

ANALISIS DAN UPAYA PENURUNAN *LOSSES* PADA PRODUK SOLAR PADA DISTRIBUSI BBM DI TBBM TANJUNG PRIOK PT PERTAMINA

Mochammad Ferdan Hafizh Hasanain¹, Manik Mahachandra²

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275, hafizhhasanain2@gmail.com*

Abstrak

Saat ini, sektor minyak dan gas tetap menjadi bagian penting dalam ekonomi global, meskipun ada peningkatan kesadaran akan dampak lingkungan dan peralihan ke energi terbarukan. Industri ini bertanggung jawab atas pengambilan minyak mentah dan pengolahannya menjadi berbagai jenis bahan bakar yang vital untuk aktivitas ekonomi. PT Pertamina, melalui PT Pertamina Patra Niaga, mengelola distribusi bahan bakar di Indonesia, termasuk di TBBM Tanjung Priok. Namun, dalam proses bisnis terjadi losses atau penyusutan bahan bakar yang mengakibatkan kerugian dan penurunan Key Performance Indicator (KPI). Penelitian ini menganalisis losses produk BBM di TBBM Tanjung Priok untuk mengidentifikasi produk dengan losses tertinggi dan faktor penyebabnya. Salah satu metode untuk mengurangi losses adalah dengan Six sigma menggunakan konsep DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Metode ini membantu memetakan proses dan masalah untuk merancang strategi perbaikan, mengidentifikasi jenis losses, dan penyebabnya sehingga dapat meningkatkan pelayanan dan meminimalisir losses.

Kata kunci: *DMAIC; six sigma; FMEA.*

Abstract

Currently, the oil and gas sector remains a vital part of the global economy, despite growing awareness of environmental impacts and the transition to renewable energy. This industry is responsible for extracting crude oil and refining it into various types of fuel that are essential for economic activities. In Indonesia, PT Pertamina, through its subsidiary PT Pertamina Patra Niaga, manages the distribution of fuel, including at the TBBM (Fuel Terminal) Tanjung Priok. However, in the business process, fuel losses or shrinkage occur, resulting in financial losses and a decline in Key Performance Indicators (KPIs). This study analyzes fuel product losses at TBBM Tanjung Priok to identify the product with the highest losses and the contributing factors. One method to reduce losses is Six Sigma using the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) concept. This method helps map out the process and problems to design improvement strategies, identify types of losses and their causes, thereby improving service quality and minimizing losses.

Keyword: *DMAIC; six sigma; FMEA.*

1. Pendahuluan

Saat ini, sektor minyak dan gas tetap menjadi bagian penting dalam ekonomi global. Meskipun ada peningkatan kesadaran akan dampak lingkungan dan peralihan ke energi terbarukan, permintaan terhadap minyak dan gas masih tinggi di seluruh dunia. Industri minyak dan gas bertanggung jawab atas pengambilan minyak mentah dari cadangan di bawah tanah, yang kemudian diolah di kilang menjadi berbagai jenis bahan bakar seperti bensin, diesel, avtur, dan minyak bakar. Bahan Bakar Minyak (BBM) memainkan peran kunci dalam aktivitas ekonomi. PT Pertamina, perusahaan minyak dan gas di Indonesia, memiliki peran vital dalam menyediakan bahan bakar bagi masyarakat. Melalui PT Pertamina Patra Niaga, yang merupakan bagian dari *Sub Holding Commercial & Trading*, rantai distribusi bahan bakar dari PT Pertamina dijalankan. PT Pertamina Patra Niaga mengoperasikan lebih dari 140 terminal bahan bakar di seluruh Indonesia, termasuk TBBM Tanjung Priok yang bertugas dalam penerimaan, penimbunan, dan distribusi BBM/BBK untuk wilayah Jabodetabek.

Namun, dalam proses bisnis perusahaan, terjadi *losses* atau penyusutan bahan bakar minyak yang dapat menyebabkan kerugian dan berdampak pada profit perusahaan. Selama kegiatan operasional penyaluran BBM di TBBM Tanjung Priok, terjadi *losses*, yaitu susut atau kehilangan produk pada proses penerimaan dan penyaluran. *Losses* adalah rugi/laba

kerja *fuel* terminal yang diakibatkan adanya penyimpanan dan penanganan produk BBM pada kurun waktu tertentu, dimana laba/rugi kerja ini merupakan besaran selisih antar perhitungan stock buku dengan stok fisik suatu *fuel* terminal. *Losses* ini dapat menyebabkan penurunan *Key Performance Indicator* (KPI) dan perlu dianalisis untuk mengurangi kerugian tersebut. *Key Performance Indicator* (KPI) merupakan ukuran berskala dan kuantitatif yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja organisasi dalam tujuan mencapai target organisasi. KPI juga digunakan untuk menentukan objektif yang terukur, melihat tren, dan mendukung pengambilan keputusan. Pada umumnya, *working loss* terjadi pada produk BBM yang memerlukan analisis klasifikasi produk dengan tingkat *working loss* tertinggi. Hal ini dapat mempermudah evaluasi dan perencanaan langkah-langkah untuk mengurangi kerugian tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut, Penelitian ini melakukan analisis *losses* produk BBM untuk mengetahui produk yang paling tinggi mengalami *losses* dan faktor-faktor yang menyebabkan *losses* di TBBM Tanjung Priok.

Salah satu metode perbaikan dan Upaya penurunan *losses* dalam suatu perusahaan adalah dengan metode *six sigma*. Metode *six sigma* adalah suatu metode pendekatan melalui data dan suatu metodologi untuk mengurangi kesalahan (*defect*) dalam segala proses pelayanan perusahaan. Metode *six*

sigma dapat digunakan dengan konsep DMAIC. DMAIC merupakan suatu proses yang berfokus pada peningkatan kualitas agar mencapai target dari *six sigma*. DMAIC berisi tahap *Define*, tahap *measure*, tahap *analyze*, tahap *improve*, dan tahap *control*. Tujuan dari DMAIC adalah untuk memetakan proses, masalah, peluang sehingga perlu diperbaiki tiap langkahnya. Maka dengan metode *six sigma* ini dapat mengidentifikasi jenis *losses* yang terjadi dan penyebab terjadinya *losses* yang tinggi sehingga dapat merancang strategi perbaikan dan peningkatan pelayanan untuk meminimalisir terjadinya *losses* yang tinggi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan identifikasi masalah yang terdapat pada divisi Loading Master di PT Pertamina Tanjung Priok. Setelah melakukan identifikasi masalah peneliti merumuskan masalah tersebut dan kemudian menentukan tujuan penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan studi pendahuluan yang terdiri dari studi lapangan dan studi pustaka. Studi lapangan bertujuan untuk mengetahui sistem dan proses kerja yang ada di lapangan atau di tempat penelitian berupa observasi langsung dan wawancara. Sedangkan studi pustaka yang bertujuan untuk mempelajari buku dan jurnal yang terkait dengan permasalahan yang ada di lapangan atau di tempat penelitian mengenai metode *six sigma* dengan metode DMAIC yang dibantu dengan menggunakan Diagram SIPOC dan Metode FMEA. Selain itu peneliti juga mengumpulkan data historis berupa laporan DIS3R Juli-Desember 2023 milik perusahaan. Setelah melakukan studi pendahuluan langkah selanjutnya adalah pengumpulan data. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian adalah wawancara, data perusahaan dan observasi lapangan. Data yang diperlukan dalam penyelesaian masalah penelitian ini yaitu data DIS3R 2023 dan *losses* yang terjadi. Data yang telah dikumpulkan akan diolah dengan metode terpilih yaitu dengan menggunakan *tools* DMAIC. Kemudian dari hasil analisis yang didapat akan diambil kesimpulan dan saran, kemudian diteruskan agar bisa diimplementasikan oleh perusahaan.

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap *define* adalah *define* merupakan tahap identifikasi permasalahan yang ada dan merupakan tahap pertama dalam pendekatan DMAIC. Pada penelitian ini tahap *define* berisikan identifikasi *losses* yang terjadi pada proses *discharge* dari kapal sampai tangki timbun di TBBM Tanjung Priok dengan Project Statement. Dalam melaksanakan suatu pernyataan kegiatan, terdapat beberapa komponen yang digunakan, yaitu:

1. Bussines Case

Produk merupakan hal yang penting dalam Perusahaan agar dapat bersaing dengan Perusahaan lain. Oleh karena itu, perusahaan harus mampu melakukan perbaikan secara terus menerus untuk menjaga kestabilan pengadaan produk dalam proses pendistribusian sehingga dapat menghasilkan produk yang memiliki kuantitas dan kualitas yang mumpuni dan meminimalisir kerugian. Dalam penelitian ini yang menjadi objek penelitian adalah data produk DIS3R Desember 2023 yang terdapat jumlah *losses* yang melebihi batas toleransi TBBM Tanjung Priok Sebesar 0,2 % dalam proses *discharge* pada produk tersebut.

2. Problem Statement

Masalah yang ditemukan dalam perusahaan adalah adanya tingkat *losses* yang melampaui batas yang sudah dijadikan standar oleh TBBM Tanjung Priok yang diduga karena adanya faktor faktor yang kurang sesuai sehingga menimbulkan *losses*.

3. Project Statement

Ruang Lingkup dalam kegiatan penelitian ini adalah data DIS3R Desember 2023

4. Goal Statement

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi presentase *losses* gain yang melebihi batas yang terjadi *proses discharge* dengan menggunakan metode DMAIC dan *root cause analysis*.

5. Project Timeline

Batas waktu pengerjaan penelitian ini yaitu sampai 4 Februari 2023

Tahap *measure* merupakan tahap yang dilakukan untuk mengukur permasalahan yang telah didefinisikan pada tahapan *define*. Pada tahap *measure*, peneliti menganalisis *losses* gain yang ada pada perusahaan tersebut dengan tujuan untuk mengetahui produk mana yang memiliki presentasi *losses* yang terbesar dan kita analisis penyebabnya.

Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung *discharge losses* dengan menggunakan Data sampel rata rata DIS3R *Integrated Terminal* Jakarta (ITJ) pada proses *Discharge* Pada bulan Juli – Desember 2023 *discharge loss* adalah *losses* yang terjadi selama proses transfer minyak dari kapal ke tangka timbun darat. Selisih antara angka penerimaan *Actual Receipt (A/R)* di lokasi pembongkaran dan angka kapal sebelum pembongkaran *Ship Figure Before Discharge (SFBD)* dengan angka *Bill of Lading (B/L)*. Berikut merupakan rumus perhitungan besarnya *discharge loss* untuk satu kapal dengan *single port*:

$$R - 3 = \frac{SFBD - A/R}{B/L} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Tabel 1 merupakan data sampel rata rata DIS3R *Integrated Terminal* Jakarta (ITJ) pada proses *Discharge* Pada bulan Juli – Desember 2023.

Tabel 1. Data Rata-Rata DIS3R Integrated Terminal Jakarta (ITJ) pada Proses *Discharge* Pada bulan Juli – Desember 2023

No.	KAPAL		PORT		Produk	Bill Of Lading	SFBD	Actual Receipt
	Nama Kapal	Single/Multi	Awal	Discharge				
1	MT SOECHI PRESTASI	Single	Singapore	TG. PRIOK	PERTAMAX	18.754.657	18.760.486	18.788.164
2	MT CALYPSO	Single	BALIKPAPAN	TG. PRIOK	PERTADDEX 50 PPM	6.163.992	6.153.224	5.307.979
3	MT BUMI PALMA ENAM	Single	TG. GEREM	TG. PRIOK	PERTALITE	20.493.016	20.516.685	20.500.312
4	MT DAI MINH	Single	MAKASAR	TG. PRIOK	HSFO 180	6.199.211	5.996.879	5.997.995
5	MT JAYNE	Single	KOTABARU	TG. PRIOK	SOLAR	9.603.827	9.490.581	7.219.831

Berikut merupakan data hasil perhitungan rata-rata *discharge loss* pada TBBM Tanjung Priok yang didapat dari sampel data DIS3R periode Oktober sampai dengan Desember :

Tabel 2. Rata-Rata *Discharge Loss* Periode Oktober-Desember 2023

No	Produk	Discharge Losses	
		LTR Obs'd	%
1	PERTAMAX	27.678	0,34%
2	BIOSOLAR	20.892	0,67%
3	PERTALITE	16.373	0,11%
4	PERTADDEX 50 PPM	2.589	0.30%
5	HSFO 180	18.508	0,47%

Dari tabel diatas dapat diketahui produk yang mengalami *losses* gain adalah produk Pertamina, Solar, Pertadex 50 PPM dan HSFO 180. Keempat produk ini memiliki nilai *losses* yang melebihi batas toleransi Dimana batas toleransi untuk *losses* sendiri pada TBBM Tanjung Priok adalah sebesar 0,2 %. Dari keempat produk tersebut *discharge loss* terbesar didapatkan pada produk solar dengan presentase *losses* sebesar 0,67 %.

Lalu langkah selanjutnya yaitu dengan melakukan metode perbandingan atau komperatif. metode perbandingan atau komparatif adalah jenis metode yang menggunakan teknik perbandingan antara 2 objek yang sedang diamati nilai atau tingkat perbandingannya. metode perbandingan memiliki ciri ciri data yang dimiliki berjumlah 2 atau lebih yang berbeda, dari kedua data tersebut merupakan sumber data yang berbeda, memiliki persamaan cara kerja atau pola tertentu. Untuk dapat menganalisa perbandingan rata – rata hasil muatan kargo antara *Bill of Loading* dengan *Actual Receipt*, penelitian ini juga menggunakan uji hipotesis metode komparatif *Independent T Test*. *Independent T Test* merupakan uji perbedaan dua sample yang tidak berpasangan agar dapat menganalisa perbandingan rata-rata kedua

sample tersebut. Ada beberapa asumsi yang harus terpenuhi untuk dapat melakukan **Independent T Test**, yaitu:

1. Skala data rasio atau interval
2. Kelompok data saling bebas atau tidak berpasangan (independen)
3. Data berkelompok tidak terdapat *outlier*
4. Varians antar kelompok sama atau homogen

Pada metode ini sampel data yang digunakan adalah produk yang memiliki tingkat *losses* terbesar yaitu produk solar yaitu sekitar 0,67 %. berikut merupakan langkah-langkah proses dalam metode perbandingan komperatif.

- Interpretasi *Output Uji Independen T Test*

Dengan menggunakan taraf signifikan 5% (tingkat kepercayaan 95%), dilakukan uji asumsi dasar dan uji normalitas data, dimana hasilnya dapat diamati pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Bill_Of Lading	,345	6	,025	,798	6	,056
Actual_Receipt	,247	6	,200*	,867	6	,215

1. *Test Of Normality*

- a. dasar pengambilan keputusan : Jika Sig. > 0,05, maka ditribusi data normal, sedangkan jika Sig. < 0,05, maka distribusi data tidak normal.
- b. Berdasarkan Uji Shapiro- Wilk didapatkan dari hasil *output* B/L terhadap nilai hasil kargo mempunyai sig. 0,056 > 0,05, maka distribusi data normal. AR terhadap nilai hasil kargo mempunyai sig. 0,130 > 0,05, maka distribusi data normal.

Dikarenakan data berdistribusi normal maka pengujian hipotesis digunakan statistic parametrik yaitu dengan *Uji Independent Sample T test*.

2. Group Statistic

Berikut merupakan *group statistic*.

Tabel 4. Group Statistic

Kategori		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil	B/L	6	6163991,6667	2257433,16919	921593,23216
	AR	6	5307979,3333	1924339,66126	785608,37698

Berdasarkan dari hasil *output* Tabel 4, rata-rata dari nilai B/L adalah 6.163.992 dan rata rata dari nilai AR adalah 5.307.979. dengan demikian secara deskriptif statistika, terdapat perbedaan rata rata antara B/L dan AR. Selanjutnya untuk dapat membuktikan apakah perbedaan tersebut nyata (signifikan), maka dilakukan *Independent T Test*.

Tabel 5. Hasil Uji Levene

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Hasil	,010	,922	,707	10	,496	856012,33333	1210997,36067	-1842257,93562	3554282,60229
			,707	9,756	,496	856012,33333	1210997,36067	-1851451,62225	3563476,28891

Berdasarkan data yang didapat dari tabel diatas nilai dari uji homogenitas didapatkan nilai sig. 0,922, dengan demikian sig. 0,922 > 0,05, maka H0 diterima. Di sini ditemukan bahwa hasil kargo antara B/L dan AR memiliki varian yang sama, jadi uji *Independent Sample T Test* menggunakan data pada *Equal Variance Assumed*. Pengambilan Keputusan Uji *Independent T Test* adalah :

- Jika nilai sig.(2-tailed) < 0,05, maka ada perbedaan signifikan antara hasil kargo B/L dan AR
- Jika nilai sig.(2-tailed) > 0,05, maka tidak ada perbedaan signifikan antara hasil cargo B/L dan AR

Dapat dilihat pada tabel diatas nilai pada kolom sig. 2-tailed yaitu 0,496, dengan demikian sig. 0,496 > 0,05, maka tidak ada perbedaan signifikan antara hasil cargo B/L dan A/R. ini menandakan metode perbandingan *Independent T Test* valid dengan Tingkat kepercayaan 95% dan H0 diterima.

Pada tahap *analyze* akan dilakukan analisis untuk mencari informasi akar masalah terhadap permasalahan yang terpilih dari analisis sebelumnya. Tahap ini akan dilakukan analisis dengan membuat diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) serta metode FMEA yang dijadikan

3. Independent T Test

Sebelum dilakukan uji *independent sample T test*, maka dilakukan pengujian Levene's (uji homogenitas). Hal ini bertujuan untuk menentukan penggunaan *Equal Variance Assumed* (diasumsikan jika sama) dan *Equal Variance Not Assumed* (diasumsikan jika varian tidak sama).

- H0: Hasil kargo antara B/L dan AR memiliki varian yang sama
- Ha: Hasil kargo antara B/L dan AR memiliki varian yang tidak sama (berbeda).
- Jika probabilitas (sig.) > 0,05, maka H0 diterima, sedangkan jika probabilitas (sig.) < 0,05, maka H0 ditolak.

Berikut merupakan hasil uji levene.

sebagai alat untuk menganalisis lebih lanjut hasil yang telah didapatkan pada tahap *measure*.

Penyusunan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) merupakan tahapan untuk memahami alur proses *discharge* pada TBBM Tanjung Priok mulai dari proses persiapan sebelum kapal sandar sampai kapal tersebut lepas sandar. Diagram ini terdiri dari *supplier* yang menjadi pemasok minyak, Input berupa produk BBM, proses yang merupakan tahapan dari proses *discharge*, dan *output* berupa produk BBM yang diterima pada proses *discharge* dan *customer* yang menerima produk yang dihasilkan. Berikut merupakan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) pada proses *discharge*.

Tabel 6 menunjukkan *supplier* yang memasok produk. Selain itu terdapat produk solar yang merupakan *input* dalam proses *discharge* ini dimana terdiri atas proses persiapan sebelum kapal sandar, proses kapal sandar, persiapan dan pelaksanaan pengukuran volume COT dan slop kapal BBM, proses *discharge*, proses *stop discharge*, proses injeksi *additive*, dan persiapan lepas sandar kapal dengan *output* berupa produk solar, laporan volume *discharge* dan dokumentasi penyelesaian (bukti pengiriman dan laporan inspeksi). Penelitian ini berfokus pada proses persiapan dan pelaksanaan pengukuran volume COT

dan slop kapal BBM dan proses *discharge* kapal untuk dianalisis penyebab adanya *losses* pada produk solar karena pada proses ini memiliki potensi penyebab terjadinya *losses* pada produk solar.

Tabel 6. Diagram SIPOC Proses *Discharge*

<i>Supplier</i>	<i>Inputs</i>	<i>Process</i>	<i>Outputs</i>	<i>Costumers</i>
MT Jayne	Solar	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan persiapan sebelum kapal sandar Proses kapal sandar Persiapan dan pelaksanaan pengukuran volume COT dan slop kapal BBM Proses <i>discharge</i> pada kapal ke tangki timbun Stop <i>discharge</i> pada kapal Proses injeksi <i>additive</i> Persiapan lepas sandar kapal 	<ul style="list-style-type: none"> Solar Laporan <i>discharge</i>(volume yang diterima) Dokumentasi penyelesaian (bukti pengiriman dan laporan inspeksi) 	<ul style="list-style-type: none"> Unit Penimbuan dan Distribusi TBB Tanjung Priok

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk mengetahui penyebab prioritas yang menjadi penyebab utama terjadinya *discharge loss* pada produk solar. Sehingga perlu diberikan usulan perbaikan. Penentuan ini dilakukan dengan cara menghitung RPN masing masing penyebab. Berikut merupakan perhitungan RPN dari *losses* yang terjadi pada saat proses *discharge* pada produk Solar pada periode bulan Juli-Desember 2023.

Berdasarkan perhitungan FMEA pada Tabel 7, *potential failure mode* dengan nilai RPN tertinggi adalah terjadi *back pressure* pada pipa saat proses *discharge* sehingga potensi tersebut menjadi peringkat pertama. Nilai RPN tersebut diperoleh dari mengalikan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) yang menghasilkan nilai sebesar 448. Alasan nilai *severity* sebesar 8 adalah dampak *losses* yang dihasilkan dari terjadinya *back pressure* pada pipa dapat mengganggu proses *discharge* yang dapat mengurangi hasil dari produksi. Alasan nilai *occurrence* sebesar 7 adalah karena *losses* yang disebabkan karena terjadinya *back pressure* ini cukup sering terjadi. Sementara itu, alasan nilai *detection* sebesar 7 adalah karena terjadinya *Back pressure* ini cukup sulit untuk dideteksi. Oleh karena itu, *potential failure mode* ini menjadi prioritas untuk diselesaikan.

Tahap *improve* merupakan tahapan memberikan usulan perbaikan dari penyebab *losses* yang menjadi prioritas berdasarkan perhitungan pada tahap sebelumnya. Tahap ini dilakukan dengan metode 5W + 1H. Berikut merupakan usulan perbaikan untuk upaya penurunan *losses* pada produk BBM solar pada data DIS3 ITJ pada bulan Juli-Desember 2023 berdasarkan hierarki pengendalian resiko.

1. Eliminasi

Proses *discharge* ini tidak bisa dieliminasi karena merupakan salah satu tahapan yang paling penting untuk menganalisis *losses* yang terjadi

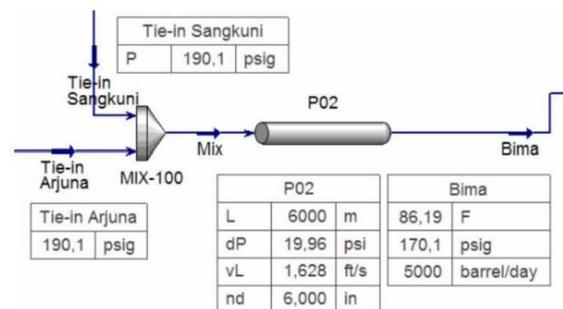
2. Substitusi

Pada proses *discharge* ini tidak bisa digantikan oleh proses lain karena merupakan proses yang paling penting untuk menganalisis proses yang terjadi.

3. Rekayasa Teknologi

Rekomendasi perbaikan berupa rekayasa teknologi dapat dilihat pada Tabel 8.

Berikut merupakan *benchmark* untuk desain pipa dari penelitian terdahulu yang bisa menjadi referensi terkait desain untuk mengatasi permasalahan *back pressure* yang terjadi pada proses *discharge* (Septi, Intan, Solichah, 2016).



Gambar 1. Desain Pipa Untuk Permasalahan *Back Pressure*

Benchmark diatas merupakan desain dari pipa untuk mengatasi permasalahan *back pressure*. Tekanan yang digunakan pada pipa ini adalah sebesar 219,5 psig yang memungkinkan untuk tidak terjadinya *back pressure*. Lalu untuk ukuran pipa yang digunakan adalah dengan diameter 2,271 m. Desain pipa ini menerapkan sistem *pressure and flow cluster* yang akan masuk ke separator. Pipa dengan tekanan tinggi akan mengalir ke pemisah kelompok sedangkan Pipa dengan tekanan rendah seperti s akan mengalir ke uji separator. Melalui sistem pada desain pipa ini, diperoleh hasil yang cukup memuaskan dan efektif untuk mengatasi masalah *back pressure*.

Tabel 7. Perhitungan RPN Losses Pada Proses Discharge Juli-Desember 2023

Proses	Potential Failure Mode	Severity	Potential Failure Effect	Occurrence	Potential Cause of Failure	Detection	RPN
Persiapan dan pelaksanaan pengukuran volume pada kapal	Alat ukur UTI level temperatur tidak berfungsi dengan baik	6	Data Pengukuran Volume COT(Cargo Oil Tank) yang kurang akurat dapat menyebabkan kesalahan dalam perhitungan volume.	4	Tidak melakukan kalibrasi pada alat ukur secara rutin atau terjadi kerusakan pada alat ukur.	3	72
Proses discharge dari kapal ke tangki timbun	Terjadi <i>back pressure</i> pada pipa saat proses <i>discharge</i>	8	Terjadi <i>over pressure</i> yang mengakibatkan kebocoran pada <i>Flangers</i> (sambungan antar pipa) yang mengakibatkan terjadi <i>losses</i> .	7	Tidak melakukan kegiatan <i>monitoring</i> dan kegiatan inspeksi secara teratur pada pipa.	7	392
	<i>Valve</i> macet pada saat melakukan proses <i>discharge</i>	7	Terjadi <i>overpressure</i> yang bisa membuat pipa bocor.	7	Komponen pada <i>valve</i> yang aus dan tidak terkalibrasi dengan baik.	6	294
	Terjadi <i>overflowing</i> pada tangki timbun	8	Terjadi <i>overflow</i> (ketidakmampuan untuk mendeteksi tumpahan) pada tangka timbun pada saat proses.	4	Sensor pada Tangki timbun tidak berfungsi dengan baik dan terjadi eror pada sistem otomasi.	4	128

Tabel 8. Rekomendasi Perbaikan Rekayasa Teknologi

5W+1H	Tindakan
<i>What?</i>	Menentukan pipa dan titik dimana <i>back pressure</i> terjadi
<i>Why?</i>	Back pressure yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pipa
<i>When?</i>	Proses <i>discharge</i>
<i>Where?</i>	Titik titik kritis di sepanjang pipa yang mengalami <i>back pressure</i>
<i>Who?</i>	Operator proses <i>discharge</i>
<i>How?</i>	Mengkaji ulang desain pipa dengan untuk memastikan aliran yang lebih lancar dan tidak mengalami <i>back pressure</i>

Tabel 9. Rekomendasi Perbaikan Pengendalian Administratif

5W+1H	Tindakan
<i>What?</i>	Mengidentifikasi dan menangani <i>back pressure</i> secara efektif
<i>Why?</i>	Untuk mengurangi <i>losses</i> yang terjadi akibat <i>back pressure</i>
<i>When?</i>	Secepatnya
<i>Where?</i>	Di area pipa pada proses <i>discharge</i>
<i>Who?</i>	Operator
<i>How?</i>	Memberika pelatihan berkala kepada semua operator tentang identifikasi gejala <i>back pressure</i> dan prosedur mitigasinya.

4. Pengendalian Administratif

Tabel 9 merupakan rekomendasi perbaikan berupa pengendalian administratif yang dapat diberikan.

Tahap *control* merupakan tahapan terakhir pada metode *six sigma* menggunakan pendekatan DMAIC. Tahap ini bertujuan untuk pengendalian dan pendokumentasian penerapan perbaikan yang dilakukan untuk perbaikan proses *discharge* untuk mengurangi *losses* yang melebihi standar pertama yaitu sebesar 0,2 % di TBBM Tanjung Priok. Pada penelitian ini, usulan perbaikan belum diimplementasikan oleh perusahaan sehingga tahapan ini dilakukan dengan metode ranking untuk menentukan usulan terbaik yang dapat diimplementasikan dan dilakukan perhitungan kembali nilai RPN setelah pengimplementasian usulan tersebut. Selanjutnya, nilai tersebut akan dibandingkan dengan sebelum adanya perbaikan.

Pada tahap Ranking ini akan dilakukan pemeringkatan usulan perbaikan untuk menentukan usulan mana yang paling optimal apabila diterapkan pada proses *discharge* di TBBM Tanjung Priok berdasarkan kriteria yang ditentukan. Kriteria tersebut terdiri atas tingkat *losses*, biaya investasi, ketersediaan sumber daya manusia dan biaya perbaikan. Tingkat *losses* menjadi kriteria pemeringkatan karena tujuan dari diimplementasikannya usulan ini adalah untuk mengurangi *losses* pada proses *discharge*. Biaya investasi menjadi kriteria karena keterbatasan persediaan dana perusahaan selalu menjadi hambatan untuk melakukan perkembangan. Ketersediaan sumber daya manusia juga menjadi kriteria karena semakin banyak sumber daya manusia yang

dibutuhkan, maka semakin besar pula biaya yang dibutuhkan. Sementara itu, biaya perbaikan juga menjadi kriteria karena diharapkan perbaikan ini bisa terus dikembangkan sebagai solusi dari masalah yang akan muncul di masa depan

Berikut hasil pembobotan usulan perbaikan dengan bobot kriteria.

Tabel 10. Hasil Pembobotan Usulan Perbaikan Dengan Bobot Kriteria

Kriteria	Usulan Perbaikan	
	Usulan 1	Usulan 2
Tingkat <i>Losses</i>	6	3
Biaya Investasi	4	4
Ketersediaan SDM	1	2
Biaya Perbaikan	4	2
Rata Rata	3,75	2,75
<u>Ranking</u>	<u>1</u>	<u>2</u>

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh bobot usulan perbaikan permata dengan bobot kriteria tingkat *losses* sebesar 6. Dari hasil pembobotan masing masing usulan dengan bobot tiap kriteria, diperoleh rata rata bobot usulan 1 sebesar 3,75 dan rata rata bobot usulan 2 sebesar 2,75. Sehingga urutan pemeringkatan usulan perbaikan dari yang pertama adalah usulan 1, yang berarti bahwa usulan 2 merupakan usulan perbaikan yang paling baik untuk diterapkan berdasarkan pertimbangan kriteria yang ada.

Tabel 11 merupakan *Failure Mode and Effect Analysis* setelah perbaikan

Tabel 11. FMEA Setelah Perbaikan

Proses	Potential Failure Mode	Severity	Potential Failure Effect	Occurrence	Potential Cause of Failure	Detection	RPN
Proses <i>discharge</i> dari kapal ke tangki timbun	Terjadi <i>back pressure</i> pada pipa saat proses <i>discharge</i>	8	Terjadi <i>over pressure</i> yang mengakibatkan kebocoran pada <i>Flangers</i> (sambungan antar pipa) yang mengakibatkan terjadi <i>losses</i>	3	Tidak melakukan kegiatan <i>monitoring</i> dan kegiatan inspeksi sencana teratur pada pipa	3	72

Pada perhitungan FMEA sebelumnya, diperoleh nilai RPN untuk *failure* pada proses *discharge* sebesar 392 dengan nilai *severity* sebesar 8, nilai *occurrence* sebesar 7, dan nilai *detection* sebesar 7. Apabila dilakukan penerapan usulan perbaikan pertama, yaitu penerapan sistem alarm, maka nilai RPN dapat dikurangi menjadi sebesar 72 yang artinya potensi *losses* dapat ditekan. Hal ini disebabkan oleh nilai *occurrence* yang awalnya 7 turun menjadi 3 karena *overpressure* yang menyebabkan kebocoran pada *flangers* dapat diminimalisir dengan adanya

redesain pada pipa yang membuat aliran pipa menjadi lancar tanpa ada gangguan. Selain itu, nilai *detection* yang awalnya 7 turun menjadi 3 karena dengan adanya redesain pada pipa tersebut memiliki sistem pemisah tekanan tinggi dan rendah yang mempermudah operator dalam melakukan kegiatan *monitoring* dan inspeksi pipa. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian ini, usulan 1 pada proses *discharge* dapat meminimalisir tingkat *losses* pada proses *discharge* pada produk solar pada TBBM Tanjung Priok.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan penting terkait proses discharge di TBBM Tanjung Priok. Pertama, berdasarkan hasil pengolahan data dengan metode analisis losses, diketahui bahwa produk solar memiliki tingkat losses gain tertinggi, yaitu sebesar 0,67%. Nilai ini melebihi batas standar losses yang ditetapkan sebesar 0,2%, sehingga menunjukkan adanya permasalahan signifikan pada proses penyaluran produk tersebut. Kedua, hasil analisis menggunakan metode komparatif Independent T-Test dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa hipotesis pada perbandingan nilai Bill of Lading (B/L) dan After Receipt (AR) untuk produk solar dapat diterima, yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara nilai pengiriman dan penerimaan. Ketiga, berdasarkan perhitungan Risk Priority Number (RPN) dalam analisis FMEA, ditemukan bahwa faktor dominan yang menyebabkan terjadinya losses selama proses discharge dari kapal ke tangki timbun adalah terjadinya back pressure pada pipa. Keempat, sebagai tindak lanjut dari temuan tersebut, disarankan agar TBBM Tanjung Priok melakukan evaluasi ulang terhadap desain pipa untuk memastikan kelancaran aliran dan mencegah terjadinya back pressure. Selain itu, pelatihan berkala bagi operator juga perlu diberikan agar mereka mampu mengenali gejala back pressure dan memahami prosedur mitigasinya. Terakhir, berdasarkan hasil pemeringkatan terhadap usulan perbaikan, disimpulkan bahwa usulan terkait perbaikan desain pipa dan pelatihan operator merupakan solusi yang paling optimal untuk diterapkan. Usulan ini dipilih berdasarkan kriteria tingkat defect, biaya investasi, ketersediaan sumber daya manusia, serta biaya perbaikan, dan mampu menurunkan nilai RPN secara signifikan dari 398 menjadi 72.

5. Daftar Pustaka

Pujawan, I. N., & Mahendrawathi. (2017). Supply Chain Management, Edisi 3. Surabaya: ANDI.

Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2003). Operations Management. Prentice Hall

Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large Scale Production,. Productivity Press

Formoso et al. (2002). Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. Journal of Construction Engineering and Management

Womack, James P., & Daniel T. Jones. (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth

in Your Corporation. New York: Simon & Scuster

Primastuty, T. N. (1996). *ANALISIS KOMPARATIF PENGGAJIAN SKALA TUNGGAL DENGAN METODE PERBANDINGAN FAKTOR* (Doctoral dissertation, Prodi Manajemen Unika Soegijapranata).

Evans, J. R. (2005). An Introduction to Six Sigma & Process Improvement. Jakarta: Salemba Empat

Heriyanto, & Pahmi, M. A. (2020). Perbaikan Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma DMAIC di Perusahaan Keramik. Jurnal Terapan Teknik Industri Vol. 1, No. 1, 47-57

Gaspersz, V. (2001). Metode Analisa untuk Pengendalian Kualitas Statistik. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, V. (2007). Lean Six Sigma. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, V. (2007). Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industry. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, V. (2010). Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACPP. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka

Saludin. (2016). Panduan Pengerjaan Proyek Six Sigma. Bogor: Mitra Wacana Media

Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal). J@ti Undip, Vol IX, No. 2, 96