

Simulasi Metode *Monte Carlo* untuk Mengatur Sistem Antrian Truk

Dwana A Juliantho*, Gunadi W Nurcahyo, B Hendrik

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK ,Padang, 25221, Indonesia

abdidwana@gmail.com

Abstract

This study focuses on optimizing pozzolan truck queue management at PT. Danas Putra Mandiri through the application of the Monte Carlo method. The main objective of this study is to develop and implement a simulation application that can predict and calculate the average availability of trucks in a certain time unit, with the ultimate goal of increasing the company's operational efficiency. The method used in this study is the Monte Carlo method. Monte Carlo is an experiment with various elements of possibility using random samples. The Monte Carlo method is useful for solving quantitative problems with real or physical processing. This method can simulate and manage queues that occur in the company. PT Danas Putra Mandiri is one of the companies engaged in the mining sector that supplies pozzolan to PT. Semen Padang. The pozzolan delivery process uses trucks. The delivery process using trucks can affect the availability of the number of trucks in the company. The data used in this study is data from January 2023 - December 2023 with a total of 1619 data. Data were taken through the PT admin. DANAS PUTRA MANDIRI. Based on the prediction of the queue simulation on the truck, the results obtained were with an average accuracy of 80.6%. The results of the queue simulation show that the application of this Monte Carlo method can effectively reduce truck waiting time and increase the availability of trucks for rental which ultimately contributes to expanding the company's operational efficiency.

Keywords: *Technology Information, Simulation, Prediction, Queue, Monte Carlo.*

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada optimalisasi manajemen antrian truk pozzolan di PT. Danas Putra Mandiri melalui penerapan metode Monte Carlo. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sebuah aplikasi simulasi yang mampu memprediksi dan menghitung rata-rata ketersediaan truk dalam satuan waktu tertentu, dengan tujuan akhir meningkatkan efisiensi operasional perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode monte carlo. Monte carlo adalah percobaan berbagai elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel acak. Metode Monte Carlo berguna untuk menyelesaikan sebuah permasalahan yang sifatnya kuantitatif dengan pemrosesan secara nyata atau fisik. Metode ini memiliki kemampuan untuk pengsimulasian dan mengatur antrian yang terjadi pada perusahaan. PT Danas Putra Mandiri sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan yang melakukan suplay pozzolan ke PT.Semen Padang.Proses pengiriman pozzolan menggunakan truk. Pada proses pengiriman menggunakan truk dapat mempengaruhi ketersediaan jumlah truk yang ada pada perusahaan.data yang digunakan pada penelitian ini berupa data dari Januari 2023 – Desember 2023 dengan jumlah data sebanyak 1619 data. Data yang diambil melalui admin PT.DANAS PUTRA MANDIRI. Berdasarkan prediksi simulasi antrian pada truk di dapatkan hasil dengan akurasi rata – rata 80,6%. Hasil simulasi antrian menunjukkan bahwa penerapan metode Monte Carlo ini dapat secara efektif mengurangi waktu tunggu truk dan meningkatkan ketersediaan truk untuk penyewaan yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional perusahaan.

kunci: Teknologi Informasi , Simulasi, Prediksi, Antrian, Monte Carlo.

KomtekInfo is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Pozzolan merupakan pasir gunung yang menjadi salah satu bahan baku dalam pembuatan semen.Pozzolan yang disumatera barat umumnya diperoleh di wilayah Padang Pariaman. PT Danas Putra Mandiri sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan yang melakukan suplay pozzolan ke PT.Semen Padang.Proses pengiriman pozzolan

menggunakan Truk mempengaruhi ketersediaan. jumlah Truk pada perusahaan. persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan untuk memenuhi suatu tujuan tertentu tujuan. Misalnya digunakan untuk proses produksi atau perakitan, maupun untuk dijual kembali [1]. Persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan untuk memenuhi suatu tujuan tertentu tujuan. Misalnya digunakan untuk proses produksi atau perakitan, maupun untuk dijual kembali [2]. Simulasi merupakan

suatu perangkat uji coba untuk mendapatkan beberapa alternatif dengan menerapkan aspek penting agar mendapatkan keputusan yang terbaik [3]. Antrian adalah layanan dari satu atau lebih pelayanan yang disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan(kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, sehingga pelanggan yang tiba tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan kesibukan pelayanan [4]. Pendapat lain mengatakan antrian merupakan kondisi apabila obyek-obyek menuju suatu area untuk dilayani,namun kemudian menghadapi keterlambatan disebabkan oleh mekanisme pelayanan yang mengalami kesibukan[5]. Proses simulasi dapat memanfaatkan data lama yang menggambarkan hubungan sebab dan akibat dari sebuah sistem model komputer,sehingga mampu menggambarkan pada sistem nyata. Penggunaan simulasi seringkali mengarah pada hasil yang optimal maupun mendekati optimal [3]. Simulasi *Monte Carlo* adalah sebuah metode analisis yang menggunakan nilai acak sebagai dasar untuk menghasilkan suatu statistik probabilistik yang nantinya akan digunakan untuk mempelajari dampak dari sebuah ketidakpastian. *Monte Carlo* mampu mensimulasikan sistem secara berulang-ulang kali dengan menetapkan angka random pada setiap variabel dari distribusi probabilitasnya [4].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syaputra dkk pada tahun 2022, dengan penelitian akumulasi dan prediksi tingkat penjualan minuman dengan menerapkan metode monte carlo dengan medapatkan hasil dapat memprediksi jumlah penjualan minuman tahun-tahun berikutnya. Berdasarkan hasil prediksi didapatkan rata-rata akurasi sebesar (91% + 89%) dibagi 2, yaitu 90%, maka hasil penelitian ini sangat baik dan dapat diandalkan dalam menentukan prediksi penjualan minuman pada bulan berikutnya. Tingkat akurasi rata-rata 91%, pada tahun 2020, dan 89% pada tahun 2021. prediksi ini menjadi bahan rujukan bagi pihak 25 coffe untuk mengambil keputusan dan meningkatkan pelayanan [5]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Dari, DKK pada tahun 2022 dengan penelitian yang di lakukan prediksi tingkat penjualan pupuk urea dengan metode monte carlo dan medapatkan hasil tingkat prediksi untuk tahun 2020 dengan tingkat akurasi sebesar 92% dan akurasi tahun 2021 sebesar 92.25%. Hasil dapat disimpulkan bahwa metode ini dapat membantu kios pak de dalam menjaga kelangkaan dalam penjualan pupuk urea [6].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh dwi septiandini putri, dkk pada tahun 2022 dengan penelitian yang dilakukan metode monte carlo untuk memprediksi jumlah tamu menginap dan mendapatkan hasil kondisi Covid-19 di Batam semakin membaik karena jumlah rumah sakit yang semakin sedikit. Jumlah pasien covid-19 semakin berkurang. Untuk menekan jumlah pasien covid-19, diperlukan fasilitas kesehatan yang tersedia dan dalam jumlah yang cukup. Selain itu, masyarakat juga tidak boleh mengabaikan protokol kesehatan

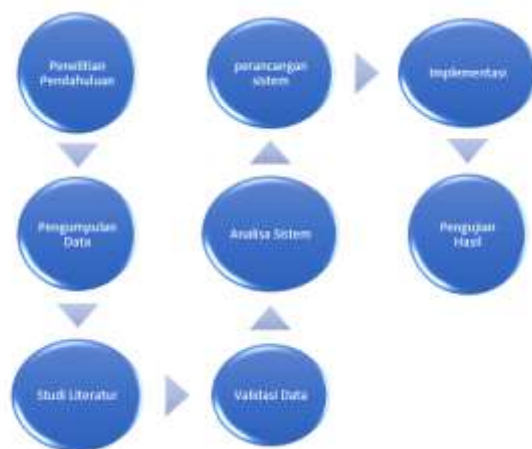
seperti memakai masker dan menjaga jarak [7]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Aldo eko syaputra,dkk pada tahun 2022 dengan penelitian prediksi tingkat kunjungan pasien dengan menggunakan metode monte carlo dengan mendapatkan hasil metode monte carlo dapat memprediksi jumlah kunjungan pasien pada puskesmas IX koto sungai lasi di masa akan datang berdasarkan data kunjungan masa lalu dengan tingkat akurasi yang sangat baik. Sehingga sistem ini sangat dapat diandalkan oleh pihak manajemen dalam meningkatkan pelayanan[8].Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Ringgo dwika putra dkk pada tahun 2022 dengan penelitian penerapan metode monte carlo pada simulasi prediksi jumlah calon mahasiswa baru universitas muhammadiyah Bengkulu dan mendapatkan hasil dari rangkaian langkah penyelesaian dengan metode monte carlo menjelaskan hasil prediksi calon mahasiswa baru pada tahun 2020 didapatkan tingkat akurasi sebesar 92.49%, sehingga dapat diambil kesimpulan metode monte carlo mampu membantu dalam pengambilan keputusan untuk memprediksi calon mahasiswa baru di masa datang [9].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Odongo obwori batholomew dkk pada tahun 2023 dengan penelitian penerapan metode monte carlo pada simulasi prediksi Jumlah calon mahasiswa baru universitas muhammadiyah Bengkulu dan mendapatkan hasil sebagai berikut model simulasi untuk menyelidiki penerapan dan penggunaan model antrian di industri jasa. hasil percobaan menunjukkan bahwa menggabungkan simulasi monte carlo dengan model antrian menghasilkan model antrian yang tepat dan sangat akurat dalam menghasilkan waktu tunggu, demikianlah monte carlo simulasi memberikan akurasi tertinggi dalam memprediksi antrian [10].Penelitian berikutnya dilakukan oleh Damar eko cahyono pada tahun 2021 dengan penelitian Perancangan Sistem informasi antrian pasien di upt puskesmas kaligesing dan mendapatkan hasil sebagai berikut perancangan sistem informasi ini dapat membantu sistem kerja puskesmas agar lebih mudah dalam penomoran antrian pasien yang mendaftar untuk berobat agar mencegah tumpukan dan membuang-buang waktu pasien yang menunggu giliran dengan menggunakan sistem ini pelayanan pasien dapat lebih efisien dan beraturan karena sesuai nomor urut antrian berdasarkan sistem, tidak seperti menggunakan metode konvensional yang tidak beraturan [11]. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Anggraini siska, Dwi nurcahyo, gunadi widi pada tahun 2021 dengan penelitian prediksi peningkatan jumlah pelanggan dengan simulasi monte carlo dan mendapatkan hasil sebagai berikut berdasarkan simulasi peningkatan jumlah pelanggan yang telah dilakukan mendapatkan rata-rata sebesar 72% sehingga dapat mempermudah pihak pengelola bisnis dalam mengambil keputusan untuk mengembangkan bisnis [12]. Penelitian berikutnya dilakukan oleh

Keunggulan penelitian ini di bandingkan penelitian lain terletak pada fokus spesifiknya dalam mengoptimalkan antrian truk pozzolan di PT. Danas Putra Mandiri menggunakan metode monte carlo. Selain itu, penelitian ini juga mengembangkan aplikasi simulasi yang dapat secara efektif menghitung rata-rata ketersediaan truk, yang tidak hanya membantu dalam perencanaan operasional yang lebih baik, tetapi juga memberikan solusi praktis dan efisien untuk masalah antrian truk yang kerap terjadi. Ini membuat penelitian ini unik dan sangat relevan dengan kebutuhan industri di mana penelitian ini diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi model simulasi antrian yang dapat menghitung rata-rata ketersediaan truk untuk penyewaan dalam satuan waktu tertentu. Dengan demikian diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional perusahaan dalam mengelola antrian truk yang mengangkut pozzolan, serta memberikan solusi yang lebih efektif dan tepat waktu dalam proses pengiriman bahan baku tersebut.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah suatu cabang ilmu pengetahuan yang membicarakan/ mempersoalkan mengenai cara-cara melaksanakan penelitian (yaitu meliputi kegiatan-kegiatan mencari, mencatat, merumuskan, menganalisis sampai menyusun laporannya) berdasarkan fakta-fakta atau gejala-gejala secara ilmiah yang dibuat. Kerangka kerja penelitian adalah langkah-langkah atau tahapan-tahapan yang menjelaskan mengenai apa yang akan dilakukan dalam menyelesaikan suatu masalah yang akan dibahas. Tahap penelitian ini menjelaskan langkah-langkah dalam melakukan pencatatan data serta pengumpulan beberapa laporan yang diperlukan untuk dapat dijadikan pedoman dalam membantu penelitian ini. Kerangka kerja dibuat untuk memudahkan dalam melakukan penelitian serta menyusun penelitian ini. Kerangka yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Kerangka kerja penelitian

Berikut proses dalam kerangka kerja penelitian atau pengembangan sistem. Proses dimulai dari Penelitian Pendahuluan, diikuti dengan Pengumpulan Data dan Studi Literatur yang mendasari analisis dan validasi data. Setelah validasi, proses berlanjut ke Perancangan Sistem, Implementasi, dan diakhiri dengan Pengujian Hasil untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan merupakan tahap awal yang penting dalam suatu proses penelitian, di mana peneliti melakukan penganalisaan awal terhadap objek yang akan diolah. Pada tahap ini, peneliti berusaha memahami karakteristik dasar dari objek yang menjadi fokus penelitian. Dengan menganalisis objek tersebut, peneliti dapat memperoleh gambaran umum tentang kondisi, sifat, serta potensi permasalahan yang mungkin muncul. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa penelitian lebih lanjut akan memiliki dasar yang kuat dan relevan.

Selain memahami objek penelitian, peneliti juga harus mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi objek tersebut. Lingkungan di sini dapat mencakup berbagai aspek, seperti faktor sosial, ekonomi, budaya, dan fisik yang ada di sekitar objek penelitian. Memahami interaksi antara objek dengan lingkungan sekitarnya membantu peneliti mengidentifikasi variabel-variabel yang dapat mempengaruhi hasil penelitian. Hal ini juga memungkinkan peneliti untuk menyusun hipotesis yang lebih akurat dan merancang metodologi penelitian yang lebih tepat.

Tahap penelitian pendahuluan juga melibatkan evaluasi terhadap dampak yang ditimbulkan oleh objek penelitian. Dampak ini bisa bersifat positif maupun negatif, dan dapat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dengan mempelajari dampak ini, peneliti dapat mengantisipasi berbagai kemungkinan yang terjadi, serta merumuskan solusi atau rekomendasi yang lebih efektif. Dengan demikian, penelitian pendahuluan tidak hanya membantu dalam memecahkan masalah yang terkait dengan objek penelitian, tetapi juga berkontribusi dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dalam konteks yang lebih luas.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan tahap krusial dalam sebuah penelitian, di mana peneliti berusaha mendapatkan informasi yang relevan dan akurat untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan. Dalam konteks penelitian ini, penulis mendapatkan data dari berbagai sumber yang beragam, termasuk artikel-artikel ilmiah dan referensi lainnya. Sumber-sumber ini memberikan landasan teoritis yang

kuat dan membantu peneliti memahami konteks serta latar belakang dari masalah yang sedang diteliti.

Selain dari sumber-sumber tertulis, penelitian ini juga melibatkan pengumpulan data melalui metode wawancara langsung. Wawancara ini dilakukan dengan manajer PT. DANAS PUTRA MANDIRI, yang memiliki pengetahuan dan pengalaman mendalam terkait topik yang diteliti. Melalui wawancara ini, peneliti dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam dan spesifik mengenai situasi aktual di perusahaan, termasuk bagaimana kebijakan dan keputusan diambil serta bagaimana mereka menghadapi berbagai tantangan dalam operasional sehari-hari.

Metode kombinasi antara studi literatur dan wawancara langsung ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan perspektif yang lebih komprehensif. Data yang diperoleh dari artikel-artikel dan referensi lain memberikan landasan teoritis yang kuat, sementara wawancara langsung menawarkan informasi praktis dan kontekstual yang spesifik. Dengan demikian, pengumpulan data ini tidak hanya memperkaya penelitian dengan berbagai sudut pandang, tetapi juga memastikan bahwa temuan penelitian didasarkan pada informasi yang valid dan relevan dengan kondisi nyata di lapangan.

3. Study Literatur

Studi literatur melibatkan serangkaian kegiatan yang berfokus pada pengumpulan data dari berbagai sumber pustaka. Proses ini mencakup membaca, mencatat, dan mengelola informasi yang relevan dengan topik penelitian. Dengan demikian, studi literatur membantu peneliti membangun landasan teoritis yang kuat dan memahami konteks serta perkembangan terbaru dalam bidang yang diteliti.

4. Validasi Data

Validasi data adalah proses penting yang bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan memenuhi kriteria yang telah ditetapkan dalam penelitian. Langkah ini melibatkan pemeriksaan secara teliti untuk memastikan bahwa setiap data yang akan dimasukkan ke dalam basis data telah melalui pengecekan yang ketat, baik dari segi sumber maupun kebenarannya. Validasi ini memastikan bahwa data yang digunakan dalam penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Proses validasi tidak hanya berhenti pada pengecekan awal, tetapi juga melibatkan konfirmasi bahwa data tersebut konsisten dan sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Hal ini penting untuk menghindari adanya data yang salah, tidak lengkap, atau tidak relevan yang bisa mempengaruhi hasil akhir penelitian. Dengan demikian, validasi data membantu menjaga kualitas

data sehingga penelitian yang dilakukan memiliki landasan yang kuat dan hasil yang akurat.

Tujuan akhir dari validasi data adalah untuk memastikan integritas data dalam seluruh proses penelitian. Data yang valid dan terpercaya merupakan dasar bagi pengambilan kesimpulan yang sah dan dapat diandalkan. Oleh karena itu, validasi data tidak hanya meningkatkan kredibilitas penelitian, tetapi juga memastikan bahwa hasil yang diperoleh dapat memberikan kontribusi yang bermakna dalam bidang ilmu yang diteliti.

5. Analisa Sistem

Tahap analisa sistem adalah salah satu tahapan paling penting dalam proses penelitian atau pengembangan proyek. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi mendalam terhadap berbagai masalah yang ada dalam sistem, termasuk kelemahan dan tantangan yang dihadapi. Analisis ini memungkinkan peneliti atau tim proyek untuk memahami secara menyeluruh kondisi saat ini dan apa yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan.

Proses analisis ini juga mencakup penilaian terhadap peluang dan potensi yang dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan sistem. Dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan project, tim dapat merumuskan strategi yang lebih efektif. Hal ini termasuk dalam bagaimana pengetahuan perusahaan dikelola dan diterapkan untuk mendukung tujuan yang lebih besar, seperti peningkatan efisiensi operasional atau inovasi.

Hasil dari tahap analisa ini sangat penting karena akan menjadi dasar dalam menentukan langkah-langkah selanjutnya dalam pengelolaan proyek. Keputusan yang diambil berdasarkan analisa yang akurat dapat membantu perusahaan menghindari risiko, mengatasi masalah dengan lebih efektif, dan memastikan bahwa pengelolaan project berjalan dengan baik. Dengan demikian, analisa sistem tidak hanya membantu mengidentifikasi masalah, tetapi juga berperan dalam perencanaan yang lebih baik untuk mencapai hasil yang optimal.

6. Perancangan Sistem

Perancangan merupakan penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru. Manfaat tahap perancangan sistem ini memberikan gambaran rancangan bangun yang lengkap sebagai pedoman bagi *programmer* dalam mengembangkan aplikasi. Sesuai dengan komponen sistem yang dikomputerisasikan, maka yang harus didesain dalam tahap ini mencakup *hardware* atau *software*, *database* dan aplikasi.

7. Implementasi

Mengimplementasi bertujuan untuk mengkonfirmasi model-model perancangan, sehingga pengguna dapat memberi masukan kepada pengembangan project management kedepannya. Pada tahap ini perancangan aplikasi akan menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan *MySQL*.

8. Pengujian Hasil

Bagian terakhir dari tahapan penelitian ini adalah pengujian hasil. Pada tahap ini hasil penelitian dikaji untuk merumuskan kesimpulan yang bisa ditarik dari hasil penelitian. Pengujian dilakukan secara langsung dengan menggunakan program web *Browser mozilla Firefox* sehingga dapat mengetahui apakah hasil sesuai atau tidak dengan hasil yang diharapkan. Dalam tahap uji coba ini dilakukan dengan menggunakan server *localhost* yang merupakan server virtual untuk pengujian program berbasis *PHP Programming*.

Distribusi kemungkinan untuk variabel penting dapat dibuat dengan terlebih dahulu mengumpulkan dan menganalisis data empiris dari variabel tersebut. Dari data ini, kita dapat menentukan distribusi frekuensi yang menggambarkan seberapa sering nilai-nilai tertentu muncul dalam dataset. Selanjutnya, fungsi probabilitas dapat digunakan untuk memodelkan distribusi frekuensi ini, sehingga memberikan gambaran kemungkinan atau peluang terjadinya setiap nilai dalam variabel tersebut.,

$$PDF = P/J \quad (1)$$

Dimana:

PDF = Probabilitas Distribusi Frekuensi

F = Frekuensi

J = Jumlah

PDF (Probabilitas Distribusi Frekuensi): Ini adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar kemungkinan (probabilitas) suatu kejadian atau nilai tertentu terjadi dalam suatu distribusi data. PDF ini biasanya dinyatakan dalam bentuk desimal atau persentase. 2.F (Frekuensi): Frekuensi (F) adalah jumlah kemunculan suatu nilai atau kejadian tertentu dalam kumpulan data. Misalnya, jika suatu nilai muncul 10 kali dalam sebuah dataset, maka frekuensinya adalah 10. Jumlah (J) adalah total keseluruhan observasi atau data dalam dataset. Ini merupakan jumlah total semua frekuensi untuk semua kejadian atau nilai yang diamati.

pembangunan distribusi kemungkinan kumulatif bagi variabel kedatangan pelanggan, pertama-tama kumpulkan data tentang waktu kedatangan pelanggan dan tentukan interval waktu analisis. Hitung frekuensi kejadian dalam setiap interval waktu tersebut untuk mendapatkan gambaran tentang seberapa sering pelanggan tiba dalam rentang waktu yang ditentukan. Selanjutnya, hitung probabilitas kejadian pada setiap interval dengan membagi frekuensi interval dengan

total frekuensi keseluruhan. Distribusi kumulatif kemudian dihitung dengan menjumlahkan probabilitas dari interval sebelumnya, yang memberikan gambaran tentang probabilitas kumulatif bahwa variabel akan memiliki nilai kurang dari atau sama dengan nilai tertentu.

Terakhir, visualisasikan distribusi kumulatif dengan membuat grafik yang menunjukkan bagaimana probabilitas kumulatif berubah seiring dengan nilai variabel. Grafik ini akan membantu dalam memahami pola kedatangan pelanggan dan memudahkan analisis lebih lanjut untuk pengambilan keputusan..

1.PDF (Probabilitas Distribusi Frekuensi): Ini adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar kemungkinan (probabilitas) suatu kejadian atau nilai tertentu terjadi dalam suatu distribusi data. PDF ini biasanya dinyatakan dalam bentuk desimal atau persentase. 2.F (Frekuensi): Frekuensi (F) adalah jumlah kemunculan suatu nilai atau kejadian tertentu dalam kumpulan data. Misalnya, jika suatu nilai muncul 10 kali dalam sebuah dataset, maka frekuensinya adalah 10. 3. J (Jumlah): Jumlah (J) adalah total keseluruhan observasi atau data dalam dataset. Ini merupakan jumlah total semua frekuensi untuk semua kejadian atau nilai yang diamati.

Persamaan ($PDF = \frac{F}{J}$), Anda membagi frekuensi kemunculan suatu nilai (F) dengan jumlah total data (J) untuk mendapatkan probabilitas relatif dari nilai tersebut. Nilai PDF ini menunjukkan seberapa besar kemungkinan terjadinya suatu nilai tertentu dibandingkan dengan keseluruhan dataset. Misalnya, jika sebuah nilai muncul 10 kali dari 100 total observasi, maka PDF-nya adalah $\frac{10}{100} = 0.1$ atau 10%.Menentukan grafik dan interval angka random untuk setiap kemungkinan. Setelah menentukan probabilitas kumulatif untuk tiap variabel yang termasuk dalam simulasi, tentukan grafik setiap kedatangan pelanggan. Lalu beri batasan menentukan batas angka yang mewakili tiap kemungkinan. Hal tersebut ditujukan pada interval, penentuan interval di dasari oleh kemungkinan kumulatif terdapat pada Persamaan 3.

$$P(E) = X/N \quad (3)$$

Di mana :

P = kemungkinan suatu kejadian

E = suatu kejadian atau peristiwa

X = banyaknya kejadian yang diinginkan terjadi

N = jumlah seluruh kemungkinan

Membuat angka random.Penarikan random number dilakukan dengan rumus LCM. Penarikan angka random untuk simulasi pada Persamaan 4.

$$Z_i = (a Z_{i-1} + c) \bmod m \quad (4)$$

Dimana

Zi : bilangan awal yang ditentukan

a : Konstanta perkalian

c : Konstanta penambahan

mod : Modulus

m : Batasan nilai bilangan acak

Hasil simulasi dievaluasi berdasarkan kecocokan antara hasil simulasi dan data nyata atau model yang diharapkan. Tingkat akurasi juga menjadi faktor penting dalam menilai seberapa dekat hasil simulasi dengan hasil yang sebenarnya atau yang diprediksi. Dengan menganalisis kecocokan dan akurasi ini, peneliti dapat menentukan apakah simulasi yang dilakukan dapat diandalkan dan valid untuk digunakan dalam pengambilan keputusan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada umumnya persediaan mobil truck pada PT. Danas Putra Mandiri dalam keadaan yang beragam karena dipengaruhi oleh jenis engkel dan tronton dengan ketersediaan mobil truck yang ada. Keinginan untuk memanfaatkan jasa angkutan secara 100% akan menimbulkan penumpukan jumlah ketersediaan mobil truck yang terus menerus sehingga akan menimbulkan kerugian pada perusahaan. Masalah ini harus dicarikan solusinya, sesuai dengan fungsi perusahaan sebagai penyedia mobil truck sebagai jasa angkutan pada Tabel 1.

Bulan	Jumlah (Unit)
1	89
2	89
3	88
4	106
5	87
6	197
7	170
8	72
9	225
10	333
11	0
12	252
Rata-rata 12 Bulan	142

Data yang diambil berasal dari rekapitulasi selama 12 bulan, yaitu dari Januari 2023 hingga Desember 2023. Data ini mencakup berbagai informasi yang dikumpulkan sepanjang tahun tersebut. Dengan data ini, kita dapat melakukan analisis untuk melihat tren dan pola dalam periode waktu tersebut.

Membuat distribusi kemungkinan untuk membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel di tahap pertama. Pada distribusi dapat ditentukan distribusi kemungkinan dan distribusi kumulatif. Menentukan grafik dan interval angka random untuk setiap kemungkinan. Setelah menentukan probabilitas kumulatif untuk tiap variabel yang termasuk dalam simulasi, tentukan grafik setiap kedatangan pelanggan. Lalu beri batasan menentukan batas angka yang mewakili tiap kemungkinan. Hal

tersebut ditujukan pada interval, penentuan interval didasari oleh kemungkinan kumulatif untuk menentukan percobaan simulasi prediksi antrian truk.

Bentuk tabel distribusi kemungkinan untuk jumlah data antrian dari bulan Januari – Desember 2023 yang dibuat berdasarkan nilai distribusi kemungkinan yang ada pada Tabel 2.

No	Frekuensi	kemungkinan Distribusi
1	72	0.04
2	87	0.05
3	88	0.05
4	89	0.05
5	106	0.07
6	170	0.11
7	197	0.12
8	225	0.14
9	252	0.16
10	333	0.21
	1619	1.00

Menentukan distribusi kemungkinan melibatkan identifikasi bagaimana nilai-nilai variabel tersebar dalam data yang diberikan. Proses ini mencakup menghitung probabilitas untuk setiap nilai atau interval yang diamati. Distribusi kemungkinan ini membantu dalam memahami peluang terjadinya setiap nilai dalam variabel tersebut. Bentuk tabel distribusi kumulatif untuk jumlah data antrian dari bulan Januari – Desember 2023 yang dibuat berdasarkan nilai distribusi kemungkinan yang ada pada Tabel 3.

No	Frekuensi	Distribusi kemungkinan	Distribusi kumulatif
1	72	0.04	0.04
2	87	0.05	0.09
3	88	0.05	0.14
4	89	0.05	0.19
5	106	0.07	0.26
6	170	0.11	0.37
7	197	0.12	0.49
8	225	0.14	0.63
9	252	0.16	0.79
10	333	0.21	1.00

Menentukan distribusi kumulatif melibatkan penghitungan probabilitas total hingga nilai tertentu dari variabel. Proses ini dilakukan dengan menjumlahkan probabilitas dari semua nilai yang lebih kecil atau sama dengan nilai yang sedang dianalisis. Distribusi kumulatif ini memberikan gambaran tentang seberapa besar kemungkinan suatu variabel akan berada di bawah atau pada nilai tertentu. Bentuk tabel interval untuk data jumlah data antrian dari bulan Januari - Desember 2023 yang dibuat berdasarkan nilai probabilitas kumulatif yang ada pada Tabel 4.

No	Frekuensi	Data	Disti Kem	Disti Kum	Interval
1	72	1	0.04	0.04	0 – 4

2	87	1	0.05	0.09	5 – 9
3	88	1	0.05	0.14	10 – 14
4	89	2	0.05	0.19	15 – 19
5	106	1	0.07	0.26	20 – 26
6	170	1	0.11	0.37	27 – 37
7	197	1	0.12	0.49	38 – 49
8	225	1	0.14	0.63	50 – 63
9	252	1	0.16	0.79	64 – 79
10	333	1	0.21	1.00	80 - 100

Menentukan distribusi kemungkinan melibatkan perhitungan probabilitas untuk setiap nilai atau interval variabel dalam data. Distribusi kumulatif dihitung dengan menjumlahkan probabilitas dari semua nilai yang lebih kecil atau sama dengan nilai tertentu, menunjukkan peluang variabel berada di bawah atau pada nilai tersebut. Interval digunakan untuk membagi rentang nilai variabel menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, memudahkan analisis dan perhitungan distribusi frekuensi serta distribusi kemungkinan dan kumulatif. Membangkitkan angka acak melibatkan penggunaan algoritma atau fungsi yang menghasilkan angka tanpa pola yang dapat diprediksi. Proses ini sering dilakukan dengan menggunakan generator angka acak dalam perangkat lunak statistik atau bahasa pemrograman. Angka acak ini berguna dalam berbagai aplikasi seperti simulasi, pemilihan sampel, dan pengujian hipotesis.

Diketahui : $a = 22$, $c = 20$, $\text{mod} = 99$, $Z_i = 12$

$$\begin{aligned} Z_1 &= (22 * 12 + 20) \text{ mod } 99 = 86 \\ Z_2 &= (22 * 86 + 20) \text{ mod } 99 = 31 \\ Z_3 &= (22 * 31 + 20) \text{ mod } 99 = 9 \\ Z_4 &= (22 * 9 + 20) \text{ mod } 99 = 20 \\ Z_5 &= (22 * 20 + 20) \text{ mod } 99 = 64 \\ Z_6 &= (22 * 64 + 20) \text{ mod } 99 = 42 \\ Z_7 &= (22 * 42 + 20) \text{ mod } 99 = 53 \\ Z_8 &= (22 * 53 + 20) \text{ mod } 99 = 97 \\ Z_9 &= (22 * 97 + 20) \text{ mod } 99 = 75 \\ Z_{10} &= (22 * 75 + 20) \text{ mod } 99 = 31 \\ Z_{11} &= (22 * 86 + 20) \text{ mod } 99 = 86 \end{aligned}$$

Bilangan acak dengan mengikuti rumus yang sudah ditentukan. Hasil perhitungan menunjukkan pola berulang dalam deret bilangan acak yang dihasilkan, yaitu setelah beberapa iterasi, angka-angka mulai mengulang secara siklik. Dengan memprediksi pola ini, kita bisa memperkirakan bilangan acak berikutnya dalam siklus tersebut berdasarkan pola yang telah diamati. Persamaan ini telah mengikuti rumus yang ada dan didapatkan bilangan acak dan Prediksi pada tabel 5.

Simulasi	Bilangan Acak	Pemintaan
1	86	252
2	31	89
3	9	87
4	20	88
5	64	197
6	42	89
7	53	106
8	97	333
9	75	225

10	86	252
11	31	89
Jumlah		1807
Rata – Rata		909

Menentukan simulasi melibatkan pembuatan model matematika atau komputer untuk mensimulasikan situasi nyata dan menganalisis hasilnya. Bilangan acak digunakan dalam simulasi untuk menciptakan variasi dan ketidakpastian, memungkinkan pengujian berbagai skenario. Berdasarkan hasil simulasi, prediksi dapat dibuat mengenai kemungkinan dan mendapatkan hasil kemungkinan antrian yang akan terjadi dalam 11 bulan yang akan datang didapatkan sebanyak 1807 dengan rata-rata 909.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menerapkan aplikasi simulasi berbasis metode Monte Carlo untuk mengoptimalkan manajemen antrian truk pozzolan di PT. Danas Putra Mandiri. Melalui simulasi yang dilakukan, ditemukan bahwa penerapan metode ini secara signifikan dapat mengurangi waktu tunggu truk dan meningkatkan ketersediaan truk untuk penyewaan sebesar 80,6%, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional perusahaan. Model simulasi yang dikembangkan terbukti efektif dalam memprediksi pola antrian dan memberikan rekomendasi operasional yang dapat diimplementasikan secara langsung. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa variabilitas dalam operasional, seperti waktu kedatangan dan durasi pemuatan truk, memiliki dampak besar terhadap efisiensi sistem antrian. Dengan menyesuaikan variabel-variabel ini, perusahaan dapat mencapai pengelolaan antrian yang lebih baik dan meningkatkan efisiensi distribusi.

Daftar Rujukan

- [1] O. Veza, A. L. Setyabudhi, N. Y. Arifin, dan S. Agustini, "Journal of Computer Networks , Architecture and High Performance Computing Simulation Modeling System in Determining the Amount of Oil Inventory Journal of Computer Networks , Architecture and High Performance Computing," vol. 5, no. 1, hal. 110–119, 2023.
- [2] Veza, O., Setyabudhi, A. L., Arifin, N. Y., & Agustini, S. (2023). Simulation Modeling System in Determining the Amount of Oil Inventory. *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, 5(1), 110-119.
- [3] Prahasti, A. E., Yuanita, T., & Rahayu, R. P. (2022). Computer Aided Drug Discovery Utilization in Conservative Dentistry. *Journal of International Dental and Medical Research*, 15(2), 899-903.
- [4] Anggraini, S. D., & Nurcahyo, G. W. (2021). Prediksi Peningkatan Jumlah Pelanggan dengan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 95-100.
- [5] Ihksan, M., Defit, S., & Yunus, Y. (2021). Monte Carlo Simulation in Predicting the Level of Culinary Sales Revenue (Case Study at Radja Minas Padang). *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 3, 8–11. <https://doi.org/10.37034/inf.v3i1.63>
- [6] Agustini, "Pemodelan dan Simulasi Monte Carlo dalam Identifikasi Kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM)," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 4, no. 3, hal. 90–95, 2022, doi: 10.37034/inf.v4i3.149.
- [7] Prawita, R., Sumijan, S., & Nurcahyo, G. W. (2021). Simulasi

- Metode *Monte Carlo* dalam Menjaga Persediaan Alat Tulis Kantor (Studi Kasus di IAIN Batusangkar). *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 3, 72–77. <https://doi.org/10.37034/infek.v3i2.69>
- [8] A. E. Syaputra dan Y. S. Eirlangga, “Akumulasi dan Prediksi Tingkat Penjualan Minuman dengan Menerapkan Metode Monte Carlo,” *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 4, no. 3, hal. 1–6, 2022, doi: 10.37034/jidt.v5i1.225.
- [9] R. W. Dari, “Prediksi Tingkat Penjualan Pupuk Urea dengan Metode Monte Carlo,” *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 4, no. 4, hal. 271–275, 2022, doi: 10.37034/jidt.v4i4.251.
- [10] M. H. S. Kurniawan dan Dwi Septiandini Putri, “Implementation of Queue Theory and Monte Carlo Simulation on the Number of Covid-19 Patients in Batam,” *EKSAKTA J. Sci. Data Anal.*, vol. 4, no. 2, hal. 30–39, 2023, doi: 10.20885/eksakta.vol4.iss2.art4.
- [11] A. E. Syaputra dan Y. S. Eirlangga, “Prediksi Tingkat Kunjungan Pasien dengan Menggunakan Metode Monte Carlo,” *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, hal. 97–102, 2022, doi: 10.37034/jidt.v4i2.202.
- [12] Dwika, R. (2022). Penerapan Metode Monte Carlo pada Simulasi Prediksi Jumlah Calon Mahasiswa Baru Universitas Muhammadiyah Bengkulu: Penerapan Metode Monte Carlo Pada Simulasi Prediksi Jumlah Calon Mahasiswa Baru Universitas Muhammadiyah Bengkulu. *Jurnal PROCESSOR*, 17(2), 74-81.
- [13] Batholomew, O. O., Mageto, T., & Malenje, B. Analysis of a Queuing System in a National Museum using Monte Carlo simulation.
- [14] Cahyono, D. E. (2022). Perancangan Sistem Informasi Antrian Pasien di UPT Puskesmas Kaligesing. *Jurnal Ekonomi dan Teknik Informatika*, 9(2), 76-81.
- [15] Anggraini, S. D., & Nurcahyo, G. W. (2021). Prediksi Peningkatan Jumlah Pelanggan dengan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 95-100.