

Perbandingan Kinerja dan Efektivitas Algoritma FCFS dan SJF pada Sistem Antrian UMKM

Muhammad Hidayatul Arifin^{1*}, Ruth Amelia Vega S. Meliala², Salsa Nabila Harahap³, Debi Yandra Niska⁴

Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia
 *e-mail *Corresponding Author*: arif.4233250005@mhs.unimed.ac.id

Abstract

An inefficient queuing system causes long waiting times, especially for Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs) with variations in service times, which has an impact on customer satisfaction and operations during peak hours. The research aims to compare the First Come First Served (FCFS) and Shortest Job First (SJF) algorithms in increasing the efficiency of the MSME queuing system at Gate 1 of Medan State University. The simulation was carried out on 17 customers for one hour with random arrival data (1–5 minutes) and service duration (2–5 minutes). The parameters analyzed include total waiting time, average waiting time, and total service time. Validation via Python simulation shows 0% error, ensuring the accuracy of manual calculations. The results show that the SJF algorithm is more efficient with an average waiting time of 4.71 minutes compared to FCFS of 6.24 minutes. Although SJF requires a more complex support system, this algorithm is more effective for variations in service duration, providing guidance for MSMEs in increasing efficiency.

Keywords: *First Come First Served; Shortest Job First; Queuing System; Micro, Small and Medium Enterprises; Beverage Sales*

Abstrak

Sistem antrian yang tidak efisien menyebabkan waktu tunggu lama, terutama pada Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) dengan variasi waktu layanan, yang berdampak pada kepuasan pelanggan dan operasional saat jam sibuk. Penelitian bertujuan untuk membandingkan algoritma *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF) dalam meningkatkan efisiensi sistem antrian UMKM di Gerbang 1 Universitas Negeri Medan. Simulasi dilakukan pada 17 pelanggan selama satu jam dengan data kedatangan acak (1–5 menit) dan durasi layanan (2–5 menit). Parameter yang dianalisis meliputi total waktu tunggu, rata-rata waktu tunggu, dan total waktu layanan. Validasi melalui simulasi *Python* menunjukkan *error* 0%, memastikan akurasi perhitungan manual. Hasil menunjukkan algoritma SJF lebih efisien dengan rata-rata waktu tunggu 4,71 menit dibandingkan FCFS sebesar 6,24 menit. Meski SJF membutuhkan sistem pendukung yang lebih kompleks, algoritma ini lebih efektif untuk variasi durasi layanan, memberikan panduan bagi UMKM dalam meningkatkan efisiensi.

Kata kunci: *First Come First Served; Shortest Job First; Sistem Antrian; Usaha Mikro Kecil dan Menengah; Penjualan Minuman*

1. Pendahuluan

Salah satu komponen penting dari operasi usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) adalah sistem antrian, terutama untuk meningkatkan efisiensi pelayanan. Pelanggan datang ke suatu fasilitas pelayanan, menunggu untuk mendapatkan layanan, dan meninggalkan fasilitas setelah mendapatkan layanan tersebut disebut proses antrian [1]. Pada jam sibuk, peningkatan jumlah pelanggan sering kali menyebabkan waktu tunggu yang lama, yang berpotensi menyebabkan pelanggan tidak puas dan produktivitas menjadi lebih rendah. UMKM menghadapi masalah besar terkait hal ini, terutama di daerah dengan banyak aktivitas, seperti di sekitar Gerbang 1 Universitas Negeri Medan (UNIMED). Keterlambatan layanan sering disebabkan oleh sistem antrian yang tidak terorganisir, seperti yang bergantung pada manajemen manual.

Akibatnya, untuk menyelesaikan masalah ini, diperlukan pendekatan pengelolaan antrian yang lebih terintegrasi dan efektif [2].

Banyak UMKM masih menggunakan metode tradisional untuk mengelola antrian, seperti melayani pelanggan menurut urutan kedatangan mereka (*First Come First Served/FCFS*). Meskipun mudah dan mudah digunakan, metode ini seringkali tidak efektif dalam menangani lonjakan pelanggan dengan waktu layanan yang berbeda, yang menyebabkan waktu tunggu yang lebih lama. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma seperti *Shortest Job First (SJF)*, yang mempertimbangkan waktu layanan, dapat meningkatkan efisiensi dengan memprioritaskan pelanggan dengan waktu layanan yang lebih singkat [3]. Namun, algoritma ini jarang diterapkan pada UMKM karena dianggap memerlukan sistem pendukung yang lebih kompleks. Adanya perbedaan antara teori dan praktik yang perlu dijawab melalui penelitian ditunjukkan oleh kurangnya penerapan solusi yang efektif di sektor UMKM.

Algoritma *First Come First Served (FCFS)* dan *Shortest Job First (SJF)* adalah metode yang umum digunakan dalam sistem antrian. FCFS memberikan layanan kepada pelanggan menurut urutan kedatangan tanpa memperhatikan durasi layanan [4], sistem ini mengutamakan proses yang datang pertama untuk dilayani hingga selesai [5],[6],[7]. Sementara itu, SJF mengutamakan pelanggan yang memiliki waktu layanan terpendek. Algoritma *Shortest Job First* sangat efisien, karena menghasilkan rata-rata waktu tunggu yang lebih rendah dibandingkan dengan metode penjadwalan lainnya dengan cara menempatkan pekerjaan-pekerjaan pendek di depan pekerjaan-pekerjaan yang lebih panjang, sehingga mengurangi waktu tunggu [8]. Dalam SJF terdapat dua kategori, yaitu *Non Preemptive*, yaitu algoritma penjadwalan di mana proses yang sedang berjalan tidak dapat dihentikan sementara hingga selesai, sedangkan *Preemptive* adalah algoritma penjadwalan yang memungkinkan beberapa proses yang sedang berjalan bisa dihentikan untuk sementara waktu [9]. Penelitian menunjukkan bahwa algoritma SJF dapat diimplementasikan secara *preemptive* atau *non-preemptive*, sesuai dengan kebutuhan sistem [10].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan kinerja dan efektivitas algoritma *First Come First Served (FCFS)* dan *Shortest Job First (SJF)* dalam mengoptimalkan sistem antrian UMKM di sekitar Gerbang 1 Universitas Negeri Medan. Selain itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan algoritma yang paling efektif untuk menurunkan waktu tunggu pelanggan dan meningkatkan kinerja operasi UMKM, terutama saat jam sibuk. Hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan rekomendasi untuk solusi berbasis algoritma yang dapat diterapkan pada UMKM untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan meningkatkan efisiensi sistem antrian.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem antrian memiliki peranan yang sangat penting di banyak bidang layanan untuk meningkatkan efisiensi kerja dan memenuhi kebutuhan pelanggan. Penelitian tentang algoritma *First Come First Served (FCFS)* dan *Shortest Job First (SJF)* menunjukkan bahwa memilih algoritma yang tepat dapat mengurangi waktu tunggu bagi pelanggan serta meningkatkan mutu layanan. Berikut ini adalah riset tinjauan dari beberapa studi yang relevan yang mendukung penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Iqbal (2022) menciptakan suatu sistem antrean berbasis web untuk praktik medis yang memakai algoritma FCFS serta dilengkapi dengan layanan notifikasi SMS. Sistem ini memudahkan pasien untuk memahami kapan mereka akan dilayani tanpa harus menunggu dalam waktu lama di lokasi. Penelitian ini mengindikasikan bahwa algoritma FCFS sangat efisien dalam menyajikan kejelasan mengenai waktu tunggu, khususnya dalam penerapan sistem yang berbasis teknologi untuk meningkatkan kenyamanan pelanggan [11].

Sama seperti penelitian sebelumnya yang mengimplementasikan algoritma FCFS, penelitian yang dilakukan oleh Riadi dan Ulum (2021) melakukan penelitian mengenai penggunaan algoritma FCFS dalam sistem pemesanan Gojek. Studi ini mengevaluasi efektivitas algoritma dengan mengandalkan data aktual dan SPSS untuk menghitung kondisi rata-rata waktu tunggu serta waktu penyelesaian pesanan. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma FCFS mampu menangani antrean dengan baik dalam suatu sistem yang mengutamakan keadilan berdasarkan urutan kedatangan pelanggan [12].

Penelitian oleh Rahmawati (2022) menggunakan algoritma *SJF-Preemptive* dalam sistem antrean untuk UMKM di bidang percetakan. Metode ini memberi prioritas pada pesanan

yang memiliki waktu layanan lebih pendek, sehingga bisa menurunkan waktu tunggu bagi pelanggan secara signifikan. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa algoritma *SJF-Preemptive* dapat meningkatkan efisiensi dalam sistem antrian yang bersifat dinamis, meskipun membutuhkan dukungan sistem untuk mengatur prioritas secara otomatis [13].

Penelitian oleh Kusmiati dan Priambodo (2019) menerapkan algoritma SJF untuk mengatur sistem pemrosesan resep obat di rumah sakit. Algoritma tersebut memberikan prioritas pada resep yang memerlukan waktu pemrosesan lebih singkat, sehingga mengurangi secara signifikan waktu tunggu rata-rata bagi pasien. Pada penelitian ini menekankan kemampuan algoritma SJF dalam mengelola antrian dengan variasi durasi layanan [14].

Penelitian oleh Prahasti (2022) menciptakan sebuah aplikasi berbasis web untuk mengatur antrian pasien di puskesmas dengan memanfaatkan algoritma FCFS. Sistem ini dibuat untuk menyajikan informasi mengenai waktu tunggu secara jelas kepada pasien serta untuk meningkatkan ketertiban layanan. Studi ini mengindikasikan bahwa algoritma FCFS sangat sesuai untuk sistem antrian yang sederhana yang mengutamakan ketertiban berdasarkan urutan kedatangan pelanggan [15].

Penelitian dengan algoritma SJF yang dilakukan Fatyana (2024) menggunakan algoritma SJF dalam sistem konseling berbasis web di MAN 3 Langkat. Sistem ini dibuat untuk mengurangi antrian panjang yang timbul akibat proses yang dilakukan secara manual. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa algoritma SJF berhasil mengurangi waktu tunggu rata-rata dengan drastis, dan tingkat ketepatan sistem mencapai 98,18%. Penelitian ini menggambarkan cara algoritma SJF dapat digunakan dalam sistem antrian yang kompleks dan beragam [16].

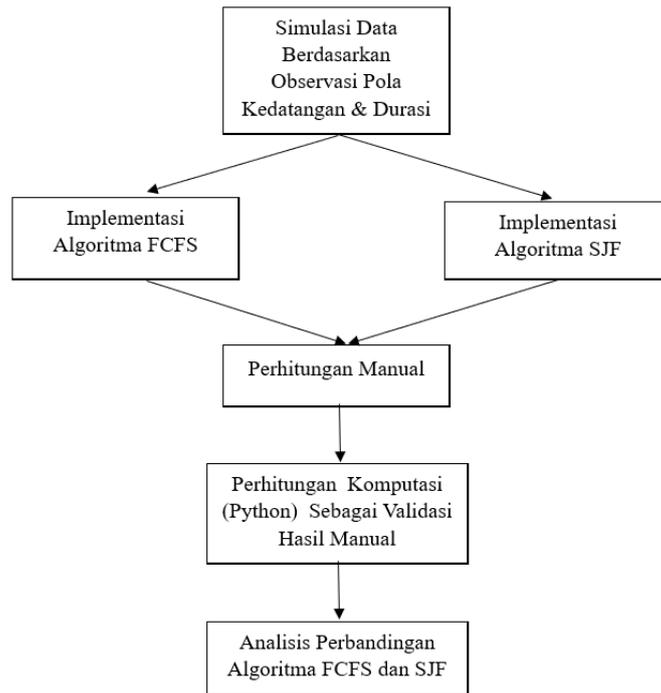
Sebagian besar penelitian sebelumnya, seperti oleh Fatyana (2024) [16] dan Rahmawati (2022) [13], hanya memfokuskan pada penerapan salah satu algoritma saja, tanpa melakukan perbandingan langsung antara *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF). Pendekatan seperti ini menyulitkan untuk memahami keunggulan relatif kedua algoritma ketika diterapkan dalam konteks yang sama. Penelitian ini menawarkan pendekatan berbeda dengan membandingkan secara langsung performa FCFS dan SJF dalam mengelola antrian pada UMKM. Konteks UMKM ini memiliki karakteristik unik, seperti kedatangan pelanggan yang tidak teratur dan variasi durasi pelayanan berdasarkan kategori produk/minuman. Kondisi tersebut memberikan tantangan tambahan dalam menentukan algoritma yang paling sesuai.

Penelitian ini menggunakan tiga parameter utama untuk mengevaluasi algoritma, yaitu rata-rata waktu tunggu, total waktu layanan, dan jumlah pelanggan yang dapat dilayani dalam durasi tertentu. Pendekatan ini lebih komprehensif dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, seperti Rahmawati (2022) [13], yang hanya mempertimbangkan rata-rata waktu tunggu sebagai indikator kinerja. Dengan demikian, evaluasi ini memberikan pandangan yang lebih luas mengenai efisiensi kedua algoritma dalam konteks antrian dinamis.

Selain itu, penelitian ini memanfaatkan simulasi *Python* untuk memvalidasi hasil perhitungan manual. Metode validasi ini memastikan bahwa hasil perhitungan akurat dan dapat diandalkan untuk berbagai skenario antrian. Tidak seperti penelitian sebelumnya, yang sering kali hanya mengandalkan metode manual, simulasi *Python* memberikan fleksibilitas tambahan dalam menganalisis performa algoritma pada situasi yang berbeda. Dengan kombinasi analisis parameter, validasi berbasis komputasi, dan fokus pada konteks UMKM, penelitian ini memberikan kontribusi praktis yang signifikan dalam pengelolaan sistem antrian, terutama dalam menangani lonjakan pelanggan saat jam-jam sibuk.

3. Metodologi

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dari algoritma *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF) yang diterapkan dalam sistem antrian di usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) yang menjual minuman di Gerbang 1 Universitas Negeri Medan. Perbandingan ini dilakukan dengan mengacu pada tiga parameter yang utama: total waktu tunggu, rata-rata waktu tunggu, dan total waktu layanan. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan simulasi manual yang kemudian divalidasi melalui simulasi yang dilakukan dengan *Python*.



Gambar 1 Tahapan Metodologi

3.1. Formula Algoritma

3.1.1. Algoritma *First Come First Served* (FCFS)

FCFS melayani pelanggan berdasarkan urutan kedatangan (*Arrival*) (A_i) tanpa mempertimbangkan durasi layanan (*Burst Time*) (BT_i) [17], [18]. Untuk menghitung parameter kinerja, formula berikut digunakan :

- 1) Total Waktu Tunggu (W_{total}) :

$$W_{total} = \sum_{i=1}^n W_i \dots\dots\dots(1)$$

Di mana (W_i) waktu tunggu pelanggan dihitung sebagai :

$$W_i = S_i - A_i \dots\dots\dots(2)$$

Dengan S_i menunjukkan waktu mulai layanan pelanggan ke- i , dan A_i menunjukkan waktu kedatangan pelanggan ke- i .

- 2) Rata – rata Waktu Tunggu (W_{avg}) :

$$W_{avg} = \frac{W_{total}}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Di mana n adalah jumlah total pelanggan

- 3) Total Waktu Layanan (C_{total}) :

$$C_{total} = \sum_{i=1}^n BT_i \dots\dots\dots(4)$$

Di mana BT_i merupakan durasi layanan pelanggan ke- i

Keterangan :

- i : Urutan pelanggan
- A_i : Waktu kedatangan pelanggan ke- i

- BT_i : Durasi pelayanan pelanggan ke- i
 S_i : Waktu pelanggan ke- i mulai dilayani
 F_i : Waktu selesai pelanggan ke- i
 W_i : Waktu tunggu pelanggan ke- i
 W_{total} : Total waktu semua pelanggan dalam antrian
 W_{avg} : Rata – rata waktu tunggu untuk semua pelanggan
 C_{total} : Total waktu penyelesaian semua pelanggan

3.1.2. Algoritma Shortest Job First (SJF)

SJF memprioritaskan pelanggan dengan waktu layanan terpendek (BT_i) dan yang sudah tiba pada waktu tertentu ($A_i \leq F_{i-1}$) [13]. Meskipun rumus untuk parameter kinerja sama dengan FCFS, logika pengurutan berbeda. Untuk perhitungan parameter sama seperti FCFS, menggunakan formula (1) sebagai Total Waktu Tunggu (W_{total}), formula (2) sebagai perhitungan hasil dari (W_i), formula (3) sebagai Rata – rata Waktu Tunggu (W_{avg}), dan formula (4) sebagai Total Waktu Layanan (C_{total}).

3.2. Deskripsi Data

Objek pada penelitian ini menggunakan data simulasi menurut hasil observasi lapangan yang telah dilakukan pada pelanggan dari suatu penjualan minuman UMKM di Gerbang 1 Universitas Negeri Medan, meliputi pola kedatangan dan waktu pelayanan berdasarkan kategori menu.

Adapun parameter input pada penelitian ini berdasarkan pada, Waktu Kedatangan (A_i) : Interval kedatangan pelanggan berkisar antara 1–5 menit. Durasi Layanan (BT_i) : Durasi layanan ditentukan berdasarkan jenis menu dengan minuman instan: 2 menit, minuman sederhana: 3 menit, minuman campuran: 4 menit, dan minuman spesial: 5 menit. Jumlah Pelanggan (n) : Total pelanggan adalah 17 selama satu jam operasional.

Adapun parameter output pada penelitian yaitu Total Waktu Tunggu (W_{total}), Rata – rata Waktu Tunggu (W_{avg}), dan Total Waktu Layanan (C_{total}).

Volume data pada penelitian ini melakukan simulasi dalam durasi satu jam perasional, mulai pukul 12.00 hingga 13.00.

3.3. Langkah Pelaksanaan

Pada pengumpulan data simulasi data pelanggan disusun berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di lokasi penelitian dengan berdasarkan waktu kedatangan (A_i) dan durasi layanan (BT_i) berdasarkan kategori menu. Sedangkan pada pola kedatangan pelanggan bersifat acak dalam rentang waktu tertentu.

Selanjutnya mengimplementasikan algoritma FCFS, pada FCFS pelanggan dilayani berdasarkan urutan waktu kedatangan (A_i), parameter dihitung untuk setiap pelanggan dengan Waktu Mulai/Start (S_i) : Jika ($A_i > F_{i-1}$), maka $S_i = A_i$; jika $A_i \leq F_{i-1}$, maka $S_i = F_{i-1}$, Waktu Selesai/Finish (F_i) : $F_i = S_i + BT_i$, dan Waktu Tunggu/Wait (W_i) : $W_i = S_i - A_i$

Selanjutnya mengimplementasikan algoritma SJF, pada SJF pelanggan dilayani berdasarkan durasi layanan (BT_i) yang terpendek atau dengan waktu paling singkat, dengan syarat pelanggan sudah tiba ($A_i \leq F_{i-1}$), parameter dihitung untuk setiap pelanggan dengan Waktu Mulai/Start (S_i) : Ditentukan berdasarkan waktu layanan yang paling singkat dari pelanggan yang sudah tiba, Waktu Selesai/Finish (F_i) : $F_i = S_i + BT_i$, dan Waktu Tunggu/Wait (W_i) : $W_i = S_i - A_i$

Selanjutnya melakukan perhitungan parameter kinerja dari kedua algoritma, yang dihitung berdasarkan formula sebelumnya, yaitu formula (1) sebagai Total Waktu Tunggu (W_{total}), formula (2) sebagai perhitungan hasil dari (W_i), formula (3) sebagai Rata – rata Waktu Tunggu (W_{avg}), dan formula (4) sebagai Total Waktu Layanan (C_{total}).

Selanjutnya memvalidasi hasil perhitungan manual dengan simulasi *Python*, pada simulasi *Python* digunakan untuk menghitung ulang parameter W_{total} , W_{avg} , dan C_{total} . Output

dari *Python* dibandingkan dengan hasil manual untuk memastikan akurasi pada perhitungan manual.

Terakhir hasil dari kedua algoritma dibandingkan untuk menentukan mana yang lebih efisien dalam meningkatkan efisiensi layanan dan mengurangi waktu tunggu pelanggan.

3.4. Metode Validasi

Untuk validasi, hasil manual dan simulasi *Python* dibandingkan dengan :

$$Error (\%) = \left| \frac{Manual - Python}{Manual} \right| \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

Adapun parameter yang divalidasi Total Waktu Tunggu (W_{total}), Rata – rata Waktu Tunggu (W_{avg}), dan Total Waktu Layanan (C_{total}) . Jika pada hasil validasi menunjukkan *error* sebesar 0%, maka menandakan bahwa algoritma sudah diterapkan dengan benar.

3.5. Analisis Data

Untuk mengevaluasi efisiensi algoritma FCFS dan SJF, analisis data dilakukan berdasarkan tiga parameter utama: total waktu tunggu (W_{total}), rata-rata waktu tunggu (W_{avg}), dan total waktu layanan (C_{total}). Waktu mulai (S_i), waktu selesai (F_i), dan waktu tunggu (W_i) setiap pelanggan dihitung secara manual, dan hasilnya divalidasi dengan simulasi *Python* untuk memastikan akurasi perhitungan.

Untuk menentukan algoritma yang lebih efisien dalam mengurangi waktu tunggu pelanggan, analisis hasil W_{total} dan W_{avg} dilakukan untuk membandingkan kedua algoritma. Waktu total layanan C_{total} digunakan untuk memastikan bahwa durasi layanan tetap konsisten dan terpenuhi selama simulasi satu jam pada antara kedua algoritma. Hasil analisis ini akan digunakan untuk menentukan algoritma yang paling sesuai dengan karakteristik sistem antrian UMKM.

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja dua algoritma penjadwalan antrian: *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF) dalam operasional UMKM penjual minuman di sekitar Gerbang 1 Universitas Negeri Medan. Simulasi dilakukan selama satu jam operasional, dari pukul 12.00 hingga 13.00, menggunakan data kedatangan dan waktu layanan pelanggan yang dibuat berdasarkan observasi lapangan.

4.1. Data Simulasi Pelanggan

Data simulasi meliputi waktu kedatangan pelanggan, menu yang dipesan, kategori menu, dan perkiraan waktu layanan. Kategori menu dibagi menjadi:

Tabel 1 Lama Waktu Layanan Berdasarkan Kategori Menu

Kategori minuman	Keterangan
Minuman Instan	Minuman ini menggunakan bahan instan seperti Pop Ice, NutriSari, Nescafe, dan Good Day, dan disediakan dalam waktu rata-rata dua menit.
Minuman Sederhana	Minuman dengan proses pembuatan sederhana, seperti teh manis, lemon tea, dan kopi, membutuhkan waktu 3 menit.
Minuman Campuran	Minuman yang memerlukan pencampuran bahan, seperti es kelapa muda, es cincau, dan jeruk peras, membutuhkan waktu 4 menit.
Minuman Spesial	Minuman dengan proses pembuatan yang lebih kompleks, seperti es campur, es cendol, dan thai tea, membutuhkan waktu 5 menit.

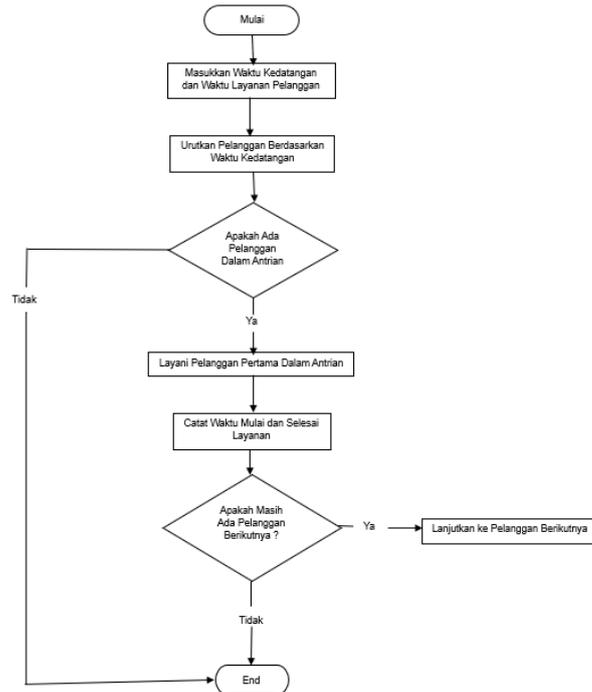
Tabel 2 Data Pelanggan dan Estimasi Waktu Layanan

Pelanggan	Waktu Kedatangan (A_i) (Menit ke -)	Menu yang Dipesan	Kategori Menu	Waktu Layanan (BT_i) (menit)
1	0	Pop Ice	Minuman Instan	2
2	2	NutriSari	Minuman Instan	2
3	5	Es Teh Manis	Minuman Sederhana	3
4	7	Es Campur	Minuman Spesial	5
5	10	Beng Beng Drink	Minuman Instan	2
6	12	Jeruk Peras	Minuman Campuran	4
7	15	Es Kelapa Muda	Minuman Campuran	4
8	17	Nescafe	Minuman Instan	2
9	20	Es Cincau	Minuman Campuran	4
10	22	Es Cendol	Minuman Spesial	5
11	25	Pop Ice	Minuman Instan	2
12	27	Lemon Tea	Minuman Sederhana	3
13	30	Es Teler	Minuman Spesial	5
14	32	Good Day	Minuman Instan	2
15	35	Thai tea	Minuman Spesial	5
16	37	NutriSari	Minuman Instan	2
17	40	Kopi	Minuman Sederhana	3

4.2. Hasil Simulasi dengan Algoritma FCFS

Proses melayani pelanggan dalam FCFS digambarkan dalam flowchart di atas berdasarkan urutan waktu kedatangan. Pelanggan pertama dilayani, waktu layanan dicatat, dan proses berlanjut hingga semua pelanggan dilayani.

Pada algoritma FCFS, pelanggan dilayani sesuai urutan kedatangan tanpa memperhatikan durasi layanan. Tabel 3 memperlihatkan kapan layanan dimulai, kapan layanan selesai, dan berapa lama waktu tunggu untuk masing-masing pelanggan.



Gambar 2 Flowchart Algoritma FCFS

Tabel 3 Hasil Simulasi Algoritma FCFS

Pelanggan (i)	Kedatangan (A_i) (menit ke -)	Waktu Layanan (BT_i) (menit)	Mulai Layanan (S_i) (menit ke -)	Selesai Layanan (F_i) (menit ke -)	Waktu Tunggu (W_i) (menit)
1	0	2	0	2	0
2	2	2	2	4	0
3	5	3	5	8	0
4	7	5	8	13	1
5	10	2	13	15	3
6	12	4	15	19	3
7	15	4	19	23	4
8	17	2	23	25	6
9	20	4	25	29	5
10	22	5	29	34	7
11	25	2	34	36	9
12	27	3	36	39	9
13	30	5	39	44	9
14	32	2	44	46	12
15	35	5	46	51	11
16	37	2	51	53	14
17	40	3	53	56	13

Total Waktu Tunggu (W_{total})

Total waktu tunggu dihitung sebagai jumlah seluruh waktu tunggu pelanggan :

$$W_{total} = \sum_{i=1}^n W_i = 1 + 3 + 3 + 4 + 6 + 5 + 7 + 9 + 9 + 9 + 12 + 11 + 14 + 13 = 106 \text{ menit}$$

Rata-rata Waktu Tunggu (W_{avg})

Rata-rata waktu tunggu dihitung dengan membagi total waktu tunggu dengan jumlah pelanggan ($n = 17$) :

$$W_{avg} = \frac{W_{total}}{n} = \frac{106}{17} \approx 6,24 \text{ menit}$$

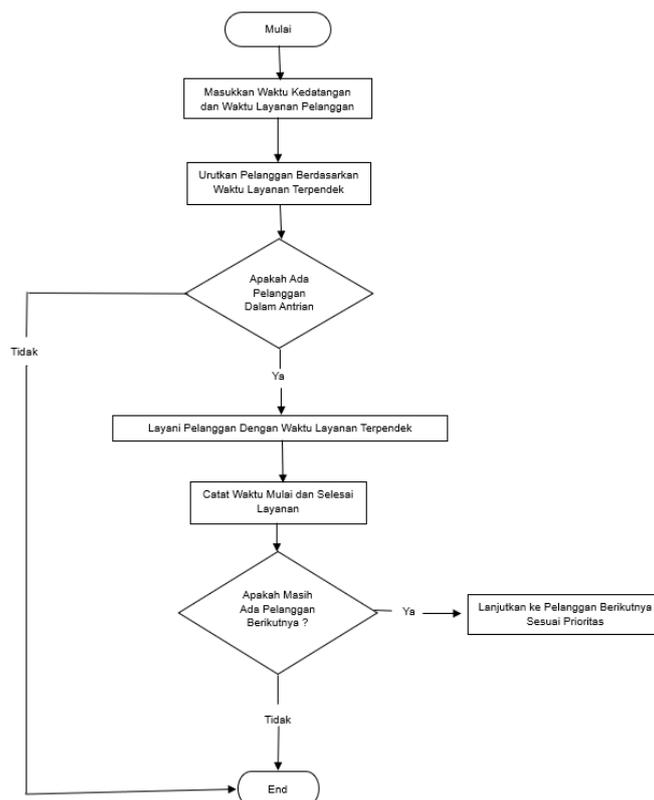
Total Waktu Layanan (C_{total})

Total waktu layanan dihitung sebagai penjumlahan durasi layanan semua pelanggan :

$$C_{total} = \sum_{i=1}^n \text{Burst Time}_i = 55 \text{ menit}$$

Semua 17 pelanggan berhasil dilayani dalam satu jam operasional (60 menit).

4.3. Hasil Simulasi dengan Algoritma SJF



Gambar 3 Flowchart Algoritma SJF

Dalam flowchart di atas, prioritas layanan ditunjukkan berdasarkan waktu layanan terpendek. Setelah data dimasukkan dan diurutkan, pelanggan dengan waktu layanan tercepat dilayani pertama, dan waktu tersebut dicatat. Proses ini berlanjut hingga semua pelanggan selesai dilayani.

Pada algoritma SJF yang non-preemptif, pelanggan dengan waktu layanan terpendek yang telah tiba akan lebih diprioritaskan. Berikut adalah hasil dari simulasi tersebut:

Tabel 4 Hasil Simulasi Algoritma SJF

Pelanggan (i)	Kedatangan (A_i) (menit ke -)	Waktu Layanan (BT_i) (menit)	Mulai Layanan (S_i) (menit ke -)	Selesai Layanan (F_i) (menit ke -)	Waktu Tunggu (W_i) (menit)
1	0	2	0	2	0
2	2	2	2	4	0
3	5	3	5	8	0
4	7	5	8	13	1
5	10	2	13	15	3
6	12	4	15	19	3
8	17	2	19	21	2
7	15	4	21	25	6
11	25	2	25	27	0
12	27	3	27	30	0
9	20	4	30	34	10
14	32	2	34	36	2
10	22	5	36	41	14
16	37	2	41	43	4
17	40	3	43	46	3
13	30	5	46	51	16
15	35	5	51	56	16

Total Waktu Tunggu (W_{total})

Total waktu tunggu dihitung sebagai jumlah seluruh waktu tunggu pelanggan :

$$W_{total} = \sum_{i=1}^n W_i = 1 + 3 + 3 + 2 + 6 + 10 + 2 + 14 + 4 + 3 + 16 + 16 = 80 \text{ menit}$$

Rata – rata Waktu Tunggu (W_{avg})

Rata-rata waktu tunggu dihitung dengan membagi total waktu tunggu dengan jumlah pelanggan ($n = 17$) :

$$W_{avg} = \frac{W_{total}}{n} = \frac{80}{17} \approx 4,71 \text{ menit}$$

Total Waktu Layanan (C_{total})

Total waktu layanan dihitung sebagai penjumlahan durasi layanan semua pelanggan :

$$C_{total} = \sum_{i=1}^n BT_i = 55 \text{ menit}$$

Semua 17 pelanggan berhasil dilayani dalam satu jam operasional (60 menit).

4.4. Perbandingan Kinerja Algoritma

Tabel 5 Perbandingan Kinerja Algoritma FCFS dan SJF

Metrik	FCFS	SJF
Total Waktu Tunggu (W_{avg}) (Menit)	106	80
Rata – Rata Waktu Tunggu (W_{avg}) (menit)	6,24	4,71
Total Waktu Layanan (C_{total}) (menit)	55	55
Jumlah Pelanggan Dilayani Dalam Satu Jam	17	17

4.5. Simulasi dengan *Python* sebagai Verifikasi

Parameter utama performa algoritma *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF) dihitung secara komputasi melalui simulasi yang menggunakan *Python*. Tujuan simulasi ini adalah untuk memverifikasi hasil perhitungan manual sebelumnya, memastikan akurasi perhitungan, dan memberikan validasi tambahan melalui proses komputasi otomatis.

Tiga parameter utama dibuat untuk kedua algoritma melalui simulasi *Python*:

- 1) Total Waktu Tunggu (W_{total}) : Jumlah keseluruhan waktu tunggu pelanggan.
- 2) Rata-rata Waktu Tunggu (W_{avg}) : Total waktu tunggu dibagi dengan jumlah pelanggan.
- 3) Total Waktu Layanan (C_{total}) : Jumlah keseluruhan durasi layanan pelanggan.

Algoritma FCFS melayani pelanggan berdasarkan urutan kedatangan tanpa mempertimbangkan durasi layanan, sedangkan algoritma SJF melayani pelanggan dengan durasi layanan terpendek yang tiba terlebih dahulu. Ini menghasilkan waktu tunggu yang lebih efisien dalam kondisi antrian dengan banyak variasi durasi laigunakanyanan.

Kode *Python* berikut digunakan untuk menjalankan simulasi kedua algoritma :

```
import heapq

# Data Pelanggan
pelanggan = [
    {'id': 1, 'kedatangan': 0, 'layanan': 2},
    {'id': 2, 'kedatangan': 2, 'layanan': 2},
    {'id': 3, 'kedatangan': 5, 'layanan': 3},
    {'id': 4, 'kedatangan': 7, 'layanan': 5},
    {'id': 5, 'kedatangan': 10, 'layanan': 2},
    {'id': 6, 'kedatangan': 12, 'layanan': 4},
    {'id': 7, 'kedatangan': 15, 'layanan': 4},
    {'id': 8, 'kedatangan': 17, 'layanan': 2},
    {'id': 9, 'kedatangan': 20, 'layanan': 4},
    {'id': 10, 'kedatangan': 22, 'layanan': 5},
    {'id': 11, 'kedatangan': 25, 'layanan': 2},
    {'id': 12, 'kedatangan': 27, 'layanan': 3},
    {'id': 13, 'kedatangan': 30, 'layanan': 5},
    {'id': 14, 'kedatangan': 32, 'layanan': 2},
    {'id': 15, 'kedatangan': 35, 'layanan': 5},
    {'id': 16, 'kedatangan': 37, 'layanan': 2},
    {'id': 17, 'kedatangan': 40, 'layanan': 3},
]

# Fungsi Simulasi FCFS
def simulasi_fcfs(pelanggan):
    waktu = 0
    total_tunggu = 0
    total_layanan = 0
    for p in pelanggan:
        if waktu < p['kedatangan']:
            waktu = p['kedatangan']
        waktu_tunggu = waktu - p['kedatangan']
        total_tunggu += waktu_tunggu
        waktu += p['layanan']
```

```

        total_layanan += p['layanan']
        rata_tunggu = total_tunggu / len(peleanggan)
        return total_tunggu, rata_tunggu, total_layanan

# Fungsi Simulasi SJF
def simulasi_sjf(peleanggan):
    waktu = 0
    total_tunggu = 0
    total_layanan = 0
    idx = 0
    n = len(peleanggan)
    queue = []
    peleanggan = sorted(peleanggan, key=lambda x: x['kedatangan'])

    while idx < n or queue:
        while idx < n and peleanggan[idx]['kedatangan'] <= waktu:
            p = peleanggan[idx]
            heapq.heappush(queue, (p['layanan'], p['kedatangan'],
p))
            idx += 1
        if queue:
            _, _, p = heapq.heappop(queue)
            if waktu < p['kedatangan']:
                waktu = p['kedatangan']
            waktu_tunggu = waktu - p['kedatangan']
            total_tunggu += waktu_tunggu
            waktu += p['layanan']
            total_layanan += p['layanan']
        else:
            if idx < n:
                waktu = peleanggan[idx]['kedatangan']
            else:
                break
    rata_tunggu = total_tunggu / n
    return total_tunggu, rata_tunggu, total_layanan

# Menjalankan Simulasi
fcfs_total, fcfs_avg, fcfs_layanan = simulasi_fcfs(peleanggan)
sjf_total, sjf_avg, sjf_layanan = simulasi_sjf(peleanggan)

# Menampilkan Hasil
print(f"FCFS - Total Waktu Tunggu: {fcfs_total} menit, Rata-rata:
{fcfs_avg:.2f} menit, Total Waktu Layanan: {fcfs_layanan} menit")
print(f"SJF - Total Waktu Tunggu: {sjf_total} menit, Rata-rata:
{sjf_avg:.2f} menit, Total Waktu Layanan: {sjf_layanan} menit")

```

Output *Python* :

```

FCFS - Total Waktu Tunggu: 106 menit, Rata-rata: 6.24 menit, Total Waktu Layanan: 55 menit
SJF - Total Waktu Tunggu: 80 menit, Rata-rata: 4.71 menit, Total Waktu Layanan: 55 menit

```

Gambar 4 Output dari *Python*

Tabel 6 Perbandingan Parameter Kinerja Algoritma FCFS dan SJF berdasarkan *Python*

Parameter	FCFS	SJF
Total Waktu Tunggu (W_{total})	106 menit	80 menit
Rata – Rata Waktu Tunggu (W_{avg})	6,24 menit	4,71 menit
Total Waktu Layanan (C_{total})	55 menit	55 menit

4.6. Uji Akurasi (Validasi) Kinerja Metode Algoritma FCFS dan SJF

Untuk memastikan bahwa hasil dari perhitungan manual metode *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF) sejalan dengan simulasi yang dilakukan dalam *Python*, dilakukan pengujian akurasi. Tujuan dari tahapan validasi ini adalah untuk membuktikan bahwa

hasil perhitungan manual dan *Python* saling konsisten serta bahwa penerapan algoritma tersebut sudah benar.

4.6.1. Proses Validasi

Tiga parameter utama yang divalidasi adalah :

- 1) Total Waktu Tunggu (W_{total}) : Jumlah keseluruhan waktu tunggu pelanggan.
- 2) Rata-rata Waktu Tunggu (W_{avg}) : Total waktu tunggu dibagi dengan jumlah pelanggan.
- 3) Total Waktu Layanan (C_{total}) : Jumlah keseluruhan durasi layanan pelanggan.

Hasil validasi ditampilkan sebagai berikut :

Tabel 7 Perbandingan Hasil Manual dan *Python*

Parameter	FCFS Manual	FCFS <i>Python</i>	SJF Manual	SJF <i>Python</i>
Total Waktu Tunggu (W_{total})	106 menit	106 menit	80 menit	80 menit
Rata – Rata Waktu Tunggu (W_{avg})	6,24 menit	6,24 menit	4,71 menit	4,71 menit
Total Waktu Layanan (C_{total})	55 menit	55 menit	55 menit	55 menit

4.6.2. Hasil Perhitungan Error

Tingkat *error* dihitung dengan formula (5):

$$Error (\%) = \left| \frac{Manual - Python}{Manual} \right| \times 100$$

Di bawah ini adalah hasil perhitungan *error* untuk setiap parameter :

Tabel 8 Tingkat Error (%) Hasil Perhitungan Manual dan *Python*

Parameter	FCFS Error (%)	SJF Error (%)
Total Waktu Tunggu (W_{total})	0,00	0,00
Rata – Rata Waktu Tunggu (W_{avg})	0,00	0,00
Total Waktu Layanan (C_{total})	0,00	0,00

4.6.3. Hasil Validasi

Hasil dari proses validasi menunjukkan bahwa kesalahan untuk setiap parameter adalah 0%. Hal ini menandakan adanya keselarasan sempurna antara hasil perhitungan secara manual dengan hasil yang diperoleh dari simulasi *Python*, yang berarti algoritma dapat dianggap sudah diterapkan dengan benar.

Validasi menunjukkan bahwa algoritma *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF) diimplementasikan dengan benar. Hasil ini mendukung kesimpulan bahwa penelitian dapat dipercaya untuk mengevaluasi performa kedua algoritma dalam mengelola sistem antrian.

4.7. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF) berbeda secara signifikan dalam menangani antrian pelanggan pada UMKM. Simulasi menunjukkan bahwa algoritma SJF lebih efisien dalam mengurangi waktu tunggu pelanggan daripada FCFS. Algoritma FCFS melayani pelanggan berdasarkan urutan kedatangan mereka tanpa memperhitungkan durasi layanan. Untuk 17 pelanggan, pendekatan ini menghasilkan waktu tunggu rata-rata sebesar 6,24 menit dengan waktu tunggu total 106 menit. Sebaliknya, algoritma SJF, yang memprioritaskan pelanggan dengan waktu layanan terpendek, mampu menurunkan waktu tunggu rata-rata menjadi 4,71 menit dengan waktu tunggu total 80 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa algoritma SJF lebih efisien dari FCFS sebesar 24,5%.

Penelitian ini mendukung hasil yang diteliti Rahmawati (2022) yang menunjukkan bahwa algoritma *SJF-Preemptive* dapat menurunkan waktu tunggu rata-rata pada sistem antrian dinamis dalam UMKM percetakan. Untuk mengurangi jumlah waktu tunggu pelanggan, pesanan dengan

waktu layanan singkat diprioritaskan dalam industri percetakan. Studi Rahmawati menunjukkan bahwa efisiensi algoritma SJF sangat bergantung pada kemampuan sistem untuk mengatur prioritas secara otomatis [13]. Temuan ini juga didukung oleh penelitian oleh Kusmiati dan Priambodo (2019), yang menggunakan algoritma SJF untuk mengelola sistem pemrosesan resep obat rumah sakit. Algoritma ini dapat secara signifikan mengurangi waktu tunggu pasien rata-rata, terutama di sistem yang memiliki variasi waktu pemrosesan resep yang signifikan [14]. Hasil penelitian ini selaras dengan konteks UMKM yang diteliti, di mana algoritma SJF terbukti efektif dalam menangani variasi durasi layanan untuk berbagai menu minuman.

Meskipun algoritma SJF menunjukkan keunggulan dalam efisiensi waktu tunggu, penelitian ini menemukan beberapa tantangan untuk menggunakannya. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2022) dan Kusmiati dan Priambodo (2019) menunjukkan bahwa sistem otomatis sangat penting untuk mendukung algoritma SJF, terutama dalam hal menentukan prioritas layanan berdasarkan durasi secara real-time. Tanpa sistem yang memadai, penerapan SJF dapat membuat pelanggan merasa tidak adil karena waktu tunggu yang lebih lama [13], [14]. Jika UMKM belum memiliki infrastruktur teknologi yang mendukung, hal ini menjadi tantangan operasional yang harus diatasi.

Sebaliknya, meskipun pada algoritma FCFS kurang efisien dalam hal waktu tunggu, tetapi lebih cocok untuk sistem antrian sederhana karena tidak banyak perbedaan dalam durasi layanan. Temuan ini didukung oleh penelitian oleh Prahasti dkk. (2022) yang menggunakan algoritma FCFS untuk menyediakan layanan yang tertib berdasarkan urutan kedatangan dalam sistem antrian pasien di puskesmas [15]. Sistem ini sederhana dan memberikan kejelasan waktu layanan kepada pelanggan, tetapi tidak memprioritaskan durasi layanan.

Hasil penelitian ini menguatkan bahwa algoritma SJF lebih cocok untuk UMKM dengan variasi durasi layanan yang besar, seperti UMKM minuman yang memiliki banyak menu dengan waktu pembuatan yang berbeda. Namun, untuk menggunakan algoritma ini, diperlukan sistem otomatisasi yang mampu menentukan prioritas dengan efisien. Sebaliknya, algoritma FCFS dapat digunakan pada sistem dengan waktu layanan yang seragam atau situasi di mana keadilan berbasis urutan kedatangan menjadi prioritas utama.

Secara keseluruhan, penelitian ini membantu dengan membandingkan kinerja algoritma FCFS dan SJF dalam konteks UMKM. Hasil simulasi dan validasi menunjukkan bahwa algoritma SJF lebih unggul dalam meningkatkan efisiensi waktu tunggu pelanggan. Namun, penerapan algoritma ini harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik UMKM, seperti kesiapan teknologi dan karakteristik antrian yang dihadapi untuk memastikan hasil yang optimal dan kepuasan pelanggan tetap terjaga.

5. Simpulan

Penelitian ini membandingkan metode *First Come First Served* (FCFS) dan *Shortest Job First* (SJF) dalam sistem antrian UMKM. Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode SJF lebih efisien dalam mengurangi rata-rata waktu tunggu (4,71 menit) dan total waktu tunggu (80 menit) dibandingkan FCFS, yang menghasilkan rata-rata waktu tunggu 6,24 menit dan total waktu tunggu 106 menit. Namun, metode SJF memerlukan pengelolaan yang lebih rumit dibandingkan FCFS, yang lebih mudah dan sesuai untuk sistem dengan tingkat antrian rendah. Metode SJF disarankan untuk sistem antrian dengan variasi waktu layanan yang besar, seperti pada jam sibuk di UMKM. Penelitian mendatang dapat menguji metode ini dengan data nyata dari UMKM yang beragam serta mengeksplorasi metode lain untuk meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan, serta mengembangkan sistem otomatisasi yang mampu menentukan prioritas dengan efisien.

Daftar Referensi

- [1] W. Tamara, Nurviana, and Amelia, "Analisis Sistem Antrian Pada Pegadaian Syariah Kantor Cabang Langsa," *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, vol. 18, no. 2, pp. 199–210, Dec. 2021, doi: 10.22487/2540766x.2021.v18.i2.15639.
- [2] A. J. Manalu, D. R. Manalu, and H. G. Manullang, "Implementasi Metode Shortest-Job First Untuk Penjadwalan Penggunaan Laboratorium Fisika Di SMA 1 Pegajahan," *Jurnal Methodika*, vol. 8, no. 2, pp. 1-12, 2022.
- [3] N. Fatyana, M. D. Irawan, and A. B. Nasution, "Sistem Penjadwalan Bimbingan Konseling dengan Menerapkan Algoritma Shortest Job First," *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, vol. 4, no. 10, pp. 669–678, Mar. 2024, doi: 10.47065/tin.v4i10.5024.

- [4] N. Noptrina, A. Pramuntadi, D. P. Wijaya, and W. D. Prastowo, "Perancangan Sistem Penjadwalan Praktikum Menggunakan Algoritma FIFO (First In First Out) Berbasis Website," *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, vol. 6, no. 2, pp. 375–385, 2024.
- [5] R. Ramadhan, Fauziah, and E. T. E. Handayani, "Penerapan Algoritma First Come First Served dalam Menentukan Penyewaan Lapangan Futsal Berbasis Web," *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 102–110, 2022, doi: 10.35870/jti.
- [6] A. Prasetya, "Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Home Service Indorent Menggunakan Algoritma First Come First Served Berbasis Andorid," *TRANSFORMTIKA*, vol. 18, no. 2, pp. 173–181, 2021.
- [7] S. Mutrofin, M. D. G. Muafah, Mas'ud, and A. Farhan, "Kombinasi Tiga Algoritma Penjadwalan sebagai Upaya Meningkatkan Pelayanan Pelanggan pada Usaha Konveksi," *Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 4, no. 1, pp. 19–26, Feb. 2022, doi: 10.37034/jidt.v4i1.174.
- [8] L. O. M. Taufiq, L. M. F. Aksara, and M. Yamin, "Analisis Perbandingan Algoritma Penjadwalan Round Robin Dan Shortest Job First Untuk Manajemen Proses Dalam Single Processing," *semanTIK*, vol. 7, no. 1, pp. 91–98, 2021, doi: 10.5281/zenodo.5036494.
- [9] S. Sundari, M. Y. Syahputra, and Rismayanti, "Penerapan algoritma Shortest Job First (SJF) dan Priority Scheduling (PS) Pada Maintenance Mesin ATM," *Algoritma: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 07, no. 01, pp. 77–89, 2023.
- [10] R. Purnomo and T. D. Putra, "Comparative Study: Preemptive Shortest Job First and Round Robin Algorithms," *Sinkron : Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 756–763, 2024, doi: 10.33395/sinkron.v8i2.12525.
- [11] M. Iqbal, Hendrawaty, and M. Arhami, "Implementasi Algoritma FCFS Dan Notifikasi SMS Pada Sistem Antrian Pasien Berbasis Web," in *eProceeding ofTIK (eProTIK)*, Lhokseumawe, Dec. 2022, pp. 23–27.
- [12] S. Riadi and F. Ulum, "Analisis Penerapan Algoritma First Come First Served (FCFS) Dalam Proses Pesanan Pada Aplikasi Gojek," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, vol. 2, no. 2, pp. 268–275, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- [13] E. Rahmawati, "Optimalisasi Waktu Tunggu Pemesanan Percetakan Menggunakan Kombinasi Metode Shortest Job First-Preemptive Pada UMKM Percetakan Tegalsari Surabaya," *Jurnal SPIRIT*, vol. 14, no. 2, pp. 1–9, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.53567/spirit.v14i2.262>.
- [14] Kusmiati and R. Priambodo, "Analisa Dan Perancangan Sistem Resep Obat Menggunakan Algoritma Shortest Job First," *Jurnal Cendikia*, vol. 18, pp. 290–297, 2019.
- [15] Prahasti, Sapri, and F. H. Utami, "Aplikasi Pelayanan Antrian Pasien Menggunakan Metode FCFS Menggunakan PHP dan MySQL," *Jurnal Media Infotama*, vol. 18, no. 1, pp. 153–160, 2022, doi: <https://doi.org/10.37676/jmi.v18i1.2176>.
- [16] N. Fatyana, M. D. Irawan, and A. B. Nasution, "Sistem Penjadwalan Bimbingan Konseling dengan Menerapkan Algoritma Shortest Job First," *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, vol. 4, no. 10, pp. 669–678, Mar. 2024, doi: 10.47065/tin.v4i10.5024.
- [17] Wulandari, M. R. Novario, and M. Fahreza, "Sistem Informasi Penyewaan Lapangan Futsal Menggunakan Metode First Come First Served Pada NF Mini Soccer," *KRESNA: Jurnal Riset dan Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 44–51, 2021, doi: <https://doi.org/10.36080/jk.v1i1.11>.
- [18] R. Purwanto, L. P. Wanti, R. H. Maharrani, and R. Listyaningrum, "Penerapan Metode First Come First Served (FCFS) Pada Sistem Informasi Layanan Perawatan dan Perbaikan Aset Kampus," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 2, pp. 322–328, Jul. 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i2.1548.