

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Profil dan Data Utama MV Dry Transport



**Gambar 4.1 MV Dry Transport**  
(Sumber : Milik *marinetraffic*)

SHIP NAME	: MV DRY TRANSPORT
SHIP TYPE	: DRY CARGO / BULK CARRIER
IMO	: 9214082
MMSI	: 525021452
FLAG	: INDONESIA
MANUFACTURE YEAR	: 2000
DRAFT (T)	: 11,919 M
DEADWEIGHT (DWT)	: 50,777 T
LENGTH OVERALL (LOA)	: 190 M
WIDTH (B)	: 32 M

Pada penelitian ini, objek yang digunakan yaitu MV Dry Transport yang mana merupakan salah satu kapal berjenis *dry bulk carrier / supramax ship* yang memiliki fungsi untuk mengangkut muatan curah kering seperti batuabara dan komoditas sejenisnya seperti nikel dalam kegiatan niaga domestik. Kapal ini memang sudah dirancang untuk mendukung proses bongkar muat secara mandiri dengan memanfaatkan peralatan bongkar muat (*crane*) yang ada pada kapal dengan kata lain kapal ini dapat disebut juga *Vessel Gear*. Sehingga kinerja teknis pada kapal sangat menentukan kecepatan pelayanan saat proses bongkar/muat di pelabuhan. Secara teknis, MV Dry Transport memiliki karakteristik yang penting karena dapat memengaruhi terhadap pencapaian waktu *laytime* yang telah disepakati dalam kontrak *charter*. MV Dry Transport dilengkapi dengan 5 (lima) palka, dan 4 (empat) *crane/grab* yang berfungsi untuk proses kegiatan bongkar/muat.

Pada periode penelitian ini MV Dry Transport tercatat mengalami banyak faktor yang mengakibatkan keterlambatan pada saat operasional bongkar/muat di *anchorage* yang berdampak pada timbulnya biaya *demurrage*. Keterlambatan tersebut menjadi dasar pemilihan kapal ini sebagai objek studi kasus dalam penelitian ini, khususnya untuk meninjau sejauh mana faktor teknis kapal mempengaruhi terjadinya biaya *demurrage*.

#### 4.2. Hasil Identifikasi Masalah *Demurrage*

Pada tahap identifikasi masalah *demurrage*, proses ini dimulai dengan verifikasi *laytime* yang disepakati oleh *charter party* menetapkan *laytime* dimulai saat *Notice of Readiness (NOR)* diterima pada 05 Juni 2025 pukul 23:00, maka *laytime* terhitung selama 152,85 jam (6 hari dan 8 jam), data untuk menghitung *laytime* dan biaya *demurrage* diperoleh dari dokumen operasional PT Riandy Fiesta Samudera, seperti *Statement of Fact (SOF)*, *time sheet* saat proses transshipment. Menurut data SOF, kapal tidak dapat segera muat (*loading*) karena adanya satu hari *major holiday* (idul adha) pada tanggal 6 Juni 2025. Kondisi ini menimbulkan keterlambatan waktu untuk proses pemuatan batubara, di mana waktu tersebut akan tetap termasuk sebagai *laytime* berjalan walaupun terdapat yang waktu persiapan untuk *loading (turning time)* selama 12 jam yang dimulai sejak tanggal 5 Juni pukul 23:00 hingga 6 Juni pukul 11:00. Setelah *turning time* selesai, proses muat (*commenced loading*) berdasarkan SOF dimulai pada tanggal 7 Juni pukul 13.45 dan selesai muat (*complete loading*) pada tanggal 13 Juni pukul 12.35.

Namun, saat proses operasional transshipment berlangsung terdapat kendala yang terjadi di setiap harinya, kendala tersebut disebabkan oleh kerusakan pada alat bongkar muat (*cargo handling equipment*). Akibat terjadinya kendala tersebut, proses *transshipment* menjadi lebih lama, dan waktu aktual yang digunakan untuk *transshipment (actual laytime used)* menjadi 155,69 jam (6 hari dan 11 jam), maka lebih lama dari waktu yang disepakati dalam *charter party*.

Perbandingan *laytime allowed* dengan *actual laytime used* disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 4.1 Perbandingan *Laytime***

Komponen Waktu	Laytime Allowed (Jam)	Actual Time Used (Jam)
Notice of Readiness (NOR) hingga completed loading dan sailing	152,85 Jam	155,69 Jam
Selisih waktu	<b>2,84 jam atau 2 jam 50 menit</b>	

Analisis selisih waktu menunjukkan *actual laytime used* melebihi *laytime allowed* sebesar 2 jam 50 menit, yang disebabkan oleh kerusakan alat bongkar muat (38 jam). Maka terjadilah biaya *demurrage* sebesar 2 jam 50 menit (atau 0,1184 hari), yang memicu klaim biaya *demurrage* sesuai *rate* USD 8.000/day dalam *charter party* dan akan di bebankan kepada *charterer*.

#### 4.3. Analisa Perhitungan *Laytime* dan *Loading Rate*

##### a. *Input Data*

- Total Cargo Loaded : 50.350 MT
- Loading Start (Date & Time) : 05 Juni 2025 13:45
- Loading Completion (Date & Time) : 13 Juni 2025 12:35
- Total Non –Working Hours : 38 Hours

**b. Calculation**

$$\begin{aligned}\text{Total Calendar Hours} &= (\text{Loading Completion} - \text{Loading Start}) \\ &= (13 \text{ Juni } 13:45 - 05 \text{ Juni } 2024 \text{ } 12:35) \times 24 \\ &= 190,83 \text{ Hours}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Effective Hours} &= \text{Total Calendar Hours} - \text{Total Non Working Hours} \\ &= 190,83 \text{ Hours} - 38 \text{ Hours} \\ &= 152,85 \text{ Hours}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Effective Days (Laytime Allowed)} &= \frac{\text{Total Effective Hours}}{24} \\ &= \frac{152,83 \text{ Hours}}{24} \\ &= 6.3686 \text{ Days}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Net Loading Rate (MT/day)} &= \frac{\text{Total Cargo Loaded}}{\text{Total Effective Days}} \\ &= \frac{50,350}{6,3686} \\ &= 7,906 \text{ MT/day}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Required Rate (MT/Hours)} &= \frac{\text{Total Cargo Loaded}}{\text{Total Effective Hours}} \\ &= \frac{50,350}{152,85} \\ &= 329,42 \text{ MT/hours}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Laytime Used Actual} &= \frac{\text{Total L/T Used Rate (menit)} \div 60 + \text{Total L/T Used Rate (hour)}}{24} \\ &= \frac{1003 \div 60 + 140}{24} \\ &= 6,4870 \text{ days}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Laytime Used Actual (Hour)} &= \text{Laytime Used Actual (day)} \times 24 \\ &= 6,4870 \text{ days} \times 24 \\ &= 155,69 \text{ Hours}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Actual Reverage Rate (MT/Hours)} &= \frac{\text{Total Cargo Loaded}}{\text{Laytime Used Actual (hour)}} \\ &= \frac{50,350}{155,69} \\ &= 323,4 \text{ MT/hours}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Selisih Laytime (day)} &= \text{Laytime Allowed (day)} - \text{Laytime Used Actual (day)} \\ &= 6,3686 \text{ day} - 6,4870 \text{ day} \\ &= 0,1184 \text{ day}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih Laytime (hour)} &= \text{Selisih Laytime (day)} \times 24 \\ &= 0,1184 \text{ day} \times 24 \\ &= 2,84 \text{ Hours} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rumus Presentase Exceed} &= \left( \frac{\text{Selisih Laytime (hour)}}{\text{Total Effective Hour}} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{2,84}{152,85} \right) \times 100\% = 1,86\% \end{aligned}$$

Menurut perhitungan *loading rate* dan *laytime statement* dengan menyesuaikan kecepatan saat pemuatan didapatkan *actual loading rate* 7.906 MT/day dengan kata lain *required rate* nya menjadi 329,41MT/hours, maka jangka waktu yang disepakati (*laytime allowed*) untuk pemuatan adalah 6,3686 hari atau 152,85 jam, namun *laytime used actual* untuk pemuatan mencapai 6,4870 hari atau 155,69 jam maka menunjukkan *overtime* saat pemuatan yaitu 2,84 jam atau 1,86% *exceed* dari alokasi *charter party*.

$$\begin{aligned} \text{Rumus Presentase Deviasi} &= \left( \frac{\text{Required Rate} - \text{Actual Reverage Rate}}{\text{Required Rate}} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{329,42 - 323,4}{329,42} \right) \times 100\% \\ &= 1,83\% \end{aligned}$$

*Actual loading rate* dihitung dari total cargo 50.350 MT dibagi *total laytime used* 155,69 jam menghasilkan 323,4 MT/jam, lebih rendah 1,83% dibandingkan *required rate* 329,42 MT/jam. Deviasi ini mengindikasikan potensi *demurrage* akibat inefisiensi operasional, meskipun masih dalam batas toleransi industri *bulk carrier coal transshipment*.

#### 4.4. Analisis Delay akibat Kerusakan *Cargo Handling*

Analisis kerusakan *cargo handling equipment* pada operasional *transshipment* MV. DRY TRANSPORT dilakukan berdasarkan data *Statement of Facts* (SOF) periode 07–13 Juni 2025. Berdasarkan perhitungan *laytime statement calculation*, diperoleh *laytime used actual* sebesar 6,4870 hari atau 155,69 jam, sedangkan *laytime allowed* dalam *charter party* adalah 6,3686 hari atau sekitar 152,85 jam. Dengan demikian terjadi kelebihan waktu (*over laytime*) sebesar 0,1184 hari atau setara dengan 2,84 jam. *Over laytime* terjadi akibat adanya gangguan teknis berupa kerusakan *cargo handling equipment* yang secara signifikan mempengaruhi efektivitas proses *transshipment* dari barge ke kapal induk.

Kerusakan yang paling dominan terjadi pada *Grab* No.4 yang mulai mengalami gangguan sejak 07 Juni 2025 dan tidak tercatat adanya penyelesaian perbaikan hingga mendekati akhir operasi. Kondisi ini menyebabkan satu unit *crane* tidak dapat beroperasi secara optimal hampir sepanjang periode *loading*. Selain itu, terdapat gangguan tambahan pada *Crane* No.1 berupa kerusakan roll cable pada tanggal 07 Juni 2025 selama 2 jam 30 menit, serta kerusakan *automatic cable grab* pada tanggal 09 Juni 2025 selama 3 jam 15 menit. *Crane* No.3 juga mengalami gangguan *swing system* pada 09 Juni 2025 dengan durasi sekitar 6 jam, sedangkan *Crane* No.4 mengalami gangguan *swing crane* selama kurang lebih 11 jam 30 menit pada hari yang sama. Di samping itu, terjadi kerusakan *broken wire* pada *Grab* No.3 pada 08 Juni 2025 selama 2 jam. Pada periode 09 Juni 2025 pukul 09.30–10.35 bahkan terjadi penghentian total kegiatan *loading*

selama 1 jam 5 menit akibat kombinasi beberapa kerusakan *crane* yang terjadi secara bersamaan.

**Tabel 4.2 Breakdown/Downtime Equipment**

<b>Equipment</b>	<b>Durasi</b>
<b>Crane 1</b>	<b>5,75 jam</b>
<b>Crane 3</b>	<b>6 jam</b>
<b>Crane 4</b>	<b>11,5 jam</b>
<b>Grab 3</b>	<b>2 jam</b>
<b>Grab 4</b>	<b>20 jam+</b>
<b>Total</b>	<b>46,08 jam</b>

Berdasarkan data *Statement of Facts* (SOF), total *downtime* teknis akibat kerusakan *cargo handling equipment* tercatat sekitar **46,08 jam** yang terdiri dari gangguan pada *crane* dan *grab* selama periode operasi. Namun demikian, dampak dari kerusakan tersebut tidak hanya terjadi pada saat peralatan berhenti beroperasi, tetapi juga mempengaruhi periode operasi berikutnya ketika kegiatan *loading* tetap berlangsung dengan jumlah *crane* yang terbatas.

Jika dihitung berdasarkan periode operasi yang berjalan dalam kondisi tidak optimal, maka total waktu *reduced operational capacity* mencapai sekitar **96 jam**. Kondisi ini menyebabkan penurunan efektivitas proses *transshipment* sehingga *actual loading rate* yang dicapai lebih rendah dari *required loading rate* yang ditetapkan dalam kontrak *charter party*.

**Tabel 4.3 Periode Reduced Operational Capacity**

<b>Periode</b>	<b>Kondisi Operasi</b>	<b>Durasi</b>
<b>8 Jun – 10 Jun</b>	<b>Grab 4 rusak</b>	<b>54 jam</b>
<b>10 Jun – 11 Jun</b>	<b>hanya 3 crane</b>	<b>30 jam</b>
<b>12 Jun</b>	<b>delay perbaikan</b>	<b>12 jam</b>
<b>Total</b>		<b>96 jam</b>

Secara kuantitatif, waktu penghentian total (*full stop*) akibat kerusakan *cargo handling equipment* tercatat sekitar 2,84 jam dari *total effective time* sebesar 152,85 jam. Jika dihitung dalam presentase maka :

$$\frac{\text{Total Full Stop (hour)}}{\text{Total Effective (hour)}} \times 100\%$$

$$= \frac{2,84}{152,85} \times 100\%$$

$$= 1,86 \%$$

Nilai perhitungan tersebut menunjukkan bahwa waktu penghentian total secara langsung hanya 1,86% dari total waktu operasi. Nilai ini menunjukkan bahwa secara langsung waktu berhenti total cukup kecil dan bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan keterlambatan penyelesaian proses *transshipment*. Namun demikian, dampak operasional terbesar bukan berasal dari waktu penghentian total tersebut, melainkan dari **penurunan kapasitas kerja akibat berkurangnya jumlah crane operasional**. Dalam kondisi normal, kapal memiliki **4 unit crane** dengan asumsi kapasitas rata-rata **100 MT/jam per crane**, sehingga total kapasitas teoritis mencapai sekitar **400 MT/jam**. Akibat kerusakan pada **Grab No.4**, kapasitas efektif berkurang menjadi hanya **3 crane operasional** atau sekitar **300 MT/jam**, yang berarti terjadi kehilangan kapasitas sekitar **25% dari kapasitas normal**.

Berdasarkan analisis periode operasional, kondisi berkurangnya kapasitas *crane* ini berlangsung selama sekitar 96 jam dari total periode operasi. Jika dihitung terhadap *effective time* sebesar **152,85 jam**, maka persentase waktu operasi dalam kondisi tidak optimal adalah:

$$\frac{\text{Waktu Tidak Optimal (hour)}}{\text{Total Effective (hour)}} \times 100\%$$

$$= \frac{96}{152,85} \times 100\%$$

$$= 62,8 \%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sekitar **62,8% waktu loading berlangsung dalam kondisi kapasitas operasional berkurang**. Dengan kata lain, selama lebih dari separuh periode operasional kapal tidak bekerja pada kapasitas maksimal yang seharusnya dapat dicapai apabila seluruh *crane* berfungsi normal. Total muatan yang dimuat sebesar 50.350 MT dengan *required loading rate* sebesar 329,41 MT/jam. Secara teoritis, waktu ideal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *loading* adalah:

$$\frac{\text{Total Cargo Loaded}}{\text{Required Loading Rate}}$$

$$= \frac{50,350 \text{ MT}}{329,41 \text{ MT/Jam}}$$

$$= 153 \text{ Jam}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu ideal yang dibutuhkan adalah sekitar **153 jam**. Namun demikian, apabila diasumsikan terjadi penurunan kapasitas rata-rata sebesar **25% akibat berkurangnya jumlah crane operasional**, maka *loading rate* efektif juga akan menurun. Dengan menggunakan asumsi *actual loading rate normal* sebesar **323,4 MT/jam**, maka setelah dikurangi kehilangan kapasitas sebesar **25%**, nilai *loading rate* efektif menjadi sekitar:

$$323,4 \times (1 - 0,25) = 323,4 \times 0,75 = 242,55 \text{ MT/jam}$$

Dengan kapasitas tersebut, estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan loading menjadi:

$$\frac{\text{Total Cargo Loaded}}{\text{Actual Rate}}$$

$$= \frac{50,350 \text{ MT}}{242,55 \text{ MT/Jam}}$$

$$= 207,56 \text{ Jam}$$

$$\text{Tambahan waktu} = \text{Estimasi Waktu yang Dibutuhkan} - \text{Actual Laytime Used}$$

$$= 207,56 \text{ jam} - 155,69 \text{ jam}$$

$$= 51,87 \text{ jam (sekitar 52 jam)}$$

Hasil perhitungan menunjukkan estimasi waktu sekitar **207,56 jam**. Jika dibandingkan dengan waktu operasi aktual sebesar **155,69 jam**, maka secara teoritis terdapat potensi tambahan waktu sekitar **52 jam** akibat penurunan kapasitas operasional. Meskipun, pada kondisi operasional sebenarnya, sebagian proses *loading* tetap dapat berjalan secara relatif efisien pada periode-periode tertentu sehingga tambahan waktu yang benar-benar terjadi hanya sebesar **2,84 jam di luar laytime yang diperkenankan**. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun waktu penghentian total relatif kecil, gangguan teknis yang menyebabkan berkurangnya jumlah *crane* operasional secara konsisten tetap memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi proses *loading*.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kerusakan teknis pada *cargo handling equipment* tidak selalu menghasilkan penghentian operasi secara langsung dalam waktu yang lama, namun lebih sering menurunkan kapasitas kerja sistem secara keseluruhan. Penurunan kapasitas inilah yang secara bertahap mempengaruhi performa *loading rate* dan pada akhirnya berkontribusi terhadap terjadinya *over laytime* sebesar 2,84 jam di luar waktu yang diperkenankan dalam kontrak.

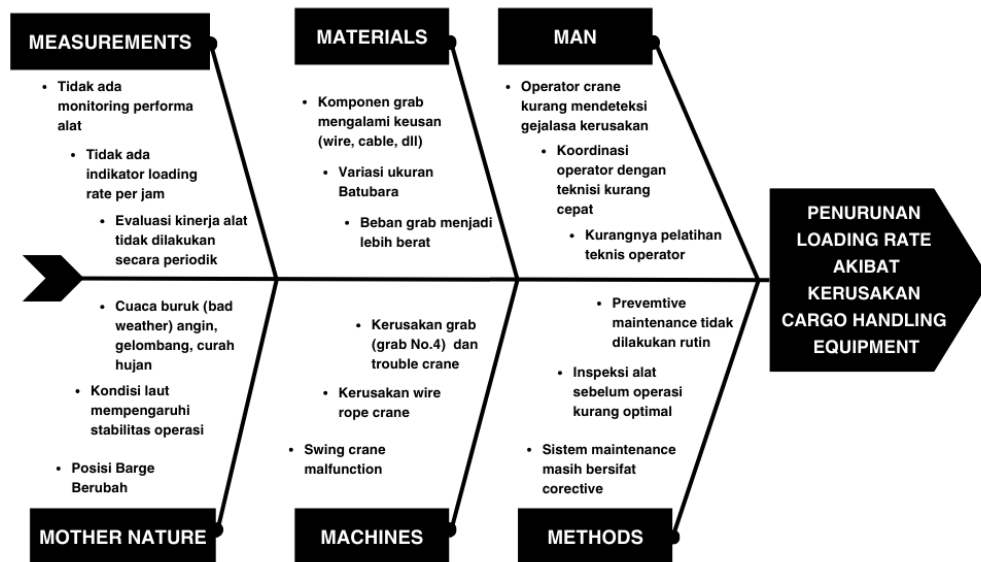
#### 4.5. Analisis Akar Penyebab Menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA)

Berdasarkan hasil analisis operasional loading pada MV DRY TRANSPORT periode 07–13 Juni 2025, diketahui bahwa keterlambatan operasional yang menyebabkan *over laytime* sebesar 2,84 jam tidak semata-mata disebabkan oleh waktu penghentian operasi (*full stop*) yang relatif kecil, yaitu sekitar 1,86% dari *total effective time*. Sebaliknya, dampak terbesar berasal dari penurunan kapasitas operasional akibat berkurangnya jumlah *crane* yang dapat beroperasi secara optimal, khususnya akibat kerusakan pada *Grab* No.4 yang berlangsung selama sebagian besar periode operasi.

Kerusakan tersebut menyebabkan jumlah *crane* yang dapat digunakan berkurang dari 4 unit menjadi hanya 3 unit, sehingga kapasitas *loading* turun sekitar 25% dari kapasitas normal. Kondisi ini berlangsung selama sekitar 96 jam atau sekitar 62,8% dari total waktu operasi, yang berdampak pada penurunan *loading rate* dan pada akhirnya menyebabkan waktu penyelesaian *loading* melebihi *laytime allowed* yang ditetapkan dalam kontrak *charter party*. Untuk mengidentifikasi penyebab utama dari kondisi tersebut, dilakukan analisis menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) melalui pendekatan *Fishbone Diagram* dan metode *5 Why's*.

#### 4.5.1. Analisis Penyebab Menggunakan *Fishbone Diagram* (6M)

Berdasarkan hasil analisis data operasional serta identifikasi kejadian kerusakan *cargo handling equipment* selama kegiatan *transshipment*, dilakukan pemetaan faktor penyebab menggunakan pendekatan *Fishbone Diagram* dengan kategori 6M, yaitu *Man*, *Machine*, *Method*, *Material*, *Measurement*, dan *Mother Nature*. Analisis ini bertujuan untuk mengelompokkan berbagai faktor yang berpotensi menyebabkan gangguan operasional sehingga dapat diketahui hubungan antar penyebab secara lebih sistematis.



Gambar 4.2 *Fishbone Diagram*  
(Sumber : Penulis)

*Diagram Fishbone* pada Gambar 4.2 menunjukkan hasil identifikasi faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan terjadinya kerusakan *cargo handling equipment* selama kegiatan *coal transshipment*. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan 6M yang terdiri dari *Man*, *Machine*, *Method*, *Material*, *Measurement*, dan *Mother Nature*.

Berdasarkan hasil pemetaan tersebut, diketahui bahwa faktor *Machine* dan *Method* menjadi penyebab yang paling dominan. Hal ini disebabkan oleh kondisi teknis peralatan yang mengalami keausan serta belum optimalnya penerapan sistem *preventive maintenance*. Selain itu, faktor sumber daya manusia juga berperan dalam proses deteksi awal kerusakan peralatan yang belum dilakukan secara optimal.

Faktor lain seperti kondisi material batubara dan faktor lingkungan juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan beban kerja peralatan selama proses

pemuatan. Secara keseluruhan, kombinasi dari berbagai faktor tersebut menyebabkan terjadinya gangguan operasional yang berdampak pada penurunan *loading rate* serta peningkatan *idle time* selama proses transshipment.

#### 4.5.2. Analisis Akar Masalah menggunakan Metode 5 *Why's*

Tabel 4.4 Metode 5 *Why's*

	Pertanyaan (Why)	Jawaban
Masalah	Mengapa terjadi over laytime sebesar 2,84 jam?	Karena proses loading membutuhkan waktu lebih lama dari laytime allowed.
Why 1	Mengapa proses loading berlangsung lebih lama?	Karena actual loading rate lebih rendah dari required loading rate.
Why 2	Mengapa loading rate lebih rendah dari target?	Karena kapasitas operasional crane berkurang selama periode loading.
Why 3	Mengapa kapasitas crane berkurang?	Karena terjadi kerusakan pada Grab No.4 dan beberapa crane sehingga hanya 3 crane yang dapat beroperasi.
Why 4	Mengapa kerusakan grab dan crane terjadi selama operasi?	Karena beberapa komponen mengalami keausan dan gangguan teknis selama proses loading.
Why 5	Mengapa kerusakan tersebut tidak dapat dicegah sebelumnya?	Karena sistem preventive maintenance dan monitoring kondisi peralatan belum optimal sebelum kegiatan loading dimulai.

Berdasarkan hasil Analisis 5 *Why's* pada Tabel mengungkap akar penyebab *over laytime* sebesar 2,84 jam dalam operasi *loading* melalui penelusuran bertahap hubungan sebab-akibat. Masalah utama bermula dari proses pemuatan yang melebihi batas waktu *charter party*, disebabkan *loading rate* aktual lebih rendah dari target perencanaan. Penurunan ini dipicu berkurangnya kapasitas *crane* dari empat menjadi tiga unit akibat kerusakan *Grab No.4*, yang menekan efisiensi hingga 25% selama 96 jam operasi. Kerusakan komponen seperti sistem *grab* dan *swing crane* semakin memperburuk kondisi, memaksa operasi berjalan dengan kapasitas terbatas.

Akar penyebab utama teridentifikasi pada sistem pemeliharaan dan monitoring peralatan *cargo handling* yang belum optimal, sehingga potensi kerusakan tak terdeteksi dini dan baru muncul saat *loading* berlangsung. Hal ini bukan hanya dari penghentian operasi langsung, melainkan penurunan berkepanjangan *loading rate* yang memicu *over laytime* tersebut, memengaruhi kinerja operasional secara keseluruhan.

Lebih lanjut, sistem pemeliharaan peralatan yang masih cenderung bersifat *corrective maintenance* menyebabkan potensi kerusakan tidak terdeteksi sejak dini. Kondisi tersebut mengakibatkan gangguan baru diketahui ketika peralatan sedang digunakan dalam proses pemuatan, sehingga kegiatan operasional harus dihentikan sementara untuk melakukan perbaikan.

#### 4.5.3. Kesimpulan Akar Penyebab

Berdasarkan analisis menggunakan metode *Root Cause Analysis*, dapat disimpulkan bahwa akar penyebab utama dari penurunan performa loading adalah kerusakan pada *cargo handling equipment*, khususnya *Grab No.4*, yang menyebabkan berkurangnya jumlah *crane* operasional selama periode loading. Kondisi ini menyebabkan kapasitas pemuatan menurun sekitar 25% dari kapasitas normal dan berlangsung selama sekitar 96 jam dari total periode operasi, sehingga berdampak pada penurunan *loading rate* dan peningkatan waktu penyelesaian *loading*.

Meskipun waktu penghentian operasi secara langsung hanya sekitar 2,84 jam, kerusakan peralatan tersebut menyebabkan kegiatan *loading* berlangsung dalam kondisi *reduced operational capacity* untuk sebagian besar periode operasional. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa faktor utama yang mempengaruhi keterlambatan operasional bukanlah waktu penghentian total, melainkan penurunan kapasitas sistem akibat kerusakan peralatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama.

#### 4.6. Perhitungan Dampak terhadap *Demurrage Cost*

Perhitungan biaya demurrage dilakukan dengan membandingkan antara *laytime* yang diizinkan (*laytime allowed*) dengan *laytime* aktual yang digunakan (*laytime used*) selama proses *coal transshipment*. Selisih waktu tersebut menunjukkan jumlah waktu keterlambatan yang menjadi dasar pengenaan *demurrage*. Selisih waktu *demurrage* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Waktu Demurrage} = \text{Laytime Used} - \text{Laytime Allowed}$$

$$= \text{Laytime Allowed (day)} - \text{Laytime Used Actual (day)}$$

$$= 6,3686 \text{ day} - 6,4870 \text{ day}$$

$$= 0,1184 \text{ day} \text{ atau } 2,84 \text{ jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *laytime statement*, total waktu yang digunakan kapal untuk kegiatan operasional adalah sebesar 6,4870 hari atau sekitar 155,69 jam, sedangkan waktu yang diperbolehkan dalam kontrak adalah 6,3686 hari atau sekitar 152,85 jam. Dengan demikian terdapat selisih keterlambatan waktu sebesar 0,1184 hari atau sekitar 2,84 jam yang menyebabkan kapal memasuki kondisi *demurrage*. Selisih waktu ini menunjukkan bahwa proses operasional melebihi batas waktu yang telah ditentukan sehingga menimbulkan konsekuensi finansial bagi pihak yang bertanggung jawab atas keterlambatan tersebut. Dengan tarif *demurrage* yang tercantum dalam kontrak sebesar USD 8.000 per hari, maka total biaya *demurrage* yang timbul akibat keterlambatan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Biaya Demurrage} = \text{Waktu Demurrage} \times \text{Tarif Demurrage}$$

$$= 0,1184 \times \$8000$$

$$= \$ 947,2$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh total biaya *demurrage* sebesar USD 947,2. Jika dikonversikan ke estimasi kerugian harian, maka biaya *demurrage* dapat digambarkan sebagai beban finansial sebesar USD 8.000 per hari atau sekitar USD 333,33 per jam keterlambatan. Hal ini menunjukkan bahwa setiap gangguan operasional yang menyebabkan keterlambatan, meskipun hanya dalam beberapa jam, dapat berdampak signifikan terhadap biaya operasional kapal.

#### 4.7. Hasil Perancangan dan Simulasi *Prototype*

*Prototype* sistem yang dirancang dalam penelitian ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu sistem *threshold* dan sistem *forecasting*. Kedua sistem tersebut diuji menggunakan metode simulasi retrospektif dengan memanfaatkan data historis operasional *loading* MV. Dry Transport periode 07–13 Juni 2025. Pendekatan retrospektif digunakan untuk mengevaluasi bagaimana sistem akan bekerja apabila telah diterapkan pada kondisi operasional aktual.

##### 4.7.1. Desain *Threshold System* dan Hasil Simulasi Retrospektif Sistem *Threshold* Berdasarkan Data Operasional *Loading*

*Prototype* sistem dirancang untuk memberikan indikasi dini penurunan performa *loading* yang berpotensi menimbulkan keterlambatan operasional dan risiko *demurrage* pada MV Dry Transport, dengan *required loading rate* sebesar 329,41 MT/jam berdasarkan perhitungan *laytime statement* dari kontrak *charter party*. Mengadopsi pendekatan *threshold monitoring*, sistem membandingkan *actual loading rate* secara berkala dengan *required rate*, mengklasifikasikan kondisi ke dalam tiga kategori: *Safe* (*actual rate*  $\geq$  *required rate*, *loading* sesuai target), *Warning* (*actual rate* sedikit di bawah *required rate*, potensi penurunan performa yang perlu diwaspadai), dan *Critical* (*actual rate* jauh di bawah *required rate*, berisiko keterlambatan penyelesaian *loading*). Logika *threshold* memicu peringatan dini saat *actual rate* melanggar batas, mendorong operator mengevaluasi faktor seperti kinerja *crane*, kondisi *grab*, atau kelancaran *transshipment* dari *barge* ke kapal induk, sehingga gangguan dapat diidentifikasi lebih awal guna meminimalkan dampak waktu.

**Tabel 4.5 Hasil Simulasi Retrospektif *Threshold System***

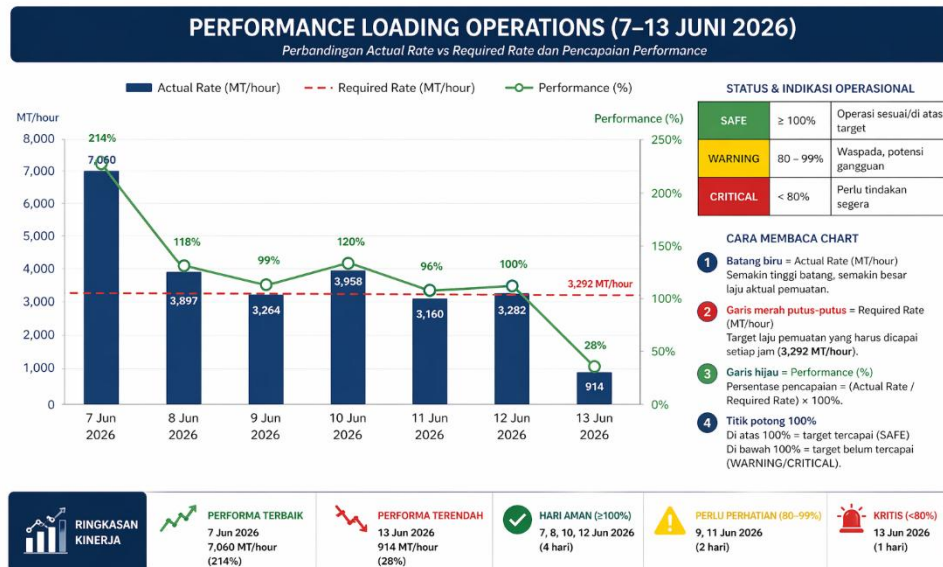
Tanggal	Cargo Loaded (MT)	Waktu Operasi (Jam)	Actual Rate (MT/Jam)	Required Rate (MT/Jam)	Presentase Performa	Status Sistem	Indikasi Operasional
07 Juni 2025	7.236	10,25	<b>706,0</b>	329,42	214%	SAFE	Awal loading, performa tinggi
08 Juni 2025	9.352	24	<b>389,7</b>	329,42	118%	SAFE	Loading stabil
09 Juni 2025	7.833	24	<b>326,4</b>	329,42	99%	WARNING	Gangguan crane & grab
10 Juni 2025	9.499	24	<b>395,8</b>	329,42	120%	SAFE	Performa kembali normal
11 Juni 2025	7.583	24	<b>316,0</b>	329,42	96%	WARNING	Stop loading stabilitas kapal
12 Juni 2025	7.877	24	<b>328,2</b>	329,42	100%	WARNING	Penurunan produktivitas
13 Juni 2025	1.150	12,58	<b>91,4</b>	329,42	28%	CRITICAL	Finishing cargo + draft survey

Tabel 4.5 menyajikan hasil simulasi retrospektif mengenai kinerja kegiatan loading harian selama periode 7–13 Juni 2025. Pembacaan tabel dilakukan secara horizontal dari kiri ke kanan untuk setiap baris yang mewakili tanggal operasional.

Kolom pertama, yaitu Tanggal, menandakan hari operasi. Kolom Cargo Loaded (MT) mencatat jumlah muatan yang berhasil dimuat dalam satuan metrik ton. Kolom Waktu Operasi (Jam) menunjukkan total durasi kegiatan loading pada hari tersebut. Dari kedua data ini, dihitung Actual Rate (MT/Jam) sebagai kecepatan pemuatan aktual per jam, yang diperoleh dengan membagi jumlah muatan terhadap waktu operasi. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan Required Rate (MT/Jam), yaitu target kecepatan loading yang ditetapkan secara konstan sebesar 329,42 MT/jam.

Kolom Presentase Performa mengukur tingkat pencapaian terhadap target, di mana nilai di atas 100% menandakan kinerja melebihi target, sedangkan di bawah 100% berarti belum mencapai target. Untuk memudahkan interpretasi, kolom Status Sistem mengklasifikasikan kinerja menjadi tiga kategori: SAFE (kinerja baik atau melebihi target), WARNING (mendekati atau sedikit di bawah target), serta CRITICAL (kinerja jauh di bawah target). Kolom terakhir, Indikasi Operasional, memberikan penjelasan ringkas tentang faktor lapangan yang memengaruhi kinerja, seperti gangguan peralatan, stabilitas proses loading, atau kegiatan tambahan seperti draft survey.

Secara keseluruhan, pembaca dapat menganalisis tabel dengan memilih satu tanggal, mengevaluasi jumlah muatan, durasi waktu, kecepatan aktual dibandingkan target, status sistem, serta penyebab operasionalnya. Pendekatan ini memungkinkan tabel tidak hanya menyajikan data numerik, tetapi juga mengungkap hubungan antara kinerja loading dan kondisi operasional harian.



**Gambar 4.3 Grafik Performa Operasi Loading**  
(Sumber : Penulis)

Grafik menampilkan visualisasi dari data yang sama dalam bentuk yang lebih mudah dipahami secara cepat. Pada sumbu horizontal (sumbu X) ditampilkan tanggal operasi dari 7 hingga 13 Juni 2025. Sementara itu, sumbu vertikal (sumbu Y) sebelah kiri menunjukkan nilai **Actual Rate (MT/jam)** dalam bentuk batang (bar chart), dan sumbu sebelah kanan menunjukkan **persentase performa (%)** dalam bentuk garis (line chart).

Batang berwarna menunjukkan nilai actual rate setiap hari. Semakin tinggi batang, semakin besar kecepatan loading yang dicapai. Di dalam grafik juga terdapat garis horizontal putus-putus yang menunjukkan **required rate (target)** sebesar 329,42 MT/jam. Cara membacanya adalah dengan membandingkan tinggi batang dengan garis target tersebut. Jika batang berada di atas garis, berarti kinerja melebihi target, sedangkan jika berada di bawah garis berarti belum mencapai target.

Selain itu, terdapat garis berwarna (biasanya hijau) yang menunjukkan **tren performa (%)**. Titik-titik pada garis ini mewakili persentase pencapaian setiap hari. Jika garis berada di atas 100%, berarti performa baik, sedangkan jika di bawah 100% menunjukkan penurunan kinerja. Grafik ini membantu melihat pola atau tren, misalnya apakah kinerja stabil, meningkat, atau menurun dari hari ke hari.

Secara keseluruhan, grafik memudahkan pembaca untuk langsung menangkap kondisi umum tanpa harus membaca angka satu per satu. Misalnya, dapat terlihat bahwa performa sangat tinggi pada awal periode, kemudian mengalami fluktuasi, dan turun drastis pada tanggal 13 Juni. Dengan menggabungkan pembacaan batang (actual rate) dan garis (persentase), pembaca dapat memahami hubungan antara pencapaian kinerja dan konsistensinya לאורך waktu secara lebih intuitif.

#### 4.7.2. Desain *Forecasting System* dan Hasil Simulasi *Forecasting Sistem Loading Completion Time*

Untuk melengkapi sistem *monitoring* yang telah dirancang, penelitian ini juga mengembangkan simulasi *forecasting* waktu penyelesaian *loading (loading completion time)* berdasarkan nilai *actual loading rate* yang terjadi selama

operasional. *Forecasting* ini bertujuan untuk memperkirakan apakah kegiatan loading dapat selesai dalam batas *laytime allowed*, sehingga operator dapat mengetahui potensi keterlambatan lebih awal.

**Tabel 4.6 Hasil Simulasi Retrospektif *Forecasting System***

Periode	Durasi (jam)	Elapsed Time	Cargo Period (MT)	Cargo Kumulatif (MT)	Remaining Cargo (MT)	Actual Rate (MT/jam)	Forecast Remaining Time (jam)	Forecast Completion (jam)	Status
07 Jun 13:45–14:00	0,25	0,25	80	80	50.270	320	157,1	157,3	WARNING
07 Jun 14:00–19:00	5	5,25	1.514	1.594	48.756	302,8	161,0	166,3	CRITICAL
07 Jun 19:00–08 Jun 07:00	12	17,25	5.642	7.236	43.114	470,2	91,7	108,9	SAFE
08 Jun 07:00–14:00	7	24,25	1.216	8.452	41.898	173,7	241,2	265,4	CRITICAL
08 Jun 14:00–19:00	5	29,25	2.320	10.772	39.578	464	85,3	114,5	SAFE
08 Jun 19:00–09 Jun 07:00	12	41,25	5.816	16.588	33.762	484,7	69,7	110,9	SAFE
09 Jun 07:00–14:00	7	48,25	780	17.368	32.982	111,4	296,0	344,2	CRITICAL
09 Jun 14:00–19:00	5	53,25	4.592	21.960	28.390	918,4	30,9	84,2	SAFE
09 Jun 19:00–10 Jun 07:00	12	65,25	2.461	24.421	25.929	205,1	126,4	191,7	CRITICAL
10 Jun 07:00–14:00	7	72,25	3.192	27.613	22.737	456	49,9	122,1	SAFE
10 Jun 14:00–19:00	5	77,25	2.416	30.029	20.321	483,2	42,1	119,3	SAFE
10 Jun 19:00–11 Jun 07:00	12	89,25	3.891	33.920	16.430	324,25	50,7	139,9	SAFE
11 Jun 07:00–14:00	7	96,25	2.334	36.254	14.096	333,4	42,3	138,5	SAFE
11 Jun 14:00–19:00	5	101,25	1.995	38.249	12.101	399	30,3	131,6	SAFE

11 Jun 19:00– 12 Jun 07:00	12	113,25	3.254	41.503	8.847	271,2	32,6	145,9	SAFE
12 Jun 07:00– 14:00	7	120,25	3.536	45.039	5.311	505,1	10,5	130,8	SAFE
12 Jun 14:00– 19:00	5	125,25	3.311	48.350	2.000	662,2	3,0	128,3	SAFE
12 Jun 19:00– 13 Jun 07:00	12	137,25	1.030	49.380	970	85,8	11,3	148,6	SAFE
13 Jun 07:00– 12:35	5,58	142,83	1.150	50.350	0	206,1	0	142,83	SAFE

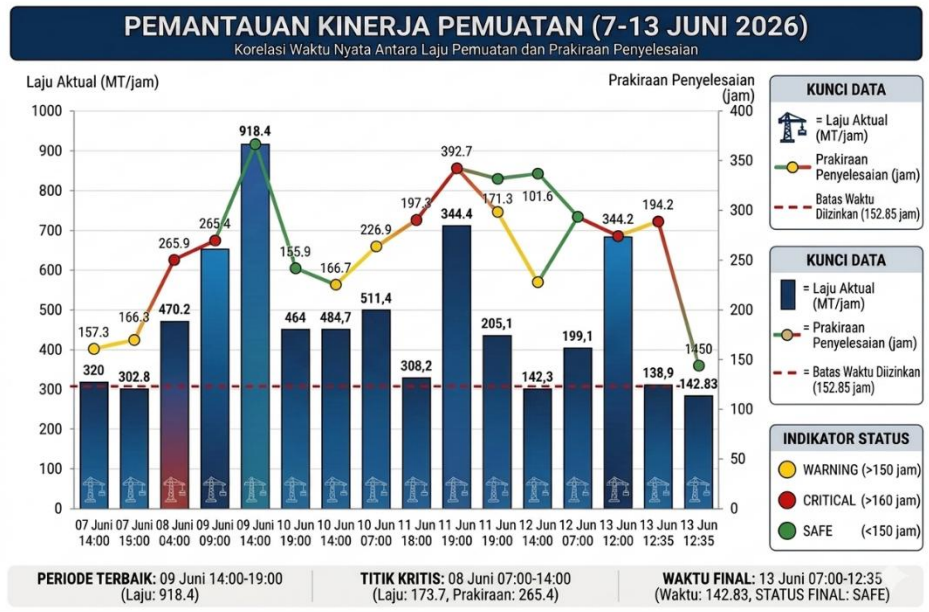
Tabel 4.6 menyajikan data pemantauan kinerja pemuatan secara bertahap berdasarkan periode waktu selama proses loading berlangsung. Pembacaan dilakukan dari kiri ke kanan pada setiap baris, yang mewakili satu interval waktu tertentu, misalnya per beberapa jam.

Kolom "Periode" menandai rentang waktu operasional, sehingga pembaca dapat mengidentifikasi kapan aktivitas tersebut terjadi. Kolom "Durasi (jam)" mencatat lamanya periode itu, sementara "Elapsed Time (jam)" menunjukkan akumulasi total waktu sejak awal loading hingga periode tersebut.

Kolom "Cargo Period (MT)" mencerminkan jumlah muatan yang dimuat hanya pada periode itu, sedangkan "Cargo Kumulatif (MT)" merupakan total muatan keseluruhan hingga periode tersebut. Selain itu, "Remaining Cargo (MT)" mengindikasikan sisa muatan yang belum dimuat, memungkinkan pembaca memantau progres pekerjaan. Dari data ini, dihitung "Actual Rate (MT/jam)" sebagai kecepatan pemuatan aktual periode tersebut, yaitu rasio muatan dibagi durasi waktu.

Kolom "Forecast Remaining Time (jam)" memberikan estimasi waktu untuk menyelesaikan sisa muatan berdasarkan kinerja terkini, sementara "Forecast Completion (jam)" memprediksi total waktu penyelesaian loading. Kolom terakhir, "Status", berperan sebagai indikator kondisi kinerja dengan kategori SAFE (kinerja baik dan sesuai target), WARNING (mendekati batas sehingga perlu perhatian), serta CRITICAL (kinerja rendah atau berisiko keterlambatan).

Secara keseluruhan, pembaca dapat memilih satu periode, menganalisis muatan yang dihasilkan, akumulasi total, sisa pekerjaan, serta kecepatan aktualnya. Selanjutnya, mereka dapat mengevaluasi estimasi waktu penyelesaian dan status operasional. Dengan demikian, tabel ini tidak hanya menyajikan data numerik, tetapi juga mengilustrasikan perkembangan progres serta efisiensi kinerja secara berkelanjutan.



**Gambar 4.4 Grafik Pemantauan Kinerja Pemuatan**  
(Sumber : Penulis)

Grafik di bawah tabel ini menyajikan visualisasi data yang sama guna memudahkan pemahaman secara cepat dan menyeluruh. Sumbu horizontal (X) menampilkan urutan periode waktu operasional, sementara sumbu vertikal (Y) kiri mengukur laju pemuatan aktual dalam satuan MT/jam, yang divisualisasikan melalui diagram batang. Tinggi setiap batang mencerminkan produktivitas pemuatan pada periode tersebut, di mana batang yang lebih tinggi menandakan kinerja lebih baik.

Garis horizontal putus-putus pada grafik menunjukkan standar kinerja minimum (*benchmark*). Pembacaan dilakukan dengan membandingkan tinggi batang terhadap garis ini: batang di atas garis mengindikasikan kinerja optimal, sedangkan di bawahnya menunjukkan kinerja kurang memadai.

Grafik juga mencakup dua garis tren utama. Garis pertama merepresentasikan prakiraan penyelesaian waktu (*forecast completion*), dan garis kedua menandai batas waktu penyelesaian (seperti *laytime*). Titik-titik pada garis tersebut menggambarkan evolusi estimasi waktu antarperiode. Jika garis prakiraan berada di bawah atau mendekati batas, operasi masih aman; namun, jika mendekati atau melewatinya, risiko keterlambatan muncul.

Melalui grafik ini, pola fluktuasi kinerja menjadi terlihat jelas, seperti peningkatan tajam atau penurunan signifikan pada periode tertentu, serta identifikasi periode kritis yang butuh perhatian. Secara keseluruhan, visualisasi ini memberikan pemahaman intuitif tentang keterkaitan kecepatan pemuatan, efisiensi waktu, dan potensi penyelesaian tugas, lebih unggul daripada analisis tabel angka saja.

#### 4.7.3. Integrasi Threshold dan Forecasting

Integrasi antara sistem *threshold* dan *forecasting* memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dalam *monitoring* dan pengendalian operasional *loading*. Sistem *threshold* berperan dalam mendeteksi penurunan performa secara langsung, sedangkan sistem *forecasting* memberikan estimasi dampak dari kondisi tersebut terhadap waktu penyelesaian *loading*.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa terdapat beberapa kondisi di mana status *threshold* masih berada pada kategori *warning*, namun sistem *forecasting* telah menunjukkan potensi keterlambatan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem *forecasting* memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi risiko *demurrage* dibandingkan dengan sistem *threshold*.

Dengan demikian, penggunaan kedua sistem secara bersamaan memungkinkan operator untuk tidak hanya mengetahui kondisi saat ini, tetapi juga memahami konsekuensi jangka panjangnya, sehingga dapat mengambil tindakan korektif secara lebih cepat dan tepat.

#### 4.8. Evaluasi Efektivitas *Prototype* untuk Potensi Pencegahan *Demurrage*

Berdasarkan hasil simulasi retrospektif, sistem yang dirancang terbukti mampu memberikan peringatan dini terhadap potensi keterlambatan penyelesaian *loading*. Pada kondisi aktual, keterlambatan sebesar 2,84 jam terjadi akibat tidak adanya sistem *monitoring* prediktif yang mampu mengidentifikasi penurunan performa secara dini.

**Tabel 4.7 Momen *Critical* dan Potensi Intervensi**

Periode	Status Forecast	Indikasi Masalah	Potensi Tindakan
07 Jun sore	CRITICAL	Rate rendah	Evaluasi awal crane
08 Jun pagi	CRITICAL	Penurunan rate	Percepatan maintenance
09 Jun pagi	CRITICAL	Gangguan crane	Penambahan alat / repair cepat
09 Jun malam	CRITICAL	Kapasitas turun	Redistribusi operasi

Tabel evaluasi menunjukkan bahwa pada kondisi aktual terjadi kelebihan waktu (*over laytime*) sebesar 2,84 jam yang menyebabkan timbulnya *demurrage*. Namun, berdasarkan simulasi penggunaan sistem *threshold* dan *forecasting*, potensi keterlambatan tersebut dapat diantisipasi lebih awal melalui munculnya indikator *warning* dan *critical* pada beberapa periode operasional. Dengan adanya informasi tersebut, operator memiliki kesempatan untuk melakukan tindakan korektif sebelum keterlambatan benar-benar terjadi.

Selain itu, identifikasi periode-periode kritis memungkinkan dilakukan intervensi operasional secara lebih terarah, seperti percepatan perbaikan peralatan atau optimalisasi penggunaan *crane*. Oleh karena itu, sistem yang dirancang tidak hanya mampu mendeteksi potensi masalah, tetapi juga berkontribusi dalam pengambilan keputusan untuk mencegah terjadinya *demurrage*.

**HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN**