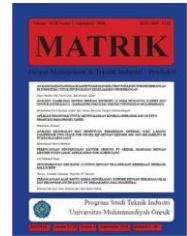




MATRIK

Jurnal Manajemen dan Teknik Industri- Produksi

Journal homepage: <http://www.journal.umg.ac.id/index.php/matriks>



Pengembangan Model Konseptual Aktivitas Operasional Terminal Petikemas

Dyah Puspita Indah Budi Sari Wulan*, Niniet Indah Arvitrida

Departemen Teknik Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Campus ITS 60111, Jl. ITS Raya, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60117, Indonesia

E-mail : dyahpuspitaindah@gmail.com

*Corresponding Author

INFO ARTIKEL

doi: 10.350587/Matrik
v26i1.10208

Jejak Artikel :

Upload artikel :

03 uli 2025

Revisi oleh reviewer :

18 Juli 2025

Publish :

30 September 2025

Kata Kunci :

Model Konseptual

Simulasi Kejadian Diskrit

Terminal Petikemas

Kinerja Terminal

ABSTRAK

Peningkatan arus petikemas impor menambah kompleksitas dalam alokasi fasilitas di terminal petikemas. Ketidaksihesuaian alokasi dapat memicu gangguan sistemik dan menurunkan kinerja operasional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model konseptual dengan pendekatan simulasi kejadian diskrit (*Discrete Event Simulation*) untuk merepresentasikan interaksi antar proses dalam sistem terminal. Model mencakup empat subproses utama: bongkar muat di dermaga, pemindahan ke lapangan penumpukan, proses penumpukan, serta prosedur perizinan dan pemeriksaan. Model ini dirancang untuk menangkap dinamika operasional secara menyeluruh sebagai dasar bagi simulasi lanjutan. Validasi dilakukan melalui peninjauan logika sistem dan konsultasi dengan pakar operasional terminal. Selanjutnya, model akan diuji melalui eksperimen simulasi untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap indikator kinerja seperti *throughput*, *dwellling time*, dan utilisasi peralatan. Hasilnya diharapkan dapat memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih terukur dalam meningkatkan efisiensi terminal petikemas.

ABSTRACT

The increasing volume of import containers has created complexity to facility allocation at container terminal. Improper allocation can lead to systemic disruptions and reduced operational performance. This study aims to develop a conceptual model using a discrete event simulation (DES) approach to represent interactions among processes within the terminal system. The model comprises four main subprocesses: quay-side unloading, container transfer to the yard, stacking operations, and customs clearance procedures. It is designed to capture the overall operational dynamic and serves as a foundation for future simulation-based studies. Model validation was carried out throughput system logic review and expert consultation in terminal operations. Furthermore, the model is planned to be tested through simulation experiments to assess its impact on key performance indicators such as throughput, dwelling time and equipment utilization. The resulting model is expected to support more informed and measurable decision-making for enhancing the efficiency of container terminal operations.



1. Pendahuluan

Perekonomian Indonesia tumbuh sebesar 5% pada tahun 2023, mendorong peningkatan permintaan terhadap transportasi laut, khususnya logistik petikemas. Di Pelabuhan Tanjung Perak, arus petikemas impor meningkat sebesar 4% yang menimbulkan tekanan terhadap kapasitas fasilitas terminal, seperti lapangan penumpukan (LP), dermaga serta peralatan bongkar muat. Ketidaksesuaian dalam alokasi fasilitas tersebut dapat menyebabkan gangguan sistemik yang berdampak pada penurunan *throughput* dan meningkatnya *dwelling time* [1]. Kebijakan *dwelling time* belum mendapatkan hasil yang diharapkan [2].

Permasalahan yang muncul antara lain :

- a. Kompleksitas perencanaan alokasi fasilitas (dermaga, *yard* dan peralatan bongkar muat);
- b. Ketidakseimbangan utilisasi antarzona terminal;
- c. Peningkatan biaya dan waktu penanganan petikemas akibat *dwelling time* yang panjang.

Dalam konteks terminal petikemas negara berkembang seperti Indonesia, pengelolaan alokasi fasilitas terminal menjadi krusial [3], [4]. Pemanfaatan *yard* yang tidak optimal berdampak pada turunnya *throughput*, efisien operasional, serta bertambah *container handling time* [5]–[8]. Oleh karena itu, pendekatan berbasis simulasi sistem, seperti simulasi kejadian diskrit diperlukan untuk memahami dinamika kompleks sistem terminal secara menyeluruh [9], [10].

Para peneliti terdahulu menggunakan simulasi kejadian diskrit untuk berbagai tujuan seperti meminimalkan waktu penanganan petikemas [1], [11]–[15], memaksimalkan *throughput* [16], [17] dan meminimalkan *turn around time* kapal. Fokus penelitian umumnya pada alokasi dermaga [11], alokasi penggunaan fasilitas *crane* dan truk [12]–[17] serta alokasi penggunaan lapangan penumpukan petikemas [1]. Namun sebagian besar studi tersebut bersifat parsial dan belum menyusun model

konseptual menyeluruh yang menggambarkan interaksi antar elemen sistem (*crane*, ITV, RTG dan *clearance*) serta belum mempertimbangkan *exclusive* dan *buffer area* secara simultan. *Exclusive area* adalah kondisi suatu blok lapangan penumpukan digunakan untuk menerima petikemas yang berasal dari satu armada kapal, sementara *buffer area* adalah kondisi blok lapangan penumpukan menerima petikemas dari dua atau lebih armada kapal [18].

Berdasarkan identifikasi permasalahan dan tinjauan literatur tersebut, penelitian bertujuan untuk menyusun model konseptual aktivitas operasional terminal petikemas secara menyeluruh, mengoptimalkan pendekatan simulasi kejadian diskrit untuk menggambarkan keterkaitan antar proses dan menganalisis pengaruh alternatif skema alokasi *yard* terhadap efisiensi terminal khususnya *dwelling time*, *throughput*, dan utilisasi peralatan. Dengan demikian, penelitian ini mengisi kesenjangan literatur dan memberikan kontribusi teoretis serta praktis dalam perencanaan operasional terminal petikemas, khususnya di negara berkembang.

2. Metode Penelitian

Terminal petikemas menjadi aspek yang krusial dalam rantai pasokan global sebagai lokasi pemindahan barang atau kontainer dari laut menuju daratan [19]. Aktivitas operasional di terminal petikemas mencakup kegiatan memuat dan membongkar kontainer untuk kedua arus barang, yaitu impor dan ekspor. Serangkaian proses tersebut terdiri dari tiga tahap, yakni *stevedoring*, *cargodoring*, dan kegiatan penerimaan. *Stevedoring* diartikan sebagai proses memindahkan kontainer dari kapal ke truk menggunakan *crane*, *cargodoring* diartikan sebagai pemindahan kontainer dari pelabuhan menuju area penyimpanan, sedangkan kegiatan penerimaan didefinisikan sebagai proses penerimaan dan penyimpanan kontainer di lapangan kontainer [11]. Simulasi kejadian diskrit merupakan teknik simulasi di mana perubahan kondisi dipicu oleh sebuah peristiwa atau kejadian [20]. Dalam simulasi ini, perubahan nilai atau status terjadi pada

interval tertentu dan tidak berlangsung secara berkesinambungan, contohnya saat perubahan status dalam proses layanan perbankan, yang membantu menyederhanakan dan meniru perilaku acak dari sistem nyata. Selain itu, simulasi kejadian diskrit mampu memberikan pilihan alternatif rekomendasi tanpa mengganggu operasi sistem yang ada [21]. Metode simulasi kejadian diskrit mendukung analisis variasi dan interaksi antar elemen, sehingga memungkinkan pengukuran dampak terhadap kinerja keseluruhan (*performance*) [11]. Dalam pendekatan simulasi, model konseptual menjadi aspek yang penting. Model konseptual merupakan model untuk merepresentasikan sistem nyata dengan mempertimbangkan semua aspek dalam studi simulasi seperti identifikasi situasi dan kondisi, kebutuhan data, kecepatan pembuatan model dan hasil yang diharapkan [20]. Model konseptual juga menggambarkan input, output, asumsi, simplifikasi yang digunakan dalam simulasi. [11]. Penelitian dilakukan dengan melibatkan studi kasus pada Terminal Petikemas di Indonesia. Model konseptual dibangun berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan selama periode pengamatan Januari 2025 hingga Juni 2025. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan satu asisten manajer operasional terminal untuk memperoleh informasi terkait alur proses aktivitas terminal petikemas dan kendala-kendala operasional yang dihadapi. Observasi lapangan dilakukan secara langsung selama tiga hari kerja, dengan fokus pada aktivitas bongkar muat, pemindahan, dan penumpukan petikemas. Selain itu, data dokumentasi diperoleh dari laporan kinerja internal terminal, denah fasilitas, serta peta alur kerja operasional yang digunakan oleh pihak manajemen.

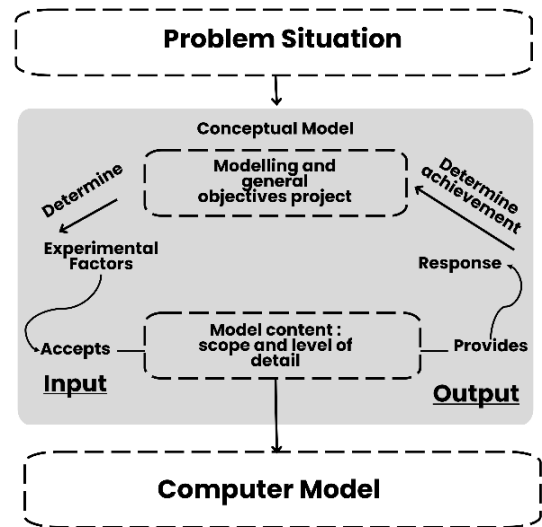
2.1. Kerangka pengembangan model konseptual

Pengembangan model konseptual dalam penelitian ini mengacu pada kerangka dari [20] yang terdiri dari atas empat tahapan utama sebagai berikut.

- a. Identifikasi situasi dan permasalahan,
- b. Penentuan ruang lingkup dan tujuan utama simulasi,

- c. Penentuan input, output, asumsi dan batasan,
- d. Penyusunan struktur sistem dan keterkaitan antar proses.

Kerangka tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka model konseptual [20].

2.2. Ruang lingkup dan komponen model

Ruang lingkup model difokuskan pada proses penanganan petikemas impor mulai dari bongkar muat hingga perizinan akhir. Model ini mencerminkan aktivitas operasional aktual di terminal petikemas dengan indikator kinerja berupa *dwelling time*, utilisasi peralatan dan okupansi *yard*. Komponen informasi dalam model konseptual terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen informasi dalam Model Konseptual

Komponen informasi	Detail
Tujuan utama simulasi	Menganalisis dan menentukan luas atau kapasitas area yang digunakan untuk <i>exclusive area</i> pada masing-masing blok lapangan penumpukan impor
Input model	<ol style="list-style-type: none"> 1) Waktu antar kedatangan entitas yang diwakili oleh waktu antar kedatangan kapal dengan mengikuti pola distribusi tertentu. 2) Atribut dari entitas yang dimaksud ditentukan dalam probabilitas 3) Waktu proses, waktu kerusakan dan waktu perbaikan masing-masing tahapan atau unit mengikuti pola distribusi tertentu,

	<ol style="list-style-type: none"> 4) Kapasitas sumber daya yang tersedia 5) Kapasitas antrian 6) Jumlah sumber daya yang tersedia.
<i>Output model</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Okupansi penggunaan lapangan penumpukan petikemas 2) Utilisasi peralatan penunjang 3) <i>Dwelling time</i>
<i>Batasan model</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pemodelan dilakukan pada aktivitas operasional terminal petikemas arus impor 2) Terdapat 2 ukuran petikemas yang dipertimbangkan yaitu ukuran 20ft dan 40ft 3) Lapangan penumpukan yang dimodelkan adalah lapangan penumpukan petikemas impor dan pemeriksaan fisik
<i>Asumsi model</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) CC, ITV dan RTG yang beroperasi dalam perpindahan petikemas berkapasitas penuh

2.3. Deskripsi sistem terminal petikemas

Terminal petikemas sebagai fasilitas utama di area Pelabuhan berperan sebagai tempat untuk menunjang aktivitas pemindahan petikemas dari jalur laut ke jalur darat. Aktivitas atau layanan utama pada terminal petikemas adalah layanan bongkar muat petikemas baik untuk arus impor maupun ekspor. Gambaran umum aktivitas operasional di terminal petikemas terdapat pada Gambar 1.



Gambar 2. Aktivitas operasional terminal petikemas arus Impor

Aktivitas utama pada arus petikemas impor dimulai dari kedatangan kapal, proses bongkar muat, pemindahan ke lapangan penumpukan, hingga proses *clearance* dan pengeluaran

petikemas sebagai *throughput*. Fasilitas pada terminal petikemas meliputi :

- *Container crane* (CC) sebanyak 11 unit, berperan dalam aktivitas bongkar muat petikemas di Dermaga. Dengan kapasitas 1x40ft dan 2x20ft
- *Internal Transport Vehicle* (ITV) dengan kapasitas 2x40ft atau 4x20ft tiap pergerannya menuju lapangan penumpukan.
- *Yard* terdiri dari 10 blok, setiap blok dilengkapi dengan 1 RTG (*Rubber Tyred Gantry Crane*) dan memiliki karakteristik kapasitas serta jarak tempuh berbeda.
- Proses perizinan diklasifikasikan kedalam 3 jalur, hijau (pemeriksaan dokumen), merah (pemeriksaan dokumen dan fisik) dan karantina (pemeriksaan fisik).

Skema alokasi *yard* yang digunakan adalah *buffer area* yaitu petikemas yang berasal dari berbagai kapal disimpan dalam satu blok dan mekanisme ini akan berubah *exclusive area* yaitu satu blok untuk satu kapal saat terjadi lonjakan arus. Proses peralihan skema membutuhkan *remarshalling stacking* yaitu pemindahan petikemas antar blok [18].

2.4. Pengembangan submodel konseptual

Model konseptual terdiri dari empat submodel utama yang menggambarkan aktivitas sistem terminal petikemas impor secara berurutan

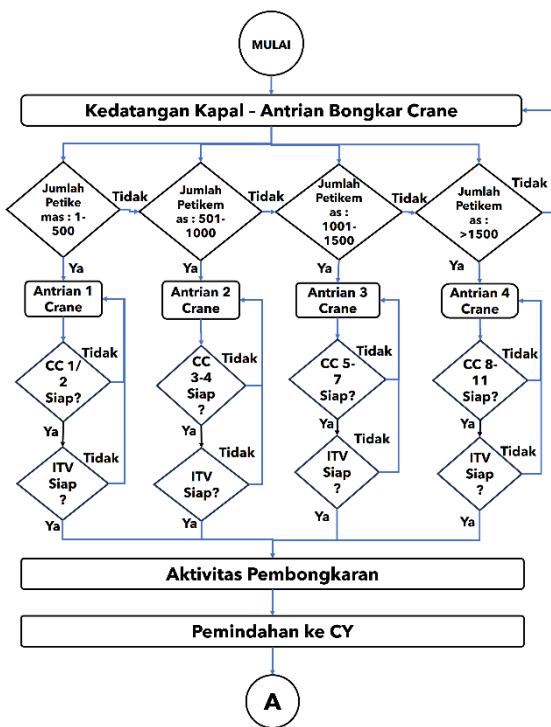
- a. Sub-model aktivitas operasional di dermaga.

Aktivitas operasional dimulai dari kedatangan kapal yang membawa informasi jumlah petikemas serta jenisnya (20ft atau 40ft). Berdasarkan total kuantitas petikemas yang akan dibongkar, sistem menentukan jumlah *container crane* yang akan dialokasikan. Mekanisme penugasan *crane* didasarkan pada kategori jumlah muatan sebagai berikut.

- 1) Penugasan 1 *crane* : bila petikemas dari kapal yang dibongkar sebanyak 1-500 petikemas
- 2) Penugasan 2 *crane* : bila petikemas dari kapal yang dibongkar sebanyak 501 – 1000 petikemas

- 3) Penugasan 3 crane : bila petikemas dari kapal yang dibongkar sebanyak 1001-1500
- 4) Penugasan 4 crane : bila petikemas dari kapal yang dibongkar sebanyak lebih dari 1500 petikemas

Unit crane akan memproses antrian dan memulai aktivitas bongkar muat sesuai dengan penugasan yang ditetapkan. Setiap crane pada kondisi *idle* dapat memproses aktivitas bongkar muat secara langsung, namun jika tidak maka petikemas masuk kedalam antrian hingga crane dalam kondisi *idle*. Petikemas yang berhasil dibongkar kemudian dipindahkan ke *internal transport vehicle (ITV)* dan diarahkan ke *container yard (CY)* untuk tahapan selanjutnya.

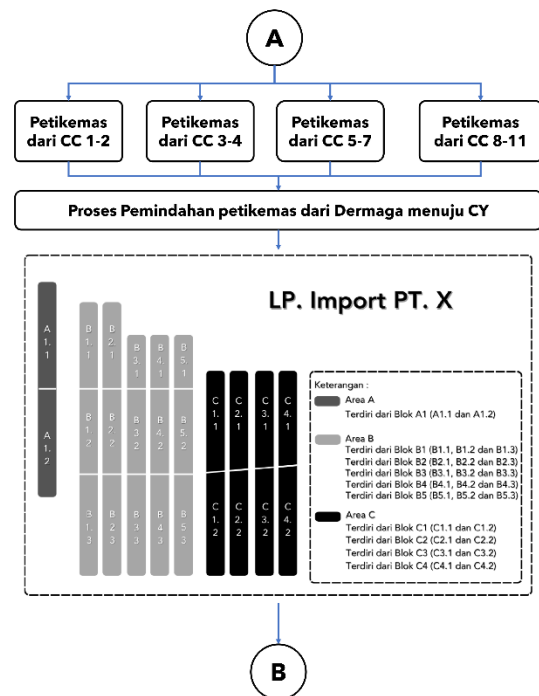


Gambar 3. Model konseptual aktivitas bongkar-muat petikemas di Dermaga.

- Gambar 3, menunjukkan alur pengambilan keputusan dalam alokasi crane dan proses bongkar muat secara paralel berdasarkan muatan kapal. Simbol “A” menunjukkan proses lanjutan yaitu aktivitas pemindahan petikemas ke lapangan penumpukan.
- b. Sub-model aktivitas pemindahan petikemas menuju lapangan penumpukan petikemas

Aktivitas pemindahan dimulai ketika *internal transport vehicle (ITV)* telah mencapai kapasitas penuh yaitu 2x40ft atau 4x20ft. Setiap ITV menuju lapangan penumpukan *container yard* berdasarkan blok tujuan. Dalam sistem ini, petikemas dari semua *container crane* menuju ke masing-masing blok sesuai dengan perencanaan berdasarkan kapasitas masing-masing blok.

Gambar 4 menunjukkan model konseptual pemindahan petikemas dari dermaga menuju yard. Proses ini secara langsung mempengaruhi waktu tempuh ITV berdasarkan jarak dan antrian menuju blok yang ditentukan. Kecepatan ITV berada pada 15-20 km/jam. *Container yard* memiliki tiga kelompok area yaitu A, B dan C yang masing-masing terdiri dari sub-blok dengan kapasitas serta karakteristik yang berbeda. Alur lanjutan menuju aktivitas penumpukan petikemas pada *container yard* oleh RTG ditunjukkan melalui simbol B.

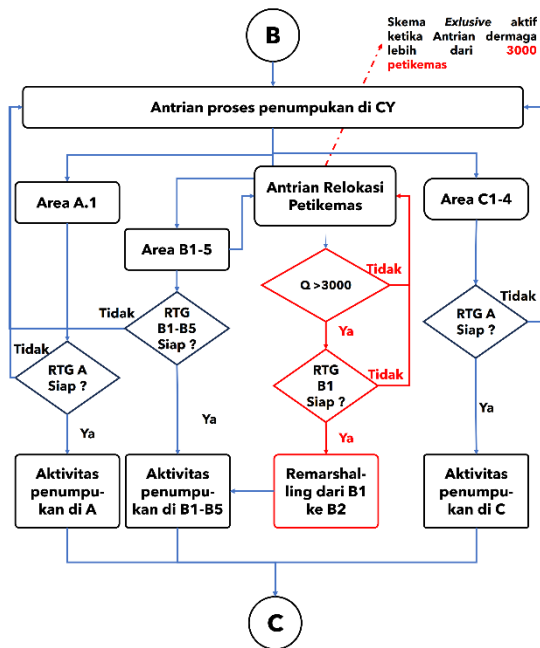


Gambar 4. Model konseptual pemindahan petikemas ke yard

- c. Sub-model aktivitas penerimaan petikemas di LP
- Proses penerimaan dimulai ketika ITV dengan kapasitas penuh tiba di *container yard* sesuai perencanaan. Aktivitas bongkar muat dilengkapi dengan peralatan *RTG (Rubber*

Tyred Gantry Crane) yang tersedia 1 unit dimasing-masing blok. Kesiapan RTG menjadi syarat utama sebelum dilaksanakannya aktivitas bongkar muat di Lapangan Penumpukan.

Gambar 5 menunjukkan alur keputusan dan proses penumpukan dalam skema *buffer area* dan *exclusive area*. Ketika antrian petikemas di dermaga melebihi 3000 box petikemas dan blok B1 penuh, maka aktivitas *remarshalling* akan dilakukan. *Remarshalling* adalah pemindahan petikemas dari blok B1 menuju blok B2 sebagai bentuk persiapan *exclusive area* agar petikemas yang menumpuk di dermaga dapat secara langsung dipindah dan diletakkan pada blok B1. Aktivitas operasional dilanjutkan menuju tahap *clearance* sebagaimana ditunjukkan dengan simbol C pada diagram.



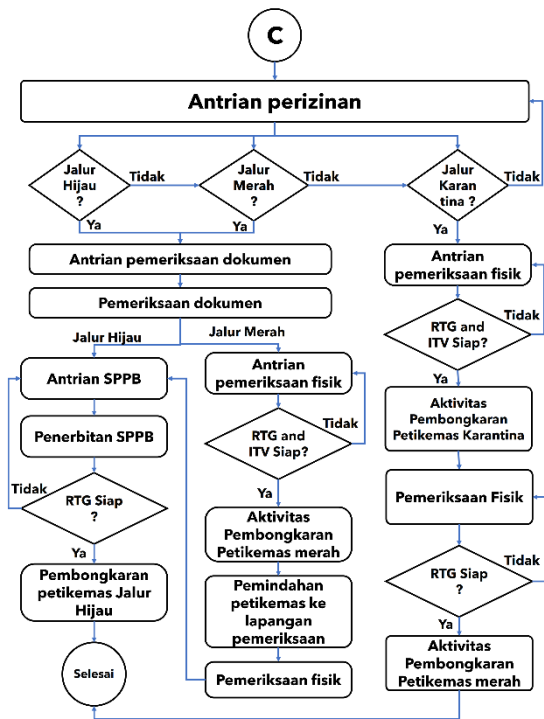
Gambar 5. Model konseptual penerimaan petikemas di Lapangan Penumpukan

d. Sub-model aktivitas perizinan petikemas di LP

Petikemas yang ditempatkan pada lapangan penumpukan, melalui proses *clearance* yang dilakukan dengan mengklasifikasikan petikemas dalam tiga jalur pemeriksaan yaitu jalur hijau, jalur merah dan karantina sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Petikemas dalam kategori hijau melalui pemeriksaan dokumen dan penerbitan SPPB, jalur merah melalui pemeriksaan

dokumen dan pemeriksaan fisik sebelum penerbitan SPPB dan petikemas pada jalur karantina hanya melalui pemeriksaan fisik di area terpisah.

Gambar 6 memperlihatkan model konseptual dari proses *clearance* ini, termasuk kondisi kesiapan alat seperti RTG dan ITV, yang mempengaruhi kelancaran pemeriksaan fisik dan proses pemindahan petikemas ke blok pemeriksaan. Petikemas yang telah memperoleh SPPB dan keluar dari terminal petikemas menjadi *throughput*.



Gambar 6. Model konseptual aktivitas *clearance* dan perizinan petikemas

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan model konseptual terminal petikemas pada arus impor, yang merepresentasikan aktivitas operasional secara menyeluruh mulai dari kedatangan kapal hingga pengeluaran petikemas dari area terminal petikemas. Model dikembangkan sebagai dasar pemodelan simulasi kejadian diskrit dengan mengacu pada data historis dari terminal petikemas Indonesia. Terdapat empat submodel utama yang membentuk struktur model, yaitu:

- a. Submodel aktivitas operasional dermaga, merepresentasikan proses bongkar petikemas dengan alat penunjang *container crane*;
- b. Submodel aktivitas operasional pemindahan petikemas, merepresentasikan aktivitas pemindahan petikemas dari dermaga menuju lapangan penumpukan disertai perhitungan waktu tempuh pada peralatan penunjang *internal transport vehicle (ITV)*;
- c. Submodel penumpukan, merepresentasikan proses penerimaan dan *stacking* petikemas oleh peralatan penunjang *rubber tyred gantry crane (RTG)* serta penentuan penerapan skema alokasi penggunaan LP yaitu *buffer area* dan *exclusive area*;
- d. Submodel perizinan, merepresentasikan pengelolaan aktivitas perizinan (*clearance*) berdasarkan jalur hijau, merah dan karantina hingga penerbitan SPPB dan pengeluaran petikemas dari terminal.

Model yang dikembangkan disertai informasi pemetaan kebutuhan sumber daya yang digunakan seperti *container crane*, RTG dan ITV, kapasitas fasilitas serta logika dasar pengaturan lalu lintas di terminal petikemas. Hasil awal menunjukkan bahwa model konseptual mampu menangkap kompleksitas sistem terminal secara representatif, termasuk interaksi antar proses yang saling mempengaruhi kinerja operasional. Simulasi awal dengan skenario *baseline* memperkirakan rata-rata *dwelling time* sebesar 4,9 hari mendekati nilai aktual di terminal yaitu 5,05 hari.

Validasi model dilakukan dengan membandingkan antara output simulasi awal dengan data histori operasional terhadap indikator *throughput petikemas* yang terdiri dari *berth throughput*, *yard throughput*, *red throughput*, *quarantine throughput* dan *dwelling time* petikemas. Hasil validasi menunjukkan kesesuaian rata-rata output dan fluktuasi hasil simulasi dengan data aktual operasional terminal petikemas.

Keunggulannya terletak pada pendekatannya yang terintegrasi dan kontekstual pada seluruh tahapan operasional terminal petikemas. Pendekatan juga

dipertimbangkan secara sistemik dan disesuaikan dengan kondisi terminal petikemas negara berkembang. Hal ini membedakan dengan sebagian besar penelitian sebelumnya yang membahas secara parsial dan hanya fokus pada satu aspek sistem terminal petikemas.

Model ini dirancang untuk diuji lebih lanjut melalui simulasi skenario penerapan skema alokasi *buffer area* dan *exclusive area*. Indikator evaluasi mencakup *dwelling time*, tingkat okupansi lapangan penumpukan (LP), serta utilisasi peralatan utama. Validitas model terus dievaluasi melalui perbandingan hasil simulasi terhadap data historis operasional terminal.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model konseptual sistem terminal petikemas untuk arus impor sebagai dasar dalam menganalisis efisiensi operasional terminal, khususnya terkait penggunaan *buffer area* dan *exclusive area* pada lapangan penumpukan. Hasil utama menunjukkan bahwa model konseptual yang dibangun mampu merepresentasikan keterkaitan proses-proses kunci di terminal secara sistemik dan terstruktur, serta dapat mengakomodasi dinamika alokasi fasilitas yang kompleks.

Temuan penting yang diperoleh menunjukkan bahwa struktur sistem terminal petikemas dapat dimodelkan secara modular melalui empat subproses utama, sehingga memungkinkan dilakukannya simulasi berbasis skenario terhadap perubahan kebijakan alokasi *yard*. Model ini membuka ruang evaluasi terhadap dampak alokasi fasilitas terhadap indikator kinerja seperti *dwelling time*, utilisasi alat, dan okupansi lapangan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk :

- a. Melakukan validasi kuantitatif terhadap model menggunakan data historis operasional pelabuhan guna mengukur ketepatan representasi model terhadap kondisi nyata.
- b. Mengembangkan modul simulasi eksperimental yang dapat mensimulasikan berbagai skenario lonjakan arus dan alternatif kebijakan alokasi *yard* secara lebih komprehensif.

- c. Mengintegrasikan model ini ke dalam sistem berbasis digital seperti Decision Support System (DSS) agar dapat digunakan oleh operator terminal dalam pengambilan keputusan secara real-time.
- d. Menambahkan komponen biaya dan waktu operasional dalam model simulasi untuk mengevaluasi trade-off antara efisiensi waktu dan efisiensi biaya dalam pengelolaan terminal.

Dengan pengembangan lanjutan tersebut, diharapkan model dapat dimanfaatkan sebagai alat analisis sekaligus instrumen strategis dalam perencanaan serta pengendalian operasional terminal petikemas yang berkelanjutan.

5. Daftar Pustaka

- [1] L. Zhen, D. Zhuge, S. Wang, and K. Wang, "Integrated berth and yard space allocation under uncertainty," *Transp. Res. Part B Methodol.*, vol. 162, no. May, pp. 1–27, 2022, doi: 10.1016/j.trb.2022.05.011.
- [2] R. Nugroho, E. Setijaningrum, and I. Mustaqim, "7 Years of Dwelling Time Policy," *DiA J. Adm. Publik*, vol. 22, no. 1, pp. 194–207, 2024.
- [3] F. Kurniawan, S. N. Musa, B. Nurfauzi, R. Ferdian, and F. Khair, "Container Terminal Performance: System Dynamic Approach with Port Capacity Constraints and ESG Integration," *Jordan J. Mech. Ind. Eng.*, vol. 18, no. 1, pp. 59–73, 2024, doi: 10.59038/jjmie/180105.
- [4] L. Intan Gareti, M. A. Bisma, and R. Fayaqun, "Evaluasi Rencana Pengembangan Lapangan Penumpukan Petikemas di Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu dengan Acuan YOR (Yard Occupancy Ratio)," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 7, no. 2, pp. 18528–18536, 2023.
- [5] S. Suryadi, D. Wisnawati, N. F. Maulani, M. A. Baiquni, and D. Zulkarnaen, "The Influence Of Stacking Yard Utilization and Operational Performance on Loading and Unloading Productivity at The Koja Container Terminal Joint Operation," *Meteor stip marunda*, vol. 17, no. 1, pp. 50–61, 2024.
- [6] M. Saini and T. Lerher, "ASSESSING THE FACTORS IMPACTING SHIPPING CONTAINER DWELL TIME: A MULTI-PORT OPTIMIZATION STUDY," *Bus. Theory Pract.*, vol. 25, no. 1, pp. 51–60, Feb. 2024, doi: 10.3846/btp.2024.19205.
- [7] F. Bu, J. Liu, H. Liao, and H. Nachtmann, "An alternative solution to congestion relief of U.S. seaports by container-on-barge: A simulation study," *Simul. Model. Pract. Theory*, vol. 129, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.simpat.2023.102836.
- [8] R. H. Gurning and A. Riadi, "Dwelling Time Analysis Using Dynamic System Model in the Implementation of National Logistics Ecosystem at Port Jakarta International Container terminal," *Omni-Akuatika Spec. Issue 4th KRIPIK - SciFiMaS 2022*, vol. 8, no. 13, 2022, doi: http://dx.doi.org/10.20884/1.oa.2022.18.S1.973.
- [9] N. H. Z. Aznam and N. S. N. Khurizan, "Discrete-Event Simulation and Data Envelopment Analysis in Port Efficiency Evaluation: A Bibliometric Analysis and Mapping of Combined Databases," in *Proceeding of the 3rd international conference on Advanced Information Scientific Development (ICAISD) 2023*, 2024, pp. 84–95. doi: 10.5220/0012444300003848.
- [10] A. O. Moeis, I. R. Adfikaputra, and A. D. Setiawan, "Stacking Activity Modeling in Tanjung Priok Container Terminal Using Discrete Event Simulation," in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2023, pp. 1739–1749. doi: 10.46254/an13.20230497.
- [11] N. Siswanto, M. Kusumawati, A. R. Baihaqy, S. E. Wiratno, and R. Sarker, "New Approach for Evaluating Berth Allocation Procedures Using Discrete Event Simulation to Reduce Total Port Handling Costs," *Oper. Supply Chain Manag.*, vol. 16, no. 4, pp. 535–553, 2023, doi: 10.31387/oscm0550410.
- [12] R. Hassan, R. Oloan, S. Gurning, and D. W. Handani, "Analysis of the Container Dwell Time at Container Terminal by

- Using Simulation Modelling,” *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 2548–1479, 2020.
- [13] M. A. Budiyanto, M. I. Zaki, and S. B. Suhendar, “Operational Effect on the Increase of Quay Cranes to Reduce Dwelling Time at the Container Terminal,” *E3S Web Conf.*, vol. 405, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202340504025.
- [14] D. K. Bett, I. Ali, M. Gheith, and A. Eltawil, “DISCRETE EVENT SIMULATION OF TRUCK APPOINTMENT SYSTEMS IN CONTAINER TERMINALS : A DUAL TRANSACTIONS APPROACH,” in *The International Maritime and Logistics Conference “Marlog 13,”* 2024, no. March, pp. 1–16.
- [15] A. De Wibowo Muhammad Sidik, D. Ramdani, D. Sopandita, A. Z. Zam Fadilah, and E. Efendi, “Modelling and Optimization Containers Dwell-Time in Tanjung Perak Port Indonesia,” *6th Int. Conf. Comput. Eng. Des. ICCED 2020*, vol. 1, pp. 21–24, 2020, doi: 10.1109/ICCED51276.2020.9415805.
- [16] E. Rosca, F. Rusca, V. Carlan, O. Stefanov, O. Dinu, and A. Rusca, “Assessing the Influence of Equipment Reliability over the Activity Inside Maritime Container Terminals Through Discrete-Event Simulation,” *Systems*, vol. 13, no. 3, pp. 1–22, 2025, doi: 10.3390/systems13030213.
- [17] M. Neagoe, H. H. Hvolby, M. S. Taskhiri, and P. Turner, “Using discrete-event simulation to compare congestion management initiatives at a port terminal,” *Simul. Model. Pract. Theory*, vol. 112, no. June, p. 102362, 2021, doi: 10.1016/j.simpat.2021.102362.
- [18] M. K. Li and T. L. Yip, “Joint planning for yard storage space and home berths in container terminals,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 51, no. 10, pp. 3143–3155, 2013, doi: 10.1080/00207543.2012.760852.
- [19] F. Kurniawan, S. N. Musa, N. H. Moin, and T. R. Sahroni, “A Systematic Review on Factors Influencing Container Terminal’s Performance,” *Oper. Supply Chain Manag.*, vol. 15, no. 2, pp. 174–192, 2022, doi: 10.31387/oscm0490339.
- [20] S. Robinson, R. Brooks, K. Kotiadis, and D.-J. Van Der Zee, *Conceptual Modeling For Discrete-Event Simulation*. London: Taylor & Francis Group, 2011.
- [21] W. D. Kelton, R. P. Sadowski, and D. A. Sadowski, *Simulation With Arena 2nd ed Kelton*, 2nd ed. McGraw-Hill, 2002. [Online]. Available: <https://www.amazon.com/Simulation-McGraw-Hill-Industrial-Engineering-Management/dp/0071122397>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

