



Analisis penyebab *demurrage* pada proses bongkar muat material impor proyek kapal x dengan metode *six sigma* DMAIC (Studi kasus: PT ABC)

Yasmine A. Wandana^{1✉}, Nur Rahmawati¹

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia⁽¹⁾

DOI: 10.31004/jutin.v8i1.38819

✉ Corresponding author:

[21032010185@student.upnjatim.ac.id]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Bongkar Muat;</i> <i>Demurrage;</i> <i>DMAIC;</i> <i>Six Sigma</i></p>	<p>PT ABC merupakan salah satu industri yang memproduksi kapal. Dalam memproduksi Kapal X, PT ABC memerlukan material impor yang dikirim dari luar negeri. Pada proses bongkar muat material tersebut, PT ABC menghadapi kendala operasional yang menyebabkan timbulnya <i>demurrage</i>. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya <i>demurrage</i> dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimalkan terjadinya <i>demurrage</i> pada proses bongkar muat selanjutnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode <i>six sigma</i> yang terdiri dari lima tahap yaitu <i>define</i>, <i>measure</i>, <i>analyze</i>, <i>improve</i>, dan <i>control</i>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 10 penyebab terjadinya <i>demurrage</i> pada proses bongkar muat material Kapal X selama tahun 2022. Selain itu, terdapat 3 penyebab <i>demurrage</i> paling dominan yaitu terlambat terima dokumen (36,84%), ketidaksesuaian dokumen (15,79%), dan menunggu tanda tangan pihak terkait (10,53%). Adapun tindakan yang disarankan untuk meminimalkan terjadinya <i>demurrage</i>, salah satunya dengan menerapkan SOP yang lebih efisien dan meningkatkan komunikasi antara pihak internal dan eksternal.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Demurrage;</i> <i>DMAIC;</i> <i>Six Sigma;</i> <i>Unloading</i></p>	<p>Abstract</p> <p><i>PT ABC is one of the industry that produce ships. In the production of Ship X, PT ABC needs imported materials sent from other country. In the process of loading and unloading these materials, PT ABC encounters operational difficulties that cause demurrage. This study aims to identify the causes of demurrage and provide suggestions for improvements to minimize the occurrence of demurrage in the next loading and unloading process. The method used in this research is the six sigma method which consists of five stages, namely define, measure, analyze, improve, and control. The results showed that there were 10 causes of demurrage in the loading</i></p>

and unloading process of Ship X materials during 2022. In addition, there are 3 most dominant causes of demurrage, namely late receipt of documents (36.84%), document discrepancies (15.79%), and waiting for the signature of related parties (10.53%). The recommended actions to minimize the occurrence of demurrage include implementing more efficient SOP and improving communication between internal and external stakeholders.

1. INTRODUCTION

Indonesia merupakan negara maritim yang wilayahnya terdiri dari ribuan pulau yang dipisahkan oleh perairan, menghadapi tantangan logistik yang signifikan akibat bentang antar pulau yang beragam, mulai dari yang berdekatan hingga berjauhan. Kondisi ini menjadi kendala, terutama dalam memenuhi kebutuhan pertahanan serta kebutuhan manusia di berbagai bidang yang terus meningkat seiring perkembangan zaman yang didorong oleh arus informasi dan teknologi yang semakin canggih. Keterbatasan sumber daya dan infrastruktur membuat setiap daerah tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut secara mandiri, sehingga diperlukan solusi transportasi yang efektif dan efisien. Transportasi laut, khususnya kapal laut, menjadi pilihan utama dalam kegiatan perdagangan dan distribusi barang karena kemampuannya mengangkut muatan besar seperti barang, penumpang, dan bahan tambang ke berbagai wilayah, termasuk yang sulit dijangkau oleh moda transportasi lain. Sejak zaman dahulu, kapal telah memainkan peran penting dalam hubungan dagang, penyebaran agama, pencarian sumber daya seperti emas dan rempah-rempah, serta hubungan diplomatik. Wilayah Indonesia yang merupakan dua pertiga lautan membuat transportasi laut menjadi tulang punggung konektivitas global (Ramadan, 2022). Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong industri perkapalan untuk terus berinovasi dalam menghadirkan solusi yang lebih canggih dan efisien guna memecahkan berbagai permasalahan, menjadikan transportasi laut tidak hanya sebagai sarana vital bagi perekonomian, tetapi juga sebagai fondasi penting dalam menjaga konektivitas dan integrasi wilayah di tengah tantangan geografis yang dihadapi Indonesia. Selain itu, Dampak globalisasi juga menciptakan tantangan dalam kegiatan perdagangan internasional, mendorong industri perkapalan di Indonesia untuk meningkatkan kualitas dan fasilitas. Ini mencakup peningkatan dalam kendaraan dan peralatan yang digunakan dalam kegiatan ekspor-impor, serta peningkatan sumber daya manusia yang dimiliki perusahaan-perusahaan tersebut. Hal tersebut perlu dilakukan untuk mengurangi atau mengatasi hambatan yang dihadapi (Hidayah et al., 2023).

Sebagai negara maritim dengan ribuan pulau dan pelabuhan yang tersebar di seluruh wilayah tentunya akan menghadapi tantangan besar dalam kegiatan logistik, khususnya proses bongkar muat barang impor. Salah satu tantangan utama yang sering muncul adalah *demurrage*, yaitu pengenaan biaya tambahan dari pihak perusahaan pelayaran atau agen pelayaran terhadap penambahan waktu pemakaian atau penggunaan kontainer (Zai et al., 2022). *Demurrage* menjadi masalah serius yang sering dihadapi dalam proyek-proyek besar, seperti pembangunan kapal, karena keterlambatan dalam proses bongkar muat tidak hanya menimbulkan biaya tambahan yang signifikan, tetapi juga berdampak pada keterlambatan jadwal keseluruhan proyek. Biaya *demurrage* yang terus bertambah seiring lamanya waktu keterlambatan dapat membebani anggaran proyek, sehingga meningkatkan total biaya operasional. Selain itu, dampak dari *demurrage* tidak hanya bersifat finansial, tetapi juga berpengaruh pada reputasi perusahaan dalam hal keandalan dan efisiensi operasional. Dalam industri maritim yang kompetitif, keterlambatan akibat *demurrage* dapat memperlambat produktivitas, mengganggu rantai pasok, dan menurunkan kepercayaan pelanggan serta mitra bisnis. Jika tidak segera diatasi, masalah ini dapat mengurangi daya saing perusahaan, menghambat pertumbuhan bisnis, dan pada akhirnya mempengaruhi posisi perusahaan di pasar global. Sehingga, mengelola dan meminimalkan *demurrage* menjadi prioritas penting untuk menjaga efisiensi operasional, keberlanjutan proyek, dan daya saing jangka panjang.

PT ABC merupakan salah satu industri strategis yang memiliki peran penting dalam mendukung pengembangan industri kelautan nasional, terutama melalui produksi alat utama sistem pertahanan Indonesia untuk matra laut. Keberadaan PT ABC tidak hanya mendukung kemandirian pertahanan negara tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sektor maritim, yang merupakan salah satu pilar utama perekonomian Indonesia sebagai negara maritim. Selain memproduksi alat utama sistem pertahanan, PT ABC juga memiliki kapabilitas dalam memproduksi berbagai jenis kapal, termasuk kapal niaga dan kapal perang, serta memberikan jasa perbaikan, pemeliharaan, dan *overhaul* kapal, yang menjadi nilai tambah strategis dalam industri perkapalan nasional (Pratama & Nugraha, 2023). Dalam salah satu proyeknya, PT ABC memproduksi sebuah kapal X yang memerlukan berbagai material penting yang harus diimpor dari luar negeri. Proses impor material ini

melibatkan pengiriman dari beberapa negara dengan rute dan jadwal yang berbeda, yang menambah kompleksitas pengelolaan logistik. Namun, pada tahap bongkar muat material impor tersebut di pelabuhan, PT ABC menghadapi sejumlah kendala operasional baik internal maupun eksternal yang mengakibatkan keterlambatan. Hal ini menyebabkan munculnya *demurrage*. Permasalahan tersebut tidak hanya meningkatkan biaya proyek secara keseluruhan tetapi juga berpotensi mengganggu jadwal produksi kapal X, yang pada akhirnya dapat memengaruhi efisiensi operasional dan daya saing PT ABC sebagai salah satu perusahaan terbaik dalam industri strategis nasional.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi PT ABC dalam proses bongkar muat kapal X, maka dilakukan sebuah penelitian menggunakan metode *six sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). *Six sigma* merupakan salah satu alat pengendalian kualitas yang berfokus pada minimasi variasi proses untuk mengurangi kecacatan produksi dengan teknik analisis statistik (Hanifah & Iftadi, 2022). Metode ini tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan kualitas, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi proses, sehingga mampu mendukung peningkatan kepuasan konsumen. Dalam proyek Kapal X, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai kendala yang menyebabkan terjadinya *demurrage* pada proses bongkar muat material impor selama tahun 2022, hal ini tidak hanya berdampak pada peningkatan biaya operasional tetapi juga menghambat kelancaran jadwal produksi. Dengan menerapkan pendekatan DMAIC, penelitian ini berfokus pada identifikasi akar masalah yang menjadi penyebab utama keterlambatan dalam proses bongkar muat, serta memberikan usulan perbaikan yang efektif. Selain itu, perbaikan yang dirancang diharapkan tidak hanya mampu meminimalkan *demurrage* tetapi juga menghemat biaya operasional, mempercepat waktu produksi, dan meningkatkan keberhasilan proyek yang sedang berjalan maupun proyek-proyek di masa mendatang. Oleh karena itu, penerapan metode *six sigma* ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi logistik perusahaan, mendukung keberlanjutan operasional, serta memperkuat posisi PT ABC sebagai salah satu industri strategis nasional yang mampu bersaing di tingkat global.

2. METHODS

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah observasi dan wawancara kepada kepala biro impor ekspor, sehingga didapatkan data primer. Kemudian data sekunder diperoleh dengan mengumpulkan informasi dari jurnal dan sumber lain, serta catatan perusahaan. Data tersebut akan menjadi *input* pada pengolahan data. Adapun data yang diperlukan dari PT ABC, diantaranya:

- Data Jumlah Pesanan Material Kapal X tahun 2022
- Data Jumlah Terjadinya *Demurrage* Kapal X tahun 2022
- Data Penyebab *Demurrage* Kapal X tahun 2022

Data yang diperoleh kemudian akan dianalisis dengan menggunakan metode *six sigma* untuk mengoptimalkan proses dan meningkatkan kecepatan proses guna peningkatan produktivitas. Adapun dalam penelitian ini, metode *six sigma* menggunakan tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) dalam pengolahan data. Konsep DMAIC merupakan fase yang perlu dilakukan dalam proyek perbaikan agar dapat melakukan berbagai aktivitas di setiap fase sesuai dengan kondisi yang dihadapi, terutama untuk menghilangkan pemborosan.

3. RESULT AND DISCUSSION

Berikut merupakan implementasi metode *six sigma* menggunakan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*):

a. Tahap Define

Pada tahap ini dilakukan identifikasi untuk menentukan *critical to quality* (CTQ), CTQ ditetapkan berdasarkan penyebab timbulnya *demurrage* pada material impor proyek kapal X selama tahun 2022. Berdasarkan hasil diskusi dengan Kepala Biro Impor Ekspor diperoleh 10 penyebab timbulnya *demurrage* pada proses bongkar muat material impor proyek kapal X selama tahun 2022, diantaranya:

Tabel 1. Penyebab Timbulnya *Demurrage* Berdasarkan CTQ

No.	Critical to Quality (CTQ)
1.	Terlambat terima dokumen
2.	Keterbatasan armada pengiriman
3.	Ketidaksesuaian dokumen
4.	Biaya tak terduga

No.	Critical to Quality (CTQ)
5.	Kapal terlambat datang
6.	Regulasi Baru
7.	Menunggu tanda tangan pihak terkait
8.	Cuaca buruk
9.	Kemacetan di pelabuhan
10.	Pemeliharaan dan pemeriksaan kapal

Setelah CTQ diidentifikasi, hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat beberapa penyebab adanya biaya tambah dalam proses bongkar muat material impor pada proyek kapal X selama tahun 2022. Berikut merupakan data proses bongkar muat material impor proyek kapal X selama tahun 2022, yaitu:

Tabel 2. Data Proses Bongkar Muat Material Impor pada Proyek Kapal X Tahun 2022

Bulan (2022)	Jumlah Pemesanan	Demurrage	CTQ
Januari	7	1	10
Februari	8	1	10
Maret	11	4	10
April	5	2	10
Mei	6	1	10
Juni	5	1	10
Juli	7	1	10
Agustus	9	2	10
September	8	1	10
Oktober	11	4	10
November	13	1	10
Desember	8	-	10
TOTAL	98	19	

b. Tahap Measure

Tahap *measure* merupakan tahap untuk memahami kondisi proses saat ini dengan mengumpulkan dan menganalisis data. Bertujuan untuk mengukur kinerja proses secara objektif dan menetapkan *baseline* (patokan) sebagai acuan untuk perbaikan. Pada tahap ini dilakukan pengukuran tingkat *demurrage* yang terjadi dalam proses pembongkaran proyek kapal X selama tahun 2022.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai DPMO dan Sigma

Bulan (2022)	Jumlah Pemesanan	Demurrage	CTQ	DPMO	Sigma
Januari	7	1	10	14.286	3,69
Februari	8	1	10	12.500	3,74
Maret	11	4	10	36.364	3,29
April	5	2	10	40.000	3,25
Mei	6	1	10	16.667	3,63
Juni	5	1	10	20.000	3,55
Juli	7	1	10	14.286	3,69
Agustus	9	2	10	22.222	3,51
September	8	1	10	12.500	3,74
Oktober	11	4	10	36.364	3,29
November	13	1	10	7.692	3,92
Desember	8	-	10	-	-
TOTAL	98	19		232.880	3,32
RATA-RATA	8,17	1,73		21.171	3,57

Perhitungan Data Pertama:

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ DPMO} &= \left(\frac{\text{Jumlah Demurrage}}{\text{Jumlah Pemesanan} \times \text{Peluang Demurrage per Unit}} \right) \times 1.000.000 \\
 &= \left(\frac{1}{7 \times 10} \right) \times 1.000.000 \\
 &= 14.286
 \end{aligned}$$

- Nilai Sigma = $-NORMSINV\left(\frac{DPMO}{1.000.000}\right) + 1,5$
 $= 2,19 + 1,5$
 $= 3,69$

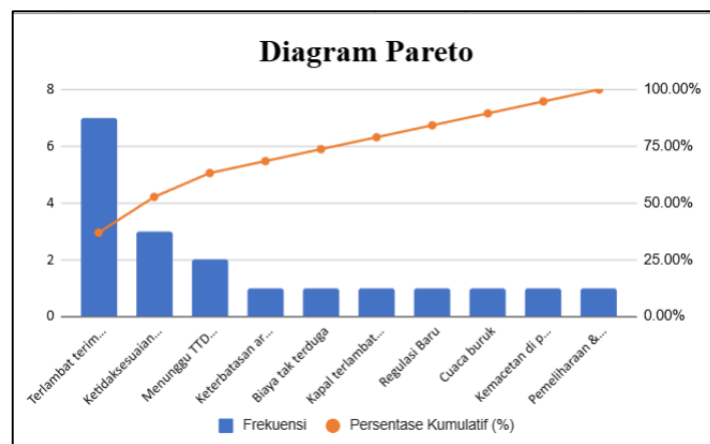
Berdasarkan hasil pengolahan data di atas, diketahui rata-rata dari DPMO sebesar 21,171 dan rata-rata nilai sigma sebesar 3,57 yang termasuk dalam kategori level sigma tingkat 3. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai DPMO menunjukkan proses yang cukup baik, namun masih perlu dilakukan perbaikan agar mendekati 6 Sigma.

c. Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* bertujuan untuk menemukan dan memahami akar penyebab dari masalah yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Kemudian dianalisis mengenai penyebab timbulnya *demurrage* proses bongkar muat pada material impor proyek kapal X selama tahun 2022. Pada tahap analisis ini dapat menggunakan diagram pareto atau diagram sebab-akibat.

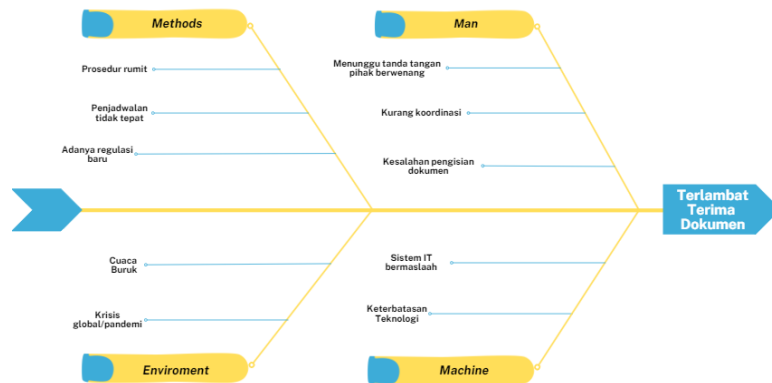
Tabel 4. Perhitungan Diagram Pareto

No.	Penyebab	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Terlambat terima dokumen	7	36.84%	36.84%
2	Ketidaksesuaian dokumen	3	15.79%	52.63%
3	Menunggu TTD pihak terkait	2	10.53%	63.16%
4	Keterbatasan armada pengiriman	1	5.26%	68.42%
5	Biaya tak terduga	1	5.26%	73.68%
6	Kapal terlambat datang	1	5.26%	78.95%
7	Regulasi Baru	1	5.26%	84.21%
8	Cuaca buruk	1	5.26%	89.47%
9	Kemacetan di pelabuhan	1	5.26%	94.74%
10	Pemeliharaan & pemeriksaan kapal	1	5.26%	100.00%
TOTAL		19	100.00%	



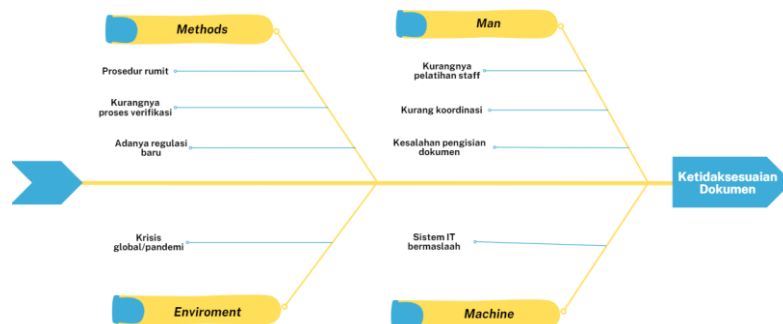
Gambar 1. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram pareto di atas, dapat diketahui bahwa 36,84% masalah berasal dari terlambat menerima dokumen, yang menjadi penyebab dominan terjadinya *demurrage* dalam proses bongkar muat material proyek kapal X selama tahun 2022. Jika ditambah dengan ketidaksesuaian dokumen sebesar 15,79% dan menunggu tanda tangan pihak terkait sebesar 10,53%, tiga penyebab utama tersebut memberikan 63,16% dari total masalah. Jika menggunakan konsep 20:80 dalam pareto, tiga penyebab tersebut perlu dilakukan perbaikan lebih lanjut sehingga perusahaan dapat mengurangi 63,16% dari total masalah dan menekan potensi terjadinya *demurrage* untuk proses bongkar muat selanjutnya. Adapun untuk mengetahui penyebab utama terjadinya *demurrage* dalam proses bongkar muat material proyek kapal X, dapat diuraikan pada diagram *fishbone* sebagai berikut:



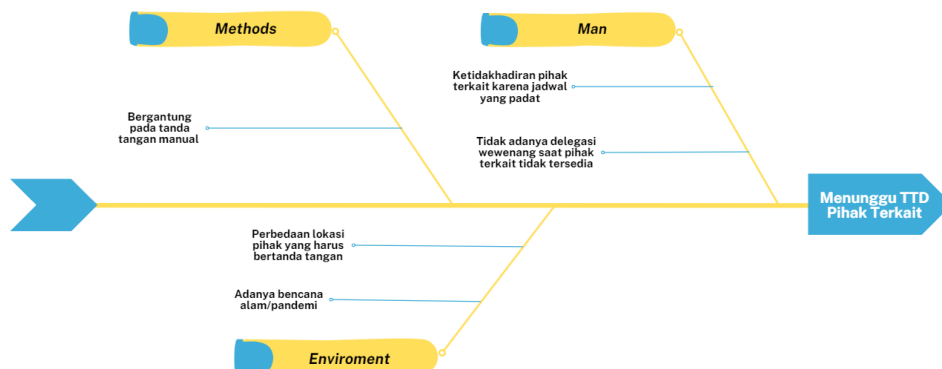
Gambar 2. Diagram Fishbone Terlambat Terima Dokumen

Berdasarkan gambar diagram di atas, dapat diketahui bahwa terdapat 4 faktor yang menyebabkan terjadinya terlambatnya terima dokumen pada proses bongkar muat material impor proyek kapal X tahun 2022. Beberapa faktor tersebut yaitu manusia, metode, mesin, dan lingkungan. Pada faktor manusia terdapat beberapa penyebab diantaranya menunggu tanda tangan pihak berwenang, kurang koordinasi, dan kesalahan pengisian dokumen. Pada faktor metode terdapat beberapa penyebab diantaranya prosedur rumit, penjadwalan tidak tepat, dan adanya regulasi baru. Pada faktor mesin terdapat beberapa penyebab diantaranya sistem IT yang bermasalah dan keterbatasan teknologi. Sedangkan pada faktor lingkungan yaitu cuaca yang buruk dan krisis global atau pandemi.



Gambar 3. Diagram Fishbone Ketidaksesuaian Dokumen

Berdasarkan gambar diagram di atas, dapat diketahui bahwa terdapat 4 faktor yang menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian dokumen pada proses bongkar muat material impor proyek kapal X tahun 2022. Beberapa faktor tersebut yaitu manusia, metode, mesin, dan lingkungan. Pada faktor manusia terdapat beberapa penyebab diantaranya kurangnya pelatihan staff, kurangnya koordinasi, dan kesalahan pengisian dokumen. Pada faktor metode terdapat beberapa penyebab diantaranya prosedur rumit, kurangnya proses verifikasi, dan adanya regulasi baru. Pada faktor mesin terdapat beberapa penyebab diantaranya sistem IT yang bermasalah. Sedangkan pada faktor lingkungan yaitu krisis global atau pandemi.



Gambar 4. Diagram Fishbone Menunggu TTD Pihak Terkait

Berdasarkan gambar diagram di atas, dapat diketahui bahwa terdapat 4 faktor yang menyebabkan terjadinya menunggu TTD pihak terkait pada proses bongkar muat material impor proyek kapal X tahun 2022. Beberapa faktor tersebut yaitu manusia, metode, dan lingkungan. Pada faktor manusia terdapat beberapa penyebab diantaranya ketidakhadiran pihak terkait karena jadwal yang padat dan tidak adanya delegasi wewenang saat pihak terkait tidak tersedia.

pihak terkait tidak tersedia. Pada faktor metode terdapat penyebab yaitu bergantung pada tanda tangan manual. Sedangkan pada faktor lingkungan yaitu perbedaan Lokasi pihak yang harus bertanda tangan dan adanya bencana alam atau pandemi.

d. Tahap *Improve*

Tahap *Improve* merupakan tahap peningkatan *six sigma* dengan melakukan pengukuran melihat dari peluang kerusakan, proses kapabilitas saat ini rekomendasi ulasan perbaikan menganalisa kemudian tindakan perbaikan dilakukan (Nasution et al., 2023). Berikut merupakan usulan perbaikan dari penyebab timbulnya *demurrage* pada proses bongkar muat material impor proyek kapal X tahun 2022:

Tabel 5. Usulan Perbaikan

No.	Penyebab	Usulan Perbaikan
1.	Terlambat terima dokumen	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan SOP yang lebih efisien untuk pengolahan dokumen impor, termasuk alur persetujuan dan verifikasi. Meningkatkan komunikasi antara tim internal (juru beli, impor ekspor, logistik) serta pihak eksternal (pihak bea cukai, agen pengiriman, dan mitra bisnis).
2.	Ketidaksesuaian dokumen	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan pelatihan kepada staff tentang regulasi dan pengelolaan dokumen impor. Menerapkan daftar periksa (<i>checklist</i>) untuk memeriksa kelengkapan dan akurasi dokumen sebelum pengiriman.
3.	Menunggu tanda tangan pihak terkait	<ul style="list-style-type: none"> Menginformasikan dan saling koordinasi dengan pihak yang bertanda tangan. Memanfaatkan tanda tangan digital untuk mengatasi jarak lokasi.
4.	Keterbatasan armada pengiriman	<ul style="list-style-type: none"> Menjalin kerja sama dengan lebih banyak perusahaan logistik. Menyusun jadwal pengiriman yang lebih efisien dengan memperhitungkan ketersediaan armada yang ada.
5.	Biaya tak terduga	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun perencanaan biaya kontingensi yang lebih baik. Negosiasi ulang kontrak dengan mitra logistik untuk menekan biaya.
6.	Kapal terlambat datang	<ul style="list-style-type: none"> Koordinasi yang lebih intensif dengan pelabihan dan operator kapal. Menyiapkan alternatif pengiriman darat atau udara jika memungkinkan.
7.	Regulasi Baru	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan pelatihan kepada staff terkait perubahan regulasi. Menggunakan konsultan kepabeanan untuk memastikan kepatuhan.
8.	Cuaca buruk	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan asuransi kargo untuk mengurangi risiko kerugian. Mengoptimalkan sistem pelacakan cuaca untuk menentukan waktu pengiriman yang tepat.
9.	Kemacetan di pelabuhan	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan optimalisasi penjadwalan kedatangan kapal agar tidak terjadi penumpukan dalam waktu yang bersamaan, termasuk sistem <i>slot booking</i>. Meningkatkan koordinasi antara pihak pelabuhan, otoritas bea cukai, perusahaan logistik, dan pengguna jasa untuk memastikan kelancaran alur proses.
10.	Pemeliharaan dan pemeriksaan kapal	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun jadwal perawatan kapal secara berkala yang tidak mengganggu waktu sandar di pelabuhan, serta memastikan pemeliharaan dilakukan saat kapal sedang tidak beroperasi. Menerapkan inspeksi kapal sebelum memasuki pelabuhan untuk memastikan kapal memenuhi standar keamanan dan kelayakan, sehingga mengurangi waktu pemeriksaan di pelabuhan.

e. Tahap *Control*

Tahapan terakhir dari metode *six sigma* adalah *control* yang dilakukan setelah langkah-langkah sebelumnya selesai. Tahap ini bertujuan untuk menyusun rencana pemantauan dan pengawasan hasil perbaikan yang telah diimplementasikan pada tahap *improve*, sehingga proses dapat terus diawasi secara berkelanjutan. Selain itu, tahapan ini juga berfungsi untuk menyampaikan hasil perbaikan kepada perusahaan dan memastikan implementasi perbaikan dilakukan sesuai dengan dokumentasi perubahan yang telah disiapkan. Namun, perlu dicatat bahwa usulan perbaikan yang diajukan mungkin tidak selalu disetujui oleh perusahaan.

4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode *six sigma* dengan pendekatan DMAIC, diketahui bahwa terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya *demurrage* pada proses bongkar muat material impor proyek Kapal X selama tahun 2022 diantaranya terlambat terima dokumen, ketidaksesuaian dokumen, menunggu tanda tangan pihak terkait, keterbatasan armada pengiriman, biaya tak terduga, kapal terlambat datang, regulasi baru, cuaca buruk, kemacetan di pelabuhan, serta adanya pemeliharaan dan perbaikan kapal. Dalam proses bongkar muat material impor Kapal X periode bulan Januari hingga bulan Desember tahun

2022 dapat diinterpretasikan bahwa probabilitas proses bongkar muat material Kapal X pada PT ABC akan menghasilkan *demurrage* sebesar 21.171 dalam satu juta kesempatan. Berdasarkan pengolahan data, diperoleh hasil bahwa terdapat 3 faktor penyebab *demurrage* yang paling tertinggi yaitu terlambat terima dokumen (36,84%), ketidaksesuaian dokumen (15,79%), dan menunggu tanda tangan pihak terkait (10,53%). Artinya, dari 3 faktor penyebab tersebut perlu dilakukan perbaikan lebih lanjut sehingga perusahaan dapat mengurangi 63,16% dari total masalah dan menekan potensi terjadinya *demurrage* untuk proses bongkar muat selanjutnya.

Adapun beberapa usulan perbaikan yang diberikan, salah satunya pada penyebab terlambatnya terima dokumen dapat dilakukan perbaikan dengan menerapkan SOP yang lebih efisien dan meningkatkan komunikasi antar tim. Pada penyebab ketidaksesuaian dokumen dapat dilakukan perbaikan dengan memberikan pelatihan kepada staff dan menerapkan *checklist* sebelum pengiriman dokumen. Kemudian pada penyebab menunggu tanda tangan pihak terkait dapat dilakukan perbaikan dengan meningkatkan koordinasi dengan pihak yang bertandatangan serta memanfaatkan tanda tanga digital. Selain itu, terdapat beberapa saran untuk PT ABC terkait analisis penyebab *demurrage* proses bongkar muat material impor proyek Kapal X yairu perusahaan dapat menerapkan beberapa rekomendasi perbaikan yang diberikan dengan harapan untuk meminimalisir terjadinya *demurrage* pada proses bongkar muat pada proyek di masa mendatang. Adapun saran untuk peneliti selanjutnya yaitu dapat melakukan pengolahan data dengan periode lebih lama serta dapat memperluas *critical to quality* dengan variabel-variabel lain agar hasil penelitian lebih beragam dan dapat dijadikan bahan evaluasi internal perusahaan.

5. REFERENCES

- Hanifah, P., & Iftadi, I. (2022). Penerapan Metode Six Sigmadan Failure Mode Effect Analysis untuk Perbaikan Pengendalian Kualitas Produksi Gula. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2). doi:<https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4655>
- Hidayah, N. I., Aisah, D. N., & Syabriani, A. Y. (2023). Hambatan Bongkar-Muat Kapal dalam Kegiatan Ekspor-Impor di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta. *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Manajemen*, 1(4), 50-66. doi:<https://doi.org/10.61722/jiem.v1i4.288>
- Nasution, D., Hasibuan, A., & Sibuea, S. (2023). Pengendalian Kualitas CPO untuk Meminimumkan ALB Menggunakan Metode DMAIC. *Jurnal Teknik*, 1(4). doi:<https://doi.org/10.56211/blendsains.v1i4.190>
- Pratama, A., & Nugraha, I. (2023). Analisis Penyebab Sisa Pipa Produksi Kapal X Menggunakan New Seven Tools Dan FMEA : (Studi Kasus : PT. KRS). *Jurnal Pendidikan Tata Niaga*, 12(1). doi:<https://doi.org/10.26740/jptn.v12n1.p47-57>
- Ramadan, M. (2022). Desain Kapal Bantu Untuk Mengangkut Kontainer Menggunakan Software Sketch Up. *Jurnal Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 5(1). doi:<https://doi.org/10.62012/sensistek.v5i1.19376>
- Zai, I., Feblicia, S., Aqmi, A., & Rahmah, A. (2022). Analisis Pengaruh Peningkatan Kinerja, Incoterms, Transportasi, Distribusi, Keterlibatan Tpl dan Manajemen Risikoterhadap Aktivitas Logistik. *Jurnal Sosial dan Teknologi*, 2(3). doi:<https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v2i3.304>