

Analisis Sistem Antrian Pengujian Material Pada Laboratorium Pengujian Konstruksi Dengan Metode *Queuing Theory* Menggunakan *Software* POM QM

Roesmita S. Alam

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Moch. Tutuk Safirin

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

Korespondensi penulis: 20032010106@student.upnjatim.ac.id

Abstract. A construction testing laboratory is a special facility used to carry out various types of testing and analysis of construction materials, structures and construction components. It is always busy with customers, so sometimes there are huge queues of customers. Thus, research was conducted to determine the effectiveness of the construction testing laboratory queuing system. The method used in this research is *Queuing Theory*. *Queuing Theory* is a theory related to mathematical studies and queues or waiting lines. *Queuing theory* is always related to all aspects of the customer's situation in obtaining a service. Analysis of material testing queues in construction laboratories using the M/M/S model shows increased efficiency after adding servers. Previously, the server usability rate was 50%, with a queue time of 0.5%. After adding servers, the usability rate increases to 75%, queue time decreases, and the probability of customers being served increases to 2.11%. These results are the basis for recommendations for improvements to increase efficiency and customer satisfaction

Keywords : Laboratory, POM QM, *Queuing Theory*

Abstrak. Laboratorium pengujian konstruksi adalah fasilitas khusus yang digunakan untuk melakukan berbagai jenis pengujian dan analisis terhadap bahan konstruksi, struktur, dan komponen konstruksi ini selalu ramai dengan pelanggan sehingga terkadang mengalami antrean pelanggan yang membludak. Dengan demikian, dilakukan penelitian untuk mengetahui efektifitas dalam system antrean laboratorium pengujian konstruksi. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu *Queuing Theory*. *Queuing Theory* merupakan teori yang berkaitan dengan studi matematis dan antrean atau baris-baris penunggu. Teori antrean selalu berkaitan dengan seluruh aspek dari situasi pelanggan untuk memperoleh suatu layanan. Analisis antrean pengujian material di laboratorium konstruksi menggunakan model M/M/S menunjukkan peningkatan efisiensi setelah penambahan server. Sebelumnya, tingkat kegunaan server 50%, dengan waktu antrean 0,5%. Setelah penambahan server, tingkat kegunaan meningkat menjadi 75%, waktu antrean berkurang, dan probabilitas pelanggan dilayani meningkat menjadi 2,11%. Hasil ini menjadi dasar rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan.

Kata Kunci: Laboratorium, PAOM QM, *Queuing Theory*

PENDAHULUAN

Pada era kemajuan teknologi dan persaingan yang ketat di dunia konstruksi, kualitas material yang digunakan dalam proyek konstruksi menjadi faktor kritis. Laboratorium pengujian konstruksi memiliki peran penting dalam memastikan bahwa material-material tersebut memenuhi standar kualitas yang diperlukan. Salah satu aspek yang dapat memengaruhi efisiensi dan kinerja laboratorium adalah sistem antrian dalam proses pengujian

Received Desember 10, 2023; Accepted Januari 11, 2024; Published Februari 28, 2024

* Roesmita S. Alam, 20032010106@student.upnjatim.ac.id

material. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis sistem antrian pada laboratorium pengujian konstruksi dengan fokus pada pengujian material, dan menggunakan metode teori antrian (queuing theory) dengan mendukung perangkat lunak POM QM.

Dalam dunia konstruksi, pengujian material merupakan bagian integral dari proses konstruksi yang sangat penting. Pengujian material bertujuan untuk memastikan bahwa material yang digunakan memenuhi standar kualitas yang diperlukan untuk proyek konstruksi. Proses pengujian material seringkali melibatkan antrian yang dapat mempengaruhi efisiensi dan waktu penyelesaian pengujian. Loyalitas konsumen merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan. Salah satu hal yang perlu diperhatikan oleh pemilik usaha adalah antrian. Antrian merupakan suatu peristiwa yang terjadi ketika jumlah sumber daya pelayanan lebih kecil dibandingkan dengan jumlah konsumen atau dengan kata lain antrian merupakan kejadian karena tidak seimbang pola kedatangan dengan kapasitas pelayanan yang tersedia. Sistem antrian meliputi jumlah konsumen yang mengantri dan fasilitas yang tersedia (Ratnasari et al., 2018).

Laboratorium pengujian konstruksi adalah fasilitas khusus yang digunakan untuk melakukan berbagai jenis pengujian dan analisis terhadap bahan konstruksi, struktur, dan komponen konstruksi. Tujuan dari laboratorium ini adalah untuk memastikan bahwa material dan struktur konstruksi memenuhi standar kualitas, keamanan, dan keandalan yang ditetapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis sistem antrian pada laboratorium pengujian konstruksi, khususnya pada proses pengujian material. Pengujian material dalam konteks laboratorium konstruksi memiliki peran krusial dalam memastikan keandalan dan keamanan struktur bangunan. Proses pengujian material tidak hanya berkaitan dengan kualitas material itu sendiri, tetapi juga melibatkan pengelolaan waktu dan sumber daya yang efektif. Dalam upaya memenuhi tuntutan proyek konstruksi yang semakin kompleks, efisiensi dalam sistem antrian laboratorium pengujian menjadi suatu keharusan. (Mekarisce, 2020).

Teori antrian merupakan cabang dari terapan teori probabilitas yang telah digunakan selama 108 tahun lalu untuk mempelajari kemacetan lalu lintas telepon. Sampai saat ini teori antrian banyak digunakan untuk alternatif pemecahan masalah antrian. Teori antrian berhubungan dengan pelanggan harus antri untuk mendapatkan suatu pelayanan. Terdapat beberapa cara untuk meneliti antrian, yaitu pendekatan riset operasi dan simulasi. Sedangkan menurut proses antrian adalah proses kedatangan kemudian menunggu dalam baris (antrian) jika pelayanan sibuk, dan akhirnya meninggalkan fasilitas setelah dilayani. Untuk analisa antrian pelayanan, ditentukan terlebih dahulu model sistem antrian. Persoalan antrian merupakan hal yang mendasari dari antrian untuk bisa mendapatkan pelayanan. Persoalan

antrian ini disebabkan oleh banyaknya yang datang atau pelanggan yang ingin dilayani sedangkan jumlah pelayan terbatas (Ary, 2018).

Salah satu *software* yang dapat digunakan dalam mengolah dan menganalisis data adalah POM QM. POM-QM merupakan aplikasi komputer yang hadir untuk menyelesaikan masalah bersifat kuantitatif pada bidang produksi serta manajemen operasi. Salah satu manfaat besar yang dirasakan yaitu *software* ini menjadi alternatif aplikasi yang membantu dalam pengambilan keputusan. Contohnya untuk menentukan kombinasi produksi yang sesuai agar menghasilkan keuntungan yang optimal. Menentukan pengorderan barang agar biaya maintenance menjadi minimal, penentuan tugas karyawan terhadap pekerjaan, dan sebagainya (Rumetna et al., 2021). Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penunnguan. Disiplin antrian adalah konsep yang membahas mengenai kebijakan dimana para langganan dipilih dari antrian untuk dilayani, berdasarkan urutan kedatangan pelanggan. Ada 4 bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan dalam praktiknya yaitu *First Come First Served* (FCFS) atau *First In First Out* (FIFO) yaitu pelanggan yang datang lebih dulu akan dilayani lebih dulu. *Last Come First Served* (LCFS) atau *Last In First Out* (LIFO) yaitu sistem antrian pelanggan yang datang terakhir akan dilayani lebih dulu. *Service in Random Order* (SIRO) yaitu panggilan didasarkan pada peluang secara acak. Biasanya timbul dalam keadaan praktis. *Priority Service* (PS) yaitu pelayanan diberikan kepada mereka yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang mempunyai prioritas lebih rendah (Sinaga et al., 2021).

Dengan demikian, pada percobaan penelitian kali ini praktikan ingin melakukan penelitian untuk mengetahui masalah antrian pada laboratorium pengujian konstruksi. Sehingga digunakan model *queuing theory* untuk mengatasi masalah tersebut dengan bantuan *software* POM QM. Permasalahan yang sering terjadi pada laboratorium pengujian konstruksi adalah waktu pengujian material yang lama dan kurang efektifnya pelayanan yang menyebabkan terjadinya antrian. Maka dari itu perlu adanya analisis antrian untuk meningkatkan pemahaman terhadap dinamika antrian dan mengoptimalkan kinerja sistem di dalam laboratorium pengujian. Dengan hal ini perhitungan model *queuing theory* dengan bantuan *software* POM QM dapat menghasilkan data yang *valid* dan konsisten.

METODOLOGI PENELITIAN

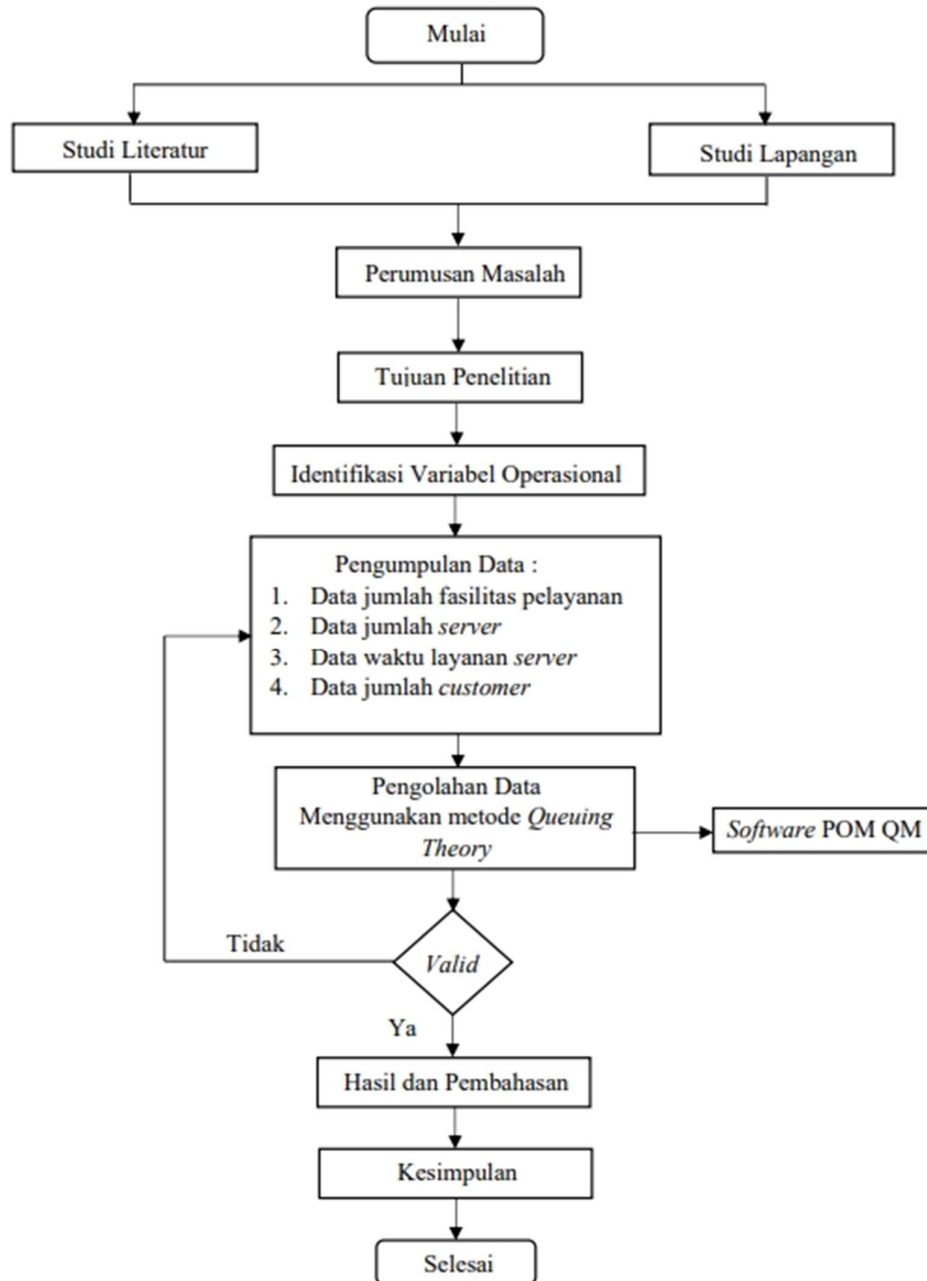
1. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, dilakukan pengumpulan informasi mengenai studi kasus keadaan antrian pengujian material pada laboratorium pengujian konstruksi untuk mendapatkan gambaran yang sistematis dalam mendapatkan waktu pelayanan optimal. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode kuantitatif. Data yang dibutuhkan yaitu :

- 1) Data jumlah fasilitas pelayanan
- 2) Data jumlah *server*
- 3) Data waktu layanan *server*
- 4) Data jumlah *customer*

2. Tahap Pengolahan Data

Metode *Queuing Theory* merupakan studi matematika dari antrian atau kejadian garis tunggu yaitu suatu garis tunggu dari pelanggan yang memerlukan layanan dari sistem yang ada. Data yang telah dikumpulkan kemudian akan diolah untuk menyelesaikan permasalahan antrian. Berikut ini adalah langkah-langkah penyelesaian masalah :

Gambar 2.1 *Flowchart*

Penjelasan langkah-langkah tahap pengolahan data menggunakan *flowchart* :

1. Studi Lapangan

Studi lapangan sangat diperlukan karena pada tahap ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi nyata objek yang akan diteliti.

2. Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan tahap pencarian referensi baik dari buku, jurnal maupun penelitian sebelumnya.

3. Tujuan Penelitian

Setelah batasan masalah, dilanjutkan dengan perumusan tujuan penelitian agar tujuan yang diharapkan bisa menyelesaikan permasalahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui solusi dari masalah antrian yang terjadi pada laboratorium pengujian konstruksi.

4. Identifikasi Variabel

Variabel adalah segala sesuatu yang mempunyai variasi atau perbedaan nilai terukur. Variabel bebasnya adalah tingkat kedatangan *customer*, tingkat pelayanan *server*, dan jumlah *server*. Sedangkan variabel terikatnya adalah tingkat kegunaan *server* dan jumlah rata-rata *customer* dalam antrian dan sistem.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan data sekunder dimana terdapat data yang dibutuhkan diantaranya terdapat 4 data yang dikumpulkan yaitu data jumlah fasilitas layanan, data jumlah *server*, data waktu layanan *server*, dan data jumlah *customer*.

6. Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data mentah untuk menjadi informasi atau pengetahuan. Adapun proses pengolahan data pada penelitian ini adalah dengan mengolah data yang telah diperoleh untuk melakukan perhitungan menggunakan *software* POM QM hingga mendapatkan data yang *valid*.

7. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dalam sebuah laporan penelitian merupakan inti dari sebuah tulisan ilmiah. Di dalam hasil dan pembahasan disajikan secara cermat dan jelas mengenai hasil analisis data serta pembahasannya berdasarkan kajian pustaka dan kerangka teori.

8. Kesimpulan

Di dalam kesimpulan berisi pernyataan singkat, jelas, dan sistematis dari keseluruhan hasil analisis, pembahasan, dan pengujian hipotesis dalam sebuah penelitian serta usul atau pendapat dari peneliti yang berkaitan dengan pemecahan masalah yang menjadi objek penelitian ataupun kemungkinan penelitian lanjutan.

9. Pengolahan data selesai dengan hasil yang akurat.

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengolahan Data

a. Data Mentah

Laboratorium pengujian konstruksi memiliki 3 kasir dengan total 5 pegawai kasir. Rata rata tingkat kedatangan pelanggan mengikuti distribusi *poisson* yaitu 48 pelanggan/minggu. Diketahui bahwa pengujian dapat melayani rata rata 32 pelanggan/minggu. Analisis menggunakan teori antrian kemudian dilakukan, untuk mengetahui apakah sistem antrian yang dimiliki oleh laboratorium pengujian konstruksi termasuk dalam kategori efektif? Dengan parameter sebagai berikut:

- Tingkat utilitas *server* (P)
- Kemungkinan para *server* tidak bekerja (P0)
- Jumlah *customer* rata-rata dalam antrian (L0)
- Jumlah *customer* rata-rata dalam sistem (L)
- Waktu menunggu dalam antrian (WQ)
- Ekspetasi menunggu waktu dalam sistem (W)
- Nilai kemungkinan untuk customer masuk dalam sistem keseluruhan dan menunggu pelayanan (PW)

b. Input Data

Cost analysis		Time unit (arrival, service rate)
<input checked="" type="radio"/> No costs <input type="radio"/> Use Costs		Weeks <input type="text"/>
JURNAL		
Parameter	Value	
M/M/s		
Arrival rate(λ)	48	
Service rate(μ)	32	
Number of servers	3	

Gambar 3.1 Input Data Ke Software POM-QM

c. *Output Data*

Output data pada *software* POM versi 5.0 ditampilkan dalam tabel-tabel yang memudahkan pengguna dalam analisis lanjutan

Parameter	Value	Parameter	Value	Days (based on 5 day week)	Days (based on 7 day week)
M/M/s		Average server utilization	.5		
Arrival rate(lambda)	48	Average number in the queue(Lq)	.237		
Service rate(mu)	32	Average number in the system(L)	1.737		
Number of servers	3	Average time in the queue(Wq)	.005	.025	.035
		Average time in the system(W)	.036	.181	.253

Gambar 3.2 *Result* dari *software* POM-QM

Dari tabel *result* didapat nilai *average server utilization* yang menunjukkan tingkat kegunaan *server* terhadap probabilitas, rata-rata jumlah *customer* dalam antrian dan dalam sistem, dan waktu yang dibutuhkan oleh *customer* untuk antri sampai selesai dilayani.

k	Prob (num in sys = k)	Prob (num in sys <= k)	Prob (num in sys >k)
0	.211	.211	.789
1	.316	.526	.474
2	.237	.763	.237
3	.118	.882	.118
4	.059	.941	.059
5	.03	.97	.03
6	.015	.985	.015
7	.007	.993	.007
8	.004	.996	.004
9	.002	.998	.002
10	.001	1	.001
11	.0	1	.0
12	.0	1	.0
13	.0	1	.0
14	0	1	0

Gambar 3.3 *Table Of Probabilities*

Dari tabel ini kita akan mendapatkan probabilitas atau tingkat kemungkinan *customer* yang dilayani dalam sistem.

	1	2	3	4	5	6
Average server utilization		.75	.5	.375	.3	.25
Average number in the queue(Lq)		1.929	.237	.045	.009	.002
Average number in the system(L)		3.429	1.737	1.545	1.509	1.502
Average time in the queue(Wq)		.04	.005	.001	.0	0
Average time in the system(W)		.071	.036	.032	.031	.031

Gambar 3.4 *Sensitivity To Num Servers*

Dari tabel *sensitivity to num servers* akan didapatkan hasil setelah dilakukan penambahan jumlah *server*, dimana hasil ini nantinya akan digunakan sebagai perbandingan antara sebelum dan sesudah dilakukan penambahan jumlah *server*.

2. Analisa Pembahasan

Hasil analisis yang didapatkan dari persoalan mengenai permasalahan antrean pengujian material pada laboratorium pengujian konstruksi adalah menggunakan teori antrean model M/M/S, dimana teori antrean model M/M/S merupakan teori antrean yang mempunyai dua atau lebih jalur atau stasiun pelayanan yang tersedia untuk melayani pelanggan yang datang. Dalam hal ini asumsi terdapat pelanggan yang menunggu pelayanan membentuk satu jalur yang akan dilayani pada loket pelayanan yang tersedia pertama kali pada saat itu. Hasil analisis yang didapat dari tabel pengolahan data sebelum dilakukan penambahan adalah didapatkan nilai dari tingkat kegunaan *server* atau penguji terhadap probabilitas sebesar 0,5 atau 50% dengan waktu *server* menganggur selama 0,5 atau 50%, didapatkan hasil rata-rata jumlah *customer* yang antri yaitu 0,237 atau 2,37%. Selanjutnya, didapatkan rata-rata jumlah *customer* dalam sistem sebesar 0,1737 atau 17,37%, didapatkan pula rata-rata waktu dalam antrean sebesar 0,005 atau 0,5% dan didapatkan hasil waktu yang dibutuhkan untuk antre sampai dengan selesai dilayani yaitu sebesar 0,036 perminggu. Kedua adalah *Table of Probabilities* didapatkan probabilitas atau tingkat kemungkinan *customer* yang dilayani dalam sistem yaitu sebesar 2,11%. Lalu *Table Sensitivity to num server* setelah dilakukan penambahan jumlah *server*, didapatkan *Average server utilization* sebesar 0,25 waktu menganggur *server* sebesar 0,75. *Average number in the queue* sebesar 0,002, *average number in the system* sebesar 1,502, *average time in the queue* sebesar 0, dan *average time in the system* sebesar 0,031.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan teori antrean model M/M/S pada permasalahan antrean pengujian material di laboratorium konstruksi, dapat disimpulkan beberapa poin kunci. Sebelum dilakukan penambahan server, tingkat kegunaan server atau penguji terhadap probabilitas adalah 50%, dengan waktu server menganggur selama 50%. Rata-rata jumlah pelanggan yang antre adalah 2,37%, sementara rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem adalah 17,37%, dengan waktu antrean rata-rata sebesar 0,5% dan waktu total antre sampai selesai dilayani adalah 0,036 perminggu.

Setelah penambahan jumlah server, tingkat kegunaan server meningkat menjadi 75%, dengan waktu server menganggur sebesar 25%. *Average server utilization* sebesar 0,25, waktu menganggur server sebesar 0,75. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrean dan dalam sistem masing-masing adalah 0,002 dan 1,502. Waktu rata-rata dalam antrean adalah 0, dan waktu rata-rata dalam sistem adalah 0,031. Probabilitas pelanggan dilayani dalam sistem setelah

penambahan server adalah 2,11%. Dengan penambahan server, terjadi peningkatan dalam efisiensi penggunaan server, mengurangi waktu antrean, dan meningkatkan probabilitas pelanggan dilayani. Kesimpulan ini dapat menjadi dasar untuk rekomendasi perbaikan dalam mengelola antrean pengujian material di laboratorium konstruksi guna meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan..

DAFTAR PUSTAKA

- Ary, M. (2018). Pendekatan Teori Antrian Single Channel Single Phase Pada Pelayanan Administrasi. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 3(1), 21–27.
- Majid, S. C. A. M., Lalu, H., & Salma, S. A. (2021). Rancangan Perbaikan Layout Dan Mekanisme Buka Tutup Layanan Meja Registrasi Rawat Jalan RS. Santo Borromeus Bandung Berbasis Teori Antrian. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 8703–8708.
- Mekarisce, A. A. (2020). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data pada Penelitian Kualitatif di Bidang Kesehatan Masyarakat. *JURNAL ILMIAH KESEHATAN MASYARAKAT : Media Komunikasi Komunitas Kesehatan Masyarakat*, 12(3), 145–151.
- Novianti, A., & Elisa, E. (2020). Penentuan Aturan Asosiasi Pola Pembelian Pada Minimarket Dengan Algoritma Apriori. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 2(1), 64–70.
- Ratnasari, S., Rahadian, N., & Liquidannu, E. (2018). Pemodelan dan Simulasi Sistem Antrian Pelayanan Konsumen Gerai MCD Solo Grand Mall dengan Arena. *Prosiding Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 1–9.
- Rumetna, M. S., Lina, T. N., Sari, T. P., Mugu, P., Assem, A., & Sianturi, R. (2021). Optimasi Jumlah Produksi Roti Menggunakan Program Linear Dan Software Pom-Qm. *Computer Based Information System Journal*, 9(1), 42–49.
- Sinaga, D. D., Widyastuti, L., & Aisha, A. N. (2021). PERANCANGAN ESTIMASI JUMLAH TELLER MENGGUNAKAN PENDEKATAN TEORI ANTRIAN PADA BANK X KANTOR CABANG PEMBANTU PEMATANG SIANTAR. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 7515–7521.