Analysis Of The Sugarcane Truck Queue System At Pt. Abc Using Software Pom Qm

Analisa Sistem Antrian Truk Tebu Pada Pt. Abc Menggunakan Software Pom Qm

Amalia Nur Ananda Putri[1], Hana Catur Wahyuni[2]

{amaliananda005@gmail.com [1], hanacatur@umsida.ac.id [2]}

[1,2] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *General Background Queue management at processing bottlenecks in agro-industrial facilities supports steady material flow and timely operations. Specific Background At sugar mills such as PT. ABC, truck queues at weighing and milling stations can cause waiting delays and operational bottlenecks during harvest periods. Knowledge Gap Empirical queuing evaluations combining POM-QM single-server modeling with root-cause fishbone analysis for sugarcane truck weighing queues at regional sugar mills remain limited. Aims This study analyzes the sugarcane truck queue system at PT. ABC using an M/M/1 model in POM-QM software and identifies root causes of waiting queues. Results Across 1,285 observed trucks over 14 working days, the system recorded an average arrival rate of 15 trucks per hour, a service rate of 16 trucks per hour, 96% server utilization, an average queue waiting time of 1.37 hours, and queue causes linked to human, method, and machine factors. Novelty This study pairs empirical POM-QM M/M/1 queue metrics and probability profiles with fishbone root-cause mapping for sugarcane truck weighing operations at PT. ABC. Implications Findings guide operator staffing, single-channel workflow review, and cane conveyor maintenance to reduce truck waiting times at the facility.*
Keywords *Queueing Model, Sugarcane Transport, Waiting Time, Server Utilization, Root Cause Analysis*

Abstrak. Latar Belakang Umum Manajemen antrean di kemacetan pengolahan di fasilitas agro-industri mendukung aliran material yang stabil dan operasi tepat waktu. Latar Belakang Spesifik Di pabrik gula seperti PT. ABC, antrean truk di stasiun penimbangan dan penggilingan dapat menyebabkan keterlambatan menunggu dan hambatan operasional selama periode panen. Kesenjangan Pengetahuan Evaluasi antrean empiris yang menggabungkan pemodelan server tunggal POM-QM dengan analisis tulang ikan penyebab akar untuk antrean penimbang truk tebu di pabrik gula regional masih terbatas. Tujuan Studi ini menganalisis sistem antrean truk tebu di PT. ABC menggunakan model M/M/1 dalam perangkat lunak POM-QM dan mengidentifikasi akar penyebab antrean menunggu. Hasil Pada 1.285 truk yang diamati selama 14 hari kerja, sistem mencatat rata-rata tingkat kedatangan 15 truk per jam, tingkat layanan 16 truk per jam, pemanfaatan server 96%, waktu tunggu rata-rata 1,37 jam, dan penyebab antrean yang terkait dengan faktor manusia, metode, dan mesin. Keunikan Studi ini memadukan metrik antrean empiris POM-QM M/M/1 dan profil probabilitas dengan pemetaan akar penyebab tulang ikan untuk operasi penimbangan truk tebu di PT. ABC. Implikasi Temuan membimbing staf operator, tinjauan alur kerja saluran tunggal, dan pemeliharaan konveyor tebu untuk mengurangi waktu tunggu truk di fasilitas.
Kata Kunci: Model Antrian, Transportasi Tebu, Waktu Tunggu, Pemanfaatan Server, Analisis Akar Penyeba

I. PENDAHULUAN

Pabrik gula termasuk industri yang memiliki peran strategis di Indonesia, karena berkontribusi dalam penyediaan kebutuhan bahan pokok untuk memenuhi konsumsi masyarakat. Dengan posisi strategis tersebut, pabrik gula dituntut untuk mampu menghadirkan sistem pelayanan yang professional dan responsif agar distribusi produk kepada masyarakat berjalan lancar serta kebutuhan bahan pokok dapat terpenuhi tanpa hambatan yang disebabkan oleh proses antrian [1].

PT. ABC adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam pengolahan gula tebu dan berlokasi di desa Krembung, Sidoarjo. Pabrik ini pertama kali didirikan pada tahun 1847. Selama masa pendudukan Jepang, pabrik tersebut mengalami rekrontruksi dan pengelolaannya dialihkan kepada Kementrian Pertanian dan Agraria. PT. ABC menjadi salah satu pabrik pengolahan tebu terbesar di kawasan tersebut. Dengan sejarah panjang dan reputasi yang kuat, pabrik ini telah menjadi salah satu produsen gula terkemuka di Indonesia.

Pada proses pengolahannya, tak lepas dari berbagai masalah, misalnya masalah dalam pelayanan, khususnya pelayanan yang yang belum dapat optimal dapat menyebabkan antrian. Pelayanan terbaik adalah dengan memberikan pelayanan yang cepat sehingga pelanggan tidak perlu menunggu terlalu lama. Pelayanan yang cepat dan tanggap untuk mencapai kualitas pelayanan yang maksimal, efektif dan efisien, mendapatkan pelayanan yang tepat tanpa menghabiskan waktu yang terlalu lama saat menunggu dalam antrian. Keterlambatan pelayanan akibat antrian yang panjang juga mengakibatkan inefisiensi sumber daya dan meningkatnya biaya operasional. Oleh karena itu, diperlukan analisis sistem antrian yang tepat untuk menjaga keseimbangan antara kedatangan truk dan kapasitas pelayanan pada stasiun timbang [2].

Persoalan antrian merupakan masalah yang timbul akibat adanya kebutuhan untuk memperoleh pelayanan, di mana jumlah kedatangan pelanggan lebih besar dibandingkan dengan jumlah fasilitas atau petugas pelayanan yang tersedia. Kondisi ini menyebabkan terjadinya penumpukan antrian [3]. Melalui analisis antrian, perusahaan dapat menentukan pengaturan waktu dan penyediaan fasilitas yang optimal sehingga pelanggan memperoleh pelayanan yang lebih efektif dan efisien. Pengelolaan sistem antrian merupakan salah satu aspek penting dalam operasional pabrik gula, khususnya pada stasiun timbang truk tebu yang menjadi pintu gerbang utama bagi bahan baku produksi. Sistem antrian yang tidak efisien dapat menyebabkan penumpukan truk di area timbang, memperpanjang waktu tunggu, dan menghambat kelancaran proses produksi. Kondisi ini berdampak negatif tidak hanya pada efisiensi operasional, tetapi juga pada kualitas dan kuantitas hasil produksi gula [4].

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis sistem antrian dengan pendekatan *Waiting Line Theory* yang dimodelkan menggunakan perangkat lunak POM-QM. Penelitian ini dilakukan di area stasiun timbang dengan waktu pengamatan terbatas, yaitu pada pukul 08.00–14.00 WIB selama 14 hari kerja. Sistem disiplin antrian yang diterapkan adalah *First Come First Served* (FCFS), di mana truk yang tiba lebih awal akan memperoleh pelayanan terlebih dahulu untuk mencegah terjadinya perlakuan prioritas yang tidak sesuai ketentuan. Ruang lingkup penelitian mencakup analisis kedatangan truk, proses pelayanan, kapasitas operator, kemampuan mesin pendukung, serta jumlah truk yang menunggu dalam antrian.

Model antrian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Single Channel–Single Phase*, karena stasiun timbang PT. ABC hanya memiliki satu jalur pelayanan dengan satu operator yang melayani setiap truk secara berurutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat efisiensi sistem antrian pada stasiun timbang, mengevaluasi apakah kapasitas pelayanan saat ini sudah optimal, serta mengidentifikasi potensi perbaikan yang diperlukan untuk mengurangi waktu tunggu dan mencegah terjadinya penumpukan truk di area timbang.

A. Antrian

Antrian merupakan salah satu kejadian yang dimana jumlah sumber daya pelayanan dari suatu perusahaan atau kegiatan yang lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah pelanggan yang datang [5]. Dengan kata lain antrian, akan terjadi apabila terdapat ketidakseimbangan dari pola kedatangan pelanggan dengan pola pelayanan dari suatu perusahaan [6]. Tujuan utama dari sistem antrian adalah menekan total biaya yang terdiri atas dua komponen, yaitu biaya langsung yang dikeluarkan untuk penyediaan fasilitas pelayanan dan biaya tidak langsung yang muncul akibat waktu tunggu pelanggan. Apabila jumlah fasilitas pelayanan melebihi kebutuhan optimal, maka akan terjadi pemborosan investasi. Sebaliknya, jika jumlah fasilitas kurang dari kondisi optimal, maka akan menyebabkan keterlambatan pelayanan bagi pelanggan [7].

B. Teori Antrian

Teori antrian merupakan kajian yang mempelajari fenomena antrian atau barisan penungguan secara matematis [8]. Teori ini menganalisis komponen-komponen dalam suatu sistem antrian, seperti pola kedatangan, mekanisme pelayanan, jumlah pelayan (server), serta kapasitas atau jumlah tempat yang tersedia dalam sistem. Teori antrian bertujuan untuk memberikan landasan analitis dalam merancang pelayanan yang efektif sehingga mampu memprediksi waktu tunggu, jumlah

kedatangan pada sistem, serta kebutuhan fasilitas pelayanan secara optimal [9].

C. Karateristik Sistem Antrian

Metode FIFO (*First In–First Out*) merupakan salah satu metode pengelolaan persediaan yang banyak digunakan, khususnya untuk barang yang memiliki batas waktu kedaluwarsa. Metode ini berprinsip bahwa barang yang pertama kali masuk ke dalam persediaan akan menjadi barang yang pertama kali dikeluarkan atau dijual [10].

Metode LIFO (*Last In–First Out*) adalah metode persediaan yang beranggapan bahwa barang yang terakhir masuk, baik melalui pembelian maupun produksi, akan dikeluarkan atau dijual terlebih dahulu. Dengan demikian, persediaan yang masih tersisa pada akhir periode merupakan barang yang berasal dari pembelian atau produksi pada awal periode [11].

Metode SIRO (*Service in Random Order*) merupakan aturan pelayanan di mana pelanggan dilayani berdasarkan pemilihan secara acak atau peluang tertentu, tanpa mempertimbangkan urutan kedatangan.

Metode PS (*Priority Service*) adalah suatu peraturan dimana lebih memprioritaskan pelanggan yang memiliki prioritas lebih tinggi dibandingkan prioritas yang lebih rendah, meskipun prioritas lebih rendah ini lebih dulu tiba dalam garis tunggu [12].

D. Struktur Sistem Antrian

Struktur antrian diklasifikasikan berdasarkan *channel* dan *phase*. *Channel* menunjukkan jumlah jalur atau fasilitas yang tersedia untuk memasuki sistem pelayanan, sedangkan *phase* menggambarkan tahapan pelayanan yang harus dilalui oleh pelanggan. Secara umum, struktur antrian dasar terbagi ke dalam empat jenis model. [13]:

1. *Single Channel – Single Phase* merupakan sistem antrian dengan satu jalur dan satu tahapan pelayanan, di mana hanya terdapat satu fasilitas atau petugas layanan. Setelah pelanggan memperoleh pelayanan, mereka dapat langsung meninggalkan sistem antrian tanpa melalui proses lanjutan.
2. *Single Channel – Multi Phase* merupakan sistem antrian dengan satu jalur antrian yang harus melewati beberapa tahapan pelayanan. Pada sistem ini, meskipun hanya terdapat satu jalur masuk, pelanggan harus menjalani dua atau lebih proses pelayanan yang dilakukan secara berurutan [14].
3. *Multi Channel – Single Phase* merupakan sistem antrian dengan beberapa jalur pelayanan dalam satu tahap, di mana hanya terdapat satu jenis layanan yang diberikan, tetapi dilayani oleh lebih dari satu petugas atau fasilitas pelayanan.
4. *Multi Channel – Multi Phase* merupakan sistem antrian yang memiliki lebih dari satu jalur dan lebih dari satu tahapan pelayanan. Pada sistem ini terdapat beberapa fasilitas pelayanan pada setiap jenis layanan yang harus dilalui oleh pelanggan [15].

E. Distribusi Poisson

Distribusi poisson merupakan metode probabilitas yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah kejadian dalam suatu interval waktu atau ruang tertentu dengan asumsi terjadi secara acak dan independen [16]. Distribusi poisson umumnya digunakan untuk memodelkan kejadian yang jarang terjadi dalam selang waktu tertentu atau pada area dan ruang yang terbatas. Selain itu, distribusi ini juga dapat diterapkan untuk menggambarkan jumlah kejadian yang muncul dalam suatu interval tertentu. [17].

F. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial (μ) ini merupakan distribusi yang banyak dipakai dalam sistem antrian. Distribusi eksponensial ini sering kali digunakan untuk menggambarkan waktu antara dua kejadian dalam proses yang bersifat acak dan memiliki laju kejadian yang konstan [18].

G. *Fishbone* Diagram

Diagram *fishbone* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan yang terjadi dalam suatu perusahaan [19]. Metode ini menekankan pada analisis hubungan sebab dan akibat dengan tujuan perbaikan kualitas, serta memanfaatkan data verbal atau kualitatif [20]. Penerapan diagram *fishbone* memungkinkan perusahaan untuk menelusuri faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan [21]. Metode ini dipilih karena keunggulannya dalam menguraikan setiap permasalahan secara rinci, sekaligus memberikan kesempatan kepada seluruh pihak yang terlibat untuk menyampaikan pendapat atau usulan terkait kemungkinan penyebab masalah tersebut [22].

I. METODE

Metode pengumpulan data yang diterapkan dalam penelitian sistem antrian di PT. ABC adalah sebagai berikut:

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di PT. ABC yang berlokasi di Jl. PG Krembung No.35, Krembung Timur, Krembung, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Pelaksanaan penelitian berlangsung selama satu bulan, yaitu dari tanggal 1 Oktober sampai dengan 31 Oktober 2025.

B. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini terdapat dua data yang digunakan untuk pengolahan datanya yaitu data primer dan data sekunder. Tujuannya untuk mengetahui seberapa efisien atau tidak efisiennya metode yang digunakan dalam sistem antrian truk tebu tersebut.

Data primer didapatkan melalui metode observasi. Data tersebut diperoleh dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian. Jenis data yang digunakan merupakan jenis data kuantitatif, dimana data tersebut diperoleh dalam bentuk angka-angka meliputi jumlah truk yang datang per jam, waktu masuk truk, waktu truk keluar, waktu pelayanan truk, dan waktu tunggu truk dalam antrian yang kemudian data tersebut diolah menggunakan *software Microsoft Excel* dan *software* POM-QM. Model yang diterapkan yaitu model jalur antrian tunggal dengan satu fase pelayanan yang tersedia untuk melayani truk yang datang.

Data sekunder didapatkan dari studi literatur yang mencakup teori antrian, karateristik antrian, struktur sistem antrian, model antrian dan penelitian sebelumnya terkait sistem antrian.

C. Alur Penelitian

Adapun alur dari penelitian yang dilakukan di PT. ABC antara lain:

1. Melakukan identifikasi masalah dan studi literatur yang didapatkan dari jurnal maupun buku
2. Melakukan pengumpulan data
3. Melakukan uji kecukupan data

Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan dari lapangan dalam penelitian ini sudah memadai dan dapat digunakan untuk menganalisis serta menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

$$N' = \left[\frac{k/s \cdot \sqrt{n.\ (\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right]^2 \qquad (1)$$

$$N' = \left[\frac{2/0.05 \cdot \sqrt{1375.\ (19345) - (4603)^2}}{4603} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40. \sqrt{26.599.375 - 21187609}}{4603} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40. \sqrt{5411766}}{4603} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40. \sqrt{26.599.375 - 21187609}}{4603} \right]^2$$

$N' = 409$

Dari perhitungan uji kecukupan data diatas maka dapat diperoleh N’ ≤ n dengan hasil 409 ≤ 1285. Data yang diperoleh sebesar 1285 dan data yang dibutuhkan sebesar 409. Data yang diperoleh lebih besar dari data yang diperlukan. Maka data dapat dikatakan cukup untuk memenuhi tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%.

4. Melakukan pengolahan data secara manual menggunakan *software Microsoft Excel*
   a. *Arrival Rate* (λ)

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah truk yang datang pada jam tersebut}}{\text{Total jam kerja x hari}} \qquad (2)$$

$$\lambda = \frac{167+193+230+230+224+241 \text{truk}}{6 \text{ jam x } 14 \text{ hari}}$$

$$\lambda = \frac{1285 \text{ truk}}{6 \text{ jam x } 14 \text{ hari}}$$

$$\lambda = \frac{1285}{84}$$

$$\lambda = 15 \text{ truk}$$

b. *Service Rate* (μ)

$$\mu = \frac{\text{Jumlah rata-rata kedatangan truk}}{\text{Total jam kerja}} \quad (3)$$

$$\mu = \frac{12 + 14 + 16 + 16 + 16 + 17}{6}$$

$$\mu = \frac{92}{6}$$

$$\mu = 16 \text{ truk}$$

5. Melakukan pengolahan data menggunakan *software* POM-QM

Pengolahan data menggunakan *software* POM-QM dilakukan untuk memberikan analisis kerja sistem antrian, antara lain:

a. *Waiting lines result*
b. *Table of Probabilities*
c. *Graph of Probabilities*
d. *Cumulative of Probabilities*
e. *Decumulative of Probabilities*

6. Melakukan analisa sebab akibat dan juga rekomendasi dari hasil pengolahan data
7. Memberikan kesimpulan dan saran

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Pengamatan

Dalam penelitian ini, data pengamatan yang diperlukan meliputi jumlah truk yang berada dalam antrian, data waktu mulai masuk pelayanan, dan waktu selesai dilayani. Berikut merupakan data dari pengamatan di lapangan selama 14 hari yang dimulai dari tanggal 3 Oktober 2025 – 18 Oktober 2025 yang tertuang dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Data Pengamatan.

No	Tanggal	Jam Kedatangan						Jumlah Truk (Per Hari)
		08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	
		Jumlah Truk Datang						
1	Jumat, 03 Oktober 2025	11	12	19	9	20	20	91
2	Sabtu, 04 Oktober 2025	12	18	21	19	18	17	105
3	Senin, 06 Oktober 2025	13	18	20	20	17	18	106
4	Selasa, 07 Oktober 2025	18	18	20	20	19	21	116
5	Rabu, 08 Oktober 2025	17	21	16	17	19	12	102
6	Kamis, 09 Oktober 2025	0	0	16	16	14	15	61
7	Jumat, 10 Oktober 2025	17	14	13	14	13	15	86
8	Sabtu, 11 Oktober 2025	13	13	12	10	13	21	82
9	Senin, 13 Oktober 2025	0	0	12	20	14	13	59
10	Selasa, 14 Oktober 2025	8	13	15	18	13	11	78
11	Rabu, 15 Oktober 2025	17	21	20	20	20	20	118

12	Kamis, 16 Oktober 2025	17	14	12	20	13	21	97
13	Jumat, 17 Oktober 2025	13	18	19	9	18	16	93
14	Sabtu, 18 Oktober 2025	11	13	15	18	13	21	91
	Total Truk/ Jam	167	193	230	230	224	241	1285

Sumber: Data Pengamatan Kedatangan Truk 2025.

Dari data pengamatan selama 14 hari pada jam 08.00 – 14.00 pada tabel 1 tersebut dapat diketahui bahwa total kedatangan truk per hari terbanyak pada hari rabu sebanyak 118 truk per hari. Total kedatangan truk terbanyak per jam didapat pada jam 13.00-14.00 sebanyak 241 truk per jam. Maka, jumlah kedatangan truk keseluruhan pada pengamatan yang dilakukan selama 14 hari kerja pada PT. ABC diperoleh sebesar 1285 truk tebu.

B. Pengolahan Data Manual

Permasalahan pada antrian truk tebu untuk dilayani pada stasiun giling di PT. ABC harus diselesaikan secara manual menggunakan *software Microsoft Excel* terlebih dahulu sebelum ke tahap penggunaan *software* POM-QM. Berikut merupakan hasil perhitungan tingkat kedatangan truk (*arrival rate*) dan tingkat pelayanan truk (*service rate*).

1. *Arrival Rate* (λ)

Tabel 2. Rata-rata Kedatangan Truk Per Jam (λ).

Periode Waktu 14 Hari (Jam)	Jumlah Truk Per Jam	Rata-rata Kedatangan Truk per Jam (λ)	
08.00 - 09.00	167	11,93	12
09.00 - 10.00	193	13,79	14
10.00 - 11.00	230	16,43	16
11.00 - 12.00	230	16,43	16
12.00 - 13.00	224	16,00	16
13.00 - 14.00	241	17,21	17
Total	**1285**	**15,30**	**15**

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata kedatangan truk tebu pada PT. ABC per jam paling tinggi terletak pada pukul 13.00-14.00 sebesar 17 truk per jam. Hasil tersebut didasari oleh kegiatan panen tebu di lahan sudah selesai, petani tinggal memuat tebu yang sudah di sortir ke truk sehingga pada jam tersebut banyak truk yang datang secara bersamaan.

2. *Service Rate* (μ)

Tabel 3. Rata-rata Tingkat Pelayanan Truk (μ).

Periode Waktu 14 Hari (Jam)	Rata-rata Tingkat Kedatangan Truk	Total Jam Pengamatan	Rata-rata Tingkat Pelayanan
08.00 - 09.00	12		
09.00 - 10.00	14		
10.00 - 11.00	16	6 Jam	16
11.00 - 12.00	16		
12.00 - 13.00	16		

13.00 - 14.00	17		
Total	**92 Truk**	**6 Jam**	**16 Truk/Jam**

Sumber: Pengolahan Data.

Dapat diketahui dari tabel tersebut bahwa rata-rata tingkat pelayanan konsumen dengan jumlah rata-rata kedatangan truk selama 14 hari yaitu 92 truk dengan total jam pengamatan selama 6 jam, dengan hasil rata-rata truk selama 14 hari yaitu 16 truk per jam.

C. Pengolahan Data menggunakan *Software* POM-QM

Dapat diketahui selama penelitian di PT. ABC, model antrian yang terjadi pada perusahaan tersebut menggunakan model *Single Channel-Single Phase*, dimana model yang diterapkan hanya memiliki satu jalur pada sistem untuk melakukan aktivitasnya. Penggunaan *software* POM-QM dapat memudahkan dalam melakukan validasi perhitungan dan menyajikan hasil perhitungan probabilitas antrian ke dalam grafik. Berikut merupakan hasil yang diperoleh menggunakan *software* POM-QM.

1. *Waiting Lines Result*

QM for Windows - [Data] Results

ANALISA ANTRIAN PADAS PT. ABC Solution

Parameter	Value		Parameter	Value	Minutes	Se
M/M/s			Average server utilization	.96		
Arrival rate(lambda)	15.3		Average number in the queue(Lq)	20.9		
Service rate(mu)	16		Average number in the system(L)	21.86		
Number of servers	1		Average time in the queue(Wq)	1.37	81.96	
			Average time in the system(W)	1.43	85.71	

Gambar 1. *Output Waiting Lines Result*.

Berdasarkan *output waiting lines result* diatas menggunakan *software* POM-QM didapatkan hasil sebagai berikut:

a. *Average Server Utilization*

Average server utilization pada *output software* POM-QM menunjukkan nilai sebesar 0,96. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kesibukan sistem dalam antrian truk tebu pada stasiun timbangan adalah sebesar 0.96 atau 96%.

b. *Average Number In The Queue* (Lq)

Average number in the queue (Lq) pada *output software* POM-QM menunjukkan nilai sebesar 1,17. Hasil tresebut menunjukkan bahwa tingkat rata-rata truk tebu dalam garis tunggu pada stasiun timbangan adalah sebesar 1,17 ≈ 1 truk.

c. *Average Number In The System* (Ls)

Average number in the system (Ls) pada *output software* POM-QM menunjukkan nilai sebesar 21,86. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah rata-rata truk tebu dalam stasiun timbangan adalah 21,86 ≈ 22 truk.

d. *Average Time In The Queue* (Wq)

Average time in the queue (Wq) pada *output software* POM-QM menujukkan nilai sebesar 1,37. Hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu rata-rata truk tebu berada di garis tunggu menuju pelayanan di stasiun timbangan adalah 1,37 jam atau 81,96 menit.

e. *Average Time In The System* (Ws)

Average time in the system (Ws)pada *output software* POM-QM menunjukkan nilai sebesar 1,43. Hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu rata-rata truk tebu dari awal pelayanan hingga selesai pelayanan di stasiun timbangan adalah 1,43 jam atau 85,71 menit.

2. *Table of Probabilities*

Tabel 4. *Table Of Probabilities.*

k	Prob (num in sys = k)	Prob (num in sys <= k)	Prob (num in sys >k)
0	0,04	0,04	0,96
1	0,04	0,09	0,91
2	0,04	0,13	0,87
3	0,04	0,16	0,84
4	0,04	0,2	0,8
5	0,03	0,24	0,76
6	0,03	0,27	0,73
7	0,03	0,3	0,7
8	0,03	0,33	0,67
9	0,03	0,36	0,64
10	0,03	0,39	0,61
11	0,03	0,42	0,58
12	0,03	0,44	0,56
13	0,02	0,47	0,53
14	0,02	0,49	0,51
15	0,02	0,51	0,49
16	0,02	0,53	0,47
17	0,02	0,55	0,45
18	0,02	0,57	0,43
19	0,02	0,59	0,41
20	0,02	0,61	0,39
21	0,02	0,63	0,37
22	0,02	0,64	0,36
23	0,02	0,66	0,34
24	0,01	0,67	0,33
25	0,01	0,69	0,31
26	0,01	0,7	0,3
27	0,01	0,71	0,29
28	0,01	0,73	0,27
29	0,01	0,74	0,26
30	0,01	0,75	0,25

Sumber: Pengolahan Data Menggunnakan *Software* POM-QM.

Berdasarkan *output table of probabilities* diatas menggunakan *software* POM-QM didapatkan hasil sebagai berikut:

a. *Probabilities* (*num is sysc* = k)

Pada saat tidak ada antrian maka probabilitas kejadiannya adalah sebesar 0,04. Saat ada 1 truk probabilitasnnya tetap 0,04. Saat terdapat antrian 5 truk, probabilitas kejadiannya turun menjadi sebesar 0,03. Saat terdapat antrian 13 truk, probabilitas kejadiannya semakin turun mejadi sebesar 0,02 dan pada saat terdapat antrian 24 hingga 30 truk, probabilitas kejadiannya hanya sebesar 0,01 dan merupakan probabilitas kejadian terkecil.

b. *Probabilities* (*num in sysc* ≤ k)

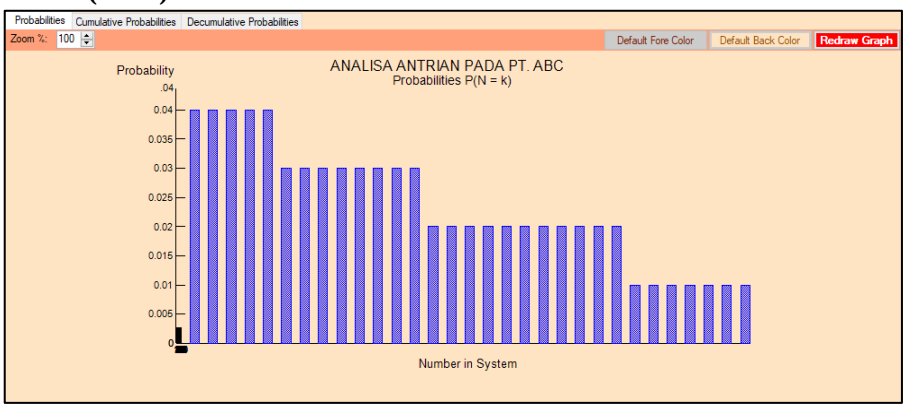
Pada saat tidak ada antrian, maka probabilitas kejadiannya adalah 0,04. Saat terdapat antrian ≤ 1 truk probabilitas kejadian sebesar 0,09. Saat terdapat antrian ≤ 2 truk probabilitas kejadian sebesar 0,13. Saat terdapat antrian ≤ 3 truk probabilitas kejadian sebesar 0,16. Saat terdapat antrian ≤ 4 hingga 30 truk probabilitas kejadian semakin naik dari truk ke truk. Maka dapat diketahui bahwa probabilitas antrian yang terjadi akan lebih besar jika semakin banyak truk yang antri.

c. *Probabilities* (*num in sysc* ≥ k)

Pada saat tidak ada antrian, maka probabilitas kejadiannya adalah 0,96. Saat terdapat antrian ≥ 1 truk probabilitas kejadian sebesar 0,91. Saat terdapat antrian ≥ 2 truk probabilitas kejadian sebesar 0,87. Saat terdapat antrian ≥ 3 truk probabilitas kejadian sebesar 0,84. Saat terdapat antrian ≥ 4 hingga 30 truk probabilitas kejadian semakin turun dari truk

ke truk. Maka dapat diketahui bahwa probabilitas kejadian antrian yang terjadi akan lebih kecil jika semakin banyak truk yang antri.

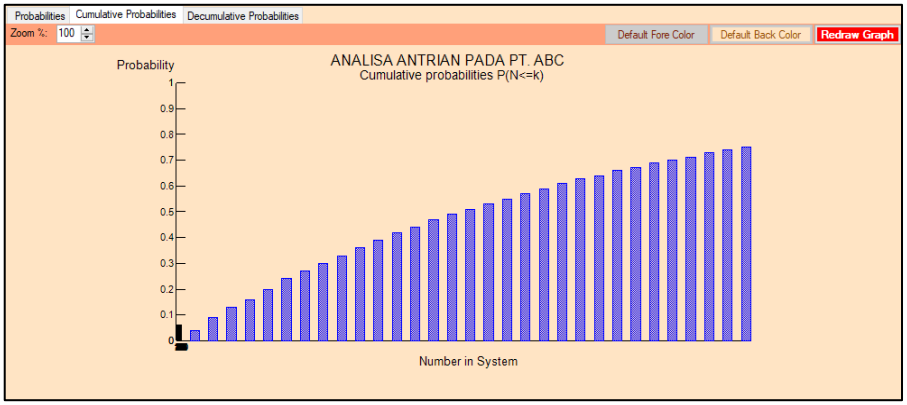
3. *Graph of Probabilities* (N = k)



Gambar 2. *Graph Of Probabilities*.

Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa *output graph of probabilities* yang dihasilkan oleh *software* POM-QM adalah pada saat antrian 0 hingga 4 truk dengan probabilitas kemungkinan terjadinya yaitu 0,04. Pada saat antrian 5 hingga 12 truk dengan probabilitas kemungkinan terjadi adalah 0,03. Pada saat antrian 13 hingga 23 truk dengan probabilitas kemungkinan terjadi adalah 0,02. Pada saat antrian 23 hingga 30 truk dengan probabilitas kemungkinan terjadi adalah 0,01. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak truk yang berada dalam antrian maka nilai dari grafik probabilitas kemungkinan akan semakin turun.

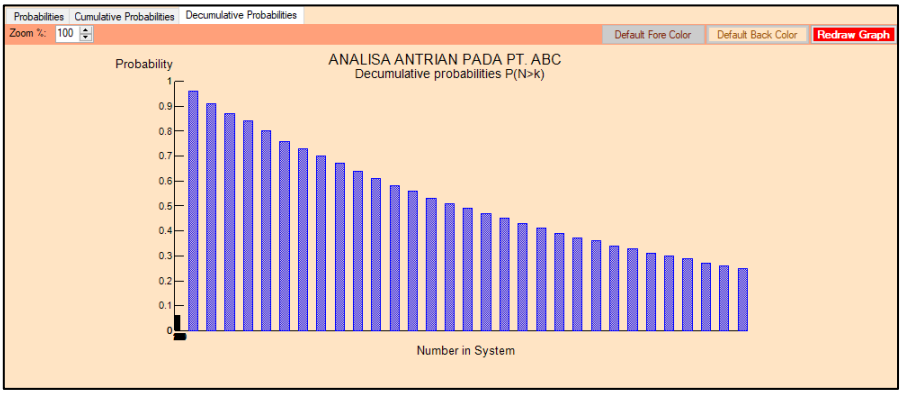
4. *Cumulative of Probabilities* (N ≤ k)



Gambar 3. *Cumulative Of Probabilities*.

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa *output* grafik *cumulative of probabilities* oleh *software* POM-QM yang dihasilkan pada saat tidak ada antrian, maka probabilitas kejadiannya adalah 0,04. Saat terdapat antrian ≤ 1 truk probabilitas kejadian sebesar 0,09. Saat terdapat antrian ≤ 30 truk probabilitas kejadian sebesar 0,75. Maka dapat disimpulkan bahwa probabilitas antrian semakin banyak truk yang berada dalam antrian akan semakin tinggi probabilitas kejadiannya.

5. *Decumulative of Probabilities* (N ≥ k)

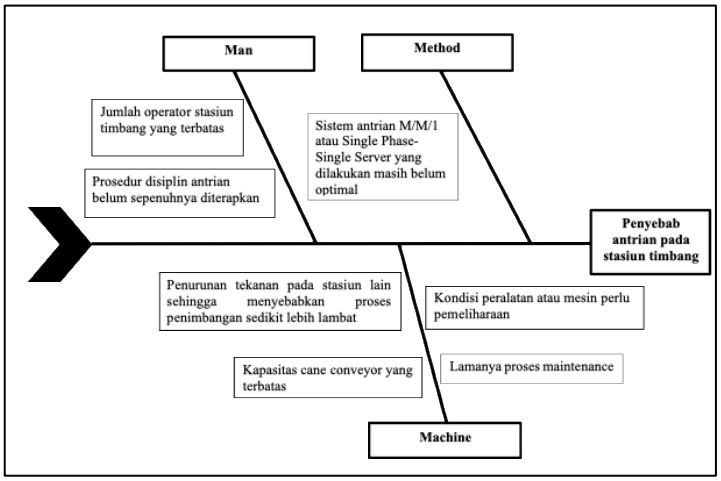


Gambar 4. *Decumulative Of Probabilities.*

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa *output* grafik *decumulative of probabilities* oleh *software* POM-QM yang dihasilkan pada saat tidak ada antrian, maka probabilitas kejadiannya sangat tinggi sebesar 0,96. Saat terdapat antrian ≥ 1 truk probabilitas kejadian sebesar 0,91. Saat terdapat antrian ≥ 30 truk probabilitas kejadian sebesar 0,25. Maka dapat disimpulkan bahwa decumulatif dari probabilitas antrian semakin sedikit truk yang berada dalam antrian akan semakin tinggi probabilitas kejadiannya. Probabilitas kejadian akan terus menurun apabila semakin banyak truk yang berada dalam antrian.

D. Analisa Sebab Akibat

Untuk mengidentifikasi hubungan sebab dan akibat dari terjadinya antrian panjang di stasiun timbang PT. ABC, dapat dilihat melalui diagram sebab–akibat atau diagram *fishbone* yang disajikan pada gambar berikut.



Gambar 5. Diagram Sebab Akibat Antrian pada Stasiun Timbang.

Berikut ini merupakan hasil analisa beserta rekomendasi yang dapat diberikan untuk mengurangi antrian panjang pada stasiun timbang di PT. ABC.

Tabel 5. Hasil Analisa dan Rekomendasi.

Faktor	Analisa	Rekomendasi
Faktor manusia	Dipengaruhi oleh jumlah operator di stasiun timbang yang terbatas hanya ada 1 operator *crane* timbang yang mengoperasikan.	Penambahan jumlah operator agar proses dapat berjalan dengan lancar dan dapat mengurangi antrian
Faktor metode	Dipengaruhi oleh sistem antrian *Single Phase-Single Server* yang masih belum optimal yang menandakan bahwa hanya ada satu jalur satu antrian dan satu	Mengevaluasi sistem antrian dengan mempertimbangkan penambahan jalur pelayanan agar lebih optimal.

	petugas.	
Faktor mesin	Dipengaruhi oleh kapasitas *cane conveyor* yang terbatas, penurunan tekanan atau kerusakan pada mesin di stasiun lain menyebabkan proses giling sedikit diperlambat, kondisi mesin perlu adanya pemeliharaan, dan lamanya proses *maintenance*.	Peningkatan kapasitas dari mesin *cane conveyor*, mengadakan pemeliharaan mesin rutin dan dapat melakukan perbaikan dengan cepat

III. KESIMPULAN

Menurut penelitian dan diskusi yang dilakukan di PT. ABC, sistem antrian truk tebu masih menghadapi masalah waktu tunggu yang lama karena banyaknya truk yang datang dan kurangnya kapasitas layanan, yang mengakibatkan penurunan efisiensi operasional. Sebuah analisis yang dilakukan dengan *software* POM-QM dan model antrian M/M/1 atau *Single Channel-Single Phase* menunjukkan rata-rata kedatangan 15 truk per jam dan tingkat pelayanan 16 truk per jam, dengan utilisasi server mencapai 96% dan waktu tunggu antrian rata-rata 1,37 jam. Faktor penyebab utama antrian teridentifikasi melalui diagram *fishbone* yaitu keterbatasan jumlah operator, sistem antrian yang belum optimal, serta kapasitas, dan kondisi mesin yang perlu ditingkatkan untuk meningkatkan efisiensi produksi pada PT. ABC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada proses penelitian ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa bantuan dan kerjasama dari pihak lain. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, saya ucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya, khususnya kepada:

Bapak Dian Wahyu Hidayanto selaku Kepala Divisi Pengolahan dari PT. ABC yang telah memberikan ijin dan kesempatan untuk melakukan observasi di lingkungan divisi pengolahan selama penelitian ini berlangsung.

Bapak Antonius Junet Madiyosunu selaku Asisten Manajer Divisi Pengolahan dari PT. ABC yang telah memberikan bimbingan serta arahan sekaligus juga sebagai pembimbing lapangan selama proses penelitian.

Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, bantuan, serta do'a.

Teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat saat penelitian, dan juga saat pengerjaan laporan penelitian.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan berkah-Nya kepada seluruh pihak yang telah berperan dalam penyusunan penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan, namun diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

REFERENSI

[1] Y. A. Kusuma and A. Z. Muttaqin, "Pengukuran Total Productive Maintenance Pada Stasiun Kerja dengan Memperhatikan Faktor Risiko," *J. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 122–129, 2021.

[2] R. A. Setiawan, D. Setiaji, and S. Widiyanti, "Usulan Model Sistem Antrian pada Wisata Umbul Pelem dengan Pendekatan Teori Antrian dan Simulasi," *JUPITER Publ. Ilmu Keteknikan Ind. Tek. Elektro, dan Inform.*, vol. 2, no. 5, pp. 68–76, 2024.

[3] M. Ary, "Analisis Model Sistem Antrian Pada Pelayanan Administrasi," *J. Tekno Insentif*, vol. 13, no. 1, pp. 9–15, 2020.

[4] S. Alimuddin and M. Ahsan, "Analisis Sistem Antrian dan Optimalisasi Layananan pada UPTD Puskesmas Lakessi Parepare," *J. Math. Learn. Innov.*, vol. 1, no. 2, pp. 163–175, 2022.

[5] S. Wahyuni A and D. Widada, "Penerapan Teori Antrean dalam Pengambilan Spare Part Mekanik di Warehouse PT Widya Sapta," *JATRI- J. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 12–21, 2025.

[6] A. L. Fakhira, P. E. P. Utomo, and H. Iftitah, "Analisis Efektivitas Penambahan Server di Waktu Tertentu pada Sistem Antrian Toko Pupuk Sumber Tani: Peralihan Dari Model M/M/1 Ke M/M/2 Untuk Meningkatkan Kecepatan Pelayanan Dan Mengurangi Antrian," *J. Manag. Innov. Entrep.*, vol. 2, no. 2, pp. 1926–1933, 2025.

[7] Y. Apridiansyah and Fitriani, "Aplikasi Antrian Pembayaran Uang Kuliah Berbasis Android Menggunakan Algoritma Fifo Di Universitas Muhammadiyah Bengkulu Pendahuluan," *JUBISI J. Sist. Inf. dan E-Bisnis*, vol. 3, no. 2, pp. 91–103, 2021.

[8] T. T. Dimyati and A. Dimyati, *Operations Research Model-Model Pengambilan Keputusan*, 13th ed. Bandung, Indonesia: Penerbit Sinar Baru Algesindo, 2015.

[9] D. Riyanti, U. Mukhaiyar, and L. Mardianto, "Analisis Sistem Antrian pada Pelayanan Help Desk UPT TIK Institute Teknologi Sumatera menggunakan Teori Antrian," *Indones. J. Appl. Math.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–17, 2022.

[10] A. P. Patriya, S. Z. Harahap, and A. P. Juledi, "Rancang Bangun Sistem Informasi Persediaan Barang Pecah Belah Berbasis Web (Studi Kasus Toko Podomoro) Dengan Metode Fifo Dan Lifo," *Inform. Fak. Sains dan Teknol.*, vol. 12, no. 1, pp. 93–104, 2024.

[11] Z. P. Tanjung, Y. S. Tambunan, and R. H. Lubis, "Penerapan Metode Fifo dan Metode Lifo Dalam Menjaga Efektivitas Persediaan Pupuk (Studi Kasus PT Cahaya Pelita Andhika) Kabupaten Tapanuli Tengah," *J. Ekon. Bisnis dan Manaj.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2023.

[12] Y. G. Nengsih, "Sistem Antrian Rekam Medis Pasien Di Rumah Sakit Menggunakan Model Multi Channel Dengan Pola Poisson," *J. Ilm. Perekam dan Inf. Kesehat. Imelda*, vol. 5, no. 2, pp. 121–131, 2020.

[13] D. Wahyudi, Yundari, and H. Perdana, "Analisis Sistem Antrian Pada Pola Kedatangan Berkelompok di Kafe," *Bul. Ilm. Math. Stat. dan Ter.*, vol. 11, no. 5, pp. 833–840, 2022.

[14] M. S. Bahar, M. L. Mananohas, and C. E. J. C. Montolalu, "Model Sistem Antrian dengan Menggunakan Pola Kedatangan dan Pola Pelayanan Pemohon SIM di Satuan Penyelenggaraan Adminstrasi SIM Resort Kepolisian Manado," *J. Mat. dan Apl. deCartesiaN*, vol. 7, no. 1, pp. 15–21, 2020.

[15] R. A. O. Sofiana, L. K. A. S. Yanthi, N. K. A. K. Saraswati, and N. W. Gautama, "Analisis Antrian Loket Pelabuhan Sanur Dengan Model Teori Antrian Melalui Software Anylogic," *Berk. FSTPT*, vol. 2, no. 2, pp. 382–391, 2024.

[16] R. M. Sadiah, W. Windani, Z. Bariatul, G. T. Nugraheni, and D. A. Nugraha, "Penerapan Distribusi Poison Pada Kasus Penggunaan Strapless Di Bidang UMKM," *Cart. J. Pendidik. Mat.*, vol. 7, no. 2, pp. 237–244, 2024.

[17] M. F. Pahdian, R. M. Sendi, R. Rahmawati, and V. D. Dwichandra, "Probabilitas Jumlah Kecelakaan Tambang di Indonesia Tahun 2019 Menggunakan Distribusi Poisson," *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 2, no. 1, pp. 7–11, 2021.

[18] N. A. Hayat, S. C. Kusumaningrum, A. T. Melati, A. Kurniawan, and I. Syahzaqi, "Estimasi Fungsi Survival Dan Hazard Eksponensial 2 Parameter Tersensor Tipe 1 Pada Data Pasien Penderita HIV," *J. Mat. Komputasi, dan Stat.*, vol. 5, no. 2, pp. 963–969, 2025.

[19] Suhadak and T. Sukmono, "Peningkatan Mutu Produk Dengan Pengendalian Kualitas Produksi," *PROZIMA*, vol. 4, no. 2, pp. 41–50, 2020.

[20] P. Wulandari and H. C. Wahyuni, "Analisa Pengukuran Produktivitas Menggunakan Metode American Productivity Center dan Metode Root Cause Analysis," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 3, no. Dec., 2022.

[21] H. C. Wahyuni and W. Sulistiyowati, *Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur dan Jasa*, 1st ed. Sidoarjo, Indonesia: UMSIDA Press, 2020.

[22] A. S. Fajaranie and A. N. Khairi, "Pengamatan Cacat Kemasan Pada Produk Mie Kering Menggunakan Peta Kendali dan Diagram Fishbone Di Perusahaan Produsen Mie Kering Semarang, Jawa Tengah," *J. Pengolah. Pangan*, vol. 7, no. 1, pp. 7–13, 2022.