

E-ISSN : 2686-3219

P-ISSN : 2621-8070

VOL. 3, NO. 2, SEPTEMBER 2020



TEKNOKOM

Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem Komputer



Published by : Department of Computer Engineering, Universitas Wiralodra
Jl. Ir. H. Juanda KM.03, Singaraja, Indramayu - Jawa Barat 45312

Email : teknik.komputer@unwir.ac.id

@All righth reserved 2018. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem Komputer

TEKNOKOM : Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem Komputer

Published by : Department of Computer Engineering, Universitas Wiralodra
Jl. Ir. H. Juanda KM.03, Singaraja, Indramayu - Jawa Barat 45312

TEKNOKOM | Volume 3, Number 2, 2020 | Pages 1 – 35

CONTACT

TEKNOKOM : Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem Komputer

Department of Computer Engineering, Universitas Wiralodra
Jl. Ir. H. Juanda KM.03, Singaraja, Indramayu - Jawa Barat 45312

Email : teknik.komputer@unwir.ac.id

EDITOR-IN-CHIEF

Taufik Hidayat

Universitas Wiralodra, Indonesia

MANAGING EDITOR

Indra Surya Permana

Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon, Indonesia

Stephanie Betha Rossi Hersianie

Universitas Wiralodra, Indonesia

COPYEDITORS

Denni Ismunandar

Universitas Wiralodra, Indonesia

Cucu Handayani

STIKOM Poltek Cirebon, Indonesia

Haryati

STMIK WIT Cirebon, Indonesia

EDITORIAL BOARD

Zool Hilmi Ismail

Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia

Vishwajeet Shankwar

Dr B R Ambedkar National Institute of Technology
Jalandhar, India

Ivan Kristianto Singgih

Korea Advanced Institute of Science and Technology,
South Korea

Harry Candra Sihombing

Universitas Mercu Buana, Indonesia

T. Husain

STMIK Widuri, Indonesia

Eka Purnama Harahap

Universitas Raharja, Indonesia

Teguh Kartiko Wibowo

Universitas Mercu Buana, Indonesia

Selamet Kurniawan

Universitas Mercu Buana, Indonesia

Darsanto

Universitas Wiralodra, Indonesia

Wahyu Ariandi

STIKOM Poltek Cirebon, Indonesia

LAYOUT EDITORS

Susi Widyastuti

STIKOM Poltek Cirebon, Indonesia

ASSISTANT TO THE EDITORS

Dewi Siti Nurjanah

Universitas Wiralodra, Indonesia

Imam Baiquni

Universitas Wiralodra, Indonesia

IT SUPPORT

Team IT Engineering faculty

Universitas Wiralodra, Indonesia

Bibliographic information

ISSN:2621-8070

e-ISSN:2686-3219

Published: quarterly

TEKNOKOM Online

<https://teknokom.unwir.ac.id>

TABLE OF CONTENTS

ANALISA PREDIKSI PERTUMBUHAN START-UP DI ERA INDUSTRI 4.0 MENGGUNAKAN METODE MARKOV CHAIN

Taufik Hidayat, Dewi Yunita Sari, Yasep Azzery..... 1 - 7

ANALISA KEAMANAN E-COMMERCE MENGGUNAKAN METODE AES ALGORITMA

Luthfia Sodikin, Taufik Hidayat..... 8 - 13

ANALISIS PREDIKSI TINGKAT KELULUSAN MAHASISWA UNIVERSITAS WIRALODRA INDRAMAYU MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

Muhamad Dandi, Kinky Fernando, Taufik Hidayat..... 14 - 22

ANALISA MODIFIKASI ALGORITMA STEMMING UNTUK KASUS OVERSTEMMING

Stephanie Betha Rossi Hersianie..... 23 - 28

ANALISIS KELAYAKAN IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS: DENGAN MEMAMFAATKAN ELECTRONIC CONTROL UNIT MODUL PADA MODA TRANSPORTASI DARAT RODA 4

Sigit Wibawa..... 29 - 35

About this Journal

TEKNOKOM Copyright Transfer Agreement

ANALISA PREDIKSI PERTUMBUHAN START-UP DI ERA INDUSTRI 4.0 MENGGUNAKAN METODE MARKOV CHAIN

Taufik Hidayat¹, Dewi Yunita Sari², Yasep Azzery³

^{1,2}Department of Computer Engineering, Universitas Wiralodra, Indonesia

³Department of Electrical Engineering, Universitas Mercu Buana, Indonesia

¹thidayat.ft@unwir.ac.id, ²dewiyunita.ft@unwir.ac.id, ³yasep.azzery@gmail.com

ABSTRAK

Bisnis Start-up semakin tumbuh dan berkembang di berbagai daerah di Indonesia, tidak terkecuali di Jabodetabek. Dari bisnis Start-up dapat menghasilkan berbagai platform atau aplikasi yang diminati konsumen, seperti marketplace pada E-commerce. Jabodetabek merupakan daerah dengan tingkat pertumbuhan Start-up tertinggi sebanyak 522 Start-up, yang mayoritas berasal dari kota Jakarta. Penggunaan metode Markov chain untuk memprediksi pertumbuhan dengan melakukan perhitungan matriks transisi probabilitas, serta menghitung probabilitas keadaan sampai diperoleh keadaan Steady state yang merupakan data acuan untuk hasil prediksi pertumbuhan Start-up di Jabodetabek di 5 tahun berikutnya.

Kata Kunci : Start-up, Industri 4.0, Prediksi Start-up, Markov chain

ABSTRACT

Start-up businesses are increasingly growing and developing in various regions in Indonesia, including in Jabodetabek. Start-up businesses can produce various platforms or applications that are of interest to consumers, such as marketplaces in E-commerce. Jabodetabek is an area with the highest Start-up growth rate of 522 startups, the majority of which come from the city of Jakarta. The use of the Markov chain method to predict growth by calculating the probability transition matrix, as well as calculating the probability of the state until a Steady state is obtained, which is the reference data for the predicted results of Start-up growth in Jabodetabek in the next 5 years.

Keywords : Start-up, Industry 4.0, Prediction Start-up, Markov chain

I. PENDAHULUAN

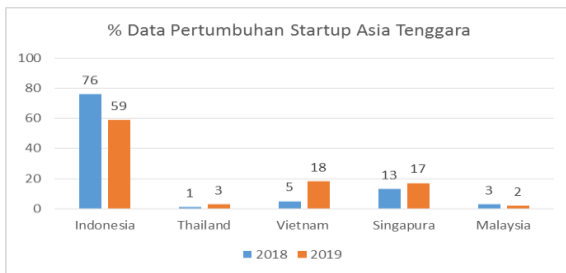
Semakin pesatnya kemajuan teknologi, semakin berdampak ke berbagai bidang kehidupan. Teknologi dimanfaatkan sebagai alat untuk mencapai tujuan dan mencari keuntungan baik dari penjualan, transaksi keuangan atau bidang jasa [1]. Start-up menurut arti umum merupakan perusahaan permula yang memulai usahanya dalam skala kecil, kumpulan kelompok orang yang memiliki hobi sama, khususnya dibidang teknologi [2]. Start-up merupakan perusahaan rintisan yang memiliki potensi pertumbuhan yang sangat besar, diiringi

dengan perubahan perilaku konsumen yang sudah mulai paham tentang pemanfaatan teknologi [3], [4]. Start-up dapat disimpulkan sebagai proses pembentukan dan kolaborasi antara bidang usaha dan penerapan teknologi sebagai instrumen pendukung, dan sebagai dasar dari usaha itu sendiri, baik dalam proses, sistem, pihak yang terlibat, maupun produk yang dihasilkan [5], [6].

Platform itu sendiri dapat diartikan sesuatu atau apapun di mana para Start-up dapat menulis [7], [8], membuat atau menjual aplikasi, produk dan layanan mereka sehingga memberikan pendapatan bagi para Start-up

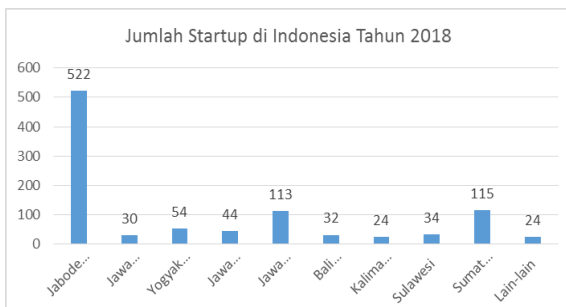
tersebut dan juga bagi yang memiliki platform tersebut bahkan hanya dengan bermodalkan sebuah website atau homepage, penjual dapat memberikan berbagai informasi sehubungan dengan profil usaha dan produk atau jasa yang ditawarkan [9], [10], [11].

Data pertumbuhan Start-up di Asia tenggara dalam 2 tahun terakhir mengalami fluktuasi [7], dimana ada negara yang mengalami kenaikan secara drastis dan ada pula yang mengalami penurunan, hal ini tentunya bergantung pada kondisi negara tersebut dalam 2 tahun terakhir bisa dilihat dalam gambar 1.



Gambar 1. Data Start-up Asia Tenggara [12]

Bila dilihat dari grafik tersebut, diketahui bahwa Indonesia memiliki % Jumlah Start-up tertinggi bila dibandingkan negara lain yaitu 76% di tahun 2018 dan 59% di tahun 2019. Namun bila dilihat dari sisi pertumbuhannya, Vietnam mengalami pertumbuhan tertinggi sebesar 158%, yaitu 5% di tahun 2018 dan naik sebesar 18% di tahun 2019. Artinya, dari sisi pertumbuhan, Start-up di Indonesia mengalami penurunan sebesar 40%. Pada tahun 2018, dilakukan mapping data Start-up di Indonesia yang bertujuan untuk melakukan pemetaan jumlah Start-up di Indonesia berdasarkan daerah atau lokasi terdaftar dan berdirinya Start-up tersebut [14], [13]. Terdapat 922 Start-up di Indonesia pada tahun 2018 [6] bisa dilihat pada gambar 2.



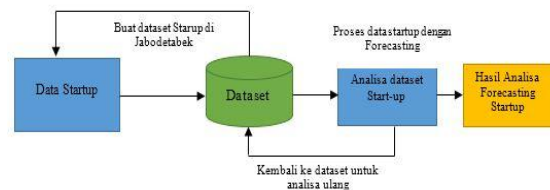
Gambar 2. Populasi Start-up di Indonesia [12]

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa, sebagian besar Start-up yang ada di Indonesia berawal dari wilayah Jabodetabek sebanyak 522 Startup, dan Sumatera sebanyak 115 Startup. Berdasarkan data tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan analisa prediksi pertumbuhan Start-up di Jabodetabek, karena di daerah tersebut relatif berkembang dengan jumlah yang signifikan bila dibandingkan dengan daerah lain di Indonesia [14].

II. METODE PENELITIAN

A. Dataset Proses Start-up

Tahapan penelitian pada jurnal ini dijelaskan dalam bentuk flowchart, untuk menggambarkan setiap tahapannya. Pembahasan dari penelitian ini merupakan analisa prediksi pertumbuhan Start-up di Jawa Barat, karena bila dilihat dari data yang ada, Jabodetabek memiliki potensi besar dalam perkembangan industri Start-up [15].



Gambar 3. Dataset Start-up Jabodetabek

Pada gambar 3 merupakan merupakan tahapan analisa pertumbuhan Start-up dengan teknik forecasting [16], yang dimulai dari pengumpulan data start-up dan ditampilkan menjadi dataset [17]. Berikutnya dilakukan analisa dataset tersebut dengan teknik forecasting. Output dari analisa ini berupa prediksi pertumbuhan Start-up di era industri 4.0.

B. Data Start-up Jabodetabek

Jabodetabek merupakan salah satu provinsi dimana industri Start-up mulai dikembangkan oleh generasi muda. Data Start-up terdiri dari 5 kota besar yaitu Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi. Pertumbuhan Start-up digital di Jabodetabek pada tahun 2014 sampai dengan 2018 merupakan pertumbuhan tertinggi di Indonesia. Bisa dilihat pada tabel 1, merupakan data pertumbuhan Start-up di Jabodetabek.

Tabel 1. Start-up Jabodetabek Tahun 2014-2018

Kota	2014	2015	2016	2017	2018	Total
JAK	53	70	47	29	5	204
BGR	1	3	4	1	0	9
DPK	1	2	1	4	0	8
TNG	2	3	4	10	0	19
BKS	2	0	2	4	0	8
Total	59	78	58	48	5	248

JAK = Jakarta, BGR = Bogor, DPK = Depok, TNG = Tangerang, BKS = Bekasi

C. Markov Chain Model

Markov Chain merupakan suatu teknik atau metode perhitungan yang digunakan untuk pemodelan dari berbagai macam sistem dan proses bisnis [18], [19], [20]. Markov Chain juga digunakan untuk melakukan prediksi perubahan di waktu yang akan datang pada variabel-variabel dinamis atas dasar perubahan dari variabel-variabel dinamis tersebut dari waktu yang lalu [21], [22]. Markov Chain hampir sama dengan analisa keputusan, perbedaannya adalah analisis markov tidak memberikan keputusan tetapi hanya informasi probabilitas mengenai situasi keputusan yang dapat membantu mengambil keputusan [23], [24], [17].

Metode Markov Chain dapat diterapkan untuk sistem diskrit. Sistem diskrit yaitu sistem yang perubahan kondisinya dapat terjadi secara diskrit [25], [26]. Probabilitas State digunakan untuk mengidentifikasi seluruh kondisi yang mungkin dari suatu proses atau system [13], [27], [18]. Probabilitas state ditulis dengan rumus:

$$n(i) = \text{vektor state } i = n_1, n_2, n_3, n_4, \dots, n_n \quad (1)$$

n merupakan jumlah state, untuk n1, n2, n3 dan seterusnya menunjukkan probabilitas berada dalam state ke-1, ke-2, sampai state ke-n. Jika objek yang diteliti hanya memiliki dua kondisi, berfungsi baik atau tidak berfungsi [28], [13], [27].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Transisi Markov Chain Start-up

Berdasarkan data pertumbuhan Start-up dari tahun 2014 sampai tahun 2018 akan dibuatkan kedalam tabel transisi berdasarkan data pertumbuhan Start-up tersebut. Perubahan keadaan atau transisi merupakan suatu kondisi yang terjadi pada suatu keadaan terhadap kondisi sebelumnya. Pada tabel 2 menunjukkan bahwa pertumbuhan Start-up tertinggi di Jabodetabek dari tahun 2014 sampai tahun 2018 berada di Jakarta.

Tabel 1. Transisi Star-Up Jabodetabek

TAHUN	2014	2015	2016	2017	2018
KOTA	JAK	JAK	JAK	JAK	JAK
	TNG	BGR	BGR	TNG	BGR
	BKS	TNG	TNG	DPK	DPK
	BGR	DPK	BKS	BKS	TNG
	DPK	BKS	DPK	BGR	BKS

B. Probabilitas State Start-up

Untuk menghitung probabilitas perubahan keadaan dilakukan dengan menghitung perbandingan jumlah perpindahan suatu keadaan ke keadaan lain terhadap jumlah total dari keadaan awal.

Tabel 3. Probabilitas State Start-up Jabodetabek

Kota	2014	2015	2016	2017	2018	Total State	
JAK	53/204 = 0,259	70/204 = 0,343	47/204 = 0,230	29/204 = 0,142	5/204 = 0,0245	204	
	1/9 = 0,111	3/9 = 0,333	4/9 = 0,444	1/9 = 0,111	0		9
	1/8 = 0,125	2/8 = 0,25	1/8 = 0,125	4/8 = 0,5	0		
	2/19 = 0,105	3/19 = 0,157	4/19 = 0,210	10/19 = 0,526	0		19
2/8 = 0,25	0	2/8 = 0,25	4/8 = 0,5	0	8		
Total						248	

Setelah diperoleh data perhitungan probabilitas, maka dapat diterjemahkan kedalam matriks distribusi probabilitas P.

$$P = \begin{pmatrix} 0,2598 & 0,3431 & 0,2303 & 0,1421 & 0,0245 \\ 0,1111 & 0,3333 & 0,4444 & 0,1111 & 0 \\ 0,125 & 0,25 & 0,125 & 0,5 & 0 \\ 0,1052 & 0,1578 & 0,2105 & 0,5263 & 0 \\ 0,25 & 0 & 0,25 & 0,5 & 0 \end{pmatrix}$$

P menunjukkan data probabilitas keadaan pertumbuhan Start-up di Jabodetabek pada tahun 2014 sampai 2018. Dari data tersebut dapat diolah kedalam analisa prediksi pertumbuhan dan sampai pada keadaan steady state.

C. Menentukan Kondisi Steady State Start-up

Menentukan kondisi steady state dalam penelitian ini dilakukan dengan metode pemangkatan matrik probabilitas transisi P, yang bertujuan untuk mendapatkan nilai elemen pada satu kolom akan berkonvergensi menuju nilai yang sama dengan cara memangkatkan matrik probabilitas transisi dengan pangkat yang membesar. Menghitung transisi ke-2:

$$P^2 = P \cdot P = \begin{pmatrix} 0,1555137 & 0,28359 & 0,277213 & 0,277319 & 0,006365 \\ 0,1331528 & 0,277877 & 0,252674 & 0,333575 & 0,002722 \\ 0,128525 & 0,236425 & 0,260775 & 0,371213 & 0,003063 \\ 0,1266315 & 0,224495 & 0,231531 & 0,414763 & 0,00258 \\ 0,14885 & 0,22725 & 0,1941 & 0,423675 & 0,006125 \end{pmatrix}$$

Karena belum didapatkan kondisi steady state, perhitungan dilanjutkan transisi selanjutnya sampai terpenuhinya kondisi state yang diharapkan.

$$P^4 = P^2 \cdot P^2 = \begin{pmatrix} 0,13363877 & 0,2521482 & 0,2524994 & 0,3583485 & 0,0033652 \\ 0,13282828 & 0,250219 & 0,2507759 & 0,3629219 & 0,003255 \\ 0,1324472 & 0,2478303 & 0,2499122 & 0,3665736 & 0,0032367 \\ 0,13224862 & 0,2467314 & 0,2487363 & 0,3690717 & 0,003212 \\ 0,1329162 & 0,2477547 & 0,2485822 & 0,367456 & 0,003291 \end{pmatrix}$$

$$P^8 = P^4 \cdot P^4 = \begin{pmatrix} 0,13263295 & 0,2486156 & 0,2500499 & 0,3654518 & 0,0032498 \\ 0,13263028 & 0,2486025 & 0,2500409 & 0,3654768 & 0,0032495 \\ 0,13262819 & 0,2485911 & 0,2500336 & 0,3654978 & 0,0032493 \\ 0,13262702 & 0,2485849 & 0,2500292 & 0,3655097 & 0,0032492 \\ 0,13262857 & 0,248592 & 0,2500336 & 0,3654965 & 0,0032494 \end{pmatrix}$$

$$P^{16} = P^8 \cdot P^8 = \begin{pmatrix} 0,13262892 & 0,2485949 & 0,2500359 & 0,3654908 & 0,0032494 \\ 0,13262892 & 0,2485949 & 0,2500359 & 0,3654908 & 0,0032494 \\ 0,13262892 & 0,2485949 & 0,2500359 & 0,3654908 & 0,0032494 \\ 0,13262892 & 0,2485949 & 0,2500359 & 0,3654908 & 0,0032494 \\ 0,13262892 & 0,2485949 & 0,2500359 & 0,3654908 & 0,0032494 \end{pmatrix}$$

Pada pemangkatan ke-16 didapatkan kondisi steady state, artinya nilai elemen di tiap kolom bernilai yang sama. Data state yang awalnya mewakili kota di Jabodetabek di transformasikan kedalam data prediksi data 5 tahun yaitu:

- s1 = 0,13262892 , untuk tahun 2019
- s2 = 0,2485949 , untuk tahun 2020
- s3 = 0,2500359 , untuk tahun 2021
- s4 = 0,3654908 , untuk tahun 2022
- s5 = 0,0032494 , untuk tahun 2023

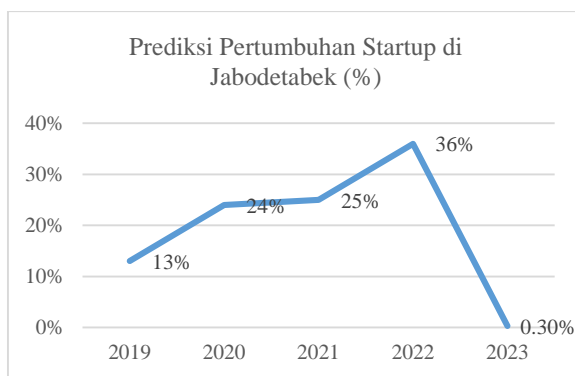
D. Prediksi Start-up Jabodetabek

Setelah dilakukan berbagai tahap perhitungan menggunakan analisa markov chain yang diawali dengan menghitung probabilitas keadaan P. Dari data P kemudian dilakukan perhitungan periode transisi selanjutnya dengan melakukan pemangkatan P sampai dengan didapatkan kondisi Steady state. Perhitungan pemangkatan matriks digunakan untuk memprediksi pertumbuhan Start-up di Jabodetabek di tahun berikutnya yaitu setelah tahun 2018. Dari hasil perhitungan dengan metode Markov chain diperoleh diperoleh data prediksi sebagai berikut:

Tabel 4. Probabilitas State Start-up Jabodetabek

State	Hasil Perhitungan	Presentase	Tahun Prediksi
s1	0,13262892	13%	2019
s2	0,2485949	24%	2020
s3	0,2500359	25%	2021
s4	0,3654908	36%	2022
s5	0,0032494	0,3%	2023

Dari hasil perhitungan state Start-up di Jabodetabek maka dapat pada gambar 4.



Gambar. 4. Prediksi Start-up di Jabodetabek

Hasil prediksi pertumbuhan Start-up di Jabodetabek menunjukkan bahwa pertumbuhan di setiap tahunnya mengalami peningkatan, untuk pertumbuhan tertinggi akan terjadi pada tahun 2022 sebesar 36%, sedangkan di tahun 2023 menurun drastis yaitu hanya bertumbuh sebesar 0,3 %.

IV. KESIMPULAN

Hasil dari pembahasan data Start-up menggunakan metode markov chain menampilkan data yang relatif naik di 5 tahun berikutnya. Trend pertumbuhan positif dapat dijadikan acuan bagi pelaku usaha Start-up baik yang baru memulai atau untuk lebih mengembangkan usahanya. Masalah yang dihadapi Start-up saat ini berdasarkan skala usaha merupakan hal yang dapat menghambat pertumbuhan Start-up itu sendiri, yang tentunya menjadi bahan evaluasi untuk dapat menerapkan strategi pengembangan Start-up di Jabodebatek untuk masa yang akan datang.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Wiralodra yang memberikan support No. 123/LPPM-UW/B/X/2020 untuk pendanaan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yang, R. Kher, and S. L. Newbert, "What signals matter for social startups? It depends: The influence of gender role congruity on social impact accelerator selection decisions," *Journal of Business Venturing*, no. March, pp. 1–22, 2019, doi: 10.1016/j.jbusvent.2019.03.001.
- [2] A. Kuckertz *et al.*, "Startups in times of crisis – A rapid response to the COVID-19 pandemic," *Journal of Business Venturing Insights*, vol. 13, no. April, p. e00169, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.jbvi.2020.e00169.
- [3] H. S. Lee, J. W. Lee, H. Y. Kim, H. J. Jo, and B. G. Lee, "Promising ICT Transfer Fields for Promotion of Micro-Startups," *Procedia Computer Science*, vol. 91, no. Itqm, pp. 779–788, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.07.078.
- [4] A. Martinez Dy, "Levelling the playing field? Towards a critical-social perspective on digital entrepreneurship," *Futures*, no. April, p. 102438, 2019, doi: 10.1016/j.futures.2019.102438.
- [5] W. van Winden and L. Carvalho, "Intermediation in public procurement of innovation: How Amsterdam's startup-in-residence programme connects startups to urban challenges," *Research Policy*, vol. 48, no. 9, p. 103789, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.respol.2019.04.013.
- [6] Bekraf, "Mapping dan database startup Indonesia 2018," *Badan Ekonomi Kreatif*, pp. 1–202, 2018.
- [7] B. Pamungkas, S. Rohajawati, D. Fitriana, I. Nurhaida, and H. H. Wachyu, "Proposing a Key Model e-Commerce Towards Digital Economy for Coastal Areas in Indonesia," in *Pediatric Research*, vol. 450, no. 4, K. J. Kim, H. Kim, and N. Baek, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2018, pp. 98–105.

- [8] S. Knight, "Delivering the digital region: leveraging digital connectivity to deliver regional digital growth," *Australian Planner*, vol. 52, no. 1, pp. 4–15, 2015, doi: 10.1080/07293682.2015.1019750.
- [9] B. Turkay, F. I. Dincer, and M. Z. Dincer, "An Evaluation of New Values in Economy and Their Impacts on Future Transformation in Tourism," *Procedia Computer Science*, vol. 158, pp. 1095–1102, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.09.151.
- [10] G. Park, S. R. Shin, and M. Choy, "Early mover (dis)advantages and knowledge spillover effects on blockchain startups' funding and innovation performance," *Journal of Business Research*, vol. 109, no. April 2019, pp. 64–75, 2020, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.11.068.
- [11] B. Moriset, "e-Business and e-Commerce," in *International Encyclopedia of Human Geography*, Second Edi., vol. 4, Elsevier, 2020, pp. 1–10.
- [12] Katadata, "Pertumbuhan Investasi Startup Vietnam Tertinggi di Asia Tenggara," 2020, [Online]. Available: <https://katadata.co.id/ariayudhistira/info-grafik/5e9a495c02989/pertumbuhan-investasi-startup-vietnam-tertinggi-di-asia-tenggara>.
- [13] J. Munkhammar, D. van der Meer, and J. Widén, "Probabilistic forecasting of high-resolution clear-sky index time-series using a Markov-chain mixture distribution model," *Solar Energy*, vol. 184, pp. 688–695, May 2019, doi: 10.1016/j.solener.2019.04.014.
- [14] Berkaf and Badan Pusat Statistik, *Laporan PDB Ekonomi Kreatif Tahun 2014-2016*, vol. 53, no. 9. 2017.
- [15] T. V. Anh, H. T. T. Nguyen, and N. T. M. Linh, "Digital Transformation," in *Proceedings of the 2019 The World Symposium on Software Engineering - WSSE 2019*, 2019, no. 2017, pp. 119–124, doi: 10.1145/3362125.3362135.
- [16] T. Hidayat, R. Mahardiko, and M. Alaydrus, "Mobile Cellular Technology Forecast for the Indonesian Telecommunications Industry," *Journal of Telecommunications and the Digital Economy*, vol. 8, no. 1, pp. 37–48, Mar. 2020, doi: 10.18080/jtde.v8n1.226.
- [17] T. Hidayat and R. Mahardiko, "Mathematical Model to Forecast Future Banking Income," *International Journal of Mathematics in Operational Research*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.1504/IJMOR.2020.10032545.
- [18] D. Czapla, K. Horbacz, and H. Wojewódka-Ściążko, "A useful version of the central limit theorem for a general class of Markov chains," *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, vol. 484, no. 1, p. 123725, 2020, doi: 10.1016/j.jmaa.2019.123725.
- [19] H. Kang, K.-H. Cho, X. D. Zhang, T. Zeng, and L. Chen, "Inferring Sequential Order of Somatic Mutations during Tumorigenesis based on Markov Chain Model," *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*, vol. 12, no. 5, pp. 1094–1103, Sep. 2015, doi: 10.1109/TCBB.2015.2424408.
- [20] I. Surya Permana, T. Hidayat, and R. Mahardiko, "Effect of Android and Social Media User Growth on the Financial Technology Lending Borrowers and its Financing," 2020, doi: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315520.
- [21] V. M. Zakharov, B. F. Eminov, and S. V. Shalagin, "Representation of Markov's chains functions over finite field based on stochastic matrix lumpability," in *2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, 2016, pp. 1–5, doi: 10.1109/ICIEAM.2016.7911662.
- [22] H. Aksoy and A. Dahamsheh, "Markov chain-incorporated and synthetic data-supported conditional artificial neural network models for forecasting monthly precipitation in arid regions," *Journal of Hydrology*, vol. 562, pp. 758–779, 2018, doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.05.030.
- [23] H. Xie, R. Pal, and S. Mitra, "A descriptive model of resting-state networks using Markov chains," in *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Aug. 2016, vol. 2016–Octob, pp. 3594–3597, doi: 10.1109/EMBC.2016.7591505.

- [24] T. Hidayat and R. Mahardiko, "Model Development of Information Technology Value for Downstream Petroleum Industry," 2020, doi: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315369.
- [25] S. Nagaev, "The Analytical Approach to Recurrent Markov Chains Alternative to the Splitting Method and Its Applications," in *2016 Second International Symposium on Stochastic Models in Reliability Engineering, Life Science and Operations Management (SMRLO)*, Feb. 2016, no. 2, pp. 251–253, doi: 10.1109/SMRLO.2016.49.
- [26] T. Hidayat, D. Sianturi Tigor Franky, and R. Mahardiko, "Forecast Analysis of Research Chance on AES Algorithm to Encrypt during Data Transmission on Cloud Computing," in *2020 2nd International Conference on Broadband Communications, Wireless Sensors and Powering (BCWSP)*, Sep. 2020, pp. 163–166, doi: 10.1109/BCWSP50066.2020.9249478.
- [27] E. N. K. Waller, P. D. Adablah, and Q.-A. Kester, "Markov Chain: Forecasting Economic Variables," in *2019 International Conference on Computing, Computational Modelling and Applications (ICCA)*, Mar. 2019, pp. 115–1154, doi: 10.1109/ICCA.2019.00026.
- [28] G. Masetti and L. Robol, "Computing performability measures in Markov chains by means of matrix functions," *Journal of Computational and Applied Mathematics*, vol. 368, p. 112534, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.cam.2019.112534.

ANALISA KEAMANAN E-COMMERCE MENGGUNAKAN METODE AES ALGORITMA

Luthfia Sodikin¹, Taufik Hidayat²

^{1,2} Department of Computer Engineering, Universitas Wiralora, Indonesia

¹luthfiasodikin86903@gmail.com, ² thidayat.ft@unwir.ac.id

ABSTRAK

E-Commerce yaitu kegiatan bertransaksi jasa atau barang dengan cara jarak jauh. Sarana ini digunakan menggunakan media internet. Berbagai manfaat yang kita dapatkan mulai dari lebih mudah dan lebih murah dibandingkan dengan pasar tradisional. Sistem E-Commerce memiliki beberapa aturan mencakup sistem distribusi barang, sistem pembayaran, dan sistem informasi yang diterapkan. Agar semua data yang diberikan aman maka perlu memperhatikan aspek keamanan. Kriptografi merupakan ilmu yang berhubungan dengan pengisian yang mencakup Enkripsi (plaintext) menjadi (ciphertext) dan Deskripsi (ciphertext) menjadi (plaintext). Ketiga hal itu berkaitan dengan metode yang saat ini kami gunakan dalam menganalisis Sistem keamanan E-Commerce. Metode AES (Advanced Encryption Standard) merupakan algoritma standar enkripsi kunci simetri yang dapat mengenkripsi dan mendekripsi.

Kata Kunci : E-Commerce, AES, Enkripsi, Deskripsi, Keamanan Jaringan.

ABSTRACT

E-Commerce, namely the activity of transacting services or goods by long distance. This facility is used using the internet media. The various benefits we get start from being easier and cheaper than traditional markets. The E-Commerce system has several regulations covering the goods distribution system, payment system, and information system applied. So that all the data provided is safe, it is necessary to pay attention to security aspects. Cryptography is a science that deals with sensing which includes encryption (plaintext) to (ciphertext) and description (ciphertext) to (plaintext). These three things relate to the methods we currently use in analyzing the E-Commerce security system. The AES (Advanced Encryption Standard) method is a standard symmetric key encryption algorithm that can encrypt and decrypt.

Keywords: E-Commerce, AES, Encryption, Description, Security Network.

PENDAHULUAN

Pada masa pandemik saat ini semua orang ditekankan untuk tetap dirumah saja dan menjaga jarak. Namun kebutuhan sehari-hari harus tetap tersedia dan tercukupi. E-Commerce merupakan bentuk transaksi perdagangan yang melibatkan Internet. Dengan E-Commerce pembeli bertransaksi dengan praktis dan biaya yang murah tanpa melalui proses tawar menawar, di mana pihak pembeli cukup mengakses internet kemudian mengetahui ketentuan-ketentuan yang berlaku oleh pihak penjual [1].

Sarana yang digunakan yakni bisa menggunakan marketplace online, website sendiri dan media sosial. Dengan begitu E-Commerce menjadi salah satu solusi untuk transaksi jual beli yang dilakukan dari jarak jauh. E-Commerce [2], [3]. Dalam transaksi E-Commerce terdapat 3 metode pembayaran yang bisa digunakan yakni: Online Processing Credit Card, Money Transfer Dan Cash On Delivery. Pada E-Commerce terdapat ketentuan-ketentuan yang perlu dipahami karena terdapat beberapa komponen yang terlibat yakni kosumen, Penjual, Produk, Front End, Infrastruktur, Back

End, Partner Bisnis, dan Support Service [4]. Sistem E-Commerce memiliki beberapa aturan mencakup sistem distribusi barang, sistem pembayaran, dan sistem informasi yang diterapkan. Agar semua sistem tersebut berjalan sesuai dengan yang diharapkan maka perlu memperhatikan aspek keamanan [5], [6].

Hal yang tidak diinginkan pada sistem keamanan E-Commerce ialah pencurian data customer maupun kebocoran informasi rahasia dan berharga [7]. Kriptografi merupakan solusi untuk mengamankan informasi berupa melindungi kerahasiaan data dan melindungi pemalsuan dan perubahan informasi data [8]. Saat ini perkembangan teknologi komputer semakin canggih, maka dari itu sistem keamanan membutuhkan algoritma kriptografi yang dapat dipercaya [9]. Dari penjelasan singkat tersebut penulis berupaya untuk menganalisis sistem keamanan E-Commerce yang digunakan marketplace dalam menjaga seluruh data dan informasi customer seluruh Indonesia [10], [11].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan Metode AES (Advanced Encryption Standard) karena Kecepatan operasi pada algoritma ini lebih tinggi daripada algoritma asimetrik, dalam operasi matematis lebih kompleks contohnya pada bilangan prima. Algoritma ini tahan terhadap serangan exhaustive key search serta dapat digunakan pada sistem real-time contohnya GSM. Sebelum membahas Algoritma AES, lebih dulu kita membahas Kriptografi.

Kriptografi ilmu yang mencakup menjaga kerahasiaan informasi berupa sandi-sandi yang harus diterjemahkan. Dalam ilmu kriptografi, terdapat dua buah proses yaitu melakukan enkripsi dan dekripsi [12], [13]. Tujuan dari Kriptografi sendiri memiliki aspek-aspek berikut ini:

1. Kerahasiaan (*Confidentiality*) yakni layanan untuk menjaga data agar tidak dapat dibaca oleh pihak yang tidak berkepentingan.
2. Integritas Data (*Data Integrity*) yakni layanan untuk menjamin bahwa data masih asli dan belum pernah diubah.

3. Otentikasi (*Authentication*) yakni layanan untuk mengidentifikasi kebenaran pihak-pihak yang bersangkutan.
4. Non-Repudiation yakni layanan agar seseorang tidak dapat menyangkal terkait sebuah transaksi yang dilakukannya . [17]

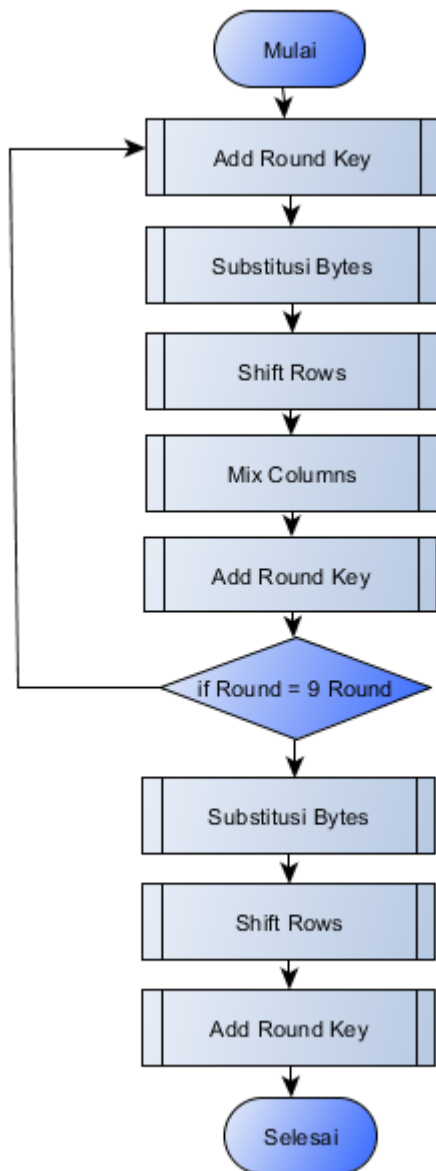
Metode AES (Advanced Encryption Standard) merupakan algoritma standar enkripsi kunci simetri yang dapat mengenkripsi dan mendekripsi. AES Algoritma memiliki 3 kunci kriptografi [14] untuk mengenkripsi dan mendekripsi informasi yakni 128 bit, 192 bit dan 256 bit. Ketiga kunci yang sudah terbentuk menjadi blok 128 bit atau plaintext. Perbedaan yang mempengaruhi jumlah putaran saat diaplikasikan pada AES Algoritma ialah panjang kunci [15], [16]. Berikut ini adalah tabel jumlah putaran (Nr) yang diaplikasikan pada masing masing panjang [17] kunci bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel. 1 Perbandingan Jumlah Round dan Key

	Jumlah Key (Nk)	Ukuan Block (Nb)	Jumlah Putaran (Nr)
AES - 128	4	4	10
AES - 192	6	4	12
AES - 256	8	4	14

A. Proses Kriptografi Algoritma AES

Pada proses kriptografi engan menggunakan AES sebagai algoritmanya, ada beberapa langkah yang harus dilalui pengirim sebelum mendapatkan hasil pesan yang telah disandikan, berikut ini flowchartnya:



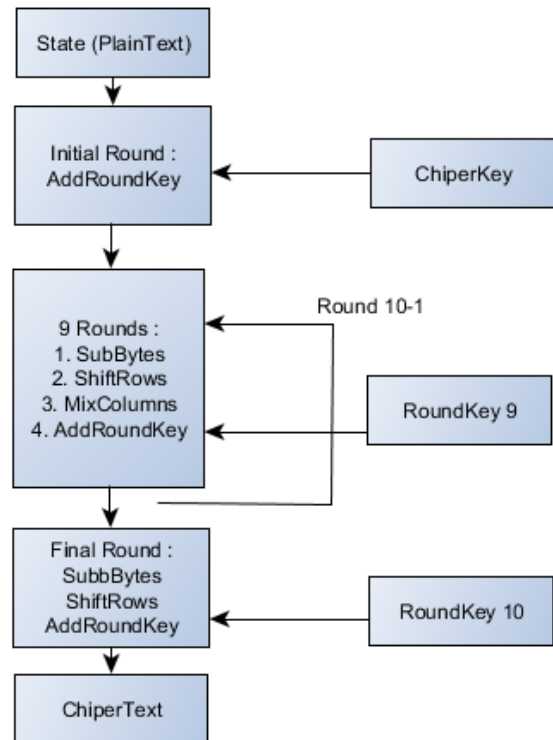
Gambar 1. Proses Algoritma AES [15]

B. Proses Enkripsi Algoritma AES

Enkripsi adalah proses perubahan pesan asli (*plaintext*) menjadi pesan bersandi (*ciphertext*).

$$C = E (M) \tag{1}$$

Proses enkripsi dimulai dari input yang telah dimasukkan ke dalam state akan mengalami perubahan byte AddRoundKey [18]. Setelah itu, state akan mengalami perubahan SubBytes, ShiftRows, MixColumns, dan AddRoundKey secara berulang-ulang sebanyak putaran [19]. Di bawah ini merupakan gambar diagram proses enkripsi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Proses Enkripsi AES

1. AddRoundKey: Melakukan XOR antara pesan asli dengan cipherkey.
2. Round: Putaran sebanyak $Nr - 1$ kali. Proses yang dilakukan pada setiap putaran yakni:
 - a) SubBytes: Mensubstitusi byte dengan menggunakan tabel substitusi (S-box).
 - b) ShiftRows: Pergeseran baris-baris array state secara wrapping.
 - c) MixColumns: Mengalikan data di kolom-kolom array state.
 - d) AddRoundKey: Melakukan XOR antara state sekarang dengan round key.
3. Final Round: Proses putaran terakhir yang meliputi
 - A. SubBytes
 - B. ShiftRows
 - C. AddRoundKey [6]

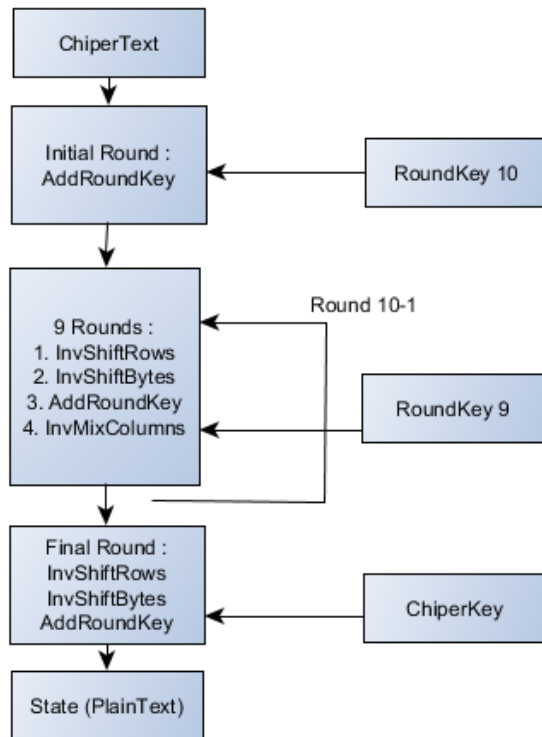
C. Proses Deskripsi Algoritma AES

Dekripsi proses perubahan pesan bersandi (*ciphertext*) menjadi pesan asli (*plaintext*).

$$M = D (C) \tag{2}$$

Pada Deskripsi transformasi chipher dapat dibalikkan dan diaplikasikan dalam arah

yang berlawanan untuk menghasilkan inverse cipher yang mudah untuk dipahami [20]. Perubahan byte yang digunakan pada invers cipher adalah InvShiftRows, InvSubBytes, InvMixColumns, dan AddRoundKey [21], [22]. Di bawah ini merupakan gambar diagram proses deskripsi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Deskripsi Algoritma AES

- InvShiftRows : Perubahan byte yang bergeser dari bit kiri ke kanan sedangkan pada ShiftRows dilakukan pergeseran bit kanan ke kiri.
- InvSubBytes : Perubahan bytes yang berkebalikan dengan transformasi SubBytes.
- InvMixColumns : Setiap kolom dalam state dikalikan dengan matrik perkalian dalam AES.

D. Ekspansi Kunci (Key Expansion)

AES Algoritma mengambil kunci primer dan melakukan rutin ekspansi kunci (key expansion) untuk menghasilkan key schedule. Kunci dipresentasikan menjadi word $[w_i]$. SubWord merupakan fungsi yang mengambil 4 byte word input kemudian mengaplikasikan S-

Box ke tiap-tiap data tersebut untuk menghasilkan word output. Fungsi RotWord mengambil word $[a_0, a_1, a_2, a_3]$ sebagai input kemudian melakukan permutasi siklik, dan mengembalikan word $[a_1, a_2, a_3, a_0]$. Rcon $[i]$ terdiri dari nilai-nilai yang diberikan oleh $[x_{i-1}, \{00\}, \{00\}, \{00\}]$, dengan x_{i-1} sebagai pangkat dari x (x dinotasikan sebagai $\{02\}$ dalam field GF (28)). Word ke N_k pertama pada ekspansi kunci berisi kunci cipher $_{10}$.

Pada word berikutnya, $w[i] = \text{XOR}$ dari word sebelumnya, $w[i-1]$ dan word N_k yang ada pada posisi sebelumnya, $w[i-N_k]$. Untuk word pada posisi kelipatan N_k , sebuah perubahan diaplikasikan pada $w[i-1]$ sebelum XOR, kemudian dilanjutkan oleh XOR dengan konstanta round, Rcon $[i]$. Perubahan ini meliputi pergeseran siklik dari byte data dalam suatu word RotWord, lalu diikuti aplikasi dari lookup Tabel untuk semua 4 byte data dari word SubWord.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis dari beberapa referensi yang kami dapatkan AES Algoritma memiliki kecepatan operasi lebih tinggi karena menggunakan jenis kunci simetri. AES Algoritma memiliki panjang kunci minimal 128 bit dengan perhitungan $2^{128} \approx 3.4 \times 10^{38}$ kemungkinan kunci. maka akan membutuhkan waktu 1010 tahun untuk mencoba seluruh kemungkinan kunci. AES Algoritma bersifat isomorphic karena memiliki medan GF (28) untuk setiap bilangan prima yang selalu terdiri dari medan tunggal terbatas sehingga pemilihan polinomial biner berderajat $8m(x)$. Algoritma tersebut juga memiliki sifat irreducible yaitu pada medan selain 1 dan dirinya sendiri tidak dapat dibagi oleh bilangan lain. Kekuatan ini karena operasi matematis yang kompleks dan memerlukan sumber daya yang banyak untuk melakukan komputasi. Dengan begitu AES dapat dengan mudah dibuktikan keamanannya

KESIMPULAN

Hasil analisa yang dapat diperoleh dari Keamanan E-Commerce Menggunakan Metode AES Algoritma ialah dalam proses enkripsi dan deskripsi Algoritma ini terdapat medan tunggal terbatas yang unik untuk mengubah bilangan

prima dan pemilihan polynomial biner berderajat delapan.

AES Algoritma juga dapat bertahan menghadapi berbagai serangan. Terdapat 3 teknik yang dilakukan AES diantaranya : Differential Crytanalysis dan Linear Crynalysis, Truncated Differentials, serta The Square Attacks dan Interpolation Attacks.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis sangat sangat berterima kasih kepada seluruh pihak terutama kepada Department of Computer Engineering yang telah membantu kami menyelesaikan penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Moriset, "e-Business and e-Commerce," in *International Encyclopedia of Human Geography*, Second Edi., vol. 4, Elsevier, 2020, pp. 1–10.
- [2] C. Chiou-Wen and F. Chu, "The impact of internet finance in an open economy," *ACM International Conference Proceeding Series*, no. 2013, pp. 166–169, 2019, doi: 10.1145/3345035.3345055.
- [3] T. V. Anh, H. T. T. Nguyen, and N. T. M. Linh, "Digital Transformation," in *Proceedings of the 2019 The World Symposium on Software Engineering - WSSE 2019*, 2019, no. 2017, pp. 119–124, doi: 10.1145/3362125.3362135.
- [4] K. Konstantinos, M. Persefoni, F. Evangelia, M. Christos, and N. Mara, "Cloud computing and economic growth," *ACM International Conference Proceeding Series*, vol. 01–03–Octo, pp. 209–214, 2015, doi: 10.1145/2801948.2802000.
- [5] T. R. Dillahunt, X. Wang, E. Wheeler, H. F. Cheng, B. Hecht, and H. Zhu, "The sharing economy in computing: A systematic literature review," *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, vol. 1, no. CSCW, pp. 1–26, 2017, doi: 10.1145/3134673.
- [6] N. Mohammed and N. Ibrahim, "Implementation of new secure encryption technique for cloud computing," *ICCISTA 2019 - IEEE International Conference on Computing and Information Science and Technology and their Applications 2019*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/ICCISTA.2019.8830668.
- [7] T. Hidayat and R. Mahardiko, "A Systematic Literature Review Method On AES Algorithm for Data Sharing Encryption On Cloud Computing," *International Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 4, no. 1, pp. 49–57, Apr. 2020, doi: 10.29099/ijair.v4i1.154.
- [8] K. Hariss, H. Noura, and A. E. Samhat, "Fully Enhanced Homomorphic Encryption algorithm of MORE approach for real world applications," *Journal of Information Security and Applications*, vol. 34, pp. 233–242, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.jisa.2017.02.001.
- [9] T. Hidayat, D. Sianturi Tigor Franky, and R. Mahardiko, "Forecast Analysis of Research Chance on AES Algorithm to Encrypt during Data Transmission on Cloud Computing," in *2020 2nd International Conference on Broadband Communications, Wireless Sensors and Powering (BCWSP)*, Sep. 2020, pp. 163–166, doi: 10.1109/BCWSP50066.2020.9249478.
- [10] G. Park, S. R. Shin, and M. Choy, "Early mover (dis)advantages and knowledge spillover effects on blockchain startups' funding and innovation performance," *Journal of Business Research*, vol. 109, no. April 2019, pp. 64–75, 2020, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.11.068.
- [11] BPS, "Berita Resmi Statistik Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan III-2019," *Berita Resmi Statistik*, vol. No. 15/02/, no. 15, pp. 1–12, 2019.
- [12] B.-H. Lee, E. K. Dewi, and M. F. Wajdi, "Data security in cloud computing using AES under HEROKU cloud," in *2018 27th Wireless and Optical Communication Conference (WOCC)*,

- Apr. 2018, pp. 1–5, doi: 10.1109/WOCC.2018.8372705.
- [13] N. Shimbre and P. Deshpande, “Enhancing distributed data storage security for cloud computing using TPA and AES algorithm,” *Proceedings - 1st International Conference on Computing, Communication, Control and Automation, ICCUBEA 2015*, pp. 35–39, 2015, doi: 10.1109/ICCUBEA.2015.16.
- [14] P. Kumar and S. B. Rana, “Development of modified AES algorithm for data security,” *Optik*, vol. 127, no. 4, pp. 2341–2345, Feb. 2016, doi: 10.1016/j.ijleo.2015.11.188.
- [15] M. I. S. Reddy and A. P. S. Kumar, “Secured Data Transmission Using Wavelet Based Steganography and Cryptography by Using AES Algorithm,” *Procedia Computer Science*, vol. 85, no. Cms, pp. 62–69, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.05.177.
- [16] S. Ojha and V. Rajput, “AES and MD5 based secure authentication in cloud computing,” *Proceedings of the International Conference on IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud, I-SMAC 2017*, pp. 856–860, 2017, doi: 10.1109/I-SMAC.2017.8058300.
- [17] D. Nuñez, I. Agudo, and J. Lopez, “Proxy Re-Encryption: Analysis of constructions and its application to secure access delegation,” *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 87, pp. 193–209, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.jnca.2017.03.005.
- [18] R. Dowsley, A. Michalas, M. Nagel, and N. Paladi, “A survey on design and implementation of protected searchable data in the cloud,” *Computer Science Review*, vol. 26, pp. 17–30, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.cosrev.2017.08.001.
- [19] J. Gong, Y. Xu, and X. Zhao, “A Privacy-preserving Image Retrieval Method Based on Improved BoVW Model in Cloud Environment,” *IETE Technical Review*, vol. 35, no. sup1, pp. 76–84, Dec. 2018, doi: 10.1080/02564602.2018.1526654.
- [20] J. Domingo-Ferrer, O. Farràs, J. Ribes-González, and D. Sánchez, “Privacy-preserving cloud computing on sensitive data: A survey of methods, products and challenges,” *Computer Communications*, vol. 140–141, no. December 2018, pp. 38–60, May 2019, doi: 10.1016/j.comcom.2019.04.011.
- [21] G. Jain and V. Sejwar, “Improving the security by using various cryptographic techniques in cloud computing,” in *2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, Jun. 2017, vol. 2018–Janua, pp. 23–28, doi: 10.1109/ICCONS.2017.8250721.
- [22] B. Suzic, A. Reiter, F. Reimair, D. Venturi, and B. Kubo, “Secure Data Sharing and Processing in Heterogeneous Clouds,” *Procedia Computer Science*, vol. 68, no. 316, pp. 116–126, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.09.228.

ANALISIS PREDIKSI TINGKAT KELULUSAN MAHASISWA UNIVERSITAS WIRALODRA INDRAMAYU MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

Muhamad Dandi¹, Kinky Fernando², Taufik Hidayat³

^{1,2,3}Department of Computer Engineering, Universitas Wiralodra, Indonesia

¹muhamaddandi768@gmail.com, ²kinkiferlando@gmail.com, ³thidayat.ft@unwir.ac.id

ABSTRAK

Universitas Wiralodra merupakan Universitas swasta pertama di Indramayu, terletak di Kota Indramayu, Jawa Barat. Seiring dengan perjalanannya, Universitas Wiralodra terus berbenah untuk meningkatkan kapasitasnya, melalui peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) Dosen, Manajemen, kegiatan mahasiswa, penelitian dan publikasi, serta perbaikan sarana dan prasarana kampus. Kelulusan merupakan suatu hal yang dapat diharapkan oleh setiap mahasiswa, yang nantinya akan menjadi bekal seseorang mahasiswa dalam menempuh jenjang selanjutnya. Permasalahannya apakah mahasiswa Universitas Wiralodra bisa lulus dengan maksimal atau tidak. Dalam penelitian lebih memfokuskan bagaimana implementasi teori logika fuzzy dalam memprediksi tingkat kelulusan mahasiswa Universitas Wiralodra. Teori logika fuzzy ini digunakan karena mudah untuk dimengerti. Pada Penelitian ini menggunakan teori fuzzy tsukamoto dengan 2 variabel input yang terdiri dari jumlah penerimaan wisuda dan jumlah mahasiswa yang akan menghasilkan status jumlah mahasiswa yang lulus. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memprediksi jumlah mahasiswa yang lulus dalam setiap tahunnya di Universitas Wiralodra Indramayu. Pada penelitian selanjutnya agar keputusan dalam menganalisis kondisi tingkat kelulusan mahasiswa agar digabungkan metode fuzzy tsukamoto dan markov chain agar masalah yang terjadi dalam memprediksi tingkat kelulusan mahasiswa dapat lebih akurat.

Kata Kunci : Teori logika fuzzy, Fuzzy tsukamoto, Prediksi kelulusan mahasiswa, Wisuda.

ABSTRACT

Wiralodra University is the first private university in Indramayu, located in Indramayu City, West Java. Along with its journey, Wiralodra University continues to improve to increase its capacity, through improving the quality of Human Resources (HR) for lecturers, management, student activities, research and publications, as well as improvements to campus facilities and infrastructure. Graduation is something that can be expected by every student, which will later become a provision for a student to take the next level. The problem is whether Wiralodra University students can graduate optimally or not. This research focuses more on how to implement fuzzy logic theory in predicting the graduation rate of Wiralodra University students. This fuzzy logic theory is used because it is easy to understand. This study uses the Tsukamoto fuzzy theory with 2 input variables consisting of the number of graduation admissions and the number of students that will result in the status of the number of students who graduate. The purpose of this study is to predict the number of students who graduate each year at the University of Wiralodra Indramayu. In further research, the decision to analyze the condition of the student's graduation rate should be combined with the Tsukamoto fuzzy method and the Markov chain so that the problems that occur in predicting student graduation rates can be more accurate.

Keywords: Fuzzy logic theory, fuzzy Tsukamoto, Prediction of student graduation, Graduation.

I. PENDAHULUAN

Dalam tiap institut tiap tahunnya tentu terdapat mahasiswa yang telah lulus serta begelar. Buat tiap tahunnya mahasiswa yang lulus bisa hadapi penyusutan ataupun hadapi kenaikan. Bila dilihat dari informasi partisipan yang mengikuti wisuda bisa dikatakan jika setiap tahunnya mahasiswa yang lulus tidak tentu, terkadang mengalami penyusutan ataupun terkadang mengalami kenaikan. Untuk memprediksi jumlah mahasiswa yang lulus digunakan suatu teori yaitu logika fuzzy, pada logika fuzzy ada sebagian tata cara yaitu metode tsukamoto, mamdani, serta sugeno [1], [2]. Dari ketiga metode tersebut ada perbandingan serta memiliki karakteristik yang berbeda. Namun pada penelitian ini lebih memfokuskan pada metode fuzzy tsukamoto. Logika fuzzy diperkenalkan awal kali oleh professor [3], [1]. Lutfi A. Zadeh, profesor. Lutfi seseorang periset dari Universitas California di Barkley dalam bidang ilmu computer pada tahun 1965. Dia berkomentar kalau logika benar ataupun salah tidak bisa mewakili pemikiran manusia, sehabis itu dikembangkanlah logika fuzzy yang sanggup mewakili pemikiran manusia [4]. Pada sesuatu teori himpunan fuzzy diketahui yang namanya derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan ialah anggota yang ada di dalam sesuatu elemen himpunan fuzzy [5], [6]. Nilai keanggotaan tersebut terletak di dalam selang $[0- 1]$.

Bila dalam sesuatu himpunan fuzzy derajat keanggotaannya kurang dari 0 ataupun lebih dari 1, hingga nilai tersebut tidak tercantum dalam derajat keanggotaan himpunan fuzzy . Logika fuzzy merupakan salah satu pembuat soft compoting. Dasar dari logika fuzzy merupakan teori himpunan fuzzy. Derajat keanggotaan mempunyai peranan yang sangat berarti ialah bagaikan penentu keberadaan sesuatu elemen dalam sesuatu himpunan. Dalam teori fuzzy diketahui yang namanya teori fuzzy tata cara tsukamoto [7]. Metode tsukamoto merupakan tata cara yang mana buat tiap konsekuen pada ketentuan IF- THEN wajib di representasikan pada sesuatu himpunan fuzzy dengan fungsi dari keanggotaan yang monoton.

Pada metode tsukamoto tiap rule yang terdapat diterapkan dengan memakai himpunan

fuzzy dengan guna keanggotaan yang konstan, teori fuzzy tsukamoto merupakan tata cara yang mempunyai toleransi pada informasi serta sangat fleksibel. Kelebihan metode tsukamoto merupakan bertabiat intuitif serta bisa membagikan asumsi bersumber pada data yang bertabiat kualitatif, tidak akurat, serta ambigu.

Metode tsukamoto setiap ketentuannya direpresentasikan memakai himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang bertabiat monoton. Tiap konsekuensi yang ada pada ketentuan yang berupa IF- THEN wajib direpresentasikan dengan sesuatu himpunan fuzzy dengan guna keanggotaan yang monoton. Beberapa penelitian menyatakan bahwa untuk menganalisa kelulusan mahasiswa bisa diprediksi dengan beberapa metode [8], [9]. Begitupun metode fuzzy tsukamoto berhasil digunakan untuk memprediksi beberapa kasus. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode fuzzy tsukamoto untuk menganalisa dalam memprediksi tingkat kelulusan mahasiswa di Universitas Wiralodra Indramayu.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode fuzzy tsukamoto [10], dimana metode tsukamoto dalam penelitian ini digunakan untuk memprediksi kelulusan mahasiswa Universitas Wiralodra Indramayu. Langkah-langkah penelitian penyusunan perhitungan sistematis menggunakan metode fuzzy tsukamoto untuk menganalisa prediksi tingkat kelulusan mahasiswa Universitas Wiralodra melalui beberapa tahap diantaranya adalah sebagai berikut :

A. *Fuzzy Logic*

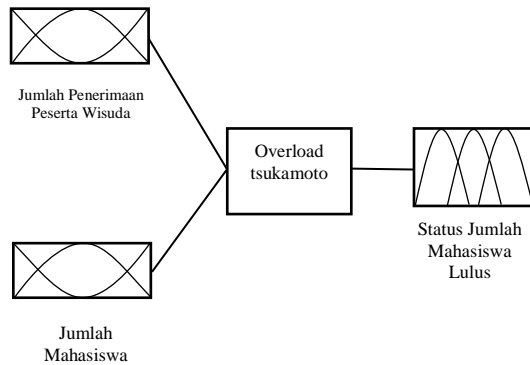
Logika fuzzy yang dikembangkan dari logika primitif namun hanya mengenal keadaan “ya” atau “tidak”. Dengan logika fuzzy ini dapat mengenal peubah linguisitik seperti “Banyak”, “Sedikit”, “ Naik”, “Turun”, “Bertambah”, “Berkurang” dan lain sebagainya. Dengan ini, sistem akan lebih adaptif karena menggunakan aplikasi logika fuzzy . Untuk membangun sebuah sistem dengan fuzzy logic dapat dibedakan beberapa jenis, antara lain : metode tsukamoto, metode mamdani dan metode sugeno. Dalam menganalisis tingkat

kelulusan pada penelitian ini menggunakan fuzzy logic dengan metode tsukamoto [11].

B. Tsukamoto Method

Metode Tsukamoto merupakan setiap konsekuen pada aturan berbentuk IF-THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan dengan berdasarkan predikat [12], [13]. Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Misalkan ada 2 variabel input, yaitu x dan y serta satu variabel output z. Variabel x terbagi atas dua himpunan yaitu A1 dan A2, sedangkan variabel y terbagi atas himpunan B1 dan B2. Variabel z juga terbagi atas dua himpunan yaitu C1 dan C2. Tentu saja himpunan C1 dan C2 harus merupakan himpunan yang bersifat monoton [14], [15].

Untuk analisis prediksi tingkat kelulusan mahasiswa ini menggunakan metode fuzzy tsukamoto [16]. Berikut adalah gambaran dari variabel pada kelulusan mahasiswa yaitu jumlah penerimaan peserta wisuda dan jumlah mahasiswa yang di overload tsukamoto sehingga menghasilkan status jumlah mahasiswa yang lulus.



Gambar 1. Proses Fuzzy Tsukamoto Kelulusan Mahasiswa [17]

C. Aturan Logika Kelulusan Mahasiswa

Untuk Menentukan tingkat kelulusan mahasiswa tentunya harus dibuat aturan logika yang akan digunakan sebagai acuan dalam pengolahan data [18], [19]. Aturan logika yang digunakan ini dibuat sesuai dengan himpunan yang digunakan pada variabel jumlah penerimaan peserta wisuda dan jumlah mahasiswa sehingga dapat

ditentukan suatu kondisi atau status jumlah yang lulus [20]. Berikut adalah aturan logika :

- [R1] IF jumlah mahasiswa banyak dan jumlah penerimaan peserta wisuda naik THEN jumlah mahasiswa yang lulus bertambah.
- [R2] IF jumlah mahasiswa banyak dan jumlah penerimaan peserta wisuda turun THEN jumlah mahasiswa yang lulus berkurang.
- [R3] IF jumlah mahasiswa sedikit dan jumlah penerimaan peserta wisuda naik THEN jumlah mahasiswa yang lulus bertambah.
- [R4] IF jumlah mahasiswa sedikit dan jumlah penerimaan peserta wisuda turun THEN jumlah mahasiswa yang lulus berkurang.

Tabel 1. Aturan Logika Kelulusan Mahasiswa

Aturan	Variabel Kelulusan		
	Jumlah Penerimaan	Jumlah Mahasiswa	Status jumlah yang lulus
R1	Banyak	Naik	Bertambah
R2	Banyak	Turun	Berkurang
R3	Sedikit	Naik	Bertambah
R4	Sedikit	Turun	Berkurang

D. Data Source Kelulusan Mahasiswa

Pada data source kelulusan mahasiswa yaitu atribut yang berisikan variabel-variabel kelulusan, informasi atribut yang berisikan informasi dari setiap variabel dari atribut, dan type data yang membedakan jenis data yang diinputkan [2], [21].

Tabel 2. Data Set Kelulusan Mahasiswa

Atribut	Informasi Atribut	Type Data
Waktu	Waktu Data Diperoleh	Date and Time
Jumlah Penerimaan Peserta Wisuda	Naik, Turun	Numerik
Jumlah Mahasiswa	Banyak, Sedikit	Numerik
Jumlah Yang Lulus	Bertambah, Berkurang	Logical

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini melalui studi kepustakaan. Dimana, pengumpulan datanya dilakukan dengan mengambil bahan dari dokumentasi, literatur, jurnal, dan web Universitas Wiralodra yang berhubungan dengan mahasiswa yang mengikuti wisuda. Sedangkan outputnya adalah dengan melihat jumlah mahasiswa yang lulus di Universitas Wiralodra. Data mahasiswa yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Jumlah Data Mahasiswa

Variabel	Jumlah Data Diketahui
Jumlah Penerimaan Peserta Wisuda	300
Jumlah Mahasiswa	1500
Jumlah Yang Lulus	Hasil Analisis

Untuk mengetahui jumlah data dari variabel jumlah mahasiswa yang akan lulus maka tentunya dari jumlah data yang diketahui yaitu jumlah data dari variabel jumlah penerimaan peserta wisuda dan jumlah mahasiswa akan dianalisis data tersebut, maka dibuat lah pengelompokan data sebagai berikut:

Tabel 4. Pengelompokan Data

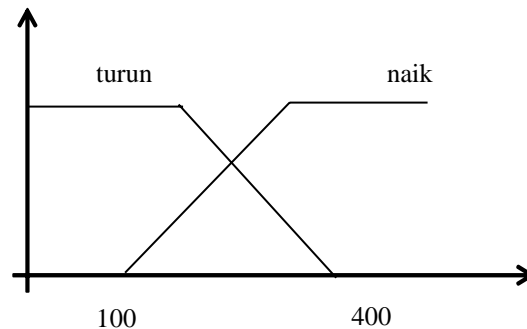
Variabel	Himpunan	Nilai Fuzzy
Jumlah Penerimaan Peserta Wisuda	Naik	100-400
	Turun	
Jumlah Mahasiswa	Banyak	1000-3000
	Sedikit	
Jumlah Yang Lulus	Bertambah	500-3000
	Berkurang	

Penyelesaian dari data-data tersebut yaitu dengan menggunakan metode tsukamoto. Penyelesaiannya dengan cara seperti berikut :

A. Memodelkan variabel fuzzy

1. Variabel penerimaan peserta wisuda

Variabel penerimaan peserta wisuda terdiri dari 2 himpunan yaitu naik dan turun. Untuk fungsi keanggotaan penerimaan peserta wisuda direpresentasikan sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Representasi kurva linier naik dan turun variabel x

Fungsi keanggotaan dari himpunan naik dan turun dari variabel jumlah penerimaan peserta wisuda adalah:

$$\mu_{\text{naik}}(x) : \begin{cases} x \leq 100 \\ 0, x \geq 400 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{turun}}(x) : \begin{cases} 0, x \leq 100 \\ \frac{400 - x}{300} \quad 100 \leq x \leq 400 \\ 1, x \geq 400 \end{cases}$$

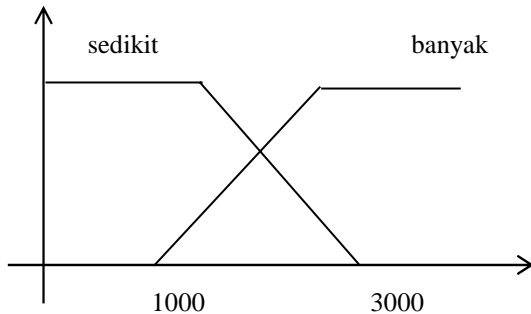
Nilai keanggotaan himpunan naik dan turun dari variabel penerimaan peserta wisuda dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{pener turun}}(300) &: \frac{400-300}{300} \\ &= \frac{100}{300} \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{pener naik}}(300) &: \frac{300-100}{300} \\ &= \frac{200}{300} \\ &= 0,66 \end{aligned}$$

2. Fungsi keanggotaan variabel jumlah mahasiswa

Variabel jumlah mahasiswa terdiri dari 2 himpunan yaitu banyak dan sedikit. Grafik untuk fungsi keanggotaan jumlah mahasiswa sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Representasi kurva linier naik dan turun variabel y

Fungsi keanggotaan himpunan banyak dan sedikit dari variabel jumlah mahasiswa adalah :

$$\mu_{\text{sedikit}}(y) : \begin{cases} 0, y \leq 1000 \\ \frac{3000 - y}{2000} & 1000 \leq y \leq 3000 \\ 1, y \geq 3000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{banyak}}(y) : \begin{cases} 1, y \leq 1000 \\ \frac{y - 1000}{2000} & 1000 \leq x \leq 3000 \\ 0, y \geq 3000 \end{cases}$$

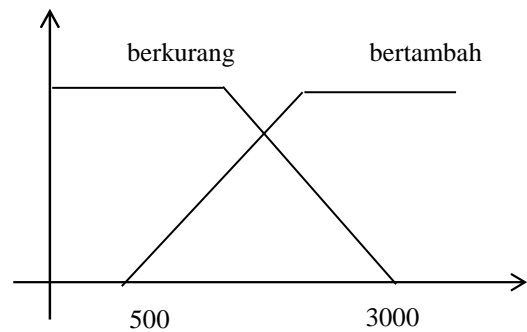
Untuk nilai keanggotaan himpunan banyak dan sedikit dari variabel jumlah peserta dapat diperoleh dengan cara :

$$\mu_{\text{pener banyak}}(1500) : \frac{3000 - 1500}{2000} = \frac{1500}{2000} = 0,75$$

$$\mu_{\text{pener sedikit}}(1500) : \frac{1500 - 1000}{2000} = \frac{500}{2000} = 0,66$$

3. Fungsi keanggotaan variabel jumlah mahasiswa yang lulus

Variabel jumlah mahasiswa yang lulus terdiri dari 2 himpunan yaitu bertambah dan berkurang. untuk fungsi keanggotaannya direpresentasikan sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Representasi kurva linier naik dan turun variabel z

Fungsi keanggotaan himpunan bertambah dan berkurang dari variabel jumlah mahasiswa yang lulus adalah :

$$\mu_{\text{berkurang}}(y) : \begin{cases} 0, z \leq 500 \\ \frac{z - 500}{2500} & 500 \leq z \leq 3000 \\ 1, z \geq 3000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{banyak}}(y) : \begin{cases} 1, z \leq 500 \\ \frac{z - 500}{2500} & 500 \leq z \leq 3000 \\ 0, z \geq 3000 \end{cases}$$

Untuk mencari nilai keanggotaan himpunan bertambah dan berkurang dari variabel jumlah mahasiswa yang lulus, maka harus dicari nilai z nya terlebih dahulu. Dimana untuk mencari nilai z pada setiap aturan maka digunakan fungsi MIN pada aplikasi fungsi. Digunakanlah yang namanya inferensi.

B. Aturan Inferensi

R1. IF jumlah mahasiswa banyak dan jumlah penerimaan peserta wisuda naik THEN jumlah mahasiswa yang lulus bertambah

$$\alpha - \text{predika} = \mu_{\text{jumlah mahasiswa banyak}} \cap \mu_{\text{jumlah penurunan peserta wisuda naik}} = \mu_{\text{min}}(\mu_{\text{jumlah mahasiswa banyak}} [1500], \mu_{\text{penurunan wisuda naik}} [300])$$

$$= \min(0,75; 0,66)$$

$$= 0,66$$

Himpunan jumlah mahasiswa bertambah adalah:

$$\frac{z - 500}{2500} = 0,66$$

$$z - 500 = 1650$$

$$z_1 = 1150$$

R2. IF jumlah mahasiswa banyak dan jumlah penerimaan peserta wisuda turun THEN jumlah mahasiswa yang lulus berkurang

α - predika = μ jumlah mahasiswa banyak \cap jumlah penurunan peserta wisuda turun

$$= \mu \min(\mu \text{ jumlah mahasiswa banyak } [1500], \mu \text{ penurunan wisuda turun } [300])$$

$$= \min(0,75; 0,34)$$

$$= 0,34$$

Himpunan jumlah mahasiswa berkurang adalah :

$$\frac{300 - z}{2500} = 0,34$$

$$3000 - z = 850$$

$$z_2 = 2150$$

R3. IF jumlah mahasiswa sedikit dan jumlah penerimaan peserta wisuda naik THEN jumlah mahasiswa yang lulus bertambah

α - predika = μ jumlah mahasiswa sedikit \cap jumlah penurunan peserta wisuda naik

$$= \mu \min(\mu \text{ jumlah mahasiswa sedikit } [1500], \mu \text{ penurunan wisuda naik } [300])$$

$$= \min(0,25; 0,66)$$

$$= 0,25$$

Himpunan jumlah mahasiswa bertambah adalah:

$$\frac{z - 500}{2500} = 0,25$$

$$z - 500 = 625$$

$$z_3 = 125$$

R4. IF jumlah mahasiswa sedikit dan jumlah penerimaan peserta wisuda turun THEN jumlah mahasiswa yang lulus berkurang

α - predika = μ jumlah mahasiswa sedikit \cap jumlah penurunan peserta wisuda turun

$$= \mu \min(\mu \text{ jumlah mahasiswa sedikit } [1500], \mu \text{ penurunan}$$

$$\text{wisuda turun } [300])$$

$$= \min(0,25; 0,34)$$

$$= 0,25$$

Himpunan jumlah mahasiswa bertambah adalah:

$$\frac{3000 - z}{2500} = 0,25$$

$$3000 - z = 625$$

$$z_4 = 2375$$

Setelah mencari nilai z pada masing-masing aturan inferensi, maka selanjutnya menentukan nilai output crisp.

C. Menentukan Nilai Crisp.

Untuk menentukan output crisp maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$Z = \frac{(\alpha_1 \cdot z_1) + (\alpha_2 \cdot z_2) + (\alpha_3 \cdot z_3) + (\alpha_4 \cdot z_4)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}$$

$$Z = \frac{0,66 \cdot 1150 + 0,34 \cdot 2150 + 0,25 \cdot 125 + 0,25 \cdot 2375}{0,66 + 0,34 + 0,25 + 0,25}$$

$$Z = \frac{759 + 731 + 31,25 + 593,75}{1,5}$$

$$Z = \frac{2115}{1,5}$$

$$Z = 1410$$

D. Uji Data Tingkat Kelulusan Mahasiswa

Jadi kesimpulannya untuk jumlah mahasiswa yang lulus setiap tahunnya sekitar 1.410 mahasiswa. Dimana jumlah tersebut bisa dikatakan jumlah yang cukup banyak. Pada tahap pertama yaitu memodelkan variabel fuzzy untuk mempermudah dalam perhitungan himpunan fuzzy.

Pada tahap ini terdapat tiga variabel dimana pada setiap variabel tersebut direpresentasikan dengan bentuk grafik sesuai dengan aturan metode tsukamoto. Kemudian dihitung nilai keanggotaan dari setiap himpunan fuzzy tersebut dan nilai tersebut terletak di dalam selang [0,1].

Untuk tahap kedua yaitu tentang aturan inferensi, dimana aturan tersebut merupakan sebuah bentuk kerja perhitungan yang berdasar pada konsep teori himpunan fuzzy. Sesuai dengan definisi tersebut jika dilihat dari

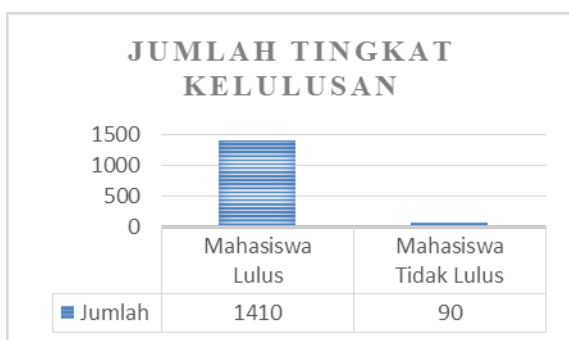
perhitungan inferensi diatas, yaitu sebuah perhitungan yang berdasar pada himpunan fuzzy yang sudah diperoleh sebelumnya.

Pada tahap yang terakhir yaitu menentukan output crisp untuk mengetahui nilai kebenaran dari operasi logika yang digunakan. Output crisp merupakan sebuah keputusan yang diperoleh dari hasil pengolahan logika. Dimana output crisp tersebut digunakan untuk mendapatkan keputusan tingkat kebenaran dari operasi logika yang digunakan. Sesuai dengan pernyataan tersebut diketahui bahwa jumlah penerimaan peserta wisuda yaitu sebanyak 300 dan jumlah tersebut termasuk pada kategori naik dan jumlah mahasiswa sebanyak 1500 dan masuk pada kategori banyak. Dari perhitungan output crisp diperoleh jumlah mahasiswa yang lulus yaitu sebanyak 1.410. sesuai dengan aturan inferensi bahwa ketika jumlah penerimaan peserta naik dan jumlah mahasiswa banyak maka tingkat kelulusan akan bertambah.

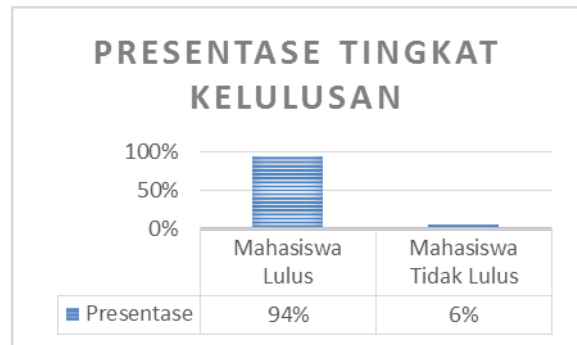
Tabel 4. Hasil Data Pengolahan Tingkat Kelulusan Mahasiswa

Keterangan	Jumlah	Presentase
Mahasiswa Lulus	1410	94%
Mahasiswa Tidak Lulus	90	6%

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Berdasarkan Jumlah Tingkat Kelulusan



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Berdasarkan Presentase Tingkat Kelulusan

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian ini telah menunjukkan korelasi dari setiap variabelnya yang diolah dengan menggunakan teori fuzzy tsukamoto sehingga dapat membantu dalam memprediksi jumlah mahasiswa yang lulus dan tidak lulus, meskipun sistem ini tidak menentukan secara pasti jumlah mahasiswa yang lulus, karena disesuaikan dengan jumlah mahasiswa dan jumlah penerimaan wisuda. Penelitian ini dapat diselesaikan dengan beberapa tahap yaitu Memodelkan variabel fuzzy, Aturan inferensi atau aturan logika, dan Menentukan output crisp. Hasil yang diperoleh mahasiswa yang lulus sekitar 1.410. dimana jumlah tersebut jika dipresetasekan sebesar 94% dari jumlah mahasiswa sehingga bisa dikatakan sudah cukup banyak tingkat kelulusan dari jumlah mahasiswa.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Department of Computer Engineering dan Universitas Wiralodra yang selalu mendukung dan membantu riset kami.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Camastra *et al.*, “A fuzzy decision system for genetically modified plant environmental risk assessment using Mamdani inference,” *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 3, pp. 1710–1716, 2015, doi: 10.1016/j.eswa.2014.09.041.

[2] J. O. Oladipo, A. S. Akinwumiju, O. S. Aboyeji, and A. A. Adelodun, “Comparison between fuzzy logic and

- water quality index methods: A case of water quality assessment in Ikare community, Southwestern Nigeria,” *Environmental Challenges*, vol. 3, no. January, p. 100038, 2021, doi: 10.1016/j.envc.2021.100038.
- [3] F. Topaloğlu and H. Pehlivan, “Comparison of Mamdani type and Sugeno type fuzzy inference systems in wind power plant installations,” *6th International Symposium on Digital Forensic and Security, ISDFS 2018 - Proceeding*, vol. 2018–Janua, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/ISDFS.2018.8355384.
- [4] B. R. Raghunath and B. Annappa, “Dynamic Resource Allocation Using Fuzzy Prediction System,” in *2018 3rd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, Apr. 2018, pp. 1–6, doi: 10.1109/I2CT.2018.8529674.
- [5] J. Singla, “Comparative study of Mamdani-type and Sugeno-type fuzzy inference systems for diagnosis of diabetes,” *Conference Proceeding - 2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications, ICACEA 2015*, pp. 517–522, 2015, doi: 10.1109/ICACEA.2015.7164799.
- [6] A. Son and E.-N. Huh, “Study on a migration scheme by fuzzy-logic-based learning and decision approach for QoS in cloud computing,” in *2017 Ninth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)*, Jul. 2017, pp. 507–512, doi: 10.1109/ICUFN.2017.7993836.
- [7] G. Casalino, G. Castellano, and C. Mencar, “Incremental and Adaptive Fuzzy Clustering for Virtual Learning Environments Data Analysis,” in *2019 23rd International Conference Information Visualisation (IV)*, Jul. 2019, vol. 2019–July, no. Iv, pp. 382–387, doi: 10.1109/IV.2019.00071.
- [8] H. Thakkar, V. Shah, H. Yagnik, and M. Shah, “Comparative anatomization of data mining and fuzzy logic techniques used in diabetes prognosis,” *Clinical eHealth*, vol. 4, pp. 12–23, 2021, doi: 10.1016/j.ceh.2020.11.001.
- [9] F. B. Goularte, S. M. Nassar, R. Fileto, and H. Saggion, “A text summarization method based on fuzzy rules and applicable to automated assessment,” *Expert Systems with Applications*, vol. 115, pp. 264–275, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2018.07.047.
- [10] K. Mittal, A. Jain, K. S. Vaisla, O. Castillo, and J. Kacprzyk, “A comprehensive review on type 2 fuzzy logic applications: Past, present and future,” *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 95, no. December 2018, p. 103916, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.engappai.2020.103916.
- [11] Weihua Huang, Zhong Ma, Xinfu Dai, Yi Gao, Mingdi Xu, and Huafeng Wu, “Load balancing algorithm for virtual cluster using fuzzy clustering,” in *2016 2nd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC)*, Oct. 2016, pp. 313–320, doi: 10.1109/CompComm.2016.7924715.
- [12] M. Dandi and T. Hidayat, “Analisis Prediksi Problem Virtual Machine Server Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [13] T. Hidayat and M. Alaydrus, “Performance Analysis and Mitigation of Virtual Machine Server by using Naive Bayes Classification,” in *2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, Oct. 2019, pp. 1–5, doi: 10.1109/ICIC47613.2019.8985932.
- [14] B. M. P. Moura, G. B. Schneider, A. C. Yamin, M. L. Pilla, and R. H. S. Reiser, “Allocating Virtual Machines exploring Type-2 Fuzzy Logic and Admissible Orders,” in *2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Jun. 2019, vol. 2019–June, pp. 1–6, doi: 10.1109/FUZZ-IEEE.2019.8858827.
- [15] M. H. Eghbal Ahmadi, S. J. Royaeae, S. Tayyebi, and R. Bozorgmehry Boozarjomehry, “A new insight into implementing Mamdani fuzzy inference system for dynamic process modeling: Application on flash separator fuzzy dynamic modeling,” *Engineering*

- Applications of Artificial Intelligence*, vol. 90, no. March 2019, p. 103485, 2020, doi: 10.1016/j.engappai.2020.103485.
- [16] K. Belarbi, F. Titel, W. Bourebia, and K. Benmahammed, "Design of Mamdani fuzzy logic controllers with rule base minimisation using genetic algorithm," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 18, no. 7, pp. 875–880, 2005, doi: 10.1016/j.engappai.2005.03.003.
- [17] M. F. Adak, "Software defect detection by using data mining based fuzzy logic," in *2018 Sixth International Conference on Digital Information, Networking, and Wireless Communications (DINWC)*, Apr. 2018, pp. 65–69, doi: 10.1109/DINWC.2018.8356997.
- [18] S. Suthar, R. Verma, S. Deep, and K. Kumar, "Optimization of conditions (pH and temperature) for Lemna gibba production using fuzzy model coupled with Mamdani's method," *Ecological Engineering*, vol. 83, pp. 452–455, 2015, doi: 10.1016/j.ecoleng.2015.07.006.
- [19] N. Mijović, M. Kalić, and J. Kuljanin, "Tuning the fuzzy logic system by two meta-heuristics: case study of airline market share on long-haul routes," *Transportation Research Procedia*, vol. 52, no. 2020, pp. 453–460, 2021, doi: 10.1016/j.trpro.2021.01.053.
- [20] F. Ramezani and M. Naderpour, "A fuzzy virtual machine workload prediction method for cloud environments," in *2017 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Jul. 2017, pp. 1–6, doi: 10.1109/FUZZ-IEEE.2017.8015450.
- [21] N. Ghamry and L. S. Nasrat, "Fuzzy logic approach for the prediction of the lifetime of epoxy insulators," in *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, Aug. 2015, pp. 426–432, doi: 10.1109/FSKD.2015.7381980.

ANALISA MODIFIKASI ALGORITMA *STEMMING* UNTUK KASUS *OVERSTEMMING*

Stephanie Betha Rossi Hersianie¹

¹ Teknik Komputer, Universitas Wiralodra, Indonesia

¹ntephbetha@gmail.com

ABSTRAK

Overstemming merupakan pemenggalan kata ke bentuk asal (*root word*) yang berlebihan. Hal ini menyebabkan kata tersebut bermakna sangat berbeda dengan kata asal. Namun, stem yang dihasilkan sama bentuknya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian sebelumnya telah menerapkan algoritma *stemming* dengan tabel aturan kata. Namun kekurangan dari tabel aturan kata ini adalah kesulitan dalam menambahkan jenis kata yang mengalami *overstemming*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi algoritma *overstemming* tersebut. Penelitian ini akan menggabungkan algoritma *stemming* (*hybrid stemming*) yaitu algoritma look-up table, tabel aturan kata dan algoritma *stemming Porter* yang biasa digunakan. Dataset yang digunakan dalam pengujian adalah atribut judul pada dokumen publikasi ilmiah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modifikasi algoritma *stemming* menghasilkan recall sebesar 89,9%. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah pengujian dapat dilakukan menggunakan atribut lainnya pada dokumen publikasi.

Kata Kunci : *Stemming*, Modifikasi *stemming*, *Hybrid Stemming*, *Stemming Porter*

ABSTRACT

Overstemming is the splitting of words into excessive root words. This causes the word to have a very different meaning from the original word. However, the resulting stem is the same shape. To solve this problem, previous research has implemented a stemming algorithm with a word rule table. But the drawback of this word rule table is the difficulty in adding overstemming types of words. Therefore, this study aims to modify the overstemming algorithm. This research will combine stemming algorithm (hybrid stemming), namely look-up table algorithm, word rule table and Porter's commonly used stemming algorithm. The dataset used in testing is the title attribute in scientific publication documents. The test results show that the stemming algorithm modification results in a recall of 89.9%. Suggestions for further research are that testing can be done using other attributes in the publication document.

Keywords: *Stemming*, *Stemming Modification*, *Hybrid Stemming*, *Stemming Porter*

I. PENDAHULUAN

Stemming memiliki beberapa manfaat, di antaranya yaitu untuk mengembalikan kata ke bentuk asalnya, menambah nilai recall dan berfungsi dalam pada proses pencarian kata. Selain itu, tujuan dari proses *stemming* adalah memperkecil perubahan dan bentuk turunan

dari suatu kata ke bentuk kata dasarnya [1]. Misalnya, kata “ cars, car’s, car “ memiliki bentuk dasar yang sama yaitu “car”. Permasalahan utama dalam proses *stemming* adalah bagaimana cara memperoleh kata dasar yang benar dari suatu kata yang telah mengalami perubahan bentuk [2], [3].

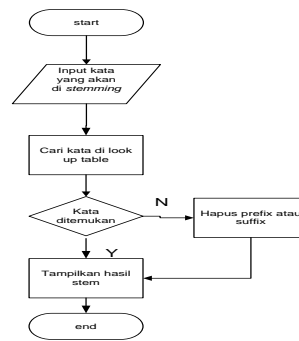
Overstemming merupakan salah satu kasus yang terjadi pada proses stemming. Overstemming merupakan pemenggalan kata ke bentuk asal (*root word*) yang berlebihan. Hal ini menyebabkan suatu kata yang bermakna sangat berbeda, dapat menghasilkan stem yang sama [4]. Misalnya, kata “generalized, general, generous, generating” menghasilkan stem “gener”. Penelitian sebelumnya [5] telah mengatasi kasus *overstemming* menggunakan algoritma *stemming Porter* dan membuat tabel aturan kata. Sedangkan, penelitian [6] telah melakukan stemming menggunakan *look up table*. *Look up table* ini sebagai tempat menyimpan *root words* beserta bentuk kata imbuhan tersebut pada database [7].

Tabel aturan kata pada penelitian [5] memiliki kekurangan yaitu kesulitan dalam menambahkan jenis kata yang mengalami *overstemming*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menangani *overstemming* dengan melakukan perubahan (modifikasi) pada proses stemming. Proses perubahan (modifikasi) stemming dilakukan dengan menggabungkan algoritma look-up table yang berisi tabel aturan kata dan algoritma stemming Porter yang sudah dikenal [8], [9]. Tabel aturan kata tersebut dimasukkan ke dalam database sehingga dapat memudahkan proses update jenis kata yang mengalami *overstemming*. Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah atribut judul dari dokumen publikasi. Pengujian dilakukan dengan mengolah atribut judul tersebut melalui proses stemming biasa dan proses modifikasi stemming. Kedua proses tersebut akan menghasilkan perbandingan nilai recall pada judul [10], [11].

II. METODE PENELITIAN

Penanganan kasus *overstemming* ini dilakukan dengan menggabungkan algoritma look-up table dan tabel aturan kata dari. Look up table ini berisi kamus kata [1], [11]. Kamus kata tersebut memiliki daftar kata yang berasal dari tabel aturan kata. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan *algoritma affix removal stemming Porter* untuk menangani kata yang tidak mengalami *overstemming*. Algoritma stemming Porter digunakan karena tabel aturan kata yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya merupakan hasil dari adaptasi algoritma stemming Porter. Algoritma *look-up table* dilakukan dengan memasukan kata-kata ke

database secara manual. Ketika pengguna memasukan kata infleksi (perubahan bentuk kata yang tidak mengubah arti kata tersebut), maka stemmer akan mencari keberadaan [12].



Gambar. Proses Algoritma *Look up Table* [13]

Ada beberapa usulan dalam aturan kata untuk menangani kasus *overstemming* [14], [15]. Berikut ini adalah beberapa tabel aturan kata tersebut :

1. Aturan pertama mengatasi kata bentuk jamak pada kata tidak beraturan yang tidak ditangani pada algoritma *stemming Porter*.

Tabel 1. Aturan Pertama Daftar Kategori Kasus yang ditangani

Kategori	Original Words	Aturan	Hasil Stem Modifikasi	Total Kata
Kata yang berakhiran children adalah bentuk jamak dari child	child/children	Mengubah children menjadi child	child/child	6 kata
Kata yang berakhiran -men adalah bentuk jamak dari -man	dryman/drymen	mengubah -men menjadi -man	dryman/dryman	429 kata
Kata yang berakhiran -ci adalah bentuk jamak dari -cus	abacus/abaci	mengubah -cus menjadi -ci	abaci/abaci	35 kata
Kata yang berakhiran -eaux adalah bentuk jamak dari -eau	plateau/plateaux	mengubah -eaux menjadi -eau	plateau/plateau	29 kata
Kata yang berakhiran -mata adalah bentuk jamak dari -ma	automa/automata	mengubah -mata menjadi -ma	automa/automa	108 kata
Kata yang berakhiran -trices adalah bentuk jamak dari -trix	matrix/matrices	mengubah -trices menjadi -trix	matrix/matrix	21 kata
Kata yang berakhiran -ses adalah bentuk jamak dari -sis	analysis/analyses	mengubah -sis menjadi -s	analys/analys	492 kata

2. Aturan kedua yaitu mengatasi kata-kata yang memiliki stem “gener” dan kata yang memiliki awalan “gene”. Beberapa kata

yang ada pada Tabel 2 sebelum mengalami modifikasi algoritma stemming, akan mengalami kasus *overstemming*. Semua kata tersebut menghasilkan stem yang sama yaitu “gener”. Berikut ini adalah daftar kata yang memiliki stem “gener” dengan perubahan hasil stem-nya.

Tabel 2. Aturan Kedua Daftar Kategori Kasus yang ditangani

Kata	Hasil stem sebelum modifikasi	Hasil stem modifikasi	Total Kata	
<i>generate</i>	<i>gener</i>	<i>generat</i>	76 Kata	
<i>generates</i>	<i>gener</i>			
<i>generated</i>	<i>gener</i>			
<i>generating</i>	<i>gener</i>			
<i>general</i>	<i>gener</i>			<i>general</i>
<i>generally</i>	<i>gener</i>			<i>generic</i>
<i>generic</i>	<i>gener</i>			
<i>generically</i>	<i>gener</i>			<i>generous</i>
<i>generous</i>	<i>gener</i>			

3. Aturan ketiga menangani kata dengan yang akhiran -y dan tidak terdapat huruf vokal pada kata tersebut serta kata tersebut tidak terselesaikan oleh algoritma *stemming* Porter.

Tabel 3. Aturan Ketiga Daftar Kategori Kasus yang ditangani

Original Words	Hasil stem sebelum modifikasi	Hasil Stem Modifikasi	Total Kata
<i>cry/cries/cried/crying</i>	<i>cry/cri/cri/cry</i>	<i>cry/cry/cry/cry</i>	20 kata

4. Aturan keempat menanggulangi kata dengan akhiran -s (bukan -ss) dan bentuk *participle* dari kata tersebut. Algoritma stemming Porter akan menghapus akhiran -s pada kata dengan akhiran -s. Misalnya, kata “*focus*” menjadi “*focu*”. Namun, apabila kata berakhiran -s tersebut berada dalam bentuk *past* atau *present participle* maka *stemming* Porter hanya akan menghapus akhiran -ed atau -ing. Misalnya, kata “*focused*”, “*focusing*” menjadi “*focus*” dan “*focus*”.

Tabel 4. Aturan Keempat Daftar Kategori Kasus yang ditangani

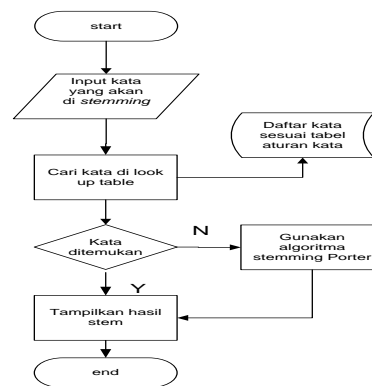
Original Words	Hasil stem sebelum modifikasi	Aturan	Hasil Stem Modifikasi	Total Kata
<i>focus/focuses/focused/focusing</i>	<i>focu/focus/focus/focus</i>	mengubah -sed menjadi -s mengubah -sing menjadi -s	<i>focu/focu/focu/focu</i>	28 kata

5. Aturan kelima algoritma stemming Porter tidak menanggulangi present atau past participle derivations. Misalnya, kata “*studiedly*” menghasilkan stem “*studiedli*” seharusnya “*study*”. Aturan kelima akan mengatasi kata-kata pada kategori tersebut.

Tabel 5. Aturan Kelima Daftar Kategori Kasus yang ditangani

Kategori	Original Words	Hasil stem sebelum modifikasi	Aturan	Hasil Stem	Total Kata
Kata yang berakhiran -iedly atau -iedness berelasi dengan kata yang berakhiran -ied	<i>Study /studied/ studiedn ess/studiedly</i>	<i>studi/studi/ studied /studiedli</i>	mengubah ah -ly menjadi -ied mengubah ah -ss menjadi -ied	<i>study/ study /study /study</i>	13 kata
Kata yang berakhiran -edly atau -edness berelasi dengan kata yang berakhiran -ed	<i>Amaze /amazed /amazed ly /amazed ness</i>	<i>amaz/amaz /amazeli/ amazed</i>	mengubah ah -ly menjadi -ed mengubah ah -ss menjadi -ed	<i>amaz/ amaz/ amaz /amaz</i>	439 kata

Tabel aturan kata memuat aturan pemotongan kata pada proses stemming. Dataset kata pada tabel aturan kata ini diperoleh dari website *morewords* [16]. Website ini digunakan sebagai pilihan kamus kata karena memiliki kata yang bersumber dari *Enhanced North American Benchmark Lexicon (ENABLE2K)*. Jumlah kata yang dimiliki oleh situs ini lebih dari 173.528. Kemudian, daftar kata tersebut beserta kata hasil bentukannya dimasukkan ke dalam tabel di database. Alur proses usulan metode modifikasi algoritma *stemming* untuk menangani kasus *overstemming* adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Proses Modifikasi Algoritma Stemming

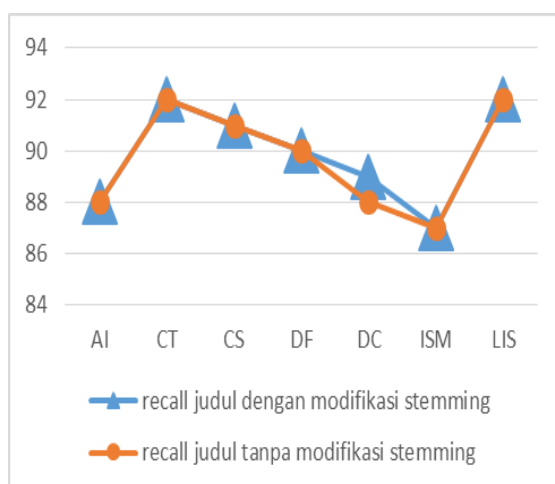
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian modifikasi algoritma stemming ini dilakukan menggunakan atribut judul pada dokumen publikasi. Dataset dokumen publikasi diperoleh dari DBLP Computer Science Bibliography, serta dokumen publikasi dari STEI-ITB. Pengujian menggunakan dokumen publikasi sebanyak 3.012. Dokumen publikasi ini sudah dikelompokkan ke dalam 7 bidang penelitian yaitu *AI and Image Processing (AI)*, *Computational Theory and Mathematics (CT)*, *Computer Software (CS)*, *Data Format (DF)*, *Distributed Computing (DC)*, *Information System (ISM)*, *Library and Information Science (LIS)*. Tabel 6 menunjukkan hasil kata yang mengalami *overstemming* dan tertangani oleh modifikasi algoritma stemming pada atribut judul.

Tabel 6. Kata Judul Overstemming yang ditangani

Atribut	Jumlah Kata Overstemming	Total Kata	Presentasi (%)
Judul	1430	17743	8,06

8,06%. Tabel di atas menunjukkan bahwa kemungkinan jenis aturan kata masih kurang mampu untuk menangani kasus *overstemming* pada atribut judul. Jenis aturan kata yang lebih bervariasi memungkinkan kasus tersebut lebih banyak yang tertangani. Gambar 3 merupakan hasil recall penggunaan atribut judul pada modifikasi algoritma stemming dan stemming tanpa modifikasi.



Gambar 3. Perbandingan nilai recall pada judul

Gambar 3 menunjukkan bahwa recall pada kasus *overstemming* yang ditangani dengan modifikasi algoritma stemming memiliki nilai yang hampir sama besarnya dengan algoritma stemming tanpa modifikasi. Kedua proses tersebut menghasilkan nilai rata-rata recall sebesar 89,9% dan 89,7%. Perbedaan nilai recall kata judul terjadi pada kategori DC. Nilai recall kategori DC pada stemming dengan modifikasi memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan recall kategori DC pada stemming tanpa modifikasi.

Kasus *overstemming* yang ditanggulangi oleh modifikasi algoritma stemming tidak terlalu mengakibatkan adanya peningkatan hasil *recall* dari proses algoritma stemming tanpa modifikasi. Penyebabnya adalah atribut judul hanya memiliki sedikit variasi kata yang terkandung pada aturan stemming dengan modifikasi. Selain itu, kata yang mengalami stemming dengan modifikasi kemungkinan termasuk kata yang bersifat umum (memiliki nilai *IDF* kecil) pada judul sehingga tidak terlalu mempengaruhi peningkatan *recall*. Kata yang bersifat umum artinya kata yang memiliki frekuensi kemunculan di beberapa kategori, sehingga menghasilkan nilai *IDF* yang kecil. Selain itu, jenis aturan kata kurang banyak variasinya, sehingga kurang dapat menangani kasus *overstemming* pada data yang digunakan. Hal ini menyebabkan tidak terlalu mempengaruhi peningkatan recall.

IV. KESIMPULAN

Kasus *overstemming* yang ditanggulangi menggunakan modifikasi algoritma stemming, dapat meningkatkan hasil recall pada penggunaan atribut judul namun peningkatan recall tersebut tidak terlalu signifikan. Penyebabnya adalah masih banyaknya kata yang belum dapat ditanggulangi oleh tabel aturan kata. Atribut judul hanya memiliki sedikit variasi kata yang terkandung pada tabel aturan kata tersebut. Selain itu, kata yang mengalami stemming dengan modifikasi kemungkinan termasuk kata yang bersifat umum (memiliki nilai *IDF* kecil) pada judul sehingga tidak terlalu mempengaruhi peningkatan recall. Kekurangan dari modifikasi algoritma ini adalah pengguna harus mengupdate jenis kata yang dapat mengalami *overstemming*. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dataset pengujian dapat

ditambahkan dengan menggunakan atribut lain pada dokumen publikasi, misalnya, abstrak. Hal ini bertujuan untuk menambah jumlah dan jenis kata yang kemungkinan dapat mengalami overstemming.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Nq, L. P. Manik, and D. Widiyatmoko, "Stemming Javanese: Another Adaptation of the Nazief-Adriani Algorithm," in *2020 3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, pp. 627–631, Dec. 2020.
- [2] S. Yuan and H. Sun, "A general adaptive finite element eigen-algorithm stemming from Wittrick-Williams algorithm," *Thin-Walled Structures*, vol. 161, p. 107448, Apr. 2021.
- [3] U. Tukeyev, A. Turganbayeva, B. Abduali, D. Rakhimova, D. Amirova, and A. Karibayeva, "Lexicon-free stemming for Kazakh language information retrieval," in *2018 IEEE 12th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*, pp. 1–4, Oct. 2018.
- [4] M. N. Kassim, M. A. Maarof, A. Zainal, and A. A. Wahab, "Word stemming challenges in Malay texts: A literature review," in *2016 4th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, vol. 4, no. c, pp. 1–6, May. 2016.
- [5] R. B. Setya Putra, E. Utami, and S. Raharjo, "Accuracy Measurement on Indonesian Non-formal Affixed Word Stemming With Levenhstein," in *2019 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, pp. 486–490, Jul. 2019.
- [6] R. B. S. Putra and E. Utami, "Non-formal affixed word stemming in Indonesian language," in *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, vol. 2018–Janua, pp. 531–536, Mar. 2018.
- [7] K. Vijayl, "Genera Tion of Caption Selection for News Images Using Stemming Algorithm," pp. 536–540, 2015.
- [8] S. Ernawati, E. R. Yulia, Frieiyadie, and Samudi, "Implementation of The Naïve Bayes Algorithm with Feature Selection using Genetic Algorithm for Sentiment Review Analysis of Fashion Online Companies," in *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, no. Citsm, pp. 1–5, Aug. 2018.
- [9] D. S. Maylawati, W. B. Zulfikar, C. Slamet, M. A. Ramdhani, and Y. A. Gerhana, "An Improved of Stemming Algorithm for Mining Indonesian Text with Slang on Social Media," in *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, no. Citsm, pp. 1–6, Aug. 2018.
- [10] H. A. Almuzaini and A. M. Azmi, "Impact of Stemming and Word Embedding on Deep Learning-Based Arabic Text Categorization," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 127913–127928, 2020.
- [11] M. Naili, A. H. Chaibi, and H. H. Ben Ghezala, "Comparative Study of Arabic Stemming Algorithms for Topic Identification," *Procedia Computer Science*, vol. 159, pp. 794–802, 2019.
- [12] W. Hare, C. Planiden, and C. Sagastizábal, "A derivative-free vu-algorithm for convex finite-max problems," *Optimization Methods and Software*, vol. 35, no. 3, pp. 521–559, 2020.
- [13] A. Muklason, R. G. Irianti, and A. Marom, "Automated Course Timetabling Optimization Using Tabu-Variable Neighborhood Search Based Hyper-Heuristic Algorithm," *Procedia Computer Science*, vol. 161, pp. 656–664, 2019.
- [14] A. Jabbar, S. Iqbal, A. Akhunzada, and Q. Abbas, "An improved Urdu stemming algorithm for text mining based on multi-step hybrid approach," *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, vol. 3079, no. May, pp. 1–21, May 2018.

- [15] G. R. Hall and K. Taghva, "Using the Web 1T 5-Gram Database for Attribute Selection in Formal Concept Analysis to Correct Overstemmed Clusters," in *2015 12th International Conference on Information Technology - New Generations*, Apr. 2015, pp. 651–654, Apr. 2015.
- [16] Moreword, "Enhanced North American Benchmark Lexicon (ENABLE2K)," 2020, [Online]. Available: <https://www.morewords.com>.

ANALISIS KELAYAKAN IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS: DENGAN MEMAMFAATKAN ELECTRONIC CONTROL UNIT MODUL PADA MODA TRANSPORTASI DARAT RODA 4

Sigit Wibawa¹

Fakultas Industri Kreatif dan Telematika, Program Studi Teknik Informatika

¹Universitas Trilogi, Jakarta, Indonesia

¹sigit@trilogi.ac.id

ABSTRAK

“Internet of Things” adalah babak baru Perkembangan teknologi modern pada saat ini hampir semua perangkat dan mesin bisa berkomunikasi, interaksi dan komunikasi mesin dengan mesin, komputer dengan komputer sangat menarik untuk dilakukan penelitian dan dilakukan analisa implementasi, komunikasi mesin dengan mesin atau komputer dengan komputer membutuhkan satu protokol atau antarmuka sebagai sarana untuk interaksi antara pengguna dengan sistem operasi, kendaraan atau alat transportasi darat sudah dilengkapi dengan Electronic Control Unit (ECU), dengan konektor OBD-2 penulis memamfaatkannya sebagai protokol antarmuka komunikasi dengan perangkat telpon genggam melalui bluetooth sehingga kondisi dan status kendaraan bisa diketahui dan hasilnya bisa digunakan untuk pendahuluan analisa seorang mekanik di bengkel dan status kendaraan ini bahkan kita bisa bagikan di media sosial.

Kata kunci : Electronic control unit (ECU), OBD-2, internet of things, Bluetooth

ABSTRACT

Internet of Things is a new chapter in the development of modern technology, at this time almost all devices and machines can communicate, machine-machine-to-machine interaction and communication, computer-to-computer is very interesting for research and implementation analysis, machine-to-machine communication or computer-to-computer communication. requires a protocol or interface as a means for interaction between users and the operating system, vehicles or land transportation equipment is equipped with an Electronic Control Unit (ECU), with the OBD-2 connector the author uses it as a communication interface protocol with mobile phone devices via bluetooth so that conditions and The status of the vehicle can be known and the results can be used for preliminary analysis of a mechanic in the workshop and the status of this vehicle, we can even share it on social media.

Keywords: *Electronic control unit (ECU), OBD-2, internet of things, Bluetooth*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan internet sangat mempengaruhi peradaban manusia dan nilai-nilai sosial, saat ini begitu banyak aplikasi media sosial, hampir semua hal dibagikan di internet bahkan status pribadi seperti pengalaman berwisata, kondisi lalu lintas, pengalaman perjalanan, kuliner, promosi, bisnis, pendidikan, kesehatan, pemerintahan, berita, politik, teknologi sampai kegiatan sehari-hari seperti makan, minum, rekreasi, pertandingan bola dibagikan di media sosial. Mobil atau kendaraan roda empat salah satu hasil dari teknologi tidak bisa dipisahkan dengan kegiatan manusia mobil yang sekarang ini menjadi bagian dari kemajuan teknologi dengan memanfaatkan protokol atau antarmuka sistem “embedded” Mikrokontroler [1] yang ada pada kendaraan transportasi darat roda 4 khususnya di mamfaatkan penulis dan mencoba menganalisa dan implementasi internet of things sistem mobil pintar yang dihubungkan dengan internet dan bisa berinteraksi dengan perangkat lain [2] sehingga berkendara bisa sangat menyenangkan tetap “update status” termasuk status kendaraan kita tentunya dengan tidak melepaskan aspek-aspek keselamatan dijalan. Para produsen mobil sejak tahun 1999 diharuskan memasang komponen “ECU (electronic control unit)” mengontrol satu atau lebih sistem atau subsistem dari sebuah kendaraan pada era modern ini.

Contoh pada mobil type “injection” ECU sebagai otak kendaran khususnya pencampuran bahan bakar campuran udara terhadap bahan bakar pengukuran waktu pengapian dan kecepatan putaran mesin dilakukan secara mekanis. Kini dengan adanya ECU pada mesin injeksi semuanya dapat dengan mudah dikendalikan dengan basis komputer yang ditanamkan dalam data sistem tersebut. ECU mesin injeksi merupakan komponen inti yang menentukan jumlah bahan bakar yang harus disuplai kedalam mesin. Program komputer akan menerima beberapa data dan menggerakkan mesin sesuai dengan takaran bahan bakar yang dibutuhkan. ECU juga menentukan durasi injeksi bahan bakar pada injektor (alat penyuplai bahan bakar) dengan cara menentukan kapan waktu yang tepat untuk memberikan campuran udara dan bahan bakar kepada mesin. Berdasarkan data yang dikumpulkan oleh sensor ECU perangkat ini pula yang mengontrol kecepatan mesin suhu pendingin sudut bukaan gas throttle serta menarik oksigen pada sistem pembuangan gas (knapot).

Internet Of Things (IoT) merupakan prase kata yang mulai ramai dibicarakan saat ini semua serba

internet mungkin itu bisa kita artikan segala sesuatunya di hubungkan dengan internet dan bisa di akses dari mana saja sehingga kita bisa memperoleh informasi darimana saja. Komunikasi mesin dengan mesin, automasi gedung, smart grid, pengontrol pompa insulin, monitoring detak jantung, monitoring tekanan darah adalah sebagian dari produk IoT.



Gambar 1. Revolusi perangkat terkoneksi Internet

II. METODE PENELITIAN

Analisis Kelayakan Implementasi IoT: dengan memanfaatkan electronic control unit modul pada alat transportasi darat bertujuan untuk memperoleh data hubungan perkembangan teknologi kendaraan yang ada pada saat sekarang ini yang kemudian di mamfaat untuk implementasi internet of things sebagai perkembangan peradaban transportasi darat dengan memanfaatkan komponen atau modul ECU yang ada pada kendaraan sebagai protocol dan antarmuka dengan sistem minimum [3][4][5] pengontrol mikro menjadikan kendaraan bisa berkomunikasi dengan pengguna dan perangkat lain sehingga dapat dijadikan acuan pengambilan data yang terkait untuk kepentingan dan digunakan untuk berbagai hal, ECU modul ini menjadi standar “control interface” pada kendaraan modern sehingga penulisan memilih memamfaatkannya sebagai pintu masuk komunikasi dengan kendaraan roda 4 yang akan dilakukan penelitian.

A. Ruang Lingkup Penelitian :

1. Tersedianya **Electrical Control Unit (ECU)** pada kendaraan transportasi darat untuk dapat di djadikan protocol dan antarmuka implementasi IoT.
2. Semakin berkembang teknologi pengontrol mikro untuk mengimplementasikan IoT
3. Perkembangan media sosial sebagai faktor pendukung IoT.

4. Berkembangnya aplikasi android dan ios sebagai faktor pendukung IoT.

Salah satu cara untuk mewujudkan hal tersebut adalah dengan menyiapkan sistem yang dapat menjadikan kendaraan atau transportasi darat untuk dapat dijadikan dan mengimplemetasikan internet of thing, dengan penjelasan di atas, maka sangatlah penting untuk merumuskan suatu permasalahan yaitu bagaimana sistem internet of things pada alat transportasi darat ini bisa diimplementasikan dengan rincian sebagai berikut :

1. Apakah ada sistem Internet of thing pada alat transportasi darat saat ini?
2. Siapa saja yang dapat memanfaatkan sistem internet of thing pada alat transportasi darat tersebut?
3. Kapan sistem Internet of thing pada alat transportasi darat dapat digunakan?
4. Mengapa sistem Internet of thing pada alat transportasi darat diperlukan?
5. Bagaimana mewujudkan sistem internet of thing pada alat transportasi darat tersebut?
6. Bagaimana sistem Internet of thing alat pada transportasi darat bekerja dan Berapa biayanya?

Pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder. Data primer didapat dengan melakukan experimen dan data sekunder di dapatkan dari pengguna atau pelaku transportasi secara umum di indonesia. Variabel yang digunakan bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

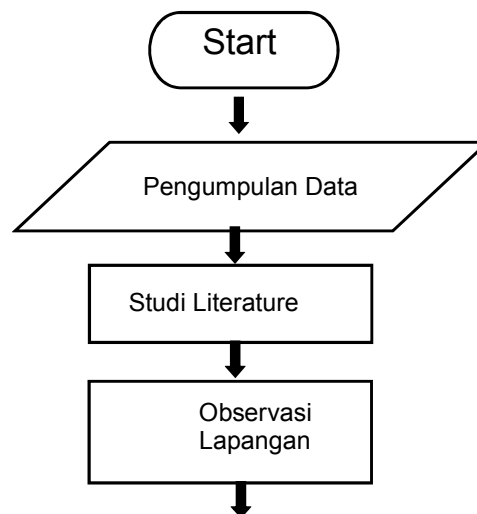
No.	Deskripsi/Informasi	Keterangan
1	Pengguna kendaraan	Memenuhi
2	Jenis kendaraan, tahun pembuatan dan type	Memenuhi
3	Standar Ecu Kendaraan	Memenuhi
4	Regulasi Transportasi	Memenuhi
5	IoT Transportasi	Memenuhi

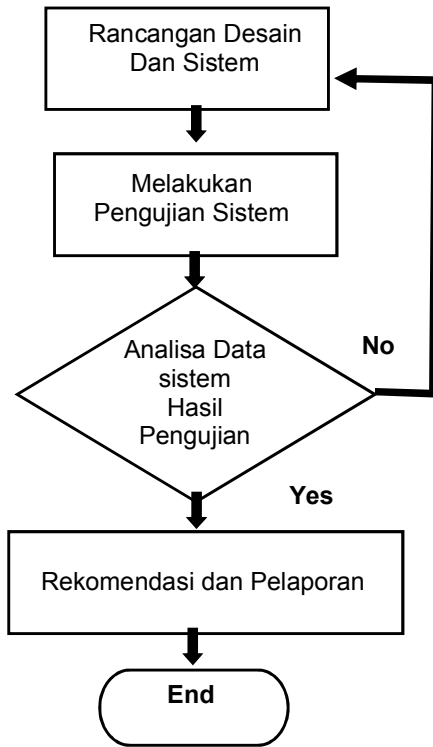
Data yang masuk akan di analisis berdasarkan variabel di atas dan dilakukan simulasi berdasarkan kondisi yang telah di tentukan. seperti yang tertera pada ruang lingkup dengan hasil sesuai dengan yang diharapkan pada tujuan kegiatan ini dan disertai dengan pemanfaatan biaya yang efektif, maka metodologi-metodologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan tersebut haruslah didesain sedemikian rupa sehingga semua variabel-variabel dan indikator yang terlibat dalam kajian terpenuhi, untuk itu metodologi untuk

melaksanakan kajian ini bisa dijelaskan dalam diagram alur sebagai berikut :

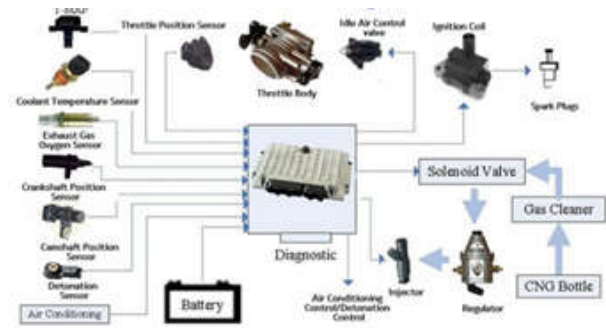
1. Melakukan studi literatur terhadap penelitian penelitian sebelumnya untuk mendapatkan gap analisisnya.
2. Melakukan persiapan pelaksanaan pekerjaan yang meliputi rencana rinci jadwal pelaksanaan kajian, cara pelaksanaan, check list yang akan digunakan sebagai instrumen pengambilan data, pengalokasian keahlian personil dan peralatan.
3. Melakukan diskusi dan wawancara terhadap pengguna dan pemilik kendaraan secara umum.
4. Melakukan eksperimen dan melakukan pengujian sistem Internet of things transportasi darat dengan sampling di lakukan pada beberapa jenis kendaraan dan merk.
5. Analisa terhadap data yang di dapatkan berdasarkan variabel yang sudah di tentukan di awal.
6. Melakukan uji mutu terhadap data yang didapatkan dengan membandingkan data tersebut dan data yang didapat secara manual menjadi tolak ukur kebenaran data.

Agar penelitian bisa berjalan dengan baik peneliti membuat flowchat penelitian yang dilakukan dimana flowchat ini merupakan tahapan-tahapan penelitian yang akan menghasilkan laporan penelitian serta kajian penerapan IoT penelitian. Tahap penelitian bisa dilihat seperti gambar 2 dibawah ini.

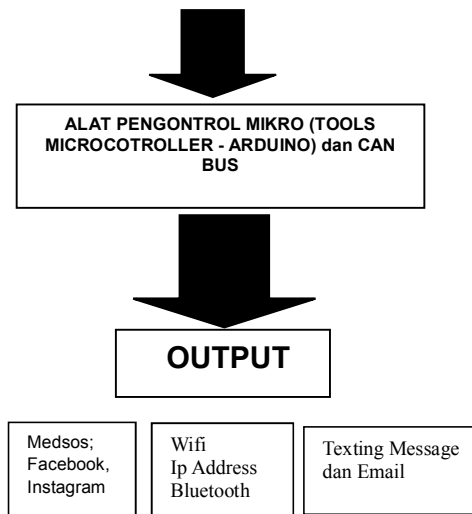




Gambar 2. Flowchart Penelitian IoT ECU



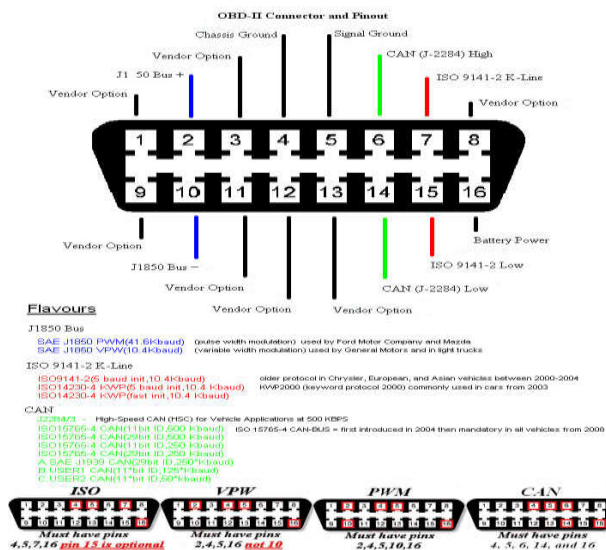
Engine Control Unit



Gambar 3 Arsitektur Perancangan IoT ECU

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memujudkan sistem ini diperlukan antar muka modul ECU dengan perangkat lain melalui konektor OBD-2 yang sudah terdapat koneksi wireless dengan bluetooth untuk pembacaan modul diperlukan perangkat pengontrol mikro seperti Arduino yang telah dirancang untuk mendukung sejumlah besar antarmuka input dan output dan jaringan komunikasi, dan itu adalah platform yang sempurna untuk berinteraksi dengan banyak perangkat yang berbeda dan digunakan dalam berbagai aplikasi [6].



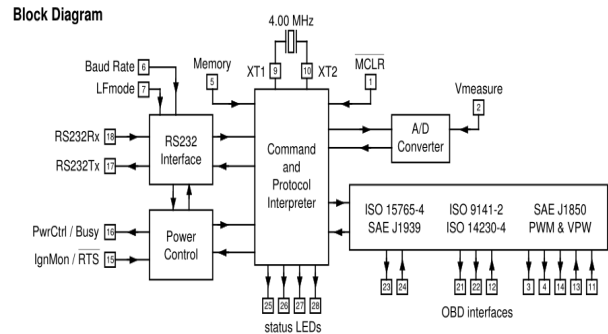
Gambar 4. Koneksi OBD-3 pada ECU Kendaraan roda empat

Tabel 2. Perbandingan protocol pendukung Teknologi ECU

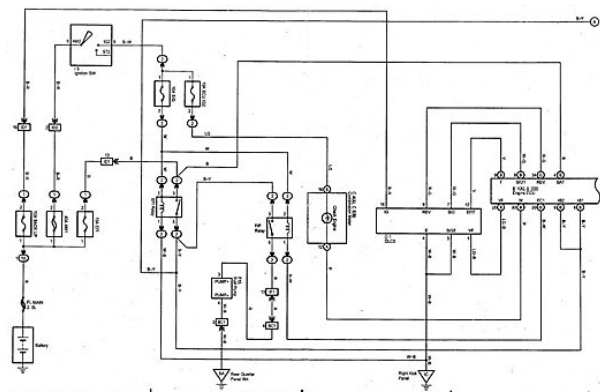
Protocol	ELM320	ELM322	ELM323	ELM327	ELM327L
SAE J1850-PWM	✓			✓	✓
SAE J1850-VPW		✓		✓	✓
ISO 9141-2			✓	✓	✓
ISO 14230-4 (SLOW)			✓	✓	✓
ISO 14230-4 (FAST)			✓	✓	✓

Untuk perangkat yang paling lengkap dalam mendukung protokol ECU dipilih sirkuit terintegrasi (IC) ELM327 produksi “ Elm Electronics” yang sudah banyak dijual dipasaran, yang bentuknya lebih lengkap tetapi mempunyai ukuran yang kecil yaitu produknya ELM327 obd-II Bluetooth car diagnostic interface yang didalamnya sudah terdapat perangkat sirkuit terintegrasi (IC) dan scanner diagnostic yang membaca dan mendiagnosis kondisi mesin kendaraan yang akan kita mamfaatkan sebagai interface dan seterusnya akan dibaca oleh pengendali mikro perangkat ini berbasis Mikrokontroler yang khusus diprogram dirancang untuk menangani komunikasi [8] [9].

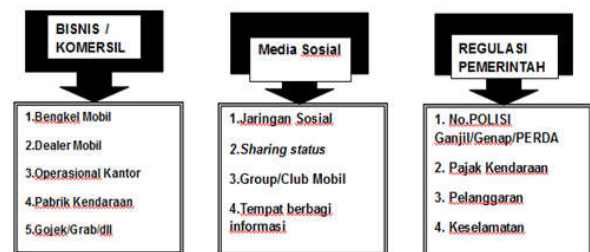
Alat Ini beroperasi pada daya 5V dan memberikan umpan balik debugging melalui 4 LED yang menunjukkan pertukaran data. Data diterima melalui salah satu dari tiga standar sinyal dan kemudian oleh IC ELM327 ditafsirkan sebagai data dan dikirimkan pada baris RS232 standar yang dapat dibaca oleh Arduino. Demikian pula, ketika perintah dikirim ke ELM327 oleh Mikrokontroler, itu ditafsirkan dan diubah menjadi protokol signaling yang benar yang kemudian ditransmisikan ke mobil [10]. IC ELM327 tidak membaca perintah atau data yang sedang dikirim tetapi hanya mengkonversi data ASCII



Gambar 6. Blok Diagram ELM327



Gambar 7. Rencana rangkaian desain modul pembacaan ECU



Gambar 8. Dampak Implementasi IoT pada Transportasi Darat

IV. KESIMPULAN

Sistem implementasi dari IoT pada alat transportasi darat diharapkan dapat menjawab tantangan masalah transportasi dan kemacetan di kota-kota besar, pemerintah dapat memantau setiap kendaraan yang masuk ke wilayahnya dan setiap mobil yang sudah dipasang sistem ini bisa berkomunikasi dengan komputer atau gadget (telpon genggam, tablet, ipad dll) atau bahkan dengan mobil yang lain di kemudian hari diharapkan akan didapatkan sistem transportasi darat

yang handal dan terukur, Regulasi yang dikeluarkan pemerintah dapat lebih akurat dalam penerapannya.

Berubahnya peradaban transportasi darat di diharapkan dapat memperbaiki tatanan serta mengurangi dampak buruk dari transportasi khususnya di darat yang semakin hari semakin membutuhkan penanganan khusus perkembangan yang sangat cepat seiring dengan kemacetan pembangunan infrastruktur yang tidak berimbang dengan pemakaian kendaraan, penggunaan social media dalam berkendara bisa menjadi parameter dan indikator “kebiasaan” masyarakat yang data ini bisa dipantau dan sebagai rujukan salah satunya dalam menentukan regulasi dan membuat rancangan unda-undang transportasi karena secara langsung di pantau dari penggunaan “user” social mediana, kedepan kita akan siap menyongsong era “smart city” dan terus berkembang seiring teknologi yang semakin modern.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Universitas Trilogi yang telah memberi dukungan support dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haiying Wang, Tianjun Sun, Xingbo Zhou and Qi Fan, “Research on the Electric Vehicle Control System” School of Automation”, Harbin University of Science and Technology, Harbin, 2015.
- [2] SeokJu Lee, Girma Tewolde, Jaerock Kwon, “Design and Implementation of Vehicle Tracking System Using GPS/GSM/GPRS Technology and Smartphone Application,” Electrical and Computer Engineering Kettering University Flint, MI, USA IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), March 2014, Seoul.
- [3] Shulong Wang, Yibin Hou, Fang Gao, and Xinrong Ji1, “Novel IoT Access Architecture for Vehicle Monitoring System,” Beijing Advanced Innovation Center for Future Internet Technology Beijing Engineering Research Center for IoT Software and Systems Beijing University of Technology Beijing, China, IEEE 3rd forum of internet of things (WF-IOT) 2016.
- [4] Mohammad Ahmar Khan, Sarfraz Fayaz Khan, “IoT based framework for Vehicle Over-speed detection,” Department of Management Information Systems, College of Commerce and Business Administration, Dhofar University, Salalah, Sultanate of Oman, 1st international conference on computer application and security (ICCAIS) 2018.
- [5] Ming-Sen Hu and Liang-Hsiu Chen, “The Application of Embedded Control and IOT Technology in the Automatic Light-Chasing Vehicles,” Department of Aviation & Communication Electronics, Air Force Institute of Technology, IEEE Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering, 2019.
- [6] Kasa Sudheer, K Hemanth Kumar, N Puneethkumar, “IOT Based Intelligent smart controller for electric vehicle,” Dept. Of EEE, SVCE, Tirupati, 6th International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS), India 2020.
- [7] Md. Shahriar Rajib, Jabber Ahmed, Md Mahfuzur Rahman, Wali Mohammad Abdullah and Naresh Singh Chauhan, “A Proposed System to Estimate the Velocity of Vehicles from Traffic Video,” Department of Computer Science and Engineering Military Institute of Science and Technology Mirpur Cantonment, Dhaka, Bangladesh, International conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud), (I-SMAC 2017).
- [8] A.M. Elshaer, M. M. Elrakaiby, Mohamed E. Harb, “Autonomous Car Implementation Based on CAN Bus Protocol for IoT Applications,” Department of Electronics and Communication Engineering Higher Institute of Engineering and Technology Alexandria, Egypt, 13th International Conference on Computer Engineering and Systems (ICCES) 2018.
- [9] Vijaya Shetty S, Sarojadevi H, Akshay K S, Deepthi Bhat, “ IOT Based Automated Car Maintenance Assist,” Nitte Meenakshi Institute of Technology Bengaluru, India International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI) 2017.
- [10] Stevan Stevic, Vladimir Lazic, Milan Z. Bjelica, “IoT-based Software Update Proposal for Next Generation Automotive Middleware Stacks,” IEEE 8th International Conference On Consumer Electronics – (ICCE Berlin) 2018.

- [11] Mahmood Abdul Ghani Alharbe, "Awarenessability and Influences on Raising ofTraffic Accidents Through the Content of Social Media in the Internet of Things" Proceedings of the Second International conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC 2018).
- [12] Pranali Yenkar, Dr.S.D.Sawarkar, "A Survey on Social Media Analytics for Smart City," Proceedings of the Second International conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC 2018).
- [13] Vidya MN, Dr. Nandini Prasad K.S, "Adaptation Trust Based Protocol For IoT Using Smartphones in Social Media" 2nd International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology (iCATccT) 2016
- [14] Muhammad Hamza Sarwar, Munam Ali Shah, Muhammad Umair, Syad Hassnain Faraz,"Network of ECUs Software Update in Future Vehicles," 25th International Conference on Automation and Computing (ICAC) 2019
- [15] Dipayan N. Chowdhury, Nimish Agarwal, Arnab B. Laha, Amrit Mukherjee, " Vehicle-to-vehicle Communication System Using IOT Approach, Proceedings of the 2nd International conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA 2018)

TEKNOKOM : Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem Komputer

Published by : Department of Computer Engineering, Universitas Wiralodra
Jl. Ir. H. Juanda KM.03, Singaraja, Indramayu - Jawa Barat 45312

ABOUT THIS JOURNAL

TEKNOKOM : Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem Komputer with frequency 2 (two) times a year, ie in March and September. The editors receive scientific writings from lecturers, teachers and educational observers about the results of research, scientific studies and analysis and problem solving closely related to the field of ICT and System Computer.

Topics of interest include, but are not limited to:

1. Computer Organization & Architecture
2. Computer Networks & Wireless Communication
3. Embedded System
4. Mobile Computing
5. Internet of Thing (IoT) Technology
6. Cloud Computing
7. Smart System
8. Information Technology (IT) Automation
9. Network Security
10. Cryptography
11. Computer Security
12. Routing-Switching System & Technology
13. Parallel and Distributed System
14. Robotic Intelligence
15. Biometrical Application
16. Digital Image Processing
17. Machine Learning
18. Data science
19. Data Mining
20. Big Data
21. Marketing Management Information System
22. Strategic Management of Information System
23. Project & Change Management of Information System
24. Business Process & Organization of Information System
25. IS Security & Risk Management of Information System
26. Business Intelligence System

Paper Submission

The authors should submit only papers that have been carefully proofread and polished. Manuscripts are accepted with the understanding that they are original or extended versions of previously published papers in conferences and/or journals and that, if the work received an official sponsorship, it has been duly released for open publication. Before submission please make sure that your paper is prepared using the journal paper template.

The authors must refer to TEKNOKOM format and style based Author Guidelines Template. The authors should send a Cover Letter as a Supplement File in the submission step as well. This will ensure fast processing and publication.

The journal writing format, explained as follows:

The title of the manuscript should be no more than 12 words, accurately describe the content.

Authors (and co-authors) names are written below the title of the manuscript, without including their titles or degrees.

Authors' affiliations are written below the names; email of the corresponding author is written below the affiliations.

The abstract consists of 150-200 words written in a single paragraph. It should be clear, informative, descriptive, and provide a clear statement of the problem, the proposed approach or solution, and point out major findings and conclusions.

Keywords consist of words or phrases which are important, specific, or representative to the article.

The introduction should provide a clear background, a clear statement of the problem, the relevant literature on the subject, the proposed approach or solution, the new value of research, and end with the purpose of the study.

The method includes research chronological, including research design, research procedures, instruments, and analysis techniques used in solving problems.

Results and Discussion should be an objective description of the results and should be in relation to the purposes of research.

References should at least consist of 15 most pertinent and up-to-date sources. 80% of the references must be from reputable international journals published in less than 5 years.



COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT

I, the undersigned, on behalf of all authors, hereby declare that the following article is an original work of the authors, has not been published before, and it is not under consideration for publication in any other journals/conferences.

The article entitled : _____

Authors 1 : _____

Authors 2 : _____

Authors 3 : _____

Authors 4 : _____

Authors 5 : _____

Affiliation 1: : _____

Affiliation 2: : _____

Affiliation 3: : _____

Affiliation 4: : _____

Affiliation 5: : _____

I hereby agree to transfer all copyright to *TEKNOKOM* and *Universitas Wiralodra* as a journal publisher. Copyright includes the exclusive right to reproduce and provide articles in all forms and media, including reprints, photographs, microfilms and any other similar reproduction, as well as translation.

The author still has the right to the following:

1. The right to make further copies of all or part of the published article for my use in classroom teaching;
2. The right to reuse all or part of this material in a compilation of my own works or in a textbook of which I am the author;
3. The right to make copies of the published work for internal distribution within the institution that employs me.

I am responsible for the entire contents of the submitted article. I agree that this transfer of rights also applies to all copies made in connection with the submission of this article and I will also inform this agreement to other authors.

Date :

Main/corresponding authors signature:
