



DIGITAL NEXUS SYSTEMATIC *Journal*



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GOMBONG

Digital Nexus Systematic

Volume 1, Issue 2, July 2025

Editor-In-Chief

Lazuardi Fatahilah Hamdi, S.Kom, M.Eng,
Universitas Muhammadiyah Gombong

Editorial Board

Aang Anwarudin, ST., M. Kom
Universitas Muhammadiyah Gombong

Imam Tri Suryadin, S.Kom., M.Kom.
Universitas Muhammadiyah Gombong

Damar Eko Cahyono, S.T., S.Kom., M.M
Politeknik Sawunggalih Aji

Reviewer Board

Joosten, S.Kom., M.Eng.
Universitas Mikroskil

Surya Tri Atmaja Ramadhani, S.Kom., M.Eng
Universitas Amikom Yogyakarta

Ir. I Putu Deny Arthawan Sugih Prabowo, M.Eng., ITILF.
Institut Teknologi Kalimantan

Jeffry Andhika Putra, S.T., M.M., M.Eng
Universitas Janabadra Yogyakarta

Lizda Iswari, S.T., M.Sc
Universitas Islam Indonesia

Digital Nexus Systematic

Volume 1, Issue 2, July 2025

LIST OF CONTENTS

An Agent-Based Simulation Model to Analyze the Impact of Land Use Change, Climate Change, and Pest Attacks on the Decline of Rice Production in Central Java - <i>Widya Anggrianita Ramadhani, Erik Setiawan, Rena Hartini Natang</i>	1 - 4
Analysis Of HIV/AIDS Spread Patterns in Central Java Using Agent-Based Simulation <i>Krisna Adhi Pamungkas, Reza Ardiansyah</i>	5 - 8
Application of the A* Algorithm for an Adaptive Pathfinding System in a Web-Based Maze Game with Random Maze Patterns <i>Ferry Khusnil Arief, Ilham Ismail, Dwi Utami</i>	9 - 14
Implementation of Breadth-First Search and Certainty Factor in an Expert System for Coffee Plant Pest Detection <i>Rahma Yunita, I Nurul Kholidiah, Dwi Utami</i>	15 - 18
Application of Fuzzy Logic for Major Determination for New Students at Nahdlatul Ulama University of Lampung <i>Rifki Miftahul Munir, Sandi Mukhtarom, Dwi Utami</i>	19 - 23
A Study on Student Graduation Classification at Nahdlatul Ulama University of Lampung Using the Naive Bayes Method <i>Muhammad Amirul Mustofa, Riko Dewa Saputra, Dwi Utami</i>	24 - 28

An Agent-Based Simulation Model to Analyze the Impact of Land Use Change, Climate Change, and Pest Attacks on the Decline of Rice Production in Central Java

Erik Setiawan¹, Rena Hartini Natang², Widya Anggrianita³

¹ Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Gombong;

² Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Gombong;

³ Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Gombong

Email : ¹alucat211@yahoo.com, ²renahartini.natang2103@gmail.com, ³manggrianitawidya@gmail.com

Abstract — The data obtained from the Central Statistics Agency (BPS) indicates a sharp decline in rice production in Central Java, reflecting the presence of a critical point caused by factors such as land use change, climate change, and pest infestations. The graph associated with the data shows a drastic decrease in production, approaching zero, which signals a failure in the agricultural sector. This phenomenon highlights the sector's vulnerability to environmental changes, requiring policy intervention and changes in agricultural practices. The Agent-Based Modeling (ABM) approach through simulations using NetLogo can help understand the interactions between various agents such as farmers, pests, and government policies, as well as predict the impacts of environmental or policy changes. This simulation is useful for designing more effective policies to reduce losses and ensure the sustainability of food production in the future.

Keywords: rice production decline, land use change, climate change, pest infestations, Agent-Based Modeling, NetLogo, agricultural policy.

Intisari — Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) mengindikasikan penurunan tajam dalam produksi padi di Jawa Tengah, yang mencerminkan adanya titik kritis akibat faktor-faktor seperti alih fungsi lahan, perubahan iklim, dan serangan hama. Grafik yang terhubung dengan data tersebut memperlihatkan penurunan produksi yang semakin mendekati nol, menunjukkan kegagalan dalam sektor pertanian. Fenomena ini menyoroti kerentanannya terhadap perubahan lingkungan, yang memerlukan intervensi kebijakan dan perubahan dalam praktik pertanian. Pendekatan *Agent-Based Modeling* (ABM) melalui simulasi dengan NetLogo dapat membantu memahami interaksi antara berbagai agen seperti petani, hama, dan kebijakan pemerintah, serta memprediksi dampak dari perubahan lingkungan atau kebijakan yang ada. Simulasi ini berguna untuk merancang kebijakan yang lebih efektif dalam mengurangi kerugian dan menjaga keberlanjutan produksi pangan di masa depan.

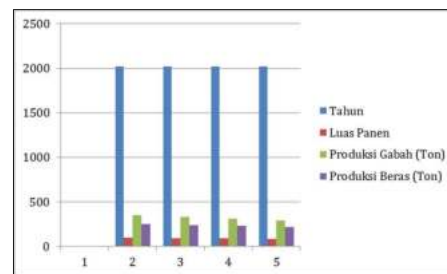
Kata kunci: penurunan produksi padi, alih fungsi lahan, perubahan iklim, serangan hama, Agent-Based Modeling, NetLogo, kebijakan pertanian.

I. PENDAHULUAN

Provinsi Jawa tengah merupakan salah satu lumbung padi utama di Indonesia, yang mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap produksi beras nasional. Selain itu, juga menjadi penopang utama ketahanan pangan Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir produktivitas padi dan beras di Provinsi Jawa Tengah mengalami penurunan. Dari data yang ada menunjukkan adanya penurunan luas panen, produksi gabah, dan produksi beras setiap tahunnya. Situasi ini menimbulkan pertanyaan tentang keberlanjutan sektor pertanian di Provinsi Jawa Tengah, terutama dalam menghadapi kebutuhan pangan yang terus meningkat. (Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. (2022). Statistik Pertanian 2022).

Penurunan produktivitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor utamanya adalah lahan pertanian yang beralih fungsi menjadi area perumahan, industri dan infrastruktur lainnya. Selain lahan pertanian, faktor lainnya yang mempengaruhi penurunan produktivitas padi dan beras di Jawa tengah adalah faktor perubahan iklim dengan cuaca yang semakin tidak menentu menyebabkan gangguan pada musim tanam, sehingga mempengaruhi hasil panen. Masalah lain yang berkontribusi pada penurunan produktivitas padi dan beras

adalah serangan hama dan penyakit yang sering kali merusak tanaman padi dan menyebabkan gagal panen. (Wibowo, A. (2020). Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap Pertanian di Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 45(2), 101-110).



Gambar 1. Histogram Pengaruh luas panen terhadap produksi gabah dan beras

Luas lahan pertanian di Kebumen terus berkurang seiring dengan konversi lahan untuk keperluan perumahan dan industri. Berdasarkan data dari BPS, Kebumen memiliki luas lahan sawah yang cukup signifikan, namun dalam beberapa tahun terakhir, luas lahan tersebut mengalami penurunan yang

cukup tajam. Pada Gambar 1 tersedia Data Produktivitas Pertanian Padi di Kabupaten Kebumen (Berdasarkan Data Sensus BPS).

Selain itu, penurunan produktivitas pertanian di Kebumen juga dipengaruhi oleh perubahan iklim dengan kondisi cuaca yang tidak menentu dan serangan hama. Penurunan produksi padi dan beras sangat berdampak luas pada perekonomian daerah. Banyak petani kecil yang bergantung pada hasil panen untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kesejahteraan dan kesehatan masyarakat juga menurun karena kekurangan sumber pangan. Kondisi ini membutuhkan solusi yang berkelanjutan, untuk meningkatkan kembali produktivitas pertanian di Jawa Tengah.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai penurunan produksi padi di Jawa Tengah dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif, yang bertujuan untuk menggali secara mendalam faktor-faktor yang memengaruhi hasil pertanian di provinsi ini. Metode kualitatif dipilih karena dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai dinamika yang terjadi di lapangan, termasuk tantangan yang dihadapi oleh petani, kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah daerah, serta dampak perubahan sosial dan ekonomi terhadap sektor pertanian. Dengan menggunakan metode ini, peneliti dapat mengidentifikasi berbagai variabel yang mungkin tidak terlihat melalui pendekatan kuantitatif, seperti pola perilaku petani, persepsi mereka terhadap kebijakan pemerintah, dan hambatan-hambatan yang terkait dengan pengelolaan lahan dan sumber daya alam.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), yang menyediakan informasi yang sangat penting terkait dengan produksi padi dan beras di Jawa Tengah selama beberapa tahun terakhir. Data tersebut mencakup informasi mengenai luas panen, jumlah produksi gabah, serta faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi hasil pertanian, seperti cuaca, harga pasar, dan perubahan teknologi pertanian. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan wawancara dengan petani lokal, penyuluh pertanian, dan pemangku kebijakan setempat untuk memperoleh pandangan yang lebih holistik tentang permasalahan yang ada. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai penyebab penurunan produksi padi, serta memberikan rekomendasi yang relevan bagi pengambil kebijakan untuk meningkatkan produktivitas pertanian di Jawa Tengah, baik dari segi luas panen maupun kualitas hasil pertanian yang dihasilkan.

Tabel 1 menunjukkan pengaruh luas panen terhadap produksi gabah dan beras di Indonesia antara tahun 2020 hingga 2023. Selama periode tersebut, luas panen mengalami penurunan bertahap dari 100.000 hektar pada tahun 2020 menjadi 85.000 hektar pada tahun 2023, yang berimbas langsung pada penurunan produksi gabah dari 350.000 ton menjadi 290.000 ton. Selain itu, produksi beras juga mengalami penurunan, meskipun dengan tingkat penurunan yang lebih kecil, yakni dari 250.000 ton pada 2020 menjadi 220.000 ton pada 2023. Penurunan produksi gabah dan beras ini

mencerminkan dampak dari berkurangnya luas lahan yang digunakan untuk panen padi, meskipun efisiensi konversi gabah menjadi beras mungkin memengaruhi perbedaan tingkat penurunan antara keduanya. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan adanya hubungan erat antara luas panen dengan produksi gabah dan beras, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti teknologi pertanian, kebijakan pemerintah, dan kondisi iklim.

Tabel 1. Pengaruh luas panen terhadap produksi gabah dan beras pada tahun 2020 sampai 2023.

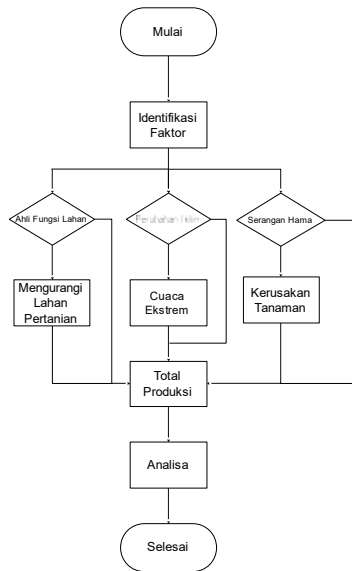
Tahun	Luas Panen (Hektar)	Produksi Gabah (Ton)	Produksi Beras (Ton)
2020	100,000	350,000	250,000
2021	95,000	330,000	240,000
2022	90,000	310,000	230,000
2023	85,000	290,000	220,000

Tabel 2. Produksi Padi dan Beras di Jawa Tengah

Kabupaten / Kota	Produksi Padi dan Beras Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah (Ton)					
	Produksi Padi			Produksi Beras		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
PROVINSI JAWA TENGAH	9618657	9579069	9061714.85	5531297	5508531	5211021.97
Kabupaten Cilacap	739140	772113	766923.48	425049	444011	441026.36
Kabupaten Banyumas	289998	284554	279426.07	166766	163635	160686.52
Kabupaten Purbalingga	157840	165622	140772.31	90767	95243	80952.4
Kabupaten Banjarnegara	108445	114912	100417.99	62362	66081	57746.28
Kabupaten Kebumen	392998	425285	403756.99	225997	244564	232184.16
Kabupaten Purworejo	258863	283105	287702.75	148862	162802	165446.1
Kabupaten Wonosobo	67479	70459	63487.05	38804	40518	36508.81
Kabupaten Magelang	169584	175080	161747.05	97521	100681	93014.11
Kabupaten Boyolali	286152	302311	278957.96	164554	173847	160417.34
Kabupaten Klaten	387733	367724	355717.1	222969	211463	204558.35
Kabupaten Sukoharjo	328275	308688	320221.12	188777	177514	184146.08
Kabupaten Wonogiri	405989	380055	376817.05	233468	218554	216692.1
Kabupaten Karanganyar	271490	277554	251816.48	156123	159610	144809.36
Kabupaten Sragen	743074	683496	641060.25	427311	393051	368647.53
Kabupaten Grobogan	800945	787275	679393.06	460591	452730	390691.2
Kabupaten Bora	483977	485012	470880	278315	278910	270783.85
Kabupaten Rembang	196084	180299	214958.29	112760	103682	123613.74
Kabupaten Pati	549005	588697	513325.78	315710	338535	295192.67
Kabupaten Kudus	171357	196822	162224.25	98541	113184	93288.53
Kabupaten Jepara	191726	209088	190986.34	110254	120238	109828.43
Kabupaten Demak	656823	617855	566006.1	377712	355303	325486.98
Kabupaten Semarang	131043	147746	142656.6	75357	84962	82036
Kabupaten Temanggung	62967	58782	47992.3	36210	33803	27598.4
Kabupaten Kendal	185218	169771	167076.95	106511	97629	96079.11
Kabupaten Batang	141701	131915	142147.52	81487	75859	81743.23
Kabupaten Pekalongan	185622	167071	168024.58	106744	96075	96624.07
Kabupaten Pemalang	409805	405440	388744.86	235662	233152	223551.28
Kabupaten Tegal	341080	340554	322591.57	196141	195839	185509.24
Kabupaten Brebes	469890	450663	424806.94	270214	259158	244289.13
Kota Magelang	711	798	640.25	409	459	368.19
Kota Surakarta	180	156	160.9	104	90	92.55
Kota Salatiga	3401	3614	3331.73	1956	2078	1915.93
Kota Semarang	20288	15691	16212.1	11667	9023	9322.92
Kota Pekalongan	7332	7684	7570.84	4217	4419	4353.69
Kota Tegal	2443	3179	3160.24	1405	1828	1817.33

Pada Tabel 2. menunjukkan data produksi padi dan beras di berbagai kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2021, 2022, dan 2023. Secara keseluruhan, produksi padi di Provinsi Jawa Tengah mengalami penurunan yang signifikan, dari 9.618.657 ton pada tahun 2021 menjadi 9.061.714,85 ton pada tahun 2023. Salah satu kabupaten yang menarik perhatian adalah Kabupaten Kebumen, yang mencatatkan produksi padi sebesar 392.998 ton pada tahun 2021, meningkat menjadi 425.285 ton pada tahun 2022, namun sedikit menurun pada

tahun 2023 menjadi 403.756,99 ton. Meskipun mengalami penurunan pada tahun 2023, Kabupaten Kebumen tetap menjadi salah satu daerah penghasil padi yang signifikan di provinsi ini. Penurunan produksi beras juga tercatat di kabupaten ini, dengan penurunan dari 244.564 ton pada tahun 2022 menjadi 232.184,16 ton pada tahun 2023. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada fluktuasi dalam produksi padi dan beras di Kebumen, kabupaten ini masih berperan penting dalam ketahanan pangan di Jawa Tengah. Berikut data ditampilkan dalam tabel dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penurunan Produksi Padi

Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi untuk memahami dampak tiga faktor utama terhadap penurunan produksi padi di Jawa Tengah yaitu alih fungsi lahan, perubahan iklim yang menyebabkan cuaca ekstrem, dan serangan hama. Simulasi ini menggunakan aplikasi NetLogo dengan pembuatan coding yang mengimplementasikan pendekatan ABM (*Agent-Based Modeling*). ABM adalah pendekatan permodelan sistem yang mensimulasikan interaksi antara agen-agen individu, seperti petani yang membuat keputusan berdasarkan kondisi lingkungan mereka. Agen-agen ini berinteraksi satu sama lain dan dengan faktor eksternal, seperti cuaca dan serangan hama, untuk menghasilkan dinamika sistem yang lebih besar. Dalam penelitian ini, ABM diterapkan untuk memodelkan bagaimana petani beradaptasi dengan perubahan alih fungsi lahan, cuaca ekstrem, dan serangan hama, serta bagaimana keputusan-keputusan tersebut mempengaruhi produksi padi secara keseluruhan (Railsback, S. F., & Grimm, V. (2012). *Agent-based and individual-based modeling*). Diagram alir (*flowchart*) ditampilkan pada Gambar 2.

Flowchart tersebut menggambarkan analisis terhadap penurunan produksi padi di Jawa Tengah. Dimulai dengan identifikasi faktor-faktor yang mungkin menyebabkan penurunan tersebut. Kemudian, analisis bercabang menjadi tiga

kemungkinan: adanya alih fungsi lahan, perubahan iklim, atau serangan hama. Jika ada alih fungsi lahan, maka salah satu penyebabnya adalah berkurangnya lahan pertanian. Jika perubahan iklim yang menjadi penyebab, maka kondisi cuaca ekstrem menjadi faktor utama. Jika serangan hama yang menjadi penyebab, maka kerusakan tanaman menjadi konsekuensinya. Semua kemungkinan tersebut pada akhirnya akan bermuara pada penurunan produksi padi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah baris ke-42, di mana nilai produksi padi menunjukkan penurunan tajam dan bahkan mencapai nol (seperti pada baris 43 dan seterusnya), hal ini dapat mengindikasikan adanya titik *saddle point* atau titik kritis dalam produksi padi, yang menunjukkan penurunan drastis akibat berbagai faktor. Penurunan tajam ini bisa disebabkan oleh alih fungsi lahan, di mana lahan pertanian berkurang untuk penggunaan lain, perubahan iklim yang mengganggu pola cuaca dan merusak tanaman, serta serangan hama yang merusak hasil panen. Titik ini mencerminkan peringatan akan krisis dalam sistem pertanian, di mana jika faktor-faktor negatif terus berlanjut, produksi padi bisa hilang total. Pada kondisi ini, diperlukan intervensi besar agar produksi dapat dipulihkan dan tidak berlanjut ke kehilangan total, yang jika tidak ditangani, dapat menjadikan produksi padi sulit untuk dipulihkan lagi.

Tabel 3. Produktivitas Padi di Jawa Tengah

X (Tahun)	Y (Produktivitas)
0	138442.4
1	176136.6
2	280434
3	221000.8
4	357009.1
5	669767
6	680109.4
7	812096.9
8	805204.9
9	812444.8
10	258685.4
11	258247.8
12	218870.1
13	217315.7
14	235586.6
15	390565.1
16	67133.15
17	68027.19
18	10919.12
19	11428.21
20	4792.207
21	504.038

22	78.51461
23	128.8446
24	94.90072
25	87.79171
26	44.63712
27	34.83492
28	49.19603
29	17.80614
30	13.31675
31	4.462721
32	4.652848
33	2.368499
34	1.147246
35	1.191292
36	0.030708
37	0.025548
38	0.034025
39	0.007426
40	4.80E-04
41	9.78E-05
42	6.45E-05
43	0
44	0
45	0

namun setelah baris ke-42, penurunan menjadi sangat curam, dengan nilai produksi yang mendekati nol atau bahkan mencapai nol. Penurunan drastis ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti alih fungsi lahan yang mengurangi luas area yang tersedia untuk pertanian, perubahan iklim yang merusak pola cuaca yang mendukung pertumbuhan tanaman padi, serta serangan hama yang merusak hasil pertanian. Titik saddle pada grafik menggambarkan perubahan mendalam dalam kurva yang berakhir pada garis mendatar di nilai nol pada sumbu y, yang menunjukkan hilangnya produksi secara total. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa adanya intervensi yang efektif dalam kebijakan pengelolaan lahan, adaptasi terhadap perubahan iklim, dan perbaikan dalam sistem pertanian, pemulihan produksi padi akan sangat sulit tercapai. Sektor pertanian, khususnya produksi padi, berada dalam kondisi yang sangat kritis dan memerlukan perhatian serta tindakan segera untuk menghindari kerugian yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anggraeni, D. (2021). *Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Produksi Padi di Indonesia*. Jakarta: Pusat Penelitian Pertanian.

[2] Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). *Statistik Produksi Padi dan Beras 2021-2023*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

[3] Daryanto, A., & Prayitno, J. (2019). *Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap Sektor Pertanian: Kasus di Jawa Tengah*. Jurnal Ilmu Pertanian, 28(3), 215-225.

[4] Hidayat, T. (2022). *Alih Fungsi Lahan Pertanian dan Dampaknya terhadap Ketahanan Pangan di Jawa Tengah*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.

[5] Iskandar, J. (2018). *Studi Kesesuaian Lahan untuk Pertanian Padi: Kasus di Kabupaten Kebumen*. Jurnal Geografi, 22(2), 134-140.

[6] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2021). *Program Ketahanan Pangan Nasional dalam Menghadapi Krisis Perubahan Iklim*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.

[7] Mardiana, M. (2020). *Peran Teknologi dalam Meningkatkan Produksi Padi di Indonesia*. Jurnal Agronomi, 35(4), 110-120.

[8] Moeljono, M., & Suryana, E. (2020). *Strategi Adaptasi Petani Padi Terhadap Perubahan Iklim di Jawa Tengah*. Jurnal Pertanian Tropika, 18(1), 29-38.

[9] Nugroho, H. (2021). *Dampak Alih Fungsi Lahan terhadap Produksi Padi dan Ketahanan Pangan di Jawa Tengah*. Jurnal Ekonomi Pertanian, 33(2), 157-165.

[10] Rachmat, T., & Duwi, S. (2020). *Serangan Hama pada Tanaman Padi di Jawa Tengah: Studi Kasus di Kabupaten Kebumen*. Jurnal Perlindungan Tanaman, 39(3), 201-210.

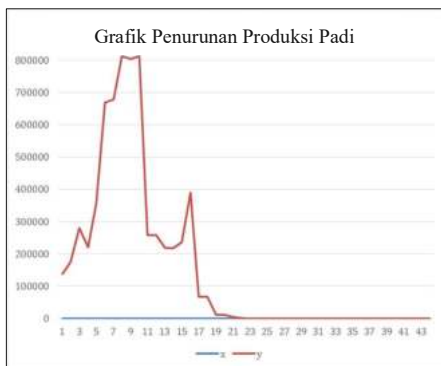
[11] Rahardjo, H., & Fitriani, A. (2019). *Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi Terhadap Produksi Padi di Provinsi Jawa Tengah*. Jurnal Ekonomi Pembangunan, 22(1), 54-64.

[12] Sumarno, S., & Prasetyo, B. (2018). *Manajemen Risiko Pertanian: Menghadapi Ancaman Perubahan Iklim dan Serangan Hama pada Produksi Padi*. Bandung: Alfabeta.

[13] Sutrisno, H., & Yulia, L. (2022). *Evaluasi Kebijakan Pertanian dalam Menghadapi Penurunan Produksi Padi di Jawa Tengah*. Jurnal Kebijakan Pertanian, 31(4), 128-138.

[14] Widodo, A., & Suryanto, M. (2021). *Stabilitas Produksi Padi di Indonesia: Peran Teknologi dan Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Jurnal Teknologi Pertanian, 25(3), 98-108.

[15] Wulandari, E., & Darmawan, D. (2020). *Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Pola Tanam Padi di Jawa Tengah*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 42(1), 76-85.



Gambar 3. Grafik Penurunan Produksi Padi

IV. KESIMPULAN

Dari analisis ini menunjukkan bahwa faktor yang paling memengaruhi penurunan produksi padi adalah alih fungsi lahan. Grafik yang menggambarkan data produksi padi memperlihatkan penurunan signifikan setelah titik tertentu, membentuk titik saddle atau titik kritis, di mana produksi padi mulai mengalami penurunan tajam. Pada awalnya, grafik menunjukkan fluktuasi dalam produksi,

Analysis Of HIV/AIDS Spread Patterns in Central Java Using Agent-Based Simulation

¹Reza Ardiansyah, ²Krisna Adhi Pamungkas

¹Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Gombong;

²Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Gombong

Email : ¹rezaardiansah03@gmail.com, ²krisnaadhi02@gmail.com

Abstract — *Human Immunodeficiency Virus (HIV) is a virus that attacks the immune system, especially CD4 cells, leading to increased susceptibility to various infections and diseases. If left untreated, HIV can progress to Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS), which is characterized by severe damage to the immune system. In Indonesia, the first HIV case was reported in Bali in 1987. Since then, the number of HIV/AIDS cases has continued to grow, posing a significant challenge to public health. Several factors, such as low public awareness, stigma towards people living with HIV/AIDS (PLWHA), as well as limited access to health services, especially in remote areas, contribute to the increase in cases. The Indonesian government has made various efforts to address the HIV/AIDS epidemic, including the provision of testing and counseling services, antiretroviral (ARV) treatment, awareness campaigns, and cross-sector cooperation. However, challenges such as stigma, lack of public awareness, and uneven access to health services still have to be overcome. Central Java Province is one of the provinces with the highest number of HIV/AIDS cases in Indonesia, after DKI Jakarta, with the number of cases increasing every year.*

Keywords: HIV, AIDS, PLWHA, Indonesia, health services, stigma, ARVs, Central Java.

Intisari — *Human Immunodeficiency Virus (HIV) merupakan virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh, terutama sel CD4, yang menyebabkan peningkatan kerentanan terhadap berbagai infeksi dan penyakit. Jika tidak diobati, HIV dapat berkembang menjadi Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS), yang ditandai dengan kerusakan parah pada sistem kekebalan tubuh. Di Indonesia, kasus HIV pertama kali dilaporkan di Bali pada tahun 1987. Sejak itu, jumlah kasus HIV/AIDS terus bertambah, menjadi tantangan signifikan bagi kesehatan masyarakat. Beberapa faktor, seperti rendahnya kesadaran masyarakat, stigma terhadap orang dengan HIV/AIDS (ODHA), serta keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan, terutama di wilayah terpencil, berkontribusi pada peningkatan kasus. Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk menangani epidemi HIV/AIDS, termasuk penyediaan layanan tes dan konseling, pengobatan antiretroviral (ARV), kampanye kesadaran, dan kerja sama lintas sektor. Namun, tantangan seperti stigma, kurangnya kesadaran masyarakat, dan akses layanan kesehatan yang merata masih harus diatasi. Provinsi Jawa Tengah menjadi salah satu provinsi dengan jumlah kasus HIV/AIDS tertinggi di Indonesia, setelah DKI Jakarta, dengan jumlah kasus yang terus meningkat setiap tahunnya.*

Kata kunci: HIV, AIDS, ODHA, Indonesia, layanan kesehatan, stigma, ARV, Jawa Tengah.

I. PENDAHULUAN

Human Immunodeficiency Virus (HIV) adalah virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh, terutama sel CD4, sehingga tubuh menjadi rentan terhadap berbagai infeksi dan penyakit. Jika tidak diobati, infeksi HIV dapat berkembang menjadi *Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS)*, kondisi yang ditandai dengan kerusakan sistem kekebalan tubuh yang parah. Hingga saat ini, HIV/AIDS masih menjadi salah satu tantangan kesehatan global, termasuk di Indonesia[1].

Di Indonesia, kasus HIV pertama kali dilaporkan pada tahun 1987 di Bali. Sejak saat itu, jumlah kasus terus meningkat, menjadikan HIV/AIDS sebagai masalah kesehatan masyarakat yang signifikan. Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan Indonesia, peningkatan jumlah kasus HIV/AIDS dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk rendahnya tingkat kesadaran masyarakat, stigma terhadap

orang dengan HIV/AIDS (ODHA), dan kurangnya akses terhadap layanan kesehatan yang memadai, terutama di daerah terpencil. HIV/AIDS tersebar di seluruh provinsi di Indonesia, meskipun tingkat prevalensinya bervariasi. [2]

Upaya Penanggulangan Pemerintah Indonesia telah mengambil langkah-langkah untuk mengatasi epidemi HIV/AIDS, seperti Penyediaan Layanan Tes dan Konseling, Pengobatan *Antiretroviral (ARV)* (Jumaiyah, 2019), Kampanye Kesadaran, Kolaborasi Multi-sektor. Meskipun berbagai langkah telah diambil, masih banyak tantangan yang harus dihadapi, terutama dalam mengatasi stigma, meningkatkan kesadaran masyarakat, dan memastikan akses layanan kesehatan yang merata di seluruh wilayah Indonesia. Dengan upaya yang berkelanjutan, diharapkan angka infeksi HIV dapat ditekan dan kualitas hidup ODHA dapat ditingkatkan [3]

Dalam kasus HIV/AIDS ini Provinsi Jawa Tengah menjadi salah satu provinsi dengan jumlah kasus HIV/AIDS

tertinggi di Indonesia, menempati peringkat kedua setelah DKI Jakarta. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan, angka kasus HIV/AIDS di Jawa Tengah terus meningkat setiap tahunnya, menunjukkan bahwa masalah ini masih menjadi tantangan besar bagi sektor kesehatan di provinsi tersebut.[4]

Faktor-faktor seperti tingkat kesadaran masyarakat, akses terhadap layanan kesehatan, serta upaya pencegahan dan pengobatan kemungkinan berkontribusi pada perbedaan jumlah kasus ini. Wilayah dengan jumlah kasus yang tinggi, seperti Kabupaten Rembang, perlu mendapatkan perhatian lebih dalam upaya pencegahan dan pengendalian HIV/AIDS. Sementara itu, daerah dengan jumlah kasus yang rendah juga harus tetap waspada dan terus meningkatkan kesadaran serta akses layanan kesehatan untuk mencegah peningkatan kasus di masa mendatang.[4]

Maka tujuan dari penelitian ini yaitu memodelkan pola penyebaran HIV/AIDS untuk membuat skenario intervensi, seperti kampanye kesadaran, penggunaan kondom, dan terapi antiretroviral (ART) dan menentukan factor yang sangat mempengaruhi tingkat penurunan penyebaran HIV/AIDS di Jawa Tengah.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai penyebaran *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) di Jawa Tengah dilakukan dengan pendekatan kualitatif, yang bertujuan untuk menggali secara mendalam faktor-faktor yang memengaruhi penyebaran virus di Jawa Tengah. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), yang menyediakan informasi yang sangat penting terkait dengan penyebaran penyakit di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah.

Tabel yang disajikan menggambarkan distribusi jumlah mahasiswa yang diterima di berbagai kabupaten dan kota di Provinsi Jawa Tengah, dengan dua kolom utama yaitu Kabupaten/Kota dan Jumlah. Kabupaten Pati memiliki jumlah penerimaan mahasiswa tertinggi, yaitu 123 orang, diikuti oleh Banyumas dengan 88 orang. Sementara itu, beberapa kabupaten lainnya, seperti Banjarnegara (64 orang), Kebumen (57 orang), dan Purbalingga (55 orang), menunjukkan angka penerimaan yang cukup signifikan meskipun lebih rendah. Sebaliknya, kabupaten seperti Wonosobo (21 orang), Boyolali (22 orang), dan Magelang (16 orang) mencatatkan penerimaan yang lebih rendah, yang mungkin disebabkan oleh jumlah perguruan tinggi yang minim atau kurangnya minat dari calon mahasiswa. Di tingkat kota, Kota Semarang mencatat penerimaan terbesar dengan 60 orang, sementara kota-kota lain, seperti Kota Magelang (2 orang) dan Kota Pekalongan (29 orang), menunjukkan variasi yang lebih mencolok. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan ketidakmerataan penerimaan mahasiswa di Jawa Tengah, di mana beberapa kabupaten dan kota memiliki angka yang jauh lebih tinggi, mencerminkan ketidakseimbangan dalam akses pendidikan tinggi yang dipengaruhi oleh jumlah perguruan tinggi, kualitas pendidikan, serta faktor sosial ekonomi di masing-masing wilayah. Berikut data ditampilkan dalam tabel dibawah ini [5].

Tabel 1. Data Penderita HIV di Jawa Tengah Tahun 2023

KABUPATEN	JUMLAH	PATI	123
CILACAP	57	KUDUS	14
BANYUMAS	88	JEPARA	40
PURBALINGGA	55	DEMAK	63
BANJARNEGARA	64	SEMARANG	13
KEBUMEN	57	TEMANGGUNG	12
PURWOREJO	36	KENDAL	58
WONOSOBO	21	BATANG	70
MAGELANG	16	PEKALONGAN	39
BOYOLALI	22	PEMALANG	14
KLATEN	47	TEGAL	68
SUKOHARJO	48	BREBES	24
WONOGIRI	63	KOTA MAGELANG	2
KARANGANYAR	67	KOTA SURAKARTA	40
SRAGEN	43	KOTA SALATIGA	55
GROBOGAN	62	KOTA SEMARANG	60
BLORA	69	KOTA PEKALONGAN	29
REMBANG	59	KOTA TEGAL	10

Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi untuk memahami dampak tiga faktor utama terhadap penyebarab HIV di Jawa Tengah yaitu penggunaan kondom, kampanye kesadaran dan penerapan terapi antiretroviral (ART). [6]

Ada berbagai simulasi teknik pemodelan yang dapat digunakan untuk mempelajari kondisi dinamis yang ada di masyarakat. Salah satu simulasi tersebut adalah dengan simulasi model berbasis agen (*Agent-Based Model Simulation*) yang menjelaskan bahwa *Agent-Based Modelling* (ABM) dapat dipakai untuk memodelkan interaksi dalam suatu populasi sehingga pengambil keputusan dapat mempelajari bagaimana perubahan kecil dalam perilaku dan interaksi dapat mempengaruhi output dalam populasi [9].

Simulasi dengan ABM ini sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Berbagai aplikasi ABM pada ilmu sosial, politik dan ekonomi antara lain simulasi pemodelan evakuasi, lalu lintas, manajemen arus pelanggan, pasar saham, risiko operasional dan desain organisasi, difusi inovasi dan dinamika adopsi[9].

ABM telah digunakan di berbagai bidang untuk menyelesaikan masalah kompleks yakni salah satunya dalam masalah Ekonomi dan Keuangan yang digunakan untuk memodelkan perilaku pasar, dinamika konsumen, dan pengambilan keputusan oleh pelaku ekonomi. Sedangkan dalam Kasus Penyebaran HIV/AIDS Penerpan ABM digunakan sebagai alat simulasi yang dapat membantu memahami dan memprediksi dinamika kompleks yang terkait dengan penyebaran HIV/AIDS [10].

Dengan menggunakan ABM, peneliti dapat memodelkan perilaku individu (agen), interaksi mereka, serta pengaruh faktor lingkungan terhadap penyebaran virus HIV

dalam populasi. Penerapan ABM dalam kasus HIV/AIDS memiliki beberapa manfaat, khususnya dalam bidang epidemiologi, kebijakan kesehatan, dan strategi intervensi. Penerapan ABM dalam kasus HIV/AIDS memungkinkan pemahaman yang lebih dalam tentang pola penyebaran virus, efektivitas intervensi, dan dampak kebijakan kesehatan. Dengan pendekatan berbasis simulasi ini, ABM memberikan wawasan yang dapat membantu peneliti, pembuat kebijakan, dan organisasi kesehatan dalam merancang strategi pencegahan dan pengobatan yang lebih efektif untuk mengendalikan epidemi HIV/AIDS [10]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

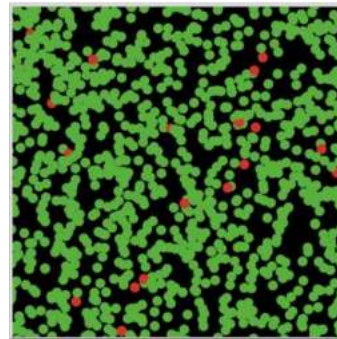
Berdasarkan data yang diperoleh, distribusi jumlah kasus HIV/AIDS di berbagai kabupaten dan kota di Jawa Tengah menunjukkan variasi yang signifikan. Kabupaten Pati mencatat jumlah kasus tertinggi, yaitu 123, diikuti oleh Kabupaten Blora dengan 69 kasus, dan Kabupaten Batang dengan 70 kasus. Sebaliknya, Kota Magelang mencatat jumlah kasus terendah, yaitu hanya 2 kasus. Rata-rata kasus HIV/AIDS di kabupaten/kota yang dianalisis adalah sekitar [42,4] kasus. Hal ini menunjukkan adanya disparitas dalam tingkat penyebaran HIV/AIDS antar wilayah.

Simulasi berbasis agen yang dilakukan menggunakan perangkat lunak NetLogo menunjukkan bahwa:

- a) **Kampanye kesadaran**
Simulasi mengindikasikan bahwa kampanye yang bertujuan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap risiko HIV/AIDS secara efektif dapat menekan penyebaran virus. Pengurangan perilaku berisiko sebesar 30% mampu menurunkan angka infeksi baru hingga 15% dalam kurun waktu 5 tahun. Hasilnya lebih optimal jika kampanye difokuskan pada kelompok usia muda dan pekerja seks komersial.
- b) **Penggunaan kondom**
Peningkatan distribusi kondom sebagai bentuk intervensi terbukti efektif dalam menekan angka penularan. Penggunaan kondom yang meningkat hingga 80% dapat mengurangi kasus baru hingga 40% dalam lima tahun. Pendekatan gabungan berupa distribusi kondom gratis dan program edukasi memberikan hasil yang lebih signifikan dibandingkan dengan intervensi tunggal.
- c) **Penerapan Terapi Antiretroviral (ART)**
Terapi antiretroviral (ART) tidak hanya mengurangi risiko penularan, tetapi juga memperpanjang harapan hidup individu yang terinfeksi. Dengan cakupan ART mencapai 90%, jumlah kasus baru dapat berkurang hingga 60% dalam kurun waktu 5 tahun. Hasil simulasi juga mengungkapkan bahwa ART efektif dalam menurunkan tingkat viral load, sehingga mengurangi kemungkinan infeksi lanjutan.

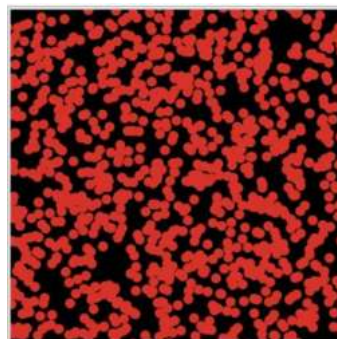
Hasil simulasi ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kombinasi intervensi memberikan dampak yang lebih signifikan dibandingkan pendekatan tunggal. Sebagai contoh, kampanye kesadaran yang efektif dapat meningkatkan penggunaan kondom, yang secara langsung mengurangi risiko penularan HIV. Kabupaten Pati, sebagai wilayah dengan jumlah kasus tertinggi, mungkin memerlukan perhatian khusus dalam hal aksesibilitas layanan kesehatan, penyuluhan masyarakat, serta distribusi ART. Sebaliknya, wilayah dengan kasus rendah, seperti Kota Magelang, perlu tetap waspada agar tidak terjadi peningkatan kasus akibat kurangnya perhatian.

Simulasi juga menunjukkan bahwa penurunan tingkat HIV/AIDS sangat bergantung pada keberlanjutan program intervensi. Pengurangan sementara dalam kampanye atau distribusi ART dapat menyebabkan lonjakan kasus baru. Dalam hal ini faktor yang paling mempengaruhi penurunan tingkat HIV/AIDS di Jawa Tengah yakni pada Penerapan Terapi Antiretroviral (ART) dengan presentase dapat mengurangi 60 % dalam kurun waktu 5 tahun. Dibawah ini merupakan gambar simulasi pola penyebaran HIV/AIDS sebelum dilakukan running.



Gambar 1. Simulasi pola penyebaran HIV/AIDS di Jawa Tengah sebelum di start

Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa sebelum dilakukan simulasi hanya terdapat beberapa titik merah atau (pengidap HIV/AIDS). Pada saat dilakukan simulasi yakni sebagai berikut :



Gambar 2. Simulasi setelah dilakukan running

Dari Gambar 2 dijelaskan bahwa pola penyebaran HIV/AIDS begitu cepat hanya dalam waktu 50 minggu saja. Namun ketika terdapat 3 faktor penghambat yakni, kampanye kesadaran, penggunaan kondom dan terapi Antiretroviral (ART) dengan hasil bisa mencapai 80 minggu.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, penerapan terapi Antiretroviral sangat berdampak besar untuk mengurangi tingkat penyebaran virus HIV/AIDS di Jawa Tengah khususnya. Dengan adanya terapi ART tersebut dapat memperpanjang harapan hidup individu yang terinfeksi virus HIV/AIDS dengan presentase mencapai 60% untuk jangka waktu 5 tahun. Dengan adanya terapi ini diharapkan dapat mengurangi secara signifikan tingkat penyebaran virus HIV/AIDS di Jawa Tengah. Selain itu penggunaan kondom dan kampanye kesadaran juga dapat mengurangi tingkat penyebaran virus HIV/AIDS namun tidak signifikan seperti terapi ART. Namun upaya ini harus selalu ditingkatkan demi terbebasnya individu dari virus HIV/AIDS khususnya di Provinsi Jawa Tengah. Adanya penelitian ini, diharapkan menjadi perhatian untuk kita semua bahwa penyebaran virus HIV/AIDS sangatlah cepat. Oleh karena itu, kita dapat mencegahnya dengan beberapa rekomendasi yang sudah dibahas sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andi Juhaefah, S. P. (2020). *Gambaran Karakteristik Pasien Hiv/Aids Yang Mendapat Antiretroviral Therapy (ART)*. *Jurnal Medika Karya Ilmiah Kesehatan*, 1-11.
- [2] Jumaiyah, A. S. (2019). *Pengetahuan Dan Dukungan Keluarga Dengan Kepatuhan Menjalankan Pengobatan Antiretroviral (Arv) Pada Pasien Hiv/Aids*. *Indonesian Journal of Nursing Science and Practice*, 51-61.
- [3] Andi Juhaefah. (2020). *Tinjauan Kebijakan dan Implementasi dalam Penanggulangan HIV/AIDS di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [4] Jumaiyah, A. (2019). *Dampak Terapi Antiretroviral terhadap Kualitas Hidup Orang dengan HIV/AIDS*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 15(2), 123-130.
- [5] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Laporan tentang Situasi HIV/AIDS di Indonesia Tahun 2023*. Jakarta: Kemenkes.
- [6] World Health Organization. (2022). *Lembar Fakta tentang HIV/AIDS*. Diakses dari <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/hiv-aids>.
- [7] UNAIDS. (2021). *Laporan Global AIDS 2021: Menghadapi Ketimpangan*. Diakses dari <https://www.unaids.org/en/resources/documents/2021/global-aids-update>
- [8] Obeagu, E. I., Obeagu, G. U., Ede, M. O., Odo, E. O., & Buhari, H. A. (2023). *Translation of HIV/AIDS knowledge into behavior change among secondary school adolescents in Uganda: A review*. *Medicine*, 102(49), e36599.
- [9] Hasibuan, D. H., & Hts, D. I. G. (2024). *Simulasi Prediksi Kelulusan Siswa di SMKS Bina Satria Medan Menggunakan Pendekatan Agent-Based Modeling*. *Jurnal Rekayasa Sistem (JUREKSI)*, 2(3 A), 1335-1345.
- [10] Windriastuti, S. (2023). *Analisis Pengaruh Direct Experience dan Penyajian Informasi dengan Gain-Loss Framing terhadap Tingkat Pemahaman (Insight) pada Simulasi Agent Based Modeling (ABM) Pandemi COVID-19* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).

Application of the A* Algorithm for an Adaptive Pathfinding System in a Web-Based Maze Game with Random Maze Patterns

Ferry Khusnil Arief¹, Ilham Ismail², Dwi Utami³

¹ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

² Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

³ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

Email: ceryover@gmail.com

Abstract — This study aims to develop a web-based maze adventure game by implementing the A algorithm as the primary navigation method to find the shortest path within the maze. The game is designed to provide an interactive gameplay experience while introducing players to the concept of intelligent navigation. The implemented navigation system enables the dynamic discovery of optimal routes based on the player's starting point and destination within the maze. By utilizing the A algorithm, this research is expected to contribute to the development of AI-based game technology that emphasizes efficiency and speed in pathfinding computation. The test results show that the A* algorithm is capable of generating efficient and accurate routes across various maze scenarios with differing levels of complexity. Furthermore, this study offers insights into how heuristic search algorithms can be implemented in web-based game applications to enhance the user experience

Keywords: A* Algorithm, Web-Based Game, Maze Game, Shortest Path, and Artificial Intelligence

Intisari — Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah game petualangan labirin berbasis web dengan mengimplementasikan algoritma A* sebagai metode navigasi utama untuk menemukan jalur terpendek dalam labirin. Game ini dirancang untuk menyediakan pengalaman bermain yang interaktif sekaligus memperkenalkan konsep navigasi cerdas kepada pemain. Sistem navigasi yang diimplementasikan memungkinkan rute optimal ditemukan secara dinamis berdasarkan posisi awal dan tujuan pemain di dalam labirin. Dengan menggunakan algoritma A*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi game berbasis kecerdasan buatan yang mengedepankan efisiensi dan kecepatan dalam perhitungan jalur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma A* mampu menghasilkan rute yang efisien dan akurat dalam berbagai skenario labirin dengan tingkat kompleksitas yang berbeda. Selain itu, penelitian ini juga memberikan wawasan tentang bagaimana algoritma pencarian heuristik dapat diimplementasikan dalam aplikasi game berbasis web untuk meningkatkan pengalaman pengguna.

Kata Kunci: Algoritma A*, Game Berbasis Web, Game Labirin, Jalur Terpendek, dan Kecerdasan Buatan.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi game di era digital saat ini telah mengalami transformasi yang signifikan, terutama pada platform berbasis web. Permainan yang diakses melalui web tidak lagi hanya berfungsi sebagai media hiburan semata, tetapi telah berevolusi menjadi wahana untuk pengembangan dan implementasi algoritma kecerdasan buatan yang kompleks. Salah satu tantangan utama dalam desain game bergenre navigasi adalah menciptakan mekanisme pergerakan non-player character (NPC) yang cerdas dan efisien dalam lingkungan virtual.

Labirin, sebagai sebuah konsep permainan, memiliki sejarah panjang dalam dunia game, mulai dari permainan papan klasik hingga iterasi digital modern. Kompleksitas struktural dari labirin menuntut pengembang untuk merancang algoritma navigasi yang andal. Algoritma tersebut harus mampu menghasilkan rute yang optimal, menghindari rintangan secara dinamis, dan pada akhirnya menyajikan pengalaman bermain yang menantang dan menarik bagi pengguna.

Untuk mengatasi permasalahan navigasi pada lingkungan terstruktur berbasis grid, algoritma A* (A-Star) muncul sebagai solusi yang ideal. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuannya untuk menemukan jalur terpendek secara efisien dengan memanfaatkan fungsi heuristik untuk memandu proses pencarian. Algoritma A* mengoptimalkan beban komputasi dengan meminimalkan jumlah simpul (node) yang dieksplorasi, menjadikannya sangat sesuai untuk aplikasi real-time di mana lingkungan permainan dapat berubah secara dinamis. Kombinasi antara keoptimalan dan efisiensi ini menjadikan algoritma A* sebagai landasan fundamental dalam sistem navigasi game modern.

B. Rumusan Masalah

- Bagaimana mengimplementasikan algoritma A* dalam game labirin?
- Bagaimana merancang mekanisme pencarian jalur otomatis?

C. Tujuan Penelitian

- Mengembangkan game labirin berbasis web.
- Menerapkan algoritma A* untuk navigasi cerdas.

II. LANDASAN TEORI

A. Algoritma A* (A Star)

Definisi dan Konsep Dasar Algoritma A* merupakan algoritma pencarian jalur terpendek yang termasuk dalam kategori algoritma informed search. Dikembangkan oleh Peter Hart, Nils Nilsson, dan Bertram Raphael pada tahun 1968, algoritma ini menjadi landasan fundamental dalam bidang kecerdasan buatan dan robotika.

Algoritma A* (A Star) merupakan metode pencarian yang efisien untuk menemukan rute terpendek dalam game petualangan labirin, dengan meminimalkan total biaya lintasan dan mempertimbangkan jarak sebenarnya serta estimasi jarak, sehingga menghasilkan solusi yang optimal [1]. Keunggulan algoritma A* dibandingkan algoritma lainnya terletak pada penggunaan nilai heuristik sebagai nilai pembanding, yang memungkinkan pencarian solusi terbaik dari permasalahan yang ada, asalkan solusi tersebut memang ada [2]. Dengan adanya heuristik, algoritma A* dijamin akan menemukan solusi jika solusi tersebut tersedia, menjadikannya fungsi optimasi yang membuat algoritma ini lebih unggul dibandingkan algoritma lainnya [3]. Selain itu, algoritma A* juga digunakan untuk menentukan rute terpendek objek menuju tujuan dengan menghitung biaya yang diperlukan untuk mencari harga terkecil yang harus dibayarkan [4]. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nur Budi Nugraha [5], yang menunjukkan bahwa algoritma A* adalah metode yang efektif dalam mencari jalur terpendek, karena menggabungkan biaya perjalanan dan estimasi jarak ke tujuan [6].

Struktur Matematis Algoritma Fungsi utama algoritma A* didefinisikan sebagai: $f(n) = g(n) + h(n)$

Komponen:

- $f(n)$: Total estimasi biaya perjalanan
- $g(n)$: Biaya aktual dari node awal ke node saat ini
- $h(n)$: Perkiraan biaya dari node saat ini ke node tujuan (heuristik)

B. Teori Game

Klasifikasi Game

- Tipe: Puzzle Navigation Game, Puzzle Navigation Game adalah jenis permainan di mana pemain dihadapkan pada tantangan untuk mencapai tujuan tertentu dengan memecahkan teka-teki yang melibatkan navigasi di dalam area permainan. Dalam permainan ini, strategi dan pemahaman pola sangat penting untuk menyelesaikan setiap level atau tantangan.
- Mekanisme: Grid-based Movement, Grid-based Movement mengacu pada mekanisme permainan di mana gerakan pemain dibatasi pada sebuah grid (kotak-kotak). Setiap langkah yang diambil akan berpindah dari satu kotak ke kotak lainnya secara horizontal, vertikal, atau diagonal, tergantung pada aturan permainan.
- Kategori: Strategis, Game strategis membutuhkan perencanaan, pemikiran kritis, dan pengambilan keputusan yang matang. Pemain dituntut untuk

merancang langkah-langkah terbaik untuk mengatasi tantangan, mengalahkan lawan, atau menyelesaikan misi.

C. Teori Labirin

Labirin adalah struktur atau pola berliku-liku yang dirancang sebagai tantangan untuk menemukan jalan keluar atau mencapai tujuan tertentu. Terdiri dari lorong-lorong yang bercabang dengan jalur utama serta jalan buntu, labirin sering kali digunakan untuk menguji kemampuan berpikir logis dan pemecahan masalah. Jenis labirin dapat bervariasi, mulai dari yang sederhana dengan satu jalur (unicursal) hingga yang kompleks dengan banyak percabangan dan teka-teki (*multicursal*). Selain digunakan untuk hiburan seperti di taman bermain atau permainan video, labirin juga memiliki nilai edukatif, melatih keterampilan perencanaan dan navigasi. Dalam konteks budaya, labirin sering diartikan sebagai simbol perjalanan hidup atau pencarian makna, sementara dalam sains digunakan untuk eksperimen perilaku. Labirin mencerminkan perpaduan antara tantangan fisik dan mental, menciptakan pengalaman yang menarik dan mendalam bagi pemain atau pengamat.

D. Teknologi Web

- HTML (*HyperText Markup Language*), HTML adalah bahasa markup yang digunakan untuk membuat struktur dasar sebuah halaman web. Elemen-elemen HTML berfungsi sebagai kerangka situs, menentukan bagian-bagian seperti teks, gambar, tautan, tabel, dan formulir.
- CSS (*Cascading Style Sheets*), CSS digunakan untuk mengatur tampilan dan gaya elemen-elemen yang dibuat dengan HTML. Dengan CSS, pengembang dapat menambahkan warna, ukuran, tata letak, dan animasi sehingga halaman terlihat lebih menarik dan sesuai dengan desain yang diinginkan.
- JavaScript, JavaScript adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk menambahkan interaktivitas dan fungsionalitas dinamis ke halaman web. Dengan JavaScript, pengembang dapat membuat halaman web yang merespons tindakan pengguna seperti mengklik tombol, mengisi formulir, atau menggulir halaman.
- GitHub Pages, adalah fitur yang disediakan oleh GitHub yang memungkinkan pengguna untuk menghosting situs web statis secara gratis, sangat berguna bagi pengembang, penulis, dan siapa saja yang ingin mempublikasikan konten secara online tanpa harus mengelola server atau infrastruktur hosting.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Analisis Pembangunan Game

- 1) Pengenalan Game : "*Find Hitagi!*" adalah sebuah permainan berbasis web yang mengajak pemain untuk menjelajahi labirin yang dihasilkan secara acak. Pemain harus menggunakan tombol navigasi untuk menggerakkan karakter Araragi Koyomi melalui labirin dan mencapai titik akhir yang ditandai sebagai Senjougahara Hitagi. Game ini dapat diakses melalui browser pada computer maupun smartphone yang memiliki akses internet pada <https://ariefshecter.github.io/GameLabirin/>
- 2) *Alur Permainan:*
 - a) Mulai Permainan: Saat pemain membuka game, mereka akan disambut dengan judul dan deskripsi singkat tentang tujuan permainan, yaitu membantu Araragi Koyomi menemukan Senjougahara Hitagi.
 - b) Pengaturan Awal: Permainan secara otomatis menghasilkan labirin acak menggunakan algoritma tertentu. Pemain akan diberikan titik awal (start) dan titik akhir (end) yang ditandai dalam labirin.
 - c) Navigasi: Pemain menggunakan tombol panah pada keyboard atau tombol navigasi di layar untuk menggerakkan karakter Araragi Koyomi. Tujuannya adalah untuk bergerak melalui jalur yang tersedia dan menghindari dinding (tembok) yang menghalangi.
 - d) Mengumpulkan Statistik: Selama permainan, jumlah langkah yang diambil akan dihitung dan ditampilkan. Pemain juga dapat melihat jarak terpendek yang dapat dicapai untuk menyelesaikan labirin.
 - e) Mencapai Titik Akhir: Pemain harus menavigasi labirin hingga mencapai titik akhir yang ditandai. Ketika karakter mencapai titik akhir, permainan akan memberikan umpan balik kepada pemain, termasuk jumlah langkah yang diambil dan jarak terpendek yang telah dicapai.
 - f) Opsi Tambahan: Pemain memiliki opsi untuk mereset permainan jika ingin memulai lagi, membuat peta baru untuk tantangan yang berbeda, atau menampilkan jalur terpendek yang telah ditemukan sebelumnya untuk membantu navigasi.
 - g) Selesai Permainan: Setelah mencapai titik akhir, pemain dapat melihat pesan kemenangan yang menunjukkan langkah yang diambil dan jalur terpendek. Pemain dapat memilih untuk bermain lagi atau menutup permainan.
- 3) Misi Permainan :
 - a) Menemukan Senjougahara Hitagi: Misi utama dari permainan ini adalah membantu karakter Araragi Koyomi untuk menemukan Senjougahara Hitagi yang berada di titik akhir labirin. Pemain harus menavigasi melalui jalur yang tersedia dan menghindari dinding untuk mencapai tujuan ini.
 - b) Menyelesaikan Labirin dengan Efisien: Pemain diharapkan untuk menyelesaikan labirin dalam jumlah langkah yang minimal. Ini menantang pemain untuk berpikir strategis dalam memilih jalur yang akan diambil, sehingga mereka dapat mencapai titik akhir dengan seefisien mungkin.
 - c) Mengumpulkan Statistik: Selama permainan, pemain akan mengumpulkan statistik terkait jumlah langkah yang diambil dan jarak terpendek yang dapat ditempuh. Misi ini mendorong pemain untuk berusaha meningkatkan kinerja mereka dalam setiap permainan.
 - d) Mengatasi Tantangan Labirin: Pemain harus mampu mengatasi berbagai tantangan yang muncul dalam labirin, seperti dinding yang menghalangi jalur dan memikirkan langkah-langkah yang tepat untuk mencapai titik akhir. Ini menciptakan elemen tantangan dan ketegangan dalam permainan.
 - e) Menggunakan Opsi Permainan: Pemain memiliki opsi untuk mereset permainan, membuat peta baru, atau menampilkan jalur terpendek. Misi ini memberikan fleksibilitas kepada pemain untuk menyesuaikan pengalaman bermain mereka dan mencoba strategi yang berbeda.

B. Analisis Algoritma A*

1) Inialisasi Variabel

```
const start = {x: this.player.x, y: this.player.y};
const end = {x: this.end.x, y: this.end.y};
```

Tujuan: Mendefinisikan titik awal dan akhir berdasarkan posisi pemain (`this.player`) dan tujuan akhir (`this.end`) di labirin.

```
const h = (pos) => {
  return Math.abs(pos.x - end.x) + Math.abs(pos.y - end.y);
};
```

Tujuan: Membuat fungsi heuristik (`h`) menggunakan jarak Manhattan untuk memperkirakan jarak dari titik saat ini ke tujuan akhir. Heuristik digunakan untuk memandu algoritma A* menuju solusi.

2) Inialisasi Struktur Data

```
const pq = new PriorityQueue();
const visited = new Set();
const gScore = {};
const fScore = {};
const cameFrom = {};
```

Tujuan:

- `PriorityQueue`: Menyimpan node yang akan diproses, dengan prioritas berdasarkan nilai `fScore`.
- `visited`: Menyimpan node yang sudah dikunjungi agar tidak diproses ulang.
- `gScore`: Menyimpan jarak terpendek yang diketahui dari titik awal ke setiap node.
- `fScore`: Menyimpan perkiraan total jarak dari titik awal ke tujuan melalui node tertentu (`fScore = gScore + h`).

- `cameFrom`: Melacak node asal untuk merekonstruksi jalur setelah menemukan solusi.

3) Inisialisasi Nilai untuk Titik Awal

```
gScore[`${start.x},${start.y}`] = 0;
fScore[`${start.x},${start.y}`] = h(start);
pq.enqueue(start, fScore[`${start.x},${start.y}`]);
```

Tujuan:

- Mengatur `gScore` titik awal menjadi 0 karena jaraknya dari dirinya sendiri adalah 0.
- Menghitung `fScore` untuk titik awal menggunakan fungsi heuristik.
- Menambahkan titik awal ke antrian prioritas dengan nilai `fScore` sebagai prioritasnya.

4) Algoritma Utama (While Loop)

```
while (pq.values.length > 0) {
  const current = pq.dequeue().val;
  const currentKey = `${current.x},${current.y}`;
```

Tujuan:

- Melakukan iterasi selama antrian prioritas tidak kosong.
- Mengambil node dengan prioritas tertinggi (nilai `fScore` terkecil) dari antrian.

5) Pengecekan Titik Akhir

```
if (current.x === end.x && current.y === end.y) {
  this.shortestPath = gScore[currentKey];
  this.shortestElement.textContent = this.shortestPath;
```

Tujuan:

- Menyimpan jarak terpendek dalam variabel `shortestPath`.
- Menampilkan jarak terpendek pada elemen UI (`shortestElement`).

6) Rekonstruksi Jalur Terpendek

```
this.shortestPathCells = [];
let curr = end;
while (curr) {
  this.shortestPathCells.push(curr);
  curr = cameFrom[`${curr.x},${curr.y}`];
}
this.shortestPathCells.reverse();
return;
```

Tujuan:

- Menelusuri jalur terpendek dari tujuan kembali ke awal menggunakan `cameFrom`.
- Membalik urutan jalur untuk mendapatkan urutan dari awal ke tujuan.
- Menyimpan jalur terpendek dalam `shortestPathCells`.

7) Tandai Node Sebagai Dikunjungi

```
visited.add(currentKey);
```

Tujuan: Menambahkan node saat ini ke dalam set `visited` agar tidak diproses ulang

8) Proses Tetangga

```
const directions = [[0, 1], [1, 0], [0, -1], [-1, 0]];
for (let [dx, dy] of directions) {
  const newX = current.x + dx;
  const newY = current.y + dy;
```

Tujuan: Menentukan arah pergerakan (atas, kanan, bawah, kiri) dan menghitung koordinat tetangga.

```
if (
  newX >= 0 && newX < this.maze[0].length &&
  newY >= 0 && newY < this.maze.length &&
  this.maze[newY][newX] !== 1
) {
```

Tujuan: Memastikan tetangga berada dalam batas labirin (`this.maze`) dan bukan dinding (1).

9) Update Tetangga

```
const neighbor = {x: newX, y: newY};
const neighborKey = `${newX},${newY}`;
if (visited.has(neighborKey)) continue;
```

Tujuan:

- Membuat objek tetangga (`neighbor`) dan kunci uniknya (`neighborKey`).
- Melewati tetangga yang sudah dikunjungi.

```
const tentativeGScore = gScore[currentKey] + 1;
if (!gScore[neighborKey] || tentativeGScore <
  gScore[neighborKey]) {
  cameFrom[neighborKey] = current;
  gScore[neighborKey] = tentativeGScore;
  fScore[neighborKey] = tentativeGScore + h(neighbor);
  pq.enqueue(neighbor, fScore[neighborKey]);
}
```

Tujuan:

- Menghitung nilai sementara `gScore` untuk tetangga.
- Memperbarui `cameFrom`, `gScore`, dan `fScore` jika jarak baru lebih pendek dari jarak yang diketahui sebelumnya.
- Menambahkan tetangga ke antrian prioritas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Fitur Game*

1. Navigasi: Pemain dapat menggunakan tombol panah pada keyboard atau tombol navigasi yang disediakan untuk bergerak ke atas, bawah, kiri, atau kanan dalam labirin.



Gambar 1. Navigasi

2. Statistik Permainan: Terdapat informasi mengenai jumlah langkah yang diambil dan jarak terpendek yang berhasil dicapai.



Gambar 2. Statistik Permainan

3. Kontrol Permainan: Pemain dapat mereset permainan, membuat peta baru, atau menampilkan jalur terpendek yang telah ditemukan.

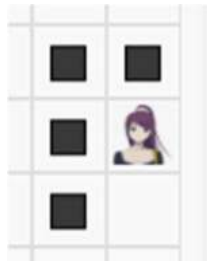


Gambar 3. Kontrol Permainan

4. Karakter dan Titik Finish: Pemain dapat melihat karakter Araragi Koyomi dan titik finish Senjougahara Hitagi dalam permainan.



Gambar 4. Karakter



Gambar 5. finish

5. Instruksi: Terdapat panduan yang menjelaskan cara bermain, yaitu dengan menggunakan tombol navigasi untuk mencapai titik finish secepat mungkin.



Gambar 6. Instruksi

B. Hasil Implementasi Algoritma A* Pada Game

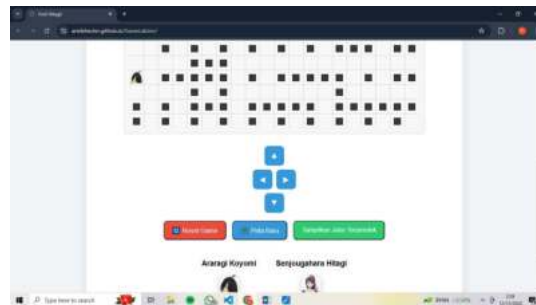
Dalam permainan "Find Hitagi!", penerapan algoritma A* berperan penting dalam membantu pemain menemukan jalur terpendek dari titik awal karakter, Araragi Koyomi, menuju titik finish, Senjougahara Hitagi. Untuk memanfaatkan fitur ini, pemain dapat menggunakan opsi "Tampilkan Jalur Terpendek", yang akan menampilkan hasil pencarian jalur terpendek yang dilakukan oleh algoritma A*. Dengan demikian, pemain dapat dengan mudah menentukan rute yang paling efisien untuk mencapai tujuan mereka dalam permainan.



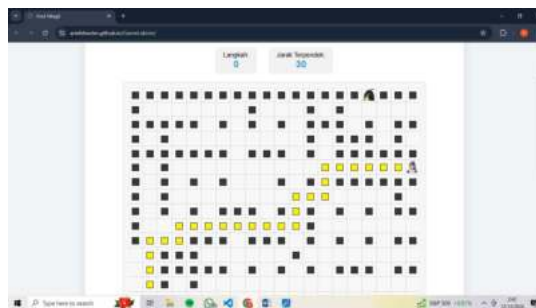
Gambar 7. Fitur Tampilkan Jalur Terpendek



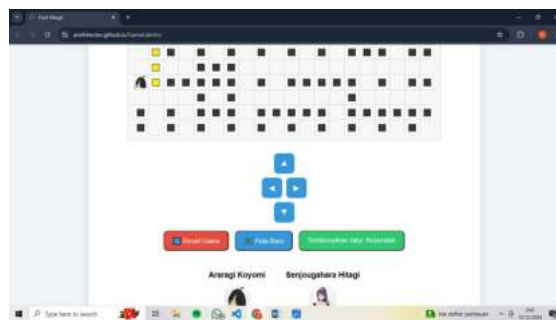
Gambar 8. Map Sebelum Fitur A* 1



Gambar 9. Map Sebelum Fitur A* 1



Gambar 10. Map Sesudah Fitur A* 1



Gambar 11. Map Sesudah Fitur A* 2

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan game petualangan labirin berbasis web dengan menerapkan algoritma A* untuk menemukan jalur terpendek. Berdasarkan rumusan masalah yang diajukan, berikut adalah kesimpulan yang menjawab kedua pertanyaan tersebut:

1. Implementasi algoritma A* dalam game labirin dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - Inisialisasi Posisi: Pertama, posisi awal (start) dan posisi tujuan (end) ditentukan. Fungsi heuristik yang digunakan adalah jarak Manhattan, yang menghitung estimasi biaya dari posisi saat ini ke posisi tujuan.
 - Struktur Data: Antrian prioritas (*Priority Queue*) digunakan untuk menyimpan dan mengambil node yang akan dieksplorasi berdasarkan nilai f-score mereka. Selain itu, gScore dan fScore diinisialisasi untuk melacak biaya perjalanan aktual dan estimasi biaya total.
 - Loop Pencarian: Algoritma A* melakukan pencarian dengan mengeksplorasi node yang memiliki fScore terendah. Jika node saat ini adalah tujuan, jalur terpendek ditemukan dan direkonstruksi. Jika tidak, tetangga dari node saat ini dieksplorasi, dan gScore serta fScore diperbarui sesuai dengan biaya yang ditemukan.
 - Rekonstruksi Jalur: Setelah mencapai tujuan, jalur terpendek direkonstruksi dengan melacak dari node tujuan kembali ke node awal menggunakan struktur data yang telah disiapkan.
2. Mekanisme pencarian jalur otomatis dirancang dengan mempertimbangkan beberapa aspek:
 - Penggunaan Fungsi Heuristik: Fungsi heuristik yang efisien, seperti jarak Manhattan, memungkinkan algoritma untuk memperkirakan biaya perjalanan dengan baik, sehingga mempercepat proses pencarian jalur.
 - Pengelolaan Node yang Dijalani: Dengan menggunakan struktur data seperti antrian prioritas dan set untuk melacak node yang telah dikunjungi, algoritma dapat menghindari eksplorasi ulang pada node yang sama, sehingga meningkatkan efisiensi pencarian.
 - Interaksi Pengguna: Pemain diberikan opsi untuk menampilkan jalur terpendek yang ditemukan oleh algoritma A*, yang tidak hanya memberikan umpan balik langsung tetapi juga membantu pemain memahami strategi navigasi yang lebih baik.
 - Fleksibilitas dalam Permainan: Pemain dapat mereset permainan, membuat peta baru, atau menampilkan jalur terpendek, memberikan pengalaman bermain yang dinamis dan interaktif.

Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma A* dalam game labirin tidak hanya efektif dalam menemukan jalur terpendek, tetapi juga

memberikan pengalaman bermain yang lebih menarik dan menantang bagi pemain.

B. Saran

Dalam rangka meningkatkan kualitas dan kedalaman penelitian di bidang pengembangan game berbasis web dengan algoritma A*, beberapa saran untuk penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan. Pertama, eksplorasi algoritma pencarian lainnya, seperti Dijkstra, Breadth-First Search (BFS), atau Depth-First Search (DFS), dapat dilakukan untuk membandingkan efektivitas masing-masing dalam konteks labirin. Selain itu, pengembangan kecerdasan buatan (AI) untuk karakter non-pemain (NPC) yang dapat berinteraksi dengan pemain dan menyesuaikan strategi mereka berdasarkan tindakan pemain dapat meningkatkan dinamika permainan. Penelitian lebih mendalam tentang pengalaman pengguna (UX) juga penting untuk memahami interaksi pemain dengan game, serta penerapan teknik pembelajaran mesin untuk mengadaptasi algoritma pencarian berdasarkan pola perilaku pemain. Selain itu, pengembangan game edukasi yang mengajarkan konsep-konsep matematika, logika, atau pemrograman melalui mekanisme permainan interaktif dapat menjadi fokus penelitian. Studi kasus yang membandingkan performa dan pengalaman pengguna game labirin di berbagai platform, seperti desktop, tablet, dan smartphone, juga dapat memberikan wawasan berharga. Penelitian tentang penerapan teknologi baru, seperti Virtual Reality (VR) atau Augmented Reality (AR), dalam game labirin dapat mengeksplorasi bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan pengalaman bermain. Terakhir, analisis kinerja algoritma A* dalam berbagai jenis labirin dengan tingkat kompleksitas dan ukuran yang berbeda dapat membantu memahami batasan dan keunggulan algoritma dalam konteks yang lebih luas. Dengan mengikuti saran-saran ini, penelitian selanjutnya diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap pengembangan game berbasis web dan penerapan algoritma pencarian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Ahmad and W. Widodo, "Penerapan Algoritma A Star (A*) pada Game Petualangan Labirin Berbasis Android," 2017.
- [2] E. P. Widiyanto, "Penerapan Algoritma A* (A Star) Pada Game Edukasi The Maze Island Berbasis Android," 2014, doi: 10.13140/RG.2.2.16459.77601.
- [3] Rengga Dionata Putra, "Pencarian Rute Terdekat Pada Labirin Menggunakan Metode A*," 2012.
- [4] D. Y. A. Fallo and V. R. Bulu, "PENERAPAN ALGORITMA A STAR (A*) PADA GAME LABIRIN," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, no. 5, pp. 2621–1467, 2022.
- [5] Irianto, B. T. D., Andryana, S., & Gunaryati, A. (2021). Penerapan Algoritma A-Star Dalam Mencari Jalur Tercepat dan Pergerakan NonPlayer Character Pada Game Petualangan Labirin Tech-Edu. *J. Media Inform. Budidarma*, 5(3), 953.
- [6] P. Studi Informatika and S. I. Tinggi Teknologi Dumai Jl Utama Karya Bukit Batrem, "Rancang Bangun Game Labirin Menggunakan Algoritma A Star Berbasis Mobile Nur Budi Nugraha," vol. 11, no. 2, 2018.

Implementation of Breadth-First Search and Certainty Factor in an Expert System for Coffee Plant Pest Detection

Rahma Yunita¹, I Nurul Kholidiah², Dwi Utami³

¹ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

² Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

³ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

Email: rahmamustatir408@gmail.com

Abstract — Early pest detection in crops is a crucial aspect of agriculture that can significantly impact crop yields. This project aims to develop an effective pest detection system by utilizing a symptom-based weighting method combined with the Breadth-First Search (BFS) algorithm. The system integrates three approaches to calculate symptom weights: expert judgment, symptom ranking, and pairwise comparison, resulting in a final weight for each symptom. Additionally, the system applies the Certainty Factor (CF) method to calculate the level of confidence in pest detection based on observed symptoms. The implementation of the BFS algorithm enables efficient pest identification with a minimum symptom match threshold of 70%. The results show that symptom weights and certainty levels can provide accurate information about the pests affecting crops. Therefore, the system not only assists farmers in identifying pests but also offers appropriate treatment recommendations. This project is expected to serve as a valuable tool in pest management, enhance agricultural productivity, and reduce losses caused by pest infestations.

Keywords: BFS Algorithm, Symptom Weighting, Certainty Factor, Pest Detection, Pest Management, Agriculture, Agricultural Information System.

Intisari— Deteksi dini hama pada tanaman merupakan aspek krusial dalam pertanian yang dapat mempengaruhi hasil panen secara signifikan. Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi hama yang efektif dengan memanfaatkan metode penilaian berbasis bobot gejala dan algoritma pencarian Breadth-First Search (BFS). Sistem ini mengintegrasikan tiga pendekatan untuk menghitung bobot gejala: penilaian pakar, ranking gejala, dan perbandingan pairwise, yang menghasilkan bobot final untuk setiap gejala. Selain itu, sistem ini menerapkan Certainty Factor (CF) untuk menghitung tingkat kepastian deteksi hama berdasarkan gejala yang diamati. Implementasi algoritma BFS memungkinkan pencarian hama yang efisien dengan kriteria pencocokan minimal 70% dari gejala yang cocok. Hasil dari sistem menunjukkan bahwa bobot gejala dan tingkat kepastian dapat memberikan informasi yang akurat mengenai hama yang menyerang tanaman. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya membantu petani dalam mengidentifikasi hama, tetapi juga memberikan rekomendasi penanganan yang tepat. Proyek ini diharapkan dapat menjadi alat bantu yang berguna dalam pengelolaan hama, meningkatkan produktivitas pertanian, dan mengurangi kerugian akibat serangan hama.

Kata Kunci: Algoritma BFS, Bobot Gejala, Certainty Factor, Deteksi Hama, Pengelolaan Hama, Pertanian, Sistem Informasi Pertanian.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hama merupakan salah satu ancaman utama bagi pertanian di seluruh dunia. Serangan hama dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada tanaman, mengakibatkan penurunan hasil panen dan kerugian ekonomi bagi petani. Oleh karena itu, deteksi dini dan penanganan yang tepat terhadap hama sangat penting untuk menjaga produktivitas pertanian. Dengan kemajuan teknologi, sistem berbasis komputer dapat digunakan untuk membantu petani dalam mengidentifikasi dan mengelola hama secara lebih efisien.

B. Rumusan Masalah

Mengingat pentingnya deteksi hama, proyek ini berfokus pada pengembangan sistem yang dapat:

- Mengidentifikasi hama berdasarkan gejala yang muncul pada tanaman.
- Menghitung bobot gejala menggunakan metode yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang akurat.
- Menggunakan algoritma pencarian yang efisien untuk menemukan hama yang sesuai dengan gejala yang diamati.
- Menghitung tingkat kepastian deteksi hama menggunakan Certainty Factor.

C. Tujuan Penelitian

- Mengembangkan sistem deteksi hama yang dapat membantu petani dalam mengidentifikasi hama berdasarkan gejala yang diamati.
- Mengintegrasikan berbagai metode penilaian untuk menghitung bobot gejala secara akurat.
- Menerapkan algoritma BFS untuk pencarian hama yang efisien.

- Menggunakan Certainty Factor untuk memberikan tingkat kepastian dalam deteksi hama.

D. Manfaat Penelitian

- Memberikan alat bantu bagi petani dalam mengidentifikasi hama secara cepat dan akurat.
- Meningkatkan pemahaman tentang metode penilaian bobot gejala dan algoritma pencarian dalam konteks pertanian Menerapkan algoritma BFS untuk pencarian hama yang efisien.
- Mengurangi kerugian hasil pertanian akibat serangan hama melalui deteksi dini dan penanganan yang tepat.

II. LANDASAN TEORI

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Syaifuddin et al. (2023), Indonesia sebagai produsen coklat terbesar ketiga di dunia menghadapi tantangan signifikan akibat kerugian yang dialami petani kakao akibat serangan hama dan penyakit. Oleh karena itu, identifikasi yang cepat dan akurat terhadap hama dan penyakit sangat penting untuk penanganan yang efektif. Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis Android untuk identifikasi hama dan penyakit tanaman kakao menggunakan metode Certainty Factor, yang diharapkan dapat membantu petani dalam mengatasi serangan tersebut dan mengurangi potensi kerugian. Metode Certainty Factor dipilih karena kemampuannya dalam memberikan hasil yang akurat melalui perhitungan bobot gejala yang ditentukan oleh pakar, serta mampu menangani masalah yang tidak pasti dengan mempertimbangkan tingkat keyakinan pakar[1]. Sistem pakar ini juga mengintegrasikan metode Breadth First Search (BFS) untuk melakukan pencarian gejala secara melebar dan berkala, sehingga dapat mengidentifikasi berbagai gejala yang muncul pada tanaman. Rahmadhan et al. (2022) menyatakan bahwa metode BFS digunakan dalam sistem ini karena kemampuannya untuk melakukan pencarian yang sistematis dari setiap gejala. Selain itu, metode Certainty Factor digunakan untuk menghitung nilai kepastian dari hasil identifikasi, yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi diagnosis. Dengan menggabungkan kedua metode ini, diharapkan sistem pakar dapat memberikan hasil identifikasi yang lebih akurat dan membantu petani dalam mengatasi masalah hama dan penyakit pada tanaman kakao[2]. Rianty dan Taufiq (2016) menjelaskan bahwa sistem pakar adalah bidang ilmu komputer yang memungkinkan komputer berperilaku cerdas seperti manusia dengan mengadopsi pengetahuan manusia untuk menyelesaikan masalah. Mereka juga menekankan bahwa algoritma BFS melakukan pencarian secara melebar dengan mengunjungi simpul secara preorder, yang memungkinkan sistem untuk memberikan hasil diagnosis yang lebih akurat. Kombinasi metode BFS dan Certainty Factor diharapkan dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi hama dan penyakit pada tanaman serta memberikan solusi yang lebih cepat dan tepat bagi para petani[3]. Masdalipa dan Gusmaliza (2022) menambahkan bahwa sistem pakar adalah program kecerdasan buatan yang didasarkan pada pengetahuan dari para ahli untuk memecahkan masalah tertentu, didukung oleh mesin inferensi dalam melakukan

penalaran. Mereka juga menjelaskan bahwa perancangan sistem ini menggunakan metode Waterfall dengan pengujian black box, yang mencakup tahapan analisis sistem, desain, penulisan kode, pengujian, implementasi, dan pemeliharaan. Penggunaan algoritma BFS dalam sistem pakar ini memungkinkan pencarian yang lebih efisien, sehingga diharapkan dapat membantu petani dalam mengatasi penyakit pada tanaman secara cepat dan akurat[4].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Breadth-First Search (BFS)

Breadth-First Search (BFS) adalah algoritma pencarian yang digunakan untuk menjelajahi node dalam struktur data pohon atau graf. Dalam konteks penelitian ini, BFS digunakan untuk mencari hama berdasarkan gejala yang diberikan oleh pengguna. Algoritma ini bekerja dengan cara menjelajahi semua node pada tingkat yang sama sebelum melanjutkan ke tingkat berikutnya.

Implementasi BFS dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual dan menggunakan fitur Python. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam implementasi BFS:

- a) Inisialisasi Node: Membuat kelas NodeHama yang menyimpan informasi tentang nama hama, gejala, dan penanganan.
- b) Pencarian Manual: Menggunakan antrian untuk menyimpan node yang akan diproses. Setiap node yang diproses akan dibandingkan dengan gejala input untuk menghitung kecocokan.
- c) Kriteria Pencocokan: Menggunakan kriteria minimal 70% kecocokan gejala untuk menentukan apakah hama ditemukan.
- d) Hasil Pencarian: Mengembalikan informasi tentang hama yang ditemukan beserta persentase kecocokan.

B. Metode Certainty Factor (CF)

Certainty Factor (CF) adalah metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kepastian dari suatu diagnosis berdasarkan gejala yang diamati. Metode ini menggabungkan bobot gejala dan bobot kepastian dari pakar untuk menghasilkan nilai CF yang dapat digunakan untuk menentukan hama yang mungkin ada.

Implementasi BFS dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual dan menggunakan fitur Python. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam implementasi BFS:

- a) Inisialisasi Kelas: Membuat kelas PestExpert yang menyimpan informasi tentang nama hama dan gejala beserta bobot dan kepastian.
- b) Perhitungan Manual: Menghitung total CF dengan menjumlahkan hasil perkalian bobot gejala dan bobot kepastian untuk setiap gejala yang cocok.
- c) Normalisasi CF: Menghitung nilai CF yang dinormalisasi untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang tingkat kepastian diagnosis.
- d) Hasil Perhitungan: Mengembalikan informasi tentang hama yang terdeteksi beserta nilai CF dan jumlah gejala yang cocok.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Metode Breadth-First Search (BFS)

1) Hasil Pencarian Hama

Implementasi metode BFS berhasil dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu pencarian manual dan menggunakan fitur Python. Dalam pengujian, sistem dapat menemukan hama berdasarkan gejala yang diberikan dengan tingkat kecocokan yang memadai.

- a) Pencarian Manual: Hasil pencarian manual menunjukkan bahwa sistem dapat mengidentifikasi hama dengan akurasi yang baik, terutama ketika gejala yang diberikan sesuai dengan gejala yang terdaftar dalam pohon hama.
- b) Pencarian Menggunakan Python: Penggunaan deque dalam implementasi Python meningkatkan efisiensi pencarian, memungkinkan sistem untuk memproses node dengan lebih cepat.

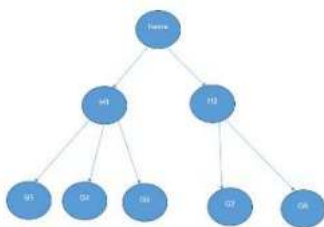
Berikut adalah tabel yang menunjukkan kode dan nama hama, serta gejala yang terkait beserta bobot dan CF pakar:

Kode Hama	Nama Hama
H001	Hama Utama
H002	Penggerek Batang

Kode Gejala	Gejala	Bobot Gejala	CF Pakar
G001	daun kuning	0.8	0.7
G002	batang berlubang	0.9	0.8
G003	pertumbuhan terhambat	0.7	0.6
G004	bercak coklat	0.6	0.5
G005	daun berlubang	0.7	0.6
G006	daun kering	0.5	0.4

Gejala	Hama Utama (H001)	Penggerek Batang (H002)
daun kuning	Ya	Tidak
bercak coklat	Ya	Tidak
daun berlubang	Ya	Tidak
batang berlubang	Tidak	Ya
daun kering	Tidak	Ya
pertumbuhan terhambat	Tidak	Tidak

Tabel 1. Tabel Hasil Pencarian Hama



Gambar 1. Alur Pencarian BFS

Berikut adalah alur pencairan BFS :

1. *Inisialisasi*: Membuat node akar yang mewakili hama utama dan menambahkan node anak yang mewakili hama lainnya.
2. *Antrian*: Menggunakan antrian untuk menyimpan node yang akan diproses.
3. *Proses Pencarian*:
 - Mengambil node dari antrian dan memeriksa gejala yang cocok dengan gejala input.
 - Menghitung kecocokan gejala berdasarkan kriteria minimal 70%.
 - Jika kecocokan memenuhi kriteria, mengembalikan informasi tentang hama yang ditemukan.
4. *Ekspansi*: Menambahkan child node ke dalam antrian untuk melanjutkan pencarian.
5. *Hasil*: Mengembalikan hasil pencarian yang menunjukkan hama yang sesuai dengan gejala yang diberikan.

B. Hasil Implementasi Metode Certainty Factor (CF)

1) Hasil Perhitungan CF

Implementasi metode CF juga menunjukkan hasil yang memuaskan. Dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu perhitungan manual dan menggunakan fitur Python, sistem dapat menghitung nilai CF untuk setiap hama berdasarkan gejala yang diberikan.

- a) Perhitungan Manual: Hasil perhitungan manual menunjukkan bahwa total CF dan nilai normalisasi dapat dihitung dengan akurat. Setiap gejala yang cocok berkontribusi pada total CF, memberikan gambaran yang jelas tentang tingkat kepastian diagnosis.
- b) Perhitungan Menggunakan Python: Penggunaan list comprehension dan fungsi built-in Python mempercepat proses perhitungan CF, sehingga sistem dapat memberikan hasil dengan lebih efisien.

2) Tabel Rentang CF

Pada Tabel 2 menyajikan rentang nilai untuk Certainty Factor (CF) yang berfungsi untuk menerjemahkan skor numerik tersebut menjadi sebuah deskripsi yang mudah dipahami. Dengan demikian, tabel ini menjadi acuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kepercayaan terhadap suatu hasil berdasarkan nilai CF yang diperoleh. tabel yang menunjukkan rentang CF dan interpretasinya:

Tabel 2. Rentang CF

Rentang CF (%)	Interpretasi
0 - 20	Sangat Tidak Pasti
21 - 40	Tidak Pasti
41 - 60	Cukup Pasti
61 - 80	Pasti
81 - 100	Sangat Pasti

C. Hasil Inputan User

1) Tabel Inputan User

Pada Tabel 3 berisi 10 inputan berbeda dari pengguna beserta kode gejala, nama gejala, tingkat keyakinan, dan CF:

Tabel 3. Hasil Input Pengguna

No	Kode Gejala	Nama Gejala	Tingkat Keyakinan	CF
1	G001	daun kuning	Tinggi	0.7
2	G002	batang berlubang	Tinggi	0.8
3	G003	pertumbuhan terhambat	Sedang	0.6
4	G004	bercak coklat	Sedang	0.5
5	G005	daun berlubang	Sedang	0.6
6	G006	daun kering	Rendah	0.4
7	G001, G002	daun kuning, batang berlubang	Tinggi	0.75
8	G004, G006	bercak coklat, daun kering	Sedang	0.45
9	G001, G004	daun kuning, bercak coklat	Tinggi	0.65
10	G002, G006	batang berlubang, daun kering	Sedang	0.55

2) Pembahasan Data Inputan

- Proses Input: Pengguna dapat memasukkan gejala yang diamati ke dalam sistem. Setiap inputan akan digunakan untuk mencari hama yang sesuai dengan menggunakan metode BFS dan perhitungan CF.
- Kesesuaian Gejala: Sistem akan mencocokkan gejala yang dimasukkan dengan gejala yang terdaftar dalam pohon hama. Setiap gejala yang cocok akan dihitung untuk menentukan hama mana yang paling mungkin ada.
- Hasil Pencarian: Berdasarkan gejala yang dimasukkan, sistem akan memberikan hasil pencarian yang menunjukkan hama yang sesuai, beserta tingkat kepastian diagnosis berdasarkan metode CF.

3) Contoh Hasil Pencarian Berdasarkan Inputan

Misalkan pengguna memasukkan gejala ["daun_kuning", "batang_berlubang"], maka sistem akan melakukan pencarian sebagai berikut:

- Pencarian BFS:
 - ❖ Sistem akan memeriksa node hama utama dan anak-anaknya untuk mencocokkan gejala.
 - ❖ Hama yang cocok dengan gejala yang dimasukkan akan ditampilkan.
- Perhitungan CF:
 - ❖ Sistem akan menghitung nilai CF untuk setiap hama berdasarkan gejala yang cocok.

- ❖ Hasil CF akan menunjukkan tingkat kepastian diagnosis, misalnya:
- ❖ Hama Utama: CF = 75% (Pasti)
- ❖ Penggerek Batang: CF = 85% (Sangat Pasti)

Data inputan pengguna sangat penting dalam proses deteksi hama. Dengan memasukkan gejala yang tepat, pengguna dapat memperoleh informasi yang akurat mengenai hama yang mungkin menyerang tanaman mereka. Sistem ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk melakukan diagnosis awal dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengatasi masalah hama.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, sistem deteksi dini hama yang efektif telah berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan metode penilaian berbasis bobot gejala dan algoritma Breadth-First Search (BFS). Sistem ini menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi hama berdasarkan gejala yang diamati, dengan tingkat kepastian yang dihitung menggunakan Certainty Factor (CF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan terintegrasi yang digunakan dalam sistem ini tidak hanya memberikan informasi yang akurat kepada petani, tetapi juga memberikan rekomendasi penanganan yang tepat. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi kerugian akibat serangan hama.

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar sistem ini dilengkapi dengan lebih banyak data gejala dan hama untuk meningkatkan akurasi dan cakupan deteksi. Selain itu, melakukan uji coba lapangan sangat penting untuk menguji efektivitas sistem dalam kondisi nyata dan mendapatkan umpan balik dari petani untuk perbaikan sistem. Pelatihan bagi petani tentang cara menggunakan sistem ini secara efektif juga perlu dilakukan, sehingga mereka dapat memanfaatkan teknologi ini untuk pengelolaan hama yang lebih baik. Terakhir, pertimbangan untuk mengintegrasikan sistem ini dengan teknologi lain, seperti aplikasi mobile atau platform online, akan memudahkan akses dan penggunaan oleh petani di berbagai daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Maliki and H. Witri Kamase, "Bulletin of Information Technology (BIT) Implementasi Sistem Pakar Berbasis Android untuk Deteksi Penyakit Tanaman Coklat dengan Metode Certainty Factor," vol. 4, no. 4, pp. 456–464, 2023, doi: 10.47065/bit.v3i1.
- [2] G. Rahmadhan Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember Jember, F. Zakariyya Ilmu Produksi Tanaman Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember, and T. Dwi Puspitasari Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember Jember, "Sistem Pakar Identifikasi Hama Dan Penyakit Pada Tumbuhan Kakao Menggunakan Metode BFS (Breadth First Search) Dan VCertainty Factor Berbasis Android," 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10/25047/jtit.v9i2.270>
- [3] G. A. Rianty, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Dengan Metode Breadth First Search," 2016.
- [4] R. Masdalipa *et al.*, "Sistem Pakar Diagnosa Tanaman Singkong dengan metode Breadth First Search (BFS) Berbasis Website Cassava Plant Diagnosis Expert System with a website-Based Breadth First Search (BFS) Method," 2022.

Application of Fuzzy Logic for Major Determination for New Students at Nahdlatul Ulama University of Lampung

Rifki Mistahul Munir¹, Sandi Mukhtarom², Dwi Utami³

¹ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

² Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

³ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

Email: Rifkimistahulumunir3@gmail.com

Abstract— The process of determining academic majors for new students is one of the main challenges at Nahdlatul Ulama University of Lampung (UNULA), as it involves various factors such as academic performance, interests, talents, and individual preferences. To address this issue, this study implements fuzzy logic using the Tsukamoto method as an approach to determine the most suitable major for new students. The Tsukamoto fuzzy method is chosen due to its ability to handle uncertainty and subjectivity in data through a rule-based inference approach. The system utilizes several input variables, including entrance exam scores, interest and aptitude test results, and interview outcomes, which are processed using membership functions and fuzzy rules. The system's output is a recommended academic major, calculated through weighted average-based defuzzification. The implementation results show that the Tsukamoto fuzzy method can provide more accurate and appropriate major recommendations aligned with students' profiles. This system is expected to improve the efficiency and objectivity of the major selection process at UNULA and support the optimal development of students' potential

Keywords: Fuzzy Logic, Tsukamoto Method, Major Selection, New Students, UNULA, Decision Support System.

Intisari— Proses penentuan jurusan bagi mahasiswa baru menjadi salah satu tantangan utama di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (UNULA) karena melibatkan berbagai faktor, seperti nilai akademik, minat, bakat, dan preferensi individu. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini mengimplementasikan logika fuzzy dengan metode Tsukamoto sebagai pendekatan dalam menentukan jurusan yang sesuai bagi mahasiswa baru. Metode fuzzy Tsukamoto dipilih karena kemampuannya dalam menangani ketidakpastian dan subjektivitas data melalui pendekatan inferensi berbasis aturan. Sistem ini menggunakan beberapa variabel masukan, seperti nilai ujian masuk, hasil tes minat dan bakat, serta hasil wawancara, yang diolah melalui fungsi keanggotaan dan aturan fuzzy. Output sistem berupa rekomendasi jurusan yang dihitung menggunakan defuzzifikasi berbasis rata-rata tertimbang. Hasil implementasi menunjukkan bahwa metode fuzzy Tsukamoto mampu memberikan rekomendasi jurusan yang lebih akurat dan sesuai dengan profil mahasiswa. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan objektivitas dalam proses seleksi jurusan di UNULA, serta mendukung pengembangan potensi mahasiswa secara optimal.

Kata Kunci: Logika Fuzzy, Metode Tsukamoto, Penentuan Jurusan, Mahasiswa Baru, UNULA, Sistem Pendukung Keputusan.

1) PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penentuan jurusan bagi mahasiswa baru di perguruan tinggi merupakan salah satu tahapan penting dalam proses penerimaan mahasiswa. Tahapan ini tidak hanya berdampak pada keberhasilan studi mahasiswa selama masa perkuliahan, tetapi juga memengaruhi kesiapan mereka dalam menghadapi dunia kerja dan karier di masa depan. Oleh karena itu, penentuan jurusan harus dilakukan secara cermat dan mempertimbangkan berbagai faktor, baik kuantitatif maupun kualitatif. Di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (UNULA), proses ini sering menjadi tantangan karena harus mengakomodasi kebutuhan, potensi, serta preferensi individual setiap mahasiswa.

Secara umum, penentuan jurusan di perguruan tinggi dilakukan berdasarkan nilai ujian masuk dan pilihan jurusan yang diajukan oleh mahasiswa. Namun, pendekatan konvensional ini memiliki keterbatasan dalam menangani aspek subjektivitas, seperti minat, bakat, motivasi, dan karakter

individu. Akibatnya, proses tersebut sering kali kurang mampu menyediakan saran yang selaras dengan kemampuan dan keinginan mahasiswa secara menyeluruh. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan yang lebih adaptif dan mampu menangani ketidakpastian data.

Logika fuzzy merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi tantangan ini. Dengan kemampuannya dalam memproses data yang tidak pasti dan bersifat linguistik, logika fuzzy dapat memberikan rekomendasi yang lebih fleksibel dan sesuai dengan kondisi nyata.[1] Salah satu metode yang sering digunakan dalam logika fuzzy adalah metode Tsukamoto. Metode ini menggunakan pendekatan inferensi berbasis aturan (rule-based inference) dengan menghasilkan output yang bersifat numerik melalui proses defuzzifikasi. Keunggulan metode Tsukamoto terletak pada kemampuannya untuk menangani variabel-variabel masukan yang kompleks dan menghasilkan rekomendasi yang terukur.

Dalam penelitian ini, sistem berbasis logika fuzzy dengan metode Tsukamoto diimplementasikan untuk membantu proses penentuan jurusan bagi mahasiswa baru di UNULA. Sistem ini

dirancang dengan menggunakan beberapa variabel masukan, seperti nilai ujian masuk, hasil tes minat dan bakat, serta wawancara. Data-data tersebut diolah melalui proses fuzzifikasi, pembentukan aturan fuzzy (rule base), inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan rekomendasi jurusan yang sesuai dengan profil mahasiswa.

Implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dan objektif dalam menentukan jurusan bagi mahasiswa baru. Selain itu, sistem ini juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses seleksi jurusan, mengurangi kemungkinan kesalahan dalam penentuan jurusan, serta membantu mahasiswa mendapatkan pilihan jurusan yang mendukung pengembangan potensi mereka secara optimal. Dengan adanya sistem ini, UNULA diharapkan dapat memberikan layanan yang lebih baik kepada mahasiswa baru dan mendukung mereka dalam menjalani pendidikan tinggi dengan lebih terarah.

Penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat langsung bagi UNULA, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan teknologi berbasis logika fuzzy di bidang pendidikan tinggi. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi model atau referensi bagi institusi pendidikan lainnya dalam mengoptimalkan proses seleksi dan penempatan jurusan.

2) LANDASAN TEORI

A. Logika Fuzzy

Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 sebagai perpanjangan dari logika klasik. Berbeda dengan logika biner yang hanya memiliki dua nilai kebenaran, yaitu "benar" (1) dan "salah" (0), logika fuzzy memungkinkan adanya nilai-nilai kebenaran di antara 0 dan 1.[2] Dengan kata lain, logika fuzzy dirancang untuk menangani ketidakpastian dan data yang bersifat linguistik. Dalam konteks sistem pendukung keputusan, logika fuzzy mampu mengolah informasi yang tidak pasti atau ambigu sehingga memberikan hasil yang lebih fleksibel dan mendekati kondisi nyata.[3]

B. Metode Fuzzy Tsukamoto

Dalam pengembangan sistem berbasis logika fuzzy, terdapat beberapa metode penalaran, seperti metode Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuensi dari aturan IF-THEN harus direpresentasikan sebagai himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton.[4] Output hasil inferensi dari setiap aturan ditentukan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (fire strength). Hasil akhir diperoleh melalui perhitungan rata-rata terbobot. Langkah-langkah utama dalam metode Tsukamoto meliputi:

- 1) Fuzzifikasi: Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai input yang bersifat tegas menjadi nilai keanggotaan pada himpunan fuzzy, yang selanjutnya akan diproses dalam mesin inferensi.
- 2) Fuzzyfikasi: $x \Rightarrow \mu(x)$.
- 3) Pembentukan aturan fuzzy: Membuat aturan berbasis logika fuzzy yang menggambarkan hubungan antara input dan output.

- 4) Inferensi fuzzy: Inferensi merupakan proses penggabungan berbagai aturan berdasarkan data yang ada. Penting untuk diketahui bahwa setiap aturan dalam basis pengetahuan fuzzy memiliki keterkaitan dengan suatu relasi fuzzy.
- 5) Defuzzifikasi: Mengonversi nilai fuzzy menjadi nilai crisp sebagai output akhir, di mana terdapat hubungan antara anteseden dan konsekuen. Proses ini dinyatakan dengan:
- 6) $Z = \sum a_{izi} / \sum a_i$. di mana: Z adalah hasil defuzzifikasi, a_i adalah nilai keanggotaan anteseden, z_i adalah hasil inferensi dari setiap aturan.

C. Sistem Pendukung Keputusan

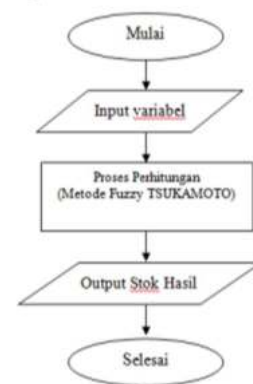
Sistem pendukung keputusan (SPK) adalah sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu proses pengambilan keputusan dalam situasi yang kompleks.[5] SPK sering digunakan untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan banyak variabel dan data yang tidak pasti, seperti penentuan jurusan. Dalam penelitian ini, SPK berbasis logika fuzzy dan metode Tsukamoto diimplementasikan untuk menghasilkan rekomendasi jurusan secara objektif, efisien, dan terukur.

3) METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian, perencanaan dan pelaksanaan yang matang sangatlah penting agar penelitian dapat berlangsung dengan baik dan terstruktur. Rancangan penelitian merupakan suatu keseluruhan rencana yang terperinci dan spesifik tentang cara mengumpulkan, menganalisis, serta menginterpretasikan data.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pengembangan sistem berbasis logika fuzzy menggunakan metode Tsukamoto. Fokus penelitian adalah pada pengembangan dan implementasi sistem pendukung keputusan untuk membantu menentukan jurusan mahasiswa baru Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (UNULA). Proses penelitian melibatkan tahap pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan evaluasi. Dalam penelitian ini, penulis memaparkan perancangan dan implementasi sistem untuk menentukan jurusan bagi mahasiswa baru di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (Unula) dengan rincian pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Rancangan Penelitian

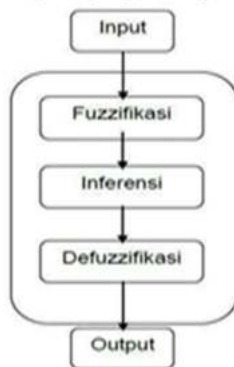
B. Studi Pustaka

Studi pustaka mencakup data nilai calon mahasiswa baru Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (UNULA) yang diperoleh dari sekolah asal, serta referensi yang diambil dari penelitian, sumber internet, dan jurnal. Semua bahan tersebut akan diintegrasikan ke dalam penelitian dan digunakan dalam setiap bab yang dirancang oleh penulis.

C. Analisis

Tahap analisis dilakukan untuk memahami kebutuhan sistem berdasarkan proses penentuan jurusan yang ada di UNULA. Analisis ini mencakup identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan jurusan, seperti nilai ujian masuk, hasil tes minat dan bakat, serta hasil wawancara. Selain itu, dilakukan identifikasi kendala pada sistem manual yang digunakan sebelumnya.

Dari gambaran umum sistem, rincian proses dapat dijelaskan secara lebih detail, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Proses

Berdasarkan ilustrasi pada Gambar 2, alur proses sistem dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Sistem menerima input dari pengguna.
- 2) Input yang diterima akan diproses melalui fuzzifikasi, yaitu dengan menghitung nilai keanggotaan menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy, yang mempertimbangkan nilai maksimum dan minimum dari setiap variabel.
- 3) Proses inferensi dilakukan setelahnya.
- 4) Setelah inferensi, proses defuzzifikasi dilakukan untuk menghasilkan output crisp dengan metode rata-rata terpusat.
- 5) Hasil perhitungan kemudian ditampilkan kepada pengguna.

D. Desain

Desain sistem mencakup:

- 1) Fungsi Keanggotaan Fuzzy: Menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel, seperti nilai akademik (rendah, sedang, tinggi), minat (rendah, sedang, tinggi),
- 2) Aturan Fuzzy: Membuat aturan logika fuzzy (if-then rules) berdasarkan kombinasi variabel input untuk menghasilkan output berupa rekomendasi jurusan.

- 3) Proses Inferensi dan Defuzzifikasi: Menggunakan metode Tsukamoto untuk menghasilkan nilai crisp sebagai rekomendasi jurusan.

E. Implementasi

Implementasi melibatkan pengembangan sistem menggunakan perangkat lunak yang mendukung logika fuzzy, seperti Python. Sistem diuji secara iteratif untuk memastikan fungsionalitasnya sesuai dengan desain dan kebutuhan pengguna.

Selain itu kami juga menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras antara lain

- 1) Perangkat Keras :
 - a. Laptop Hp 14s memori
 - b. 8 GB DDR4
 - c. 500 GB SSD
 - d. Prosesor Athlon silver 3050
- 2) Perangkat Lunak :
 - a. Windows 11
 - b. Microsoft Word 2021
 - c. Visual Studio Code

F. Obyek Penelitian

Obyek penelitian adalah mahasiswa baru Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (UNULA) yang mengikuti proses penentuan jurusan. Data yang digunakan mencakup nilai ujian masuk, hasil tes minat dan bakat, serta hasil wawancara yang dilakukan selama proses penerimaan mahasiswa baru.

G. Definisi Operasional Variabel

- 1) Nilai Akademik: Skor yang diperoleh mahasiswa berdasarkan ujian masuk. Variabel ini memiliki
- 2) Rekomendasi Jurusan: Output sistem berupa saran jurusan yang sesuai dengan profil mahasiswa.

H. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa metode, yaitu:

- 1) Tes Akademik: Untuk memperoleh nilai akademik calon mahasiswa.
- 2) Wawancara: Untuk mengidentifikasi motivasi dan kesiapan mahasiswa dalam memilih jurusan.
- 3) Dokumentasi: Mengumpulkan data dari catatan administratif penerimaan mahasiswa baru di UNULA.

I. Metode Analisis Data

Data dianalisis menggunakan metode logika fuzzy dengan pendekatan Tsukamoto. Tahapan analisis meliputi:

- 1) Fuzzifikasi: Mengubah data crisp (numerik) menjadi nilai fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan.
- 2) Inferensi Fuzzy: Menggunakan aturan logika fuzzy untuk mengolah data input dan menghasilkan output.
- 3) Defuzzifikasi: Mengubah nilai fuzzy output menjadi nilai crisp menggunakan metode rata-rata tertimbang (weighted average).
- 4) Evaluasi Sistem: Menilai performa sistem berdasarkan tingkat akurasi rekomendasi dan kepuasan pengguna melalui pengujian dan wawancara dengan pihak terkait.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Input dan Output

Untuk menentukan input dan output, dapat diperoleh dari ruang lingkup pembicaraan.

Tabel 1. Ruang lingkup pembicaraan

Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Siswa	Cukup Baik Sangat baik	(0 – 100)	(0 – 69) (70 – 84) (85 – 100)

B. Menentukan Semesta Pembicaraan

Untuk menentukan semesta pembicaraan dapat di ambil dari pengumpulan data berikut

No.	Nama Siswa	B. Indonesia	B. Inggris	Matematika	Ekonomi	Geografi	Sosiologi	Sejarah	Pendidikan Agama	Rata-rata
3	Ridwan Kurniawan	78	79	65	80	82	79	75	78	77,4
25	Rahmat Suryono	81	79	68	80	77	74	78	75	76,5
26	Surya Agung	76	77	65	75	78	80	77	74	75,8

Gambar 3. Penentuan Semesta Pembicaraan

C. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Selanjutnya, dilakukan pembentukan himpunan fuzzy. Pada langkah ini, ditentukan variabel input yang akan digunakan.

Tabel 2. Variabel input himpunan Fuzzy

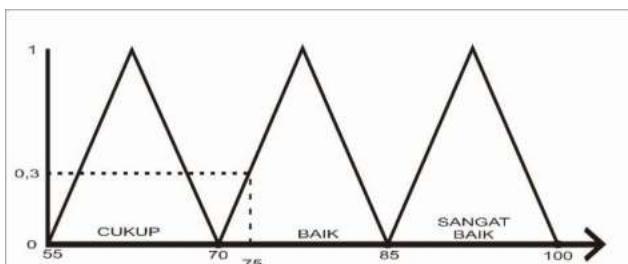
Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta pembicaraan	Keterangan
C1	Cukup	(0 – 100)	(0 – 69)
	Baik		(70 – 84)
	Sangat baik		(85 – 100)
C2	Cukup	(0 – 100)	(0 – 69)
	Baik		(70 – 84)
	Sangat baik		(85 – 100)
C3	Cukup	(0 – 100)	(0 – 69)
	Baik		(70 – 84)
	Sangat baik		(85 – 100)
C4	Cukup	(0 – 100)	(0 – 69)
	Baik		(70 – 84)
	Sangat baik		(85 – 100)

C1 = Nilai Bahasa Indonesia
C2= Nilai Bahasa Inggris

C3 = Nilai Matematika
C4 = Nilai sejarah

D. Fungsi Keanggotaan

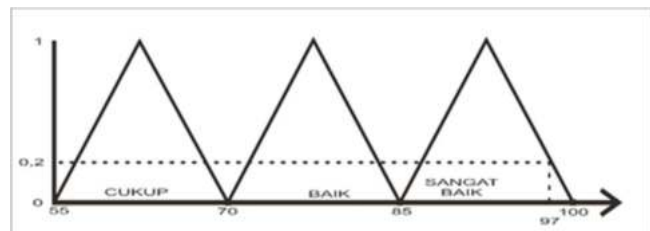
Grafik fungsi keanggotaan variable input ditunjukkan pada di bawah



Gambar 4. Grafik Fungsi Keanggotaan Variable Input

Tabel 3. Fungsi Variable Output

Variabel	Himpunan fuzzy	Semesta pembicaraan	domain
jurusan	PJKR	[0-100]	[0-55]
	PBI	[0-100]	[0-70]
	PMTK	[0-100]	[0-85]
	PGSD	[0-100]	[0-100]



Gambar 5. Grafik Fungsi Keanggotaan Variable Output

E. Defuzzyfikasi

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 didapati perhitungan defuzzyfikasi sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Defuzzyfikasi

Nama	Nilai			
Siswa/i	C1	C2	C3	C4
	80	68	85	90

- Bahasa Indonesia {cukup, baik, sangat baik}
 - $Cukup [80] = 0$
 - $Baik [80] = 1$
 - $Sangat Baik [80] = 0$
- Bahasa Inggris {cukup, baik, sangat baik}
 - $Cukup [68] = 1$
 - $Baik [68] = 0$
 - $Sangat Baik [68] = 0$
- Matematika {cukup, baik, sangat baik}
 - $Cukup [85] = 0$
 - $Baik [85] = 0$
 - $Sangat Baik [85] = 1$
- Sejarah {cukup, baik, sangat baik}
 - $Cukup [90] = 0$
 - $Baik [90] = 0$
 - $Sangat Baik [90] = 1$

A Study on Student Graduation Classification at Nahdlatul Ulama University of Lampung Using the Naive Bayes Method

Muhammad Amirul Mustofa¹, Riko Dewa Saputra², Dwi Utami³

¹ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

² Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

³ Jurusan Teknik Informatika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung;

Email: amirmustofa814@gmail.com

Abstract—This study aims to apply a classification model using the Naive Bayes method to analyze the factors influencing student graduation at Nahdlatul Ulama University of Lampung (Unula). The Naive Bayes method was chosen for its ability to handle high-dimensional data and provide efficient classification results. The data used in this study were derived from students' academic records, including course grades, attendance, and participation in extracurricular activities. The classification process involved splitting the dataset into training and testing sets to evaluate the model's accuracy. The results show that the Naive Bayes model can classify student graduation outcomes with a satisfactory level of accuracy. Furthermore, the analysis identified significant factors contributing to graduation, such as average grades and attendance rates. These findings are expected to provide insights for the university in designing strategies to improve educational quality and support students in achieving timely graduation. This research also opens opportunities for further studies on the application of other classification methods in academic analysis within higher education settings.

Keywords: Naive Bayes, classification, student graduation.

Intisari—Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model klasifikasi menggunakan metode Naive Bayes dalam menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kelulusan mahasiswa Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (Unula). Metode Naive Bayes dipilih karena kemampuannya dalam menangani data dengan dimensi tinggi dan memberikan hasil yang efisien dalam klasifikasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari rekam jejak akademik mahasiswa, termasuk nilai mata kuliah, kehadiran, dan partisipasi dalam kegiatan ekstrakurikuler. Proses klasifikasi dilakukan dengan membagi data menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan dan data pengujian, untuk mengukur akurasi model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Naive Bayes mampu mengklasifikasikan kelulusan mahasiswa dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Selain itu, analisis ini juga mengidentifikasi faktor-faktor signifikan yang berkontribusi terhadap kelulusan, seperti nilai rata-rata dan tingkat kehadiran. Temuan ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pihak universitas dalam merancang strategi peningkatan kualitas pendidikan dan mendukung mahasiswa dalam mencapai kelulusan tepat waktu. Penelitian ini juga membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam penerapan metode klasifikasi lainnya untuk analisis akademik di lingkungan pendidikan tinggi.

Kata Kunci: Naive Bayes, klasifikasi, kelulusan mahasiswa.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan tinggi merupakan salah satu pilar penting dalam pembangunan sumber daya manusia yang berkualitas. Di Indonesia, tingkat kelulusan mahasiswa menjadi salah satu indikator keberhasilan institusi pendidikan tinggi. Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (Unula) sebagai salah satu perguruan tinggi di Indonesia, berkomitmen untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan mendukung mahasiswa dalam mencapai kelulusan tepat waktu. Namun, masih terdapat tantangan dalam memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kelulusan mahasiswa, seperti nilai akademik, kehadiran, dan partisipasi dalam kegiatan ekstrakurikuler. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analitis yang dapat mengidentifikasi pola-pola yang ada dalam data mahasiswa.

B. Rumusan Masalah

Pendidikan Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap kelulusan mahasiswa Universitas Nahdlatul Ulama Lampung?
- 2) Sejauh mana metode Naive Bayes dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kelulusan mahasiswa berdasarkan data akademik yang tersedia?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan model klasifikasi menggunakan metode Naive Bayes dalam menganalisis kelulusan mahasiswa di Unula. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kelulusan mahasiswa.

- 2) Mengukur akurasi model Naive Bayes dalam mengklasifikasikan kelulusan mahasiswa berdasarkan data yang ada.
- 3) Memberikan rekomendasi bagi pihak universitas dalam merumuskan strategi peningkatan kualitas pendidikan dan mendukung mahasiswa dalam mencapai kelulusan yang optimal.

Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan pendidikan di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung.

II. LANDASAN TEORI

A. Klasifikasi

Menurut Wibawa et al. (2018), "Klasifikasi merupakan cara pengelompokan data sesuai dengan ciri-ciri atau karakteristik data tersebut. Dalam prosesnya, klasifikasi dapat dilakukan dengan banyak cara baik secara manual ataupun dengan bantuan teknologi. Klasifikasi yang dilakukan dengan bantuan teknologi memiliki beberapa algoritma, diantaranya Naive Bayes, Support Vector Machine, Decision Tree, Fuzzy, dan Jaringan Saraf Tiruan. Setiap metode klasifikasi memiliki karakteristik, kelebihan, dan kekurangan masing-masing, yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan teknik yang sesuai dengan tipe data yang akan diolah." [1]

B. Metode Naive Bayes

Dalam beberapa penelitian yang dilakukan, penerapan metode klasifikasi Naive Bayes menunjukkan efektivitasnya dalam menganalisis berbagai data. Heliyanti Susana et al. menerapkan model Naive Bayes untuk menganalisis hak akses internet siswa di SMA N 1 Plumbon, dengan hasil akurasi mencapai 89.83%. Penelitian ini menunjukkan bagaimana metode ini dapat mengklasifikasikan data berdasarkan atribut seperti umur dan jenis kelamin, yang juga dapat diadaptasi untuk studi kelulusan mahasiswa di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (Unula). [2]

Selanjutnya, dalam penelitian yang dilakukan oleh Riyanah dan Fatmawati menggunakan algoritma Naive Bayes untuk menentukan klasifikasi penerima bantuan Surat Keterangan Tidak Mampu (SKTM) di Rukun Warga 002 Kelurahan Meruya Selatan. Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi sebesar 62.86%, dengan recall 78.57% dan precision 52.38%. Temuan ini menegaskan bahwa Naive Bayes efektif dalam mengklasifikasikan data berdasarkan atribut-atribut tertentu, dan hasilnya juga dapat diadaptasi untuk analisis kelulusan mahasiswa di Unula. [3]

Di sisi lain, dalam penelitian I Made Budi Adnyana juga menerapkan Naive Bayes untuk memprediksi waktu tunggu alumni dalam memperoleh pekerjaan, menggunakan data dari sistem Tracer Study STIKOM Bali. Meskipun hasil uji coba menunjukkan tingkat akurasi yang lebih rendah, yaitu 48.629%, penelitian ini tetap menunjukkan potensi metode klasifikasi dalam menganalisis dan memprediksi hasil berdasarkan data yang tersedia. Hal ini juga membuka peluang untuk penerapan Naive Bayes dalam studi kelulusan mahasiswa di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (Unula). [4]

C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kelulusan Mahasiswa.

Kelulusan mahasiswa dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, antara lain:

- 1) Faktor Akademik: Nilai rata-rata, kehadiran, dan partisipasi dalam kegiatan perkuliahan merupakan indikator penting yang dapat mempengaruhi kelulusan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mahasiswa dengan nilai yang lebih tinggi cenderung memiliki peluang kelulusan yang lebih baik.
- 2) Faktor Sosial: Dukungan dari keluarga, teman, dan lingkungan sosial juga berperan dalam motivasi dan kinerja akademik mahasiswa. Keterlibatan dalam kegiatan ekstrakurikuler dapat meningkatkan keterampilan sosial dan kepemimpinan, yang berkontribusi pada keberhasilan akademik.
- 3) Faktor Psikologis: Kesehatan mental, motivasi, dan manajemen waktu adalah aspek psikologis yang dapat mempengaruhi kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan studi mereka. Mahasiswa yang memiliki manajemen waktu yang baik dan motivasi yang tinggi cenderung lebih berhasil dalam menyelesaikan pendidikan mereka.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Deskripsi Data

Penelitian ini dilakukan berdasarkan data yang mencakup informasi dari 100 mahasiswa Universitas Nahdlatul Ulama Lampung. Data ini digunakan untuk menganalisis pola-pola yang memengaruhi kelulusan mahasiswa tepat waktu. Terdapat beberapa atribut penting dalam data yang digunakan, yang masing-masing memberikan wawasan terkait faktor demografi, akademik, dan personal mahasiswa.

Gambar 1. Data sebelum *pre-processing*

Nama	Tipe	Wesing	Mababab	Wesing	Mababab
✓ Lulus tepat waktu	Populasi	8	Tidak tepat waktu (37)	Tepat waktu (30)	Tepat waktu (33), Tidak tepat waktu (37)
✓ Nama	Populasi	8	Ulu Primaria (1)	Teguh Nusantara (3)	Teguh Nusantara (3), Budi Rahmawan (2), 381 men
✓ Jenis kelamin	Populasi	8	Laki-laki (2)	Perempuan (3)	Perempuan (3), Laki-laki (3)
✓ Umur	Wajar	8	30	25	22-55
✓ Status perkawinan	Populasi	8	Masih Menikah (47)	Masih Menikah (3)	Masih Menikah (3), Belum Menikah (47)
✓ Jumlah	Populasi	8	Pendidikan (44)	Teknik (3)	Teknik (3), Pendidikan (44)
✓ Profil	Populasi	8	PMR (14)	PMR (3)	PMR (3), Sistem Informasi (3), 33 men

Gambar 2. Detail Data

Berikut adalah deskripsi rinci setiap atribut yang terdapat dalam dataset:

- 1) Lulus Tepat Waktu: Atribut ini merupakan variabel target dalam analisis, yang menunjukkan apakah seorang mahasiswa berhasil lulus tepat waktu atau tidak. Kategori dalam variabel ini adalah:
 - a. Tepat Waktu: Sebanyak 63 mahasiswa (63%) lulus sesuai jadwal.
 - b. Tidak Tepat Waktu: Sebanyak 37 mahasiswa (37%) tidak lulus sesuai jadwal. Variabel ini menjadi fokus utama analisis untuk memahami pola dan faktor-faktor yang memengaruhi kelulusan tepat waktu.
- 2) Nama: Atribut ini berisi nama-nama mahasiswa sebagai identitas unik. Meskipun atribut ini tidak digunakan secara langsung dalam analisis, keberadaannya penting untuk memastikan keunikan setiap data mahasiswa.
- 3) Jenis Kelamin: Atribut ini menunjukkan jenis kelamin mahasiswa, yang terbagi menjadi dua kategori:
 - a. Laki-laki: Sebanyak 35 mahasiswa (35%).
 - b. Perempuan: Sebanyak 65 mahasiswa (65%). Analisis awal menunjukkan bahwa jumlah mahasiswa perempuan lebih dominan dibandingkan mahasiswa laki-laki, yang dapat memengaruhi hasil analisis terkait kelulusan tepat waktu.
- 4) Umur: Atribut ini menunjukkan usia mahasiswa pada saat mereka terdaftar. Rentang usia dalam dataset adalah dari 20 hingga 25 tahun, dengan rata-rata usia 22,58 tahun. Variasi dalam rentang usia ini memungkinkan analisis untuk mengeksplorasi apakah usia memiliki hubungan signifikan dengan kelulusan tepat waktu.
- 5) Status Perkawinan: Atribut ini mencerminkan status perkawinan mahasiswa dengan dua kategori:
 - a. Belum Menikah: Sebanyak 47 mahasiswa (47%).
 - b. Sudah Menikah: Sebanyak 53 mahasiswa (53%). Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa yang dianalisis adalah mereka yang telah menikah. Status perkawinan dapat menjadi faktor yang memengaruhi kelulusan tepat waktu, mengingat tanggung jawab tambahan yang mungkin dimiliki mahasiswa yang sudah menikah.
- 6) Jurusan: Atribut ini mencerminkan jurusan mahasiswa, yang terbagi menjadi dua kategori utama:
 - a. Teknik: Sebanyak 56 mahasiswa (56%).
 - b. Pendidikan: Sebanyak 44 mahasiswa (44%). Jurusan dapat memengaruhi pola kelulusan karena perbedaan kurikulum, tingkat kesulitan mata kuliah, atau dukungan akademik yang tersedia.
- 7) Program Studi (Prodi): Atribut ini memberikan rincian lebih spesifik tentang program studi mahasiswa dalam

masing-masing jurusan. Beberapa program studi yang dominan dalam dataset adalah:

- a. PGSD (Pendidikan Guru Sekolah Dasar): Sebanyak 30 mahasiswa.
- b. Sistem Informasi: Sebanyak 30 mahasiswa.
- c. PJKR (Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi): Sebanyak 14 mahasiswa. Variasi program studi ini memungkinkan analisis lebih rinci untuk mengeksplorasi apakah program studi tertentu memiliki hubungan signifikan dengan tingkat kelulusan tepat waktu.

- 8) Distribusi Data: Dataset ini tidak memiliki data yang hilang atau kosong (*missing values*), sehingga memastikan bahwa analisis dilakukan pada data yang lengkap. Hal ini juga menunjukkan bahwa data telah disiapkan dengan baik untuk mendukung proses analisis.

B. Proses Analisis

- 1) Persiapan Data: Tahap pertama dalam proses analisis adalah mempersiapkan data. Data yang digunakan terdiri dari 100 mahasiswa dengan atribut seperti nama, jenis kelamin, umur, status perkawinan, jurusan, program studi, dan status kelulusan. Pada tahap ini, dilakukan verifikasi bahwa tidak ada data yang hilang (*missing values*) dan semua atribut telah diklasifikasikan sesuai dengan kebutuhan analisis. Proses ini memastikan bahwa data yang digunakan siap untuk dianalisis tanpa kendala.
- 2) Pemilihan Algoritma: Algoritma *Naive Bayes* dipilih untuk analisis ini karena memiliki keunggulan dalam menangani data dengan atribut kategori, serta kemampuannya yang baik dalam memberikan prediksi berbasis probabilistik. Algoritma ini bekerja dengan memanfaatkan konsep *Bayesian Probability*, di mana hubungan antar atribut digunakan untuk memprediksi kelas target, yaitu kelulusan tepat waktu.
- 3) Validasi Model dengan Cross-Validation: Proses validasi model dilakukan menggunakan metode *Cross-Validation* untuk memastikan bahwa model yang dibangun tidak hanya efektif pada data tertentu tetapi juga mampu memberikan hasil yang baik pada data lain. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap ini:
 - a) Data dibagi menjadi beberapa lipatan (*folds*).
 - b) Model dilatih pada sebagian data (*training set*).
 - c) Model diuji pada data yang tersisa (*testing set*).
 - d) Hasil evaluasi dari semua lipatan digabungkan untuk mendapatkan skor akurasi rata-rata.
- 4) Pelatihan Model: Setelah data dibagi dalam validasi silang, model dilatih menggunakan algoritma *Naive Bayes*. Pada tahap ini, algoritma mempelajari

hubungan antar atribut dalam dataset untuk memprediksi kelas target (*Tepat Waktu* atau *Tidak Tepat Waktu*). Proses ini menghasilkan model prediksi berbasis probabilitas.

- 5) Pengujian Model: Model yang telah dilatih kemudian diuji pada data uji yang tidak digunakan dalam pelatihan. Pada tahap ini, performa model dievaluasi untuk menentukan seberapa baik model dapat memprediksi kelulusan tepat waktu mahasiswa.
- 6) Evaluasi Kinerja Model: Kinerja model dievaluasi menggunakan beberapa metrik penting, yaitu:
 - a) Akurasi: Mengukur seberapa banyak prediksi model yang benar dibandingkan dengan total data uji. Akurasi model: 90,00% dengan margin kesalahan $\pm 4,69\%$.
 - b) Presisi: Mengukur seberapa banyak prediksi kelas tertentu yang benar dibandingkan dengan total prediksi kelas tersebut. Presisi untuk *Tepat Waktu*: 92,41%. Presisi untuk *Tidak Tepat Waktu*: 87,93%.
 - c) Recall: Mengukur seberapa banyak data aktual dalam kelas tertentu yang berhasil diprediksi dengan benar oleh model. Recall untuk *Tepat Waktu*: 98,41%. Recall untuk *Tidak Tepat Waktu*: 97,30%.
- 7) Evaluasi ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang sangat baik, dengan tingkat kesalahan yang rendah dan prediksi yang cukup akurat untuk kedua kategori target.
- 8) Hasil Prediksi: Hasil prediksi menunjukkan bahwa:
 - a) Dari 63 mahasiswa yang lulus tepat waktu, model berhasil memprediksi 62 mahasiswa dengan benar.
 - b) Dari 37 mahasiswa yang tidak lulus tepat waktu, model berhasil memprediksi 36 mahasiswa dengan benar.
 - c) Beberapa kesalahan prediksi ditemukan pada mahasiswa yang *Tidak Tepat Waktu*, tetapi jumlahnya sangat kecil sehingga tidak signifikan terhadap akurasi keseluruhan model.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan berasal dari 100 sampel mahasiswa yang mencakup berbagai variabel demografis dan akademik. Pembahasan akan difokuskan pada interpretasi temuan-temuan kunci dan implikasinya terhadap sistem pendidikan di lingkungan universitas.

Hasil analisis secara umum menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang secara signifikan berkorelasi dengan ketepatan waktu kelulusan, sementara beberapa faktor lainnya tidak menunjukkan pengaruh yang berarti. Ditemukan bahwa variabel seperti jenis kelamin, status perkawinan, dan program studi memiliki pengaruh yang dominan. Sebaliknya, faktor usia

mahasiswa tidak menjadi penentu utama dalam kelulusan mereka.

Table View Plot View

accuracy: 90.00% \pm 4.69% (nilai: 90.00%)

	Real Tepat waktu	Real Tidak tepat waktu	class precision
pred. Tepat waktu	62	1	98.41%
pred. Tidak tepat waktu	1	36	87.30%
class recall	98.41%	97.30%	

Gambar 3. Hasil

A. Kelulusan Tepat Waktu Mendominasi

Sebagian besar mahasiswa dalam dataset berhasil lulus tepat waktu (63 mahasiswa atau 63%). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum Universitas Nahdlatul Ulama Lampung telah berhasil membantu sebagian besar mahasiswanya menyelesaikan studi sesuai jadwal. Faktor-faktor seperti sistem akademik, dukungan dosen, dan fasilitas pembelajaran kemungkinan memainkan peran penting dalam mendukung kelulusan tepat waktu.

Namun, terdapat 37 mahasiswa (37%) yang tidak lulus tepat waktu. Meskipun ini merupakan proporsi yang lebih kecil, penting untuk memahami faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan kelulusan untuk memperbaiki sistem pembelajaran ke depan.

B. Jenis Kelamin Berpengaruh Signifikan

Hasil analisis menunjukkan bahwa mahasiswa perempuan (65%) lebih dominan dibandingkan mahasiswa laki-laki (35%). Mahasiswa perempuan juga memiliki tingkat kelulusan tepat waktu yang lebih tinggi dibandingkan mahasiswa laki-laki. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti:

- a) Kemampuan perempuan dalam mengelola waktu dan tugas akademik secara lebih efektif.
- b) Perhatian lebih besar pada pencapaian akademik. Faktor ini menjadi salah satu temuan penting yang dapat menjadi dasar untuk mendesain program pendukung bagi kelompok mahasiswa yang lebih berisiko mengalami keterlambatan kelulusan.

C. Status Perkawinan Mempengaruhi Kelulusan

Mahasiswa yang sudah menikah (53%) menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam kelulusan tepat waktu dibandingkan mahasiswa yang belum menikah (47%). Hal ini mungkin disebabkan oleh:

- a) Mahasiswa yang sudah menikah cenderung memiliki motivasi yang lebih tinggi untuk menyelesaikan studi karena adanya tanggung jawab keluarga.
- b) Kemampuan mengatur prioritas yang lebih baik.

D. Pengaruh Jurusan dan Program Studi

Mahasiswa dari jurusan Teknik (56%) dan Pendidikan (44%) menunjukkan perbedaan dalam tingkat kelulusan tepat waktu. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa mahasiswa dari program studi seperti PGSD dan Sistem Informasi memiliki proporsi kelulusan tepat waktu yang lebih besar dibandingkan mahasiswa dari PJKR (Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi).

Faktor ini menunjukkan bahwa:

- a) Jurusan atau program studi dengan kurikulum yang lebih terstruktur dan mendukung mahasiswa untuk menyelesaikan tugas akhir lebih cepat cenderung memiliki tingkat kelulusan tepat waktu yang lebih tinggi.
- b) Tingkat kesulitan mata kuliah dan ketersediaan dosen pembimbing juga dapat menjadi faktor yang memengaruhi perbedaan ini.

E. Usia Tidak Menjadi Faktor Penentu

Data menunjukkan bahwa rentang usia mahasiswa berada antara 20 hingga 25 tahun, dengan rata-rata 22,58 tahun. Tidak ada perbedaan mencolok dalam tingkat kelulusan tepat waktu berdasarkan usia, yang menunjukkan bahwa usia mahasiswa tidak menjadi faktor signifikan dalam memengaruhi hasil kelulusan mereka.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini, berhasil diterapkan metode klasifikasi Naive Bayes untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kelulusan mahasiswa Universitas Nahdlatul Ulama Lampung (Unula). Hasil analisis menunjukkan bahwa model Naive Bayes memiliki tingkat akurasi yang memuaskan, yaitu 90,00% dengan margin kesalahan $\pm 4,69\%$. Beberapa faktor signifikan yang berkontribusi terhadap kelulusan tepat waktu mahasiswa meliputi nilai rata-rata akademik, tingkat kehadiran dalam perkuliahan, dan partisipasi dalam kegiatan ekstrakurikuler. Selain itu, jenis kelamin juga berpengaruh, di mana mahasiswa perempuan menunjukkan tingkat kelulusan yang lebih tinggi dibandingkan mahasiswa laki-laki. Status perkawinan juga menjadi faktor penting, di mana mahasiswa yang sudah menikah cenderung memiliki motivasi lebih tinggi untuk menyelesaikan studi tepat waktu. Jurusan dan program studi juga berpengaruh, dengan mahasiswa dari jurusan Teknik dan program studi tertentu menunjukkan tingkat kelulusan yang lebih baik. Namun, usia mahasiswa tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kelulusan tepat waktu.

Untuk pihak Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, disarankan untuk mengembangkan program dukungan akademik yang lebih intensif bagi mahasiswa yang berisiko mengalami keterlambatan kelulusan, terutama bagi mahasiswa laki-laki dan yang belum menikah. Selain itu, meningkatkan fasilitas dan dukungan untuk kegiatan ekstrakurikuler yang dapat meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar juga sangat penting. Penelitian lebih lanjut dengan menerapkan metode klasifikasi lainnya juga diperlukan untuk mendapatkan wawasan yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kelulusan mahasiswa. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan penelitian dengan melibatkan lebih banyak variabel dan data dari berbagai universitas guna membandingkan hasil dan mendapatkan gambaran yang lebih luas mengenai faktor-faktor kelulusan mahasiswa. Selain itu, penggunaan teknik analisis yang lebih canggih, seperti machine learning dan deep learning, dapat meningkatkan akurasi prediksi dan pemahaman terhadap pola-pola yang ada dalam data akademik mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Wibawa, M. Guntur, A. Purnama, M. Fathony Akbar, and F. A. Dwiyanto, "Metode-metode Klasifikasi," *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [2] H. Susana and N. Suarna, "PENERAPAN MODEL KLASIFIKASI METODE NAIVE BAYES TERHADAP PENGGUNAAN AKSES INTERNET Program Studi Teknik Informatika STMIK IKMI Cirebon Jl Perjuangan No 10B Kesambi Kota Cirebon 3) Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak STMIK IKMI Cirebon Jl Perjuangan No 10B Kesambi Kota Cirebon 4) Program Studi Komputerisasi Akuntansi STMIK IKMI Cirebon Jl Perjuangan No 10B Kesambi Kota Cirebon," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [3] N. Riyanah, S. Informasi, S. Tinggi, M. Informatika, D. Komputer, and N. Mandiri, "Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Klasifikasi Penerima Bantuan Surat Keterangan Tidak Mampu (Implementation of Algorithms Naive Bayes for Classification Recipients Help Letter Description Not Able)," vol. 2, no. 4, pp. 206–213, 2021. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*. [Online]. Available: <https://prosiding.seminar-id.com/index.php/sainteks>

DIGITAL NEXUS SYSTEMATIC *JOURNAL*



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GOMBONG

e-ISSN : XXXX-XXXX

VOLUME 1 NO. 2, 2025