



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisis Kinerja Sistem Bongkar Muatan Curah Kering di PELINDO III Tanjung Emas Semarang

Muhammad Abdullah Azzam¹⁾, Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾, Imam Pujo Mulyanto¹⁾

¹⁾Laboratorium Perencanaan Kapal Dibantu Komputer

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*}e-mail :muhammadazzam41@gmail.com

Abstrak

Kinerja merupakan hasil kerja terukur yang dicapai pelabuhan dalam melaksanakan pelayan pelabuhan. Seiring perkembangan waktu, pelabuhan Tanjung Emas justru memiliki nilai kinerja yang masih kurang dan tidak konsisten. Penelitian ini akan menganalisis penyebab kurang maksimalnya kinerja bongkar curah kering non pangan dan menganalisis kinerja bongkar ditahun yang akan datang sehingga dapat mengetahui apakah kinerja masih sesuai standar atau tidak dan rekomendasi perbaikan. Penelitian ini menggunakan 2 metode analisis yaitu fault tree analysis untuk mengetahui kurang maksimalnya kinerja dan metode forecasting menggunakan trend analysis untuk mengetahui arus bongkar dan kinerja di masa yang akan datang. Penelitian ini menghasilkan fasilitas peralatan pelabuhan merupakan faktor terbesar dalam kurang maksimalnya kinerja bongkar dengan nilai probabilitas sebesar 0.0. Hasil perhitungan utilitas peralatan juga mengalami overload pada luffing crane diangka 84% dan pada excavator diangka 104%. Setelah melakukan forecasting juga terlihat pada tahun 2033 luffing crane mengalami overload diangka 122%, excavator diangka 154%, dan grab diangka 116%. Setelah dilakukan penambahan alat berupa 1 luffing crane, 2 excavator dan 1 grab, nilai utilitasnya turun menjadi 25-41% untuk luffing crane, 51-72% untuk excavator dan 27-39% untuk grab sehingga utilitas kinerja peralatan masih sesuai dengan peraturan. Sehingga dapat disimpulkan faktor kurang maksimalnya kinerja bongkar adalah karena kurangnya peralatan dan dilakukan penambahan fasilitas agar sesuai dengan standar kinerja.

Kata Kunci : Kinerja Bongkar, Curah Kering, Forecasting, Fault Tree Analysis

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar berlabuh, naik turun penumpang maupun bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi [1]. Pelabuhan Tanjung Emas sendiri merupakan pelabuhan terbesar di Jawa Tengah yang berperan dalam pertumbuhan tengah pulau Jawa. PELINDO III Tanjung Emas sendiri memiliki 2 terminal curah kering untuk memenuhi kebutuhan industri di Jawa Tengah.

Kegiatan bongkar muat menjadi faktor penting dalam kinerja pelayanan pelabuhan. Menurut

peraturan jendral perhubungan laut, kinerja pelayan operasional adalah hasil kerja terukur yang dicapai pelabuhan dalam melaksanakan pelayan kapal, barang dan utilisasi fasilitas dan alat dalam periode dan stuan waktu tertentu [1].

Seiring perkembangan waktu, pelabuhan Tanjung Emas justru memiliki nilai kinerja yang masih kurang dan tidak konsisten. Hal ini disampaikan oleh manager operasional PELINDO III bahwa masih sering terjadi pergeseran bongkar muat di Jawa Timur yang seharusnya lebih efektif melakukan kegiatan bongkar muat di Jawa Tengah.

Data menunjukkan bahwa nilai rata-rata kinerja yang ada di dermaga curah kering non pangan berada di bawah standar yaitu 88 Ton/Jam di tahun 2018, 82 Ton/jam di tahun 2019, 105 di tahun 2020, 101 Ton/Jam di tahun 2021, 95 Ton/jam di tahun 2022, dan 93 Ton/Jam di tahun 2023. Sedangkan menurut peraturan standar kinerja

bongkar muat curah kering ada di angka 100 Ton/jam dan utilitas perlatan tidak lebih dari 80% [2].

Metode *fault tree analysis* (FTA) pada peneliatan sebelumnya berhasil mengetahui suatu nilai sistem yang kurang maksimal pada bongkar muat peti kemas. Terdapat nilai probabilitas tertinggi pada *basic event* berdasarkan perhitungan minimal *cut set* pada kategori faktor *eksternal* pelabuhan dalam hal ini *costoms clearance* atau senilai 0,533. *basic event* tersebut menjadi nilai paling tinggi dalam sistem proses bongkar muat di PT. Abadi Jaya Maritim [3].

Metode *forecasting* pada penelitian terdahulu menunjukkan bahwa peramalan arus peti kemas domestik dan internasional di angka 6.239.842 box. Skema penambahan fasilitas juga menunjukkan penurunan *dwellling time* dibawah 3 hari. Dengan menambahkan ARTG sebanyak 9 alat dengan nilai utilitas 45% dan penambahan 10 alat HT dengan nilai uliltas sebesar 21,74% sehingga nilai *dweeling time* menjadi 43,34%. [4].

Penelitian ini akan menghitung nilai probabilitas dalam proses bongkar muat curah kering di sistem yang kurang maksimal dengan metode *fault tree analysis* sehingga menemukan rekomendasi sebuah permasalahan dari kegiatan bongkar muat curah kering non pangan di dermaga Nusantara dan dermaga samudera Tanjung Emas Semarang. Selain itu penelitan ini akan menghitung prediksi arus curah kering non pangan di tahun 2024-2032, nantinya akan dihitung nilai utilitas fasilitas pelabuhan apakah fasilitas pelabuhan sendiri masih sanggup menampung arus curah kering dengan kondisi tersebut. sehingga bisa diketahui apakah kinerja pelabuhan masih sesuai dengan standar pelayanan pelabuhan menurut kementerian perhubungan atau nilai standar kinerja dan utilitas dibawah standar.

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kualitatif dan kuantitatif. Masalah yang dianalisis berdasarkan kegiatan survei ditempat secara langsung.

2.1 Objek Penelitian

Penelitian ini berada di PELINDO III Tanjung Emas Semarang Dermaga Nusantara dan Dermaga Samudra yang memuat curah kering non pangan. Data yang digunakan berupa hasil kuesioner FTA, jumlah arus bongkar curah kering, data total jumlah kunjungan kapal, data *berth working time* curah kering, data fasilitas terpasang.

Data Kuesioner FTA merupakan data yang diperlukan untuk mengolah perhitungan probabilitas pada nilai *cut set* pada diagram perhitungan *fault tree analysis*. Responden kuesioner diisi melalui pertanyaan yang dibuat melalui wawancara dan diisi oleh pihak yang memiliki wewenang langsung terhadap bongkar muat pelabuhan.

Data arus curah kering dibutuhkan untuk menghitung nilai *forecasting* curah kering non pangan menggunakan metode *trend alanalysis* sehingga mengetahui peramalan arus curah kering non pangan dalam beberapa tahun kedepan. Sedangkan data total kunjungan kapal digunakan untuk mengetahui laju kedatangan kapal dan lama waktu bongkar muat curah kering di dermaga Nusantara dan dermaga Samudera yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Arus Curah Kering (TON)

Tahun	Dermaga Nusantara	Dermaga Samudera
2018	1.225.109	427.325
2019	1.117.361	442.894
2020	1.305.886	366.867
2021	1.233.140	463.911
2022	1.397.172	460.497
2023	1.566.815	686.595

Tabel 2. Kunjungan Kapal

Tahun	Kunjungan kapal	Lama bongkar
2018	239	18.676
2019	236	18.913
2020	240	15.919
2021	237	16.648
2022	283	19.462
2023	337	24.312

Data Fasilitas peralatan bongkar muat diperlukan untuk menghitung nilai utilitas masing-masing peralatan bongkar muat apakah mampu menampung beban kinerja peralatan dengan peramalan arus curah kering beberapa tahun kedepan. Dengan menghitung nilai utilitas perlatan dapat melihat skema yang baik untuk mencapai suatu standar kinerja pelabuhan. Sedangkan Fasilitas dermaga berfungsi untuk melihat suatu peruntukan bongkar muat curah kering. Data fasilitas peralatan bongkar ditunjukkan di Tabel 3 dan fasilitas dermaga di Tabel 4.

Tabel 3. Fasilitas Bongkar Muat

No	Nama Alat	Jumlah Alat	Kapasitas (Ton)
1	<i>Luffing Crane</i>	2	20
2	<i>Excavator</i>	3	5
3	<i>Hopper</i>	2	10

Tabel 4. Fasilitas Dermaga

	Dermaga Nusanantara	Dermaga Samudera
Pajang	575 Meter	385 Meter
Kedalaman	-10 mLWS	- 7 mLWS
Peruntukan	Batu bara,Pasir	Pupuk
Alat	Grab,Hopper,Exca	Luffing Crane

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan melakukan analisis mengenai kinerja bongkar curah kering dengan kondisi fasilitas terpasang selama beberapa tahun kedepan.

Melakukan pengamatan langsung dan wawancara dengan pihak berwenang untuk mendapatkan berupa kuesioner dan data fasilitas dan kinerja pelabuhan Tanjung Emas Semarang menjadi langkah pertama dalam penelitian ini. Data Kuesioner digunakan untuk analisis kinerja pelabuhan dengan metode *fault tree analysis* untuk mendapatkan nilai minimal cut set dari diagram FTA untuk mendapat medentifikasi permasalahan.

Data Fasilitas dan arus bongkar digunakan untuk perhitungan kinerja bongkar curah kering menggunakan metode forecasting hingga mendapat prediksi bongkar dalam beberapa tahun kedepan dilajut menghitung tingkat utilitas fasilitas bongkar muat dan mengidentifikasi apakah masih sesuai standar atau tidak. langkah terakhir yaitu menghitung rekomendasi penambahan atau perbaikan fasilitas agar standarisasi kinerja masih terpenuhi.

2.4 Analisis Permasalahan

a) Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis (FTA) adalah grafik asiklik terarah (DAG) yang terdiri dari dua jenis node: peristiwa dan gerbang. Suatu peristiwa adalah kejadian di dalam sistem, biasanya kegagalan subsistem hingga ke komponen individu. Peristiwa dapat dibagi menjadi peristiwa dasar (BEs), yang terjadi secara spontan, dan peristiwa menengah, yang disebabkan oleh satu atau lebih peristiwa lainnya. Peristiwa di puncak pohon, disebut peristiwa teratas (TE), adalah peristiwa yang dianalisis, memodelkan kegagalan (sub)sistem yang sedang dipertimbangkan[5].

Menghitung nilai FTA menggunakan hukum *logic gate* yang hukum probabilitas perkalian untuk *basic event* dan probabilitas perkalian untuk *top event*. Analisa ini bertujuan untuk mendapatkan nilai minimal cut set. Minimal cut set merupakan kombinasi peristiwa *basic event* penyebab terjadinya top event. Ketentuan probabilitas untuk

minimal *cut set* disesuaikan dengan indeks frekuensi berikut[6] :

Tabel 5. Indeks Frekuensi Berdasar aturan DNV

Rating	Kualitatif	Kualitatif
<i>Frequent</i>	Kejadian tiap bongkar muat	10^{-1}
<i>Reasonably Probable</i>	Kejadian tiap rentang 5 kali bongkar muat	10^{-2}
<i>Remote</i>	Kejadian tiap rentang 25 kali bongkar muat	10^{-3}
<i>Extremly Remote</i>	Kejadian tiap rentang 75 kali bongkar muat	10^{-4}
<i>Extremly Improbable</i>	Kejadian tiap rentang 100 kali bongkar muat	10^{-5}

b) Forecasting

Peramalan atau *forecasting* merupakan sebuah kegiatan atau metode dalam memperkirakan apa yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang melalui data yang relevan pada masa kini dan masa lalu kemudian menempatkannya ke masa yang akan datang dalam suatu bentuk model matematis[7].

Dalam penelitian ini karena menggunakan tren deret waktu maka melakukan peramalan data menggunakan metode *trend analysis*. *Trend Analysis* atau Analisis Tren merupakan suatu metode analisis statistika yang ditujukan untuk melakukan suatu estimasi atau peramalan pada masa yang akan datang. Dalam melakukan peramalan yang baik maka dibutuhkan berbagai macam informasi (data) yang cukup panjang, sehingga hasil analisis tersebut dapat mengetahui sampai seberapa besar perubahan yang terjadi dan faktor apa saja yang mempengaruhi perubahan tersebut[4].

Untuk menghitung nilai *forecasting* menggunakan software *minitab21*. Pada peneletian ini karena data yang didapat cenderung naik maka perhitungannya menggunakan rumus regresi linier dengan rumus[7]:

$$Y = a + bX$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b(\sum x)}{n}$$

c) Utilitas Kinerja

Hasil analisis peramalan curah kering digunakan dalam menghitung nilai kinerja utilitas fasilitas pelabuhan. Utilitas peralatan sendiri

merupakan suatu ukuran waktu dari suatu peralatan dimana peralatan tersebut benar- benar melakukan kegiatan sesuai dengan fungsinya dan dinyatakan dalam sebuah persen dengan rumus [1] :

$$utilitas : \frac{jumlah\ jam\ operasi}{jam\ yang\ tersedia} \times 100\%$$

Nilai utilitas juga dihitung dengan utilitas pendukung yang merupakan Tingkat Pemakaian fasilitas Pendukung jumlah ton barang dalam satu periode yang melewati dermaga, dan dapat dilayani oleh fasilitas terpasang :

$$Ua : \frac{X}{Na.Ya.BWT.Wd} \times 100\%$$

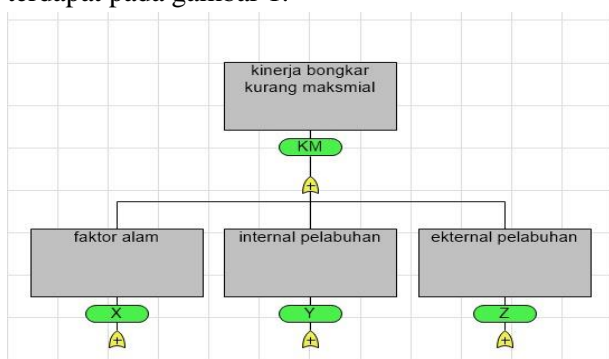
- Ua = Utilitas Peralatan (%)
- X = Perkiraan Jumlah Barang (TON)
- Na = Jumlah Peralatan
- Ya = Jumlah Barang yang diangkut peralatan/jam
- BWT = Jam Kerja Perhari
- Wd = Hari Yang Tersedia Dalam Setahun

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pengolahan penelitian ini diperoleh dari data kuesioner, kinerja bongkar dan fasilitas bongkar sehingga memperoleh hasil sebagai berikut :

3.1. Analisa FTA Kinerja Kurang maksimal

Pada analisis kinerja bongkar kurang maksimal ini permasalahan dibagi menjadi 3 cabang utama yaitu faktor alam, faktor internal Pelabuhan, dan faktor eksternal pelabuhan. Dari cabang faktor alam terdapat 3 proses yang menyebabkan keterlambatan, dari faktor internal Pelabuhan terdapat 2 cabang utama, dari cabang eksternal Pelabuhan terdapat 3 cabang utama yang terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Intermediate Event Tingkat Satu

Faktor alam yang dapat menghambat proses terhambatnya kinerja bongkar diantaranya hujan, rob, dan banjir. Hal ini bisa terjadi karena curah kering tidak menggunakan kemasan seperti peti kemas sehingga jika cuaca kurang bagus akan dilakukan penundaan atau lebih melambatnya proses bongkar curah kering. Faktor alam ini juga menghambat datangnya armada kapal dan truck sehingga antrian semakin panjang sehingga proses kinerja semakin mengalami keterlambatan. Faktor alam yang menghambat proses kinerja bongkar merupakan hal yang masih sering terjadi di musim hujan di PT.PELINDO III Tanjung Emas.

Fasilitas Pelabuhan tentu menjadi faktor sangat penting dalam proses berlangsungnya bongkar muatan di pelabuhan. Peralatan kurang perawatan dan kurang sertifikasi jelas menghambat karena dalam keberjalannya masih kerap terjadi kerusakan alat yang diakibatkan oleh hal-hal tersebut. Jumlah peralatan terkadang juga kurang untuk menampung arus curah dengan standarisasi kinerja yang ditetapkan. Operator yang mengoperasikan peralatan bongkar juga masih kerap menghambat proses bongkar. Hal ini bisa terjadi karena operator yang kurang berkompeten dalam bekerja. Hal lain yang masih terjadi dalam operator pelabuhan adalah kurangnya operator karena hal tertentu sehingga otomatis kesiapan peralatan pelabuhan menjadi terhambat.

Manajemen Pelabuhan sendiri masih sering menjadi penghambat proses kinerja bongkar. Hal ini terjadi karena terkadang administrasi antara pelabuhan dan pihak Perusahaan mengalami kendala yang biasanya administrasi yang kurang dan tidak memenuhi syarat administrasi untuk dilakukan proses bongkar. Faktor otoritas operasional pelabuhan dalam menyiapkan peralatan bongkar juga terkadang berperan dalam menghambatnya kinerja. Terkadang dalam prosesnya masih sering terjadi keterlambatan peralatan dan menyiapkan peralatan peralatan bongkar. Hal tersebut bisa terjadi karena beberapa hal yang saling berkaitan seperti cuaca buruk.

Faktor eksternal pelabuhan juga menjadi dalam menghambat kurang maksimalnya kinerja bongkar. Hamatan dari pihak gudang bisa terjadi karena lapangan penumpukan dan peralatan gudang yang kurang memadai sehingga biasanya bisa terjadi keterlambatan dalam distribusi hasil muatan dan berdampak dalam menurunnya kinerja bongkar. Prosedur gudang juga menghambat dalam proses bongkar yang biasanya terjadi karena administrasi gudang yang. Faktor eksternal lain yang menghambat proses kinerja karena kegiatan armada yang bersamaan, spesifikasi armada yang kurang memenuhi syarat dan administrasi armada

yang bermasalah yang tentu berpengaruh dalam proses bongkar muatan curah kering yang semakin menurun. Faktor eksternal pelabuhan terakhir yang menghambat proses bongkar yaitu lalu lintas luar pelabuhan terhambat yang disebabkan oleh perbaikan jalan raya dan armada truck yang mengalami kendala diluar pelabuhan sehingga proses bongkar terganggu

3.1. Perhitungan *Minimal Cut Set*

Dalam menghitung nilai *minimal cut set*, perhitungan dilakukan kombinasi peristiwa *basic event* dan penyebab *top event* dengan indeks frekuensi berdasarkan aturan DNV. Melalui responden diperoleh nilai probabilitas *basic event* sebagai berikut :

Tabel 6. Probabilitas *Basic Event*

Nama Kejadian	Kode	Probabilitas
hujan	X1	0.015
rob	X2	0.0008
banjir	X3	0.001
peralatan yang rusak	Y1.1.1	0.004
jumlah peralatan bongkar kurang	Y1.1.2	0.005
operator kurang berkompeten	Y1.2.1	0.0004
jumlah operator kurang administrasi pengelola pelabuhan	Y1.2.2	0.0004
penyiapan peralatan yang terlambat	Y2.1	0.0003
peralatan gudang kurang memadai	Y2.2	0.0004
prosedur gudang bermasalah	Z1.1	0.001
kegiatan armada yang bersamaan	Z1.2	0.0006
spesifikasi armada yang kurang	Z2.1	0.002
perbaikan jalan raya	Z2.2	0.0008
truck mogok	Z3.1	0.0009
	Z3.2	0.0005

Data probabilitas selanjutnya dikalkulasi dengan kombinasi *minimal cut set* sebagai berikut: Kombinasi *Cut Set* pada OR Gate :

$$T = C1 + C2 + \dots + Cn$$

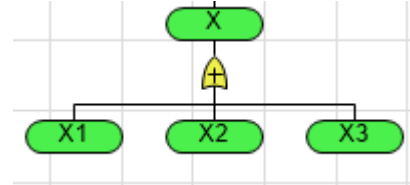
$$P(T) = P(C1 \cup C2 \cup \dots \cup Cn) = (P(C1) + P(C2) + \dots + P(Cn)) - (P(C1 \cup C2 \cup \dots \cup Cn))$$

Kombinasi *Cut Set* pada AND Gate :

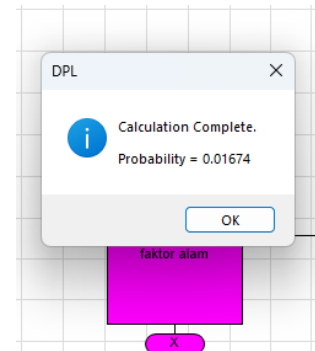
$$T = C1 * C2 * \dots * Cn$$

$$P(T) = P(C1 \cap C2 \cap \dots \cap Cn) = (P(C1) * P(C2) + \dots * P(Cn))$$

Dimana : T = Hasil Kombinasi cut set
P(Cn) = Probabilitas untuk event

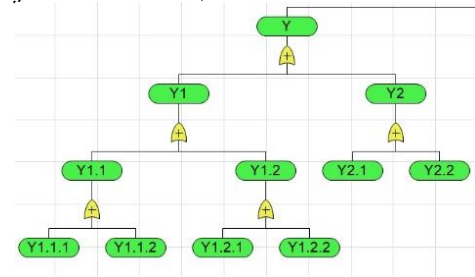


Gambar 2. Diagram FTA pengerjaan X

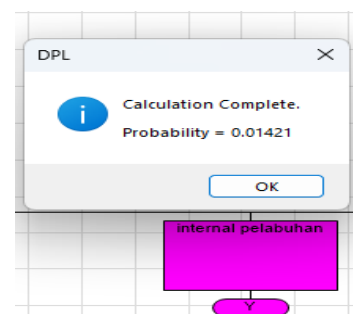


Gambar 3. Perhitungan Probabilitas Faktor Alam

Hasil kombinasi *minimal cut set* pada pekerjaan X adalah 0,01674

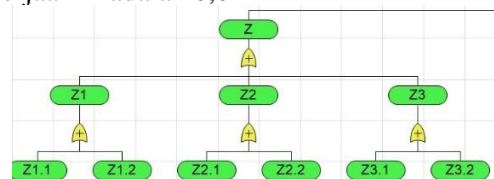


Gambar 4. Diagram FTA pengerjaan Y

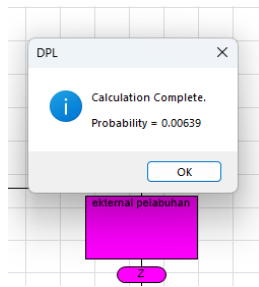


Gambar 4. Perhitungan Probabilitas Faktor Internal Pelabuhan

Hasil kombinasi *minimal cut set* pada pekerjaan Y adalah 0,01421



Gambar 5. Diagram FTA pengerjaan Z



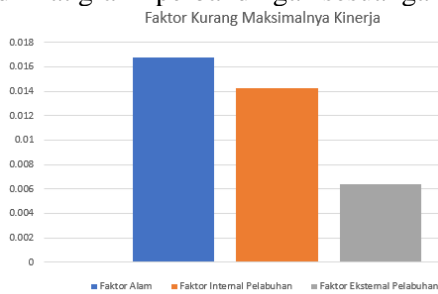
Gambar 6. Perhitungan Probabilitas Faktor Eksternal Pelabuhan

Hasil kombinasi minimal *cut set* pada pekerjaan Z adalah 0,00639

Jadi jumlah total probabilitas kombinasi minimal *cut set* untuk *Top Event* yaitu :

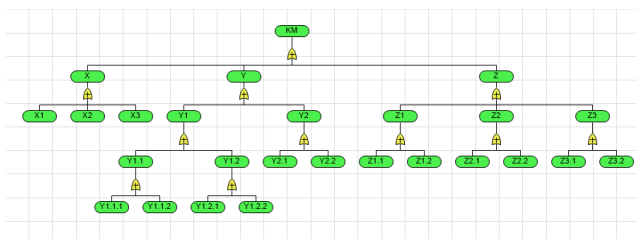
$$\begin{aligned} TE &= X + Y + Z, \\ &= 0,01674 + 0,01421 + 0,00639 \\ &= 0,03691 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai top event tersebut sesuai dengan tabel indeks frekuensi maka *basic event* terjadi dalam rentang lima kali tiap kegiatan bongkar muat. Sehingga *basic event* dalam kejadian dapat dilihat grafik perbandingan sesuai gambar 5.



Gambar 8. Grafik perbandingan probabilitas minimal *cut set*

Faktor alam menjadi penyebab besar dari kurang maksimalnya kinerja bongkar curah kering. Faktor cuaca kurang baik dapat mengganggu keberjalanan karena muatan curah kering tidak menggunakan peti atau kemasan sehingga mengharuskan proses melambat atau bahkan mengalami penundaan proses bongkar. Sedangkan hal utama yang cukup menghambat yaitu fasilitas terpasang pelabuhan yang terkadang kurang memadai sehingga proses bongkar tidak berjalan maksimal yang diagram FTA dapat dilihat pada gambar 6.



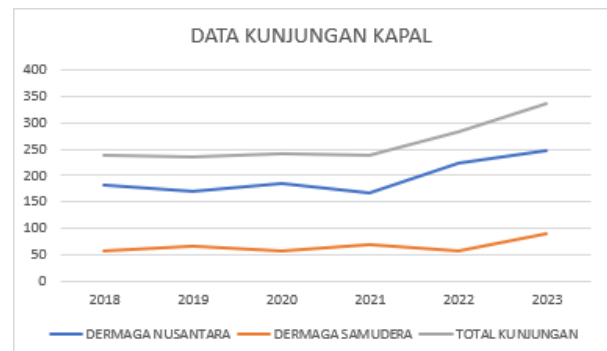
Gambar 10. Diagram FTA Kurang Maksimalnya Kinerja Bongkar Curah Kering Non Pangan

3.2. Kunjungan Kapal

Data kedatangan kapal kapal menunjukkan aktivitas kunjungan kapal harian yang ada di terminal curah kering non pangan. Data ini dapat mendefinisikan laju kedatangan kapal di Terminal curah kering non pangan Semarang untuk menganalisis kebutuhan kesibukan kinerja bongkar muatan yang datanya dapat dilihat pada table 7.

Tabel 7. Kunjungan kapal

Tahun	Derмага Nusanantara	Derмага Samudera
2018	181	58
2019	170	66
2020	184	56
2021	168	69
2022	225	58
2023	248	89



Gambar 9. Grafik Kunjungan Kapal

Grafik diatas menunjukkan laju kunjungan kapal yang mengalami peningkatan stiap tahunnya. maka dapat diartikan arus curah kering non pangan juga mengalami peningkatan.

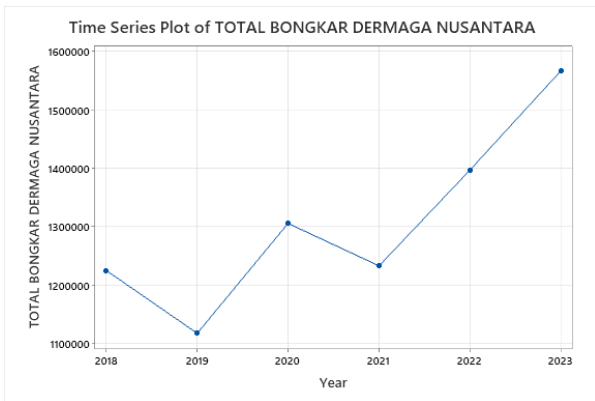
3.3. Peramalan Arus Curah Kering

a) Arus bongkar Dermaga Nusanantara

Untuk melakukan analisis *forecasting* menggunakan *software minitab* memerlukan data yang akan diolah, data arus bongkar Nusanantara terdapat pada tabel 7.

Tabel 8. Arus Bongkar Nusanantara

Tahun	Total Bongkar (TON)
2018	1.225.109
2019	1.117.631
2020	1.305.886
2021	1.233.140
2022	1.397.172
2023	1.566.185



Gambar 11. Grafik Bongkar Dermaga Nusantara

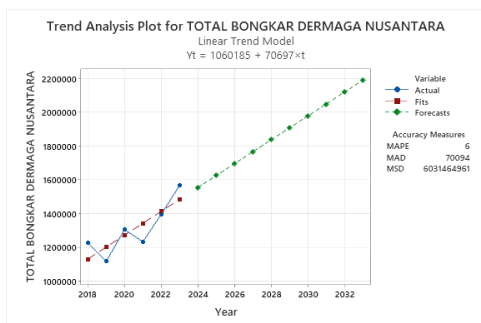
Pengamatan data menunjukkan terlihat dari pola data atau bentuk yang ada baik dari data di tabel maupun digrafik untuk data arus bongkar di Dermaga Samudera memiliki kecenderungan naik atau biasa disebut dengan *trend* naik.

Tipe model yang digunakan berdasarkan grafik di atas adalah menggunakan tipe model *linear* karena grafik berbentuk *trend* naik dan bentuknya *linear*.

Data yang ada menggunakan rumus perhitungan yang dilakukan yaitu $Y_t = 1.060.185 + 70.697 \times t$ setelah melakukan perhitungan peramalan maka didapatkan data peramalan atau *forecasting* untuk 10 tahun kedepan dari software *minitab21* dengan nilai MAPE sebesar 6, MAD sebesar 70094 dan nilai MSD sebesar 6031464961 yang hasilnya terdapat pada tabel 9 dan gambar 9.

Tabel 9. Hasil Forecasting Dermaga Nusantara

Tahun	Total Bongkar (TON)
2024	1.555.066
2025	1.625.763
2026	1.696.461
2027	1.767.158
2028	1.837.855
2029	1.908.553
2030	1.979.250
2031	2.049.947
2032	2.120.645
3033	2.919.342



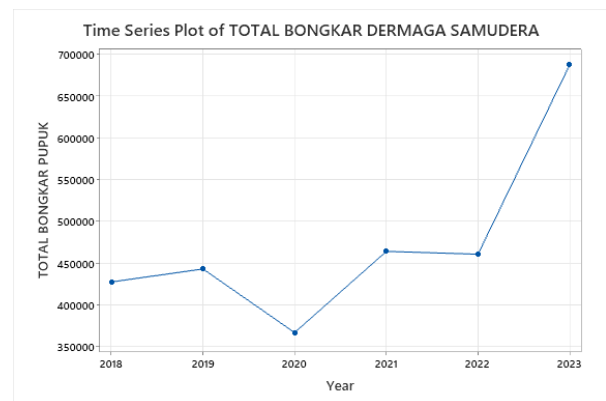
Gambar 12. Grafik Bongkar Dermaga Samudera

b) Arus Bongkar Dermaga Samudera

Untuk melakukan analisis *forecasting* menggunakan software *minitab* memerlukan data yang akan diolah, data arus bongkar Samudera terdapat pada tabel 7.

Tabel 10. Arus Bongkar Samudera

Tahun	Total Bongkar (TON)
2018	427.325
2019	442.894
2020	366.867
2021	436.911
2022	460.497
2023	686.595



Gambar 13. Grafik Bongkar Dermaga Samudera

Pengamatan data menunjukkan terlihat dari pola data atau bentuk yang ada baik dari data di tabel maupun digrafik untuk data arus bongkar di Dermaga Samudera memiliki kecenderungan naik atau biasa disebut dengan *trend* naik.

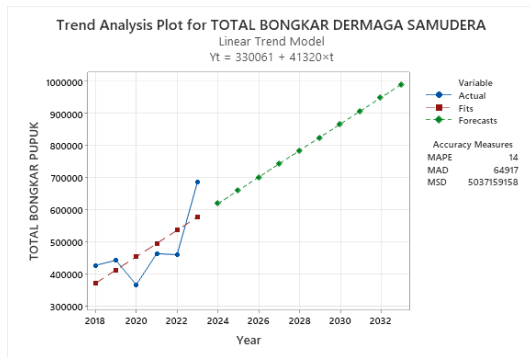
Tipe model yang digunakan berdasarkan grafik di atas adalah menggunakan tipe model *linear* karena grafik berbentuk *trend* naik dan bentuknya *linear*.

Data yang ada menggunakan rumus perhitungan yang dilakukan yaitu $Y_t = 33.0061 + 41.320 \times t$ setelah melakukan perhitungan peramalan maka didapatkan data peramalan atau *forecasting* untuk 10 tahun kedepan dari software *minitab21* dengan nilai MAPE sebesar 14, MAD sebesar 64.917 dan nilai MSD sebesar 5037159158 yang hasilnya terdapat pada tabel 10 dan gambar 10.

Tabel 10. Hasil Forecasting Dermaga Nusantara

Tahun	Total Bongkar (TON)
2024	619.302
2025	660.662
2026	701.942
2027	743.262
2028	784.582
2029	825.902
2030	867.222
2031	908.542

2032 949.862
 3033 991.183



Gambar 14. Grafik hasil *Forecasting* Dermaga Samudera

3.5. Utilitas Peralatan

a) Kinerja Fasilitas Bongkar

Fasilitas bongkar muat curah kering di tanjung emas semarang terdiri dari 2 unit *luffing crane* di dermaga samudera dan untuk di dermaga nusantara yaitu 2 unit *grab*, 2 unit *hopper*, dan 2 unit *excavator*. Data tersebut merupakan data kepemilikan pihak PELINDO III Tanjung Emas Semarang.

Tahun 2018-2023 menunjukkan jumlah muatan curah kering non pangan sejumlah 2.848.089 ton dengan waktu bongkar selama 61.653 jam .untuk dermaga nusantara waktu peyanaan Exca diangka 1.961.438 ton selama 91.097 jam, hopper sejumlah 5.095.915 ton dalam waktu 41.179 jam dan untuk grab melakukan bongkar sebanyak 5.521.515 ton dalam waktu 69.816 jam. sehingga untuk rata-rata kinerja peralatan sebagai berikut :

$$LC = \frac{2.848.089}{61.653} = 46 \text{ Ton/Jam}$$

$$EXCA = \frac{1.961.438}{91.097} = 22 \text{ Ton/Jam}$$

$$Hopper = \frac{5.095.915}{41.179} = 127 \text{ Ton/Jam}$$

$$Grab = \frac{5.621.515}{69.816} = 81 \text{ Ton/Jam}$$

Utilitas fasilitas perlatan dapat dihitung dengan rumus :

$$U = \frac{X}{N.Y.BWT.Wd} = x100\%$$

Dimana :

U = Utilitas Fasilitas (%)

X = Perkiraan jumlah ton yang diangkut dermaga pertahun

N = Jumlah fasilitas

Y = Jumlah ton yang diangkut alat/jam

BWT = jam kerja perhari (24 jam)

Wd = hari kerja yang tersedia pertahun

Tabel 11. Utilitas Peralatan (%)

Tahun	LC	Exca	HPR	GRB
2018	52	81	34	62
2019	54	74	30	56
2020	45	86	36	66
2021	57	82	34	62
2022	57	92	39	71
2023	84	104	44	80

Perhitungan utilitas pada tabel 11 menunjukkan bahwa utilitas perlatan masih banyak yang melebihi nilai standar utilitas sebesar 80%.

b) Utilitas Fasilitas 10 Tahun Kedepan

Prediksi kinerja fasilitas bongkar muat 10 tahun kedepan untuk mengetahui apakah tingkat penggunaan fasilitas bongkar muat masih sesuai Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan yang ditetapkan pemerintah sebesar 80%. Dengan menggunakan rumus yang sama sesuai perhitungan utilitas peralatan bongkar muat maka utilitas peralatan bongkar muat untuk 10 tahun kedepan sebagai berikut pada tabel 12.

Tabel 12. Utilitas Peralatan 10 Tahun (%)

Tahun	LC	Exca	HPR	GRB
2024	76	103	46	82
2025	81	107	48	86
2026	86	112	50	90
2027	91	117	53	93
2028	96	122	55	97
2029	101	126	57	101
2030	107	131	59	105
2031	112	136	62	108
2032	117	140	64	112
2033	122	145	66	116

c) Perkiraan Penambahan Fasilitas

Berdasarkan prediksi utilitas bongkar muat yang ada di Tanjung Emas Semarang 10 tahun berikutnya didapati bahwa *luffing crane*, *Excavator* dan *grab* tidak mampu lagi menangani arus curah kering non pangan yang masuk dikarenakan nilai utilitasnya sudah melebihi standar kinerja Pelayanan Operasional Peralatan di Pelabuhan yaitu $\leq 80\%$.

Tabel 13. Jumlah Penambahan Alat

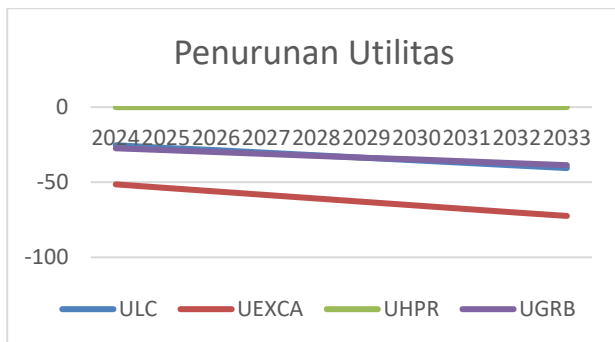
Perlatan	Total Bongkar (TON)
<i>Luffing Crane</i>	1

Exca	2
Hopper	0
Grab	1

Perhitungan yang telah dilakukan tersebut perlu dilakukan penambahan peralatan pada *luffing crane* sebanyak 1 unit, 2 unit *Excavator* dan *grab* sebanyak 1 unit. Untuk *hopper* tidak perlu ditambah dalam waktu 10 tahun kedepan nilai utilitasnya turun sesuai tabel 14.

Tabel 14. Utilitas peralatan setelah penambahan alat

Tahun	LC	Exca	HPR	GRB
2024	51	51	46	55
2025	54	54	48	57
2026	57	56	50	60
2027	61	58	53	62
2028	64	61	55	65
2029	68	63	57	67
2030	71	65	59	70
2031	74	68	62	72
2032	78	70	64	75
2033	81	72	66	77



Gambar 15. Grafik Penurunan Utilitas

Gambar 11 menunjukkan hasil penambahan fasilitas, utilitas peralatan turun sesuai dengan standar. Utilitas *Luffing Crane* turun dari 25-41%, *Excavator* 51-72%, dan *Grab* turun diangka 27-39%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada kinerja bongkar curah kering non pangan di dermaga Nusantara dan dermaga samudera PELINDO III Tanjung Emas Semarang. Terdapat nilai probabilitas tertinggi berdasar perhitungan *minimal cut set* sebesar 0.005 pada *basic event* kurangnya peralatan bongkar. Dari total kombinasi *minimal cut set* sebesar 0,020355 dari total probabilitas kurang maksimalnya kinerja bongkar curah kering.

Berdasarkan perhitungan *forecasting* arus curah kering pada tahun 2024-2033 mengalami kenaikan tiap tahunnya. Total arus pada Perhitungan diangka 2.919.342 Ton pada dermaga Nusantara dan 991.183 Ton pada dermaga samudera di tahun 2033.

Utilitas peralatan juga tidak sesuai standar untuk *luffing crane* sebesar 84% dan 104% untuk *excavator*. Utilitas tersebut tidak sesuai standar kinerja utilitas peralatan yaitu maksimal 80%. Perhitungan peralatan utilitas juga menghasilkan *overload* sebesar 122% untuk *luffing crane*, 145% untuk *excavator*, dan 116% untuk utilitas *grab*.

Solusi dari permasalahan kurang maksimalnya kinerja yaitu dengan melakukan penambahan peralatan. Menambahkan peralatan sebanyak 1 *luffing crane*, 2 *excavator*, dan 1 *grab* nilai utilitas turun diangka 25-41% untuk *luffing crane*, 51-72% untuk *excavator*, dan 27-39% untuk utilitas *grab*. Dengan penambahan alat, nilai utilitas peralatan terpasang sudah sesuai dengan standar kinerja pelabuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kemenhub Dirjen Pelabuhan Laut, "Pedoman Perhitungan Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan," no. 8, pp. 17–18, 2017.
- [2] Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan laut, "Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut tentang Standar Kinerja pelayanan Operasional Pelabuhan," no. 8, 2011.
- [3] J. S. S. Dwiano Riszky, Mulyanto Imam P, "Analisis Risiko Pada Proses Bongkar Muat Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Fault Tree Analysis (FTA) di PT. ABADI JAYA MARITIM," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 9, no. 2, 2021.
- [4] H. imam Imam Muttaqien, "JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisis Strategi Penambahan Fasilitas untuk Penurunan Waktu Bongkar Muat Kapal Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang," *Tek. Perkapalan*, pp. 1–10.
- [5] E. Ruijters and M. Stoelinga, "Fault tree analysis: A survey of the state-of-the-art in modeling, analysis and tools," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 15, 2015.
- [6] D. N. Veritas, *Marine risk assessment*. 2001.
- [7] C. Chatfield, *TIME SERIES FORECASTING*. 2001.