



## **Analisis Sistem Antrian Gudang Cross-dock Menggunakan Sistem Antrian (M/M/S) Pada Industri Perakitan Mobil**

**Adi Fitra <sup>1\*</sup>, Suhendra <sup>2</sup>, Tri Ngudi <sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa

\*Korespondensi Penulis, E-mail: [adi.fitra@pelitabangsa.ac.id](mailto:adi.fitra@pelitabangsa.ac.id)

### **Abstract**

*The car assembly industry continues to grow, especially in Indonesia. Logistics is one of the fields that supports the car assembly industry such as the Cross-dock warehouse. The Cross-dock warehouse itself has a capacity limit in receiving queues of containers received in the truck unloading waiting area. Queue analysis was carried out at the Cross-dock company in the car assembly industry in Cikarang using the Queue method (M/M/S). Where the current container receiving capacity is obtained at a maximum of 12 containers per hour and the unloading capacity of 2 containers per hour will not exceed the waiting capacity for container unloading as many as 8 containers, if it is found that the arrival of containers exceeds 12 containers, it will result in the container being outside the Cross-dock system and must be outside the Cross-dock warehouse.*

**Keywords:** Queue, Cross-dock, M/M/S, Container

### **Abstrak**

Industri perakitan mobil terus berkembang khususnya di Indonesia. Logistik adalah salah satu bidang yang mendukung industri perakitan mobil seperti adanya gudang Cross-dock. Gudang Cross-dock sendiri mempunyai batasan kapasitas dalam menerima antrian container yang diterima di area tunggu bongkar truk. Analisa antrian dilakukan pada perusahaan Cross-dock di Industri perakitan mobil di Cikarang dengan menggunakan metode Antrian (M/M/S). Dimana didapatkan kapasitas penerimaan container saat ini sudah maksimal dengan 12 container perjam dan kapasitas bongkaran 2 kontainer perjam tidak akan melebihi dari kapasitas tunggu bongkaran container sebanyak 8 kontainer jika didapati kedatangan kontainer melebihi dari 12 kontainer maka akan mengakibatkan container berada diluar dari system Cross-dock dan harus berada di luar dari gudang Cross-dock.

**Kata kunci:** Antrian, Cross-dock, M/M/S, Kontainer

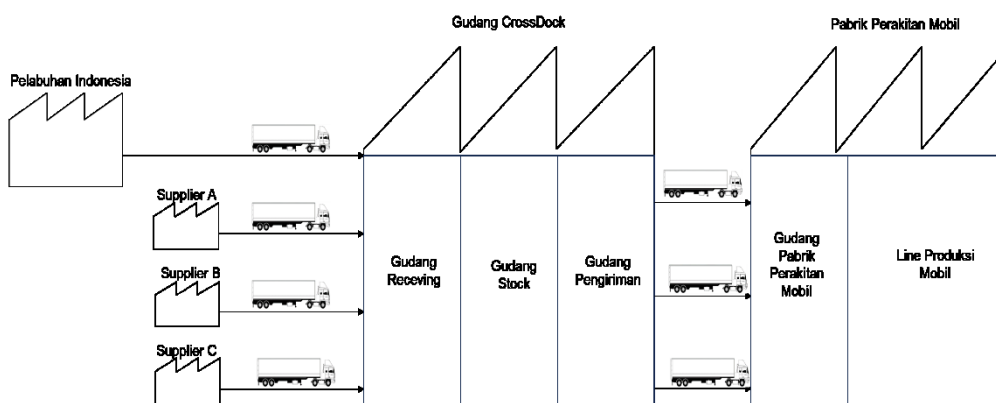
## **1. Pendahuluan**

Perkembangan industri perakitan mobil terus berkembang di area ASEAN khususnya di Indonesia [1]. Perkembangan ini tidak saja tentang teknologi dalam perakitan mobil tetapi termasuk industri pendukung dari perakitan mobil yaitu logistik [2]. Logistik adalah salah satu industri pendukung untuk industry perakitan mobil yang sangat penting, hal ini dikarenakan oleh proses logistik akan memastikan ketersediaan barang dan proses pengiriman barang dari barang mentah sampai dengan barang jadi dan diterima di pembeli unit kendaraan[3].

Proses logistik yang baik adalah proses logistik yang dapat menghilangkan pemborosan seperti waktu menunggu dan dapat meningkatkan utilisasi baik dari orang dan peralatan di operasional logistik tersebut. Seperti diketahui bahwa biaya dari logistik di Indonesia saat ini mencapai 30% dari suatu produk tersebut [4], baik dari segi transportasi, gudang, sistem supporting yang berjalan, packing, peralatan logistik dan juga biaya orang yang bekerja didalamnya [2].

Biaya logistik adalah biaya yang tidak dirasakan oleh pembeli dimana biaya tersebut adalah biaya yang harus dibayarkan agar barang yang mereka inginkan sampai ke tangan pembeli [4]. Dalam industri perakitan mobil biaya logistik sangatlah tinggi. Biaya ini bisa dimulai dari para pemasok barang baik dari import ataupun dari dalam negeri [1].

Gudang Cross-dock ini digunakan untuk proses penerimaan barang dari container. Dimana nantinya barang akan dikirimkan dalam bentuk barang yang diperlukan saja sesuai dengan order dari line produksi perakitan mobil [5]. Gudang Cross-dock digunakan sebagai gudang sementara agar tidak menumpuk di gudang perakitan mobil. Gudang Cross-dock juga digunakan untuk mengurangi kedatangan dari kontainer dengan menyimpan barang yang akan digunakan nanti dan focus dengan mengirimkan barang yang dibutuhkan untuk produksi pada hari tersebut. Berikut dibawah adalah gambaran system untuk system gudang Cross-dock di industry perakitan mobil [6].



**Gambar 1. Warehouse cross dock**

Barang yang biasa dikirimkan adalah barang import part dimana barang yang dikirimkan oleh para pemasok berasal dari luar negeri biasanya barang yang dikirimkan dari negara pabrikan perakitan mobil tersebut. Barang yang dikirimkan didalam container biasa nya terdiri dalam bentuk pallet besi dimana didalamnya terdapat part dalam bentuk packing yang lebih kecil [7].

Proses penerimaan barang dari kontainer ini mempunyai permasalahan terhadap jadwal pengiriman dari Pelabuhan Indonesia ke gudang luar hal ini dikarenakan selesainya proses document di pelabuhan dan ketersediaan truk pengangkut kontainer yang menjadikan masalah [8]. Walaupun sudah dilakukan penjadwalan akan sulit dalam membuat perencanaan kontainer dalam hitungan yang tepat dengan toleransi yang kecil seperti dalam satuan menit [9]. Dikarenakan oleh permasalahan ini jadwal penerimaan kontainer biasanya dibuat dalam hitungan penerimaan perhari dimana tidak diketahui ketepatan waktu penerimaan. Hal ini juga dikarenakan oleh lokasi industri perakitan mobil yang berada di Cibitung, Cikarang, Karawang dan Puwakarta [10]. Posisi dari Pelabuhan Indonesia yang ada di Jakarta Utara juga menyulitkan dalam proses pengiriman karena jarak yang jauh dan juga banyaknya titik kemacetan dari kedua jarak tersebut [11].

Dengan adanya kendala tersebut maka kedatangan dari kontainer akan berbentuk bilangan poisson dimana kedatangan hanya dapat dibuat dengan satuan jam. Dengan kedatangan poisson tersebut akan membuat perencanaan dari utilisasi docking unloading, peralatan dan administrasi dokument akan tidak maksimal [12]. Penelitian akan dilakukan di gudang Cross-dock industri perakitan mobil Dimana nantinya akan melakukan penelitian terhadap kapasitas dari waiting container area. Hal ini diharapkan agar dapat menentukan kapasitas penerimaan kontainer didalam system Cross-dock yang sedang berjalan. Gudang Cross-dock mempunyai beberapa target yang harus dipenuhi yaitu biaya operasional dan juga sistem Cross-dock itu sendiri Dimana truk kontainer tidak boleh menunggu di luar dari area kontainer menunggu yang sudah disiapkan [13]. Jika ada kontainer menunggu diluar dari gudang Cross-dock dapat mendapatkan teguran dari bagian keamanan dan pengelola Kawasan industri Dimana nantinya bisa membuat truk tersebut di putar keluar dari Kawasan dan waktu



menunggu dari kontainer tersebut menjadi lebih lama dan sulit untuk dilakukan pencarian karena posisi truk menunggu tersebut. Target lainnya adalah dengan melakukan analisa pada saat terjadinya kenaikan kontainer pada lebaran dan tahun baru Dimana diperkirakan kontainer yang diterima mencapai 12 kontainer per jam. Untuk itu perlu diketahui kapasitas maksimal dari gudang Cross-dock tersebut.

## **2. Kajian Pustaka**

### **2.1 Teori Antrian**

Suatu kegiatan dimana permintaan pelayanan melebihi dari kapasitas akan mengakibatkan adanya antrian ataupun proses menunggu. Teori antrian adalah suatu teori matematika dari fenomena antrian, barisan dan proses menunggu [14]. Dasar dari antrian adalah kapasitas yang berlebihan dimana penunggu fasilitas tidak dapat langsung menggunakan atau mendapatkan fasilitas yang diinginkan sehingga adanya antrian, Dengan melakukan penambahan fasilitas dapat mengurangi antrian akan tetapi akan ada faktor peningkatan biaya didalamnya sehingga menurunkan keuntungan dari operasional yang dijalankan.

Teori antrian adalah proses stokastik dimana melakukan perhitungan dalam tingkat kedatangan dengan tingkat pelayanan yang terjadi[15]. Didalam proses antrian variable dalam bilang acak tidak terbatas sehingga kedatangan dalam suatu antrian akan berbentuk bilangan poisson. Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari proses menunggu sampai dengan mendapatkan pelayanan :

1. Sistem pelayanan komersial, sistem ini adalah sistem perbandingan antara kedatangan orang dengan orang yang melayani seperti antrian supermarket.
2. Sistem Pelayanan bisnis, system ini mencakup lini produksi, sistem material handling, sistem pergudangan, dan sistem-sistem informasi computer
3. Sistem pelayanan transportasi untuk beberapa sistem kendaraan merupakan pelanggan seperti mobil menunggu di lampu lalu lintas, truk menunggu muatan dibongkar, pesawat terbang menunggu mendarat atau terbang dari landasan.
4. Sistem pelayanan social, merupakan sistem-sistem pelayanan yang dikelola oleh kantor-kantor dan jawatan – jawatan oleh local maupun nasional, seperti kantor registrasi SIM dan STNK, Kantor Pos, rumah Sakit, Puskesmas.

### **2.2 Element Dasar Antrian**

Sistem gudang masuk kedalam pelayanan bisnis dan industri dimana melakukan proses pelayanan transportasi baik ditruk dan juga di gudang dimana dalam proses pergudangan juga terdapat adanya antrian untuk melakukan bongkaran baik dalam bentuk barang dan juga document administrasi. Terdapat tiga element dasar yang membentuk sistem antrian yaitu [14]:

1. *Customer* adalah orang atau sesuatu yang menunggu didalam pelayanan.
2. *Queue* adalah kelompok orang yang menunggu untuk dilayani
3. *Server* adalah orang atau sesuatu yang melayani.

### **2.3 Model Antrian**

Antrian adalah tempat pelanggan menunggu sebelum dilayani sampai tersedia server untuk memprosesnya. Antrian dapat terbatas dan tak terbatas. Antrian terbatas dibatasi oleh kapasitas jumlah pelanggan, sedangkan antrian tak terbatas tidak dibatasi oleh kapasitas jumlah pelanggan. Antrian dikelola oleh disiplin antrian yaitu aturan keputusan yang menjelaskan cara melayani pelanggan. Terdapat 4 bentuk disiplin antrian yang biasa digunakan :

1. *First-Come First-Served (FCFS)* atau *First-In First-Out (FIFO)*; artinya lebih dulu datang, lebih dulu dilayani(keluar).
2. *Last-Come First-Served (LCFS)* atau *Last-In First-Out (LIFO)*; artinya yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar.



3. *Service In Random Order* (SIRO); artinya panggilan layanan didasarkan pada peluang secara random, tidak melihat siapa yang lebih dulu tiba.
4. *Priority Service* (PS); artinya prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dulu tiba dalam garis tunggu.

#### **2.4 Model Server Antrian**

Server atau mekanisme pelayanan adalah yang melayani pelanggan. Server atau mekanisme pelanggan. Server atau mekanisme pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih fasilitas pelayanan dan setiap fasilitas pelayanan terdiri dari satu atau lebih jalur pelayanan parallel [14]. Mekanisme Pelayanan.

1. *Singel Channel Single Phase/Single Server Single Phase* (satu saluran satu tahap)
2. *Multi Channel Single Phase/Multi Server Single Phase* (Banyak Saluran Satu Tahap)
3. *Single Channel Multi Phase/Single Server Multi Phase* (satu saluran banyak tahap)
4. *Multi Channel Single Phase/Multi Server Single Phase* (Banyak Saluran Banyak Tahap)

#### **2.5 Mengukur Kinerja Antrian**

Model antrian membantu para peneliti untuk membuat keputusan, dengan cara menganalisis antrian diperoleh banyak ukuran kinerja sebuah antrian, yang meliputi berikut :

1. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam antrian.
2. Panjang antrian rata-rata.
3. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam sistem(waktu tunggu ditambah waktu pelayanan).
4. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem.
5. Probabilitas fasilitas pelayanan akan kosong.
6. Faktor utilisasi sistem.
7. Probabilitas sejumlah pelanggan berada dalam sistem.

Model antrian yang sering digunakan untuk ukuran- ukuran kinerja dari sistem antrian antara lain dengan melakukan analisa lama waktu pelanggan harus menunggu sebelum mendapatkan pelayanan. Presentase waktu fasilitas pelayanan yang tidak digunakan atau menganggur karena tidak ada pelanggan. Ukuran-ukuran kinerja tersebut merupakan parameter yang menentukan kinerja dari suatu fasilitas. Semakin singkat waktu bagi pelanggan untuk menunggu dan semakin sedikit waktu menganggur fasilitas pelayanan berarti kondisi sistem akan semakin optimal.

#### **2.6 MODEL M/M/S (Multi Channel Single Phase atau Model Antrian Jalur Berganda)**

Model antrian M/M/S mempunyai dua atau lebih dari jalur pelayanan yang digunakan untuk melakukan pelayanan [14]. Dalam metode ini kedatangan dari para pengguna jasa berada dalam bilangan poisson dan pelayanan yang digunakan adalah pelanggan yang data pertama kali akan dilayani secara terlebih dahulu. Dalam perhitungan M/M/S akan ada beberapa notasi dan terminologi dalam melakukan analisis karakteristik model antrian yaitu :

- $\lambda$  : tingkat atau laju kedatangan.  
 $\mu$  : tingkat atau laju pelayanan.  
 $s$  : jumlah server (jalur pelayanan paralel) dalam sistem antrian.  
 $P_0$  : probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem antrian.  
 $L_s$  : ekspektasi jumlah pelanggan dalam sistem antrian.



$L_q$  : ekspektasi panjang antrian (selain pelanggan yang sedang dilayani).  
 $W_s$  : waktu tunggu dalam sistem (termasuk waktu pelayanan) untuk setiap individu pelanggan.  
 $W_q$  : waktu tunggu dalam antrian (diluar waktu pelayanan) untuk setiap individu pelanggan.

Berikut adalah beberapa persamaan yang akan digunakan pada penelitian ini.

$$P_0 = \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M \frac{M\mu}{M\lambda - \mu}} \quad \text{Pers.1}$$

Persamaan satu ini adalah  $P_0$  akan digunakan dalam melihat potensi probabilitas truk kontainer tidak ada didalam antrian.

$$L_s = \frac{\lambda\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M}{(M-1)!(M\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} \quad \text{Pers. 2}$$

Persamaan dua adalah  $L_s$  akan digunakan dalam melihat potensi jumlah truk kontainer didalam proses p

$$L_q = L_s \frac{\lambda}{\mu}$$

hitungannya untuk diluar.

Pers. 3

Persamaan tiga adalah  $L_q$  akan digunakan untuk melakukan perhitungan seberapa banyak truk container yang akan antri didalam sistem.

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \quad \text{Pers. 4}$$

Persamaan empat ini adalah  $W_s$  akan digunakan untuk menghitung waktu tunggu truk container didalam sistem yang berjalan.

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad \text{Pers.5}$$

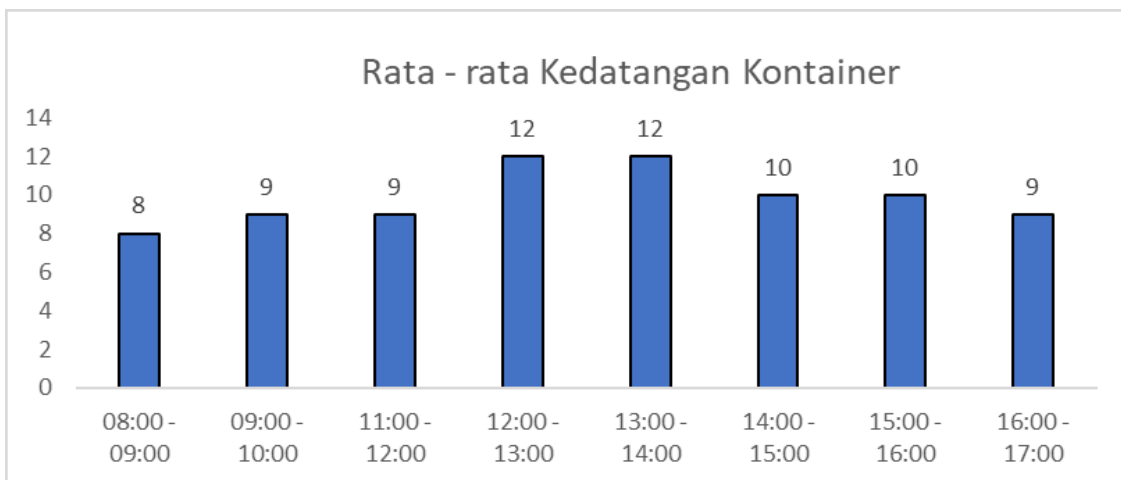
Persamaan lima adalah  $W_q$  akan digunakan untuk melakukan perhitungan total waktu tunggu didalam penelitian.

### 3. Metode Penelitian

Metode pengumpulan data penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Dalam penelitian ini, Penulis mengambil data primer berupa data kedatangan dari kontainer selama satu minggu yang dimulai dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00 data akan dibuat dalam kapasitas pelayanan per jam dan kedatangan container per jam. Data tersebut nantinya akan dibuatkan rata – rata Dimana nantinya akan dilakukan Analisa per jam untuk kondisi yang berjalan. Tahapan selanjutnya adalah melakukan Analisa terhadap kapasitas container berada di dalam system Cross-dock Dimana diketahui bahwa kapasitas maksimal gundang Cross-dock didalam system ini adalah sebanyak 7 container.

**4. Hasil Pengolahan Data**

Jenis penelitian ini dilakukan dengan menggunakan penelitian terapan. Penelitian terapan adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi dari permasalahan tertentu secara praktis. Analisis data kedatangan dari kontainer yang datanya didapatkan dengan melakukan pendataan waktu selama satu minggu dimulai dari hari senin sampai dengan hari jumat dan dimulai dari jam 08:00 sampai dengan jam 17:00. Kedatangan dari kontainer tersebut setiap jam akan diberikan tanda ( $\lambda$ ) dan tingkat pelayanan unloading docking container yang sudah dilakukan dan didiskusikan dengan operasional *warehouse Cross-dock* akan diberikan waktu pelayanan rata – rata per jam dengan lambang ( $\mu$ ). Kapasitas pelayanan kontainer tersebut terdiri dari 2 docking. Penelitian dimulai dengan melakukan pendataan terhadap kedatangan container dalam satu minggu berikut adalah data kedatangan kontainer tersebut :



**Gambar 2.** Rata – rata kedatangan kontainer

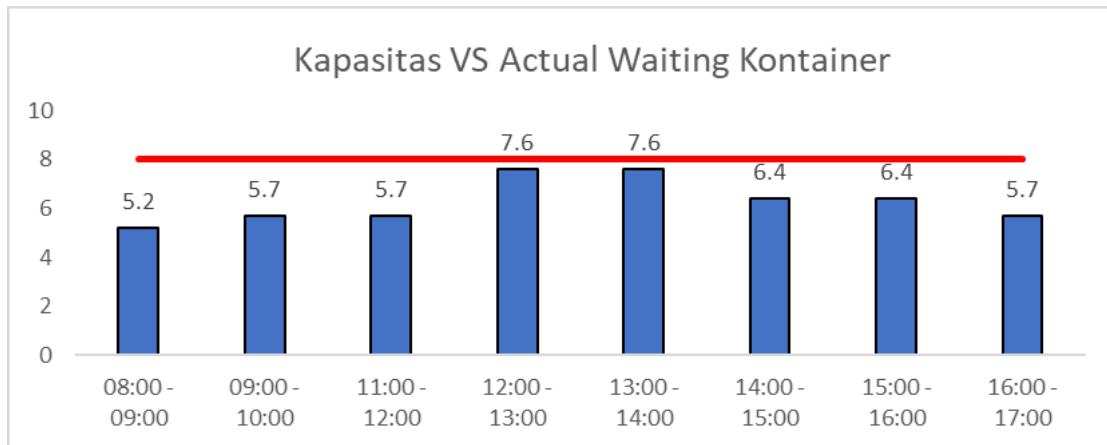
Jam Operasional	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Rata -Rata

**Gambar 3.** Tabel rata – rata kedatangan kontainer

Dari data tersebut memperlihatkan bahwa kedatangan pada jam 08.00 – 09.00 adalah kedatangan kontainer dengan jumlah terendah Dimana hanya 8 kontainer saja dan puncak penerimaan kontainer adalah pada jam 12:00 sampai dengan jam 14:00 dengan jumlah kontainer mencapai 12 kontainer per jam. Hal ini terjadi kemacetan dan jarak dari Pelabuhan menuju ke gudang Cross-dock. Pada akhir operasional yaitu pada jam 16:00 – 17:00 kontainer yang akan diterima akan turun mencapai dengan 9 kontainer per jam. Berdasarkan dengan data diatas maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai  $P_o$ ,  $L_q$ ,  $L_s$ ,  $W_q$  dan  $W_s$ . Dalam penelitian ini data akan difokuskan untuk membahas hasil perhitungan dari  $L_s$  yaitu jumlah kontainer yang berada didalam sistem antrian. Hal



ini dikarenakan kapasitas maksimal  $L_s$  dalam sistem Cross-dock ini adalah 8 kontainer. Perhitungan untuk setiap jam kedatangan dari kontainer tersebut dilakukan untuk mendapatkan data sistem yang berjalan sehingga dapat melakukan Analisa apakah area sistem dari gudang Cross-dock tersebut masih berada dalam toleransi atau sudah melebihi dari kapasitas bongkaran gudang tersebut.

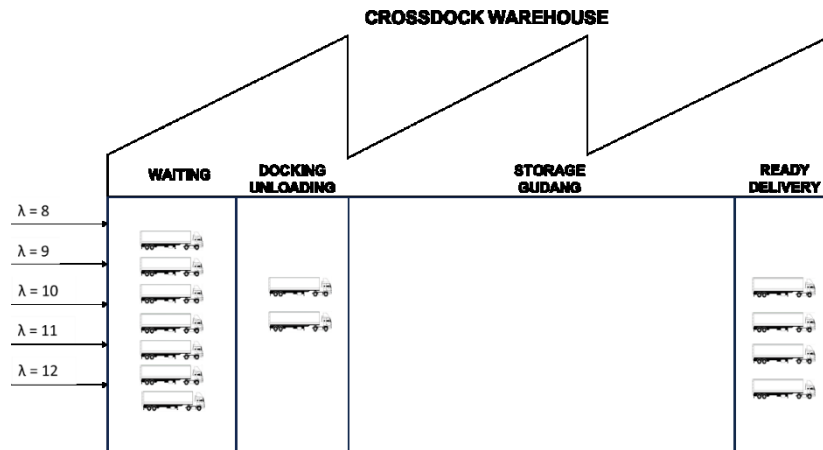


**Gambar 4.** Kapasitas vs *actual waiting* kontainer kondisi berjalan

Jam Operasional	Average	Po	Lq	Ls	Wq	Ws

**Gambar 5.** Tabel kapasitas kondisi berjalan

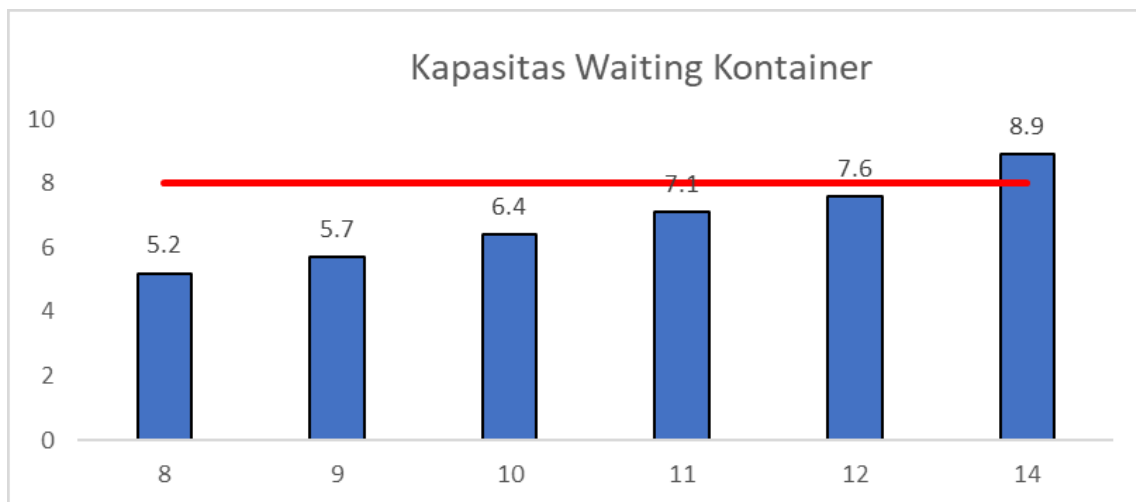
Dari data diatas dapat dilihat pada gambar 4 terdapat garis merah yaitu kapasitas dari kontainer didalam gudang Cross-dock yang sedang berjalan. Dari data perhitungan didapatkan kedatangan tertinggi terdapat pada jam 12:00 sampai dengan jam 14:00 dengan kondisi kedatangan dari kontainer sebanyak 12 kontainer Dimana jumlah antrian dari kontainer tersebut masih mencukupi dari system yang digunakan yaitu 8 kontainer. Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa dengan kondisi tersebut sudah menjadi kondisi maksimal dari sistem Cross-dock yang sudah berjalan. Untuk sistem yang berjalan dapat dilihat dari gambar 4 dibawah ini.



**Gambar 6.** Sistem kondisi saat ini

Gambaran dari sistem yang berjalan ini digambarkan dengan kapasitas menunggu dari kontainer adalah 8 kontainer dan kapasitas tersebut akan terisi dengan kondisi minimal adalah 5.2 atau 6 kontainer pada saat awal bekerja yaitu jam 08:00 dan mulai meningkat sampai dengan jam 12:00 dan akan menurunkan lagi menjadi 5.7 atau 6 container pada jam 16:00 sampai dengan jam 17:00. Data berikut adalah gambaran Dimana kapasitas docking untuk melakukan bongkaran container adalah 2 docking.

Adanya permintaan analisa dari perusahaan perakitan order jika menghadapi liburan lebaran dan liburan tahun baru biasanya akan diadakan peningkatan penerimaan kontainer. Penerimaan tersebut mencapai 14 kontainer per jam untuk itu dilakukan perhitungan seperti diatas dan didapatkan data sebagai berikut :



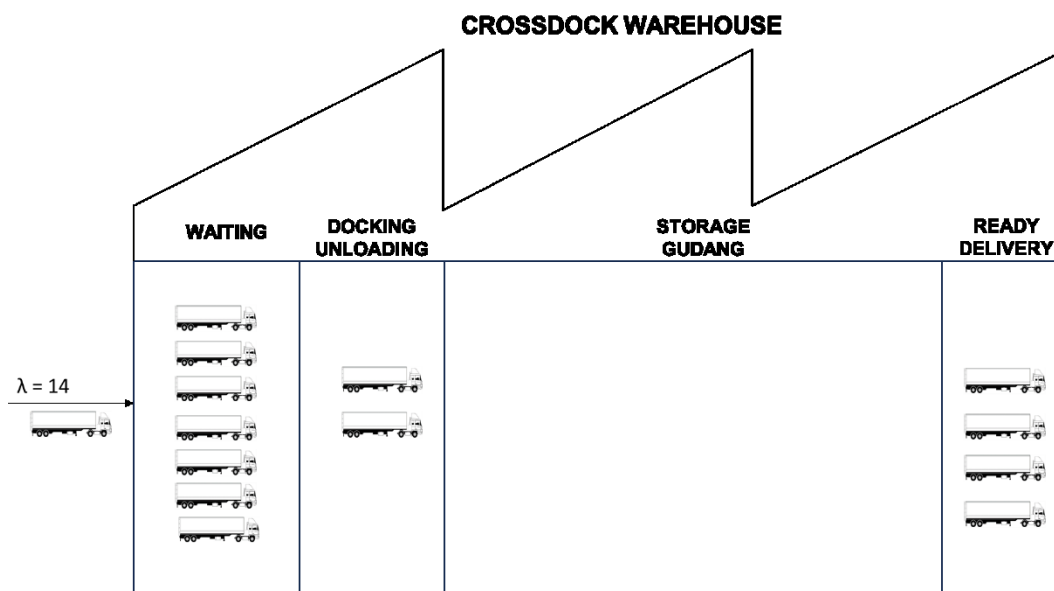
**Gambar 7.** Kapasitas waiting kontainer



$\lambda$	Po	Lq	Ls	Wq	Ws

**Gambar 8.** Data kapasitas dengan 2 docking

Dari data diatas didapatkan bahwa kapasitas maksimal dengan pelayanan sebanyak 2 docking hanya berada di 12 saat sebanyak 14 kontainer maka kontainer akan menunggu diluar dari system yaitu menunggu di luar gudang Cross-dock. Dibawah ini adalah gambaran system yang berjalan jika kapasitas kedatangan kontainer mencapai 14 kontainer per hari :



**Gambar 9.** Simulasi sistem kedatangan 14 kontainer per Jam

Gambar 9 menunjukkan dengan kedatangan kontainer sebanyak 14 kontainer per jam maka jumlah antrian didalam sistem akan sebanyak 9 kontainer Dimana adanya 1 kontainer diluar dari gudang dengan posisi menunggu diluar.

## 5. Pembahasan

Dari hasil perhitungan dapat terlihat bahwa:

Tingkat utilisasi paling rendah berada pada jam 08:00 sampai dengan jam 09:00 dimana didapatkan Tingkat kedatangan dari kontainer adalah 8 kontainer per jam dengan Tingkat kepadatan di area waiting kontainer hanya mencapai 5.2 kontainer saja dan didapatkan utilisasi adalah 65% sehingga kondisi parkir akan terlihat kosong.

Tingkat utilisasi menengah di tunjukan pada 09:00 sapaai dengan jam 12:00 dimana kedatangan dari kontainer meningkat dari 8 kontainer per jam menjadi 9 kontainer per jam. Dengan kondisi ini didapatkan utilisasi area waiting kontainer adalah 5.7 kontainer saja dan didapatkan utilisasi sebanyak 71% meningkat 6% dalam kondisi ini area waiting truk sudah terlihat akan penuh.



Tingkat utilisasi tertinggi di tunjukan pada 12:00 sapai dengan jam 14:00 dimana kedatangan dari kontainer meningkat dari 9 kontainer per jam menjadi 12 kontainer per jam. Dengan kondisi ini didapatkan utilisasi area waiting kontainer adalah 7.6 kontainer saja dan didapatkan utilisasi sebanyak 95% meningkat 24% dalam kondisi ini area waiting truk sudah terlihat penuh.

Tingkat utilisasi menurun ditunjukkan pada 14:00 sampai dengan jam 16:00 dimana kedatangan dari kontainer menurun dari 12 kontainer per jam menjadi 10 kontainer per jam. Dengan kondisi ini didapatkan utilisasi area waiting kontainer adalah 6.4 kontainer saja dan didapatkan utilisasi sebanyak 80% menurun -15% dalam kondisi ini area waiting truk mulai terlihat berkurang.

Tingkat utilisasi menurun lagi di tunjukan pada 16:00 sampai dengan jam 17:00 dimana kedatangan dari kontainer menurun dari 10 kontainer per jam menjadi 9 kontainer per jam. Dengan kondisi ini didapatkan utilisasi area waiting kontainer adalah 7.6 kontainer saja dan didapatkan utilisasi sebanyak 71% menurun -9% dalam kondisi ini area waiting truk mulai terlihat berkurang lagi.

Dari data tersebut didapatkan bawah dalam kondisi saat ini gudang Cross-dock dalam kondisi sudah mencapai maksimal pada 12:00 – 14:00 menjadi 95%. Kondisi terlihat kosong akan terlihat di awal gudang mulai beroperasi dan di akhir operasi. Data analisa untuk mempersiapkan kenaikan kontainer menjadi 12 kontainer per jam akan membuat 1 kontainer yang berada diluar dari sistem yaitu utilisasi mencapai 113%.

## **6. Kesimpulan**

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa dengan kondisi saat ini didapatkan kondisi tidak maksimal ditunjukan ada saat awal bekerja yaitu pada jam 08:00 – 09:00 yaitu pada kondisi kedatangan 8 kontainer per jam hanya 65% saja yang terlihat bahwa parkiran tunggu akan kosong. Akan tetapi pada jam 12:00 – 14:00 puncak dari kedatangan kontainer akan menjadi maksimal yaitu pada angka 12 kontainer. Dengan kondisi ini dapat dilihat bahwa utilisasi parking sudah mencapai 95% dan menurun kembali pada akhir operasional gudang pada pukul 16:00 – 17:00 menjadi 71%. Adapun kondisi yang diminta dari pabrikan mobil adalah adanya kemungkinan kedatangan kontainer yang mencapai 14 kontainer. Dari data perhitungan ditunjukan bahwa jika kedatangan 14 kontainer akan mengakibatkan adanya kontainer yang menunggu di luar dari gudang *cross-dock*.

Perbaikan dibutuhkan untuk dapat mendukung kondisi ini yaitu dengan melakukan penambahan *docking* bongkaran dari 2 kontainer menjadi 3 kontainer tetapi perbaikan ini akan menambahkan faktor biaya. Hal ini dapat dilakukan jika kedatangan kontainer tersebut merata dari awal bekerja sampai dengan akhir kerja. Tetapi jika kedatangan dari kontainer tersebut hanya pada jam tertentu. Sistem kontrol dan perencanaan kontainer dibutuhkan karena dengan melakukan perencanaan bongkaran kontainer dapat dilakukan pemerataan. Pemerataan tersebut dapat dilakukan dengan kontainer tersebut dibongkar pada saat pagi atau sore hari dengan kondisi bongkaran ada di angka 70%.

## **7. Daftar Pustaka**

- [1] M. Sultana and K. Amilin Ibrahim, "Market Share In Production and Sales Of Passenger Vehicles In Asean," 2014.
- [2] Fitra A. Smart Logistic 4.0 in Manufacture. *Lentera Pengabdian*. 2012; vol. 1: 125–133.
- [3] S. Kudlac, J. Majercak, and P. Majercak. Comparison Of Different Variants Of Logistics Chain With The Use Of Air Transport Using The Software Application. *Transportation Research Procedia*. 2017. vol. 28: 45–50. doi: 10.1016/j.trpro.2017.12.167.



- [4] F. A. Barata. *High Cost of Logistics and Solutions*. Proceedings of the 17 th International Symposium on Management (INSYMA 2020). Paris. 2020. doi: 10.2991/aebmr.k.200127.083.
- [5] H. H. Purba, A. Fitra, and A. Nindiani. Control and Integration of Milk-run Operation in Japanese Automotive Company in Indonesia. *Management and Production Engineering Review*. 2023. doi: 10.24425/mper.2019.128246.
- [6] Nieuwenhuis P. Car Manufacturing in The Global Automotive Industry. Wiley. 2015:41–51. doi: 10.1002/9781118802366.ch5.
- [7] Tresca G, Cavone G, Carli R, Cerviotti A, and Dotoli M. Automating Bin Packing: A Layer Building Matheuristics for Cost Effective Logistics. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. 2022; 19(3) : 1599–1613. doi: 10.1109/TASE.2022.3177422.
- [8] Burdzik R, Ciesla M, and Śładkowski A. Cargo Loading and Unloading Efficiency Analysis in Multimodal Transport. *Promet - Traffic - Traffico*. 2014; 26(4): 323–331. doi: 10.7307/ptt.v26i4.1356.
- [9] Martinov S. *Simulation Model of a Rail-Road Container Terminal Described as a Queueing System*. Proceedings of 26th International Scientific Conference. Transport Means . S. Martinov, Ed.2022.
- [10] Fitra A. Penentuan Titik Pabrik PT. XYZ Menggunakan Metode Center of Gravity terhadap Volume produksi dan Biaya Pengiriman Barang ke Customer. *Jurnal Teknik Industri*. 2023; 4 : 32–37.
- [11] Shahpanah A, Hashemi A, Nouredin G, Zahraee SM, and Helmi SA. Reduction of Ship Waiting Time at Port Container Terminal Through Enhancement of the Tug/Pilot Machine Operation. *Jurnal Teknologi*. 2014; 68(3). doi: 10.11113/jt.v68.2931.
- [12] Sanggala E, Mulyati E, Rahma N, and Putri D. Analisis Sistem Antrian Untuk Menentukan Jumlah Operator Angkut Yang Optimum Dengan Metode Teori Antrian Untuk Meminimalkan Waktu Keterlambatan Pengiriman Kantong Surat Dan Barang Prioritas Di PT. POS INDONESIA (PERSERO) Kantor Mail Processing Center (MPC) Semarang 50400. *Jurnal Logistik Bisnis*. 2019; 09 (02). <http://ejurnal.poltekpos.ac.id/index.php/logistik/index>
- [13] Hutapea R. Analisis Waktu Proses Bongkar Muat Barang Dengan Menggunakan Teori Antrian. 2011.
- [14] Cooper R. B. *Queueing Theory*. Proceedings of the ACM '81 conference on - ACM 81. New York. ACM Press p119–122. doi: 10.1145/800175.809851.
- [15] Borovkov A. A. *Stochastic Processes in Queueing Theory*. New York, NY: Springer New York. 1976. doi: 10.1007/978-1-4612-9866-3.