



JTLM

JURNAL TERAPAN LOGISTIK MIGAS

Vol. 2 No. 1 Desember 2023 Hal. 150-153



ISSN XXXX-XXXX (Online)



Jurnal Terapan Logistik Migas : Jurnal Program Studi Logistik Minyak dan Gas

Simulasi Perhitungan Kebutuhan *Refueller* Dengan Menggunakan Software Arena di PT.XYZ

Lesman Jehozah Cristophorus Akerina¹, Tri Wacono Adi^{1*}

¹ Program Studi Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral AKAMIGAS
Jl. Gaja Mada No. 38 Mentul Karangboyo Cepu Blora Jawa Tengah, 58315

email : jehozahakerina@gmail.com

* email : triwarconoadi@esdm.go.id

Received: 17th Oct 2023; Revised: 12th Nov 2023; Accepted: 7th Dec 2023

Abstrak

Setelah penerbangan internasional dan penerbangan rute domestic mulai dibuka Kembali di PT. XYZ pada tahun 2023 setelah pandemi Covid-19, sedangkan kebutuhan akan penggunaan transportasi udara (pesawat) pada tahun 2020-2022 mengalami penurunan penjualan, hal ini dapat mempengaruhi sarana dan fasilitas penyaluran yang ada, salah satunya yaitu sarana penyaluran avtur yaitu *refueller*. *Refueller existing* di PT. XYZ berjumlah sebanyak 4 unit yang pada kenyataannya belum digunakan secara optimal setelah dilakukan. Untuk mengetahui tingkat utilitas *refueller*, perlu adanya pengkajian bagaimana penggunaan *refueller* sebagai sarana penyaluran avtur ke pesawat. Pengkajian tersebut dapat dilakukan dengan bantuan simulasi guna mencerminkan sistem nyata. Salah satu *software* simulasi yang dapat digunakan adalah *Software Arena*. simulasi menggunakan *software Arena* dengan data distribusi kedatangan pesawat pada kondisi normal, menghasilkan output utilitas penggunaan *refueller* yaitu 38% sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan 4 unit *refueller* yang tersedia tidak optimal. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk mengurangi jumlah *refueller* menjadi 2 unit guna untuk melakukan pengoptimalan pada *refueller*, maka dari itu Perlu adanya *maintenance* rutin pada *refueller* dengan memperhatikan jam operasi mesin pada *engine hour* meter. Hal ini dilakukan dengan memperhatikan waktu pengisian, perjalanan, dan pemanasan mesin setiap hari untuk setiap *refueller*. Tujuannya adalah untuk memperpanjang usia penggunaan *refueller*, mengurangi risiko kerusakan, dan mengurangi biaya perbaikan serta penggantian mesin. Dengan menjalankan *maintenance* rutin yang terjadwal, perusahaan dapat memastikan bahwa *refueller* tetap dalam kondisi yang baik dan beroperasi secara optimal.

Kata kunci : simulasi, *refueller*, utilitas, maintenance, arena

Abstract

International flights and domestic route flights began to reopen at PT XYZ in 2023 after the Covid-19 pandemic, while the need for the use of air transportation (aircraft) in 2020-2022 has decreased sales, this can affect existing distribution facilities and facilities, one of which is aviation fuel distribution facilities, namely *refuellers*. The existing *refueller* at PT XYZ amounts to 4 units which in reality have not been used optimally after being carried out. To find out the level of *refueller* utility, it is necessary to study how to use the *refueller* as a means of distributing avtur to the aircraft. The assessment can be done with the help of simulation to reflect the real system. One of the simulation software that can be used is *Arena Software*. simulation using *Arena software* with aircraft arrival distribution data under normal conditions, produces a *refueller* usage utility output of 38% so it can be concluded that the use of the 4 available *refueller* units is not optimal. Therefore, it is recommended to reduce the number of *refuellers* to 2 units in order to optimize the *refueller*, therefore it is necessary to have routine maintenance on the *refueller* by paying attention to the engine operating hours on the *engine hour* meter. This is done by taking into account the time of filling, traveling, and heating the engine every day for each *refueller*. The goal is to extend the life of the *refueller*, reduce the risk of breakdowns, and reduce the cost of repairs and machine replacements.

Keywords : simulation, *refueller*, utilities, maintenance, arena

I. PENDAHULUAN

Transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Transportasi berperan dalam mendukung, mendorong dan menunjang segala aspek kehidupan baik dalam pembangunan politik, ekonomi, sosial budaya dan pertahanan keamanan. Pertumbuhan sektor transportasi akan mencerminkan pertumbuhan ekonomi secara langsung sehingga transportasi mempunyai peranan penting dan strategis. Salah satu transportasi yang mempunyai kelebihan dibanding dengan transportasi lainnya adalah transportasi udara seperti pesawat karena keterjangkauan dan utilisasi, sehingga pesawat menjadi pilihan yang sangat banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia[1].

Dengan meningkatnya jumlah pesawat udara yang beroperasi di Indonesia, meningkatnya jaringan rute yang dilayani oleh perusahaan angkutan udara dan meningkatnya jumlah penumpang angkutan udara maka akan mengakibatkan meningkatnya pula kebutuhan bahan bakar pesawat udara (BBMP) di Indonesia[2]. Avtur merupakan BBMP yang memiliki kepanjangan Aviation Turbine Fuel, yaitu jenis bahan bakar yang digunakan oleh pesawat jet untuk menghasilkan tenaga yang diperlukan dalam proses penerbangan.

Menurut (Junior Supervisor PT. XYZ :2023) pada penerbangan internasional mulai dibuka kembali pada tahun 2023 setelah pandemi Covid-19, sedangkan kebutuhan akan penggunaan transportasi udara (pesawat) pada tahun 2020-2022 mengalami penurunan penjualan, hal ini dapat mempengaruhi sarana dan fasilitas penyaluran yang ada, salah satunya yaitu sarana penyaluran avtur yaitu *refueller*. *Refueller* existing di PT. XYZ berjumlah sebanyak 4 unit yang pada kenyataannya belum digunakan secara optimal karena dapat dilihat pada saat kegiatan penyaluran tidak semua *refueller* digunakan untuk penyaluran Avtur, adapun *refueller* yang sama digunakan secara berulang.

Untuk mengetahui tingkat utilitas *refueller*, perlu adanya pengkajian bagaimana penggunaan *refueller* sebagai sarana penyaluran avtur ke pesawat. Pengkajian tersebut dapat dilakukan dengan bantuan simulasi guna mencerminkan sistem nyata. Salah satu software simulasi yang dapat digunakan adalah Software Arena. Software Arena merupakan perangkat lunak simulasi yang digunakan untuk memodelkan, menganalisis, dan memprediksi kinerja sistem. Software ini memiliki kemampuan untuk mensimulasikan berbagai jenis sistem seperti produksi, logistik, transportasi, dan lain-lain

Penelitian ini berisi tentang bagaimana menyelesaikan rumusan masalah yang penulis telah rumuskan yang terdiri atas, Bagaimana utilitas *refueller* pada PT. XYZ menggunakan software arena, Berapakah jumlah kebutuhan *refueller* yang optimal untuk PT.XYZ dan Tujuan Penelitian ini adalah Untuk Mengetahui utilitas *refueller* pada PT. XYZ menggunakan software arena, Untuk mengetahui berapakah jumlah kebutuhan *refueller* yang optimal pada PT. XYZ.

Tinjauan Pustaka Simulasi

Simulasi adalah proses penggunaan model matematis atau komputer untuk merepresentasikan suatu sistem atau situasi dengan tujuan memahami, memprediksi, atau mensimulasikan perilaku dan interaksi dalam konteks yang dikendalikan. Simulasi dapat digunakan dalam berbagai bidang, termasuk ilmu komputer, fisika, bisnis, ilmu sosial, kedokteran, dan lainnya. Simulasi biasanya melibatkan pembuatan model yang merepresentasikan aspek-aspek penting dari sistem yang ingin dipelajari atau diprediksi. Model ini dapat berupa model matematis yang didasarkan pada persamaan dan prinsip fisika, atau model komputer yang menggambarkan sistem menggunakan simulasi berbasis komputer. Dalam proses simulasi, berbagai parameter dan input dapat dimasukkan ke dalam model untuk mengamati efeknya terhadap perilaku system[3]

Simulasi kejadian diskrit (Discrete Event Simulation atau DES) adalah pendekatan dalam simulasi di mana perubahan status pada model simulasi terjadi pada titik-titik diskrit tertentu dalam waktu yang dipicu oleh kejadian tertentu. Pada DES, perubahan hanya terjadi ketika suatu kejadian yang signifikan terjadi. Salah satu contohnya adalah ketika entitas keluar dari sistem setelah selesai diproses. Pada saat itu, jumlah total output akan berubah, begitu pula dengan status sumber daya yang digunakan sebelumnya untuk memproses entitas tersebut. Namun, untuk melakukan simulasi kejadian diskrit yang baik dan mendapatkan hasil yang berkualitas, diperlukan perhatian terhadap beberapa hal penting dan mengikuti langkah-langkah yang benar[4]. Proses ini tidak sederhana dan membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang sistem yang akan disimulasikan. Simulasi kejadian diskrit biasanya cocok digunakan untuk sistem yang terdiri dari entitas-entitas yang terpisah dan memiliki kejadian-kejadian yang terjadi pada titik-titik diskrit dalam waktu. Dalam simulasi ini, kejadian dan interaksi antara entitas-entitas tersebut dapat direpresentasikan dengan baik.

Sistem

Secara umum, suatu sistem memiliki Input yang kemudian diproses dan keluar sebagai output. Untuk menggambarkan perubahan yang terjadi dan Input menjadi output tersebut, terlebih dahulu perlu kita identifikasi bagian bagian serta obyek saja yang ada dalam sistem. Dalam mengidentifikasi sistem, perlu diketahui elemen-elemen dari sistem yang merupakan obyek amatan di dalam sistem. Perlu diingat bahwa dalam mendefinisikan elemen dari sistem tergantung dari sudut pandang pengamat dan tujuan yang ingin dicapai oleh suatu sistem. Dalam menyusun model simulasi, elemen sistem dibedakan menjadi 4, yaitu: entitas, sumber daya (resource), aktivitas, dan kontrol. Berikut ini akan dijelaskan lebih rinci mengenal masing-masing elemen tersebut.

1. Entitas

Dalam sistem manufaktur maupun jasa, kita dapat melihat dengan jelas bahwa sistem dimaksudkan menerima input untuk diproses, misalnya rumah sakit melayani pasien, bank melayani nasabah, pabrik semen memproses bahan baku menjadi semen, dan lain-lain. Obyek di dalam sistem yang dikenai proses ini disebut sebagai entitas

2. Atribut

Atribut merupakan sebuah hal yang melekat dan berkaitan dengan entitas dalam sebuah sistem.

3. Aktivitas

Aktivitas adalah apa yang dilakukan oleh resource di dalam sistem, yang berkaitan dengan pemrosesan entitas secara langsung maupun tidak langsung

4. Variabel

Variabel merupakan sesuatu hal yang melekat dan berpengaruh pada keseluruhan sistem nyata. Variable biasanya digunakan sebagai penghitung atau yang menandai sistem tersebut.

5. Resource

Resource adalah alat tenaga kerja, mesin, atau fasilitas yang apnakan untuk memproses entitas dengan cara melakukan aktivitas.

6. Control

Kontrol dalam sistem berperan untuk mengatur bagaimana, kapan, dan dimana aktivitas dijalankan. Kontrol mengendalikan bagaimana sistem berjalan dan berperilaku, sehingga kontrol dapat mempengaruhi sistem itu sendiri.

Simulasi Software Arena

Software Arena adalah sebuah perangkat lunak simulasi yang dikembangkan oleh Rockwell Automation. Software ini digunakan untuk membangun model simulasi yang interaktif dari berbagai sistem yang kompleks, seperti manufaktur, logistik, pelayanan kesehatan, transportasi, dan lain sebagainya. Arena menyediakan berbagai alat dan fitur untuk membuat, menjalankan, dan menganalisis model simulasi dengan tujuan memahami, mengoptimalkan, dan merencanakan kinerja sistem. Dengan menggunakan Software Arena, pengguna dapat memodelkan berbagai komponen sistem, mengatur hubungan antara komponen tersebut, mengatur aliran entitas, dan mensimulasikan interaksi di antara mereka. Selain itu, Software Arena juga menyediakan berbagai jenis statistik dan laporan yang membantu dalam menganalisis hasil simulasi[5].

Modul-modul dalam Arena memiliki berbagai bentuk yang berbeda namun menyerupai flowchart dasar. Setiap modul dalam panel memiliki fungsi spesifik dalam memodelkan sistem. Panel utama Arena mencakup Basic Process, Advanced Process, dan Advanced Transfer, yang fokus pada pemodelan alur dasar, proses yang lebih kompleks, dan transfer entitas dalam system.

Replikasi Simulasi

Replikasi dalam simulasi merujuk pada pengulangan atau penggandaan percobaan yang dilakukan untuk menghasilkan estimasi yang lebih akurat dan reliabel tentang perilaku sistem yang sedang disimulasikan. Dalam replikasi, model simulasi dijalankan beberapa kali dengan parameter dan kondisi awal yang sama untuk melihat variasi hasil yang mungkin terjadi.

Dengan melakukan replikasi, simulasi dapat memberikan informasi tentang sejauh mana hasil yang diamati bersifat konsisten dan dapat diandalkan. Hal ini membantu dalam mengidentifikasi pola atau tren yang muncul secara konsisten dalam perilaku sistem, serta memperkirakan sejauh mana variasi dalam hasil simulasi

Verifikasi Model

Verifikasi adalah proses untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibuat telah dibangun dengan benar dan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan[6]. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan menghilangkan kesalahan atau error dalam model, baik dalam hal sintaksis maupun dalam hal logika atau semantik. Ada dua jenis error yang dapat terjadi dalam simulasi:

- Syntax Error: Ini terjadi ketika ada kesalahan dalam penulisan kode atau notasi dalam model simulasi. Misalnya, kesalahan penulisan nama variabel, kesalahan penggunaan fungsi atau perintah, atau kesalahan dalam struktur atau tata letak model. Kesalahan semacam ini akan menyebabkan model tidak dapat berjalan dengan benar.
- Semantic Error: Ini terjadi ketika terdapat kesalahan logika dalam pembuatan model simulasi. Misalnya, aturan atau alur proses yang tidak sesuai dengan sistem yang sebenarnya, keputusan pengambilan yang tidak tepat, atau pengaturan parameter yang tidak akurat. Kesalahan semantik dapat menghasilkan hasil simulasi yang tidak valid atau tidak mencerminkan sistem yang sedang disimulasikan.

Validasi Model

Validasi model adalah proses untuk menentukan sejauh mana model yang telah dibangun mampu merepresentasikan sistem nyata dengan akurat. Menurut (Law & Kelton) Validasi dilakukan sebagai langkah penting untuk memastikan bahwa model yang dibangun sesuai dengan kondisi nyata[7]. Sebuah model akan dianggap valid jika hasil dari simulasi model tidak berbeda secara signifikan dengan hasil sistem nyata. Validasi model tidak dapat dilakukan dengan uji sederhana

Secara statistik, salah satu metode umum yang digunakan dalam validasi model adalah membandingkan model dengan sistem nyata melalui uji statistik. Dalam hal ini, uji Student's t digunakan untuk menentukan apakah data output dari model dan sistem nyata memiliki parameter populasi yang sama. Uji ini membantu dalam mengevaluasi apakah perbedaan antara model dan sistem nyata bersifat signifikan secara statistik, uji statistik ini memberikan dasar statistik untuk membandingkan model dengan sistem nyata, sehingga memungkinkan penentuan validitas model berdasarkan signifikansi statistik.

Uji Student's t adalah uji hipotesis yang digunakan untuk membandingkan dua parameter populasi dan menentukan apakah perbedaan antara kedua populasi tersebut signifikan secara statistik. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam melakukan uji Student's t:

- a. Tentukan hipotesa awal dan hipotesa alternatif untuk membandingkan rata-rata output pada sistem aktual (μ_1) dan rata-rata output pada model simulasi (μ_2) sebagai berikut:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Apabila H_0 secara statistik benar, artinya sistem nyata dan model simulasi tidak berbeda secara signifikan atau dengan kata lain model dinyatakan valid. Tetapi apabila hipotesa yang diterima adalah pernyataan kedua, artinya model simulasi yang dibuat tidak valid.

- b. Hitung rata-rata dan standar deviasi dari masing-masing sampel atau populasi yang dibandingkan dalam hal ini sistem nyata dengan model simulasi dan kemudian tentukan nilai standar deviasi yang merupakan gabungan dari dua populasi tersebut berdasarkan persamaan:

$$SP = \sqrt{\frac{(n-1)S_1^2 + (n-2)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana,
 s_1 = Standar deviasi sampel 1 (sistem nyata)
 s_2 = Standar deviasi sampel 2 (model simulasi)
 n_1 = Jumlah data pada sampel
 n_2 = Jumlah data pada sampel 2
 Sp = Standar deviasi gabungan

- c. Hitung nilai t dari data yang diuji menggunakan rumus

$$t = \frac{(x_1 - x_2) - (u_1 - u_2)}{sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \dots\dots\dots(2)$$

- d. Tentukan tingkat signifikansi atau alpha (α). Berikutnya cari nilai t kritis pada table t serta derajat kebebasan (df) sebesar $df = n_1 + n_2 - 2$
- e. Mengambil kesimpulan dengan membandingkan nilai t dari alpha dan nilai t dari data. Apabila nilai t data berada di daerah penerimaan, maka dapat disimpulkan bahwa output sistem nyata dan model simulasi dikatakan valid atau tidak berbeda secara signifikan.

Menurut Singgih Santoso [8] dalam analisis menggunakan perangkat lunak, jika t-value (nilai t) kurang dari t-critical atau t tabel, atau nilai P-Value (nilai p) lebih besar dari α (0,05), maka data dinyatakan memiliki varian yang sama (equal variance) dan hipotesis nol (H_0) diterima. Ini berarti tidak ada perbedaan signifikan antara varian data yang dibandingkan. Sebaliknya, jika t-value lebih besar dari t-critical atau t tabel, atau nilai P-Value lebih kecil dari α (0,05), maka data dinyatakan memiliki varian yang berbeda (unequal variance), dan hipotesis nol (H_0) ditolak.

Penelitian ini dilaksanakan pada PT. XYZ yang bertempat di Majalengka, Jawa Barat, selama kurun waktu tiga bulan dimulai dari 09 Januari sampai dengan 07 April 2023 dengan Subjek dalam penelitian terhadap Simulasi pada kegiatan RSD di PT. XYZ adalah *Refueller* dan Objek dalam penelitian ini adalah Simulasi pada kegiatan RSD(Recieving, Storage and Distribution) dan Maintenance di PT. XYZ

Jenis penelitian dari penelitian yang dilakukan ini merupakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sistematis dengan tujuan untuk mengembangkan ataupun menggunakan model matematis. Proses pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan, wawancara serta analisis data yang dilakukan secara kuantitatif berdasarkan model matematis yang ada.

Teknik Pengumpulan Data:

1. Kajian Literatur

Dalam penelitian ini, dilakukan studi literatur untuk memberikan tinjauan tentang penelitian sebelumnya dan teori-teori yang relevan. Studi literatur tersebut memiliki tujuan untuk mendukung penulis dalam memecahkan masalah yang diteliti dengan mengacu pada penelitian sebelumnya sebagai referensi.

2. Pengamatan

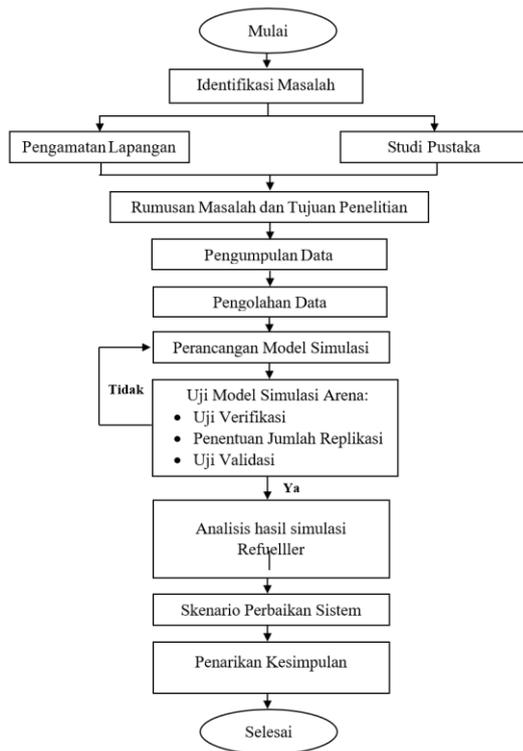
Observasi atau pengamatan langsung merupakan salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini. Melalui pengamatan langsung, peneliti mengamati secara langsung objek atau kegiatan yang terjadi di lapangan. Tujuan dari pengamatan ini adalah untuk memastikan bahwa data yang diperoleh akurat, aktual, dan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Dengan melakukan pengamatan langsung, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang objek penelitian dan mengamati secara detail berbagai aspek yang relevan. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi permasalahan atau ketidaksesuaian yang mungkin terjadi dan menjadi dasar untuk melakukan analisis lanjutan.

3. Wawancara

Wawancara adalah sebuah proses di mana peneliti mengumpulkan data dengan cara mengajukan pertanyaan kepada individu yang diwawancarai. Dalam konteks ini, tujuan wawancara adalah untuk mendapatkan informasi dari para pekerja dan pimpinan yang terkait dengan *refueller*, jam operasional, waktu pengisian dll.

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan skema alur penelitian sebagai berikut:

II. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, alur penelitian dimulai dengan melakukan identifikasi masalah observasi dan perumusan masalah, lalu pengumpulan data hingga pengolahan data yang sudah dikumpulkan, lalu menjabarkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan sehingga dapat ditarik kesimpulan.

A. Pengelolaan Data

Proses pengolahan data dimulai dengan membuat.

a. Merakapitulasi Data

Merakapitulasi data dilakukan dengan bantuan microsoft excel untuk menghitung waktu kedatangan *refueller*

b. Mengolah data dengan Arena

Proses pengolahan data pada simulasi menggunakan software Arena dilakukan untuk menentukan jumlah kendaraan yang dibutuhkan dalam dua tahun mendatang berdasarkan data tingkat penerbangan. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data menggunakan simulasi Arena:

1. Pembangunan Model Simulasi Kondisi Eksisting

Pembuatan model simulasi *eksisting* berdasarkan alur proses penyaluran pada sistem pengisian *Refueller* dimulai dengan kedatangan *Refueller* untuk melakukan pengisian hingga keluar dari sistem. Proses pembuatan model simulasi ini dilakukan menggunakan software Arena dengan merujuk pada model konseptual yang telah dibuat sebelumnya. Model yang dibangun bertujuan untuk mengkaji tingkat optimalisasi

terminal dalam proses penyaluran pada sistem pengisian *Refueller*. Melakukan Verifikasi Uji verifikasi model dilakukan dengan memperhatikan animasi. Pada saat model dijalankan (run) tidak terdapat informasi bahwa model bermasalah (error) atau dapat dikatakan bahwa model berjalan lancar sesuai yang diinginkan, sehingga model simulasi telah memenuhi uji verifikasi model. Dari data yang ada, terlihat bahwa antarkedatangan dan jumlah *Refueller* yang melakukan pengisian memainkan peran yang sangat penting dalam tingkat pemanfaatan sarana dan fasilitas pengisian di PT. XYZ. Oleh karena itu, penggunaan simulasi dianggap lebih tepat dalam menggambarkan kondisi sistem dibandingkan dengan menggunakan model matematis atau heuristik. Simulasi memberikan gambaran yang lebih realistis dan mendetail tentang bagaimana sistem bekerja dan bagaimana faktor-faktor seperti antarkedatangan dan jumlah *Refueller* memengaruhi pemanfaatan sarana dan fasilitas pengisian secara keseluruhan di PT. XYZ.

2. Pengujian Model Simulasi

Setelah model simulasi kondisi eksisting dibuat dan dijalankan menggunakan software Arena, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa model simulasi tersebut menggambarkan sistem nyata dengan baik. Pengujian dilakukan melalui dua tahap, yaitu uji verifikasi dan uji validasi model. Uji verifikasi bertujuan untuk memastikan kesesuaian antara model simulasi dengan model konseptual yang telah dibuat sebelumnya. Proses verifikasi dilakukan dengan menggunakan fitur debug pada software Arena, yang akan mengidentifikasi apakah ada error atau kesalahan dalam model simulasi yang dibuat. Selanjutnya, uji validasi dilakukan untuk memastikan bahwa model yang telah dibangun sesuai dengan kondisi sistem nyata. Proses validasi melibatkan perbandingan antara output dari simulasi yang dihasilkan oleh software Arena dengan data aktual dari kondisi eksisting, seperti jumlah pengisian dari *Refueller* sesuai dengan kapasitas. Pengujian validasi ini dapat dilakukan menggunakan uji hipotesis untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan antara hasil simulasi dan data aktual. Jika hasil uji hipotesis menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara hasil simulasi dan data aktual, maka dapat disimpulkan bahwa model simulasi telah valid dan dapat digunakan untuk proses selanjutnya[9]. Hal ini menandakan bahwa model simulasi berhasil menggambarkan dengan baik sistem yang sedang dipelajari dan dapat diandalkan untuk analisis dan pengambilan keputusan.

3. Perancangan Perbaikan Sistem

Setelah menganalisis hasil dari simulasi kondisi eksisting, langkah selanjutnya adalah menyusun dan mengembangkan skenario perbaikan sistem. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan optimalisasi proses penyaluran pada sistem pengisian ke *Refueller*. Skenario perbaikan dikembangkan berdasarkan hasil tingkat pemanfaatan sarana dan fasilitas dalam proses pengisian ke *Refueller*. Salah satu skenario perbaikan yang dapat dilakukan adalah rekonfigurasi Filling station, yaitu mengubah atau memodifikasi tata letak atau

struktur fisik dari stasiun pengisian. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses penyaluran bahan bakar. Selain itu, skenario perbaikan juga dapat melibatkan pengaturan waktu operasional depot. Pengaturan waktu operasional depot memiliki peran penting dalam mengoptimalkan kinerja sarana dan fasilitas yang ada. Dengan mengatur waktu operasional dengan baik, dapat dicapai peningkatan efisiensi dalam proses pengisian dan pengurangan waktu antrian. Melalui pengembangan skenario perbaikan tersebut, diharapkan dapat ditemukan solusi yang optimal untuk meningkatkan kinerja sistem pengisian ke *Refueller*. Skenario ini akan mempertimbangkan berbagai faktor seperti tingkat pemanfaatan sarana dan fasilitas, efisiensi operasional, dan pengurangan waktu antrian, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang lebih baik dalam mengoptimalkan proses penyaluran bahan bakar.

4. Tahap Analisis dan penarikan kesimpulan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah analisis dan penarikan kesimpulan. Model simulasi yang telah dirancang bertujuan untuk mencapai optimalisasi proses penyaluran pada sistem pengisian. Dalam tahap ini, setiap skenario perbaikan akan direplikasi sebanyak 5 (lima) kali untuk mendapatkan hasil yang konsisten dan reliabel. Proses pemilihan skenario terbaik dilakukan berdasarkan hasil yang paling baik untuk kondisi saat ini dan kondisi yang akan datang. Pendekatan uji statistik digunakan untuk melihat signifikansi antara skenario perbaikan dengan kondisi eksisting. Dengan demikian, dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh dari simulasi kondisi eksisting dan kondisi perbaikan sesuai dengan tujuan penelitian. Setelah dipilih skenario terbaik dari beberapa skenario yang telah dicoba, langkah selanjutnya adalah penarikan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan ini mencakup analisis terhadap hasil simulasi serta rekomendasi atau saran untuk perbaikan sistem penyaluran bahan bakar, Untuk memvisualisasikan metodologi yang dijelaskan, dapat digambarkan dalam bentuk flowchart yang menggambarkan urutan tahap dan langkah yang dijalankan selama penelitian. Flowchart tersebut akan memberikan gambaran yang jelas mengenai proses dan alur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data

1. Permodelan Konseptual

Pemodelan konseptual digunakan dalam simulasi di software ARENA untuk menggambarkan keadaan yang sebenarnya dari siklus proses distribusi melalui sistem *Refueller*..



Gambar 2 Alur Konseptual

Berdasarkan Gambar 2 Pemodelan konseptual ini berfungsi sebagai representasi visual yang menggambarkan langkah-langkah atau aktivitas yang terjadi dalam sistem *Refueller*

2. *Fitting Distribution*

Fitting distribution adalah proses untuk menentukan bentuk distribusi yang paling sesuai untuk mendeskripsikan pola variabel pada data yang diperoleh dari sistem nyata sebelum membuat model simulasi di Arena[10]. Hal ini dilakukan dengan menganalisis data yang ada dan memilih distribusi yang paling cocok untuk menggambarkan pola variabel tersebut. Dalam konteks penelitian ini, analisis akan dilakukan terhadap data waktu kedatangan pesawat yang akan digunakan dalam modul create kedatangan pesawat di simulasi Arena. Tujuannya adalah untuk menentukan bentuk distribusi yang paling tepat untuk menggambarkan pola waktu kedatangan pesawat dalam sistem tersebut.

3. Pembuatan Model Smiulasi *Eksisting*

Model simulasi dibangun berdasarkan model konseptual yang telah dibuat sebelumnya. Software Arena digunakan sebagai alat untuk membangun model simulasi ini. Tujuan dari model simulasi ini adalah untuk menggambarkan keadaan sistem nyata pada proses penyaluran Avtur/Jet A-1 di PT. XYZ

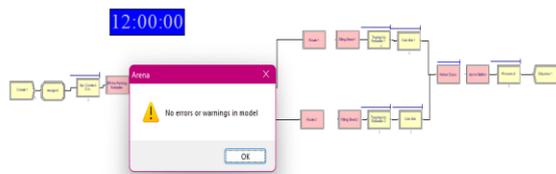
dan juga untuk mengetahui tingkat kesibukan atau tingkat keramaian dari sistem tersebut.

B. Pengujian Model Simulasi

Pengujian model simulasi yang dilakukan meliputi, penentuan jumlah replikasi, uji validasi dan verifikasi

1. Verifikasi

Verifikasi dilakukan sebagai proses untuk memeriksa adanya error dalam model simulasi yang dibangun menggunakan software Arena. Proses ini dilakukan dengan mengklik tab "Run" dan memilih opsi "Check Model" atau menggunakan tombol F4 pada keyboard. Setelah proses verifikasi dilakukan, jika tidak ada error yang terdeteksi dalam model simulasi, akan muncul sebuah kotak dialog yang menyatakan "No errors or warnings in model". Ini menandakan bahwa model simulasi telah melewati proses verifikasi tanpa adanya masalah. Namun, jika terdapat error dalam model simulasi, akan muncul tulisan "Error" beserta penjelasannya. Penjelasan tersebut akan memberikan informasi mengenai jenis error yang terjadi dan lokasi atau bagian dari model yang terkena dampak.



Gambar 3 Pengujian Verifikasi

Berdasarkan Gambar 3, kotak dialog menyatakan "No errors or warnings in model", yang berarti tidak ada error atau peringatan yang ditemukan dalam model simulasi. Hal ini menunjukkan bahwa model simulasi yang telah dibangun sesuai dengan model konseptual yang telah dirancang sebelumnya.

2. Validasi

Dalam penelitian ini, validasi dilakukan dengan membandingkan hasil output dari model simulasi dengan kondisi aktual sistem. Model simulasi akan dijalankan dalam 10 replikasi, di mana setiap replikasi akan berlangsung selama 12 Jam. Hasil output simulasi akan dianalisis secara statistik untuk menguji signifikansi perbedaannya. Hal ini bertujuan untuk melihat sejauh mana model simulasi dapat menghasilkan output yang serupa dengan kondisi aktual sistem Hal ini dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1
Jumlah Replikasi

Jumlah Pesawat Terlayani		
Replikasi	Real System	Simulation
1	13	10
2	13	11
3	12	18
4	14	14
5	14	12
6	15	18
7	11	10
8	12	7
9	10	11
10	14	16

Uji statistik yang digunakan untuk validasi ini adalah uji t independent sample t-test (paired two-sample t-test), yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dua kelompok data yang tidak terkait satu sama lain. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk uji t adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan hipotesis nol (H0) dan hipotesis alternatif (HA):
 - H0: Tidak ada perbedaan signifikan antara model simulasi dan real system.
 - HA: Terdapat perbedaan signifikan antara model simulasi dan real system.
- b. Melakukan perhitungan nilai t-statistik dengan menggunakan rumus yang sesuai untuk uji t independent sample t-test. Rumus ini melibatkan perhitungan selisih antara rata-rata kedua kelompok data, deviasi standar, dan ukuran sampel.
- c. Menggunakan tabel distribusi t atau software statistik untuk menentukan nilai kritis t untuk tingkat signifikansi yang ditentukan sebelumnya dan derajat kebebasan yang relevan.
- d. Menginterpretasikan hasil uji t dan membuat kesimpulan apakah hipotesis nol dapat ditolak atau gagal ditolak, dan apakah terdapat perbedaan signifikan antara model simulasi dan real system.

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
0.08	12	0.938

Gambar 4 Hasil Uji T Test

e. Berdasarkan hasil Gambar 4 analisis uji t di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut: H_0 nya diterima jika nilai 0 berada pada rentang nilai Interval dan Confidence yang berarti hipotesis nol (H_0) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara model simulasi dan real system. Dengan kata lain, hasil uji statistik menunjukkan bahwa output dari model simulasi secara statistik tidak berbeda secara signifikan dengan kondisi aktual sistem. Oleh karena itu, model simulasi dapat dianggap sebagai representasi yang baik dari keadaan nyata sistem penyaluran Avtur/Jet A-1 di PT. XYZ.

3. Jumlah Replikasi

Perhitungan jumlah replikasi simulasi pada software Arena dilakukan untuk menentukan jumlah kali model simulasi harus dijalankan guna mendapatkan estimasi yang diinginkan atau mewakili kondisi nyata dengan tingkat kepercayaan yang ditetapkan. Dalam perhitungan jumlah replikasi menggunakan metode absolute error dengan tingkat kepercayaan 95%, perlu mengambil sampel sejumlah n untuk menjalankan model simulasi sebanyak n kali. Dalam kasus ini, n awal yang digunakan adalah 10.

avg	12.7
stdev	3.7
n	10.0
t(n-1,a/2)	2.3
Half Width (error)	2.6
Relatif Error	0.6
Hitungan relatif error dari rata rata kesalahannya	
Relath Error (Y)	5%
n (Banyaknya Replikasi)	172.1754601
172	

Gambar 5 Perhitungan Replikasi

Berdasarkan Gambar 5 didapatkan banyaknya replikasi sebesar 172 Replikasi, dengan demikian perlu dilakukan replikasi sebanyak 172 agar dapat merepresentasikan hasil Kondisi aktual.

C. Analisis Simulasi Kondisi Eksisting

Dalam simulasi kondisi eksisting yang dilakukan untuk menggambarkan mekanisme proses distribusi Avtur oleh PT. XYZ, terdapat permasalahan dengan peningkatan jumlah penerbangan pada tahun 2023-2024. Hal ini mendorong

perlu nya perhitungan jumlah kendaraan yang memadai di PT. XYZ untuk mengatasi peningkatan tersebut Output dari simulasi kondisi eksisting, khususnya untuk *Refueller*, dapat dilihat pada lampiran yang tersedia. Dengan melihat output tersebut, dapat diketahui apakah jumlah kendaraan yang ada sudah cukup untuk menghadapi peningkatan jumlah penerbangan

Tabel 2
 Utilitas *Refueller*

No	<i>Refueller</i>	<i>Refueller Average Utilization (%)</i>
1	Reff 01	17,34%
2	Reff 02	15,96%
3	Reff 03	11,14%
4	Reff 04	13,21%
Total	4 <i>Refueller</i>	57,65%

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa dengan jumlah minimal satu unit *refueller*, utilitas *refueller* tersebut hanya berkisar antara 11-17%. Dan total utilitasnya 57,65% dimana Hal ini berkaitan(berkorelasi) dengan penggunaan *refueller* sangat minim dikarenakan penjualan avtur di PT. XYZ saat ini sangatlah sedikit, yang berdampak pada kinerja *refueller* yang rendah. Meskipun satu unit *refueller* dianggap mampu mencover penyaluran avtur ke pesawat tanpa adanya antrian, perlu diingat bahwa perusahaan juga harus mempersiapkan satu unit *refueller* sebagai cadangan jika terjadi kerusakan pada *refueller* yang sedang digunakan. Dalam hal ini, dengan mempertimbangkan peningkatan jumlah penerbangan dan untuk memastikan kelancaran penyaluran avtur, PT. XYZ membutuhkan minimal dua unit *refueller*. Dengan adanya dua unit *refueller*, perusahaan dapat lebih efisien dalam penggunaan *Refueller* dan mengatasi potensi kerusakan yang mungkin terjadi pada unit *refueller* serta dapat mengurangi biaya maintenance akibat penggunaan *refueller* yang tidak efisien atau berlebihan [11].

D. Rekomendasi Scenarior Perbaikan

Dalam penelitian ini, perhatian terhadap penggunaan dan perawatan *refueller* di DPPU sangat penting agar *refueller* tetap berfungsi dengan baik dan dapat beroperasi dalam jangka waktu panjang. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, berikut adalah beberapa rekomendasi scenario perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan utilitas *refueller* di DPPU:

1. Perawatan *Refueller*

Maintenance rutin yang direkomendasikan untuk *refueller* di DPPU adalah sebagai berikut:

- Service A: Dilakukan setiap 300 jam mesin operasi atau 1 bulan, tergantung mana yang tercapai lebih dulu. Pada

layanan ini, dilakukan pemeriksaan dan pemeliharaan rutin terhadap komponen-komponen *refueller*, seperti penggantian oli, filter, dan pengecekan umum pada sistem mesin.

- Service B: Dilakukan setiap 600 jam mesin operasi atau 3 bulan, tergantung mana yang tercapai lebih dulu. Pada layanan ini, dilakukan pemeriksaan lebih mendalam terhadap komponen-komponen *refueller*, termasuk sistem bahan bakar, sistem pendingin, dan sistem pelumasan. Selain itu, dilakukan penggantian komponen yang telah mencapai batas usia pakai atau mengalami keausan.
- Service C: Dilakukan setiap 900 jam mesin operasi atau saat overhauled. Layanan ini melibatkan perawatan yang lebih menyeluruh dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Pada layanan ini, dilakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap seluruh sistem dan komponen *refueller*. Jika ditemukan masalah serius atau komponen yang sudah tidak layak pakai, dilakukan proses overhauled atau penggantian komponen secara menyeluruh

Dengan menjalankan maintenance rutin yang tepat sesuai dengan jadwal yang ditentukan, akan memastikan *refueller* tetap beroperasi dalam kondisi optimal dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat mengganggu pengoperasian dan efisiensi *refueller*.

2. Pemindahan Refueller

Cro 1	0.2740	(Insufficient)
Cro 2	0.00607029	(Insufficient)
Cro 3	0.00625960	(Insufficient)
Cro 4	0.00460295	(Insufficient)
Cro 5	0.01075907	(Insufficient)
Cro 6	0.00592184	(Insufficient)
Cro 7	0	(Insufficient)
CRO 8	0	(Insufficient)
PP 1	0.07279450	(Insufficient)
PP 2	0.04145001	(Insufficient)
PP 3	0.04158203	(Insufficient)
PP 4	0.03748428	(Insufficient)
PP 5	0.04196543	(Insufficient)
Refueller 1	0.2610	(Insufficient)
Refueller 2	0.2408	(Insufficient)
Spv 1	0.00607046	(Insufficient)
Spv 2	0.00696795	(Insufficient)
Spv 3	0.00629817	(Insufficient)
Spv 4	0.00507772	(Insufficient)

Gambar 6 Hasil Simulasi Scenario Perbaikan

Berdasarkan gambar 6 Pemindahan atau ahli fungsikan unit *refueller* dari PT. XYZ PT. YZZ atau PT. YYY lain yang membutuhkan dan langkah yang baik untuk meningkatkan nilai fungsi dan efisiensi penggunaan *refueller*. Dengan memindahkan *refueller* ke tempat yang membutuhkan lebih banyak, dapat memaksimalkan penggunaan *refueller* dan memastikan bahwa aset tersebut digunakan secara optimal dimana utilitas *Refueller 1* sebesar 26% dan *Refueller 2* sebesar 24%.

3. Rotasi Penggunaan Refueller

Jika *refueller* tetap berada di PT. XYZ, peneliti merekomendasikan kepada perusahaan untuk melakukan rotasi

penggunaan *refueller*. Rotasi penggunaan *refueller* dapat dilakukan dengan membagi waktu operasional *refueller* secara proporsional antara *refueller* yang tersedia. Hal ini dapat dilakukan dengan menetapkan jadwal rotasi penggunaan *refueller* berdasarkan periode tertentu, misalnya harian, mingguan, atau bulanan. Dengan adanya rotasi penggunaan *refueller*, setiap *refueller* akan memiliki kesempatan untuk digunakan secara merata dan efisien. Selain itu, rotasi juga dapat mengurangi risiko kelelahan atau kerusakan pada satu *refueller* yang terus-menerus digunakan secara intensif. Perusahaan dapat mengimplementasikan sistem rotasi penggunaan *refueller* dengan menyusun jadwal operasional yang jelas dan memastikan bahwa setiap unit *refueller* mendapatkan waktu yang cukup untuk istirahat dan perawatan rutin.

Berdasarkan tiga Scenario yang telah didapatkan, peneliti memilih Scenario Perbaikan Pemindahan *Refueller* dikarenakan dengan memindahkan *refueller* ke tempat yang membutuhkan lebih banyak, dapat memaksimalkan penggunaan *refueller* dan memastikan bahwa aset tersebut digunakan secara optimal Selain itu, pemindahan juga dapat membantu mengurangi waktu operasional. Dengan demikian, pemindahan *refueller* dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional dan penggunaan *refueller* di DPPU yang membutuhkan

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa Hasil simulasi Arena dengan data distribusi kedatangan pesawat pada kondisi normal menunjukkan bahwa utilitas *refueller* dari total waktu operasi penyaluran avtur sebelum perbaikan menggunakan 4 unit *refueller* adalah sebesar 57,65%. Hal ini menunjukkan bahwa *refueller* tidak digunakan secara maksimal dalam melayani pengisian avtur. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk Pemindahan 2 unit *Refueller* guna untuk melakukan pengoptimalan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Program Studi Logistik Minyak dan Gas, Dosen Pembimbing, Dosen, Program Studi Logistik Minyak dan Gas, serta pihak PT Pertamina Patra Niaga DPPU Kertajati yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan dan penulisan artikel ini

REFERENSI

[1] Yumadini, Hardini “ Jambi City community transportation modes and influencing factors” *Jurnal Perspektif Pembiayaan dan Pembangunan Daerah* Vol.8 No. 5, November – Desember 2020

[2] Nugraha, R. U. "Sumber Hara Sebagai Pengganti AB mix pada Budidaya Sayuran Daun Secara Hidroponik". *Departemen Agronomi dan Hortikultura: Institut Pertanian Bogor*. 2014

[3] Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. *Discrete-Event*

- System Simulation*. (3 ed.) Prentice-Hall. 2011
- [4] Nur Layli Rachmawati, Pramesti Adwinda Dianisa "Model Simulasi Sistem Diskrit untuk Meminimasi Rata-Rata Waktu Tunggu Truck (Studi Kasus PT.XYZ). *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri* Vol 4 No 2. Agustus 2022, hal 122-136
- [5] Venriza, O., & Fayyadh, M. D. A. (2022). Studi Utilitas Refueller terhadap Kualitas Avtur dalam Operasi Penyaluran di Depot Penyaluran Pesawat Udara (DPPU) XYZ PT ABC. *JIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(8), 3217-3225
- [6] Fikri, M. A., Andesta, D., Studi, P., Industri, T., Teknik, F., & Gresik, U. "Memanfaatkan Software Arena Untuk Analisis Sistem Antrian Bbm Pada Spbu Xyz" E -ISSN : 2746-0835 Volume 3 No 3 *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik 3Industri)*. (3). 2022
- [7] Liperda, R. I., Dianisa, P. A., Izzatunnisa, A., Utami, F. D., & Hibatullah, M. "Simulasi Optimasi Antrian Truk Pada Proses Loading Sembako Gudang PT. XYZ". *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 9(1), 1-12. 2022
- [8] Law, A.M. and Kelton, W.D. "Simulation Modeling and Analysis". *McGraw-Hill*, Boston. 2010
- [9] Singgih Santoso, "Konsep dan Aplikasi dengan Amos" *Structural Equation Modelling(SEM)* 18, Jakarta: 18, PT Elex Media Komputindo. 2011
- [10] Dewi Rahmadani, Fitri Julasmasari. "Simulasi Pelayanan Kasir Swalayan Citra di Bandar Buat, Padang". *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 9 No. 1, April 2010:19-24
- [11] Fuad Dwi Hanggara, & Putra, R. D. E.. "Analisis Sistem Antrian Pelanggan SPBU Dengan Pendekatan Simulasi Arena". *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(2), 155–162. 2022