

OPTIMIZATION OF AGENT ALLOCATION AND AUTOMATION IN AN OMNICHANNEL CUSTOMER SERVICE PLATFORM USING THE MINMAX ALGORITHM AND RPA

OPTIMASI ALOKASI AGEN DAN AUTOMASI PADA *OMNICHANNEL CUSTOMER SERVICE PLATFORM* MENGUNAKAN ALGORITMA MINMAX DAN RPA

Bayu Tri Atmojo¹, Medria Kusuma Dewi Hardhienata^{2†},
Irman Hermadi³, Muhamad Saad Nurul Ishlah⁴, and
Muhammad Khalil Adha⁵

^{1,3,5}Computer Science Study Program, School of Data Science, Mathematics, and
Informatics, IPB University

²Artificial Intelligence Study Program, School of Data Science, Mathematics, and
Informatics, IPB University

⁴PT Qiscus Tekno Indonesia Yogyakarta, Indonesia

⁴Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia

[†]corresponding author: medria.hardhienata@apps.ipb.ac.id

Copyright © 2026 Bayu Tri Atmojo, Medria Kusuma Dewi Hardhienata, Irman Hermadi, Muhamad Saad Nurul Ishlah, and Muhammad Khalil Adha. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

Customer Service (CS) is an essential service provided by companies to improve customer satisfaction and maintain effective communication with customers. With the widespread use of messaging applications, many companies have adopted omnichannel platforms, which integrate customer interactions from multiple communication channels into a single system. In many omnichannel systems, the allocation of CS agents is commonly based on the First In First Out (FIFO) approach and is often still managed manually. However, this approach may lead to inefficiencies, as customers with simpler issues may experience longer waiting times while agents handle earlier but more complex requests. To address this problem, this study examines the business processes of an omnichannel company and explores the optimization of agent allocation based on the observed operational workflow. The Minimum Cost Maximum Matching (MinMax) algorithm is utilized to optimize the assignment of agents to customers

according to service requirements and agent availability. Furthermore, Robotic Process Automation (RPA) is employed to automate the agent allocation process and improve operational efficiency. The results of this study indicate that the MinMax algorithm can improve agent allocation performance, particularly in scenarios where the number of customers is lower than the number of available agents. In addition, the simulation results demonstrate that the proposed allocation mechanism can be automated effectively using the RPA approach.

Keywords: Agent Allocation, MinMax Algorithm, Omnichannel Platform, Robotic Process Automation.

Abstrak

Customer Service (CS) merupakan layanan yang diberikan perusahaan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan menjaga komunikasi yang efektif dengan pelanggan. Seiring dengan berkembangnya penggunaan aplikasi pesan instan, banyak perusahaan mulai memanfaatkan platform *omnichannel*, yaitu platform terintegrasi yang mengumpulkan interaksi pelanggan dari berbagai saluran komunikasi ke dalam satu sistem. Pada banyak sistem *omnichannel*, alokasi agen CS umumnya masih dilakukan secara manual dan menggunakan pendekatan *First In First Out* (FIFO). Namun, pendekatan ini dapat menimbulkan ketidakefisienan, karena pelanggan dengan permasalahan yang lebih sederhana dapat mengalami waktu tunggu yang lebih lama ketika agen sedang menangani pelanggan lain yang menghubungi lebih dahulu dengan permasalahan yang lebih kompleks. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengkaji proses bisnis pada perusahaan *omnichannel* dan mengeksplorasi optimasi alokasi agen berdasarkan alur operasional yang diamati. Algoritma Minimum Cost Maximum Matching (MinMax) digunakan untuk mengoptimalkan penugasan agen kepada pelanggan berdasarkan kebutuhan layanan dan ketersediaan agen. Selain itu, *Robotic Process Automation* (RPA) diterapkan untuk mengotomatisasi proses alokasi agen dan meningkatkan efisiensi operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma MinMax mampu meningkatkan performa alokasi agen, khususnya pada kondisi jumlah pelanggan lebih sedikit dibandingkan jumlah agen yang tersedia. Selain itu, hasil simulasi menunjukkan bahwa mekanisme alokasi yang diusulkan dapat diotomatisasi secara efektif menggunakan pendekatan RPA.

Kata Kunci: Algoritma MinMax, Alokasi Agen, *Omnichannel Platform*, *Robotic Process Automation*.

1. Pendahuluan

Customer Service (CS) merupakan sebuah layanan yang diberikan oleh perusahaan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan (Meyer dan

Gremler 2015). Layanan CS dilakukan oleh agen yang bertugas menjawab pertanyaan, keluhan, dan aduan dari pelanggan. Dalam perkembangan peran CS sejak 1990-an, CS telah bergeser dari sekadar menjawab pertanyaan menjadi fungsi pemasaran yang terintegrasi (Meyer dan Gremler 2015). Pelanggan dapat menghubungi agen CS dengan berbagai macam cara, seperti melalui tatap muka langsung, telepon, media sosial, email, dan aplikasi *messaging*. Berkembangnya teknologi dalam bidang pelayanan membuat pemanfaatan AI untuk layanan pelanggan semakin memungkinkan, dan interaksi otomatisasi telah diakui memiliki potensi besar dalam transformasi layanan pelanggan (Hollebeek et al., 2021). Dalam perkembangannya, layanan CS memanfaatkan aplikasi *messaging* yang sudah umum di masyarakat sebagai penghubung dengan pelanggan. Oleh karena ini muncul istilah *omnichannel platform*, yaitu sebuah platform terintegrasi yang mengumpulkan pesan pelanggan dari berbagai aplikasi *messaging* ke dalam satu kanal (Qiscus 2022).

Salah satu tantangan pada *omnichannel platform* adalah alokasi agen CS yang tepat untuk pelanggan dari berbagai channel. Umumnya, proses alokasi masih menggunakan algoritma *First in First Out* (FIFO), yaitu pelanggan yang menghubungi lebih dahulu akan dilayani terlebih dahulu (Platz dan Østerdal 2017), (Hidayat dan Amin 2018). Namun, FIFO tidak mempertimbangkan prioritas layanan, sehingga pelanggan dengan masalah yang lebih sederhana dapat menunggu lebih lama (Qiscus 2022). Berbeda dengan FIFO, pendekatan MinMax telah diterapkan pada optimasi penjadwalan dan alokasi layanan di lingkungan cloud manufacturing dan multi-task (Suma dan Murugesan 2019), serta optimasi manajemen persediaan pada rantai pasok baja (Phongthiya dan Kasemset 2025). Meskipun demikian, penerapan MinMax pada alokasi agen *customer service omnichannel* masih jarang diteliti.

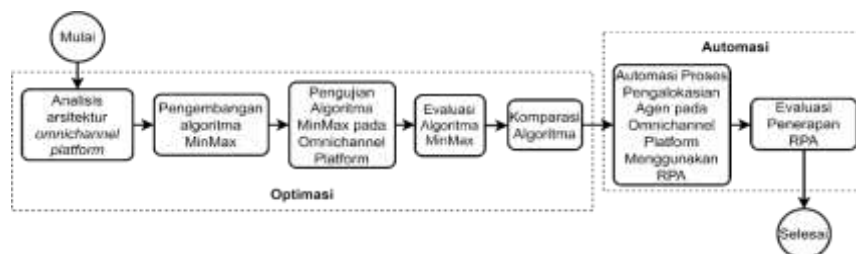
Selain permasalahan optimasi dalam menentukan urutan pelayanan pelanggan, proses alokasi agen pada platform *omnichannel* juga masih banyak dilakukan secara manual dan berulang. Untuk meningkatkan efektivitas operasional, berbagai proses *customer service* mulai diotomatisasi menggunakan *Robotic Process Automation* (RPA), yang terbukti dapat mempercepat waktu penyelesaian proses dan mengurangi aktivitas yang tidak efektif pada proses yang bersifat repetitif (Krzywy et al., 2024). Pada studi terdahulu, terdapat *chatbot* layanan CS yang mampu menjawab pertanyaan berulang pelanggan menggunakan data deskripsi produk dan konten *e-commerce* sebelum diteruskan ke agen untuk kasus yang lebih kompleks (Cui et al., 2017). Teknologi berbasis AI, termasuk *Robotic Process Automation* (RPA), juga telah dimanfaatkan untuk mengotomatisasi proses bisnis, meningkatkan efisiensi operasional, dan mempercepat penanganan pelanggan pada berbagai kanal layanan (Inavolu 2024). Studi lain juga menunjukkan bahwa implementasi RPA dapat meningkatkan efisiensi proses *customer service* dengan

mempercepat waktu penyelesaian proses serta mengurangi aktivitas yang tidak efektif pada proses yang bersifat berulang (Krzywy *et al.*, 2024). RPA merupakan perangkat lunak yang meniru pekerjaan manusia dalam tugas-tugas berulang untuk mengurangi keterlibatan manusia (Bhatnagar dan Jain 2019). Namun, penelitian mengenai integrasi RPA dengan optimasi alokasi agen pada sistem *CS omnichannel* masih relatif terbatas.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *Minimum Cost Maximum Matching* (MinMax) agar dapat mengoptimalkan urutan pelayanan sehingga mengurangi waktu tunggu pelanggan pada *omnichannel* platform. Algoritma MinMax bekerja mencari kombinasi maksimal antara pelanggan dan agen yang mungkin terbentuk dengan meminimalkan *cost* waktu penyelesaian masalah pelanggan oleh agen berdasarkan masalah yang dihadapi. Selanjutnya akan dilakukan otomatisasi dengan pendekatan *Robotic Process Automation* (RPA). Dalam penelitian ini, algoritma MinMax berperan dalam mengoptimalkan proses alokasi agen kepada pelanggan pada *omnichannel customer service platform* dengan menentukan pasangan agen dan pelanggan yang menghasilkan waktu penyelesaian masalah paling minimum. Sementara itu, RPA digunakan untuk mengotomatisasikan proses alokasi agen yang sebelumnya dilakukan secara manual sehingga proses dapat berjalan secara otomatis, berulang, dan minim intervensi manusia. Optimasi dan otomatisasi alokasi agen pada *omnichannel customer service platform* dapat mengurangi waktu tunggu pelanggan untuk dilayani dan mengurangi keterlibatan manusia dalam proses alokasi yang dilakukan secara repetitif.

2. Metodologi

Gambar 1 menunjukkan alur yang dilakukan dalam penelitian ini. Seluruh tahapan penelitian, secara garis besar dibedakan ke dalam dua tahapan, yaitu optimasi algoritma alokasi agen dan otomatisasi proses alokasi yang akan dijelaskan pada subbab berikut ini.



Gambar 1: Tahapan penelitian.

2.1 Bahan dan Data

Tahap optimasi algoritma diawali dengan menganalisis arsitektur omnichannel platform melalui wawancara bersama narasumber dari

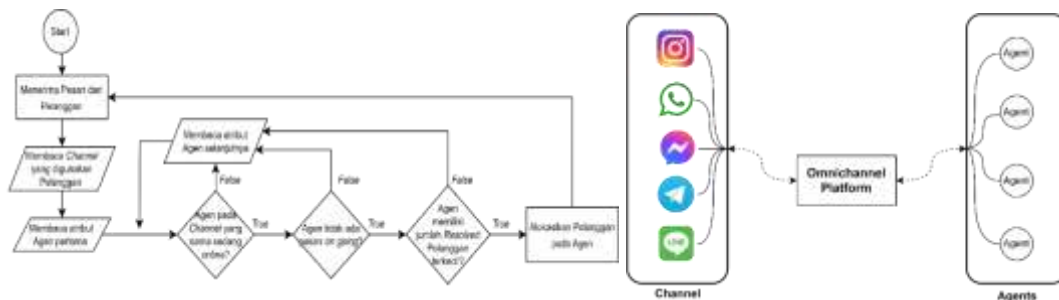
perusahaan “X”. Nama perusahaan disamarkan untuk menjaga kerahasiaan informasi internal perusahaan. Wawancara dilakukan untuk mengetahui entitas apa saja yang terlibat pada arsitektur *omnichannel* platform, proses alokasi agen CS, dan algoritma yang digunakan untuk alokasi agen CS. Alur alokasi agen pada platform yang umum digunakan saat ini adalah algoritma FIFO seperti dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan arsitektur *omnichannel* platform yang digunakan dalam studi ini. Selanjutnya dilakukan pengembangan algoritma alokasi agen menggunakan algoritma *minimum cost maximum matching* (MinMax) (Ramshaw dan Tarjan 2012). Algoritma ini bertujuan mencari *minimum cost* pada *bipartite graph* dengan pendekatan *maximum matching*. Pada penelitian ini digunakan *bipartite graph* $G = (A \cup P; e)$ dengan A merepresentasikan himpunan agen, P himpunan pelanggan, dan e sebagai *edge* yang menghubungkan agen dengan pelanggan. Setiap *edge* memiliki nilai biaya $c : e \rightarrow R \geq 0$ yang merepresentasikan *Average Resolve Time* (ART). Tujuan algoritma adalah memperoleh *maximum matching* M , yaitu pencocokan antara agen a dan pelanggan p , dengan meminimalkan nilai $cost(M)$ seperti pada Persamaan 1 (Ramshaw dan Tarjan 2012):

$$cost(M) = \sum_{e \in M} c(e), \quad (1)$$

dengan $c(e)$ adalah nilai dari *cost Average Resolve Time* (ART) yang akan diminimalkan. Perhitungan matematika untuk ART dapat dilihat pada Persamaan 2 (Qiscus 2022):

$$ART = \frac{(\text{Jumlah total waktu penyelesaian})}{(\text{Jumlah total pelanggan diselesaikan})} \quad (2)$$



Gambar 2: Alur alokasi agen yang digunakan sebelumnya dan Contoh Arsitektur *omnichannel platform* yang digunakan dalam studi ini.

Pada tahap selanjutnya dilakukan pengujian dan evaluasi algoritma MinMax berdasarkan rata-rata waktu pelayanan pelanggan oleh agen, kompleksitas waktu dan ruang, dan ketepatan alokasi.

2.2 Automasi Proses Alokasi Agen

Tahap automasi proses alokasi agen merupakan tahap untuk menerapkan algoritma MinMax yang sudah dikembangkan dengan RPA agar bisa dijalankan secara otomatis oleh robot. Pengkodean RPA menggunakan

platform UiPath yang sudah terintegrasi antara UiPath Studio sebagai teks editor dan UiPath Orchestrator sebagai manajemen robot hasil pengkodean. Selanjutnya dilakukan evaluasi penerapan RPA. Daftar list evaluasi penerapan RPA dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Evaluasi Penerapan RPA.

No	Evaluasi
1	Membaca data agen dan pelanggan sebagai masukan
2	Memprioritaskan alokasi agen kepada pelanggan yang termasuk "Pelanggan Tetap"
3	Memprioritaskan alokasi agen kepada pelanggan yang sudah terlewat lebih dari 3 kali
4	Mengalokasikan agen dengan Average Resolve Time terkecil kepada pelanggan terlebih dahulu
5	Jalankan robot secara <i>unattended</i>

2.3 Bahan dan Data

Data penelitian yang digunakan merupakan data *dummy* dengan atributnya bersumber dari fitur *analytics* pada aplikasi *omnichannel platform*. Data yang digunakan yaitu data agen dan data pelanggan untuk mengalokasikan agen yang sesuai dengan pelanggan. Tabel 2 dan 3 menunjukkan atribut data agen dan pelanggan.

Tabel 2: Atribut data agen.

Nama	Tipe Data	Keterangan	Nilai
Agent_Id	<i>String</i>	Identitas yang membedakan antar agen	agent_1, agent_2, ... , agent_n
Agent_Status	<i>String</i>	Menunjukkan status daring seorang agen	<i>online</i> , <i>offline</i>
Assignment_Status	<i>String</i>	Status ketetapan agen yang menunjukkan ketersediaan agen untuk ditetapkan kepada pelanggan.	<i>unassigned</i> , <i>ongoing</i>
Conversations	<i>Integer</i>	Jumlah total pelanggan yang sudah di tetapkan kepada agen dengan status <i>ongoing</i> dan <i>resolved</i>	1, 2, ..., n
Agent_Channel	<i>String</i>	Nama <i>channel</i> yang ditetapkan untuk agen	Facebook, Instagram, WhatsApp,

			Line, Telegram
Average Resolve Time	<i>Float</i>	Menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan agen untuk menyelesaikan percakapan, dihitung dari agen ditetapkan kepada pelanggan sampai agen menyelesaikan percakapan. Satuan waktu yang digunakan adalah menit	1, 2, ..., n

Tabel 3: Atribut data pelanggan.

Nama	Tipe Data	Keterangan	Nilai
Customer_Id	<i>String</i>	Identitas yang membedakan antar pelanggan	customer_1, customer_2, ..., customer_n
Customer_Status	<i>String</i>	Menunjukkan status penetapan seoran pelanggan	unserved, served, resolved
Customer_Channel	<i>String</i>	Menunjukkan <i>channel</i> yang digunakan oleh pelanggan untuk memulai percakapan	Facebook, Instagram, WhatsApp, Line, Telegram
Customer_Tag	<i>String</i>	Menunjukkan penanda yang disematkan oleh kepada pelanggan	Pelanggan Tetap dan kosong
Messages	<i>String</i>	Pesan dari pelanggan	String pesan

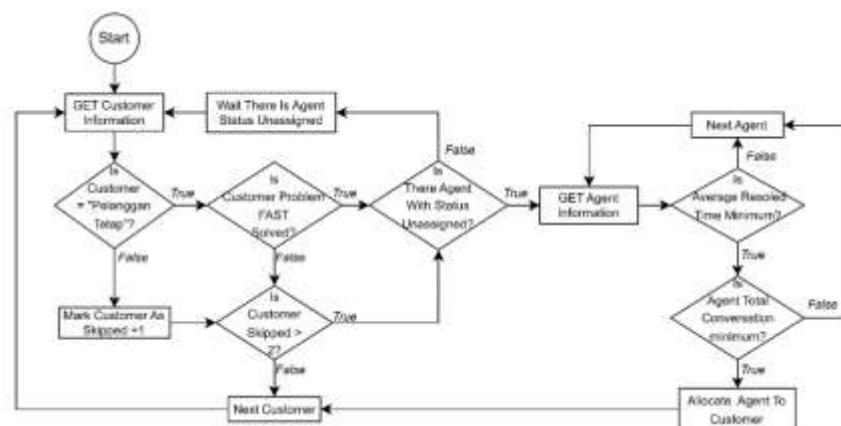
2.4 Pengujian

Untuk menguji kinerja algoritma yang diusulkan, maka dilakukan komparasi dan evaluasi antara algoritma MinMax dan FIFO. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam penelitian ini adalah C# yang diimplementasikan melalui platform UiPath Studio. Pengujian dan evaluasi algoritma dilakukan menggunakan dua skenario pengujian. Pada skenario pertama, algoritma diuji pada kondisi jumlah pelanggan lebih sedikit dibandingkan jumlah agen. Pada skenario kedua, algoritma diuji pada kondisi jumlah pelanggan lebih banyak atau sama dengan jumlah agen. Pengujian pada setiap skenario diulang sebanyak 24 kali menggunakan enam data agen dan

empat data pelanggan. Dalam penelitian ini, agen ditetapkan untuk melayani seluruh channel komunikasi yang digunakan, yaitu WhatsApp, Line, Facebook, Telegram, dan Instagram. Setiap agen memiliki atribut *Average Resolve Time* yang diperoleh melalui proses pengacakan bilangan desimal pada rentang tiga hingga tujuh menit, yang merepresentasikan rata-rata waktu penyelesaian masalah pelanggan oleh agen. Dalam proses pelayanan, satu agen hanya dapat dialokasikan untuk melayani satu pelanggan dalam waktu yang sama, dan sebaliknya satu pelanggan hanya dapat dilayani oleh satu agen pada waktu yang sama. Selain itu, pelanggan dengan atribut tag “Pelanggan Tetap” diberikan prioritas pelayanan dibandingkan pelanggan lainnya. Seluruh agen pada skenario pengujian diasumsikan berada dalam kondisi *online* dan tersedia untuk melayani pelanggan.

3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 3 menunjukkan diagram alir algoritma MinMax untuk alokasi agen yang digunakan dalam penelitian ini. Algoritma ini memprioritaskan pelanggan yang dapat diselesaikan lebih cepat berdasarkan nilai ART agen sehingga waktu tunggu pelanggan dapat diminimalkan.



Gambar 3: Algoritma MinMax yang digunakan.

Hasil komparasi algoritma FIFO dan MinMax dapat dilihat pada Tabel 4.

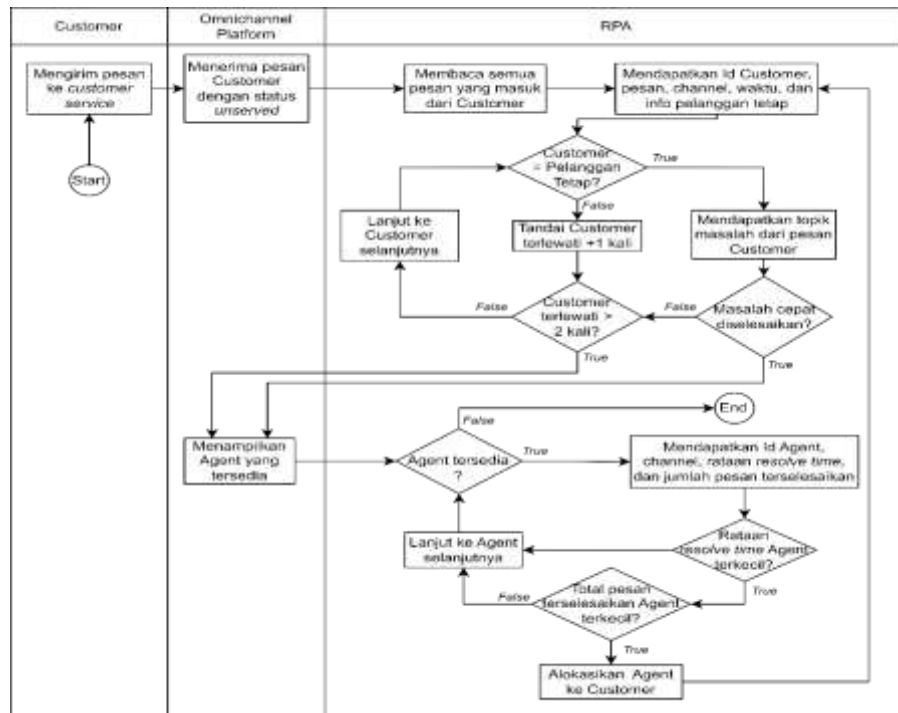
Tabel 4: Komparasi algoritma.

No.	Kriteria	Algoritma FIFO	Algoritma MinMax
1	Kompleksitas waktu	$O(n.m)$	$O(n.m^2)$
2	Penggunaan memori	$O(n.m)$	$O(n.m^2)$
3	Running time	≈ 1 ms	≈ 1 ms

No.	Kriteria	Algoritma FIFO	Algoritma MinMax
4	Uji dan evaluasi berdasarkan skenario pengujian	1. Skenario 1 (Pelanggan < Agen) • Rata-rata : 6,3837 menit • Standar deviasi : 0,9450 menit • Selang kepercayaan 95% : 6,3837 ± 0,2097 menit 2. Skenario 2 (Pelanggan ≥ Agen) • Rata-rata : 5,3378 menit • Standar deviasi : 1,2830 menit • Selang kepercayaan 95% : 5,3378 ± 0,2189 menit	1. Skenario 1 (Pelanggan < Agen) • Rata-rata : 3,9668 menit • Standar deviasi : 0,6474 menit • Selang kepercayaan 95% : 3,9668 ± 0,1437 menit 2. Skenario 2 (Pelanggan ≥ Agen) • Rata-rata : 4,9394 menit • Standar deviasi : 1,2191 menit • Selang kepercayaan 95% : 4,9394 ± 0,2129 menit
5	Ketepatan alokasi berdasarkan skenario pengujian	Pelanggan dilayani sesuai urutan datang terlebih dahulu oleh Agen yang pertama dijumpai	Mencari pelanggan dengan grup pelanggan tetap terlebih dahulu untuk dilayani oleh agen dengan nilai ART terkecil

Catatan : n = banyaknya pelanggan dan m = banyaknya agen

Berdasarkan hasil uji dan evaluasi algoritma, meskipun jika dilihat dari kompleksitas waktu dan penggunaan memori algoritma FIFO lebih baik daripada algoritma MinMax, algoritma MinMax lebih unggul dari segi ART pada kedua skenario yang diujikan. Dalam pengujian skenario pertama, dimana jumlah pelanggan lebih sedikit dari jumlah agen, nilai ART menggunakan algoritma FIFO berada pada rentang 6,1740–6,5934 menit, sedangkan ART algoritma MinMax berada pada rentang 3,8231–4,1105 menit pada selang kepercayaan 95%. Pada skenario kedua dimana jumlah pelanggan lebih besar atau sama dengan jumlah agen, nilai ART menggunakan algoritma FIFO berada pada rentang 5,1189–5,5567 menit, sedangkan ART algoritma MinMax berada pada rentang 4,7265–5,1522 menit pada selang kepercayaan 95%.



Gambar 4: Activity diagram proses alokasi agen.

Activity diagram proses alokasi agen dapat dilihat pada Gambar 4. Evaluasi penerapan RPA yang dilakukan setelah menjalankan skenario pengujian dan beberapa poin evaluasi menjadi tolak ukur keberhasilan proses automasi alokasi agen menggunakan algoritma MinMax. Tabel 5 menunjukkan hasil evaluasi penerapan algoritma MinMax pada RPA.

Tabel 5: Hasil evaluasi penerapan algoritme MinMax pada RPA.

No.	Evaluasi	Hasil
1	Membaca data agen dan pelanggan sebagai masukan	Berhasil
2	Memprioritaskan alokasi agen kepada pelanggan yang termasuk "Pelanggan Tetap"	Berhasil
3	Memprioritaskan alokasi agen kepada pelanggan yang sudah terlewat lebih dari 3 kali	Berhasil
4	Mengalokasikan agen dengan <i>Average Resolve Time</i> terkecil kepada pelanggan terlebih dahulu	Berhasil
5	Jalankan robot secara <i>unattended</i>	Berhasil

4. Simpulan dan Saran

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma MinMax pada proses alokasi agen mampu meningkatkan efisiensi pelayanan dengan menghasilkan *Average Resolve Time* (ART) yang lebih rendah dibandingkan pendekatan *First In First Out* (FIFO), terutama pada skenario jumlah pelanggan yang lebih sedikit daripada jumlah agen. Dari sisi

ketepatan alokasi dan prioritas, algoritma MinMax juga terbukti lebih optimal dari algoritma FIFO. Automasi proses alokasi agen menggunakan *Robotic Process Automation* (RPA) juga berhasil diimplementasikan melalui platform UiPath. Robot yang dikembangkan dapat menjalankan proses alokasi secara otomatis setiap menit berdasarkan jadwal yang dikonfigurasi menggunakan UiPath Orchestrator.

Penelitian selanjutnya dapat memanfaatkan data operasional nyata yang terintegrasi secara langsung melalui API pada *omnichannel platform* untuk mengevaluasi kinerja sistem pada skala yang lebih besar. Selain itu, penerapan algoritma *machine learning* dapat dieksplorasi lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja alokasi agen, sehingga mendukung proses alokasi agen yang lebih optimal.

Daftar Pustaka

- Cui L, Huang S, Wei F, Tan C, Duan C, Zhou M. 2017. Superagent: A customer service chatbot for E-commerce websites. ACL 2017 - 55th Annual Meeting of the Association Computational Linguistics-system Demonstration. 97-102. doi:10.18653/v1/P17-4017.
- Hidayat FN, Amin IHA. 2018. Implementasi Metode First In First Out (Fifo) Untuk Analisa Sistem Antrian Pengaduan Pelanggan Internet Service Provider (Isp). Jurnal DINAMIKA. 23(2):73-79.
- Hollebeek LD, Sprott DE, Brady MK. 2021. Rise of the Machines? Customer Engagement in Automated Service Interactions. Journal of Service Research. 24(1):3–8.doi:10.1177/1094670520975110.
- Inavolu SM. 2024. *Exploring AI-Driven Customer Service: Evolution, Architectures, Opportunities, Challenges and Future Directions*. International Journal For Multidisciplinary Research. doi:10.13140/RG.2.2.19937.31841.
- Jain R, Bhatnagar R. 2019. Robotic process automation in healthcare-a review. International Robotics & Automation Journal. 5(1):12–14. doi:10.15406/iratj.2019.05.00164.
- Krzywy, J., Dorofiejczuk, K., Nowak, F., & Jasiulewicz-Kaczmarek, M. 2024. Study of the use of robotic process automation in supporting customer order process. *IFAC-PapersOnLine*, 58(19): 1018–1023. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.09.142>
- Meyer J, Gremler DD. 2015. Customer Service. Di dalam: Cooper CL, editor. Wiley Encyclopedia of Management. [internet] Chichester, UK. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. hlm. 1–2. [diunduh 2023 Jul 28]. Tersedia pada: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118785317.weom090073>.

- Platz, T. T., & Østerdal, L. P. (2017). The curse of the first-in-first-out queue discipline. *Games and Economic Behavior*, 104: 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.geb.2017.03.004>
- Phongthiya T, Kasemset C. 2025. Min-Max Policy Implementation for Inventory Management in Steel Supply Sector. *Engineering and Technology Horizons*. 42(2):420202. doi:10.55003/ETH.420202.
- Qiscus. 2022 Agu 11. Introduction to Omnichannel-Chat. Qiscus. Omnichannel-Chat. [diakses pada 5 Jan 2022]. <https://documentation.qiscus.com/omnichannel-chat/introduction>
- Ramshaw L, Tarjan R. 2012. A Weight-Scaling Algorithm for Min-Cost Imperfect Matchings in Bipartite Graphs. *Foundations of Computer Science, 1975., 16th Annual Symposium on*. 581-590. 10.1109/FOCS.2012.9.
- Suma T, Murugesan R. 2019. Study on Multi-Task Oriented Service Composition and Optimization Problem of Customer Order Scheduling Problem Using Fuzzy Min-Max Algorithm. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 10(1):219–231. doi:10.34218/IJMET.10.1.2019.022.
- UiPath. 2023. UiPath Orchestrator: Deploy and manage your enterprise robot workforce centrally. [diakses pada Juni 2023]. <https://www.uipath.com/product/orchestrator>.