

Analisis Kebutuhan, *Layout*, dan Peralatan *Container Yard* Terminal Berlian, Surabaya

Albertus Kelvin Manurung dan Wahyu Herijanto
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: herijanto@ce.its.ac.id

Abstrak—Terminal Berlian merupakan terminal peti kemas domestik tersibuk di Kawasan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Meningkatnya arus peti kemas dari tahun ke tahun membutuhkan peranan suatu Pelabuhan Peti kemas dengan kinerja yang lebih baik sehingga mampu menjamin kelancaran transportasi peti kemas. Analisis kebutuhan, *layout*, dan peralatan di *container yard* akan berdampak pada upaya peningkatan kapasitas saat ini dan masa mendatang. Dengan menganalisis arus peti kemas, fasilitas kinerja alat luasan lapangan penumpukan dan sistem penanganan peti kemas di *layout* lapangan penumpukan di Terminal Berlian. Maka dapat dipergunakan untuk menghitung luasan lapangan penumpukan yang dibutuhkan, sistem penanganan peti kemas di *layout container yard* dan kebutuhan peralatan di *container yard* saat ini dan 10 tahun kemudian. Studi ini menghasilkan jumlah arus peti kemas rencana yang masuk ke lapangan penumpukan Terminal Berlian adalah 493.368 TEU's dan 10 tahun berikutnya 615.923 TEU's, kebutuhan *container yard* di Terminal Berlian di tahun 2022 sebesar 48.727,65 m² dan 10 tahun berikutnya sebesar 60.831,85 m². Dari hasil simulasi *layout* didapatkan waktu maksimum penanganan peti kemas untuk proses muat sebesar 858 menit atau 14,3 jam dengan arus total 414 peti kemas dan waktu minimum sebesar 454,8 menit atau 7,58 jam dengan total 219 peti kemas. Sedangkan, untuk proses bongkar didapatkan waktu maksimum untuk penanganan peti kemas sebesar 390,7 menit atau 6,51 jam dan arus bongkar total 177 peti kemas dan waktu minimum dengan total waktu 161,95 menit atau 2,7 jam dengan arus total bongkar sebesar 78 peti kemas. Serta kinerja *utilization* alat yang digunakan di Terminal Berlian untuk *Harbour Mobile Crane* sebesar 48,9%, *Rubber Tyred Gantry* sebesar 69,8% dan *Head Truck* sebesar 82,5%.

Kata Kunci—Kebutuhan *Container Yard*, *Layout*, Peralatan, Terminal Berlian.

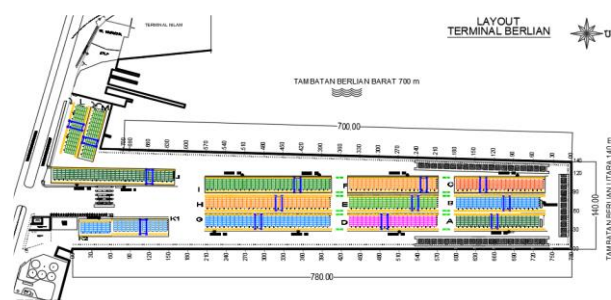
I. PENDAHULUAN

KONDISI geografis Indonesia dikenal sebagai Negara Kepulauan. Transportasi laut menjadi sarana yang mendominasi dan penting guna mempermudah hubungan antar pulau di seluruh wilayah Indonesia. Untuk mendukung transportasi laut maka diperlukannya fasilitas pelabuhan. Pelabuhan di Indonesia mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan ekonomi dan berkontribusi bagi pembangunan nasional. Di Jawa Timur, Pelabuhan Tanjung Perak merupakan pelabuhan utama yang menjadi pintu gerbang utama untuk wilayah Indonesia Timur dan merupakan pelabuhan terbesar dan tersibuk nomor dua di Indonesia. Hal ini dikarenakan setiap barang yang diangkut dari Indonesia bagian barat maupun timur harus transit terlebih dahulu di Pelabuhan Tanjung Perak.

Pelabuhan Tanjung Perak, dikelola oleh PT Pelabuhan Indonesia (Persero) yang membawahi beberapa perusahaan yang mengelola jasa pelabuhan, salah satu di antaranya adalah PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia (PT. BJTI). PT. BJTI merupakan perusahaan yang bertanggungjawab untuk



Gambar 1. Arus Pelayanan Terminal Berlian. Sumber: Operasional PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia.



Gambar 2. *Layout* Eksisting Terminal Berlian. Sumber: Operasional PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia.

penanganan jasa bongkar muat peti kemas khusus domestik dengan Terminal Berlian sebagai dermaga untuk proses bongkar muat peti kemas.

Terminal Berlian telah menjadi bagian penting dalam arus distribusi logistik domestik di Indonesia dengan melayani arus peti kemas sebanyak 1 juta TEU's (*Twenty-foot Equivalent Unit*) dari tahun 2017–2021. Terminal Berlian melayani arus pelayanan barang dari 20 provinsi di Indonesia dengan arus pelayanan sebesar 26,01% berasal dari pulau Kalimantan (Gambar 1).

Dengan arus peti kemas yang selalu meningkat setiap tahunnya maka perlu dilakukan analisis untuk rencana pengembangan ke depannya, khususnya lapangan penumpukan, *layout* dan peralatan bongkar muat peti kemas sesuai dengan perkembangan arus peti kemas yang ada di Indonesia. Dengan meninjau *layout* lapangan penumpukan di Terminal Berlian yang terdiri dari 12 blok pada Gambar 2. Dengan meninjau kondisi saat ini, Terminal Berlian mempunyai kapasitas dermaga 10.368 TEU's dengan luas *container yard* 52.953 m², dan luas dermaga 132.458 m². Desain *layout* lapangan penumpukan Terminal Berlian dapat dilihat pada Gambar 2. Fasilitas peralatan pada kondisi eksisting yaitu *Harbour Mobile Crane* (HMC) sebanyak 18 unit, *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebanyak 12 unit, dan *Head Truck* (HT) sebanyak 44 unit [1].

Tabel 1.
Arus Peti Kemas di Terminal Berlian

Tahun	Arus Peti Kemas Total	Peti Kemas ke CY	Peti Kemas ke Truck Losing
2018	1.081.423	442.360	535.198
2019	1.136.433	456.456	572.195
2020	1.178.033	475.103	591.487
2021	1.198.917	476.996	608.942

Tabel 2.
Rekapitulasi YOR dari tahun 2018–2021

Tahun	Arus Peti Kemas CY	YOR
2018	442360	42,11%
2019	456456	43,45%
2020	475103	45,23%
2021	476996	45,41%

Tabel 3.
Perhitungan Analog Arus Peti Kemas Domestik di Terminal Berlian 10 Tahun ke Depan

Tahun	Arus Peti Kemas (TEU's)	X ²	Y ²	X*Y
2018	442.360	4.072.324	195.682.369.600	892.682.480
2019	456.456	4.076.361	208.352.079.936	921.584.664
2020	475.103	4.080.400	225.722.860.609	959.708.060
2021	476.996	4.084.441	227.525.184.016	964.008.916
2032	1.850.915	16.313.526	857.282.494.161	3.737.984.120

Dengan meninjau arus barang khususnya peti kemas yang pasti mengalami kenaikan setiap tahunnya, maka perlu dilakukan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan *container yard* sampai 10 tahun ke depannya berdasarkan pertumbuhan arus peti kemas di Terminal Berlian, mengetahui waktu penanganan peti kemas di lapangan penumpukan dengan simulasi *layout* baru di Terminal Berlian, dan mengetahui tingkat kinerja *utilization* peralatan bongkar muat peti kemas di Terminal Berlian.

II. METODE PENELITIAN

A. Konsep Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan pengumpulan data, penyusunan data, perhitungan kebutuhan lapangan penumpukan, perancangan *layout* baru, simulasi penanganan peti kemas di *layout* baru dan perhitungan *utilization* alat di Terminal Berlian.

B. Data Penelitian

Terdapat dua data yang akan digunakan dalam penelitian dari perencanaan perumahan ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil survei waktu penanganan peti kemas yang keluar masuk di lapangan penumpukan dan melakukan pengamatan terhadap operasional bongkar muat peti kemas di lapangan penumpukan Terminal Berlian. Data sekunder berupa data-data yang dibutuhkan dalam penelitian seperti total arus peti kemas, *layout* eksisting, jumlah alat, dan waktu alat bekerja.

C. Analisis Data

Dari data yang sudah dikumpulkan dihitung proyeksi pertumbuhan arus peti kemas, menganalisis kebutuhan, *utilization alat*, dan *layout* peti kemas terhadap pertumbuhan arus peti kemas [2]. Simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *Random Number Generation* dengan bantuan Microsoft Excel. Setelah hasil didapatkan maka ditentukan saran dan kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi dan Fasilitas Terminal Berlian

Terminal Berlian merupakan terminal domestik yang mempunyai panjang dermaga 780 m, lebar 140 m dan kedalaman 12 m. Dengan maksimum kapasitas kapal yang dapat bertambat adalah 9 kapal, masing-masing empat kapal di sisi bagian barat dan timur dan satu kapal di sisi bagian utara. Terminal Berlian mempunyai *container yard* dengan luas area penumpukan sebesar 52,953 m² dan *container freight station* (CFS) sebesar 120 m².

Lapangan penumpukan Terminal Berlian dibagi menjadi 13 blok penumpukan yang terdiri dari blok A, blok C, blok D, sampai dengan blok M. Untuk setiap blok mempunyai ketersediaan baris yang sama yaitu 6 baris dan maksimum tinggi penumpukan peti kemas (tier) adalah 6 tier. Total kapasitas terpasang adalah 10.368 TEU's. Dengan memperhitungkan jarak bebas antar peti kemas maka luasan lapangan penumpukan efektif menjadi 25.920 m² atau 45,95% dari luas totalnya.

B. Analisis dan Perhitungan Data

1) Arus Peti Kemas

Data arus peti kemas merupakan kedatangan harian peti kemas yang akan dibongkar dari kapal maupun yang akan dimuat ke kapal, melewati atau masuk lapangan penumpukan pada Tabel 1. Arus peti kemas di Terminal Berlian dibagi menjadi dua bagian, arus yang melewati *container yard* (CY) dan arus yang tidak melewati *container yard* atau yang disebut dengan proses *truck losing*.

2) Yield Occupancy Ratio (YOR)

Pada perhitungan ini digunakan data pertumbuhan arus peti kemas dari tahun 2018–2021 untuk menentukan YOR. Berdasarkan pedoman kepelabuhanan PT. Pelabuhan Indonesia, YOR di atas 50% per tahunnya sudah tinggi dan memerlukan perluasan lapangan penumpukan [3]. Rekapitulasi YOR dari tahun 2018 hingga 2021 seperti pada Tabel 2.

C. Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Container Yard

1) Proyeksi Arus Peti Kemas

Dari data arus peti kemas di Terminal Berlian dari 4 tahun sebelumnya yaitu tahun 2018 sampai dengan tahun 2021. Arus peti kemas di proyeksikan dengan metode analog regresi linear untuk diketahui arus peti kemas sampai 10 tahun yang akan datang, yaitu tahun 2032 (Tabel 3).

Contoh perhitungan proyeksi arus peti kemas di tahun 2032 adalah sebagai berikut.

$$\sum X \times \sum Y = 1.946.181.430$$

$$a = 10.042,9$$

$$b = -21.907.962,1$$

Dari hasil perhitungan analog di atas didapatkan rumus:

$$\begin{aligned} Y &= 10.942,9(x) - 21.907.962,1 \\ &= 10.942,9 (2032) - 21.907.962,1 \\ &= 615.923 \text{ TEU's} \end{aligned}$$

Di mana X adalah 10 tahun berikutnya atau tahun 2032.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa arus peti kemas domestik pada tahun 2022 di Terminal Berlian adalah 493.367 TEU's dan arus peti kemas domestik hingga 10 tahun berikutnya yaitu di tahun 2032 adalah 615.923 TEU's.

Tabel 4.
Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Arus Peti kemas Domestik di Terminal Berlian

Tahun	Pertumbuhan Arus Peti Kemas (TEU's)
2022	493.368
2023	505.623
2024	517.879
2025	530.134
2026	542.390
2027	554.645
2028	566.901
2029	579.156
2030	591.412
2031	603.667
2032	615.923

Tabel 5.
Rekapitulasi Kebutuhan Luasan Lapangan Penumpukan di Terminal Berlian dari Tahun 2022–2032

Tahun	Arus Peti Kemas (TEU's)	A (m ²)	A (ha)
2022	493.368	48.727,65	48,73
2023	505.623	49.938,07	49,94
2024	517.879	51.148,49	51,15
2025	530.134	52.358,91	52,36
2026	542.390	53.569,33	53,57
2027	554.645	54.779,75	54,78
2028	566.901	55.990,17	55,99
2029	579.156	57.200,59	57,20
2030	591.412	58.411,01	58,41
2031	603.667	59.621,43	59,62
2032	615.923	60.831,85	60,83

Pada Tabel 4 merupakan rekapitulasi arus peti kemas proyeksi sampai tahun 2032.

2) Kebutuhan Container Yard Terminal Berlian

Perhitungan kebutuhan luasan Container Yard didapatkan dari jumlah arus peti kemas yang masuk di Terminal Berlian dari jumlah arus peti kemas (TEU's) tersebut nantinya dihitung untuk mendapatkan kebutuhan container yard yang dibutuhkan di Terminal Berlian. Berdasarkan hasil perhitungan data analog arus peti kemas domestik di Terminal Berlian, maka dapat dihitung luas lapangan penumpukan yang dibutuhkan sampai dengan proyeksi 10 tahun yang akan datang. Berikut merupakan contoh perhitungan kebutuhan container yard pada tahun 2022.

$$A = \frac{T \times Dt \times A TEU's}{365 - (1 - BS)}$$

$$= \frac{493.368 \times 3,6 \times 10}{365 - (1 - 0,5)}$$

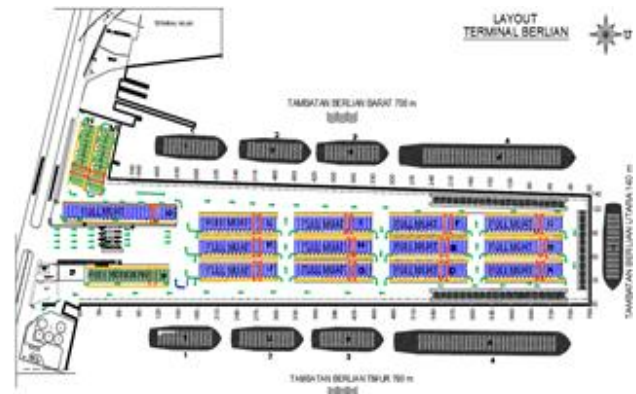
$$= 48.727,65 = 58,73 \text{ ha}$$

Dengan A adalah luas lapangan penumpukan (m²), T adalah arus peti kemas per tahun (TEU's), Dt adalah dwelling time (hari), A TEU's adalah luasan yang diperlukan untuk satu TEU's, dan BS adalah broken stowage (luasan yang hilang karena jarak bebas antar peti kemas). Dari contoh perhitungan di atas, maka didapat luasan untuk kebutuhan lapangan penumpukan di Terminal Berlian sampai tahun 2032 dan dikelompokkan pada Tabel 5.

D. Simulasi Waktu Penangan Peti Kemas di Layout Baru Container Yard Terminal Berlian

1) Survei Waktu Penanganan Satu Peti kemas di Lapangan Penumpukan Terminal Berlian

Untuk waktu penanganan satu peti kemas dilakukan pengambilan data melalui pengamatan langsung di Container



Gambar 3. Layout rencana Container Yard Terminal Berlian.

Yard Terminal Berlian. Survei dilakukan dengan mengamati waktu bekerja dari alat Rubber Tyred Gantry (RTG). Dari survei maka didapatkan waktu penanganan rata-rata untuk satu peti kemas yang masuk ke lapangan penumpukan sebagai berikut:

- a. Waktu geser ke lokasi Headtruck = 15 detik
- b. Waktu vertikal spreader ke bawah = 13 detik
- c. Waktu twistlock mengunci peti kemas = 24 detik
- d. Waktu gerak vertikal spreader = 20 detik
- e. Waktu gerak horizontal spreader = 14 detik
- f. Waktu twistlock melepaskan peti kemas = 16 detik
- g. Waktu kembali spreader ke posisi semula = 26 detik

Dari hasil survei yang dilakukan didapat total waktu penanganan rata-rata satu peti kemas yang masuk oleh Rubber Tyred Gantry adalah 127 detik atau 2 menit 7 detik. Dari survei juga didapatkan waktu penanganan rata-rata satu peti kemas yang keluar dari lapangan penumpukan sebagai berikut:

- a. Waktu geser ke lokasi peti kemas di CY = 11 detik
- b. Waktu geser vertical spreader RTG = 11 detik
- c. Waktu twistlock mengunci peti kemas = 24 detik
- d. Waktu gerak vertikal ke atas spreader = 21 detik
- e. Waktu gerak horizontal spreader = 16 detik
- f. Waktu twistlock melepaskan peti kemas = 23 detik
- g. Waktu kembali spreader ke posisi siap = 15 detik

Dari hasil survei yang dilakukan didapat total waktu penanganan rata-rata satu peti kemas yang keluar oleh Rubber Tyred Gantry adalah 122 detik atau 2 menit 2 detik.

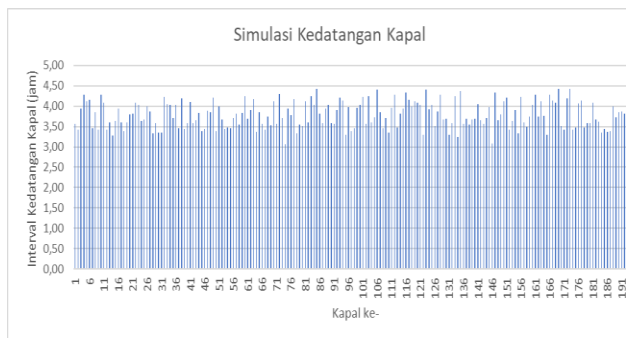
2) Layout Rencana Lapangan Penumpukan Terminal Berlian

Dengan meninjau arus peti kemas dari tahun 2018–2022. Dari proses perencanaan direncanakan layout baru dengan mengubah blok peti kemas dan jalur headtruck di Terminal Berlian. Layout Terminal Berlian direncanakan menjadi 16 blok di lapangan penumpukan, 16 blok ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu untuk blok muat dan blok bongkar seperti Gambar 3.

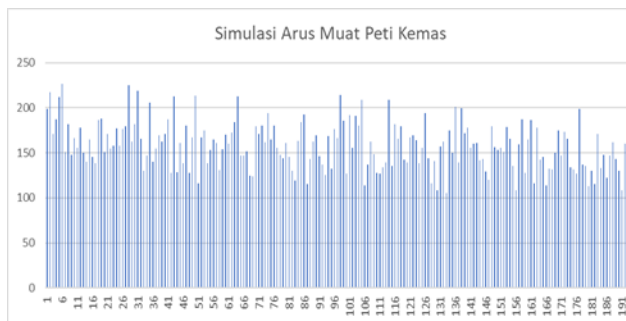
Layout rencana terdiri dari blok muat sebanyak 13 blok yaitu blok A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, dan O untuk peti kemas muat yang memiliki arus 84% dari total arus peti kemas yang melewati lapangan penumpukan, sedangkan untuk arus peti kemas bongkar di blok M, N, dan P yang merupakan 13% dari total arus peti kemas (Gambar 3).

3) Simulasi Random Number untuk Kedatangan Kapal

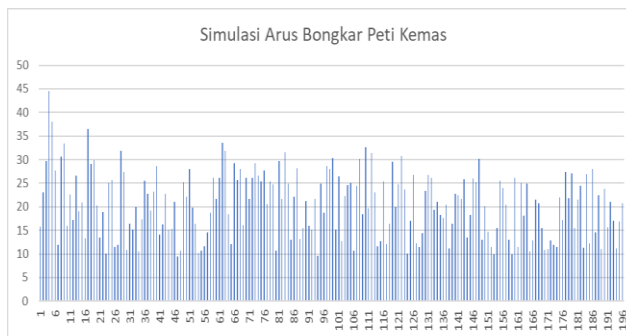
Simulasi dilakukan dengan meninjau data kedatangan kapal yang terjadi selama empat tahun sebelumnya dan disimulasikan untuk kedatangan kapal selama satu bulan dan



Gambar 4. Hasil Simulasi Kedatangan Kapal.



Gambar 5. Hasil Simulasi Arus Muat Peti Kemas.



Gambar 6. Hasil Simulasi Arus Bongkar Peti Kemas.

didapat total 196 kedatangan kapal dengan waktu maksimal untuk interval antar kapal adalah 4,43 jam. Simulasi ini menggunakan rumus Excel = *rand()* dengan membatasi sesuai dengan data interval kedatangan kapal sebelumnya. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.

4) *Simulasi Random Number untuk Arus Peti Kemas Bongkar Muat*

Dari hasil simulasi dengan *random number generation* untuk proses muat dalam satu bulan dengan 196 kedatangan kapal, dari hasil yang didapat maka dari hasil yang didapat memiliki data varian sebesar 532,522, rata-rata peti kemas sebesar 207 peti kemas dan standar deviasi sebesar 22,88. Dari hasil simulasi untuk proses bongkar didapat data varian 601,412, rata-rata peti kemas sebesar 191 dan standar deviasi sebesar 24,52.

5) *Simulasi Random Number Untuk Menentukan Presentase Peti kemas yang masuk ke Lapangan Penumpukan dan Truck Lossing.*

Simulasi *Random Number* kembali dilakukan untuk menentukan persentase peti kemas yang masuk ke lapangan penumpukan dengan cara meninjau simulasi sebelumnya dan dilakukan dengan fungsi yang sama tetapi batasan yang berbeda sesuai dengan persentase peti kemas yang terjadi empat tahun sebelumnya.

Dari hasil simulasi untuk menentukan persentase peti ke-

Tabel 6.
Utilization Peralatan di Terminal Berlian pada Tahun 2021

Peralatan	Utilitas (%)
<i>Harbour Mobile Crane</i> (HMC)	48,9%
<i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG)	69,8%
<i>Head Truck</i> (HT)	82,5%

Tabel 7.
Utilization Peralatan di Terminal Berlian Proyeksi 10 Tahun

Tahun	Arus Peti Kemas (TEU's)	HMC (%)	RTG (%)	HT (%)
2022	493368	50,8%	72,2%	85,3%
2023	505623	52,5%	74,0%	87,5%
2024	517879	54,1%	75,8%	89,6%
2025	530134	55,7%	77,6%	91,7%
2026	542390	57,3%	79,4%	93,8%
2027	554645	58,9%	81,2%	95,9%
2028	566901	60,5%	83,0%	98,1%
2029	579156	62,1%	84,8%	100,2%
2030	591412	63,7%	86,6%	102,3%
2031	603667	65,3%	88,3%	104,4%
2032	615923	66,9%	90,1%	106,5%

Tabel 8.
Jumlah Penambahan Alat

Peralatan	Jumlah Penambahan Alat
<i>Harbour Mobile Crane</i> (HMC)	0
<i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG)	4
<i>Head Truck</i> (HT)	15

Tabel 9.
Utilization Peralatan Proyeksi 10 Tahun Setelah Penambahan Alat

Tahun	Arus Peti Kemas (TEU's)	HMC (%)	RTG (%)	HT (%)
2022	493368	50,8%	55,2%	63,6%
2023	505623	52,5%	56,6%	65,2%
2024	517879	54,1%	58,0%	66,8%
2025	530134	55,7%	59,3%	68,4%
2026	542390	57,3%	60,7%	70,0%
2027	554645	58,9%	62,1%	71,5%
2028	566901	60,5%	63,4%	73,1%
2029	579156	62,1%	64,8%	74,7%
2030	591412	63,7%	66,2%	76,3%
2031	603667	65,3%	67,6%	77,9%
2032	615923	66,9%	68,9%	79,4%

mas yang melewati lapangan penumpukan maka didapatkan data varian untuk arus peti kemas muat yaitu 0,0978, rata-rata peti kemas muat sebesar 75% dari total arus peti kemas dan standar deviasi 0,0095. Untuk arus peti kemas bongkar, didapat data varian sebesar 0,03408, dengan rata-rata peti kemas 11% dari total arus peti kemas dan standar deviasi 0,00116.

Dari hasil persentase arus yang masuk dan keluar dalam satu bulan. Maka dapat ditentukan peti kemas yang akan dimuat dan dibongkar dengan mengalikan arus peti kemas muat dan bongkar dengan presentasi arus yang dihasilkan oleh satu kapal yang telah disimulasikan. Hasil simulasi arus muat peti kemas dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan hasil simulasi arus bongkar peti kemas dapat dilihat pada Gambar 6.

6) *Waktu Penanganan Peti Kemas Pada Proses Muat di Lapangan Penumpukan*

Dalam penerapan simulasi menggunakan satu *crane* untuk satu blok penempatan dengan meninjau waktu survei penanganan satu peti kemas yang dilakukan oleh *Rubber Tyred Gantry*. Maka didapat waktu pelayanan RTG dengan arus peti kemas yang ada di masing-masing blok. Waktu gerakan RTG ini ditinjau dari survei penanganan peti kemas

yang dilakukan dan ditinjau untuk dimasukkan ke dalam perhitungan. Perhitungan waktu bekerja dari *Rubber Tyred Gantry* harus disesuaikan dengan lamanya waktu kedatangan kapal.

Sebagai contoh perhitungan waktu penanganan peti kemas adalah sebagai berikut:

Perhitungan waktu penanganan peti kemas pada hari ke-1 di kapal pertama pada blok A. Untuk total peti kemas yang ditangani adalah jumlah peti kemas yang akan dimuat ke kapal dan peti kemas yang akan mengalami *stacking* tiga hari sebelum kedatangan kapal.

$$\begin{aligned} \text{Total peti kemas ditangani} &= a + b \\ &= 199 + 140 \\ &= 339 \text{ peti kemas} \end{aligned}$$

Dengan a adalah jumlah peti kemas yang akan dimuat ke kapal dan b adalah jumlah peti kemas yang *stacking* 3 hari sebelum kedatangan kapal.

Untuk perhitungan waktu penanganan peti kemas maka dihitung dengan menjumlahkan total waktu penanganan peti kemas masuk dan total waktu penanganan peti kemas keluar dari lapangan penumpukan. Di mana waktu penanganan peti kemas masuk adalah 2 menit 7 detik dan waktu peti kemas keluar adalah 2 menit 2 detik. Total waktu penanganan peti kemas (t) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t &= (a \times 2 \text{ menit } 7 \text{ detik}) + (b \times 2 \text{ menit } 2 \text{ detik}) \\ &= (199 \times 2 \text{ menit } 7 \text{ detik}) + (140 \times 2 \text{ menit } 2 \text{ detik}) \\ &= 701 \text{ menit} \\ &= 11,68 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan di atas maka dapat dihitung untuk perhitungan waktu penanganan peti kemas dan total peti kemas yang ditangani selama satu bulan.

7) Waktu Penanganan Peti Kemas pada Proses Bongkar di Lapangan Penumpukan

Dengan cara yang sama dengan menghitung arus peti kemas muat maka dapat ditentukan juga untuk perhitungan waktu penanganan peti kemas pada proses bongkar dengan contoh perhitungan pada hari ke-3 di kapal pertama pada blok M. Blok M menerima arus peti kemas bongkar dari 3 kapal, untuk total peti kemas yang ditangani adalah jumlah peti kemas yang akan dimuat ke kapal dan peti kemas yang akan mengalami *stacking* tiga hari sebelum *headtruck* mengangkut peti kemas ke luar dermaga [4].

$$\begin{aligned} \text{Total peti kemas ditangani} &= a + b \\ &= (27+19+21) + (44+38+28) \\ &= 67 + 110 \\ &= 177 \text{ peti kemas} \end{aligned}$$

Dengan a adalah jumlah peti kemas yang baru dibongkar dari kapal di hari ke-3 dan b adalah jumlah peti kemas yang akan diangkut ke luar dermaga setelah *stacking* 3 hari.

Untuk perhitungan waktu penanganan peti kemas maka dihitung dengan menjumlahkan total waktu penanganan peti kemas masuk dan total waktu penanganan peti kemas keluar dari lapangan penumpukan. Di mana waktu penanganan peti kemas masuk adalah 2 menit 7 detik dan waktu penanganan peti kemas keluar adalah 2 menit 2 detik.

Total waktu penanganan peti kemas (t) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t &= (a \times 2 \text{ menit } 7 \text{ detik}) + (b \times 2 \text{ menit } 2 \text{ detik}) \\ &= (67 \times 2 \text{ menit } 7 \text{ detik}) + (177 \times 2 \text{ menit } 2 \text{ detik}) \end{aligned}$$

$$= 364,93 \text{ menit}$$

$$= 6,08 \text{ jam}$$

Dari total 3 *crane* yang digunakan untuk proses bongkar peti kemas dalam satu bulan untuk 196 kedatangan kapal di Terminal Berlian, diperoleh waktu maksimum dan minimumnya. Waktu pelayanan maksimum pada hari ke-3 di blok N dengan total waktu penanganan 390,7 menit atau 6,51 jam dan arus total peti kemas maksimum di blok M pada hari ke-3 dengan total peti kemas 177. Sedangkan, waktu minimum didapatkan waktu pelayanan pada hari ke-9 di blok P dengan total waktu 161,95 menit atau 2,7 jam dengan arus total peti kemas yang masuk dan keluar adalah 78 peti kemas.

E. Utilization Peralatan Bongkar Muat Peti Kemas Terminal Berlian

1) Utilization Peralatan Bongkar Muat di Tahun 2021

Utilization peralatan adalah suatu ukuran waktu dari suatu peralatan di mana peralatan tersebut benar-benar melakukan kegiatan sesuai dengan fungsinya dan dinyatakan dalam persen. Fasilitas bongkar muat peti kemas yang terdapat di Terminal Berlian dari *Harbour Mobile Crane* 20 unit terdapat di dermaga, *Rubber Tyred Gantry* 13 unit terdapat di Lapangan Penumpukan, *Headtruck* 44 unit yang menghubungkan dermaga dengan lapangan penumpukan peti kemas.

Melalui pengamatan dan data yang diperoleh didapat waktu pelayanan rata-rata masing-masing alat, yaitu untuk *Harbour Mobile Crane* 2,5 menit/TEU's, *Rubber Tyred Gantry* 2,06 menit/TEU's dan *Headtruck* 15,55 menit/TEU's. Data tersebut nantinya dipergunakan untuk menghitung *utilization* masing-masing alat dengan menggunakan rumus:

$$\text{Utilization} = \frac{\text{jumlah jam operasi}}{\text{jam yang tersedia}} \times 100\%$$

Berdasarkan data dan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan *utilization* masing-masing peralatan bongkar muat di Terminal Berlian pada tahun 2021 di Tabel 6. Dengan meninjau data proyeksi arus peti kemas pada 10 tahun, maka dapat dihitung untuk *utilization* peralatan terminal Berlian dengan jumlah alat yang sama pada tahun 2021.

Dari Tabel 7 didapatkan bahwa penggunaan HMC tidak mengalami *overload* di 10 tahun berikutnya. Dikatakan *overload* apabila Standar Kinerja Operasional Peralatan di Pelabuhan adalah $< 80\%$ [5]. Maka, untuk alat RTG dan HT mengalami *overload* dikarenakan sudah lebih dari 80% yang lebih tinggi dari standar kinerja operasional.

2) Perkiraan Penambahan Alat

Dari perhitungan *utilization* peralatan yang dilakukan, jumlah alat RTG dan HT yang ada tidak mampu menangani rencana jumlah arus peti kemas yang masuk di Terminal Berlian dan itu perlu dilakukan penambahan untuk masing-masing peralatan bongkar muat peti kemas sehingga jumlah peralatan yang ada mampu menangani arus peti kemas hingga 10 tahun berikutnya.

Pada penelitian yang telah dilakukan dibutuhkan penambahan alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) pada tahun 2027 dan *Head Truck* (HT) sudah memerlukan penambahan alat sejak awal proyeksi tahun yaitu tahun 2022. Dari hasil penelitian tersebut maka dilakukan perhitungan ulang dengan penambahan jumlah pada alat RTG dan HT (Tabel 8).

Dari perhitungan yang telah dilakukan maka diperlukan penambahan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebanyak 4 unit

dan *Head Truck* (HT) sebanyak 15 unit. Kemudian, dilakukan perhitungan *utilization* sampai 10 tahun berikutnya setelah penambahan alat dan direkapitulasi di Tabel 9. Setelah dilakukan penambahan peralatan tersebut maka kinerja utilitas untuk masing-masing peralatan mampu menangani rencana arus peti kemas di Terminal Berlian sampai tahun 2032 [6].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat digunakan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini, yaitu: (1) Kebutuhan *container yard* pada 10 tahun berikutnya adalah 60.832 m² dengan arus peti kemas proyeksi sebesar 615.923 TEU's. Dari proyeksi arus peti kemas pada 10 tahun berikutnya, maka pada tahun 2026 Terminal Berlian tidak mampu menampung jumlah arus peti kemas yang masuk jika tidak dilakukan penambahan luasan *container yard*. (2) Berdasarkan simulasi dengan metode *random number generation* yang dilakukan dengan rencana *layout* yang baru dengan menggunakan 16 blok dan 16 *Rubber Tyred Gantry* di lapangan penumpukan maka didapatkan hasil sebagai berikut: (a) Waktu penanganan maksimum pada proses muat terjadi pada hari ke-1 di blok F dengan total waktu penanganan 858 menit atau 14,3 jam dengan arus total peti kemas yang masuk dan keluar adalah 414 peti kemas. Sedangkan untuk waktu penanganan peti kemas minimum didapatkan pada hari ke-29 di blok K dengan total waktu 454,8 menit atau 7,58 jam dengan arus total peti kemas yang masuk dan keluar adalah 219 peti kemas. (b) Waktu penanganan peti kemas maksimum pada proses bongkar terjadi pada hari ke-3 di blok N dengan total waktu penanganan 390,7 menit atau 6,51 jam dan arus total peti kemas yang masuk dan keluar terbanyak di blok M pada hari ke-3 dengan total 177 peti kemas. Sedangkan untuk waktu penanganan peti kemas minimum didapatkan pada hari ke-9 di blok P dengan total waktu 161,95 menit atau 2,7 jam

dengan arus total peti kemas yang masuk dan keluar adalah 78 peti kemas. (3) Kinerja *utilization* alat di Terminal Berlian pada kondisi eksisting yaitu tahun 2021 sebagai berikut: (a) Berdasarkan data dan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan utilitas pada masing-masing peralatan bingkis muat di Terminal Berlian pada tahun 2021 yaitu *Harbour Mobile Crane* (HMC) sebesar 48,9%, *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebesar 69,8 % dan *Head Truck* (HT) sebesar 82,5%. (b) Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan didapatkan bahwa *Rubber Tyred Gantry* (RTG) akan mengalami *overload* pemakaian pada tahun 2027 di mana nilai *utilization*-nya 81,2% dan *Head truck* sudah mengalami *overload* pemakaian sejak tahun 2021 di mana nilai *utilization*-nya 82,5% melebihi Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan, yaitu 80%. (c) Dari perhitungan yang telah dilakukan, perlu dilakukan penambahan alat pada *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebanyak 4 unit, untuk *Head Truck* (HT) sebanyak 15 unit. Setelah dilakukan penambahan peralatan maka kinerja utilitas untuk masing-masing peralatan mampu menangani rencana arus peti kemas di Terminal Berlian sampai tahun 2032.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Berlian Jasa Terminal Indonesia, "Fasilitas Pelabuhan dan Lapangan Penumpukan Terminal Berlian," Berlian Jasa Terminal Indonesia, Surabaya, 2021.
- [2] A. E. Hidayat, "Pengoperasian Pelabuhan," 2nd ed. Jakarta: Pelabuhan Indonesia, 2009.
- [3] Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, "Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan," Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Jakarta, 2011.
- [4] F. D. C. Sudjatmiko, "Sistem Angkutan Peti Kemas," Jakarta: Janiku Pustaka, 2006.
- [5] B. Triatmodjo, "Perencanaan Pelabuhan," Yogyakarta: Beta Offset, 1996. ISBN: 979-8541-04-9.
- [6] S. K. Aryandi and H. Widyastuti, "Analisis kebutuhan container yard terminal multipurpose teluk lamong," *J. Tek. POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2015.