressure* yang terjadi dan *pressure* pipa berjalan normal.

Hal ini menunjukkan bahwa perubahan yang dilakukan saat simulasi tidak memberikan dampak buruk pada operasi secara keseluruhan, dan hal ini bisa dilanjutkan untuk implementasi nyatanya di lapangan Minas.

Manfaat finansial dalam penelitian ini dihitung dengan melihat *Cost of Poor Quality* (COPQ). Pada tahap *measure*, COPQ untuk operasi *existing* dihitung berdasarkan semua biaya yang dikeluarkan untuk merawat pipa penyalur. COPQ yang diperoleh per tahun :

$$COPQ \text{ Existing} = \text{pengeluaran pipa } 26'' + \text{pengeluaran pipa } 30'' \quad (5)$$

$$COPQ \text{ Existing} = 858,765 + 759,017 = 1,617,782 \text{ US\$ per tahun.}$$

Setelah dilakukan perbaikan, maka diperoleh COPQ sebagai berikut :

$$COPQ \text{ Improvement} = COPQ \text{ Existing} - \text{pengeluaran pipa yang digunakan} \quad (6)$$

$$COPQ \text{ Improvement} = 1,617,782 - 759,017 = 858,765 \text{ US\$ per tahun.}$$

Sehingga nilai manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini sebesar **858,765 US\$/tahun**.

Dari hasil tahap demi tahap didapatkan bahwa studi optimalisasi ini memenuhi target yang ditetapkan di tahap *measure*. Dimana hasil yang didapatkan sebagai berikut :

- Tingkat efektifitas dari hasil penelitian sebesar 94% dari target awal sebesar 80%
- Pekerjaan perbaikan pipa pada segmen 26" CPL tidak perlu dilakukan karena tidak diaktifkan kembali. Pencapaian yang diperoleh sebesar 53% yang dihitung dari nilai COPQ penghematan yang diperoleh dibanding COPQ existing.
- Dari simulasi pengujian *pressure* didapatkan bahwa tidak terjadi *back pressure* dari proses yang akan diubah.
- SOP yang digunakan diupdate sesuai kebutuhan operasi.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Tingkat efektifitas pipa penyalur jalur NBS-Pungut dari proses yang ada sebelum perbaikan sebesar 54%, sedangkan setelah perbaikan meningkat menjadi 94%.
- Dengan melakukan perbaikan pada pipa penyalur minyak mentah jalur NBS-Pungut ini, diperkirakan dapat menghemat pengeluaran sebesar **858,765 US\$/tahun**. Biaya tersebut

dihitung dari biaya perbaikan sebesar 812,146 US\$, biaya inspeksi reguler 1,800 US\$, biaya inspeksi tidak reguler 38,409 dan biaya sertifikasi sebesar 6,410 US\$ dari pipa yang tidak diaktifkan. Selain dari segi biaya, penelitian ini juga dapat memberikan dampak peningkatan kualitas minyak yaitu kandungan air (BS&W) yang terbawa dari pipa akan menurun.

- 3) Sebelum melakukan perbaikan atau perubahan di lapangan, perlu dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa tidak ada *back pressure* yang terjadi. Dalam penelitian ini, pengujian/simulasi dilakukan dengan aplikasi SimSci PIPEPHASE®. Dari data pengamatan, *pressure* terpantau dengan baik dan tidak terjadi lonjakan *pressure* baik di *upstream* maupun *downstream*. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan yang dilakukan saat simulasi tidak memberikan dampak buruk pada operasi secara keseluruhan, dan hal ini bisa dilanjutkan untuk implementasi nyatanya di lapangan Minas.
- 4) Hasil penelitian ini merekomendasikan, pipa penyalur yang digunakan untuk jalur NBS-Pungut menggunakan single line pipa 30". Hal ini melalui pertimbangan dari kapasitas produksi, kapasitas pipa dan biaya yang dikeluarkan.

Referensi

- [1] Anonymos, 2009, HCT Pipeline-Modul 4. Dumai : PT. Chevron Pacific Indonesia.
- [2] Anonymos, 2010, HCT Pipeline-Modul 5. Dumai : PT. Chevron Pacific Indonesia.
- [3] Arifin, Miftachul, 2012, Aplikasi Metode Lean Six Sigma Untuk Usulan Improvisasi Lini Produksi Dengan Mempertimbangkan Faktor Lingkungan. Studi Kasus: Departemen GLS (General Lighting Services) PT. Philips Lighting Surabaya.
- [4] Gaspersz, Vincent, 2006, Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach, Jakarta : PT.Gramedia Pustaka Utama.
- [5] George, Michael L, dkk, 2005, The Lean Six Sigma Pocket Toolbook, New York : McGraw-Hill.
- [6] Izzati, Ummi Isti, dkk; Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Susu Bubuk Dengan Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus di PT Tigaraksa Satria Tbk Yogyakarta)
- [7] Muchtiar, Yesmizarti, dkk, 2007, Implementasi Metode 5S Pada Lean Six Sigma Dalam Proses Pembuatan Mur Baut Versing (Studi Kasus di CV. Desra Teknik Padang),
- [8] Mulyadi, Agus dkk, 2006, HCT Pipeline-Modul 3. Dumai : PT. Chevron Pacific Indonesia.
- [9] Simbolon, Sarnius dkk, 2013, HCT Pipeline-Modul 6, Dumai : PT. Chevron Pacific Indonesia.