

SIMULASI SISTEM ANTRIAN LOKET PARKIR KENDARAAN DI MALL STS (SADANG TERMINAL SQUARE)

SIMULATION STUDY OF VEHICLE PARKING COUNTER QUEUING SYSTEM AT STS (SADANG TERMINAL SQUARE MALL)

Dimas Wismono¹, Muhammad Ihsan², Diki Muchtar³

¹Jurusan Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknologi Bandung, ²Jurusan Teknik Industri Sekolah Tinggi Wastukencana, ³Jurusan Teknik Tekstil Sekolah Tinggi Wastukencana

¹MaztDimas56@gmail.com, ²m.ihsan@wastukencana.ac.id, ³diki.muchtar@wastukencana.ac.id

Corresponding autor: m.ihsan@wastukencana.ac.id

Abstrak. Antrian kendaraan yang terbentuk di depan pintu gerbang loket pengambilan karcis masuk parkir di Mall STS dapat mengakibatkan permasalahan dan panjang antrian yang dapat mengganggu sistem pergerakan lalu lintas yang lainnya dan pada kondisi antrian yang lebih parah akan menyebabkan kemacetan sehingga efisiensi penggunaan atau konsumsi bahan bakar kendaraan akan semakin menurun yang selanjutnya akan berakibat pada biaya untuk pembelian bahan bakar akan meningkat. Oleh karena itu sangat penting untuk mengkaji sistem antrian pada pintu gerbang loket pengambilan karcis masuk parkir di Mall dan sebagainya terutama yang sekarang akan saya kaji adalah Mall STS. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sistem antrian dan menentukan alternatif peningkatan pelayanan antrian kendaraan roda empat pada loket pengambilan karcis masuk parkir di Mall STS. Data utama yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah tingkat kedatangan kendaraan dan waktu pelayanan loket. Data tersebut diperoleh masing-masing dengan menggunakan metode pencacahan lalu lintas dan pengamatan secara sampling, yang dilakukan pada loket masuk kendaraan roda empat dan dilaksanakan pada hari Sabtu dan Minggu. Metode analisis menggunakan Teori Antrian. Hasil analisis terlihat bahwa jumlah loket 1 buah masih mampu melayani tingkat kedatangan kendaraan saat ini yang memberikan nilai n berkisar 0,34 - 0,37 kendaraan (≈ 1 kendaraan), q berkisar 0,08 - 0,06 kendaraan (≈ 1 kendaraan), d berkisar 8,2-8,6 detik, dan w berkisar 2,1 - 2,5 detik. Pada tingkat kedatangan diatas 600 kendaraan /jam sudah tidak mampu dilayani dengan jumlah loket (N) sebanyak 1 buah tanpa memperbaiki sistem antrian.

Kata Kunci : Tingkat kedatangan, antrian kendaraan, alternative penambahan loket, dan penerapan sistem antrian

Abstract. Vehicle queues formed in front of the gate of the ticket collection counter at STS Mall can cause problems and queue lengths that can interfere with other traffic movement systems and in more severe queuing conditions it will cause congestion so that the efficiency of using or consuming vehicle fuel will decrease further which will then result in the cost of purchasing fuel increasing. Therefore, it is very important to review the queuing system at the gate of the parking ticket collection counter at Mall and so on, especially what I will now examine is STS Mall. This study aims to examine the queuing system and determine alternatives to improve four-wheeled vehicle queuing services at the ticket collection counter to enter the parking lot at STS Mall. The main data needed in this study are vehicle arrival rates and counter service times. The data were obtained respectively using traffic enumeration methods and sampling observations, which were carried out at the entrance counter of four-wheeled vehicles and carried out on Saturdays and Sundays. The analysis method uses Queue Theory. The results of the analysis show that the number of counters 1 piece is still able to serve the current level of vehicle arrivals which gives a value of n ranging from 0.34 - 0.37 vehicles (≈ 1 vehicle), q ranging from 0.08 - 0.06 vehicles (≈ 1 vehicle), d ranging from 8.2 - 8.6 seconds, and w ranging from 2.1 - 2.5 seconds. At an arrival rate above 600 vehicles / hour are no longer able to be served with the number of counters (N) as much as 1 piece without improving the queuing system.

Keywords: Arrival rate, vehicle queue, alternative counter addition, and application of queuing system

1 Pendahuluan

Sistem transportasi merupakan unsur yang penting dan berfungsi sebagai urat nadi kehidupan dan perkembangan ekonomi, sosial, politik dan mobilitas penduduk yang tumbuh bersamaan dan mengikuti perkembangan yang terjadi dalam berbagai bidang dan sektor tersebut. Transportasi jalan memiliki peranan yang strategis dalam mendukung, mendorong dan menunjang segala aspek kehidupan dan penghidupan sehingga efisiensi penggunaan BBM guna mengurangi biaya transportasi perlu diperhatikan (Yudhanegara, D. & Gumelar, I, 2020).

Pusat perbelanjaan terbesar dan pertama di Kota Purwakarta yang didirikan Sebagai pusat perbelanjaan, STS (Sadang *Terminal Square*) dapat menarik pengunjung terutama bukan hanya dari Kota Purwakarta saja, bahkan mengakomodir pengunjung dari wilayah Kabupaten Karawang dan Kabupaten Subang yang perharinya relatif besar bahkan di hari libur. Selain sebagai pusat perbelanjaan modern, di kawasan Mall STS (Sadang *Terminal Square*) juga terdapat sebuah hunian hotel berbintang berskala nasional, selain itu Mall STS (Sadang *Terminal Square*) sering dijadikan tempat penyelenggaraan suatu acara yang besar, baik dalam skala lokal maupun dalam skala nasional. Agar pelayanan loket pintu masuk di kawasan Mall STS (Sadang *Terminal Square*) dapat optimal baik dalam kondisi normal (hari biasa) maupun dalam acara-acara tertentu, maka akan dilakukan Kajian Simulasi Sistem Antrian Loket Parkir Kendaraan Di Mall STS (Sadang *Terminal Square*). Penelitian ini nantinya akan dapat memperkirakan jumlah loket dan sistem pelayanan loket yang dibutuhkan untuk melayani suatu tingkat kedatangan kendaraan tertentu.

2 Kajian Pustaka

Simulasi sistem adalah pelaksanaan operasi sebuah model pada sebuah sistem (Klomjit, Anurattananon, Chatmuangpak, & Amaluk, 2020). Simulasi juga bisa dikatakan merupakan sebuah replikasi atau visualisasi model yang diinginkan pada sebuah sistem (Haekal, 2021). Tujuan simulasi dapat bervariasi tergantung pada konteks dan bidang aplikasinya. Namun, secara umum, terdapat beberapa tujuan umum dari penggunaan simulasi, yang mencakup:

1. Menganalisis Kinerja Sistem :
Menilai dan memahami kinerja suatu sistem dalam kondisi tertentu. Mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil atau perilaku sistem.
2. Evaluasi dan Perbaikan Desain:
Mengevaluasi desain suatu sistem atau proses sebelum implementasi. Menemukan kelemahan atau area perbaikan untuk meningkatkan efisiensi atau kinerja.
3. Pelatihan dan Pendidikan:
Memberikan pengalaman latihan tanpa risiko bagi individu atau tim dalam menghadapi situasi atau tugas tertentu. Memfasilitasi pembelajaran melalui simulasi pengalaman nyata.
4. Prediksi dan Perencanaan:
Membantu dalam meramalkan hasil atau dampak dari keputusan tertentu.
Mendukung proses perencanaan dengan memberikan informasi yang diperlukan untuk membuat keputusan yang informasional.

5. Uji Coba Skenario Tertentu:

Menguji skenario tertentu tanpa harus melibatkan situasi nyata. Melihat bagaimana suatu sistem merespon terhadap variasi dalam parameter tertentu.

6. Optimasi dan Pengambilan Keputusan:

Mencari solusi optimal atau mendekati solusi terbaik dalam suatu konteks tertentu. Mendukung pengambilan keputusan dengan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang konsekuensi dari keputusan tertentu.

7. Pengembangan dan Inovasi:

Mendukung pengembangan teknologi atau proses baru dengan menguji ide atau konsep tanpa risiko besar. Merangsang inovasi dengan mengidentifikasi peluang baru atau peningkatan.

8. Verifikasi dan Validasi:

Memeriksa kecocokan antara model simulasi dan sistem nyata.

Validasi model untuk memastikan bahwa simulasi memberikan representasi yang akurat dari dunia nyata. Penerapan simulasi dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang sistem atau proses yang kompleks, memungkinkan pengguna untuk membuat keputusan yang lebih baik, mengurangi risiko, dan meningkatkan kinerja. Dalam konteks sistem antrian, simulasi adalah alat penting yang digunakan untuk menganalisis dan memahami perilaku sistem tersebut. Beberapa metode simulasi yang umum digunakan dalam studi antrian melibatkan pendekatan matematis dan komputer. Berikut adalah beberapa metode simulasi yang sering digunakan dalam menganalisis sistem antrian :

1. Simulasi Montecarlo:

Simulasi Montecarlo dapat digunakan untuk memodelkan variasi dalam parameter sistem antrian, seperti waktu kedatangan dan waktu pelayanan.

Dengan menggunakan angka acak, simulasi ini dapat menyimulasikan banyak skenario yang mungkin terjadi dalam sistem antrian.

2. Simulasi Kejadian Diskrit:

Simulasi ini memodelkan suatu sistem sebagai kumpulan kejadian terpisah yang terjadi pada titik waktu tertentu.

Dapat digunakan untuk mensimulasikan interaksi antara entitas dalam sistem antrian, seperti kedatangan pelanggan, pelayanan, dan perpindahan dari satu antrian ke antrian lain.

3. Simulasi Pemodelan Agen (*Agent-Based Simulation*):

Pemodelan agen melibatkan pembuatan *agen-virtual* yang mewakili entitas individual dalam sistem antrian.

Setiap agen dapat memiliki perilaku sendiri dan berinteraksi dengan agen lain dalam sistem, menciptakan simulasi yang lebih dinamis.

4. Simulasi Arena:

Arena adalah perangkat lunak simulasi khusus yang digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis sistem antrian.

Dengan antarmuka grafis yang *user-friendly*, ini memungkinkan pemodelan visual dan analisis yang mudah.

5. Simulasi Desain Eksperimen:

Simulasi dapat digunakan untuk merancang eksperimen virtual untuk menguji efek perubahan variabel tertentu dalam sistem antrian.

Memungkinkan identifikasi solusi optimal atau pemahaman lebih mendalam tentang kinerja sistem.

6. Simulasi Komputerisasi:

Pemodelan matematis sistem antrian menggunakan perangkat lunak simulasi komputer.

Dapat mencakup penggunaan bahasa pemrograman khusus atau perangkat lunak simulasi umum untuk mengembangkan model sistem antrian.

Proses antrian adalah proses yang berhubungan dengan kedatangan seorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam antrian untuk mendapatkan pelayanan. Masalah antrian merupakan hal yang tidak bisa terlepas dari sebuah sistem pelayanan. Hal ini terjadi karena jumlah fasilitas pelayanan yang tersedia tidak sebanding dengan jumlah pelanggan yang datang sehingga pelayanan tertunda yang selanjutnya menyebabkan proses menunggu dan menimbulkan antrian (Prawiro & Agfazar, 2020).

Antrian atau queueing seringkali terjadi pada rutinitas keseharian. Pada umumnya, mengantri seringkali terjadi pada fasilitas pelayanan dan semua orang pasti pernah merasakan dalam suatu garis antrian (Ramdani, Wahyudin & Rinaldi, 2021). Teori antrian sangat perlu dipelajari dalam usaha mengenal perilaku pergerakan lalu lintas baik itu manusia maupun kendaraan. Hal ini disebabkan sangat banyak kejadian yang terjadi di sektor transportasi dan permasalahan lalu lintas yang terjadi sehari-hari pada sistem jaringan jalan dapat dijelaskan dan dipecahkan dengan bantuan analisis teori antrian, seperti misalnya:

1. Antrian kendaraan yang terjadi di depan pintu gerbang tol atau antrian kendaraan yang terjadi pada setiap lengan persimpangan berlampunya lalu lintas
2. Antrian kendaraan truk pada saat bongkar muat barang dipelabuhan.
3. Antrian kapal laut yang ingin merapat di dermaga.
4. Antrian kendaraan yang terjadi pada saat kendaraan ingin memasuki kapal feri di terminal penyebrangan.
5. Antrian manusia pada loket pembelian karcis di bandara, stasiun kereta api, dan lain lain .
6. Antrian manusia pada loket pelayanan bank, loket pembayaran listrik atau telepon, serta pasar swalayan, dan
7. Sangat banyak kejadian lainnya yang terjadi sehari hari yang dapat dijelaskan dengan bantuan analisis teori antrian.

Penggunaan metode simulasi dalam studi antrian membantu para peneliti dan pengambil keputusan untuk mengidentifikasi potensi masalah, merancang kebijakan yang lebih efektif, dan meningkatkan kinerja sistem antrian. Simulasi memungkinkan eksplorasi dan analisis yang lebih mendalam tanpa harus mengimplementasikan perubahan langsung pada sistem fisik atau mengalami risiko nyata.

Simulasi Pro Model

Promodel (Production Modeler) adalah salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk memodelkan berbagai sistem manufaktur dan jasa (Trenngonowati, D. L. , 2016). Dalam *Promodel* selama simulasi berlangsung dapat diamati animasi dari kegiatan yang sedang berlangsung dan hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk tabel maupun grafik yang memudahkan untuk penganalisisan. *Promodel* dapat menampilkan animasi yang mewakili sistem sebagai susunan dari *location process* sesuai dengan logika proses yang telah dibuat (Artati, Soleh & Amri, 2020). *Location* merupakan tempat atau *layout* dari model suatu sistem yang mempunyai kapasitas spesifik (Toffaha & Dongyan, 2020), yang berisi gambar latar belakang seperti mesin-mesin, stasiun kerja, gudang penyimpanan, dan sebagainya. Lokasi adalah komponen statis sehingga tidak ikut bergerak selama simulasi dijalankan. *Entities* merupakan suatu komponen atau objek yang akan masuk ke dalam sistem (Trenngonowati, 2017) atau *Entity* merupakan sesuatu yang akan menjadi objek yang akan diproses dalam model sistem, seperti: bahan baku, produk setengah jadi (WIP), produk jadi, produk *reject*, bahkan lembar kerja. *Path Network* merupakan lintasan kerja *Resources* yang terdiri dari *node-node* dan lintasan yang menghubungkan antara node yang satu dengan node yang lainnya. *Resources* merupakan manusia, peralatan atau perlengkapan kerja lainnya yang digunakan/bertugas melakukan pemindahan *entity*. *Arrivals* menunjukkan tempat atau lokasi dimana entitas tiba pada suatu sistem yang diamati untuk pertama kali. *Processing* merupakan operasi yang terjadi didalam sistem dan dilakukan pada lokasi dan antar lokasi atau suatu perlakuan *resources* terhadap *entity-entity* yang datang (Riyanto, 2016).

3 Metode

Pada penelitian kali ini yang menjadi tempat penelitian adalah sebuah Mall di kawasan Purwakarta yaitu Mall STS (Sadang *Terminal Square*). Penelitian ini dilakukan pada jam sibuk yaitu pada waktu pagi hari saat karyawan dan pengunjung Mall masuk ke STS.

Terdapat beberapa jenis sistem antrian, yang mencakup variasi dalam jumlah tahap atau fase yang terlibat dalam proses antrian. Dua jenis utama dalam konteks ini adalah *single-phase (single-channel)* dan *multi-phase (multi-channel)*.

1. *Single-Phase (Single-Channel)*:

Pada sistem antrian *single-phase*, terdapat satu jalur atau saluran pelayanan untuk melayani semua pelanggan yang mengantri. Karakteristiknya adalah pelanggan menunggu dalam satu antrian tunggal dan ada satu titik penerimaan dan satu titik pelayanan kemudian waktu pelayanan diberikan oleh satu sumber daya (seperti satu kasir).

2. *Multi-Phase (Multi-Channel)*:

Pada sistem antrian *multi-phase*, terdapat lebih dari satu jalur atau saluran pelayanan yang bekerja secara bersamaan untuk melayani pelanggan. Karakteristiknya adalah pelanggan mungkin dibagi ke dalam beberapa jalur berdasarkan kriteria tertentu (misalnya, jenis layanan, tingkat prioritas). Ada beberapa titik penerimaan dan beberapa titik pelayanan, masing-masing memiliki sumber daya sendiri. Waktu pelayanan terjadi bersamaan untuk beberapa pelanggan.

Keuntungan dan Kekurangan :

1. *Single-Phase:*

Keuntungan: Sederhana dan mudah diimplementasikan. Cocok untuk situasi di mana layanan yang diberikan seragam. Kekurangan: Mungkin tidak efisien untuk kasus di mana pelanggan membutuhkan tingkat layanan atau jenis layanan yang berbeda.

2. *Multi-Phase:*

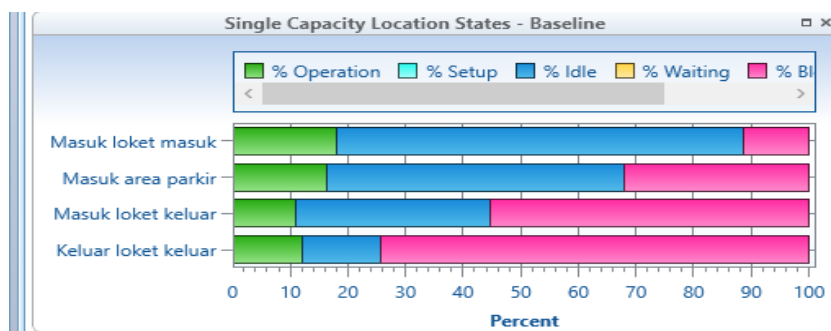
Keuntungan: Dapat memberikan fleksibilitas dan peningkatan efisiensi dengan memisahkan pelanggan berdasarkan kriteria tertentu. Kekurangan: Lebih kompleks untuk diimplementasikan dan memerlukan manajemen yang lebih cermat. Bisa menjadi terlalu rumit jika tidak dikelola dengan baik.

Peneliti telah melakukan sampling terhadap jumlah waktu yang digunakan pada saat pelayanan Loker parkir Mall STS, dan membulatkan 10 data menjadi rata-rata waktu pelayanan, peneliti menggunakan *ProModel* untuk membuat simulasi antrian

Tabel 1 Pengamatan Loker Keluar Mall STS 1

| Tahap Waktu Penelitian | Jumlah Kendaraan Keluar |
|------------------------------------|-------------------------|
| Jam : 07:00 – 09:00 | 15 |
| Jam : 09:00 – 11:00 | 10 |
| Jam : 11:00 – 13:00 | 35 |
| Rata – rata kendaraan dalam 1 Hari | 75 |

Pada simulasi antrian pertama yang sedang berlangsung terdapat antrian yang terblokir karena terlalu banyak pengunjung yang mengantri dan terjadi *Bottleneck* pada tahap yang ditunjukkan pada tabel 1 Pengamatan Loker Keluar Mall STS



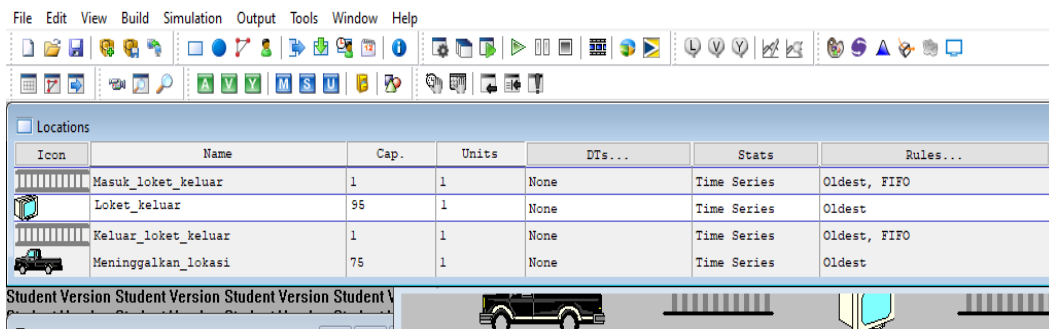
Gambar 1. Kondisi Awal Loker Parkir Mall 1

Pada Hasil simulasi kondisi awal ditunjukkan bahwa terdapat blocked yang begitu tinggi pada bagian Keluar Loker keluar yaitu 74,31 %. Untuk mengatasi masalah pada antrian yang ada, peneliti memberikan usulan berupa penambahan kapasitas pelayanan agar lebih efisien dalam meningkatkan kinerja Loker keluar parkir Mall STS (Sadang Terminal Square).

4 Hasil Dan Pembahasan

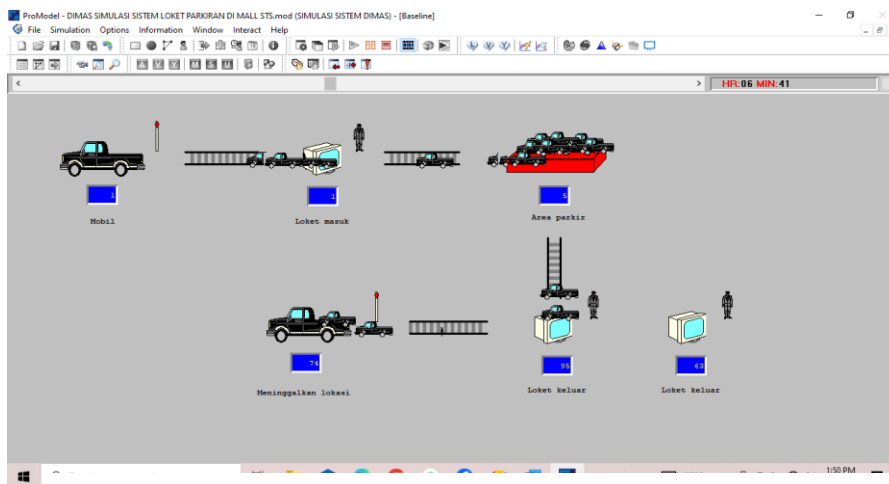
Simulasi sistem antrian menghasilkan wawasan yang berharga terkait kinerja sistem dan interaksi antar komponennya. Dari hasil simulasi ini, kita dapat melihat bagaimana waktu tunggu, efisiensi pelayanan, dan tingkat penggunaan sumber daya dapat berubah seiring dengan variasi parameter seperti intensitas kedatangan dan waktu pelayanan.

Berdasarkan data yang telah diperoleh dan dibuatkan simulasi, terdapat waktu dimana antrian tersebut berhenti (*blocked*) maka dari itu dibuat simulasi dengan kondisi kedua dimana Loker keluar kita efisiensi dalam efisiensi pelayanan agar *Cost* yang ditimbulkan tidak terlalu besar dan dapat mengatasi suatu sistem Loker parkir di Mall STS (Sadang *Terminal Square*)



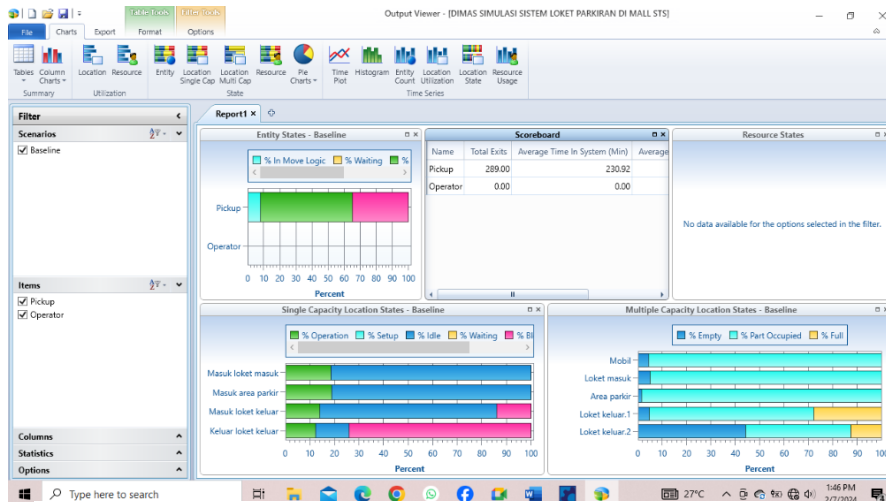
Gambar 2. Peningkatan Capability 1

Setelah kita kita tingkatkan dari kondisi awal *Capability* Loker Keluar yaitu dari 70 menjadi 95 pada bagian Loker Keluar STS (Sadang *Terminal Square*) dan menambah kapasitas Loker Keluar sebanyak 2 unit, hal ini memberikan pengaruh yang signifikan Pada Sistem Antrian sehingga mengurangi terjadinya *Bottleneck*.



Gambar 3. Penambah Unit Loker Keluar 1

Setelah kita tambahkan unit Loker keluar menjadi 2 unit hal ini dapat menjadi pemecahan masalah pada simulasi sistem antrian pada Loker Keluar Mall STS (Sadang *Terminal Square*).



Gambar 4. Kondisi Baru setelah di uji 1

Setelah dilakukan uji simulasi sistem antrian pada Loket Keluar Mall STS (Sadang *Terminal Square*) kita dapatkan bahwa penambahan unit pada Loket parkir sangat memberi pengaruh karena dapat menurunkan *Blocked* pada proses sebelumnya sehingga menciptakan sistem antrian yang tidak terkendala *Bottleneck* lagi

5 Kesimpulan

Pada tahap akhir, banyak kendaraan yang keluar dari loket Parkir Mall STS (Sadang *Terminal Square*) sehingga menimbulkan *Bottleneck* pada loket keluar parkir Mall. Sehingga kita menerapkan simulasi dengan meningkatkan unit Loket pada bagian loket Keluar Parkir dengan menambah jumlah kapasitas pelayanannya agar dapat meningkatkan dalam efisiensi pelayanan. Setelah dilakukannya alternatif simulasi sistem ini diharapkan dapat menciptakan sistem nyata yang sesuai dengan kondisi sistem Loket Parkir Mall STS (Sadang *Terminal Square*) dan dapat meningkatkan efisiensi dalam mencegah timbulnya *Bottleneck* pada loket keluar parkir Mall STS (Sadang *Terminal Square*).

Referensi

- Artati, N., Soleh, M., & Amri, F. (2020). Simulasi Pro-Model dan Optimasi Produksi dan Reduksi Bottleneck Industri Spring Foam. *Iteks*, 12(1).
- Haekal, J. (2021). Application of Lean Six Sigma Approach to Reduce Worker Fatigue in Racking Areas Using DMAIC, VSM, FMEA and ProModel Simulation Methods in Sub Logistic Companies: A Case Study of Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology (ijerat)*(E-ISSN 2454-6135) DOI: 10.31695/IJERAT, 7(6), 1-11.
- Klomjit, P., Anurattananon, C., Chatmuangpak, A., & Amaluk, A. (2020). Efficiency Improvement by Simulation Technique in the Parcel Service Company. *Science & Technology Asia*, 20-29.
- Prawiro, K. S., & Agfazar, D. (2020). Analisis Antrian Sepeda Motor pada SPBU Tanah Merdeka Menggunakan Simulasi Promodel. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 1(2).
- Ramdani, D. A., Wahyudin, W., & Rinaldi, D. N. (2021). Model Sistem Antrian Menggunakan Pola Single Channel-Single Phase Dengan Promodel Pada Antrian Alfamart Unsika. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(1), 13-24.
- Riyanto, O. A. W. (2016). Simulasi Model Sistem Kerja Pada Departemen Injection Untuk Meminimasi Waktu Work-In-Process. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), 69-78.

- Toffaha, K. M., & Dongyan, S. (2020). Dairy Factory ProModel Modeling and Simulation, Layout Assessment and Improvement. In *Transactions on Engineering Technologies: World Congress on Engineering and Computer Science 2018 26* (pp. 74-86). Springer Singapore.
- Trenggonowati, D. L. (2016). Simulasi Sistem Proses Produksi di PT. Jakarta Cakratunggal Steel Mills. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 4*(1).
- Trenggonowati, D. L. (2017). Optimasi Proses Produksi dengan Menggunakan Pendekatan Simulasi Sistem. *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri, 11*(1), 1-12.
- Yudhanegara, D., & Gumelar, I. (2020). Logistic Transportation TECHNOLOGY In Determining Vehicle Routes Using Simulated Annealing For Efficiency Of Two Wheels Fuel Consumption. *Jurnal Teknologika, 10*(1).