

**ANALISIS KINERJA DAN REKOMENDASI PERBAIKAN PADA UNIT TRAILER
INTERNAL DALAM KEGIATAN TRANSFER *HOT ROLLED COIL* (HRC) DENGAN
MENGUNAKAN METODE DMAIC DAN FMEA
(STUDI KASUS: PT KRAKATAU ARGO LOGISTICS)**

Irfan Maulana*¹, Ary Arvianto¹

¹*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

Kegiatan transfer Hot Rolled Coil yang dilaksanakan oleh PT Krakatau Argo Logistics masih sering tidak tercapai dari target harian tonase. Kegagalan dalam mencapai target harian tonase Hot Rolled Coil dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kinerja unit internal, kinerja unit vendor eksternal, maupun kinerja tenaga kerja bongkar muat PT Krakatau Argo Logistics. Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis perbaikan kinerja transfer Hot Rolled Coil pada PT Krakatau Argo Logistics kinerja unit internal khususnya pada aspek proses pengiriman Hot Rolled Coil dengan menggunakan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control) dan metode FMEA (Failure Mode & Effect Analysis). Hasil pengukuran didapatkan bahwa waktu delay saat bekerja menjadi faktor utama kegagalan tersebut dengan persentase sebesar 57,51% - 76,06% dari waktu bekerja. Analisa masalah dilakukan dengan fishbone diagram untuk mengetahui akar masalah. Akar masalah yang didapatkan digunakan untuk metode FMEA dalam rangka menentukan penyebab kegagalan prioritas yang harus diperbaiki. Proses pencarian coil yang lama, unit forklift yang sering berhenti sementara, dan antrian unit trailer yang tidak teratur menjadi penyebab kegagalan prioritas utama yang harus diperbaiki oleh perusahaan.

Kata kunci: *Analisis Kinerja, DMAIC, Failure Mode & Effect Analysis*

Abstract

Hot Rolled Coil transfer activities carried out by PT Krakatau Argo Logistics often fail to achieve the daily tonnage target. Failure to achieve the daily Hot Rolled Coil tonnage target can be caused by various factors such as internal unit performance, external vendor unit performance, and the performance of PT Krakatau Argo Logistics' loading and unloading workforce. The research was carried out by analyzing improvements in Hot Rolled Coil transfer performance at PT Krakatau Argo Logistics, internal unit performance, especially in the aspect of the Hot Rolled Coil delivery process using the DMAIC method (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) and the FMEA method (Failure Mode & Effect Analysis). The measurement results showed that delay time while working was the main factor in failure with a percentage of 57.51% - 76.06% of working time. Problem analysis is carried out using a fishbone diagram to find out the root of the problem. The root of the problem obtained is used for the FMEA method in order to determine the causes of priority failures that must be corrected. The long coil search process, forklift units that often stop temporarily, and irregular queues for trailer units are the causes of top priority failures that must be corrected by the company.

Keywords: *Performance Analysis, DMAIC, Failure Mode & Effect Analysis*

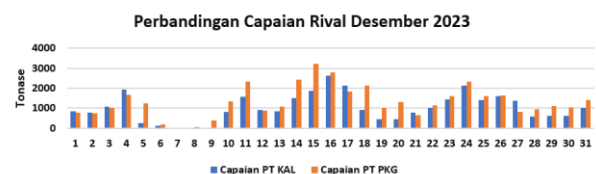
1. Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia didukung dengan hadirnya perusahaan-perusahaan baru dari berbagai macam sektor. Sebagian besar perusahaan-perusahaan tersebut dalam operasionalnya sangat memerlukan kegiatan transportasi. Transportasi pada umumnya digunakan untuk memindahkan manusia, barang, dan/atau jasa dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan tujuan tertentu (Dewi, 2017). Perusahaan dalam melaksanakan transportasinya, akan selalu berusaha melakukan efisiensi biaya semurah mungkin pada kegiatan transportasi dikarenakan kegiatan transportasi menjadi salah satu penyumbang biaya terbesar dalam biaya logistik (Abadi, 2021). Dalam aspek kinerja logistik, transportasi memiliki pengaruh yang besar dikarenakan menjadi suatu sumber daya penting dalam sistem pendistribusian (Bowersox, 2010). Kehadiran transportasi pada perusahaan berperan sebagai pusat kegiatan operasional yang dimulai dari kegiatan mengirim bahan baku dari pemasok menuju penyimpanan sementara atau tempat produksi secara langsung, memindahkan persediaan (*inventory*) menuju lokasi produksi lain atau pusat distribusi (*distribution center*), serta mendistribusikan produk dari tempat produksi kepada konsumen (Stank & Goldsby, 2000). Kegiatan transportasi menyumbang rata-rata sebesar 40% dari total pengeluaran perusahaan pada bidang logistik (Frazelle, 2002). Oleh karena itu, sebagian besar perusahaan cenderung memanfaatkan jasa logistik untuk membantu kegiatan pengiriman barang yang dikenal sebagai *Third Party Logistic* (3PL).

Third Party Logistic (3PL) memiliki berbagai fungsi seperti penyimpanan barang, pengiriman barang, perakitan barang, pemuatan barang, pelabelan barang, pengemasan ulang barang, dan distribusi barang (Mardani, 2019). Data yang dimiliki dalam mengolah barang harus dikumpulkan dan dikirimkan kepada klien sehingga dapat mengoptimalkan proses logistik dengan biaya operasi tergantung pada beberapa macam komponen yang terlibat (Baterliene, 2017). Selama ini, penggunaan *Third Party Logistics* (3PL) telah mampu mengurangi biaya logistik perusahaan, sehingga banyak perusahaan yang memanfaatkan jasa *Third Party Logistics* (3PL) pada kegiatan transportasinya (Naafitamara, 2019).

PT Krakatau Argo Logistics (PT KAL) merupakan perusahaan *Third Party Logistics* (3PL) yang bekerja di bidang layanan bisnis transportasi multimoda dengan angkutan darat, laut, dan udara. Sebagai *Third Party Logistics*, PT Krakatau Argo Logistics memiliki kerjasama utama pada perusahaan lainnya sebagai

shipper dari kegiatan logistik yang dilaksanakan yakni PT Krakatau Posco. Salah satu kegiatan logistik yang dilaksanakan oleh PT Krakatau Argo Logistics pada operasional PT Krakatau Posco adalah kegiatan *transfer Hot Rolled Coil*. Kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* adalah kegiatan pemindahan *Hot Rolled Coil* dari *Hot Strip Mill* (HSM) sebagai gudang dalam pada PT Krakatau Posco menuju gudang luar yang dimiliki oleh vendor sebelum dikirimkan kepada konsumen secara langsung. Kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* ini dilaksanakan oleh 2 vendor yakni PT Krakatau Argo Logistics dan PT PK Global Indonesia. Kedua perusahaan ini saling bersaing dalam penerimaan *Hot Rolled Coil* dari PT Krakatau Posco kepada vendor untuk disimpan pada gudang luar vendor dan dikirimkan kepada customer pada waktu yang ditentukan. Pemilihan vendor oleh PT Krakatau Posco pada kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* mempertimbangkan dari berbagai aspek seperti kapasitas gudang, batasan pengiriman, dan ketersediaan armada. Ketersediaan armada menjadi salah satu faktor penting oleh PT Krakatau Argo Logistics pada kegiatan *transfer Hot Rolled Coil*. Hal tersebut dikarenakan pemanggilan unit armada untuk membawa *Hot Rolled Coil* dilakukan secara bergantian antara PT Krakatau Argo Logistics dengan PT KP Global Indonesia. Jika armada tidak tersedia di tempat, maka *Hot Rolled Coil* akan dialihkan kepada PT KP Global Indonesia sebagai vendor yang tersedia di tempat. Hal tersebut dapat menjadi suatu *opportunity cost* yang seharusnya dapat menjadi suatu benefit bagi PT Krakatau Argo Logistics jika armada tersedia di tempat secara langsung. Berikut ini merupakan capaian tonase pada kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* antara PT Krakatau Argo Logistics dengan PT PK Global pada bulan Desember 2023:



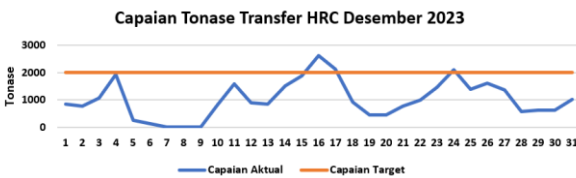
Gambar 1. Perbandingan Capaian Rival Desember 2023

Untuk sementara ini, PT Krakatau Argo Logistics memiliki sebanyak 10 armada trailer *Quester Type* yang digunakan untuk kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* dari HSM sebagai gudang dalam menuju 3 gudang luar yakni Gudang Hamasa, Gudang Trikusuma, dan Gudang BCS. Dikarenakan keterbatasan armada, PT Krakatau Argo Logistics juga bekerja sama dengan perusahaan vendor penyedia unit trailer seperti PT Krakatau Jasa Logistik, PT Bimaruna Jaya, PT Triyasa Cipta Transport, PT Poros Maritim Logistik, PT Saba Transindo, dan PT Aditya Mandiri Sejahtera. Namun dalam pelaksanaannya, kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* yang dilaksanakan oleh PT Krakatau Argo Logistics masih sering tidak tercapai dari target harian tonase *transfer Hot Rolled Coil*. Berikut

*Penulis Korespondensi.

E-mail: irfankapa2209@gmail.com

merupakan grafik perbandingan capaian aktual dengan target harian tonase kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* pada bulan Desember 2023 sebagai berikut:



Gambar 2. Capaian Tonase *Transfer HRC* Desember 2023

Pada kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* menggunakan trailer, PT Krakatau Argo Logistics selama ini hanya melakukan penilaian kinerja unit terbatas pada jumlah ritase unit per hari saja. Evaluasi penilaian kinerja unit trailer yang saat ini dilakukan oleh PT Krakatau Argo Logistics masih berdasarkan parameter umum dari jumlah ritase saja menyebabkan hasil penilaian kinerja unit yang dilakukan masih belum optimal. Ketidakefektifan dalam penilaian kinerja unit berdampak berbagai macam permasalahan seperti biaya yang melebihi anggaran yang ditentukan, keterlambatan waktu dalam pengiriman, penumpukan unit pada bongkar muat, dan target kinerja unit yang tidak tercapai. Pada proses *transfer Hot Rolled Coil*, terdapat 7 proses utama yang saling berkaitan terhadap unit trailer yakni *go to pick-up location, arrive at loading area, loading, start shipment, arrive at destination, unloading, closed, dan go to pool*. Diantara unit internal dan unit vendor eksternal, yang dapat dilakukan penilaian kinerja berdasarkan waktu hanya unit internal saja dengan jumlah sebanyak 10 unit. Hal tersebut dikarenakan pada unit internal PT Krakatau Argo Logistics memiliki *tracking gps* dengan *software izzy track* yang didalamnya terdapat fitur posisi unit, status unit, kecepatan unit, dan kilometer unit. Dengan *software* tersebut dapat dilakukan pengukuran waktu kerja unit internal trailer menjadi 3 waktu utama yakni waktu bersih kerja, waktu *delay* kerja, dan waktu mengganggu sebagai upaya perbaikan dan peningkatan kinerja *transfer Hot Rolled Coil* pada perusahaan PT Krakatau Argo Logistics. Pengukuran waktu kerja unit internal trailer nantinya dilanjutkan dengan membandingkan terhadap standar waktu unit yang ditetapkan oleh perusahaan untuk mendapatkan penilaian atas kinerja unit internal *transfer Hot Rolled Coil* pada PT Krakatau Argo Logistics.

Berdasarkan pemaparan diatas, peneliti akan melakukan analisis perbaikan kinerja *transfer Hot Rolled Coil* pada PT Krakatau Argo Logistics khususnya pada aspek proses pengiriman *Hot Rolled Coil* dengan menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) dan metode FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*). Penelitian akan difokuskan pada jenis kendaraan unit trailer yang dimiliki oleh PT Krakatau Argo Logistics sebagai unit internal dikarenakan memiliki data waktu proses yang lengkap

dibandingkan unit eksternal dari vendor lainnya. Hasil dari penelitian ini yakni faktor – faktor ketidakefektifan kinerja unit internal *transfer Hot Rolled Coil* dan rekomendasi perbaikan terkait masalah pada proses *transfer Hot Rolled Coil*.

Pada penelitian terdahulu oleh Abadi (2021) dengan judul “Pemilihan Vendor Trailer dengan Pendekatan Fuzzy-QFD dan *Goal Programming* (Studi Kasus: PT Krakatau Argo Logistics)” telah dilakukan pemilihan vendor eksternal berdasarkan kinerja *transfer Hot Rolled Coil* untuk dapat meningkatkan capaian kinerja perusahaan. Namun dari penelitian tersebut memiliki keterbatasan yakni tidak melakukan penilaian kinerja berdasarkan waktu proses unit trailer dari kegiatan *transfer Hot Rolled Coil*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan penilaian kinerja unit trailer berdasarkan waktu kerja yang akan dilanjutkan dengan analisa menggunakan metode DMAIC dan FMEA untuk dilakukan rekomendasi perbaikan kedepannya.

2. Metode Penelitian

1. Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penyusunan laporan kerja praktik ini adalah unit trailer internal milik PT Krakatau Argo Logistics.

2. Metode Pengumpulan Data

Berikut merupakan metode pengumpulan data dalam penelitian yang dilaksanakan yaitu:

- **Observasi** yaitu berupa pengumpulan data terkait dengan penelitian pada proses *transfer Hot Rolled Coil* unit trailer internal di PT Krakatau Argo Logistics
- **Wawancara** dilakukan secara langsung dengan pihak-pihak yang berkompeten di lingkup PT Krakatau Argo Logistics mengenai kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* untuk mendapatkan data yang valid dan dapat digunakan dalam penelitian
- **Studi pustaka** dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi dari literatur dan sumber informasi eksternal untuk dapat lebih memahami topik penelitian

3. Jenis Data

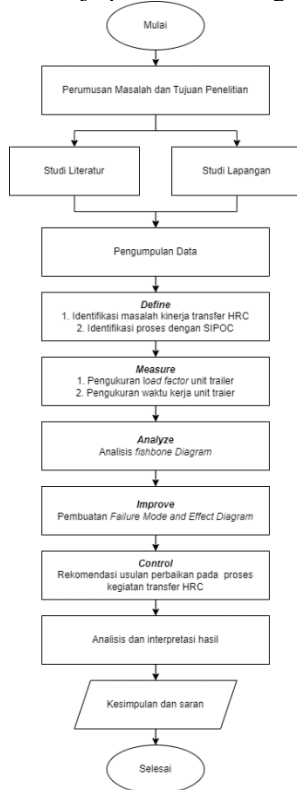
Berikut merupakan jenis data yang digunakan dalam penelitian yang dilaksanakan yaitu:

- Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian. Data primer ini didapatkan dari hasil observasi dan wawancara sehingga akan mendapatkan perolehan informasi yang sesuai dengan kondisi di perusahaan. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data aktual capaian tonase kegiatan *transfer Hot Rolled Coil*, data aktual capaian ritase kegiatan *transfer Hot Rolled Coil*, dan data aktual waktu proses unit trailer pada kegiatan *transfer Hot Rolled Coil*.

- Data sekunder yaitu data yang didapatkan bukan dari hasil pengamatan atau perhitungan langsung di tempat penelitian. Data sekunder diperoleh dari refensi yang berasal dari berbagai macam sumber seperti dokumen perusahaan, jurnal atau penelitian terdahulu, buku, internet, atau literatur lainnya.

4. Alur Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian dalam penyusunan laporan kerja praktik ini sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

Tahap identifikasi awal dilakukan dengan studi lapangan, studi literatur, perumusan masalah, dan penetapan tujuan penelitian. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi yang ada pada lapangan melalui kegiatan observasi dan wawancara. Studi ini dilakukan dengan melakukan pengamatan pada proses *transfer Hot Rolled Coil* yang dilakukan oleh unit internal milik PT Krakatau Argo Logistics. Proses wawancara dilakukan dengan departemen *stevedoring & transportation* dan departemen *warehousing*. Sementara itu, studi literatur dilakukan untuk pencaharian informasi sebagai landasan teori untuk menyelesaikan masalah. Studi literatur dapat dilakukan dengan membaca referensi dari buku, jurnal, karya tulis ilmiah, serta literatur lainnya. Perumusan masalah dan penetapan tujuan penelitian dilakukan untuk menentukan masalah yang ada di PT Krakatau Argo Logistics.

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan mencatat data capaian tonase dan utilitas waktu kerja *transfer Hot*

Rolled Coil pada unit trailer dari tanggal 23 Desember 2023 hingga 22 Januari 2024. Tahap selanjutnya adalah melakukan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) untuk membantu menyelesaikan masalah kinerja proses. Tahap *define* dilakukan dengan tujuan untuk mendefinisikan cakupan masalah dan mendapatkan informasi mengenai letak permasalahan proses. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap ini adalah mengidentifikasi masalah dan mengidentifikasi proses dengan diagram SIPOC. Tahap selanjutnya adalah tahap *measure* yang bertujuan untuk mengukur kemampuan proses kerja dalam menghasilkan *output* yang diharapkan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap ini adalah melakukan pengukuran utilitas waktu kerja dari unit trailer internal pada PT Krakatau Argo Logistics. Tahap selanjutnya adalah tahap *analyze* yang bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan dan mengkonfirmasinya dengan menggunakan *tools* analisis data yang sesuai. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah menganalisis dengan menggunakan *fishbone diagram* pada permasalahan utama yang didapatkan untuk mengetahui penyebab masalah dari 6 aspek yakni *man, machine, method, material, measurement, dan environment*. Tahap terakhir adalah tahap *control* yang bertujuan untuk mengendalikan perbaikan-perbaikan yang telah dibuat pada tahap *improve* dengan beberapa usulan perbaikan kepada perusahaan.

Tahap analisis dan interpretasi hasil dilakukan pada setiap tahap DMAIC yaitu *define, measure, analyze, improve, dan control*. Tahap *define* dilakukan analisis identifikasi masalah dan analisis identifikasi proses dengan diagram SIPOC. Tahap *measure* dilakukan analisis utilitas waktu kerja dari unit trailer. Tahap *analyze* dilakukan analisis penyebab masalah dengan *fishbone diagram*. Tahap *improve* dilakukan analisis pembuatan *failure mode and effect analysis* (FMEA). Tahap *control* dilakukan analisis usulan atau rekomendasi perbaikan kepada perusahaan. Hasil yang diinterpretasikan pada penelitian ini adalah faktor-faktor penyebab masalah ketidaktercapaian target tonase transfer HRC dan rekomendasi perbaikan untuk menyelesaikan masalah yang ditemukan.

Terakhir yaitu tahap kesimpulan dan saran. Tahap ini dilakukan untuk menentukan kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisis berdasarkan tujuan penelitian dan saran kepada pihak PT Krakatau Argo Logistics supaya target tonase transfer HRC bisa tercapai.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Tahap *Define*

Tujuan dari tahap *define* adalah mendefinisikan cakupan masalah dan mendapatkan informasi mengenai letak permasalahan suatu proses. Identifikasi masalah diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak terkait di perusahaan, pengamatan langsung pada kegiatan *transfer*

Hot Rolled Coil, dan data sekunder dari Departemen Stevedoring & Transportation pada PT Krakatau Argo Logistics. Berikut merupakan data capaian kinerja

transfer Hot Rolled Coil pada PT Krakatau Argo Logistics dari tanggal 23 Desember 2023 hingga 22 Januari 2024 sebagai berikut:

Tabel 1. Capaian Kinerja Transfer Hot Rolled Coil

No	Tanggal	Pencapaian (MT)			Total	Target	Selisih	Keterangan
		Shift 1	Shift 2	Shift 3				
1	23 Desember 2023	626.990	344.810	485.280	1457.080	2000	-542.92	Tidak Tercapai
2	24 Desember 2023	541.950	883.010	690.710	2115.670	2000	115.67	Tercapai
3	25 Desember 2023	429.420	529.240	437.530	1396.190	2000	-603.81	Tidak Tercapai
4	26 Desember 2023	623.510	302.600	677.365	1603.475	2000	-396.525	Tidak Tercapai
5	27 Desember 2023	420.610	446.270	499.730	1366.610	2000	-633.39	Tidak Tercapai
6	28 Desember 2023	212.200	284.290	88.920	585.410	2000	-1414.59	Tidak Tercapai
7	29 Desember 2023	221.220	193.740	203.600	618.560	2000	-1381.44	Tidak Tercapai
8	30 Desember 2023	308.456	44.960	267.240	620.656	2000	-1379.344	Tidak Tercapai
9	31 Desember 2023	326.990	591.770	107.890	1026.650	2000	-973.35	Tidak Tercapai
10	1 Januari 2024	424.400	294.040	238.330	956.770	2000	-1043.23	Tidak Tercapai
11	2 Januari 2024	476.770	484.260	322.640	1283.670	2000	-716.33	Tidak Tercapai
12	3 Januari 2024	45.080	150.800	1327.780	1523.660	2000	-476.34	Tidak Tercapai
13	4 Januari 2024	979.640	796.500	397.210	2173.350	2000	173.35	Tercapai
14	5 Januari 2024	535.430	465.370	399.290	1400.090	2000	-599.91	Tidak Tercapai
15	6 Januari 2024	439.270	644.010	574.400	1657.680	2000	-342.32	Tidak Tercapai
16	7 Januari 2024	1368.480	838.450	455.590	2662.520	2000	662.52	Tercapai
17	8 Januari 2024	903.830	741.720	701.020	2346.570	2000	346.57	Tercapai
18	9 Januari 2024	728.550	906.530	387.180	2022.260	2000	22.26	Tercapai
19	10 Januari 2024	878.330	703.380	452.950	2034.660	2000	34.66	Tercapai
20	11 Januari 2024	866.610	1374.990	852.680	3094.280	2000	1094.28	Tercapai
21	12 Januari 2024	825.650	1810.390	1206.820	3842.860	2000	1842.86	Tercapai
22	13 Januari 2024	1914.060	2002.080	1195.630	5111.770	2000	3111.77	Tercapai
23	14 Januari 2024	1565.980	1291.130	996.040	3853.150	2000	1853.15	Tercapai
24	15 Januari 2024	716.460	1000.680	1169.986	2887.126	2000	887.126	Tercapai
25	16 Januari 2024	872.740	1069.400	835.280	2777.420	2000	777.42	Tercapai

Dari kondisi ini dapat terlihat permasalahan yang terjadi yaitu PT Krakatau Argo Logistics masih belum bisa memenuhi capaian tonase yang baik dalam kegiatan transfer Hot Rolled Coil. Selain itu dapat dilihat juga bahwa capaian tonase harian selama 31 hari tersebut masih belum stabil. Oleh karena itu, PT Krakatau Argo Logistik memerlukan perbaikan proses (*process improvement*) terhadap kegiatan transfer Hot Rolled Coil khususnya pada aspek capaian tonase muatan setiap unit trailer dan aspek utilitas waktu kerja yang dilaksanakan oleh unit trailer sebagai faktor utama dalam kegiatan tersebut untuk dapat meningkatkan kinerja capaian tonase yang telah ditetapkan.

Selain itu dilakukan juga identifikasi proses pada tahap ini. Identifikasi tahapan proses dimaksudkan untuk memberikan kemudahan dalam memahami proses dari awal hingga akhir dan berfungsi untuk mengidentifikasi elemen-elemen yang relevan dalam perbaikan proses (*process improvement*). Alat yang biasa digunakan dalam

menggambarkan proses adalah diagram SIPOC (*Supplier – Input – Process – Output – Customer*). Berikut merupakan gambar yang menunjukkan diagram SIPOC pada proses kegiatan transfer Hot Rolled Coil pada PT Krakatau Argo Logistics.

Tabel 2. Diagram SIPOC Kegiatan Transfer HRC

Supplier	Input	Process	Outputs	Customer
- Supplier Hot Rolled Coil (PT Krakatau Argo)	- Hot Rolled Coil	- Go To Pick Up	- Hot Rolled Coil	- Gudang Hamasa
- Supplier Trailer (PT Krakatau Argo)	- Trailer (include terpal, tali)	- Arrive at Location		- Gudang
- Logistics, PT Krakatau Jasa Logistik, PT Binuaruna Jaya, PT Triyasa Cipta Transport, PT Poros Maritim Logistik, PT Saba Transindo, dan PT Aditya Mandiri Sejahtera)	- Forklift	- Unloading		- Trikusuma
- Supplier Forklift (PT Jaya Abadi)	- Crane	- Closed		- Gudang BCS
- Supplier Crane (PT Krakatau Argo Logistics)		- Go To Pool		

Berdasarkan diagram SIPOC diatas, dapat diketahui bahwa proses transfer Hot Rolled Coil dimulai dari input berupa bahan baku dan alat yang disuplai oleh beberapa perusahaan sebagai *supplier*. Selanjutnya bahan baku dan alat tersebut melewati beberapa rangkaian proses hingga

selesai. Terakhir produk akan diletakan pada *warehouse* untuk disimpan sementara waktu sebelum dikirimkan ke *customer* sebagai penerima *Hot Rolled Coil*. Jika *Hot Rolled Coil* sudah disimpan pada *warehouse* sebagai tujuan pengiriman kegiatan *transfer*, maka kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* sudah selesai.

2. Tahap Measure

Tujuan dari tahap *measure* adalah mengukur kemampuan proses kerja dalam menghasilkan output berdasarkan input yang masuk. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini difokuskan pada pengukuran waktu kerja unit trailer internal pada kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* di PT Krakatau Argo Logistics.

Pengukuran utilitas waktu kerja unit trailer internal PT Krakatau Logistisc perlu dilakukan untuk mengetahui kinerja unit sebenarnya berdasarkan pendekatan waktu kerja. Pengukuran utilitas waktu kerja ini dilakukan berdasarkan 8 aktivitas / proses utama pada kegiatan *transfer Hot Rolled Coil*. Aktivitas tersebut terdiri dari: *go to pick up location, arrive at loading area, loading, start shipment, arrive at destination, unloading, closed, dan go to pool*. Waktu 8 kegiatan operasi ini merupakan waktu kotor kerja / waktu operasional unit trailer. Waktu operasional ini terdiri dari waktu *delay* / menunggu dan waktu bersih kerja (waktu aktif kerja selain menunggu). Waktu menunggu terjadi antara aktivitas *arrive at loading area* menuju aktivitas *loading* dan aktivitas *arrive at destination* menuju aktivitas *unloading*. Selain kegiatan itu, maka unit dianggap mengganggu atau tidak beroperasi. Berikut merupakan pengukuran utilitas waktu kerja yang dilakukan pada setiap unit trailer internal PT Krakatau Argo Logistiscs sebagai berikut:

Tabel 3. Rekap Utilitas Waktu Kerja Seluruh Unit (Jam)

No	Jenis Unit	Waktu Mengganggu	Waktu Kotor Bekerja	Waktu Bersih Bekerja	Waktu Delay Saat Bekerja
1	A9668S	320,40	423,60	126,33	297,27
2	A9670S	317,33	426,67	149,27	277,40
3	A9671S	342,71	401,28	105,40	295,88
4	A9672S	396,61	347,38	82,15	264,23
5	A9673S	366,21	377,78	108,17	269,62
6	A9674S	358,91	385,08	114,38	270,70
7	A9675S	344,05	399,95	120,87	279,08
8	A9676S	368,10	375,90	159,72	216,18
9	A9677S	363,38	380,62	118,53	262,08
10	A9678S	303,20	440,80	125,35	315,45

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa rentang waktu mengganggu untuk unit trailer berada pada nilai 303,20 jam – 396,61 jam dari total waktu tersedia selama 744 jam dan waktu kotor bekerja untuk unit trailer berada pada nilai 347,38 jam – 440,80 jam dari total waktu tersedia selama 744 jam. Sedangkan rentang waktu bersih bekerja untuk unit trailer berada pada nilai 82,15 jam – 159,72 jam dari masing-masing waktu kotor bekerja dan waktu *delay* saat bekerja untuk unit trailer berada pada 216,18 jam – 315,45 jam dari masing-masing waktu kotor bekerja.

3. Tahap Analyze

Tujuan dari tahap *analyze* adalah mengidentifikasi permasalahan dan mengonfirmasinya dengan menggunakan data yang sesuai. Langkah-langkah yang

dilakukan dalam tahap ini adalah menganalisis masalah yang paling dominan atau prioritas untuk diselesaikan dan menganalisis penyebab masalah tersebut dengan menggunakan *fishbone diagram*.

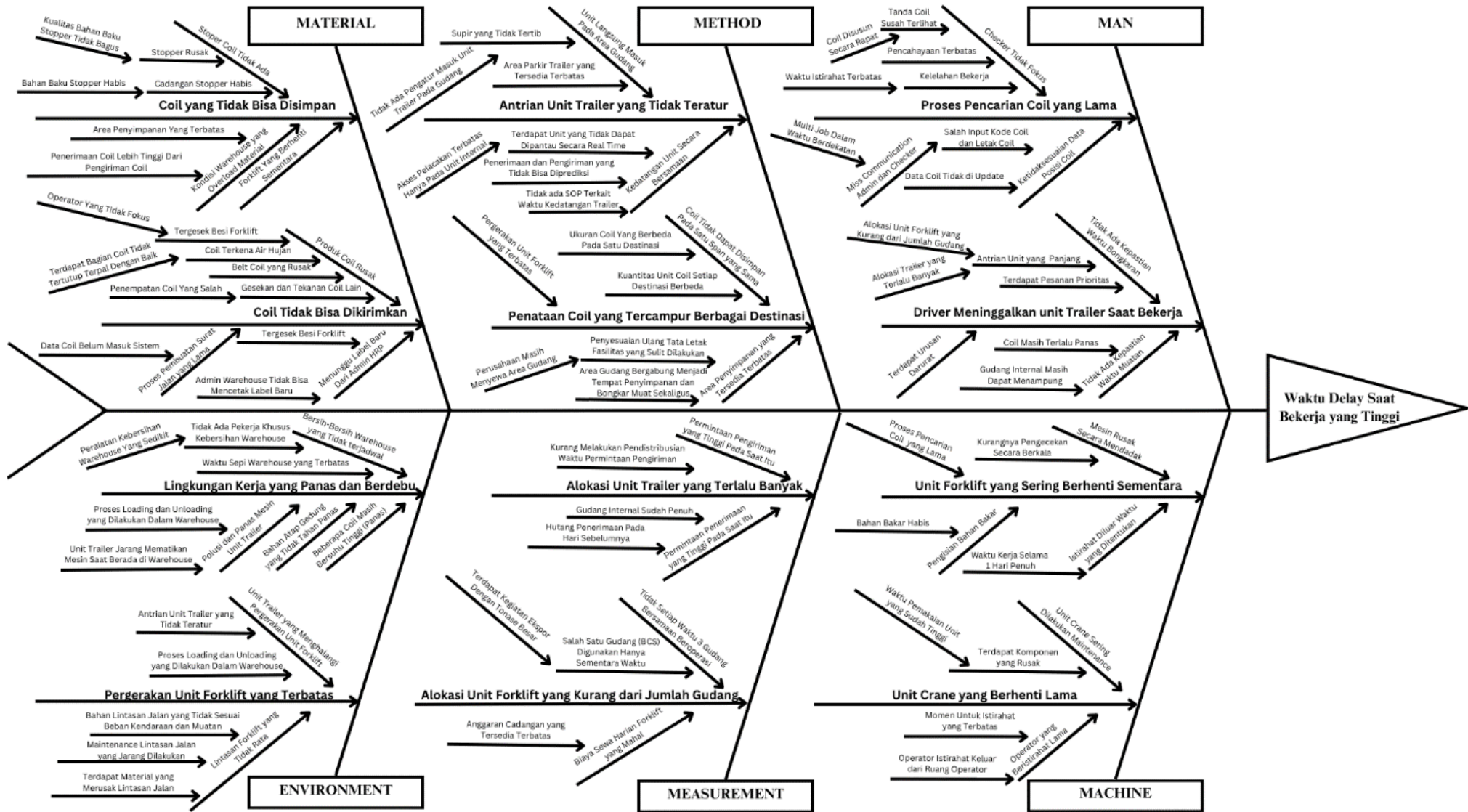
Analisis prioritas masalah ini dilakukan dengan mengkomparasikan antara 2 masalah utama dalam kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* berdasarkan utilitas waktu kerja unit trailer yakni waktu *delay* saat bekerja dan waktu mengganggu dari unit trailer pada tanggal 23 Desember 2023 hingga 22 Januari 2024. Untuk menilai prioritas masalah, berikut merupakan tabel rekap utilitas waktu kerja seluruh unit trailer yang telah dikonversikan dalam bentuk persentase sebagai berikut:

Tabel 4. Rekap Utilitas Waktu Kerja Seluruh Unit (Persentase)

No	Jenis Unit	Waktu Mengganggu	Waktu Kotor Bekerja	Waktu Bersih Bekerja	Waktu Delay Saat Bekerja
1	A9668S	43,06%	56,94%	29,82%	70,18%
2	A9670S	42,65%	57,35%	34,98%	65,02%
3	A9671S	46,06%	53,94%	26,27%	73,73%
4	A9672S	53,31%	46,69%	23,94%	76,06%
5	A9673S	49,22%	50,78%	28,63%	71,37%
6	A9674S	48,24%	51,76%	29,70%	70,30%
7	A9675S	46,24%	53,76%	30,22%	69,78%
8	A9676S	49,48%	50,52%	42,49%	57,51%
9	A9677S	48,84%	51,16%	31,14%	68,86%
10	A9678S	40,75%	59,25%	28,44%	71,56%

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa rentang waktu mengganggu untuk unit trailer berada pada nilai 40,75% - 53,31% dari total waktu tersedia selama 744 jam. Sedangkan rentang waktu *delay* saat bekerja untuk unit trailer berada pada nilai 57,51% - 76,06% dari masing-masing waktu kotor bekerja. Dari perhitungan tersebut dapat terlihat bahwa masalah waktu *delay* saat bekerja memiliki persentase waktu yang sangat tinggi. Oleh karena itu, masalah waktu *delay* saat bekerja perlu perhatian yang lebih atau diprioritaskan supaya waktu *delay* saat bekerja ini dapat diminimalisirkan.

Langkah selanjutnya adalah menganalisis penyebab terjadinya masalah waktu *delay* saat bekerja yang tinggi dengan *fishbone diagram*. Faktor-faktor penyebab terjadinya masalah ini dikelompokkan menjadi beberapa kategori seperti *man, machine, method, material, measurement, dan environment*. Berikut merupakan hasil *fishbone diagram* yang didapatkan berdasarkan observasi dan wawancara bersama pihak-pihak terkait sebagai berikut:



Gambar 4. Fishbone Diagram Waktu Delay

4. Tahap *Improve*

Tujuan dari tahap ini adalah menentukan rencana tindakan perbaikan proses pada kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* khususnya pada aspek waktu delay saat bekerja untuk menghilangkan akar-akar penyebab permasalahan dan mencegah permasalahan tersebut terjadi kembali.

Rencana perbaikan ini akan menggunakan tools *failure mode and effect analysis* (FMEA). FMEA merupakan alat yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan menilai risiko yang berhubungan dengan potensial kegagalan sehingga dapat menjadi pertimbangan sebagai prioritas tindakan perbaikan. Penilaian risiko ini **Tabel 5. Analisis FMEA Waktu Delay Saat Bekerja Unit Trailer**

dilakukan dengan memberikan nilai pada masing-masing faktor yaitu tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kemunculan (*occurance*), dan kemampuan pendeteksian (*detection*). Setelah dilakukan penilaian risiko, maka dapat ditentukan probabilitas konsekuensi setiap penyebab terjadinya masalah melalui besarnya nilai *risk priority number* (RPN). Setelah mengetahui nilai RPN ini, maka kejadian dengan nilai RPN yang paling besar akan dijadikan prioritas untuk tindakan korektif atau perbaikan. Dalam tindakan perbaikan ini, dilakukan proses analisis penyebab dan langkah-langkah pengendalian risiko tersebut. Berikut merupakan tabel hasil metode *failure mode and effect analysis* yang diperoleh sebagai berikut:

<i>Waste</i>	Penyebab <i>Waste</i>	Efek Dari <i>Waste</i>	<i>Severity</i>	<i>Occurance</i>	<i>Detection</i>	Rekomendasi Perbaikan	<i>Risk of Priority Number</i>
	Proses pencarian <i>coil</i> yang lama	Waktu untuk bongkar muat unit trailer lebih lama	4	9	2	Sistem pendataan <i>coil</i> digital	72
	<i>Driver</i> meninggalkan unit saat bekerja	Unit trailer menghalangi antrian trailer lain	4	5	3	Pengaturan jadwal / waktu bongkar muat	60
	Unit <i>forklift</i> yang sering berhenti sementara	Kegiatan <i>unloading</i> muatan terhenti sementara waktu	5	8	2	Perbaikan secara berkala dan perketat aturan waktu kerja aktif operator	80
Waktu Delay Saat Bekerja yang Tinggi	Unit <i>crane</i> yang berhenti lama	Kegiatan <i>loading</i> muatan terhenti sementara waktu	4	5	2	Perbaikan secara berkala dan perketat aturan waktu kerja aktif operator	40
	Antrian unit trailer yang tidak teratur	<i>Forklift</i> kesulitan dalam bergerak	5	7	2	Tenaga kerja tambahan pengatur antrian dan waktu masuk unit trailer	70
	Penataan <i>coil</i> yang tercampur berbagai destinasi	Waktu untuk bongkar muat unit trailer lebih lama	4	7	2	Perancangan tata letak fasilitas <i>warehouse</i>	56
	Alokasi unit trailer yang terlalu banyak	Penumpukan unit trailer pada area gudang dan bongkar muat	3	5	3	Pendistribusian waktu tingkat penerimaan dan pengiriman	45

Tabel 5. Analisis FMEA Waktu *Delay* Saat Bekerja Unit Trailer (Lanjutan)

<i>Waste</i>	Penyebab <i>Waste</i>	Efek Dari <i>Waste</i>	<i>Severity</i>	<i>Occurance</i>	<i>Detection</i>	Rekomendasi Perbaikan	<i>Risk of Priority Number</i>
Waktu <i>Delay</i> Saat Bekerja yang Tinggi	Alokasi unit <i>forklift</i> yang kurang dari jumlah gudang	Waktu untuk bongkar muat unit trailer lebih lama	5	6	2	Sewa harian <i>forklift</i> untuk sementara waktu	60
	<i>Coil</i> yang tidak bisa disimpan	Unit trailer tidak bisa digunakan untuk kegiatan lain sementara waktu	4	5	3	Alokasi cadangan peralatan penyimpanan	60
	<i>Coil</i> yang tidak bisa dikirimkan	Waktu untuk bongkar muat unit trailer lebih lama	4	5	3	Integrasi administrasi <i>warehouse</i> dan peningkatan aturan penanganan produk	60
	Lingkungan kerja yang panas dan berdebu	Pekerja gudang dan driver tidak betah bekerja pada area bongkar muat	3	10	2	Tenaga kerja, peralatan, dan penjadwalan tambahan untuk menjaga kebersihan <i>warehouse</i>	60
	Pergerakan unit <i>forklift</i> yang terbatas	Waktu untuk bongkar muat unit trailer lebih lama	4	7	2	Perancangan tata letak fasilitas <i>warehouse</i>	56

Berdasarkan tabel diatas, dengan pengolahan data menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) didapatkan hasil *risk priority number* (RPN) dari masing-masing penyebab kegagalan. Terdapat 12 penyebab kegagalan yang dianalisis seperti proses pencarian *coil* yang lama, *driver* meninggalkan unit saat bekerja, unit *forklift* yang sering berhenti sementara, antrian unit trailer yang tidak teratur, penataan *coil* yang tercampur berbagai destinasi, alokasi unit trailer yang terlalu banyak, alokasi unit *forklift* yang kurang dari jumlah gudang, *coil* yang tidak bisa disimpan, *coil* yang tidak bisa dikirimkan, lingkungan kerja yang panas dan berdebu, dan pergerakan unit *forklift* yang terbatas. Permasalahan unit *forklift* yang berhenti sementara memiliki nilai RPN yang paling besar yaitu 80, untuk permasalahan proses pencarian *coil* yang lama memiliki nilai RPN tertinggi kedua yaitu 72, dan untuk permasalahan antrian unit trailer yang tidak teratur serta pergerakan unit *forklift* yang terbatas memiliki nilai RPN tertinggi ketiga yaitu 70. Ketiga besar RPN ini harus diselesaikan supaya masalah utama yakni waktu *delay* saat bekerja yang tinggi dapat diminimalisir.

5. Tahap *Control*

Tujuan dari tahap *control* adalah untuk mengendalikan perbaikan-perbaikan yang telah dibuat

pada tahap *improve*. Tahap ini merupakan tahap pengendalian dan pengawasan terhadap rencana perbaikan yang direkomendasikan atau diusulkan untuk direalisasikan diperusahaan dengan harapan dapat mengurangi penyebab kesalahan yang dapat menimbulkan kecacatan produk. Pengendalian ini sepenuhnya adalah wewenang dari perusahaan untuk merealisasikan rekomendasi penanggulangan atau rencana perbaikan. Tanpa adanya pengendalian terhadap hasil perbaikan tersebut, proses perbaikan tidak akan mencapai hasil yang diharapkan. Berikut merupakan tahap *control* usulan perbaikan yang dilakukan berdasarkan tiga besar nilai RPN tertinggi sebagai berikut:

- Melakukan perawatan rutin terhadap kondisi unit *forklift* sebelum bekerja secara penuh dan menetapkan aturan mengenai waktu berhenti operasi sementara diluar jam istirahat untuk unit *forklift*. Selain perawatan rutin, operator *forklift* dapat melakukan pengecekan unit menggunakan check sheet pada komponen yang berpotensi rusak pada setiap waktu setelah TBM atau saat pergantian shift secara normal. Terkait aturan waktu yang dikembangkan, diharapkan dapat menjelaskan juga mengenai sanksi terkait pelanggaran yang diberikan.

Hal tersebut dikarenakan *forklift* yang digunakan pada operasional / kegiatan *transfer coil* khususnya pada proses *unloading* muatan dalam *warehouse* dilakukan oleh pihak *outsourcing*. Perusahaan saat ini menggunakan pihak ketiga atau *outsourcing*, seharusnya perusahaan bisa mendapatkan kinerja atau performa yang lebih baik dibandingkan menggunakan unit internal. Selain itu, pengaturan jam kerja satu tenaga kerja satu hari bekerja dapat dipertimbangkan kembali ketika penetapan aturan baru tersebut supaya tidak terjadi kelelahan operator saat bekerja dan kesalahan lainnya dapat diminimalisir.

- Menggunakan sistem pendataan *coil* digital untuk mengatasi kendala pada proses pencarian *coil* yang lama. Untuk proses yang berjalan ini, sistem dilakukan secara semi digital. Tenaga kerja pada area *warehouse* melakukan pendataan secara manual menggunakan kertas dan mengkonfirmasi data *coil* untuk diteruskan kepada operator administrasi *warehouse* untuk dimasukkan dalam sistem digital. Sistem digital yang sudah berjalan ini dapat dikembangkan lagi supaya tenaga kerja pada area *warehouse* dapat melakukan *update* data *coil* secara langsung sehingga dapat meminimalisir *miss communication*. Hal ini akan membuat proses pencarian *coil* lebih cepat ditemukan karena ada *coil* pada sistem berbentuk *up to date* dan mengurangi kondisi lupa *update* data oleh operator administrasi sehingga kendala dalam pencarian *coil* dapat diminimalisir.
- Menggunakan tenaga kerja tambahan baik baru maupun lama dengan fungsi tugas untuk mengatur antrian trailer dilapangan. Tenaga kerja ini nantinya akan bekerja dengan tugas antara lain: mendata waktu kedatangan truk pada area gudang, mengurutkan antrian truk berdasarkan waktu kedatangan ataupun kondisi tertentu seperti *coil* prioritas, mengatur area parkir dan waktu menunggu truk didalam dan diluar area gudang, serta memastikan supir truk untuk hadir ketika masuk antrian didalam area gudang supaya tidak mengganggu unit trailer pada antrian dibelakangnya. Solusi ini dapat juga mengatasi masalah akibat hilangnya *driver* trailer saat bekerja yang mengganggu antrian dalam proses bongkar muat. Dengan fungsi yang dijalankan juga, diharapkan penumpukan trailer pada area gudang atau bongkar muat dan kondisi *driver* yang saling rebutan antrian dapat diminimalisir sehingga proses bongkar muat dapat lebih cepat dilaksanakan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis data yang telah dilaksanakan, maka berikut merupakan beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi dengan data yang didapatkan dapat diketahui bahwa capaian tonase tonase *Hot Rolled Coil* pada kegiatan *transfer* HRC pada PT Krakatau Argo Logistics pada tanggal 23 Desember 2023 hingga 22 Januari 2024 masih belum melebihi target yang ditetapkan baik secara akumulatif maupun harian. Secara akumulatif, capaian tonase didapatkan sebesar 58338,927 Ton atau kurang 3661,073 ton dari target akumulatif sebesar 62000 Ton. Secara harian, capaian tonase masih belum melebihi target sebesar 2000 Ton selama 18 hari dari 31 hari waktu pengukuran.
2. Waktu *delay* saat bekerja yang tinggi disebabkan oleh berbagai macam faktor. Dalam menganalisa penyebab masalah digunakan *fishbone diagram* dengan pendekatan terhadap 6 aspek yakni *man, method, material, machine, measurement, dan environment*. Untuk aspek *man*, didapatkan faktor penyebab seperti proses pencarian *coil* yang lama dan driver meninggalkan unit trailer saat bekerja. Untuk aspek *method*, didapatkan faktor penyebab seperti antrian unit trailer yang tidak teratur dan penataan *coil* yang tercampur berbagai destinasi. Untuk aspek *material*, didapatkan faktor penyebab seperti *coil* yang tidak bisa disimpan dan *coil* yang tidak bisa dikirimkan. Untuk aspek *machine*, didapatkan faktor penyebab seperti unit *forklift* dan unit *crane* yang berhenti sementara waktu. Untuk aspek *measurement*, didapatkan faktor penyebab seperti alokasi unit trailer yang terlalu banyak dan alokasi unit *forklift* yang kurang dari jumlah gudang. Untuk aspek *environment*, didapatkan faktor penyebab seperti lingkungan kerja yang panas dan berdebu dan pergerakan unit *forklift* yang terbatas. Penyebab-penyebab yang ditemukan diatas, dilakukan pendalaman kembali untuk mengetahui faktor penyebab masalah yang sebenarnya. Dengan mengetahui akar masalah, diharapkan dapat menentukan solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah utama.
3. Rekomendasi perbaikan dilakukan berdasarkan penyebab masalah yang ditemukan. Rekomendasi yang diberikan terdapat rekomendasi prioritas dan rekomendasi biasa. Rekomendasi prioritas didasarkan pada nilai RPN tertinggi dengan menggunakan metode FMEA. Rekomendasi perbaikan prioritas yang dilakukan antara lain: perbaikan secara berkala dan perketat aturan waktu kerja aktif operator untuk permasalahan unit *forklift* yang sering berhenti sementara, sistem pendataan *coil* digital untuk permasalahan proses pencarian *coil* yang lama, tenaga kerja tambahan pengatur antrian dan waktu masuk unit trailer untuk permasalahan antrian unit trailer yang tidak teratur, dan perancangan tata letak fasilitas *warehouse* untuk permasalahan pergerakan unit *forklift* yang terbatas.

Sedangkan untuk rekomendasi perbaikan non-prioritas yang dilakukan antara lain: pengaturan jadwal / waktu bongkar muat untuk permasalahan *driver* meninggalkan unit saat bekerja, sewa harian *forklift* untuk sementara waktu untuk permasalahan alokasi unit *forklift* yang kurang dari jumlah gudang, alokasi cadangan peralatan penyimpanan untuk permasalahan *coil* yang tidak bisa disimpan, integrasi administrasi *warehouse* dan peningkatan aturan penanganan produk untuk permasalahan *coil* yang tidak bisa dikirimkan, serta tenaga kerja, peralatan, dan penjadwalan tambahan untuk menjaga kebersihan *warehouse* untuk permasalahan lingkungan kerja yang panas dan berdebu.

Selain itu, berikut merupakan saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini yang telah dilaksanakan antara lain:

1. Perusahaan sebaiknya dapat menerapkan rekomendasi perbaikan yang telah diberikan untuk dapat meningkatkan kinerja kegiatan *transfer Hot Rolled Coil* khususnya dalam rangka mengurangi delay saat bekerja yang tinggi pada PT Krakatau Argo Logistics. Penerapan atas rekomendasi perbaikan dapat disesuaikan dengan kondisi dan kebijakan perusahaan yang berlaku.
2. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat lebih mengembangkan rekomendasi perbaikan untuk dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang ditemukan secara berkelanjutan satu dengan lainnya.

Daftar Pustaka

- Abadi, A. A. (2021). Pemilihan Vendor Trailer Dengan Pendekatan Fuzzy-QFD dan Goal Programming (Studi Kasus PT. Krakatau Argo Logistics). 2021: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Andani, R. (2020). Proses Sistem Administrasi Operasional Gudang di PT Astra Honda Motor. Jakarta: STEI Jakarta.
- Arwani, A. (2009). Warehouse Check Up: Menjadikan Gudang Sebagai Keunggulan Kompetitif Melalui Audit Menyeluruh. Jakarta: PPM.
- Baterliene, N., & Jarasuniene, A. (2017). "3PL" Service Improvement Opportunities in Transport Companies. *Procedia Engineering*, 67-76.
- Bowersox, D., Closs, D., & M. Bixby. (2010). Supply Chain Logistics Management (3rd ed). New York: McGraw Hill.
- Cahya, F. A., & Handayani, W. (2022). Minimasi Waste Melalui Pendekatan Lean Manufacturing pada Proses Produksi di UMKM Nafa Cahya. *Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan, & Bisnis Syariah*, 1119-1208.
- Chandra, N. M. (2010). Analisis Lalu Lintas Akibat Parkir di Badan jalan (Studi Kasus Di Jalan Jenderal Sudirman Ambarawa). Yogyakarta: UAJY.
- Dewi, D. K., Hidayati, N., & Slamet, G. (2017). Analisis Pemilihan Moda Transportasi Di Pasar Hewan Menggunakan Model Logit Biner(Studi Kasus: Pasar Hewan Desa Purworejo Kecamatan Nogosari). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Formoso, C., Soibelman, L., Cesare, C., & Isatto, E. (2002). Material Waste in Building Industry: Main causes and Prevention. *Journal of Construction Engineering and Management*, 316 -325.
- Frazelle, E. (2002). Supply Chain Strategy: The Logistic of Supply Chain Management. New York: McGraw Hill.
- Gaspersz, V. (2011). Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas. Jakarta: Gramedia.
- Gunardo R. B. (2014). Geografi Transportasi. Yogyakarta: Ombak.
- Gunawan, I. (2017). Analisa Kegagalan Proses Regenerasi Water Treatment Plant #2 PLTGU Unit Pembangkitan Gresik Dengan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus: PT PJB UP. Gresik). Gresik: Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Hadiguna, R., & Setiawan, H. (2008). Tata Letak Pabrik. Yogyakarta: Andi.
- Hakami, M. U. (2019). Analisis Lean Warehouse Guna Mengurangi Waste Pada Gudang Spare Part (Studi Kasus: PT Petro Jordan Abadi). Gresik: Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). Manajemen Operasi : Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan, edisi 11. Jakarta: Salemba Empat.
- Kamaludin. (2003). Ekonomi Transportasi. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Mardani, A. I., & Saptadi, S. (2019). Sistem Evaluasi Kinerja Third Party Logistics (3PL) Pengiriman Lokal Pada PT Star Paper. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Mikulak, R., McDermott, R., & Beauregard, M. (2008). The Basics of FMEA 2nd Edition. London: CRC Press.
- Montgomery. (2013). Introduction to Statistical Quality Control, Seventh Edition. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Muzakki, A., & Dzaky, M. (2020). Penerapan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Mengkuantifikasi Rekam Data Kegagalan Turbin Gas PT Dian Swastatika Sentosa Tbk. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Naafitamara, S. (2019). Penerapan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) Dalam Pemilihan Vendor Trucking Pada PT Surabaya Transmoda Jaya. *Calyptra*, 883-899.
- Nasution, M. (2004). Manajemen Transportasi. Bogor: Ghalia Indonesia.

- Priono, A. B., Setiono, & Mahmudah A. H. M. (2015). Estimasi Waktu Perjalanan Berbasis Kecepatan Sesaat Dengan Bahasa Pemrograman VB. NET (Menggunakan Metode Instantaneous Model dan Time Slice Model). *Matriks Teknik Sipil*, 982-991.
- Stank, T., & Goldsby, T. (2000). A Framework for Transportation Decision Making in an Integrated Supply Chain. *Supply Chain Management : An International Journal*, 71-77.
- Suharto, Ningsih, N., & Ali, K. (2022). Pengendalian Kerusakan Produk pada Industri Rumah Tangga Mitra Keluarga Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Manajemen*, 351-361.
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas dengan Metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1-9.
- Susetyo, J., Winarni, & Hartanto, C. (2011). Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen Sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk. *Jurnal Teknologi*, 78-87.
- Wakari, V., Rogi, O., & Makarau, V. (2019). Daya Dukung Layanan Angkot Berdasarkan Jarak Jangkauan Masyarakat Terhadap Jalur Trayek di Kota Manado. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 553-560.