



Topic Modeling for Evolving Textual Data Using LDA, HDP, NMF, BERTOPIC, and DTM With a Focus on Research Papers

C.B. Pavithra, J. Savitha

Analisis Performa Akademik Mahasiswa Menggunakan Social Network Analysis (Studi Kasus: Prodi Bisnis Digital Universitas dr. Soebandi)

Khoirunnisa Afandi, M. Habibullah Arief, Nadya Faizatul Laily, Derik Maulana Nugroho

Pengembangan Proses Bisnis Pelayanan Statistik Terpadu Badan Pusat Statistik Kota Surabaya Menggunakan Metode Prototyping

Alvi Yuana Febriyanti, Alfi Hidayatur Rizki, Ahmad Wafi Fathurrahman, Rizal Harjo Utomo, Tresna Maulana Fahrudin, Aviolla Terza Damaliana

Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kost Terbaik Pada Kecamatan Oebobo Menggunakan Metode TOPSIS

Fatimah Azahra Imran, Gustaf Karel Katihara, Archangela Cornelia Lae, Yampi R Kaesmetan

Rekomendasi Restock Barang di Toko Pojok UMKM Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Ayuni Salsabiela, Adam Prayogo Kuncoro, Pungkas Subarkah, Primandani Arsi

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Website Terbaik Mahasiswa Stikom Uyelindo Kupang Menggunakan Metode TOPSIS

Mayang Fitrylia Azis, Franklyn Priscian Latuan, Vania Serafin Penlaana, Yampi R Kaesmetan

Rancang Bangun Sistem Monitoring Pasang Surut Air Laut Untuk Perancangan Pengembangan Sebuah Pelabuhan

Muhammad Ifti Suwarso, Ibrahim Nawawi, Johan Pamungkas

Penerapan Algoritma K-Means untuk Mengelompokkan Makanan Berdasarkan Nilai Nutrisi

Prayoga Alga Vredizon, Hasbi Firmansyah, Nadya Shafira Salsabila, Wildani Eko Nugroho

Sistem Informasi Penjualan Online Thrift Shop Berbasis Web

Putu Candra Ariani, I Gusti Agung Ayu Ananda Dewi, Selly Vania Christina Wijaya,

Kadek Sukma Jayanti, Ketut Gede Tegar Maranom Jati, Rangga Firdaus, Gede Surya Mahendra

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Efektif Untuk Budidaya Bawang Merah di Kecamatan Brebes Menggunakan Metode Additive Ratio Asessment (ARAS)

Nuriman, Erlan Darmawan, Muhsin

Jurnal of Technology Informatics (JoTI) merupakan media penyampaian hasil penelitian untuk semua bidang keilmuan Teknik Informatika dan Teknik Elektro yang terbit dua kali dalamsetahun yaitu April dan Oktober, dengan E-ISSN 2686-6102 dan P-ISSN 2721-4842, yang diterbitkan oleh Universitas Dinamika pertama kali tahun 2019.

TEAM EDITORIAL

Editor In Chief:

- Musayyanah, S.ST., M.T dari Universitas Dinamika, Surabaya, Indonesia.

Managing Editor:

- Edo Yonatan Koentjoro, S.Kom., S.Th., M.Sc. dari Universitas Dinamika, Surabaya, Indonesia.

Team Reviewer:

- Dr. Jusak, dari Universitas Dinamika, Surabaya, Indonesia.
- Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng. dari Universitas Dinamika, Surabaya, Indonesia.
- Dr. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T. , dari Telkom University, Surabaya, Indonesia.
- Dr. Umaisaroh, S.ST, dari Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia.
- Nur Afiyat, S.T., M.T, dari Universitas Qomaruddin, Gresik, Indonesia.
- Sholiq, S.T, M.Kom, dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- Muhamathir ST., M.Kom, dari Universitas Medan Area, Medan, Indonesia.
- Dr. Ferda Ernawan, dari Universiti Malaysia Pahang, Pahang, Malaysia.
- Kelik Sussolaikah, S.Kom., M.Kom, dari Universitas PGRI Madiun, Madiun, Indonesia.
- Yoppy Mirza Maulana, S.Kom., M.MT., dari Universitas Dinamika, Surabaya, Indonesia.
- Kurnia Paranita Kartika Riyanti, S.ST, MT, dari Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, Indonesia.

Editorial Member:

- Enny Indasyah, S.,ST., M.T., M.Sc dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- Elsen Ronando, S.Si., M.Si., M.Sc dari Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia.
- Pradita Maulidya Effendi, M.Kom. dari Universitas Dinamika, Surabaya Indonesia.
- Mohammad Al Hafidz, S.Kom., M.Kom dari Universitas Hayam Wuruk Perbanas, Surabaya, Indonesia

Assistant Editor:

- Kristin Lebdaningrum, S.Kom dari Universitas Dinamika, Surabaya, Indonesia.

Technical Handle:

- Atika Ilma Yani, A.Md dari Universitas Dinamika, Surabaya, Indonesia.

Publisher:

- Universitas Dinamika

Website:

- <http://e-journals.dinamika.ac.id/joti>

Email:

- joti@dinamika.ac.id

Editor's Address:

- Raya Kedung Baruk No. 98 Surabaya

TABLE CONTENT

Topic Modeling for Evolving Textual Data Using LDA, HDP, NMF, BERTOPIC, and DTM With a Focus on Research Papers C.B. Pavithra, J. Savitha	53-63
Analisis Performa Akademik Mahasiswa Menggunakan Social Network Analysis Khoirunnisa Afandi, M. Habibullah Arief, Nadya Faizatul Laily, Derik Maulana Nugroho	64-69
Pengembangan Proses Bisnis Pelayanan Statistik Terpadu Badan Pusat Statistik Kota Surabaya Menggunakan Metode Prototyping Alvi Yuana Febriyanti, Alfi Hidayatur Rizki, Ahmad Wafi Fathurrahman, Rizal Harjo Utomo, Tresna Maulana Fahrudin, Aviola Terza Damaliana	70-79
Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kost Terbaik Pada Kecamatan Oebobo Menggunakan Metode TOPSIS Fatimah Azahra Imran, Gustaf Karel Katihara, Archangela Cornelia Lae, Yampi R Kaesmetan	80-86
Rekomendasi Restock Barang di Toko Pojok UMKM Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Ayuni Salsabiela, Adam Prayogo Kuncoro, Pungkas Subarkah, Primandani Arsi	87-92
Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Website Terbaik Karya Mahasiswa Menggunakan Metode TOPSIS Mayang Fitrylia Azis, Franklyn Priscian Latuan, Vania Serafin Penlaana, Yampi R Kaesmetan	93-100
Pengembangan Sistem Monitoring Pasang Surut Air Laut Untuk Perancangan Pengembangan Sebuah Pelabuhan Muhammad Ifti Suwarso, Ibrahim Nawawi, Johan Pamungkas	101-107
Penerapan Algoritma K-Means untuk Mengelompokkan Makanan Berdasarkan Nilai Nutrisi Prayoga Alga Vredizon, Hasbi Firmansyah, Nadya Shafira Salsabila, Wildani Eko Nugroho	108-115
Sistem Informasi Penjualan Online Thrift Shop Berbasis Web Putu Candra Ariani, I Gusti Agung Ayu Ananda Dewi, Selly Vania Christina Wijaya, Kadek Sukma Jayanti, Ketut Gede Tegar Maranom Jati, Rangga Firdaus, Gede Surya Mahendra	116-124
Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Efektif Untuk Budidaya Bawang Merah Menggunakan Metode Additive Ratio Assessment (ARAS) Nuriman, Erlan Darmawan, Muhsin	125-135

Kata Pengantar

Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya makalah ilmiah *Jurnal of Techology Informatics* dapat terbit sebagaimana yang telah direncanakan.

Sebagai Tenaga Profesional Dosen, memiliki kewajiban mengajar, meneliti, dan melakukan pengabdian masyarakat. Setiap hasil penelitian sebaiknya dipublikasikan untuk membagi apa yang telah diteliti dan memberitahu kepada masyarakat luas mengenai hasil penelitian. JoTI diharapkan, menjadi wadah dan sarana untuk penyebarluasan ilmu pengetahuan dan hasil penelitian di bidang Teknik Informatika dan Teknik Elektro secara berkelanjutan. JoTI juga diharapkan menjadi wadah pertemuan para penelitian dan dunia industri yang tertarik pada hasil penelitian. Terbitan JoTI dilakukan dua kali (April dan Oktober) dalam satu tahun melalui proses *review* yang berpengalaman dan sudah memiliki makalah yang diterbitkan di jurnal Internasional.

Kami mengucapkan terimakasih kepada peneliti yang telah mengirimkan hasil penelitiannya lewat JoTI, kepada Mitra Bestari yang sudah meluangkan waktu guna mereview makalah yang kami ajukan, serta kepada Universitas Dinamika yang mendukung penuh atas pengelolaan jurnal ini, dan kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak, baik yang terlibat secara langsung ataupun tidak langsung.

Ketua Redaksi



Musayyanah, S.ST., M.T.

Topic Modeling for Evolving Textual Data Using LDA, HDP, NMF, BERTOPIC, and DTM With a Focus on Research Papers

C.B. Pavithra¹, J. Savitha²

^{1,2}Department of Information Technology, Dr.N.G.P. Arts & Science College, Coimbatore, Tamilnadu, India

E-mail: c.b.pavithramsc2004@gmail.com¹, savithaj@drngpasc.ac.in²

*Corresponding author: E-mail: c.b.pavithramsc2004@gmail.com

Abstract: As the volume of academic literature continues to burgeon, the necessity for advanced tools to decipher evolving research trends becomes increasingly apparent. This study delves into the utilization of topic modeling techniques—specifically Latent Dirichlet Allocation (LDA), Hierarchical Dirichlet Process (HDP), Non-negative Matrix Factorization (NMF), BERTopic, and Dynamic Topic Modeling (DTM)—applied to a dynamic corpus of research papers. Our research endeavors to confront the challenges posed by capturing temporal dynamics, evolving terminology, and interdisciplinary themes within academic literature. Through a comprehensive comparative investigation of these models, we assess their efficacy in extracting and tracking research topics over time. While DTM exhibited the highest term topic probability, its inclusion of non-meaningful words proved to be a hindrance to its suitability. Conversely, NMF, HDP, LDA, and BERTopic demonstrated comparable performance in topic extraction. Surprisingly, DTM emerged as the most effective model in our research, showcasing its prowess in navigating the intricacies of evolving research trends.

Keywords: BERTopic; Dynamic Topic Modeling (DTM); Evolving Textual Data; Hierarchical Dirichlet Process (HDP); Latent Dirichlet Allocation (LDA)

INTRODUCTION

The rapid expansion of academic literature presents a daunting challenge in understanding the dynamic landscape of research trends. As scholarly output continues to escalate, the demand for advanced analytical tools becomes ever more pressing. Topic modeling, a formidable technique in natural language processing, has proven its effectiveness in revealing hidden thematic structures within textual data [1]. In this context, our research focuses on the application of five distinct topic modeling approaches Latent Dirichlet Allocation (LDA), Hierarchical Dirichlet Process (HDP), Non-negative Matrix Factorization (NMF), BERTopic, and Dynamic Topic Modeling (DTM) with a specific emphasis on their performance in capturing the temporal dynamics of research topics within a diverse corpus of academic papers. The exponential growth of scholarly publications in recent years has transformed the academic landscape, presenting both opportunities and challenges [2]. The sheer volume and diversity of research output across various disciplines have made it increasingly difficult for researchers, practitioners, and decision-makers to keep pace with emerging trends and evolving knowledge domains. In this context, the application of advanced computational methods, such as topic modeling, becomes essential to distill meaningful insights from large corpora of textual data.

Globalization, technological progress, and enhanced collaboration among researchers have fueled a surge in academic literature, making knowledge extraction challenging due to the overwhelming volume of publications. Traditional search methods struggle to discern patterns, identify seminal works, and track the evolution of ideas effectively [3]. Research topics evolve with scientific inquiry, accommodating emerging disciplines, interdisciplinary trends, and evolving

academic terminology. Traditional static models often fall short in capturing dynamic nature and subtle changes in research themes. Thus, there's a demand for methodologies adept at adaptively modeling and uncovering latent structures within evolving textual data. [4]. Topic modeling, within natural language processing, provides a promising solution for handling vast and dynamic textual datasets. These models extract latent topics, enhancing comprehension of underlying themes and trends. However, their effectiveness in capturing the temporal dynamics of evolving research topics, especially in academic literature, is still being explored. [5].

This research is positioned to make substantial contributions by:

1. Evaluating the efficacy of both traditional and advanced topic modeling techniques within the realm of evolving research papers.
2. Revealing valuable insights into the temporal progression of research topics and the capacity of various models to adapt to shifting scholarly landscapes.
3. Establishing groundwork for improving knowledge discovery processes, thereby assisting researchers, educators, and decision-makers in navigating the ever-changing terrain of academic literature.

Our primary objectives are threefold. Firstly, we aim to investigate the challenges posed by evolving textual data, particularly in the realm of research papers. Secondly, we introduce and implement five distinct topic modeling techniques LDA, HDP, NMF, BERTopic, and DTM to discern their effectiveness in capturing evolving research topics. Thirdly, we seek to provide a comparative evaluation of these models, shedding light on their respective strengths and weaknesses in the context of dynamic academic literature.

This research endeavors (activities) to answer key questions:

1. How do traditional and advanced topic modeling techniques perform in the analysis of a dynamic corpus of research papers?
2. Can these models effectively capture the temporal aspects and evolving trends in academic research?
3. What insights can be gleaned from the comparative analysis of LDA, HDP, NMF, BERTopic and DTM in the context of research paper datasets?

In the subsequent sections, we delve into the existing literature, outline our methodology, present the models employed and discuss the results and implications of our findings. This study contributes to the broader understanding of topic modeling applications in the analysis of evolving textual data, particularly within the intricate domain of academic research literature.

METHOD

As the volume of research papers continues to grow exponentially, the need for effective tools to distill and comprehend the underlying themes becomes paramount. Topic modeling, a branch of natural language processing (NLP) has emerged as a powerful computational technique for uncovering latent structures within large textual corpora. In the context of research papers, topic modeling serves as a valuable method for revealing the inherent thematic structures, trends, and shifts in scholarly discourse. Topic modeling refers to a suite of algorithms designed to identify topics present in a collection of documents without the need for prior annotation or human supervision. The fundamental assumption is that each document is a mixture of topics, and each topic is a mixture of words. The goal is to extract these latent topics and their associated word distributions, providing a succinct representation of the major themes within a corpus [6].

The primary purpose of applying topic modeling to research papers is to facilitate the automatic discovery of prevalent themes, trends, and relationships embedded in the vast and diverse scholarly literature. By discerning topics and their evolution over time, researchers gain a deeper understanding of the prevailing concerns, emerging subfields and interdisciplinary intersections within their domain of study.

Challenges in Modeling Evolving Research Topics

Modeling evolving research topics poses unique challenges that stem from the dynamic nature of scholarly discourse, the emergence of new fields, and the constant evolution of research paradigms. Traditional topic modeling approaches, designed for static corpora, encounter limitations when applied to datasets characterized by temporal shifts and changing trends [7]. This section outlines key challenges in effectively capturing evolving research topics and underscores the need for advanced methodologies.

Table 1: Methodologies and Challenges in Modeling Evolving Research Topics

Advanced methodologies	Challenge	Implication
Rapid Changes in Research Focus	The rapid evolution of research fields and the emergence of new disciplines result in sudden shifts in focus.	Traditional models may struggle to adapt quickly, leading to the risk of overlooking nascent research trends and failing to capture the latest developments.
Emergence of Interdisciplinary Fields	Research is increasingly interdisciplinary, spanning traditional disciplinary boundaries.	Models must be capable of identifying and accommodating interdisciplinary connections, which can be challenging for algorithms designed with a single discipline focus.
Need for Adaptive Models	The static nature of traditional topic models may hinder their ability to adapt to changes over time.	Adaptive models are essential to capture the evolving nature of research topics, ensuring accurate representation and timely identification of emerging themes.
Evolving Terminology and Concepts	The introduction of new terminology and conceptual frameworks requires models to dynamically update their understanding.	Failure to adapt to evolving language may lead to misinterpretations of topics and hinder the accurate representation of emerging research trends.
Temporal Aspects of Topic Evolution	Understanding the temporal dynamics of topic evolution is crucial for tracking the life cycle of research themes.	Traditional models may lack the temporal granularity needed to capture how topics emerge, evolve and decline over time.
Data Sparsity and Noise	Sparse datasets and noisy	Models must be resilient to noise

Advanced methodologies	Challenge	Implication
	information, common in evolving research domains can impact the robustness of models.	and capable of extracting meaningful patterns from datasets with varying levels of information density.
Evaluation Metrics for Temporal Coherence	Traditional metrics may not adequately capture the temporal coherence of evolving research topics.	Novel metrics methodologies are needed to assess the performance of models in capturing the dynamic nature of scholarly discourse.

Applications in Various Domains

Topic modeling finds applications across various domains within the realm of research papers:

1. *Literature Review Automation*: Automated topic modeling aids researchers in conducting comprehensive literature reviews by efficiently identifying and summarizing the key themes across a vast body of work.
2. *Trend Analysis*: By analyzing the temporal evolution of topics, researchers can gain insights into the emergence and fading of research trends, facilitating proactive engagement with evolving fields.
3. *Interdisciplinary Exploration*: Topic modeling enables the identification of interdisciplinary connections within research papers, revealing how different domains converge and influence each other.
4. *Recommendation Systems*: In academic databases and repositories, topic modeling can be employed to enhance recommendation systems, suggesting relevant papers based on shared thematic content.

While traditional topic modeling algorithms have proven effective in extracting themes from static datasets, the dynamic nature of research papers necessitates continuous refinement and adaptation of these methods [8]. This analysis builds upon existing research by applying a diverse set of topic modeling techniques like LDA, HDP, NMF, BERTopic, and DTM to a dynamic corpus of research papers, aiming to advance our understanding of evolving textual data within the scholarly domain. The subsequent sections detail the methodology employed, the selection and implementation of each model, and the comparative analysis of their performance in capturing evolving research topics.

TOPIC MODELING MODELS

In this section, we introduce five distinct topic modeling models such as Latent Dirichlet Allocation (LDA), Hierarchical Dirichlet Process (HDP), Non-negative Matrix Factorization (NMF), BERTopic, and Dynamic Topic Modeling (DTM). Each model brings unique characteristics and capabilities to the analysis of evolving textual data, particularly within the context of research papers.

Latent Dirichlet Allocation (LDA)

LDA is a generative probabilistic model that assumes each document in a corpus is a mix of topics, and each topic is a mix of words. It works by assigning a probability distribution of topics to each document and a probability distribution of words to each topic. LDA has been widely adopted for topic modeling due to its simplicity and interpretability [9]. However, its static nature may limit its effectiveness in capturing the temporal dynamics of evolving research topics.

Latent Dirichlet Allocation (LDA) Algorithm:

Step 1: Initialization:

1. For each document d in the corpus:
Assign a distribution of topics $\theta_d \sim \text{Dirichlet}(\alpha)$, where α is the hyper parameter for the Dirichlet prior on document-topic distributions.
2. For each word w in document d :
 1. Assign a topic $z_{d,w} \sim \text{Multinomial}(\theta_d)$, where $z_{d,w}$ is the topic assignment for word w in document d .
 2. Assign a word w to topic $z_{d,w}$ based on the topic-word distribution $\phi_{z_{d,w}} \sim \text{Multinomial}(\beta)$, where β is the hyper parameter for the Dirichlet prior on topic-word distributions.

Step 2: Iterative Process:

2.1 For each iteration until convergence:

1. For each document d and each word w in document d :
2. Compute $P(z_{d,w} = k | \text{all other } z)$, the probability that word w in document d belongs to topic k .
3.
$$P(z_{d,w} = k | \text{all other } z) \propto \frac{(n_{(t)}^{d,k} + \alpha) / \sum_k n(t)d,k + \alpha}{\sum_k n(t)w,k + \beta} \quad (1)$$

Where:

1. $n_{(t)}^{d,k}$ is the number of words in document d assigned to topic k up to iteration t .
2. $n_{(t)}^{w,k}$ is the number of times word w is assigned to topic k up to iteration t .
3. α is the Dirichlet hyper parameter for document-topic distributions.
4. β is the Dirichlet hyper parameter for topic-word distributions.
5. Sample a new topic assignment $z_{d,w}$ based on the computed probabilities.

Step 3: Output

After convergence, output the inferred topic assignments and the learned document-topic and topic-word distributions.

$$P(\theta_d, \phi_k | \text{all } z) \propto (n_{(T)}^{d,k} + \alpha / \sum_k n(T)d, k + \alpha) x \\ (n_{(T)}^{w,k} + \beta / \sum_k n(T)w, k + \beta) \quad (2)$$

Where T is the total number of iterations.

Note:

1. T is the number of iterations.
2. $n_{(T)}^{d,k}$ is the number of words in document d assigned to topic k at the end of iteration T.
3. $n_{(T)}^{w,k}$ is the number of times word w is assigned to topic k at the end of iteration T.

The algorithm aims to discover the latent topics in a collection of documents and the distribution of words associated with each topic. *Initialization:* For each document, assign a mixture of topics. The number of topics is a parameter specified by the user. For each word in the document, assign it to one of the topics. *Iterative Process:* Iterate through each document and each word in the document multiple times. During each iteration, reassign the word to a different topic based on the current distribution of topics in the document and the distribution of words in the topic. Update the topic assignments for all words in all documents iteratively. *Output:* After a sufficient number of iterations, the model converges, and the final assignments represent the discovered topics for each document and the distribution of words for each topic. *Probability Distributions:* The outcome of LDA is two probability distributions: Document-Topic Distribution: The probability of each topic in each document and Topic-Word Distribution: The probability of each word in each topic. *Inference:* Once trained, the model can be used for inference. Given a new document, LDA can infer the distribution of topics in the document and the distribution of words in each topic. *Hyper parameters:* LDA has hyper parameters that need to be set, such as the number of topics, the Dirichlet priors for document-topic and topic-word distributions, and the number of iterations [10][11].

Hierarchical Dirichlet Process (HDP)

The Hierarchical Dirichlet Process (HDP) is an extension of the Latent Dirichlet Allocation (LDA) model, designed to address some of the limitations of LDA, particularly in cases where the number of topics is unknown or may change over time. HDP introduces a hierarchical structure that allows for an infinite number of topics, providing a more flexible framework for capturing the complexities of real-world data [12]. Here is an overview of the HDP algorithm.

HDP Algorithm:

Step 1: Initialization:

For each document d in the corpus:

1. Assign a global topic distribution $G_0 \sim \text{Dirichlet}(\gamma)$, where γ is a hyper parameter controlling the strength of the global distribution.

For each document d and each word w in document d:

1. Assign a document-specific topic distribution $\theta_d \sim \text{Dirichlet}(G_0)$.

2. Assign a topic $z_{d,w} \sim \text{Multinomial}(\theta_d)$, representing the global topic assignment for word w in document d.

3. Assign a word w to topic $z_{d,w}$ based on the topic-word distribution $\phi z_{d,w} \sim \text{Multinomial}(\beta)$, where β is a hyper parameter for the Dirichlet prior on topic-word distributions.

Step 2: Iterative Process:

- 2.1 For each iteration until convergence:

For each document d and each word w in document d:

Compute $P(z_{d,w} = k | \text{all other } z)$, the probability that word w in document d belongs to topic k.

$$P(z_{d,w} = k | \text{all other } z) \propto (n_{(t)}^{d,k} + \alpha / \sum_k n(t)d, k + \alpha) x \\ (n_{(t)}^{w,k} + \beta / \sum_k n(t)w, k + \beta) \quad (3)$$

Where:

1. $n_{(t)}^{d,k}$ is the number of words in document d assigned to topic k up to iteration t.
2. $n_{(t)}^{w,k}$ is the number of times word w is assigned to topic k up to iteration t.
3. α is the Dirichlet hyper parameter for document topic distributions.
4. β is the Dirichlet hyper parameter for topic-word distributions.
5. Sample a new topic assignment $z_{d,w}$ based on the computed probabilities.

For each topic k:

Update the global topic distribution G_0 based on the documents assigned to topic k and the global hyper parameter γ .

Step 3: Output:

After convergence, output the inferred topic assignments, the learned document-specific topic distributions, and the global topic distribution.

$$P(\theta_d, \phi_k | \text{all } z) \propto (n_{(T)}^{d,k} + \alpha / \sum_k n(T)d, k + \alpha) x \\ (n_{(T)}^{w,k} + \beta / \sum_k n(T)w, k + \beta) \quad (4)$$

Where T is the total number of iterations.

The Hierarchical Dirichlet Process (HDP) is an advanced probabilistic model and an extension of the Latent Dirichlet Allocation (LDA) algorithm, designed to address the challenges associated with the dynamic nature of topics in a corpus. Unlike LDA, HDP allows for an infinite number of topics, adapting more naturally to situations where the number of underlying themes is unknown or changes over time. In the initialization step, each document is assigned a global topic distribution sampled from a Dirichlet distribution. For each word in a document, a document-specific topic distribution is sampled from the global distribution. The iterative process involves refining these distributions based on the observed data, allowing topics to emerge and evolve organically. Importantly, HDP introduces a hierarchical structure that facilitates sharing of topics among documents, capturing the complexity of **real-world scenarios** where documents may exhibit diverse themes. This hierarchical approach provides a more flexible and adaptive framework, making HDP well-suited for applications in which the underlying structure of topics is intricate and may vary across different subsets of the

data. The output of the HDP algorithm includes the inferred topic assignments, document-specific topic distributions, and the global distribution, offering a rich representation of the latent thematic structures present in the corpus [13].

Non-negative Matrix Factorization (NMF)

NMF is a matrix factorization technique that factorizes a matrix into two lower-dimensional matrices, each containing only non-negative values. In the context of topic modeling, NMF identifies latent topics and their associated word distributions. NMF is known for its interpretability and ability to capture parts-based representations. While traditionally applied to static datasets, adaptations of NMF for dynamic corpora have been proposed to address evolving research trends [14]. Here's an explanation of the NMF algorithm:

NMF Algorithm:

Step 1: Initialization:

1. For a given document-term matrix V of dimensions $m \times n$, where m is the number of documents and n is the number of terms.
2. Initialize two non-negative matrices W and H with random or predefined non-negative values.
3. Set a target rank k , representing the desired number of topics.

Step 2: Iterative Process:

For each iteration until convergence:

1. Update matrix W by solving the following optimization problem:

$$W \geq 0, V \approx WH$$
2. Update matrix $\backslash(H)$ by solving the optimization problem:

$$H \geq 0, V \approx WH$$

Minimize the difference between the original matrix V and the product WH by adjusting the values in matrices W and H while ensuring non-negativity.

Step 3: Output:

After convergence, the matrices W and H represent the factorization of the original matrix V .

1. Matrix W (of dimensions $m \times k$) contains the document-topic distribution, where each column represents the strength of each document in each topic.
2. Matrix H (of dimensions $k \times n$) contains the topic-term distribution, where each row represents the importance of each term in each topic.

NMF is particularly suited for topic modeling due to its ability to generate non-negative, interpretable factorizations. The algorithm iteratively refines the factorization by minimizing the difference between the original data and the product of the factorized matrices. The resulting matrices provide insights into the distribution of topics across documents and the distribution of terms across topics, offering a clear and interpretable representation of the latent thematic structures in the given corpus [15]. NMF is widely used in various applications, including text mining, image processing and bioinformatics, where parts-based representations are valuable for data analysis and interpretation [16].

Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERTopic)

BERTopic is a novel approach to topic modeling that leverages transformer-based embeddings, such as BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), to enhance the accuracy and interpretability of topic extraction. This methodology, which builds upon the strengths of BERT embeddings, addresses some of the limitations of traditional topic modeling algorithms, especially in capturing nuanced semantic relationships within textual data [17]. Here's an overview of the BERTopic approach.

BERTopic Algorithm:

Step 1: BERT Embeddings:

1.1. Embedding Documents:

1. Utilize a pre-trained BERT model to generate contextualized embeddings for each document in the corpus.
2. The embeddings capture the semantic meaning and context of words within the documents.
3. Let D be the set of documents, and $BERT(d)$ be the BERT embedding for document d .

1.2. Dimensionality Reduction:

1. Apply dimensionality reduction techniques, such as UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection) or t-SNE (t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding), to reduce the high-dimensional BERT embeddings to a lower-dimensional space.
2. This step helps maintain the semantic relationships while making the computational processing more efficient. Let X be the matrix of reduced-dimensional embeddings.

Step 2: Clustering:

2.1. Density-Based Clustering:

1. Apply HDBSCAN (Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), a density-based clustering algorithm.
2. HDBSCAN is effective in identifying clusters of varying shapes and densities, making it suitable for capturing complex topic structures.

2.2. Topic Discovery:

1. Utilize clustering algorithms, such as HDBSCAN (Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), to group similar documents based on the reduced-dimensional BERT embeddings.
2. HDBSCAN is particularly effective in identifying clusters of varying shapes and densities, making it suitable for diverse and dynamic topics.

Step 3: Topic Representation:

3.1. Keyword Extraction:

1. Extract representative keywords for each identified cluster by considering the most frequent terms within the documents belonging to that cluster.
2. The keywords provide a succinct representation of the main themes within each discovered topic.
3. For each cluster c_i in C , extract representative keywords by considering the most frequent terms within the documents in c_i .

4. Let KW_{ci} represent the set of keywords for cluster c_i .

3.2. Topic Labels:

1. Assign a label to each topic based on the extracted keywords, making it easier for users to interpret and comprehend the content encapsulated by each cluster.
2. Assign a label to each cluster based on the extracted keywords.
3. Let Lc_i be the label assigned to cluster c_i .
- 4.

Advantages of BERTopic:

1. Semantic Understanding: BERT embeddings capture the semantic relationships between words, leading to a more nuanced understanding of document content.
2. Context-Aware Embeddings: Contextual embeddings provided by BERT ensure that the representation of each word considers its context within the document.
3. Adaptive Clustering: HDBSCAN, used for clustering is capable of adapting to varying cluster shapes and densities, providing a more flexible approach to topic discovery.
4. Interpretability: By extracting representative keywords and assigning labels to topics, BERTopic enhances the interpretability of the discovered topics, facilitating user understanding.

BERTopic is a cutting-edge approach to topic modeling that harnesses the power of BERT embeddings and advanced clustering techniques. By incorporating semantic understanding and adaptability in clustering, BERTopic contributes to more accurate and interpretable research topic analysis, particularly in domains where capturing nuanced relationships and dynamic topic structures is crucial [18]. This methodology has demonstrated effectiveness in various applications, including research paper analysis, document clustering and thematic content extraction.

Dynamic Topic Modeling (DTM)

DTM is designed explicitly for modeling the evolution of topics over time. Unlike traditional topic models, DTM accounts for temporal dependencies in the data, allowing it to capture how topics change and transition from one state to another. DTM is well-suited for tracking the temporal dynamics of evolving research topics, making it a valuable tool for understanding the progression of themes within a corpus of research papers. Dynamic Topic Modeling (DTM) is a method used to model the evolution of topics in a corpus over time. It is an extension of Latent Dirichlet Allocation (LDA) that incorporates time as a parameter, allowing for the analysis of how topics change and transition across different time periods [19]. Below is a simplified algorithm for Dynamic Topic Modeling with each step and relevant formulas:

DTM Algorithm:

Step 1: Initialization:

Initialize Parameters:

1. Set the number of topics K, the number of time periods T, and other hyper parameters.
2. Initialize matrices for document-topic proportions $\theta_{d,t}$ and topic-word probabilities $\phi_{k,t}$.

Step 2: Iterate Over Time Periods:

For each time period t from 1 to T:

2.1.1 Initialization for Time Period t:

Set initial values for $\theta_{d,t}$ and $\phi_{k,t}$ based on the results from the previous time period.

2.1.2 For each iteration until convergence:

1. Update document-topic proportions $\theta_{d,t}$ based on document content and the current estimate of $\phi_{k,t}$.

$$\theta_{d,t} \propto \exp(\psi(\gamma_d) + \sum_w n_{d,w,t} \phi_{w,k,t}) \quad (5)$$

2. Update topic-word probabilities $\phi_{k,t}$ based on the words in the documents and the current estimate of $\theta_{d,t}$.

$$\phi_{w,k,t} \propto \exp(\psi(\beta_w) + \sum_d n_{d,w,t} \theta_{d,t}) \quad (6)$$

2.1.3 Normalize Parameters:

Normalize $\theta_{d,t}$ and $\phi_{k,t}$ to ensure they sum to 1.

Step 3: Output:

3.1 Topic Evolution:

The result is a set of topic proportions $\theta_{d,t}$ and topic-word probabilities $\phi_{k,t}$ for each time period.

Notes:

1. γ_d and β_w are hyper parameters associated with document d and word w, respectively.
2. $n_{d,w,t}$ represents the count of word w in document d during time period t.
3. $\psi(\cdot)$ denotes the digamma function.
4. The algorithm iterates over time periods, updating topic proportions and word probabilities for each time slice, allowing for the modeling of dynamic topic evolution.

This algorithm provides a high-level overview of the DTM process. The actual implementation may involve additional considerations, such as convergence criteria, handling of hyper parameters, and optimization for efficiency. The goal is to capture how topics change over time in a dynamic corpus. Dynamic Topic Modeling (DTM) is an advanced technique in natural language processing that extends Latent Dirichlet Allocation (LDA) to account for the temporal evolution of topics within a corpus. The algorithm aims to discover how topics change and transition over different time periods. In the initialization step, parameters such as the number of topics K, the number of time periods T, and hyper parameters are set. The iterative process involves updating document-topic proportions $\theta_{d,t}$ and topic-word probabilities $\phi_{k,t}$ for each time period. This update is performed by considering the content of documents, the distribution of words, and the temporal context [20]. The model iterates over time periods, refining the estimates of topic proportions and word probabilities until convergence. The output is a set of evolving topic distributions, revealing how topics shift and emerge over time. Formulas incorporating the digamma function and word-document counts guide the update process. DTM

is particularly valuable in scenarios where topics exhibit temporal dynamics, providing insights into the changing thematic structures within a dynamic corpus. The implementation of DTM involves careful consideration of convergence criteria, hyper parameter tuning, and efficient optimization to effectively capture the nuanced evolution of topics over time [21].

Summary: Each of the introduced models brings unique strengths to the task of topic modeling in the context of evolving research papers. LDA and HDP provide a foundational understanding of topics and their hierarchical relationships. NMF excels in capturing non-negative, interpretable topic representations. BERTopic harnesses transformer-based embeddings for robust and context-aware topic extraction. DTM is tailored explicitly for modeling temporal changes in topics, providing insights into the evolving nature of research areas. In the following sections, these models will be implemented and evaluated to assess their effectiveness in capturing evolving research topics within a dynamic corpus of research papers.

RESULTS AND DISCUSSION

Data preprocessing

Data preprocessing is a critical phase in the data analysis and machine learning workflow, involving several key steps to ensure that raw data is transformed into a suitable format for analysis or model training. Initially, data cleaning addresses some issues such as missing values, duplicate records, and outliers, either through imputation, removal or outlier handling strategies. The transformation phase follows, encompassing tasks such as feature scaling to standardize numerical features, encoding categorical variables and processing text data by tokenization, removing stop words and applying techniques like stemming or lemmatization. Handling imbalanced data is important for classification tasks, involving methods to balance class distributions. Feature engineering may introduce new variables to enhance model performance and dimensionality reduction techniques like Latent Dirichlet Allocation (LDA), Hierarchical Dirichlet Process (HDP) etc., can be applied to reduce high-dimensional data. Additionally, data splitting into training and testing sets is necessary for model evaluation. Other considerations include addressing noise, handling skewed (titled) data through transformations, normalizing numerical data, and appropriately dealing with time series data, such as incorporating lag features. The process is not one-size-fits-all, and the choice of preprocessing steps depends on the nature of the data and the specific goals of the analysis or modeling task. Python libraries like scikit-learn offer tools for various preprocessing tasks, streamlining the overall data preparation process.

Dataset

"Advanced Topic Modeling for Research Articles 2.0": In the vast landscape of scientific articles available online, researchers face challenges in locating pertinent information. The abundance of research

content makes it increasingly challenging to identify relevant articles. Tagging and topic modeling offer a solution by providing a clear means of identifying research articles, facilitating the recommendation and search processes. Building upon our previous efforts, where we organized a Hackathon on Independence Day to predict topics for articles in the test set, this Live Hackathon takes us a step further. Now, our focus is on predicting the tags associated with each article. The task involves predicting tags for a set of research articles based on their abstracts in the test set. It's important to note that a single research article may have multiple tags. The research article abstracts are derived from four main topics: Computer Science, Mathematics, Physics and Statistics. Data set Download from <https://www.kaggle.com/datasets/abishekhsudarshan/topic-modeling-for-research-articles/>

In this experiment, we conducted experiments using various Topic Modeling (TM) methods on widely employed public text datasets for the 29 research topic tasks and short conversations from the Research Articles 2.0, as outlined in Table 2.

Table 2: Statistics of Our Involved Datasets

Dataset	Description
Advanced	14,000 documents
Topic	Average document length: 60
Modeling for Research Articles 2.0	Topics: Computer Science, Mathematics, Physics, Statistics, Analysis of PDEs, Applications, Artificial Intelligence, Astrophysics of Galaxies, Computation and Language, Computer Vision and Pattern Recognition, Cosmology and Non galactic Astrophysics, Data Structures and Algorithms, Differential Geometry, Earth and Planetary Astrophysics, Fluid Dynamics, Information Theory, Instrumentation and Methods for Astrophysics, Machine Learning, Materials Science, Methodology Number Theory, Optimization and Control, Representation Theory, Robotics, Social and Information Networks, Statistics Theory, Strongly Correlated Electrons, Superconductivity, Systems and Control
29-Research Topics	

Performance Evaluation

Our research work assessed the quality and performance of five commonly used TM techniques, employing statistical measures such as precision, recall, and F-score for accuracy verification across different numbers of features ($f = 50$ and 500). Additionally, determining the optimal number of topics to extract from the corpus is a critical user-driven decision. In our experiment, we extracted four topics ($t = 15$ and 25), and the calculations for recall, precision, and F-score.

Recall (R), a standard information retrieval metric, gauges (estimate) the proportion of relevant items among the recommended items.

$$\text{Recall} = \frac{\text{tp}}{\text{tp} + \text{fn}} \quad (7)$$

Precision (P) is a widely used information retrieval metric, quantifying the proportion of retrieved recommended items to the actual relevant items.

$$\text{Precision} = \frac{\text{tp}}{\text{tp} + \text{fp}} \quad (8)$$

The F-score (F) serves as a comprehensive measure of retrieval effectiveness, calculated by combining two key metrics in text mining: recall and precision.

$$\text{F-score} = \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

It is essential to note the definitions of true positive (TP), representing the number of keywords correctly identified as a topic; false positive (FP), denoting the number of non-keywords incorrectly identified as a topic; true negative (TN), signifying the number of non-keywords accurately identified as non-topics; and false negative (FN), indicating the number of topics erroneously identified as non-topics.

During our data extraction phase, our objective is to extract topics from clusters of input data. As previously stated, we conducted multiple iterations of our second evaluation, varying the number of features (f) and topics (t). Specifically, we considered f values of 50 and 500 and t values of 15 and 25. Our initial findings on the performance and accuracy of topics are presented in Table 3, showcasing the application of common standard metrics relevant to Topic Modeling (TM) methods in the context of the 29-research topics.

Table 3: Performance of Involved Topic Modeling Methods with Different Extracted Topics $t = 15$ and $t = 25$, (Average Value of Recall, Precision, And F-Score)

Topic Modeling Methods	Number of Topics					
	15		25			
	Recall	Precision	F-score	Recall	Precision	F-score
LDA	0.35242 5	0.46254 2	0.51425 6	0.43856 5	0.65248 7	0.75485 2
HDP	0.36352 4	0.45254 1	0.52986 8	0.45896 7	0.66254 2	0.76254 2
NMF	0.35512 4	0.45651 5	0.53658 2	0.46285 6	0.65895 7	0.75986 2
BERTopic	0.34256 3	0.43524 2	0.52525 9	0.45996 5	0.64721 3	0.74528 6
DTM	0.38754 2	0.54242 5	0.55685 6	0.47854 6	0.69524 1	0.77586 9

Our observation reveals that each Topic Modeling (TM) method employed in our investigation possesses distinct strengths and weaknesses. Throughout our comprehensive evaluation, we found that the outcomes of all the methods exhibited a comparable level of performance. DTM stands out by producing the highest term topic probability among all the models. However, it presented challenges as it included non-meaningful words, resembling domain-specific stop words, which hindered its suitability for further processing. Non-negative Matrix Factorization (NMF), Hierarchical Dirichlet Process (HDP), Latent Dirichlet Allocation (LDA) and BERTopic Models, all these models demonstrated similar levels of performance in terms of topic extraction outcomes. Recall/Precision/F-

Score (R/P/F) Statistical Scores: Notably, the R/P/F statistical scores were comparatively lower for all the models, indicating areas for improvement in terms of precision, recall, and overall effectiveness in capturing relevant topics. Probabilities Range: Across all evaluated TM methods, probabilities ranged from 0 to 1, reflecting the confidence levels of the models in associating words with topics. LDA methods excelled in generating well-learned descriptive topics, showcasing a strength in capturing the semantic nuances of words in the corpus.

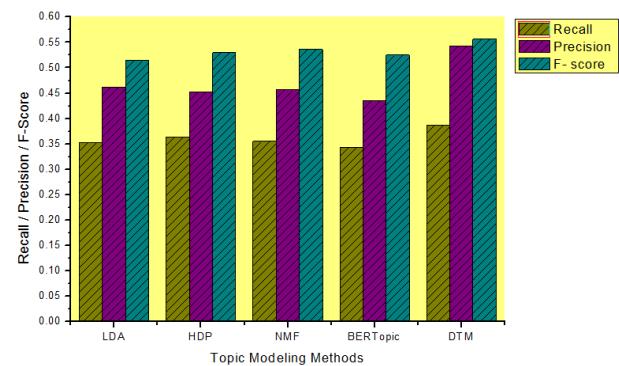


Figure 1: Performance of Involved Topic Modeling Methods with Different Extracted Topics $t = 15$, (Average Value of Recall, Precision And F-Score)

This was particularly evident when compared to certain methods, such as Latent Semantic Analysis (LSA), which struggled to create compact semantic representations of words. Additionally, in our detailed statistical measure results presented in Table 4. In this research work, DTM exhibited superior performance in comparison to other TMs with similar outcomes. These findings highlight the nuanced strengths and weaknesses of each TM method and underscore the importance of considering various metrics and evaluation criteria to comprehensively assess their performance in extracting meaningful topics from the dataset.

Recall, an important information retrieval metric, measures the proportion of relevant items (research topics) that were successfully identified by the model. In the case of DTM being the best result, a high recall implies that DTM excelled in capturing a significant portion of the actual research topics present in the dataset. Precision is a metric that gauges the accuracy of the identified topics by measuring the ratio of relevant items to the total items recommended by the model.

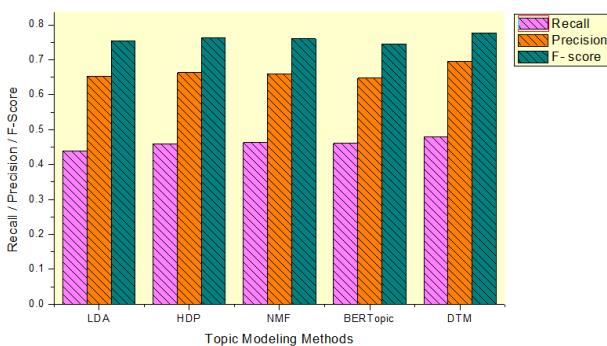


Figure 2: Performance of Involved Topic Modeling Methods with Different Extracted Topics $t = 25$, (Average Value of Recall, Precision, And F-Score)

In this experiment, DTM demonstrated high precision, indicating that a substantial portion of the identified topics were indeed relevant to the research context. The F-score, calculated as the harmonic mean of precision and recall, offers a balanced assessment of a model's overall effectiveness in topic identification. Given that DTM yielded the best results, its high F-score underscores the model's ability to achieve a harmonious balance between precision and recall, indicating robust performance in capturing relevant research topics. In summary, the evaluation of recall, precision, and F-score in our topic modeling experiment underscores (highlight) the superior performance of Dynamic Topic Modeling (DTM) in identifying and characterizing research topics within the dataset when compared to other models such as LDA, HDP, NMF, and BERTopic. These metrics collectively highlight the effectiveness and accuracy of DTM in the context of extracting meaningful and relevant research topics.

Coherence on a Research Paper dataset: Coherence is a common metric used to assess the interpretability and quality of topics generated by topic modeling algorithms. It measures the semantic similarity between high-scoring words within a topic, providing an indication of how well the topics capture meaningful associations. Here's a brief overview of how each model Latent Dirichlet Allocation (LDA), Hierarchical Dirichlet Process (HDP), Non-negative Matrix Factorization (NMF), BERTopic, and Dynamic Topic Modeling (DTM) might perform based on coherence on a research paper dataset.

- Latent Dirichlet Allocation (LDA):** LDA typically produces topics with moderate coherence. The choice of the number of topics K can significantly impact coherence. It's common to observe improved coherence with a moderate number of topics, as too few or too many can lead to less interpretable results.
- Hierarchical Dirichlet Process (HDP):** HDP often performs well in terms of coherence, as it automatically adapts the number of topics. Its hierarchical structure can lead to coherent subtopics. However, the interpretation might be challenging due to the hierarchical nature.

3. **Non-negative Matrix Factorization (NMF):** NMF tends to generate topics with high coherence. Its non-negativity constraints often result in more interpretable topics. The choice of the number of topics and other hyper parameters can influence coherence.

4. **BERTopic:** BERTopic, leveraging BERT embeddings and clustering, tends to produce topics with high coherence. The semantic understanding provided by BERT embeddings contributes to meaningful topic representations.

5. **Dynamic Topic Modeling (DTM):** DTM's coherence can vary based on the evolution of topics over time. It may perform well in capturing temporal coherence, but this depends on how well the model adapts to changes in topics across different time periods.

In our experimental setup, we designate the default number of topics as $K = 100$. Specifically tailored parameter settings are applied to enhance the performance of each model. For Latent Dirichlet Allocation (LDA), we opt for $\alpha = 0.1$ and $\beta = 0.01$, leveraging a weak prior to yield improved results for short texts. HDP and NMF we adhere to default hyper parameter configurations. More explicitly, we define parameters $\alpha = 0.1$, $\lambda = 0.1$, and $\beta = 0.01$ for DTM, while setting $\beta = 0.1$ for BERTopic. In this case of LDA, HDP, NMF, BERTopic and DTM are executed for 1000 iterations. Moreover, we ensure result consistency and independence from random initial states by setting the seed for the random number generator to 0 for NMF.

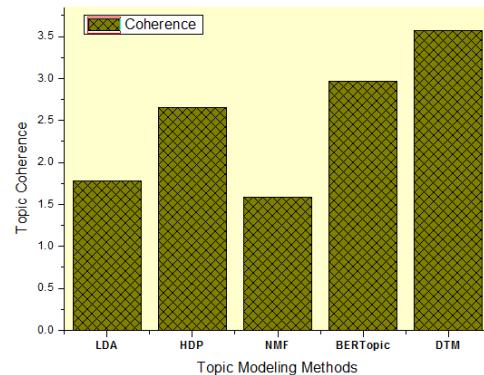


Figure 3: Topic Coherence Results with Research Article

Table 4: Topic Coherence Results with Research Article

Topic Modeling Methods	Coherence
LDA	1.7859
HDP	2.6523
NMF	1.5896
BERTopic	2.9656
DTM	3.5684

Analyzing the results presented in Table 4. and Figure 3, it becomes evident that one model exhibits superior performance provided especially Dynamic Topic Modeling (DTM), highlighting the effectiveness of DTM in extracting topics from short texts compared to other models. Notably, when contrasted with traditional methods such as Latent Dirichlet Allocation (LDA), Hierarchical Dirichlet Process (HDP), Non-negative Matrix Factorization (NMF), and BERTopic, our models demonstrate significant enhancements, indicating a more robust discovery of coherent topics. To delve deeper into the comparatively lower performance of NMF in all cases, we conduct a visualization of the top keywords within each topic. This examination reveals that several top keywords (e.g., 'computer,' 'algorithm,' and 'theory') exhibit semantic correlation but do not tend to co-occur in the same document. This semantic discordance may contribute to the suboptimal performance of NMF. Additionally, the complexities in capturing word semantic relationships within the context of Research Articles may play a role in the observed disparities.

CONCLUSION AND SUGGESTION

In conclusion, applying a suite of topic modeling algorithms, including Latent Dirichlet Allocation (LDA), Hierarchical Dirichlet Process (HDP), Non-negative Matrix Factorization (NMF), BERTopic, and Dynamic Topic Modeling (DTM) to a research paper dataset involves a multi-faceted approach to uncovering latent thematic structures. Each algorithm offers unique strengths and considerations, and their performance can be evaluated through a combination of quantitative metrics and qualitative assessments. Latent Dirichlet Allocation (LDA), a widely used probabilistic model, is effective in discovering topics with moderate coherence, with careful consideration of the number of topics playing a crucial role. Hierarchical Dirichlet Process (HDP) excels in adaptability to the number of topics and often generates coherent subtopics, though its hierarchical nature can pose interpretational challenges. Non-negative Matrix Factorization (NMF) tends to produce highly interpretable topics with high coherence, leveraging non-negativity constraints. BERTopic, incorporating BERT embeddings and clustering, offers high coherence and semantic understanding, enhancing the interpretability of topics. Dynamic Topic Modeling (DTM) designed for temporal analysis, captures the evolution of topics over time, providing insights into the changing thematic structures in a dynamic research paper corpus. Coherence metrics serve as valuable quantitative indicators of the quality of topics generated by each model, but they should be complemented by domain expert validation and visual exploration of representative terms.

REFERENCES

- [1]. Singhal, T., Liu, J., Blessing, L.T.M., Lim, K.H., "Analyzing scientific publications using domain-specific word embedding and topic modeling", IEEE International Conference on Big Data (Big Data), 2021, pp. 4965–4973.
- [2]. Alghamdi, R., and Alfalqi, K., "A survey of topic modeling in text mining", Int. J. Adv. Comp. Sci. Appl. 6, 2015, pp. 147–153.
- [3]. Debortoli, S., Müller, O., Junglas, I., & vom Brocke, J. Text Mining for Information Systems Researchers: An Annotated Topic Modeling Tutorial. Communications of the Association for Information Systems (CAIS), Vol. 39, No.7, 2016, pp.110-135.
- [4]. Michal Rosen-Zvi, MarkSteyvers, "The Author-Topic Model for Authors and Documents", UAI '04, Proceedings of the 20th Conference in Uncertainty in Artificial Intelligence, Banff, Canada, July, 2004,
- [5]. Anupriya P, Karpagavalli S, "LDA based topic modeling of journal abstracts", International Conference on Advanced Computing and Communication Systems. IEEE; 2015. pp. 1–5.
- [6]. Anantharaman, A., Jadiya, A., Siri, C. T. S., Bharath Nvs, A., and Mohan, B. "Performance evaluation of topic modeling algorithms for text classification," in 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI) (Tirunelveli), 2019
- [7]. Neogi, P. P. G., Das, A. K., Goswami, S., and Mustafi, "Topic modeling for text classification in Emerging Technology in Modelling and Graphics", Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 937, Singapore: Springer, 2020, pp. 395–407.
- [8]. Newman D, Noh Y, Talley E, Karimi S, Baldwin T, "Evaluating topic models for digital libraries", Proceedings of the 10th Annual joint conference on digital libraries, 2010. pp. 215–224.
- [9]. David M. Blei, Andrew Y. Ng, and Michael I. Jordan, "Latent Dirichlet allocation". Journal of Machine Learning Research, 2003, Vol.3, No.1, pp.993–1022.
- [10]. E. Linstead, C. Lopes, P. Baldi, "An application of latent Dirichlet allocation to analyzing software evolution ", Proceedings of the 7th International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA '08, 978-0-7695-3495-4, IEEE Computer Society, Washington, DC, USA (2008), pp. 813–818
- [11]. Zoghbi, S., I. Vulic, and M.-F. Moens, "Latent Dirichlet allocation for linking user-generated content and e-commerce data". Information Sciences, 2016. 367: pp. 573-599.
- [12]. John Paisley, Chong Wang, David M. Blei, and Michael I. Jordan, "Nested hierarchical Dirichlet processes", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2015, 37(2):pp.256–270.
- [13]. Y. Teh, M. Jordan, M. Beal, and D. Blei, "Hierarchical dirichlet processes. Journal of the American Statistical Association", 2006, 101(576): pp.1566-1581.
- [14]. Jun Li, José M Bioucas-Dias, Antonio Plaza, and Lin Liu, "Robust collaborative nonnegative matrix

- factorization for hyperspectral unmixing," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,2016, Vol. 54, No. 10, pp. 6076–6090.
- [15]. Jaegul Choo, Changhyun Lee, Chandan K Reddy, and Haesun Park, "Weakly supervised nonnegative matrix factorization for user-driven clustering. Data Mining and Knowledge Discovery 29, 6 (2015), pp.1598–1621.
- [16]. M.W. Berry, M. Browne, A.N. Langville, V.P. Pauca, R.J. Plemmons, "Algorithms and Applications for Approximate Non-Negative Matrix Factorization", Comput. Stat. Data Anal. Vol.52. No.1. (2007), pp.155–173.
- [17]. Grootendorst, M.R., "BERTopic: Neural topic modeling with a class-based TF-IDF procedure". ArXiv, abs/2203.05794.2022
- [18]. Xiaohui Yan, Jiafeng Guo, Yanyan Lan, XueqiCheng,"Abiterm topic model for short texts", Proceedings of the 22nd international conference on World Wide Web,May 2013,pp. 1445–1456
- [19]. D. M. Blei and J. D. Lafferty," Dynamic topic models", Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning,2006,pp.113–120.
- [20]. Ren, L., Dunson, D. B., & Carin, L. , "The dynamic hierarchical Dirichlet process", Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning, 2008,pp. 824–831.
- [21]. J. F. Canny and T. L. Rattenbury, "A Dynamic Topic Model for Document Segmentation," EECS Department, University of California, Berkeley, Tech. Rep. UCB/EECS-2006-161, Dec. 2006.

Analisis Performa Akademik Mahasiswa Menggunakan *Social Network Analysis*

Khoirunnisa Afandi¹, M. Habibullah Arief², Nadya Faizatul Laily³, Derik Maulana Nugroho⁴

^{1,2,3,4}Bisnis Digital, Universitas dr. Soebandi, Jember, Indonesia

e-mail: khoirunnisaafandi@uds.ac.id¹, m.habibullaharief@uds.ac.id², nadyafaizatul24@gmail.com³,
derikmaulana08@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: E-mail: khoirunnisaafandi@uds.ac.id

Abstrak: Pendidikan dengan kualitas yang baik akan menghasilkan generasi yang cerdas dan berpotensi. Kriteria utama untuk mengukur kinerja lembaga akademik adalah tingkat kelulusan siswa atau mahasiswa. Hal tersebut memunculkan permasalahan bagaimana mengukur performa akademik mahasiswa sehingga bisa menjadi lulusan yang berkualitas. Pengukuran performa akademik dilakukan dengan mengumpulkan data mahasiswa lalu menggabungkan data tersebut dengan data kuesioner yang dibagikan ke mahasiswa mengenai pengalaman belajar mereka. Penelitian dilakukan dengan melakukan prediksi dengan *machine learning* dan analisis menggunakan *Social Network Analysis* untuk menampilkan inti jaringan yang paling berpengaruh terhadap performa akademik mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata akurasi algoritma untuk prediksi performa akademik mahasiswa adalah 0,76. Sehingga data tersebut dapat digunakan untuk prediksi performa akademik mahasiswa dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa Usia, Pendidikan Orang Tua, Kota Asal dan Kesulitan dalam belajar memiliki pengaruh terhadap performa akademik mahasiswa.

Kata Kunci: Kegagalan Akademik; Performa Akademik; *Social Network Analysis*

Abstract: Education with good quality will produce intelligent and potential generations. The main criteria for measuring the performance of academic institutions are the graduation rates of students or learners. This raises the issue of how to measure the academic performance of students so that they can become high-quality graduates. Academic performance measurement is done by collecting student data and combining it with questionnaire data distributed to students regarding their learning experiences. The research is conducted by making predictions with machine learning and analyzing using Social Network Analysis to display the core network that has the most influence on students' academic performance. The research results show that the average accuracy of the algorithm for predicting students' academic performance is 0.76. Thus, the data can be used for predicting students' academic performance with a high level of accuracy. The analysis results indicate that age, parental education, hometown, and learning difficulties have an impact on students' academic performance.

Keywords: Academic Failure; Academic Performance; *Social Network Analysis*

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah fondasi utama sebuah bangsa. Pendidikan dengan kualitas yang baik akan menghasilkan generasi yang cerdas dan berpotensi. Kriteria utama untuk mengukur kinerja lembaga akademik adalah tingkat kelulusan siswa atau mahasiswa [1]. Tetapi hanya 6% masyarakat Indonesia yang meneruskan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi [2]. Angka tersebut lebih sedikit dibandingkan banyaknya siswa yang lulus SMA. Dari sedikitnya siswa yang melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi, maka penting bagi perguruan tinggi untuk memperhatikan kesejahteraan dan psikologis mahasiswa. Hal ini dikarenakan tingkat putus kuliah di Indonesia tergolong tinggi. Bengkulu menduduki peringkat pertama dengan jumlah mahasiswa putus kuliah terbanyak, sementara Jawa Timur menduduki posisi ketiga dalam hal persentase mahasiswa yang tidak melanjutkan studi dengan angka 4,54%, yang setara dengan 38.317 mahasiswa *drop out* dari total 844.675 mahasiswa [3].

Permasalahan tersebut memunculkan pertanyaan tentang bagaimana cara memprediksi

kegagalan mahasiswa. Beberapa peneliti melakukan penelitian untuk memprediksi kegagalan akademik mahasiswa secara dini dan menemukan bahwa tingkat keberhasilan akademik mahasiswa hanya $\leq 10\%$ dan tingkat putus kuliah sebesar $\geq 70\%$ dengan menganalisis data sebelum dan sesudah pendaftaran [4]. Penggunaan *machine learning* bisa menjadi salah satu solusi untuk memprediksi performa akademik mahasiswa dengan lebih akurat. Prediksi dengan menggunakan algoritma *machine learning* juga dilakukan untuk melihat tingkat kegagalan mahasiswa dan menemukan bahwa algoritma KNN memiliki tingkat akurasi tertinggi dengan nilai 96,8 % [5]. Selain itu, algoritma Naïve Bayes dan *Decision Tree* juga mampu memprediksi dengan akurasi di atas 75% [6], algoritma *Logistic Regression* juga memiliki tingkat prediksi 79.82%–85.60% [7] dan *Random Forest* yang bahkan mampu meraih tingkat akurasi 91,19% [8]. Dikarenakan tingkat akurasi yang tinggi dari kelima algoritma tersebut, maka peneliti menggunakan algoritma tersebut untuk dilakukan prediksi performa akademik mahasiswa.

Selain memprediksi tingkat kegagalan mahasiswa, faktor apa yang membuat mahasiswa ingin berhenti atau bahkan *Drop Out* (DO) dari perguruan tinggi juga merupakan hal penting untuk diteliti. Oleh karena itu, perguruan tinggi perlu meningkatkan kesadaran akan parameter yang mempengaruhi kegagalan dalam proses pembelajaran dan membantu pengajar dalam menyesuaikan metode dan kebijakan pengajaran berdasarkan kebutuhan setiap siswa. Beberapa peneliti juga menyelidiki parameter apa yang mempengaruhi kegagalan proses belajar siswa. Mereka menemukan bahwa parameter nilai dan absensi yang paling relevan untuk menentukan performa akademik siswa di akhir semester [9]. Selain itu, lingkungan, sekolah dan umur juga menjadi parameter penting untuk menentukan siswa tersebut berhasil atau gagal. Sementara itu, ada peneliti yang menemukan bahwa terdapat korelasi negatif antara penggunaan sosial media dan performa akademik siswa [10]. Selain itu, mereka juga menemukan bahwa jenis kelamin juga mempengaruhi tingkat keberhasilan akademik, siswa perempuan memiliki performa akademik yang lebih baik dari pada siswa laki-laki. Tetapi, penemuan itu bertentangan dengan yang dilakukan oleh Rajendran (2022), mereka menemukan bahwa jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap performa akademik siswa. Tetapi gaya hidup yang sehat memiliki pengaruh positif terhadap performa akademik siswa. Parameter lain yang perlu diperhatikan yakni stres. Stres merupakan faktor penting ketika mempertimbangkan korelasi antara pilihan gaya hidup individu dan prestasi akademik. Meskipun banyak peneliti berusaha untuk memahami pengaruh stres terhadap prestasi akademik untuk mahasiswa tingkat universitas, hanya sedikit karya yang menyelidiki faktor stres remaja dan dampaknya terhadap prestasi akademik [1]. Sebuah penelitian menyimpulkan bahwa stres sedang dapat berdampak positif terhadap keberhasilan akademik siswa [11]. Mereka juga menentukan tidak ada perbedaan yang signifikan antara tingkat *stress* pada awal dan akhir semester. Sehingga tingkat stres mahasiswa cenderung stabil hingga akhir semester.

Dari keseluruhan penelitian tersebut, para peneliti masih memiliki kekurangan dalam hal aliran terpisah untuk menemukan aliran inti dari jaringan. Peneliti ingin melihat bagaimana pemetaan hubungan faktor internal dan eksternal sehingga mempengaruhi performa akademik mahasiswa. Oleh karena itu, tujuan dari makalah ini adalah untuk mengisi kesenjangan penelitian tersebut dengan berfokus pada penerapan *Social Network Analysis* (SNA) untuk menganalisis perilaku siswa melalui faktor-faktor yang berkontribusi terhadap performa akademik mahasiswa. SNA mampu merepresentasikan hubungan sosial antar manusia [12]. SNA berfokus pada struktur hubungan, mulai dari kenalan biasa hingga ikatan dekat. SNA mampu memetakan dan mengukur hubungan formal dan informal untuk memahami apa yang memfasilitasi atau menghambat aliran yang mengikat unit-unit yang berinteraksi, seperti, siapa yang tahu siapa, dan siapa yang berbagi informasi dan pengetahuan apa dengan

siapa melalui media komunikasi apa (misalnya, data dan informasi, suara) atau komunikasi video).

Universitas dr. Soebandi memiliki program studi baru yakni Program Studi Bisnis Digital dan sudah memiliki 2 angkatan dengan total mahasiswa sebanyak 27 orang. Prodi tersebut diharapkan memiliki lulusan yang berkualitas dan dapat bersaing di dunia kerja, maka dari itu perlu adanya penelitian untuk mengukur performa mahasiswa sehingga diperoleh parameter yang terbaik untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa. Hal ini dikarenakan untuk persiapan mahasiswa menghadapi mata kuliah yang semakin beragam sesuai dengan kurikulum prodi, di mana kurikulum prodi memiliki mata kuliah yang mempelajari komputer. Sehingga mahasiswa diharapkan mampu beradaptasi dalam proses belajar.

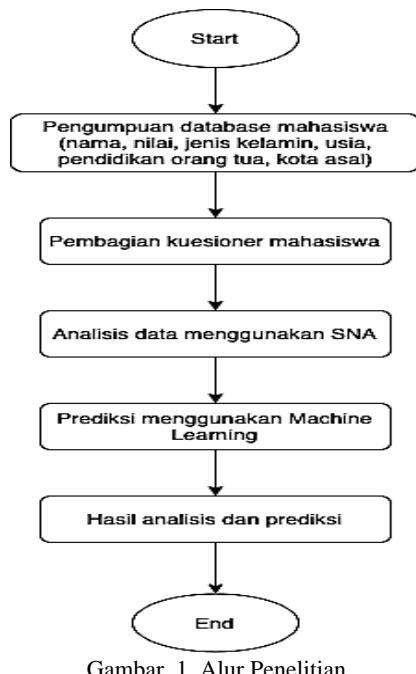
Untuk menentukan parameter terbaik maka diperlukan data yang akurat. Teknik pengumpulan data yang dapat digunakan adalah *Educational Data Mining* (EDM). EDM dapat didefinisikan sebagai penerapan teknik pengolahan data tradisional untuk analisis data pendidikan yang ditujukan untuk memecahkan masalah dalam konteks pendidikan [6]. Beberapa aplikasi penggunaan EDM terdiri dari pengembangan sistem *e-learning* [7], pengelompokan data pendidikan [8], prediksi performa siswa [9]. Penelitian ini berfokus pada prediksi performa akademik siswa karena kami tertarik untuk memahami faktor-faktor utama yang mempengaruhi performa mereka di Universitas.

Sementara itu, untuk mengolah data tersebut penulis menggunakan *Social Network Analysis* (SNA). Penggunaan SNA telah menjangkau batas banyak disiplin ilmu dari ilmu-ilmu sosial ke ilmu-ilmu humaniora. SNA telah menjadi fundamental dalam banyak rangkaian penelitian manajemen dan bisnis karena jejaring sosial semakin diakui sebagai elemen penting bisnis dan masyarakat [10]. SNA mampu merepresentasikan hubungan sosial antar manusia. SNA berfokus pada struktur hubungan, mulai dari kenalan biasa hingga ikatan dekat.

METODE

Metode penelitian ini dimulai dari pengumpulan database mahasiswa, pembagian kuesioner, analisis data dengan SNA, memprediksi dengan *machine learning*, dan diakhiri dengan hasil analisis dan prediksi.

Penelitian dilakukan di Program Studi Bisnis Digital Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas dr. Soebandi dengan melibatkan 22 mahasiswa: 11 laki-laki dan 11 perempuan. Peserta merupakan mahasiswa angkatan 1 dan 2. Data interaksi siswa dikumpulkan dari semua mata kuliah yang ditempuh pada tahun akademik 2021/2022 dan 2022/2023.



Gambar 1. Alur Penelitian

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data diri mahasiswa (nama, usia, jenis kelamin, pendidikan orang tua, kota asal dan nilai), gaya hidup dan kesulitan. Data diri dan nilai mahasiswa didapatkan dengan mengakses *Educational Data Mining* (EDM) milik perguruan tinggi. Nilai mahasiswa merupakan gabungan dari seluruh nilai UTS dan UAS dari seluruh mata kuliah yang pernah ditempuh dengan *grade* yang telah disesuaikan oleh perguruan tinggi. Sementara itu untuk melihat lingkungan dan kesulitan yang dihadapi selama perkuliahan, maka dilakukan penyebaran kuesioner kepada mahasiswa setelah UAS berlangsung. Penyebaran kuesioner dilakukan secara *online* menggunakan *Google Form*.

Analisis Data

Data yang telah diperoleh kemudian disiapkan agar data siap untuk diproses. Data yang telah siap akan dilakukan penggunaan *Social Network Analysis* dengan *Cytoscape*. Parameter seperti data diri, gaya hidup dan kesulitan yang dihadapi akan digunakan sebagai *source*, sementara nilai akhir mahasiswa merupakan target. SNA mampu merepresentasikan hubungan sosial antar manusia. Sehingga dengan menggunakan SNA, maka akan terlihat hubungan dari parameter dengan performa akademik yang dikaitkan dengan nilai mahasiswa. Dari beberapa parameter yang dipilih akan terlihat inti atau titik yang memiliki keterikatan paling banyak. Sehingga dapat dilihat korelasi antara parameter dan nilai mahasiswa, manakah parameter yang memiliki keterikatan paling banyak, dan apakah hubungan tersebut saling memiliki pengaruh.

Prediksi dengan Machine Learning

Setelah dilakukan analisis, maka langkah selanjutnya adalah melakukan prediksi. Prediksi dilakukan untuk mengetahui ramalan performa

akademik mahasiswa dilakukan dengan menggunakan algoritma *machine learning*. Algoritma yang digunakan adalah Naive Bayes, KNN, Logistic Regression, Decision Tree dan Random Forest. Pengkodean dilakukan menggunakan Bahasa pemrograman Python. Prediksi dilakukan menggunakan data yang telah didapatkan dari EDM dan hasil kuesioner mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Kelamin dan Performa Akademik

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 2, tidak ada pengaruh antara jenis kelamin dengan performa akademik. Jaringan menunjukkan bahwa baik laki-laki maupun perempuan memiliki nilai yang sama.

Usia dan Performa Akademik

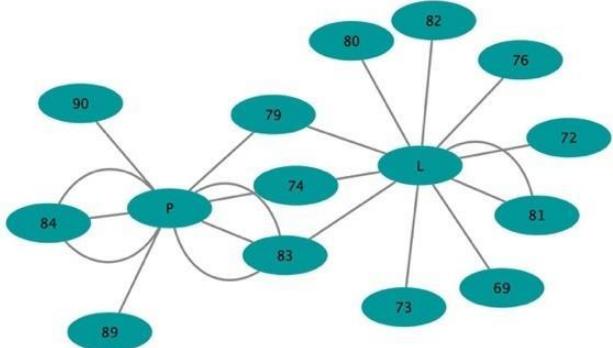
Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 3, mahasiswa dengan rentang usia 19-22 tahun memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan mahasiswa yang berusia di atas 23 tahun. Usia mahasiswa di Program Studi Bisnis Digital beragam, karena tidak hanya *fresh graduate* SMA yang mendaftar, tetapi terdapat beberapa mahasiswa yang baru melanjutkan perkuliahan setelah beberapa tahun lulus SMA.

Pendidikan Orang Tua dan Performa Akademik

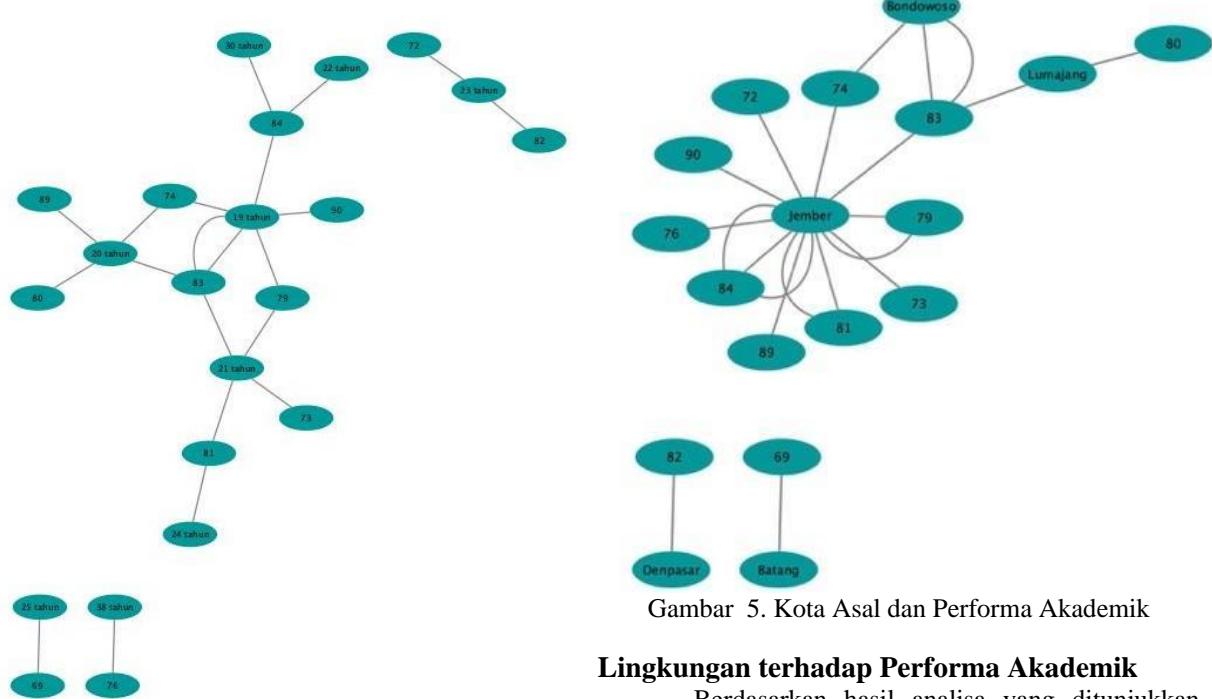
Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 4, pendidikan orang tua minimal SMA mampu memberikan pengaruh terhadap performa akademik mahasiswa. Pendidikan orang tua minimal SMA menunjukkan nilai yang baik dengan nilai minimal 79.

Kota Asal dan Performa Akademik

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 5, kota asal memiliki pengaruh terhadap performa akademik mahasiswa. Mahasiswa yang kuliah secara daring atau mahasiswa reguler 2 kelas karyawan memiliki performa akademik yang kurang baik dibandingkan mahasiswa yang kuliah secara luring di Universitas.



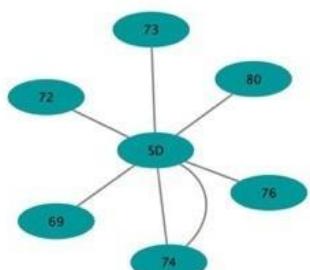
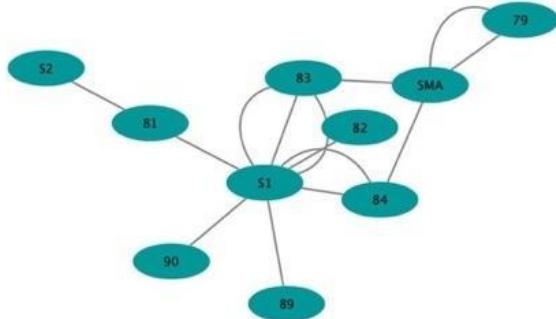
Gambar 2. Jenis Kelamin dan Performa Akademik



Gambar 3. Usia dan Performa Akademik

Kesulitan dalam Perkuliahan terhadap Performa Akademik

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 6, mahasiswa yang tidak memiliki kendala terhadap perkuliahan memiliki nilai yang baik dibandingkan mahasiswa yang memiliki kesulitan. Kesulitan yang dialami mahasiswa seperti penyesuaian diri dengan dunia perkuliahan, memahami materi perkuliahan serta memahami materi tentang perhitungan.

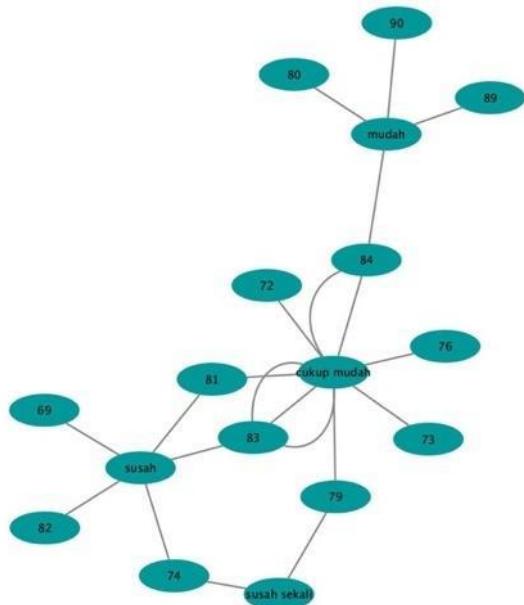


Gambar 4. Pendidikan Orang Tua dan Performa Akademik

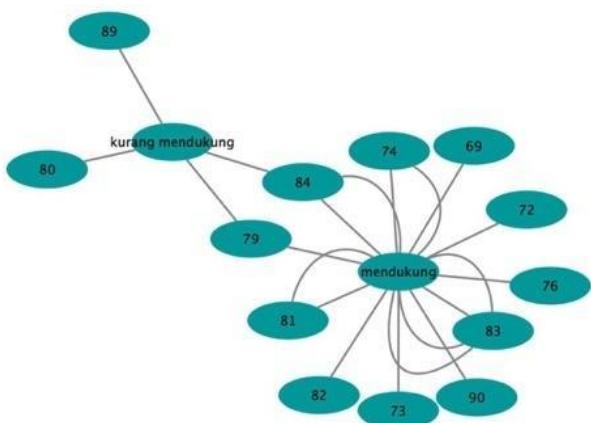
Gambar 5. Kota Asal dan Performa Akademik

Lingkungan terhadap Performa Akademik

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 7, tidak ada pengaruh terhadap lingkungan dan performa akademik. Mahasiswa pada lingkungan yang kurang mendukung mampu memiliki nilai yang baik bahkan bisa bersaing dengan mahasiswa yang memiliki lingkungan mendukung. Definisi lingkungan kurang mendukung adalah orang tua kurang mendukung proses perkuliahan dan pengaruh keluarga terhadap kegiatan perkuliahan. Mahasiswa Program Studi Bisnis Digital rata-rata berasal dari keluarga sederhana, sehingga ada beberapa mahasiswa yang kurang mendapatkan dukungan dari keluarga untuk kuliah karena masih ada stigma di keluarga bahwa wanita tidak perlu kuliah. Tetapi mahasiswa mampu melawan lingkungan yang kurang suportif tersebut untuk terus belajar dengan baik.



Gambar 6. Kesulitan dalam Perkuliahan terhadap Performa Akademik



Gambar 7. Lingkungan terhadap Performa Akademik

Selain menggunakan SNA untuk melihat keterkaitan antara faktor eksternal dengan performa akademik, data yang telah diperoleh juga dilakukan prediksi untuk melihat performa akademik mahasiswa berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Prediksi dilakukan dengan menggunakan algoritma Naïve Bayes, *Logistic Regression*, KNN, *Decision Tree*, dan *Random Forest*. Algoritma digunakan untuk melihat prediksi mahasiswa mengalami kegagalan atau keberhasilan performa akademik.

Berdasarkan klasifikasi yang dilakukan, rata-rata akurasi dari algoritma yang digunakan adalah 0,76 sesuai dengan yang muncul pada Gambar 8. Data tersebut mampu digunakan untuk memprediksi performa akademik mahasiswa dengan tingkat akurasi yang tinggi. Seluruh algoritma yang digunakan memiliki nilai akurasi yang sama dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9, hal ini dikarenakan data mahasiswa yang digunakan sedikit

sehingga kurangnya variasi data. Ketika data yang digunakan lebih banyak maka data akan lebih bervariasi, maka akurasi klasifikasi juga akan lebih beragam.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.43	1.00	0.60	3
1	1.00	0.71	0.83	14
accuracy				0.76
macro avg	0.71	0.86	0.72	17
weighted avg	0.90	0.76	0.79	17

Gambar 8. Rata-rata *Classification Report*

Accuracy of LogisticRegression is 0.7647058823529411
 Accuracy of KNeighborsClassifier is 0.7647058823529411
 Accuracy of DecisionTreeClassifier is 0.7647058823529411
 Accuracy of RandomForestClassifier is 0.7647058823529411
 Accuracy of GaussianNB is 0.7647058823529411

Gambar 9. Akurasi Algoritma

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, parameter usia, pendidikan dan kota asal memiliki pengaruh positif terhadap performa akademik mahasiswa. Oleh karena itu parameter tersebut dapat digunakan oleh program studi untuk meningkatkan performa akademik mahasiswa. Bagi mahasiswa tingkat awal yang memiliki usia di atas 23 tahun harus meningkatkan performa akademik dengan mempelajari materi lebih dalam dibandingkan mahasiswa yang berusia di bawah 23 tahun. Terlebih lagi bagi mahasiswa yang berusia di atas 23 tahun harus lebih memperhatikan pembelajaran agar bisa mendapatkan nilai yang lebih baik.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah meningkatkan jumlah responden sehingga data yang didapatkan lebih banyak dan lebih beragam dan hasil klasifikasi serta hasil keterkaitan akan beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Rajendran, S. Chamundeswari and A. A. Sinha, "Predicting the academic performance of middle- and high-school students using machine learning algorithms," *Social Sciences & Humanities Open*, 2022.
- [2] V. B. Kusnandar, "Hanya 6% Warga Indonesia yang Berpendidikan Tinggi pada Juni 2022," 20 9 2022. [Online]. Available: [https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/09/20/hanya-6-warga-indonesia-yang-berpendidikan-tinggi-pada-juni-2022#:~:text=Sampai%20Juni%202022%20pendudu,k%20Indonesia,tamat%20Sekolah%20Dasar%20\(SD\)..](https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/09/20/hanya-6-warga-indonesia-yang-berpendidikan-tinggi-pada-juni-2022#:~:text=Sampai%20Juni%202022%20pendudu,k%20Indonesia,tamat%20Sekolah%20Dasar%20(SD)..)
- [3] Lokadata, "lokadata," 2017. [Online]. Available: <https://lokadata.beritagar.id/chart/preview/10-provinsi-dengan-persentase-mahasiswa-drop-out-dortinggi-1519122848>. [Accessed 1 November 2023].

- [4] G. J. Baars, H. G. Schmidt and P. Hermus, "Early Identification of Successful and Unsuccessful Students in the First Year at the University," *Health Professions Education*, Vol. 8, No. 1, 2022.
- [5] D.-L. Ngo-Hoang, J. Dayupay, S. Ajibade and O. Oyebode, "Utilization of Ensemble Techniques for Prediction of the Academic Performance of Students," *Journal Of Optoelectronics Laser*, Vol. 41, No. 6, 2022.
- [6] H. A. Mengash, "Using Data Mining Techniques to Predict Student Performance to Support Decision Making in University Admission Systems," *IEEE Access*, Vol. 8, 2020.
- [7] H. Waheed, S.-U. Hassan, N. R. Aljohani, J. Hardman, S. Aleyani and R. Nawaz, "Predicting academic performance of students from VLE big data using deep learning models," *Computers in Human Behavior*, Vol. 104, 2020.
- [8] C. Beaulac and J. S. Rosenthal, "Predicting University Students' Academic Success and Major Using Random Forests," *Research in Higher Education*, Vol. 60, pp. 1048–1064 , 2019.
- [9] E. Fernandes, M. Holanda, M. Victorino, V. Borges, R. Carvalho and G. V. Erven, "Educational data mining: Predictive analysis of academic performance of public school students in the capital of Brazil," *Journal of Business Research*, 2018.
- [10] A. M. Bhandarkar, A. K. Pandey, R. Nayak, K. Pujary and A. Kumar, "Impact of social media on the academic performance of undergraduate medical students," *Medical Journal Armed Forces India*, Vol. 77, 2021.
- [11] K. Rafidah, A. Azizah, M. D. Norzaidi, S. C. Chong, M. I. Salwani and I. Noraini, "Stress And Academic Performance: Empirical Evidence From University Students," *Scholarly Journal*, Vol. 13, no. 1, pp. 37-51, 2009.
- [12] J. Scott, What is social network analysis?, 1 ed., London: Bloomsbury Publishing, 2012.
- [13] R. Baker, "Data Mining," in *International Encyclopedia of Education (Third Edition)*, Elsevier, 2010, pp. 112-118.
- [14] J. A. Lara, D. Lizcano, M. A. Martínez, J. Pazos and T. Riera, "A system for knowledge discovery in e-learning environments within the European Higher Education Area – Application to student data from Open University of Madrid, UDIMA," *Computers & Education*, Vol. 72, pp. 23-36, 2014.
- [15] B. Chakraborty, K. Chakma and A. Mukherjee, "A density-based clustering algorithm and experiments on student dataset with noises using Rough set theory," *EEE International Conference on Engineering and Technology (ICETECH), Coimbatore, India*, pp. 431-436, 2016.
- [16] R. R. Kabra and R. S. Bichkar, "Performance Prediction of Engineering Students using Decision Trees," *International Journal of Computer Applications*, Vol. 36, No. 11, 2011.
- [17] S. Clegg, E. Josserand, A. Mehra and T. S. Pitsis, "The Transformative Power of Network Dynamics: A research agenda," *The transformative and innovative power of network dynamics*, Vol. 37, No. 3, pp. 277-291, 2016.
- [18] J. Bennedsen and M. E. Caspersen, "Failure rates in introductory programming," *ACM SIGCSE Bulletin*, Vol. 39, No. 2, pp. 32-36, 2007.
- [19] E. B. Costa, B. Fonseca, M. A. Santana, F. F. d. Araújo and J. Rego, "Evaluating the effectiveness of educational data mining techniques for early prediction of students' academic failure in introductory programming courses," *Computers in Human Behavior*, pp. 247-256, 2017.
- [20] J. Bravo-Agapito, S. J. Romero and S. Pamplona, "Early Prediction of Undergraduate Student's Academic Performance in Completely Online Learning: A Five-Year Study," *Computers in Human Behavior*, 2020.
- [21] C. Romero, S. Ventura and P. D. Bra, "Knowledge Discovery with Genetic Programming for Providing Feedback to Courseware Authors," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol. 14, p. 425–464, 2004.
- [22] N. R. S. Raghavan, "Data mining in e-commerce: A survey," *Sadhana*, Vol. 30, p. 275–289, 2005.

Pengembangan Proses Bisnis Pelayanan Statistik Terpadu Badan Pusat Statistik Kota Surabaya Menggunakan Metode *Prototyping*

Alvi Yuana Febriyanti¹, Alfi Hidayatur Rizki^{2*}, Ahmad Wafi Fathurrahman³, Rizal Harjo Utomo⁴, Tresna Maulana Fahrudin⁵, Aviolla Terza Damaliana⁶

1,2,3,4,5,6Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

e-mail: 21083010030@student.upnjatim.ac.id¹, 21083010001@student.upnjatim.ac.id²,

21083010011@student.upnjatim.ac.id³, 21083010101@student.upnjatim.ac.id⁴, tresna.maulana.ds@upnjatim.ac.id⁵, aviolla.terza.sada@upnjatim.ac.id⁶

*Penulis Korespondensi: E-mail: 21083010001@student.upnjatim.ac.id

Abstrak: Di era digital yang semakin berkembang, data statistik memiliki peran penting dalam mendukung berbagai aspek kehidupan, termasuk perencanaan pembangunan, pengambilan keputusan strategis, serta pemantauan dan evaluasi kinerja organisasi. Keberhasilan dalam pengambilan keputusan yang tepat dan efisien sangat bergantung pada ketersediaan dan aksesibilitas data yang berkualitas. Sejalan dengan hal tersebut, Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surabaya, sebagai lembaga yang bertanggung jawab atas pengumpulan, pengolahan, dan penyebaran data statistik di tingkat kota, telah merespons perubahan lingkungan digital dengan langkah progresif yaitu dengan melakukan pengembangan Pelayanan Statistik Terpadu (PST) digital. PST digital adalah upaya modernisasi yang bertujuan untuk memastikan bahwa data statistik yang dikelola oleh BPS Kota Surabaya dapat diakses, dianalisis, dan dimanfaatkan dengan lebih efektif oleh berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat umum. Dalam pengembangannya, Pelayanan Statistik Terpadu (PST) digital ini menggunakan metode *prototyping*. Dengan menggabungkan perpustakaan digital, website, dan metode *prototyping* diharapkan pengembangan ini akan memberikan terobosan yang signifikan dalam meningkatkan kualitas pelayanan statistik yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik kota Surabaya.

Kata Kunci: Badan Pusat Statistik; Metode *Prototyping*; Proses Bisnis; Pelayanan Statistik Terpadu

Abstract: In the rapidly evolving digital era, statistical data has a crucial role in supporting various aspects of life, including development planning, strategic decision-making, and the monitoring and evaluation of organizational performance. The success of making informed and efficient decisions heavily relies on the availability and accessibility of high-quality statistical data. Therefore, Central Bureau of Statistics of Surabaya (BPS Surabaya), as the institution responsible for collecting, processing, and disseminating statistical data at the city level, has proactively responded to the changing digital landscape. They have taken progressive steps by developing a Integrated Statistical Services (PST) in digital. PST digital represents a modernization effort aimed at ensuring that the statistical data managed by BPS Surabaya can be accessed, analyzed, and utilized more effectively by various stakeholders, including government entities, the private sector, academia, and the general public. In its development, the website uses the prototyping method. By combining digital libraries, websites, and prototyping methods, it is hoped that this development will provide a significant breakthrough in improving the quality of statistical services provided by Badan Pusat Statistik Surabaya.

Keywords: Business Process; Central Bureau of Statistics; Integrated Statistical Services; Prototyping Method

PENDAHULUAN

Di era teknologi informasi yang berkembang pesat, pelayanan statistik yang efektif dan aksesibilitas data yang memadai menjadi landasan utama bagi pengambilan keputusan yang tepat. Namun, dalam pelaksanaannya, muncul beberapa tantangan yang dapat menghambat tercapainya tujuan tersebut. Dalam praktik pelayanan publik, masalah umum yang sering terjadi adalah proses yang rumit, ketidakpastian dalam waktu pelayanan, diskriminasi dalam layanan, serta risiko terjadinya pungutan ilegal. Di sisi lain, kualitas pelayanan dianggap baik jika sesuai dengan harapan masyarakat pengguna layanan. Penilaian kualitas pelayanan publik dipengaruhi oleh persepsi masyarakat dan peraturan perundang-undangan yang mengaturnya [1].

Keterbatasan aksesibilitas data dapat menghambat pihak-pihak terkait, seperti masyarakat, peneliti, dan instansi terkait, dalam mendapatkan informasi statistik yang dibutuhkan. Selain itu, pelayanan yang tidak efisien dengan proses yang rumit dan manual dapat mengakibatkan keterlambatan dalam menyediakan data, risiko kesalahan dalam pengolahan, dan kurangnya responsivitas terhadap perubahan kebutuhan pengguna. Dampak dari kondisi ini dapat merugikan tidak hanya lembaga statistik itu sendiri, tetapi juga masyarakat umum dan pihak-pihak yang bergantung pada data statistik untuk pengambilan keputusan yang tepat dan berkelanjutan.

Sebagai lembaga yang bertanggung jawab atas pengumpulan, pengolahan, dan penyebaran data statistik di tingkat kota, Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surabaya memiliki peran penting dalam

menghadapi permasalahan tersebut. Badan Pusat Statistik adalah Lembaga Pemerintah Non Kementerian (LPNK) yang ditunjuk sebagai pembina statistik di Indonesia [2]. Sejalan dengan hal tersebut, diperlukan sebuah inovasi dalam bentuk digitalisasi Pelayanan Statistik Terpadu (PST). Pelayanan Statistik Terpadu adalah penyedia pelayanan data yang terintegrasi melalui satu titik akses yang mencakup beragam jenis layanan, dan dijalankan oleh satu divisi atau unit kerja yang bertanggung jawab atas seluruhnya [3]. Pelayanan Statistik Terpadu digital dapat di definisikan sebagai suatu sistem pelayanan yang mengintegrasikan layanan statistik melalui *platform* digital atau daring.

Dalam pengembangannya, Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi pelayanannya dan memperluas aksesibilitas data bagi berbagai pihak seperti masyarakat, peneliti, dan instansi terkait. Masyarakat dapat dengan mudah mengakses informasi dan data statistik untuk berbagai keperluan, sementara peneliti akan mendapatkan akses yang lebih cepat guna mendukung dalam proses penelitian. Selain itu, instansi terkait termasuk pemerintah daerah dan lembaga non-pemerintah dapat membuat keputusan kebijakan yang lebih informatif dan efektif berdasarkan bukti data yang akurat. Dengan adanya Pelayanan Statistik Terpadu digital diharapkan terwujudnya pelayanan statistik yang lebih efisien dan pengambilan keputusan yang lebih baik.

Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya ini dikembangkan berbasis *website* menggunakan metode *prototyping*. *Website* merupakan sebuah halaman atau kumpulan beberapa halaman yang terangkum dalam sebuah domain atau sub domain [4]. *Website* menjadi sarana penting dalam penyebaran informasi di *internet* yang dapat diakses kapanpun dan di manapun [5]. Pemilihan metode *prototyping* didasarkan pada keunggulan metode *prototyping* dalam memberikan fleksibilitas dan memungkinkan umpan balik dari *user* sejak awal pengembangan, selain itu metode ini juga dapat menggambarkan versi awal dari sistem yang akan dikembangkan [6].

Badan Pusat Statistik Kota Surabaya tidaklah pionir dalam upaya digitalisasi layanan statistik. Sebelumnya, BPS Republik Indonesia telah mengembangkan *platform* Pelayanan Statistik Terpadu digital yang memiliki cakupan lebih luas dengan fitur dan layanan yang lebih komprehensif. Di sisi lain, fokus pengembangan Pelayanan Statistik Terpadu digital oleh BPS Kota Surabaya akan terpusat pada kebutuhan wilayah Surabaya.

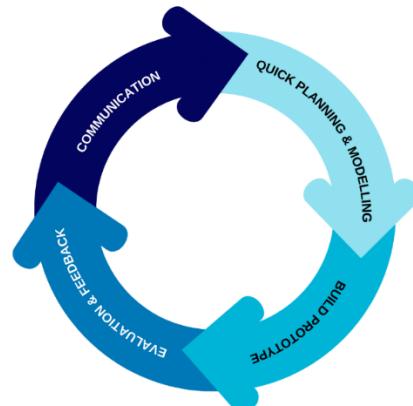
Pelayanan Statistik Terpadu digital BPS Kota Surabaya menawarkan fitur perpustakaan, penjualan, konsultasi, dan survei kepuasan pengguna. Dalam proses pengembangannya, metode *prototyping* diadopsi sebagai pendekatan utama. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan iterasi yang cepat dan

memfasilitasi umpan balik langsung dari pengguna sejak tahap awal pengembangan. Dengan melibatkan pengguna secara intensif, *prototyping* memastikan bahwa setiap perubahan atau penambahan dapat dengan cepat disesuaikan dengan kebutuhan yang mungkin berubah seiring waktu. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kepuasan pengguna tetapi juga mengurangi risiko penyimpangan dari ekspektasi mereka. Kesesuaian dengan kebutuhan pengguna menjadi prioritas utama dalam pengembangan Pelayanan Statistik Terpadu digital, dan metode *prototyping* memainkan peran krusial dalam memastikan keterlibatan pengguna dan kesuksesan implementasi.

Proses pengembangan dapat menjadi lebih lambat dan kurang responsif terhadap perubahan kebutuhan pengguna tanpa penerapan metode *prototyping*. Selain itu, risiko penyimpangan dari ekspektasi pengguna dapat meningkat. Metode *prototyping* memungkinkan pengguna untuk secara langsung melihat dan merasakan produk pada tahap awal pengembangan sehingga kesesuaian dengan harapan mereka dapat diuji secara lebih efektif. Dengan demikian, penggunaan metode *prototyping* tidak hanya mempercepat proses pengembangan, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan pada kesuksesan implementasi produk dengan meminimalkan risiko dan memastikan kesesuaian yang optimal dengan kebutuhan pengguna.

METODE

Pengembangan Pelayanan Statistik Terpadu (PST) digital BPS Kota Surabaya ini menggunakan metode *prototyping*. *Prototype* ini adalah versi awal dari sebuah tahapan sistem perangkat lunak yang digunakan untuk mempresentasikan gambaran dari ide, mengeksperimenkan sebuah rancangan, mencari masalah yang ada sebanyak mungkin, serta mencari solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut [7]. Dalam *project* ini, terdapat 4 tahapan penyelesaian yakni komunikasi, pembuatan desain *prototype*, implementasi *prototype*, dan uji coba oleh pengguna.



Gambar 1. Tahapan Metode *Prototyping*

Gambar 1. menjelaskan tentang alur pengembangan sistem menggunakan metode

prototyping. Adapun tahapan metode *prototyping* adalah:

1. Communication

Tahap pertama dalam metode *prototyping* adalah komunikasi yang dilakukan oleh *developer* dan pengguna. Tahap komunikasi merupakan langkah awal untuk menyampaikan pekerjaan yang akan dilakukan. Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan spesifikasi awal yang dibutuhkan dalam pengembangan aplikasi [8]. Dari diskusi dengan pihak Badan Pusat Statistik Kota Surabaya didapatkan hasil identifikasi masalah, yaitu terbatasnya aksesibilitas data oleh masyarakat, serta kurangnya efisiensi pelayan statistik terpadu yang dilakukan secara konvensional. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan analisis terhadap kebutuhan pengguna dan sistem Pelayanan Statistik Terpadu Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. Adapun hasil diskusi kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional yang didapatkan adalah:

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional

Jenis Kebutuhan	Deskripsi
Akses Data <i>Real-Time</i>	Kemampuan untuk mengakses data statistik secara <i>real-time</i>
Otomatisasi Pengumpulan Data	Kemampuan untuk otomatisasi proses pengumpulan data dari berbagai sumber
Keamanan Data	Keberlanjutan dan keamanan data statistik yang tinggi
Sistem Umpam Balik Interaktif	Kemampuan untuk memberikan umpan balik secara langsung dan berpartisipasi dalam pengembangan sistem
Antarmuka Pengguna Intuitif	Kemudahan penggunaan melalui antarmuka yang intuitif dan mudah dipahami
Layanan Konsultasi	Proses pengajuan pertanyaan dan penerimaan jawaban perlu diintegrasikan guna memfasilitasi pengguna berkomunikasi dengan pihak Badan Pusat Statistik Kota Surabaya
Penjualan Data	Menyediakan panduan atau tata cara proses transaksi penjualan data dan publikasi terbitan Badan Pusat Statistik Kota Surabaya
Manajemen Publikasi	Menyediakan fungsionalitas untuk melihat, menyimpan, dan mengunduh publikasi dalam beberapa format dokumen.

Tabel 2. Kebutuhan Non Fungsional

Jenis Kebutuhan	Deskripsi
Kinerja yang cepat	Respon sistem yang cepat dan efisien
Skalabilitas	Kemampuan sistem untuk berkembang dan menyesuaikan diri dengan peningkatan beban
Keamanan Informasi	Perlindungan data dan informasi dari akses yang tidak sah
Ketersediaan Sistem	Ketersediaan sistem yang tinggi tanpa waktu <i>down</i> yang berlebihan
Performa yang Stabil	Konsistensi dan stabilitas kinerja sistem
<i>Reliability</i>	Sistem bergantung pada jaringan <i>internet</i>
<i>Portability</i>	Sistem berbasis <i>website</i> sehingga dapat diakses melalui perangkat <i>mobile</i> dan <i>desktop</i>

2. Quick Planning & Modelling

Sebagai langkah awal dalam perancangan sistem yang efektif, penting untuk memahami bahwa sistem tersebut harus memenuhi kriteria kunci dalam kemampuan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh pengguna [9]. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan solusi yang baik dan memudahkan pengguna dalam menyelesaikan tugas mereka dengan efisien.

2.1. Hak Akses Aktor

Aktor merupakan elemen dari *Use Case* yang mendefinisikan entitas di luar sistem yang menggunakan sistem [10]. Hak akses aktor adalah pendefinisiannya wewenang aktor terhadap sistem [11].

Tabel 3. Hak Akses Aktor

No.	Aktor	Hak Akses
1.	Pengguna	Memiliki hak akses untuk mengakses menu layanan yang disediakan oleh Pelayanan Statistik Terpadu digital.

2.2. Use Case Diagram

Diagram *use case* digunakan untuk menunjukkan interaksi antara *use case* aktor dan aktivitas. Selain itu, diagram ini juga menggambarkan model lengkap tentang apa yang dilakukan, siapa yang berperan di dalamnya dan siapa orang / aktor yang berperan di luarnya [12].



Gambar 2. Use Case Diagram

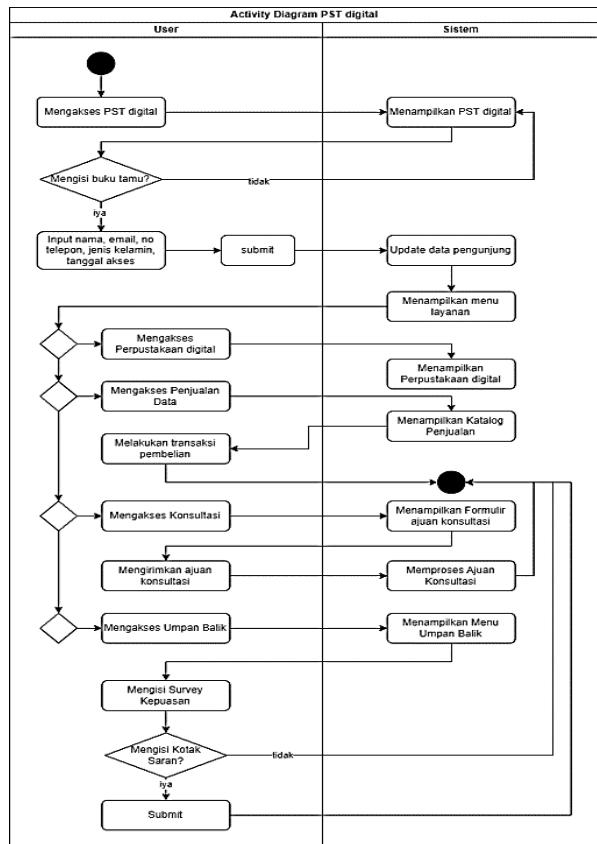
Pada Gambar 2, *use case* tersebut memiliki satu aktor yang terlibat. Aktor tersebut adalah pengguna yang mengakses website Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. Saat mengakses situs, pengguna memiliki hak untuk melihat *dashboard* dan menggunakan layanan yang telah disediakan. Namun, sebelum menggunakan layanan yang disediakan, pengguna diharuskan mengisi buku tamu yang berisi *input* nama lengkap, *input* nomor telepon, *input* jenis kelamin, dan tanggal akses situs. Terdapat empat layanan yang disediakan, yaitu perpustakaan digital, penjualan data, konsultasi, dan umpan balik. Pada menu perpustakaan, pengguna memiliki hak untuk melihat, mengunduh, memberi *rating*, dan menambahkan publikasi ke *favorite*. Pada menu penjualan data, pengguna memiliki hak untuk melihat katalog penjualan produk dan melakukan transaksi pembelian. Pada menu konsultasi, pengguna memiliki hak untuk mengajukan konsultasi kepada pihak Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surabaya. Sedangkan pada menu umpan balik, pengguna memiliki hak untuk mengisi *survey* kepuasan dan mengisi kotak saran.

2.3 Activity Diagram

Diagram aktivitas atau *activity diagram* adalah representasi *visual* yang mengilustrasikan aliran langkah-langkah atau aktivitas dari sebuah sistem, proses bisnis, atau tampilan menu dalam perangkat lunak. Diagram ini digunakan untuk membantu memahami bagaimana berbagai tindakan atau elemen saling berinteraksi dan berurutan dalam suatu konteks tertentu [12].

Pada Gambar 3, *activity diagram* terdiri dari 2 kolom, yaitu kolom *user* sebagai aktor dan kolom sistem. Simbol persegi panjang digunakan untuk menggambarkan aktivitas atau langkah dalam aliran

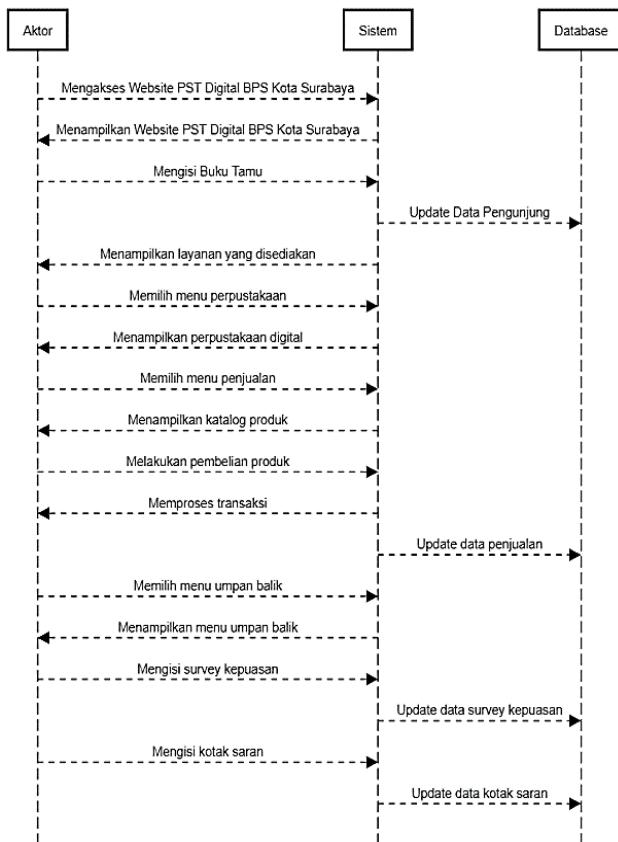
aktivitas. Simbol belah ketupat digunakan untuk menggambarkan keputusan atau kondisi dalam aliran aktivitas. Ini menunjukkan bahwa aliran aktivitas akan bercabang berdasarkan kondisi tertentu, sedangkan Simbol digunakan untuk menggambarkan status awal dan akhir dalam aliran aktivitas.



Gambar 3. Activity Diagram

2.4. Sequence Diagram

Diagram urutan, atau yang dikenal sebagai *Sequence Diagram* adalah representasi grafis yang digunakan untuk secara rinci menggambarkan bagaimana objek-objek dalam sebuah sistem berinteraksi satu sama lain. Dalam diagram ini, objek-objek yang terlibat dalam proses operasi diatur secara berurutan dari kiri ke kanan untuk memperjelas urutan interaksi mereka [13].



Gambar 4. Sequence Diagram

Pada Gambar 4, terdapat 3 objek yang berperan, yaitu *user*, sistem, dan *database*. Terdapat 7 panah tunggal (\rightarrow), dan 22 panah ganda (\leftrightarrow). Panah tunggal menggambarkan aliran pesan sinkron (*synchronous message*) artinya, proses akan dilaksanakan secara langsung, sedangkan panah ganda menggambarkan aliran pesan asinkronus (*asynchronous message*) yang artinya pengirim pesan atau pemanggilan metode akan menunggu hingga penerima merespons sebelum melanjutkan eksekusi.

3. Class Diagram

Class Diagram dibuat untuk menjelaskan atribut yang diperlukan dan terdapat dalam perancangan website. *Class Diagram* biasanya dibuat dalam bentuk tabel [14]. Setiap tabel atau kelas memiliki atribut-atribut khusus dan relasi dengan tabel lain yang mencerminkan bagaimana entitas-entitas ini berinteraksi dalam sistem Pelayanan Statistik Terpadu Digital.

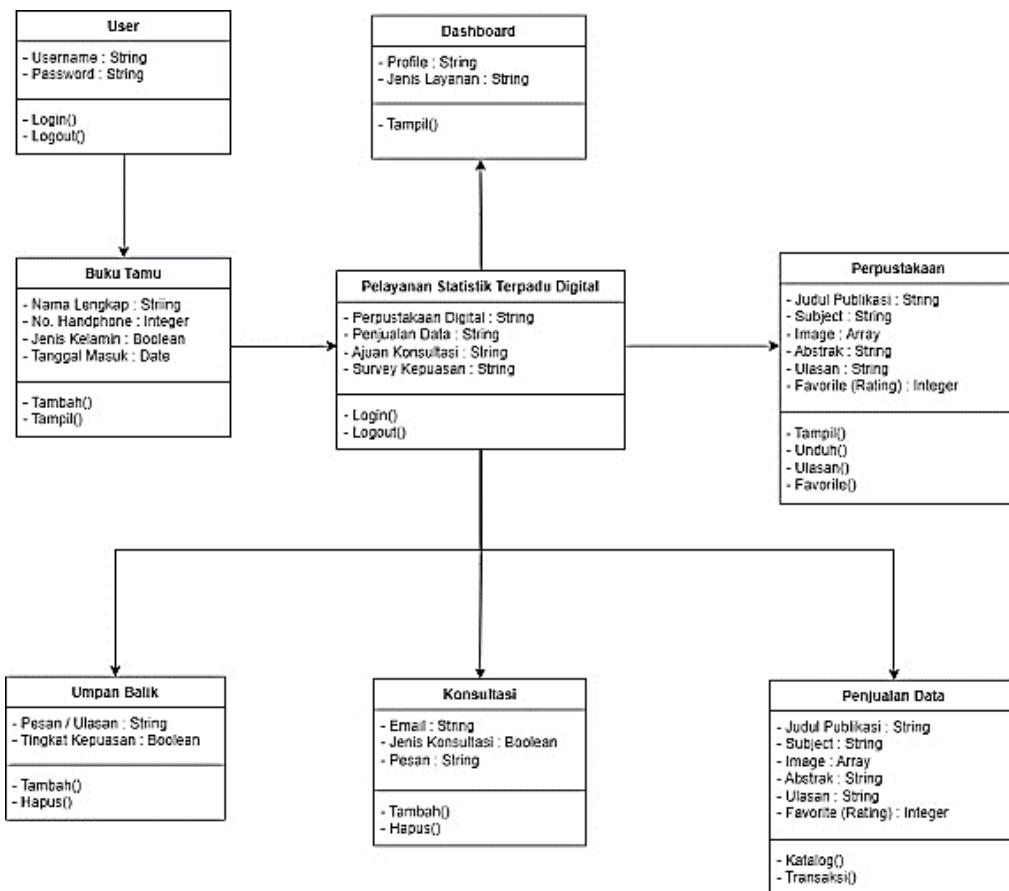
Pada Gambar 5, *class diagram* memiliki 8 tabel yaitu Pelayanan Statistik Terpadu Digital, *User*, Buku Tamu, *Dashboard*, Perpustakaan, Penjualan Data, Konsultasi, dan Umpan Balik. Setiap tabel dari *class diagram* memiliki atribut masing-masing yang mencerminkan beragam komponen sistem. Pada tabel Pelayanan Statistik Terpadu Digital terdapat empat atribut, yaitu perpustakaan digital, penjualan data, ajuan konsultasi, dan survei kepuasan. Pada tabel *user*, terdapat dua atribut yaitu *username* dan *password*. Pada tabel Buku Tamu terdapat empat atribut yaitu nama lengkap, nomor *handphone*, jenis kelamin, dan tanggal masuk. Pada tabel *Dashboard* terdapat dua atribut yaitu *profile* dan jenis layanan. Pada tabel perpustakaan terdapat enam atribut yaitu judul publikasi, *subject*, *image*, *abstrak*, ulasan, dan *favorite*. Pada tabel penjualan data terdapat enam atribut yaitu judul publikasi, *subject*, *image*, *abstrak*, ulasan, dan *favorite*. Meskipun atributnya sama, operasi pada tabel perpustakaan dan tabel penjualan data berbeda. Pada tabel perpustakaan, operasi yang dapat dilakukan adalah tampil, unduh, ulasan, dan *favorite*. Sedangkan pada tabel penjualan data, operasi yang dapat dilakukan adalah mengakses katalog dan melakukan transaksi pembelian. Pada tabel konsultasi terdapat tiga entitas yaitu *email*, jenis konsultasi, dan pesan. Pada tabel Umpan Balik terdapat dua entitas yaitu Pesan / Ulasan dan Tingkat Kepuasan.

4. Build Prototype

Setelah mengetahui kebutuhan pengguna, langkah selanjutnya adalah pembuatan *prototype* oleh tim *developer*. Pada tahap ini, fokus tim *developer* adalah menghasilkan desain antar muka pengguna (*UI*) yang intuitif dan menarik, serta pengalaman pengguna (*UX*) yang optimal. *User interface* merupakan sistem yang mengelola tampilan antar muka dan memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan sistem, sedangkan *user experience* merupakan sistem yang mengatur pengalaman saat pengguna menggunakan perangkat lunak [15]. Pembuatan *prototype* Pelayanan Statistik Terpadu Badan Pusat Statistik Kota Surabaya dilakukan menggunakan *software* Figma. Terdapat enam desain *prototype* yang telah dibuat, mencakup *dashboard* PST digital, buku tamu, layanan perpustakaan digital, layanan penjualan data, layanan konsultasi, dan umpan balik.

5. Evaluasi dan Feedback

Prototype yang telah disiapkan oleh pengembang akan didistribusikan kepada pengguna atau klien untuk dievaluasi. Setelahnya, klien akan memberikan tanggapan yang akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi terhadap kebutuhan perangkat lunak yang akan dikembangkan. Pada *project* ini, evaluasi dan *feedback* dilakukan dengan menggunakan pengujian *black box testing*. *Black box testing* merupakan pendekatan pengujian perangkat lunak yang memeriksa fungsionalitasnya dengan membandingkan *input* yang diberikan dengan *output* yang dihasilkan [16].



Gambar 5. Class Diagram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Bisnis Sistem

Proses bisnis Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya dimulai dari pengguna mengakses situs Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya dan mengisi buku tamu sebagai bukti bahwa pengguna telah mengakses situs tersebut. Setelah berhasil mengisi buku tamu, pengguna diberikan akses ke berbagai layanan yang disediakan oleh Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. Dalam menu perpustakaan digital, pengguna memiliki kemampuan untuk melakukan pencarian publikasi, membaca, dan mengunduh berbagai publikasi secara gratis. Menu kedua berisi penjualan data dan publikasi. Pada menu ini terdapat informasi terperinci tentang produk yang dijual oleh BPS Kota Surabaya.

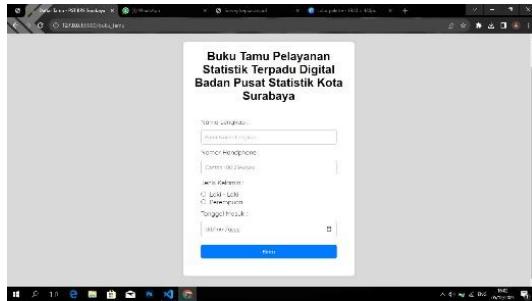
Proses pembelian produk dilakukan sesuai dengan syarat dan ketentuan yang telah ditetapkan oleh lembaga ini. Sementara itu, pada menu konsultasi, pengguna dapat membaca syarat dan ketentuan untuk mengajukan pertanyaan atau konsultasi terkait data dan publikasi. Setelah mengajukan konsultasi, sistem akan memberikan konfirmasi bahwa permintaan konsultasi telah

diterima, dan pengguna hanya perlu menunggu tanggapan resmi dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surabaya. Terakhir, menu umpan balik pengguna menyediakan formulir survei kepuasan dan kotak saran. Melalui menu ini, pengguna diberikan kesempatan untuk berbagi pengalaman mereka dalam menggunakan layanan PST digital. Adanya persediaan sarana untuk memberikan umpan balik, diharapkan BPS Kota Surabaya dapat terus memperbaiki dan mengembangkan layanan mereka sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna.

Hasil Desain Mockup Sistem

Pada bagian ini akan menampilkan halaman buku tamu, halaman *dashboard*, halaman perpustakaan digital, halaman menu penjualan, halaman menu konsultasi, halaman menu umpan balik pengguna, dan hasil pengujian *black box testing*.

Halaman Buku Tamu



Gambar 6. Halaman Buku Tamu

Pada Gambar 6. merupakan tampilan antar muka buku tamu yang harus diisi oleh pengguna saat mengakses situs Pelayanan Statistik Terpadu (PST) digital.

Halaman Dashboard



Gambar 7. Halaman Dashboard – Halaman Depan

Pada Gambar 7. merupakan tampilan antar muka *dashboard* Pelayanan Statistik Terpadu (PST) digital. Halaman ini merupakan tampilan pertama kali yang dilihat pengguna saat mengakses situs.



Gambar 8. Halaman Dashboard – Profile BPS

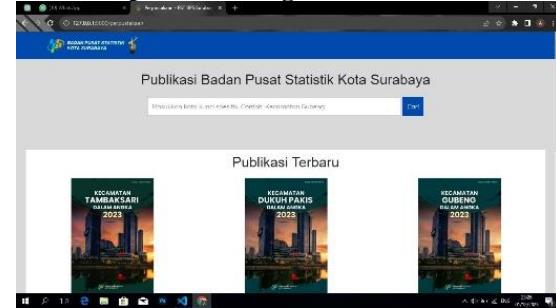
Pada Gambar 8. merupakan tampilan antar muka *dashboard* Pelayanan Statistik Terpadu digital. Halaman ini merupakan halaman yang dilihat saat pengguna melakukan *scroll* ke bawah dari Gambar 7. Pada bagian ini, terdapat informasi mengenai *profile* Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surabaya.



Gambar 9. Halaman Dashboard – Jenis Layanan

Pada Gambar 9. merupakan tampilan antar muka *dashboard* Pelayanan Statistik Terpadu digital. Halaman ini merupakan halaman yang dilihat saat pengguna melakukan *scroll* ke bawah dari Gambar 8. Pada bagian ini, terdapat informasi mengenai jenis layanan yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik Kota Surabaya untuk pengguna Pelayanan Statistik Terpadu digital.

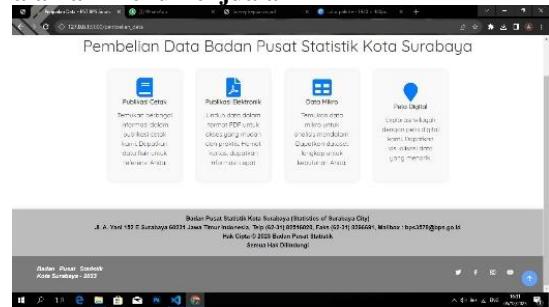
Menu Perpustakaan Digital



Gambar 10. Halaman Perpustakaan Digital

Pada Gambar 10. merupakan tampilan antar muka menu perpustakaan Pelayanan Statistik Terpadu digital. Pada halaman ini, terdapat *search bar* yang dapat digunakan pengguna untuk mencari publikasi yang diinginkan. Selain itu, pada menu ini juga disediakan kumpulan publikasi terbaru dan publikasi *favorite* dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.

Halaman Menu Penjualan



Gambar 11. Halaman Menu Penjualan

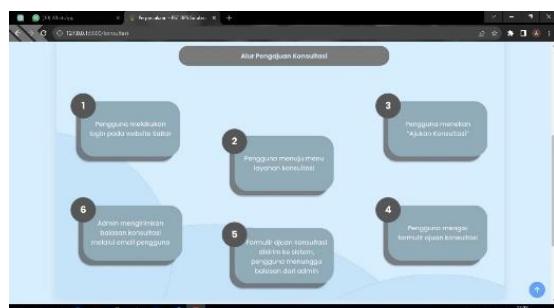
Pada Gambar 11. merupakan tampilan antar muka menu penjualan Pelayanan Statistik Terpadu digital. Halaman ini berisi tentang panduan dan prosedur pembelian data dan meta data pada Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.

Halaman Menu Konsultasi



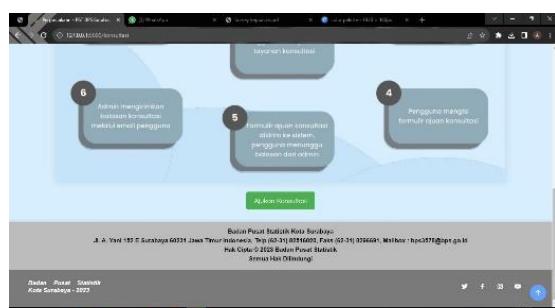
Gambar 12. Halaman Menu Konsultasi

Pada Gambar 12. merupakan tampilan antarmuka menu konsultasi. Halaman ini merupakan tampilan pertama kali yang dilihat pengguna saat mengakses menu konsultasi pada Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.



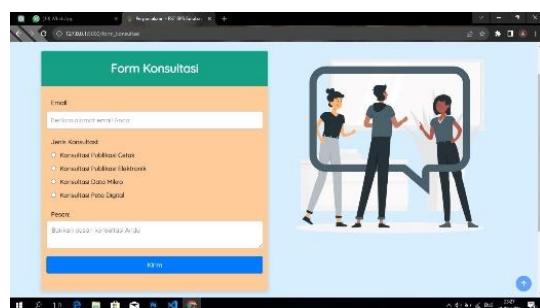
Gambar 13. Halaman Menu Konsultasi – Tata Cara

Pada Gambar 13. merupakan tampilan antarmuka menu konsultasi. Halaman ini merupakan halaman yang dilihat saat pengguna melakukan scroll ke bawah dari Gambar 12. Pada bagian ini, terdapat penjelasan mengenai tata cara mengajukan konsultasi di situs Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.



Gambar 14. Halaman Menu Konsultasi – Pengajuan

Pada Gambar 14. merupakan tampilan antarmuka menu konsultasi. Halaman ini merupakan halaman yang dilihat saat pengguna melakukan scroll ke bawah dari Gambar 13. Pada bagian ini, terdapat lanjutan penjelasan mengenai tata cara mengajukan konsultasi di situs Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. Selain itu, pada bagian ini juga terdapat tombol “ajukan konsultasi” untuk mengakses formulir pengajuan konsultasi.



Gambar 15. Halaman Menu Konsultasi – Formulir

Pada Gambar 15. merupakan tampilan antarmuka formulir ajuan konsultasi di menu konsultasi. Halaman ini merupakan halaman yang muncul saat pengguna menekan tombol “ajukan konsultasi” yang telah dijelaskan pada Gambar 14. Untuk mengajukan konsultasi, pengguna diminta memasukkan *email*, memilih jenis konsultasi yang diinginkan, dan menulis pesan konsultasi. Di formulir ajuan konsultasi ini juga terdapat tombol kirim untuk mengirimkan ajuan konsultasi.

Halaman Menu Umpan Balik Pengguna



Gambar 16. Halaman Menu Umpan Balik Pengguna

Gambar 16. merupakan tampilan antarmuka menu umpan balik. Di halaman ini, terdapat kolom untuk pengguna menyampaikan umpan balik atau saran. Selain itu, di halaman ini juga terdapat *survey* tingkat kepuasan pengguna dalam menggunakan situs Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.

Hasil Pengujian *Black Box Testing*

Tabel 4. merupakan tabel hasil pengujian *black box testing* Pelayanan Statistik Terpadu digital.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Black Box Testing*

Fitur	Input	Output	Hasil
Dashboard	Simulasi pengguna melakukan navigasi melalui dashboard	Tampilan sesuai dengan desain	Sukses
Perpustakaan	Permintaan pencarian buku, melihat, pencarian,	Menampilkan hasil	Sukses

Fitur	Input	Output	Hasil
	mengunduh & memberi rating	publikasi dapat diunduh & diberi rating	
Penjualan Data	Permintaan tata cara & prosedur pembelian	Menampilkan tata cara & prosedur pembelian	Sukses
Konsulasi	Pengajuan pertanyaan dan konsultasi pengguna	Jawaban yang informatif dan solutif	Sukses
Umpam Balik	Pengguna memberikan umpan balik terhadap pengalaman menggunakan PST digital.	Tanggapan yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi	Sukses

Pengujian Tabel 4. terdiri dari empat fitur,diantaranya adalah *dashboard*, perpustakaan digital, penjualan data, konsultasi, dan umpan balik. Berdasarkan pengujian *black box testing* dapat disimpulkan bahwa kelima fitur sistem ini berjalan dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya telah menghasilkan sistem yang dapat meningkatkan pelayanan dan memperluas aksesibilitas data bagi masyarakat, peneliti, dan instansi terkait. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan *black box testing*, sistem ini telah berhasil melewati serangkaian uji fungsionalitas dengan hasil yang sukses pada setiap fitur yang diujikan. Pengujinya mencakup fitur-fitur kunci seperti *dashboard*, layanan perpustakaan digital, layanan penjualan data, layanan konsultasi, dan umpan balik. Keberhasilan pengujian menunjukkan bahwa sistem PST digital BPS Kota Surabaya berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, memberikan keyakinan terhadap kualitas dan kinerja aplikasi ini dalam mendukung penggunaan data statistik secara efisien dan efektif.

Implementasi metode *prototyping* dalam pengembangan menunjukkan komitmen untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna dan kesuksesan implementasi. Meski demikian, perlu diingat bahwa tanpa penerapan metode *prototyping*, proses pengembangan dapat menjadi lebih lambat dan kurang responsif terhadap perubahan kebutuhan pengguna, serta meningkatkan risiko penyimpangan dari ekspektasi pengguna. Kami berharap pengembangan Pelayanan Statistik Terpadu digital Badan Pusat Statistik Kota Surabaya seiring berjalannya waktu dapat memperluas jangkauan pengguna. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan untuk mengembangkan versi aplikasi *mobile*

Pelayanan Statistik Digital yang kompatibel dengan *platform Android* dan *iOS*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Hafifah and W. Marsisno, "Permasalahan dan Potensi dalam Diseminasi Official Statistics pada Badan Pusat Statistik," *Seminar Nasional Official Statistics*, Vol. 1, No.1 p. 323, 2022.
- [2] N. Noeridha, "Inovasi Pelayanan Publik Berbasis Teknologi Informasi Digital Pada Kantor Kementerian Agama Kabupaten Karimun," *JISIPOL (Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik)*, Vol. 3, No. 1, p. 1183, 2023.
- [3] P. Nazalini, E. B. Sulistio and I. F. Meutia, "Strategi Perbaikan Kualitas Pelayanan Publik Badan Pusat Statistik Lampung Selatan (Studi pada Pelayanan Statistik Terpadu Tahun 2022)," *Administrativa*, Vol.4, No. 3, p. 470, 2022.
- [4] M. Muhamar and A. G. Persada, "Implementasi Penggunaan Website Sebagai Media Informasi dan Media Pemasaran Hasil Pertanian dan Peternakan Desa Sumberejo," *AUTOMATA Universitas Islam Indonesia*, Vol. I, No. 2, 2020.
- [5] I. Kurniawan, R. Dhoni, D. A. Saputra, F. R. Wahyudin and A. Mubais, "Implementasi Metode Prototype Pada Sistem Informasi Digital Angkringan Berbasis Web di Kecamatan Mayong," *Journal of Information System and Computer*, Vol. 3, No. 1, p. 22, 2023.
- [6] Y. Budiarti and A. N. Dhali, "Penerapan Prototype Model Untuk Sistem Informasi E-Payment Rusunawa Berbasis Android," *Informatika : Fakultas Sains dan Teknologi UniversitasLabuhanbatu*, 2020.
- [7] E. W. Fridayanthie, Haryanto and T. Tsabitah, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," *Jurnal Paradigma*, vol. XXIII, no. 2, pp. 151-157, 2021.
- [8] Y. Yusonanda, M. D. Sunarto and N. Ningsih, "Implementasi Metode Graphic Rating Scale(GRS) PadaAplikasi Penilaian Kinerja Relawan Bulan Sabit Merah Indonesia Cabang Surabaya Berbasis Website," *Journal of Technology and Informatics(JoTI)*, Vol. 2, No. 2, p. 91, 2021.
- [9] M. R. Rifaldi and A. Imamuddin, "Rancang analisis aplikasi software sistem pembayaran koperasi menggunakan metode prototyping," *INFOTECH (Jurnal Informatika Teknologi)*, 2022.
- [10] E. M. Ayu, Adiyanto and M. Asbari, "Rancang Bangun Sistem Informasi Customer Relationship Management (CRM) Berbasis Web Pada Ifa Interior," *IPSIKOM (Insan*

- Pembangunan Sistem Informasi dan Komputer)*,
2021.
- [11] Erwanto, D. A. Megawaty and P. Parjito, "Aplikasi Smart Village Dalam Penerapan Goverment to Citizen Berbasis Mobile Pada Kelurahan Candimas Natar," *JATIKA (Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak)*, 2022.
 - [12] D. Ardiyansah, O. Pahlevi and T. Santoso, "Implementasi Metode Prototyping pada Sistem Informasi Pengadaan Barang Cetakan Berbasis Website," *Hexagon : Jurnal Teknik dan Sains*, Vol. 2, no. 2, pp. 17-22, 2021.
 - [13] A. F. Prasetya, Sintia and U. L. D. Putri, "Perancangan Aplikasi Rental Mobil Menggunakan Diagram UML (Unified Modelling Language)," *Jiki : Jurnal Ilmiah Komputer Terapan dan Informasi*, Vol. I, No. 1, pp. 14-18, 2022.
 - [14] A. Ichwani, N. Anwar, K. Karsono and M. Alrifqi, "Sistem Informasi Penjualan Berbasis Website dengan Pendekatan Metode Prototype," *SISFOTEK (Sistem Informasi dan Teknologi)*, 2021.
 - [15] M. N. M. Al-Faruq, S. Nur'aini and M. H. Aufan, "Perancangan UI/UX Semarang Virtual Tourism Dengan Figma," *Walisongo Journal of Information Technology*, 2022.
 - [16] Kurniati, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Pengarsipan Dokumen Kantor Kecamatan Lais," *Journal of Software Engineering Ampera*, Vol. 2, No. 1, p. 23, 2021.

Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kost Terbaik Pada Kecamatan Oebobo Menggunakan Metode TOPSIS

Fatimah Azahra Imran¹, Gustaf Karel Katihara², Archangela Cornelia Lae³, Yampi R Kaesmetan⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, STIKOM Uyelindo Kupang, Kupang, Indonesia

e-mail: fatimahimran11@gmail.com¹, gustafkatihara5@gmail.com², archangelaarcha@gmail.com³,

kaesmetanyampi@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: E-mail: fatimah@stikomuyelindo.ac.id

Abstrak: Tempat tinggal adalah kebutuhan fundamental dalam masyarakat. Saat ini, terdapat beragam jenis tempat tinggal, termasuk rumah kost yang menarik perhatian karena aksesibilitas harga dan kemampuannya menampung banyak individu menjadikannya pilihan populer, terutama di kalangan mahasiswa. Kontribusi utama melibatkan hadirnya solusi efisien dan akurat dalam membantu masyarakat, khususnya mahasiswa dalam mengatasi tantangan pemilihan tempat tinggal. SPK (Sistem Pendukung Keputusan) yang dikembangkan dengan metode TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) mampu memberikan rekomendasi kost terbaik dengan waktu eksekusi yang singkat, hanya dalam beberapa detik. Kontribusi lainnya terletak pada integrasi kriteria-kriteria vital seperti harga, jarak, fasilitas, keamanan, dan kebersihan yang memberikan pandangan komprehensif dalam pemilihan tempat tinggal. Melalui analisis data dari 20 kost, sistem berhasil mengidentifikasi Kost RT5 sebagai pilihan terbaik dengan nilai preferensi sebesar 0,791 dan tingkat akurasi sistem mencapai 93%.

Kata Kunci: Kost; Metode TOPSIS; Sistem Pendukung Keputusan

Abstract: Shelter is a fundamental need in society. Today, there are various types of residences, including boarding houses that attract attention due to their price accessibility and ability to accommodate many individuals making them a popular choice, especially among college students. The main contribution involves presenting an efficient and accurate solution in assisting people, especially university students in overcoming the challenge of choosing a place to live. The SPK (Decision support system) developed with the TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) method is able to provide the best boarding house recommendation with a short execution time of only a few seconds. Another contribution lies in the integration of vital criteria such as price, distance, facilities, safety, and cleanliness, which provides a comprehensive view of residential selection. Through data analysis of 20 boarding houses, the system successfully identified RT5 Boarding House as the best choice with a preference value of 0.791 and the system accuracy rate reached 93%.

Keywords: Boarding House; Decision Support System; TOPSIS Method

PENDAHULUAN

Tempat tinggal, yang mencakup rumah, tempat perlindungan, dan bentuk lainnya merupakan elemen krusial dalam kehidupan manusia, sering kali digunakan sebagai tempat tinggal. Dalam konteks perkembangan urban, konsep tempat tinggal mengalami evolusi signifikan, dengan rumah kost menjadi salah satu contoh progresif. Alasan utama rumah kost menjadi populer adalah karena biayanya yang lebih ekonomis dan kapasitasnya yang memadai untuk menampung banyak orang. Fenomena ini tidak hanya menarik perhatian umum, tetapi juga sangat relevan bagi mahasiswa. Khususnya mereka yang tinggal di luar kota dan pindah untuk mengejar pendidikan di lokasi lain, sering memilih rumah kost sebagai solusi hunian yang praktis dan terjangkau[1].

Salah satu kebutuhan utama mahasiswa yang tinggal di luar kota dan sedang mengikuti pendidikan adalah biaya. Namun, sering kali sulit untuk menemukan kost atau rumah hunian yang tepat dan sesuai dengan preferensi siswa [2]. Ada mahasiswa dari dalam kota dan luar kota di kampus. Mahasiswa dari luar daerah pasti membutuhkan tempat tinggal seperti kost untuk

mendukung pendidikan mereka. Namun, masalah utama yang dihadapi oleh mahasiswa yang asalnya bukan dari tempatnya menuntut Pendidikan adalah proses pemilihan kost. Faktor-faktor seperti biaya, fasilitas yang disediakan, lokasi, serta aspek keamanan menjadi pertimbangan utama dalam keputusan mereka. Kesulitan ini timbul dari kebutuhan untuk menyeimbangkan jangkauan dengan kualitas dan keamanan hunian yang dipilih, tiap kost memiliki banyak keunggulan dan penawaran, yang sering membingungkan mahasiswa saat memilih tempat tinggal [1]. Jika seseorang merasa tidak nyaman dengan rumah kost mereka, mereka cenderung sering berpindah-pindah. Ini disebabkan oleh peningkatan biaya sewa, fasilitas tempat kost, jarak dari kampus, warung makan, dan keamanan[3]. Kemajuan teknologi saat ini menawarkan solusi yang signifikan dalam memenuhi kebutuhan akan tempat kost, memberikan manfaat substansial baik bagi pemilik maupun penyewa. Sistem ini dapat memfasilitasi proses pencarian, pemilihan, dan manajemen kost, sehingga meningkatkan efisiensi dan kepuasan bagi kedua pihak[4]. Sehubungan dengan hal yang terkait, maka sebuah sistem pendukung keputusan dibangun untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang

bertujuan untuk membantu proses pemilihan kost di area Kecamatan Oebobo, Kota Kupang. Sistem ini menggunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) sebagai kerangka kerja utamanya.

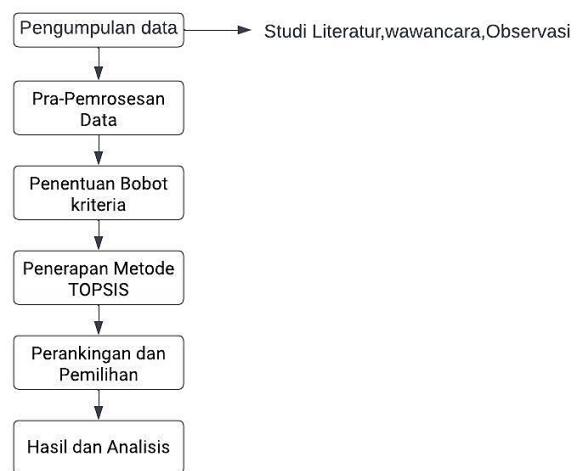
Penelitian sebelumnya telah berkontribusi pada sistem pendukung keputusan untuk pemilihan kost, termasuk penggunaan metode TOPSIS pada 2020[5], pengembangan aplikasi Android dengan pemetaan kriminalitas pada 2018[6], implementasi metode SAW pada 2019[7]. Namun, terdapat kesenjangan yang dapat diisi oleh penelitian kami, khususnya dalam konteks Kecamatan Oebobo yang belum dieksplorasi secara khusus, penggunaan metode TOPSIS yang belum mendalam dan kebutuhan untuk data serta analisis yang lebih terkini. Penelitian kami bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih spesifik ke Kecamatan Oebobo, mengadaptasi TOPSIS untuk kebutuhan lokal, dan menyajikan informasi yang lebih relevan dengan kondisi saat ini bagi mahasiswa yang mencari kost di area tersebut.

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Kupang tahun 2022, Kecamatan Oebobo adalah kecamatan terbesar dan paling padat penduduknya di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur memiliki jumlah penduduk sebanyak 189.681 jiwa. Dengan populasi yang besar, sebagian besar dari mereka adalah mahasiswa yang merantau untuk menuntut ilmu ke sekolah tinggi dan sebagian besar tinggal di kost. Permasalahan utama dalam penelitian ini yaitu melibatkan penentuan kriteria penilaian yang tepat dan relevan untuk menentukan kost terbaik di Kecamatan Oebobo, keterbatasan informasi yang mungkin mempengaruhi validitas keputusan, kompleksitas permasalahan multi kriteria yang melibatkan interaksi antar kriteria, keterlibatan stakeholder seperti pemilik kost dan penghuni, validitas dan kredibilitas metode TOPSIS dalam konteks penilaian kost, keterbatasan teknologi dan infrastruktur yang dapat mempengaruhi penggunaan sistem pendukung keputusan, evaluasi dan pemilihan bobot kriteria yang sesuai dengan preferensi pengguna, dan tantangan dalam mengimplementasikan hasil keputusan secara praktis dalam pemilihan kost sehari-hari.

METODE

1) Alur Penelitian

- 1) **Pengumpulan Data:** Identifikasi kriteria pemilihan kost seperti harga, lokasi, fasilitas, keamanan dan pengumpulan data terkait untuk setiap kriteria dari kost-kost yang ada di Kecamatan Oebobo, dilakukan dengan cara studi literatur, observasi dan wawancara.
- 2) **Pra-Pemrosesan Data:** Proses normalisasi data untuk memastikan data siap untuk analisis.
- 3) **Penentuan Bobot Kriteria:** Langkah di mana bobot diberikan untuk setiap kriteria. Ini bisa dilakukan melalui survei, wawancara dengan pakar, atau teknik pembobotan lainnya.



Gambar 1. Flowchart penelitian

- 4) **Penerapan Metode TOPSIS:** Langkah ini melibatkan penggunaan metode TOPSIS pada data yang telah diproses. Dinyatakan kalkulasi skor dari setiap alternatif (kost) berdasarkan kriteria dan bobot yang telah ditetapkan.
- 5) **Perankingan dan Pemilihan:** Tahap akhir adalah perankingan kost berdasarkan skor yang diperoleh dari langkah TOPSIS dan pemilihan kost terbaik.
- 6) **Hasil dan Analisis:** Mengevaluasi dan memilih kost yang terpilih berdasarkan perankingan TOPSIS.

7) Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu pendekatan yang bertujuan meningkatkan efisiensi organisasi atau bisnis dalam konteks sistem informasi berbasis komputer. Fungsinya tercapai melalui penyediaan kapabilitas untuk menyimpan, memproses, dan menganalisis data, membantu manajer dalam proses pengambilan keputusan. Komponen utama dari sistem ini melibatkan pemecah masalah, fungsi sistem, dan proses pendokumentasian[8][9]. Sistem pendukung keputusan sudah ada pada tahun 60-an. Namun, G. Anthony Gorry dan Micheal S. Scott Morton, profesor di MIT, baru menggunakan istilah itu pada tahun 1971[10]. Sistem pendukung keputusan dapat berfungsi menangani kendala yang tak terstruktur atau sepenuhnya terstruktur. Sistem berbasis komputer, seperti sistem pembelajaran mesin atau sistem manajemen pembelajaran, membantu perusahaan membuat keputusan[11]. Bagian dari sistem informasi berbasis komputer yang disebut sistem pendukung keputusan dimaksudkan guna membantu entitas bisnis dalam membuat keputusan[11]. Sistem ini juga dapat dijelaskan sebagai suatu sistem komputer yang memproses data untuk menghasilkan keputusan mengenai isu-isu yang terstruktur[12]. Sistem pendukung keputusan berfokus pada fleksibilitas dan adaptasi yang tinggi dan kombinasi model analisis dengan metode pemasukan data konvensional selama proses pengolahannya. Sistem ini membantu Proses penentuan keputusan terhadap suatu masalah melibatkan sejumlah tahap, dimulai dengan mengidentifikasi

masalah, menyaring data yang memiliki relevansi, menentukan metode yang akan digunakan dalam proses penentuan keputusan, hingga mengevaluasi berbagai opsi alternatif[11].

8) TOPSIS

Pemilihan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk menentukan kost terbaik di Kecamatan Oebobo didasarkan pada sejumlah keunggulan khusus. Metode ini terkenal karena kemampuannya dalam menentukan alternatif terbaik dengan mempertimbangkan kedekatan relatif terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Kelebihannya meliputi sensitivitas terhadap perbedaan bobot dan skala kriteria, kemampuan mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pemilihan alternatif, serta ketersediaan sumber daya dan kemudahan implementasi. Terlebih lagi, TOPSIS telah teruji dan divalidasi secara empiris dalam berbagai konteks, menunjukkan keandalan dan konsistensinya. Pemilihan metode ini sesuai dengan kompleksitas dan karakteristik kriteria pengambilan keputusan yang melibatkan data multi kriteria untuk menentukan kost terbaik di wilayah Kecamatan Oebobo.

Yoon dan Hwang pertama kali menggunakan TOPSIS, beberapa dari metode dalam pengambilan keputusan yang melibatkan beberapa kriteria pada tahun 1981 karena kemampuan untuk melakukan perangkingan terhadap pilihan terpilih, metode TOPSIS dapat diaplikasikan dalam menangani masalah Pengambilan Keputusan Multi-Kriteria (MCDM). Pemilihan solusi terbaik dalam metode ini didasarkan pada kriteria yang memilih solusi yang tidak hanya lebih dekat ke solusi ideal positif, tetapi juga lebih jauh dari solusi ideal negatif. Solusi ideal positif adalah yang mengoptimalkan keuntungan dan meminimalkan biaya, sementara solusi ideal negatif merupakan kebalikannya, yaitu mengoptimalkan biaya dan meminimalkan keuntungan [13].

Salah satu cara untuk menangani masalah MCDM adalah dengan menggunakan Metode TOPSIS, konsep ini berpijak pada prinsip bahwa Solusi terbaik tidak hanya paling dekat dengan solusi ideal positif tetapi juga paling jauh dari solusi ideal negatif. Pendekatan ini telah banyak diterapkan dalam pemecahan masalah keputusan praktis pada berbagai model Pengambilan Keputusan Multi-Kriteria (MCDM), karena konsep dari metode ini yang tersedia dalam format yang simpel dan mudah dimengerti, efisiensi dalam kalkulasi komputasional serta kemampuannya untuk mengevaluasi kinerja dalam konteks perbandingan dari berbagai alternatif keputusan melalui pendekatan matematis yang ringkas[14]. Berikut adalah urutan langkah-langkah metode TOPSIS[15]:

1. Menggunakan metode panjang geometri vektor *Euclidean* untuk membuat matriks keputusan ternormalisasi:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

Dengan I = 1,2,...,m; dan j=1,...,n,

Keterangan:

r_{ij} = matriks ternormalisasi $[i][j]$

x_{ij} = matriks keputusan $[i][j]$

2. Menciptakan Matriks Keputusan yang Ternormalisasi dengan Bobot y (y_1, y_2, \dots, y_n), sehingga proses normalisasi y untuk bobot menjadi:

$$y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1j} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2j} \\ y_{i1} & y_{i2} & \dots & y_{ij} \end{bmatrix} \text{ untuk } y_{ij} = y \quad (2)$$

Keterangan:

w_j = bobot dari kriteria ke j

y_{ij} = elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot

3. Mengidentifikasi solusi ideal positif dan negatif, di mana A^+ merepresentasikan solusi ideal positif, sementara A^- menggambarkan solusi ideal negatif
 $A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+);$
 $A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-);$

$$y_j^+ = \begin{cases} \max y_0; & \text{jika } j: \text{atribut keuntungan} \\ \min y_0; & \text{jika } j: \text{atribut biaya} \end{cases}$$

$$y_j^- = \begin{cases} \max y_0; & \text{jika } j: \text{atribut keuntungan} \\ \min y_0; & \text{jika } j: \text{atribut biaya} \end{cases} \quad (3)$$

4. Menentukan jarak antara nilai setiap pilihan dengan matriks solusi ideal positif (D_i^+) dan negatif (D_i^-).

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \quad (4)$$

Ket:

D_i^+ = Jarak antara alternatif Ai dan solusi ideal positif.

y_i^+ = Komponen-komponen yang membentuk matriks solusi ideal positif.

y_{ij} = matriks normalisasi yang telah diberi bobot pada posisi[i][j].

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \quad (5)$$

Ket:

D_i^- = Jarak antara alternatif Ai dan solusi ideal negatif.

y_i^- = Komponen-komponen yang membentuk matriks solusi ideal negatif

y_{ij} = matriks normalisasi yang telah diberi bobot pada posisi[i][j]

5. Penetapan nilai preferensi (V_i) bagi masing-masing alternatif

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (6)$$

Keterangan:

Nilai V_i yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa alternatif Ai lebih diutamakan.

6. Pengurutan Peringkat Alternatif

Alternatif dapat diurutkan berdasarkan nilai V_i . Oleh karena itu, alternatif terbaik ditentukan oleh yang memiliki jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan terjauh dari solusi ideal negatif[16].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dikembangkan dan diuji coba sistem pendukung keputusan dengan mengimplementasikan algoritma TOPSIS. Implementasi ini dilakukan menggunakan Microsoft Excel sebagai platform utama, untuk menunjukkan bagaimana algoritma tersebut bekerja dalam memilih kost. Kami menyajikan langkah demi langkah proses perhitungan dalam SPK ini, dari pengambilan data awal hingga tahap akhir dalam menentukan pilihan kost terbaik. Setiap langkah proses ini dijelaskan secara detail, termasuk normalisasi data dan perhitungan bobot. Uji coba sistem dilakukan dengan menggunakan kriteria pemilihan kost yang telah ditetapkan sebelumnya, yang diuraikan dalam tabel-tabel di bawah ini. Melalui uji coba ini, menunjukkan bukan hanya keakuratan perhitungan, tetapi juga efektivitas sistem pendukung keputusan dalam membantu pengguna memilih kost yang sesuai dengan preferensi mereka.

Tabel 1. Kriteria Kost

Kriteria	Keterangan
C1	Harga
C2	Jarak
C3	Fasilitas
C4	Keamanan
C5	Kebersihan

Pada Tabel 1, Urutan kepentingan setiap kriteria ditetapkan berdasarkan nilai bobot yang telah diberikan dalam bentuk numerik. Sementara itu, penilaian kesesuaian setiap alternatif terhadap tiap kriteria ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Range Kriteria

Nilai	Keterangan
1	Sangat Rendah
2	Rendah
3	Cukup
4	Tinggi
5	Sangat Tinggi

Pembobotan nilai untuk kriteria yang ditetapkan didasarkan pada Informasi yang diperoleh melalui pengamatan dan *interview* dengan pemilik, sebagaimana diuraikan berikut ini:

1. Biaya Kost (C1)

Harga dimasukkan ke dalam kriteria *cost/biaya* karena termasuk Biaya yang perlu dikeluarkan oleh mahasiswa. Berdasarkan informasi yang didapatkan, harga kost termurah dimulai dari Rp. 400.000 dan harga kost paling mahal adalah Rp. 1.500.000. Oleh karena itu, berikut adalah range

nilai untuk penilaian harga, ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kriteria Harga

Harga	Nilai
>1.500.000	1
>1.000.000	2
>500.000	3
>400.000 ≤ 500.000	4
≤ 400.000	5

2. Jarak (C2)

Mahasiswa biasanya lebih mempertimbangkan jarak dengan kampus saat memilih kost karena lebih dekat dengan kampus akan menghemat uang dan waktu. Berikut adalah range nilai untuk penilaian biaya kost, ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kriteria Jarak

Harga	Nilai
>2 km	1
>1 km ≤ 2 km	2
>500 m ≤ 1 km	3
> 200 m ≤ 500 m	4
≤ 200 m	5

3. Fasilitas (C3)

Aspek yang mempengaruhi kenyamanan saat berada di kost termasuk fasilitas yaitu kasur, lemari, TV, dan kamar mandi pribadi. Kriteria keuntungan adalah fasilitas. Berikut adalah range nilai untuk penilaian Fasilitas kost, ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Kriteria Fasilitas

Fasilitas	Nilai
Kasur, Lemari, Kamar Mandi Umum	1
Kasur, Lemari, Meja, Kamar Mandi Umum	2
Kasur, Lemari, Kipas Angin, Kamar Mandi Dalam	3
Kasur, Lemari, Meja, AC, Kamar Mandi Dalam, WiFi	4
Kasur, Lemari, Meja, AC, Kamar Mandi Dalam, TV, WiFi	5

4. Keamanan (C4)

Bagi mahasiswa yang memiliki barang berharga seperti kendaraan, menjaga keamanan sangat penting. Keamanan termasuk dalam kriteria keuntungan. Berikut adalah range nilai untuk penilaian keamanan, ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Kriteria Keamanan

Fasilitas	Nilai
Kunci Kamar	1
Kunci Kamar, Gembok	2
Kunci Kamar, Gembok, Pagar	3

Kunci Kamar, Gembok, Pagar, Batas Pengunjung	4
Kunci Kamar, Gembok, Pagar, Batas Pengunjung, CCTV	5

5. Kebersihan (C5)

Faktor lain yang mempengaruhi kenyamanan saat berada di kost adalah kebersihan lingkungan, apakah lingkungan internal dan *external* kost bersih atau kotor. Kebersihan adalah standar untuk nilai dan keuntungan. Berikut adalah *range* nilai untuk penilaian kebersihan, ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Kriteria Kebersihan

Fasilitas	Nilai
Tempat Sampah	1
Tempat Sampah, Alat Kebersihan	2
Tempat Sampah, Alat Kebersihan, Jasa Angkut Sampah	3
Tempat Sampah, Alat Kebersihan, Jasa Angkut Sampah, Kebersihan Rutin	4
Tempat Sampah, Alat Kebersihan, Jasa Angkut Sampah, Kebersihan Rutin	5

Tabel 8. menampilkan daftar 20 data kost yang telah dikumpulkan melalui observasi langsung di lokasi, yang merupakan pilihan kost terbaik.

Tabel 8. Data Kost Area Kec.Oebobo

N o	Nam a Kost	Kelur ahan	Harga	Ja ra k	Fasi litas	Keam anan	Keber sihan
1	Kost Fortuna	Oebo	Rp.1.700.000	±5 m	4	3	2
2	Kost mega wati	Oebo	Rp.1.000.000	±2 km	5	4	3
3	Kost Ang Man sion	Oebo	Rp.800.000	±2 km	3	5	5
..
2	Kos Sade wi	Kayu Putih	Rp.600.000	±1 m	4	2	4
3	Kos Jaya	Kayu Putih	Rp.450.000	±2 m	2	4	3

Berikut adalah data penilaian alternatif dengan skala 1-5 yakni data kost pada kecamatan Oebobo, untuk masing-masing kriteria diberikan skala berdasarkan tingkat kepentingan kriteria yang terlihat dalam Tabel 9.

Tabel 9. Matriks Keputusan

Kode	Nama Kos	C1	C2	C3	C4	C5
A1	Kos Fortuna	1	3	4	3	2
A2	Kos Megawati	2	1	5	4	3

Kode	Nama Kos	C1	C2	C3	C4	C5
A3	Kos Ang Mansion	3	1	5	5	5
...
A29	Kos Sadewi	2	3	4	2	4
A30	Kos jaya	2	4	5	2	5

Pengambil keputusan memberikan bobot berdasarkan seberapa penting setiap kriteria yang dibutuhkan. Nilai pembobotan kriteria dapat dihitung berdasarkan data yang diperoleh dari persepsi mahasiswa tentang memilih kost, yaitu ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Penentuan Nilai Bobot Kriteria

Nama kriteria	Kriteria	Bobot
Harga	C1 (<i>cost</i>)	3
Jarak	C2 (<i>cost</i>)	4
Fasilitas	C3 (<i>benefit</i>)	4
Keamanan	C4 (<i>benefit</i>)	5
Kebersihan	C5 (<i>benefit</i>)	4

Langkah-langkah dalam menghitung metode TOPSIS:

- 1) Membangun matriks keputusan yang ternormalisasi
 - a) Mengkuadratkan masing-masing nilai matriks X_{ij} adalah tahap pertama normalisasi. Hasil kuadrat dari masing-masing nilai matriks sesuai dengan kriteria dengan 20 data ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Tahapan Pertama Matriks Ternormalisasi

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	1	9	16	9	4
A2	4	1	25	16	9
A3	9	1	25	25	25
...
A29	4	9	16	4	16
A30	4	16	25	4	25

- 2) Pembagian setiap elemen matrik X_{ij} dengan hasil akar kuadrat kriteria adalah tahap kedua normalisasi. Hasil dari pembagian setiap elemen matrik X_{ij} dari 20 data yang tersedia dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Tahap Ketiga Matrik Ternormalisasi

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0,0932	0,2080	0,2369	0,1764	0,1360
A2	0,1865	0,0693	0,2961	0,2352	0,2041
A3	0,2797	0,0693	0,2961	0,2941	0,3402
...
A29	0,1865	0,20801	0,2369	0,1176	0,2721
A30	0,1865	0,2773	0,2961	0,1176	0,3402

- 2) Proses melibatkan pembuatan matriks keputusan yang ternormalisasi dengan bobot, yang juga dikenal sebagai matriks keputusan yang ternormalisasi berbobot. Langkah pertama adalah

mengalikan nilai matriks yang telah dinormalisasi dengan bobot kriteria. Tabel 14 menunjukkan hasil perhitungan.

Tabel 14. Perhitungan Nilai Bobot Ternormalisasi

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0,279751	0,83205	0,947758	0,88235	0,54433
A2	0,559503	0,27735	1,184698	1,17647	0,81649
...
A29	0,83925	1,38675	0,7108	1,17646	1,08866
A30	0,5595	0,83205	0,94776	0,5824	1,08866

- 3) Menemukan solusi ideal positif dan negatif, melibatkan perhitungan sesuai dengan sifat masing-masing kriteria, menggunakan rumus (3) seperti pada Tabel 15.

Tabel 15. Penentuan Solusi Ideal Positif & Negatif

	C1	C2	C3	C4	C5
Positif	1,1190	1,386	1,184	1,470	1,360
Negatif	0,2797	0,277	0,236	0,294	0,272

- 4) Menggunakan matriks solusi ideal positif dan negatif untuk menghitung jarak nilai setiap pilihan.
 a) Tahap awal dalam perhitungan jarak solusi ideal adalah menguadratkan perbedaan antara matriks normalisasi terbobot dan solusi ideal positif serta negatif. Ini menghasilkan kuadrat solusi ideal positif seperti pada Tabel 16:

Tabel 16. Tahap Kuadrat Solusi Ideal Positif

C1	C2	C3	C4	C5
0,3130	0,3076	0,0561	0,3460	0,6666
0,0782	1,2307	0	0,0865	0,2962
...
0,3130	0,3076	0,0561	0,77855	0,0740
1,2521	1,9230	1,4035	2,1626	1,8518

- b) Kuadrat solusi ideal Negatif

Tabel 17. Tahap Kuadrat Solusi Ideal Negatif

C1	C2	C3	C4	C5
0	0,3076	0,5052	0,3460	0,0740
0,0782	0	0,8982	0,7785	0,2962
...
0,0782	0,3076	0,5052	0,8651	0,6667
0,0782	0,076	0,5056	0,08651	0,0740

Selanjutnya, untuk menghitung jarak dari solusi ideal, dilakukan perhitungan akar kuadrat dari total nilai positif dan negatif untuk setiap alternatif yang ditunjukkan pada Tabel 18.

Tabel 18. Perhitungan Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif

Positif	Negatif
1,44252	1,11043
1,38803	1,43225
...	...

1,23673	1,28234
2,93142	0,60984

- 5) Menghitung nilai preferensi untuk setiap alternatif yang mendekati solusi ideal. Perhitungan nilai preferensi didasarkan pada jarak antara solusi ideal positif dan negatif yang ditunjukkan pada Tabel 19.

Tabel 19. Perhitungan Nilai Preferensi

Pref
A1
A2
...
A29
A30

- 6) Pengurutan Peringkat Alternatif

Pengurutan peringkat dilakukan berdasarkan nilai preferensi yang paling tinggi dan dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Rangking Alternatif Terbaik

Hasil Nilai Preferensi	Rangking
A15	1
A20	2
A28	3
...	...
A4	29
A30	30

Berdasarkan perhitungan manual sebelumnya, kode A15 pada alternatif mendapatkan nilai preferensi yang paling tinggi. Selanjutnya, kita akan melakukan perhitungan persentase akurasi menggunakan metode matriks Konfusi (*confusion matrix*) dengan langkah-langkah seperti pada Tabel 21:

Tabel 21. Kelas Positif Dan Kelas Negatif

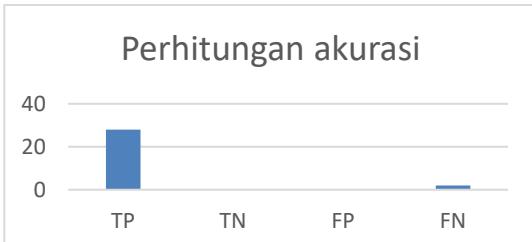
TP	TN	FP	FN
28	0	0	2

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{(TP+TN+FP+FN)} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{28+0}{28+0+0+2} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{28}{30} \times 100\% = 0,93 \approx 93\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka dapatkan persentase akurasi pada hasil sistem pendukung keputusan pemilihan kost terbaik pada area kecamatan Oebobo sebesar 90%. Adapun bentuk grafik seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Perhitungan Akurasi

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membantu dalam memilih kost terbaik di kecamatan Oebobo, dikembangkan sebuah sistem berdasarkan lima kriteria utama: harga, jarak, fasilitas, keamanan, dan kebersihan. Setiap kriteria ini diberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingannya atau prioritasnya. Melalui analisis dan perhitungan berbasis bobot kepentingan atau prioritas dari masing-masing kriteria tersebut, kost R5T telah diidentifikasi sebagai kost terbaik di area kecamatan Oebobo, dengan mendapatkan skor preferensi sebesar 0,791. Pengujian akurasi dengan *Confusion Matrix* pada sistem ini mendapatkan persentase sebesar 93%. Tingkat akurasi ini menunjukkan bahwa sebagian besar prediksi yang dibuat sistem benar, dan memberikan gambaran umum tentang seberapa efektif dan andal sistem dalam melakukan klasifikasi data sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Adriantama and Y. Brianorman, "Sistem Pendukung Keputusan Dalam Seleksi Tempat Tinggal (Kost) Mahasiswa Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," *J. Digit. Teknol. Inf.*, vol. Volume 4, No. 1, pp. 1–7, 2021.
- [2] A. Pramudhita, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah Kost Putra Untuk Mahasiswa Di Kota Malang Dengan Menggunakan Metode SAW," *J. Mhs. Tek. Inform.*, Vol. 1, No.1, pp. 1–7, 2017.
- [3] K. Kusumaningtyas, A. D. Nurullatifah, and N. D. Cahyani, "Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Rumah Kos Terbaik di Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman," *J. Din. Inform.*, vol. Vol 9, No.1, 2020.
- [4] D. Megah Sari, S. Al Farisy, and N. Arifin, "Pemilihan Tempat Kos Menggunakan Algoritma Simple Additive Weighting Dan Algoritma Fuzzy Multi-Attribute Decision Making," *J. Sintaks Log.*, Vol. 2, No. 1, pp. 223–228, Feb. 2022.
- [5] E. Nurelasari and E. Purwaningsih, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Perumahan Terbaik Dengan Metode TOPSIS," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, Vol. 8, No. 4, pp. 317, 2020.
- [6] A. Dimandili, E. P. Purwandari, and R. Efendi, "Pemilihan Indekos Mahasiswa Dan Pemetaan Tingkat Kriminalitas Dengan Profile Matching Method," *Pseudocode*, Vol. 5, No. 1, pp. 18–28, Feb. 2018.
- [7] R. N. Sari and R. S. Hayati, "Penerapan Metode Simple Additive Weighting Dalam Pemilihan Rumah Kost," *CogITO Smart J.*, Vol. 5, No. 2, pp. 215–226, 2019,
- [8] I Nyoman Tri Anindia Putra, I Gede Iwan Sudipa, I Putu Candra Jumariana, and Yohana Jun, "Penerapan Algoritma Copeland Score Sebagai Penunjang Penerimaan Beasiswa KIP Di Kampus Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia," *J. Technol. Informatics*, Vol. 4, No. 2, pp. 57–62, 2023.
- [9] Romindo, R. A. Purba, E. B. Wagiu, and Y. Siagian, "Sistem Pendukung Keputusan: Teori dan Implementasi," *Yayasan Kita Menulis*, 2021.
- [10] T. A. Masangin, T. Widiastuti, and B. S. Djahi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tempat Kos Dengan Metode Weighted Aggregated Sum Product Assesment (Waspas) (Studi Kasus Kota Kupang Nusa Tenggara Timur)," *TRANSFORMASI*, Vol. 17, No. 2, 2021
- [11] E. Simbolon, J. Nababan, and M. Pardede, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tempat Kos Menerapkan Metode Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Inf.*, pp. 484–487, 2018.
- [12] I. P. Pratiwi, F. Ferdinandus, and A. D. Limantara, "Sistem Pendukung Keputusan Penerima Program Keluarga Harapan (PKH) Menggunakan Metode Simple Additive Weighting," *J. Tek. Inform. Sist. Informasi, dan Ilmu Komput.*, VoL.8 No.2, pp. 1–14, 2019.
- [13] T. Kristiana, "Sistem Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Metode TOPSIS Untuk Pemilihan Lokasi Pendirian Grosir Pulsa," Vol.20 No.1., 2018.
- [14] H. Hertyana, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Karyawan Terbaik Menggunakan Metode Topsis," *J. ILMU Pengetah. DAN Teknol. Komput.*, Vol.4 No.1, pp. 1–6, 2018.
- [15] Y. Y. Bhalqis, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop Menggunakan Metode Topsis," *CAHAYAtech*, Vol. 7, No. 2, pp. 119, 2019.
- [16] D. Andresswari, H. Winanda, and F. P. Utama, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Proposal Program Kreativitas Mahasiswa Menggunakan Metode Topsis Berbasis Web (Studi Kasus: Universitas Bengkulu)," *Pseudocode*, Vol. 8, No. 2, pp. 153–160, Nov. 2021.

Rekomendasi *Restock* Barang di Toko Pojok UMKM Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Ayuni Salsabiela¹, Adam Prayogo Kuncoro², Pungkas Subarkah^{3*}, Primandani Arsi⁴

^{1,2,3,4}Informatika, Universitas Amikom, Purwokerto, Indonesia

e-mail: ayunisalsa04@gmail.com¹, adam@amikompurwokerto.ac.id², subarkah@amikompurwokerto.ac.id³, ukhti.prima@amikompurwokerto.ac.id⁴

* Penulis Korespondensi: E-mail: subarkah@amikompurwokerto.ac.id

Abstrak: Toko Pojok ialah toko yang menjual beraneka produk seperti makanan ringan dan minuman. Toko Pojok UMKM dalam pembukuan selama ini masih dilakukan secara manual dengan buku besar baik dalam pencatatan produk masuk maupun penjualan. Pembukuan dilakukan belum tersistem mengakibatkan data menumpuk, sehingga pemilik kesulitan dalam melihat stok yang terjual sehingga pengadaan barang ke *supplier* ada keterlambatan. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini dilakukan untuk merekomendasikan *restock* produk menggunakan algoritma K-Means di mana pengadaan barang dalam jumlah banyak, sedang dan sedikit. Penelitian ini menggunakan algoritma k-means clustering dengan 3 cluster. Di mana nilai $k=3$ merupakan nilai cluster terbaik dalam penelitian ini dengan performa dari cluster berdasarkan hasil Davies Bouldin Index sebesar 0.436, di mana cluster 1 ada 9 produk jumlah banyak dan masuk pengadaan barang, cluster 2 ada 19 produk jumlah sedang dan masuk pengadaan barang serta cluster 0 ada 110 produk jumlah sedikit masuk pengadaan barang.

Kata Kunci: Barang; Davies Bouldin Index; K-Means; Rekomendasi; Restok

Abstract: *Toko Pojok is a shop that sells various products such as snacks and drinks. UMKM Corner Shop in bookkeeping so far is still done manually with a ledger both in recording incoming products and sales. Bookkeeping is not yet systemized resulting in data piling up, so that the owner has difficulty in seeing the stock sold so that the procurement of goods to suppliers is delayed. Based on these problems, this research was conducted to recommend product restocks using the K-Means algorithm where the procurement of goods in large, medium and small quantities. This research uses the k-means clustering algorithm with 3 clusters. Where the value of $k = 3$ is the best cluster value in this study with the performance of the cluster based on the results of the Davies Bouldin index of 0.436, where cluster 1 there are 9 products in large quantities and enter procurement, cluster 2 there are 19 products in medium quantities and enter procurement and cluster 0 there are 110 products in small quantities enter procurement.*

Keywords: Davies Bouldin Index; Goods; K-Means; Recommendation; Re-stock

PENDAHULUAN

Restock produk merupakan proses atau aktivitas periodik yang diterapkan oleh suatu perusahaan untuk memastikan ketersediaan bahan baku. Hal ini sering kali menjadi pilihan pertama konsumen dan terjadi pada produk dengan tingkat permintaan yang tinggi [1]. *Restock* produk merupakan bagian penting dalam suatu usaha seperti pertokoan. Persediaan produk yang tercukupi berdampak positif terhadap penjualan. Sistem *restock* dilakukan sesuai dengan masing-masing jenis usaha. Ada *restock* produk dengan melakukan pembeli berulang dan terus menerus karena produksinya memiliki penjualan yang tinggi, ada yang memilih membeli dengan melihat stok barang yang ada dan hanya membeli ketika produk habis[2]. Toko Pojok UMKM merupakan toko yang menggunakan cara *restock* produk salah satunya yaitu melalui pengecekan stok yang tersedia di gudang atau stok yang ada pada *display*. Cek stok produk tersebut mengakibatkan tidak terkontrolnya stok produk yang dibeli dalam jumlah banyak menjadi tidak terpenuhi begitu juga sebaliknya.

Penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya bukan hanya di pertokoan saja, hal serupa juga terjadi di *cafeshop*. Memprediksi kurang tepat mengenai

penjualan menjadi penyebab tok bahan yang tersedia sehingga menyebabkan sebagian stok bahan di gudang membengkak. Penelitian ini menerapkan algoritma K-Means untuk meningkatkan penjualan dengan mengelompokkan menu berdasarkan tingkat penjualan. Hasil yang didapat berupa *clustering* performansi dari algoritma K-Means nilai Davies Bouldin Index (DBI) yaitu 0,457. Hasil DBI jika semakin kecil nilai dari DBI semakin baik hasil *clustering* yang diperoleh[3].

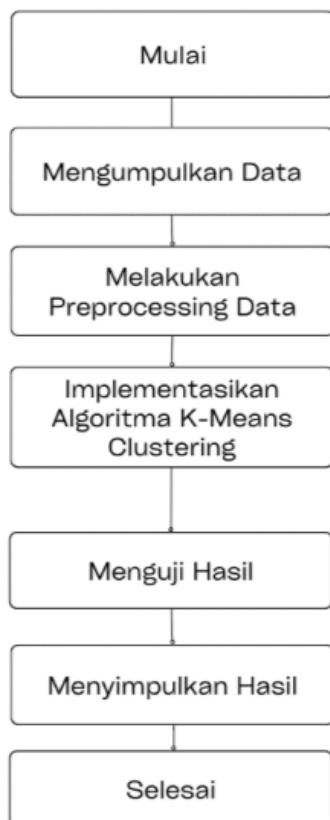
Penelitian serupa dilakukan juga oleh peneliti sebelumnya yaitu untuk melakukan perbaikan terhadap proses menentukan produk unggulan pada PT. XYZ menerapkan algoritma K-Means dan K-Medoids guna memperoleh informasi produk yang berkategori produk unggulan, produk yang peminatnya sedang, dan produk yang tidak diminati, karena data tersaji sesuai kelompok dengan kriteria yang sama sehingga memudahkan PT. XYZ dalam menentukan jumlah produk yang akan dibeli. Hasil *clustering* terbaik untuk pengelompokan data dalam penelitian ini adalah dengan mengelompokkan data ke dalam 3 cluster. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat keakuratan atau performansi dari algoritma K-Means dan K-Medoids dengan membandingkan nilai Davies Bouldin Index dari kedua

algoritma dan hasil nilai DBI yaitu 0,430 dan nilai DBI K-Medoids sejumlah 1,392. Nilai DBI yang paling kecil terdapat pada algoritma K-Means sehingga hasil Clustering yang didapat K-Means lebih cocok dipakai dalam mengatasi masalah di atas[4].

Penelitian ini dilakukan untuk pengelompokan data dengan mengklasifikasikan produk ke dalam 3 cluster. Di mana pembagian ke dalam 3 cluster merupakan nilai k terbaik dalam penelitian ini dan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Hasil dari pengelompokan cluster digunakan untuk merekomendasikan produk mana yang perlu dibeli dalam jumlah banyak, sedang dan sedikit sehingga restock produk di Toko Pojok UMKM lebih maksimal.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data transaksi penjualan pada Toko Pojok UMKM. Data tersebut yang digunakan yaitu 5 atribut. Algoritma yang digunakan adalah K-Means untuk Clusterisasi, dengan mengelompokkan data ke dalam 3 cluster. Konsep penelitian yang digunakan seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Konsep Penelitian

Pre-Processing Data

Pre-Processing data merupakan satu alur pada data mining, di mana sebelum masuk ke tahap pengolahan [5], [6]. Pertama, data mentah akan diproses terlebih dahulu dengan cara membuang data tidak dibutuhkan. Selain itu, proses ini dilakukan untuk mengubah data menjadi data yang mudah dipahami dan sederhana sehingga sistem dapat membaca data dengan baik [7]. Berikut tahapan yang ada di Pre-processing data:

1. Data Cleaning, tahap ini yaitu data mentah yang sudah didapat akan dilakukan seleksi terlebih dahulu yaitu dengan menghapus atau menghilangkan data yang tidak lengkap, kurang relevan dan tidak akurat. Tahapan ini dilakukan untuk meningkatkan akurasi pada saat analisis data dilakukan.
2. Transformasi Data, tahap ini serupa dengan tahap integration dikarenakan data yang didapat berasal dari berbagai sumber jadi diperlukan pengecekan untuk menyamakan format sehingga performa data menjadi lebih baik.
3. Mengurangi Data, tahap ini digunakan untuk mengurangi data yang tidak diperlukan dengan menghapus beberapa item yang tidak dibutuhkan pada saat analisis data, pengurangan data dapat dilakukan dengan mengurangi dimensi, jumlah atau dengan mengompresi data[8].

Berdasarkan tahapan di atas didapat data dari Toko Pojok UMKM sejumlah 139 data dari bulan Januari sampai Juni 2023, kemudian tahap berikutnya pre-processing data mulai dari cleaning data, kemudian mengurangi data dengan menghapus data yang tidak relevan. Penghapusan data sehingga dataset akhir diperoleh 138 data dengan atribut kode barang, nama produk, rata-rata, total penjualan dan jumlah transaksi. Data yang didapat setelah dilakukan pre-processing bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pre-Processing

N o g	Kode Baran	Nama Produk	Rata - Rata	Total Penjual an	Jumlah Transa ksi
1	MA00 1	Abon Ayam Midji Adila	0,5	3	3
2	MA00 2	Abon Lele 100gr	3,5	21	13
3	MA00 3	Adila Abon Lele 50gr	3	18	12
4	CM00 1	Akar Kelapa Asin+Ma nis	34,5	207	139

N o	Kode Baran g	Nama Produk	Rata - Rata	Total Penjual an	Jumlah Transa ksi
5	CM00 2	Akar Kelapa Gavin	0,33 33	2	1
...
31	CM00 3	Kacang Ijo Kriuk	0,16 66	1	1
32	CM00 4	Kacang Umpet	0,16 66	1	1
33	CM00 5	Kering Kentang 100gr	2	12	8
34	CM00 6	Keripik Kentang 250gr	1	6	3
35	CM00 7	Keripik Kentang Pedas	4	24	13
...
13	CM00 6	Rizz Brownke r Keju	2,33 33	14	6
13	CM00 7	Rizz Brownke r Kacang	0,16 66	1	1
13	CM00 8	Dahnis Cap Madu	0,66 66	4	3

Algoritma K-Means

Algoritma *K-Means* adalah metode membagi data menjadi satu atau lebih *cluster*, menjadi data dengan karakteristik yang sama dikelompokkan dalam *cluster*. Berikut ini merupakan tahapan algoritma *K-Means* [9]:

1. Cari angka untuk melihat total *cluster*.
2. Cari pusat massa secara acak.
3. Hubungkan tiap titik data dengan *centroid* terdekat yang membentuk *k-cluster* yang telah ditentukan sebelumnya dengan memakai rumus *Euclidean Distance*.
4. Kemudian Hitung nilai *varians* dan pilih *centroid* baru untuk setiap *cluster*.
5. Ulangi langkah ketiga, yang berarti Anda menugaskan kembali setiap titik data untuk setiap *cluster* ke *centroid* terdekat yang baru.
6. Saat reset selesai, lanjutkan ke langkah 4 atau lanjutkan ke *FINISH*.
7. Proses selesai data siap digunakan[10].

$$D(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum (x_i - \mu_j)^2} \quad (1)$$

Di mana:

x_i : data kriteria,

μ_j : centroid pada *cluster* ke-j

cluster pertama dengan nilai *cluster* kedua untuk sudut dalam grafik, atau jika nilainya paling banyak berkurang, jumlah nilai *cluster* sudah benar. Untuk mendapatkan perbandingan, kita harus menjumlahkan kesalahan kuadrat (SSE) dari setiap nilai *cluster*[13], [14]. Karena semakin tinggi jumlah *k-values cluster* maka semakin kecil nilai SSE-nya[15].

Rumus SSE pada metode *elbow* ditunjukkan pada persamaan 3:

$$\text{SEE} = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{n_k} |X_i - \mu_k|^2 \quad (3)$$

Keterangan:

K = *cluster* ke-c

X_i = jarak data obyek ke-i

μ_k = pusat *cluster* ke-i

Davies Buildin Index (DBI)

DBI ialah pengujian untuk mengevaluasi, dan mengukur keakuratan sebuah *cluster* pada suatu algoritma *Clustering*[16], [17]. Pengujian menggunakan DBI diartikan sebagai rasio rata-rata jarak dalam, dari sebuah *cluster* satu dengan *cluster* lainnya dilihat dari jarak *cluster* terdekat antar tetangganya[18], [19]. Tujuan dari metode pengujian DBI adalah untuk mengoptimalkan jarak antara satu *cluster* dengan *cluster* lainnya dan mencari nilai yang memperkecil jarak antara data dokumen yang terdapat dalam *cluster* yang sama[16], [20], [21].

Tahapan selanjutnya yaitu implementasi algoritma *K-Means* dengan menggunakan *Rapidminer* sebagai *tools* pendukung. Tahapan ini dimulai dari input data kemudian membuat 6 iterasi awal dari $k=2$ sampai $k=7$ [22]. Menentukan nilai K terbaik dengan melihat garis paling siku dari nilai *avg distance*. Pengujian performa dari hasil *Clustering* dengan membandingkan nilai Davies Buildin Index dari masing-masing iterasi. Hasil *clustering* data dilihat setelah penentuan nilai K dan hasil ditampilkan berdasarkan nama produk sesuai pembagian *clusternya*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan *software rapidminer* untuk menentukan *cluster* terbaik dengan algoritma *k-means* data penjualan. Pada penelitian ini dilakukan menggunakan 6 iterasi untuk menentukan nilai K terbaik dengan melihat titik yang membentuk garis paling siku berdasarkan hasil nilai *avg distance* masing-masing iterasi seperti pada Gambar 3.

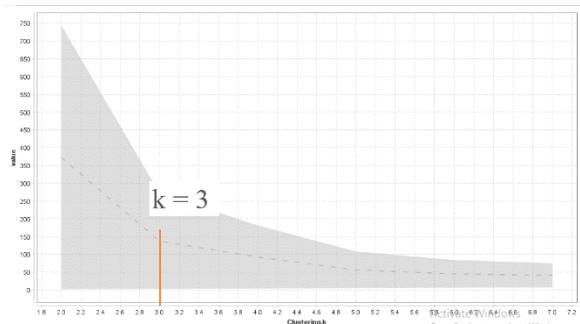
Metode Elbow

Metode *Elbow* adalah metode penentuan jumlah *cluster* atau nilai K terbaik secara tepat sebagai persentase dari hasil komparasi antara jumlah *cluster* membentuk sudut pada suatu titik[11], [12]. Jika nilai

Tabel 2. Hasil Nilai Avg Distance dari 6 iterasi

Iteration n	Clustering. k	Avg. within sentroid distance
1	2	743,241
2	3	271,55
3	4	181,253
4	5	107,854
5	6	84,168
6	7	74,907

Berdasarkan Tabel 2. jumlah nilai K terbaik dengan menggunakan metode *Elbow* berdasarkan nilai *avg distance* dan dibuktikan dengan *charts series* untuk melihat garis paling siku seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Chart Series Nilai Avg distance 6 Iterasi

Berdasarkan Gambar 2. dilihat dari grafik yang menunjukkan titik yang membentuk garis dengan sudut paling siku terdapat di titik 3.0, karena grafik dari titik iterasi yang lain tidak mengalami penurunan yang signifikan oleh karena itu jumlah pembagian cluster terbaik dalam penelitian ini menggunakan nilai k=3.

Sedangkan performa klasterisasi terbaik dari nilai k=3 dilihat dari nilai DBI (*Davies Bouldin Index*) seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Nilai Davies Bouldin 6 Iterasi

Iteration	Clustering.k	Davies Bouldin
1	2	0,448
2	3	0,436
3	4	0,522
4	5	0,516
5	6	0,615
6	7	0,565

Hasil pembagian *cluster* terbaik berdasarkan nilai *Davies Bouldin Index* dari ke 6 iterasi yang digunakan *cluster* 3 merupakan hasil *clustering* terbaik dengan nilai *Davies Bouldin Index* sebesar 0,436 dan hasil *cluster model* dari k=3 seperti pada Gambar 3.

Cluster Model

Cluster 0: 110 items
Cluster 1: 9 items
Cluster 2: 19 items
Total number of items: 138

Gambar 3. Hasil Cluster Model

Berdasarkan Gambar 3. kelompok data yang masuk ke dalam *Cluster 0* terdapat 110 data, *Cluster 1* terdapat 9 data dan *Cluster 2* terdapat 19 data. Hasil *Cluster 0* menunjukkan kelompok produk yang direkomendasikan untuk *restock* produk dalam jumlah sedikit, sedangkan *Cluster 2* menunjukkan kelompok produk yang direkomendasikan untuk *restock* produk dalam jumlah sedang dan *Cluster 1* menunjukkan kelompok produk yang direkomendasikan untuk *restock* produk dalam jumlah banyak.

Gambar 4. merupakan *list* data produk yang masuk pada *cluster 1*, untuk Gambar 5. *list* data produk *cluster 2*, dan Gambar 6. merupakan *list* data produk *cluster 0*.

NAMA_PRODUK	KODE_BARA...	cluster	Rata-rata	Total Pe... ↓	Jumlah Tran...
AKAR KELAPA ASIN+MANIS	CM001	cluster_1	34.500	207	139
NAUFA GINGER LEMON	MI001	cluster_1	31.167	187	116
MAKARONI ICIP-ICIP 105GR	CM003	cluster_1	30.333	182	141
RIZZ BROWNKER ORI	CM003	cluster_1	29.333	176	82
NAUFA GINGER PINANG MUDA	MI002	cluster_1	28.500	171	113
KERUPUK KEDELAI	CM008	cluster_1	27.867	166	142
MAKARONI ICIP-ICIP 200GR	CM004	cluster_1	24.667	148	109
MICHI PELEPAH PISANG ori	CM001	cluster_1	23.167	139	87
GARAM HIMALAYA JUARA 250 GRAM	BU002	cluster_1	21.333	128	73

Gambar 4. List Data Produk Cluster 1

NAMA_PRO...	KODE_BARA...	cluster	Rata-rata	Total Pe... ↓	Jumlah Tran...
KRIPPIK PISA...	CM0017	cluster_2	19.333	116	57
KRIPPIK INYO...	CM003	cluster_2	17.167	103	80
KRIPPIK KENT...	CM008	cluster_2	16.833	101	70
GETUK GOR...	CM001	cluster_2	16.333	98	20
SEMPRONG ...	CM001	cluster_2	16.167	97	56
KRIPPIK USUS	CM0020	cluster_2	15	90	65
MAKTIN	CM007	cluster_2	14.500	87	42
KRESS JAMU...	CM001	cluster_2	12.333	74	53
Makaroni kej...	CM005	cluster_2	12.333	74	37
IKAN NILA K...	CM002	cluster_2	11.500	69	36
KERIPIK TER...	CM007	cluster_2	11.500	69	48
KACANG BA...	CM001	cluster_2	11.167	67	29
PAKIS KRISPI	CM001	cluster_2	11	66	52
MAKARONI K...	CM002	cluster_2	11	66	32
SERIPING G...	CM003	cluster_2	10.167	61	37
PEYEK PRIG...	CM002	cluster_2	9.167	55	25
MAKARONI K...	CM006	cluster_2	8.833	53	39
PASTEL ABON	CM002	cluster_2	8.167	49	25
KOKTAIL NA...	MI001	cluster_2	7.333	44	25

Gambar 5. Data Nama Produk Cluster 2

KRIPIK USU...	EGG ROLL U...	MAKARONI K...	KOPPASS	SERPING G...	KRIPIK KENT...	KACANG UM...	KUKER NAS...
KRIPIK MELL...	ABON ORI	ANAKA CEMI...	BASRENG O...	CLARIAS EG...	KRIPIK PARE...	KERING KEN...	MANGOLENG
ANEKA CEMI...	ADILA ABON...	JAEH MERAH...	KOYAH KUE...	KRESS SAYUR	KRIPIK WALA...	KERIPIK PIS...	MANISAN JA...
MARISA (LAD...	JENANG TAPE	KERIPIK KEN...	KRIPIK TEMPE	JAMUR MRIN...	KUE KACANG	KRIPIK EMP...	NASI JAGUN...
KRIPIK JAMU...	MICHI PELEP...	SARI LEMON...	LEA KACANG...	BASRENG	KUKER NAS...	KRIPIK JAHU...	NASI JAGUN...
KULIT...	JAHU MERAH...	JAMUR MRIN...	RIZZ CHOPI...	BASRENG P...	KUKER NAS...	KRIPIK MAN...	NASTAR
JAHE MERAH...	SALE RSANG...	JAHE MERAH...	JAMU INSTA...	KRIPIK PISA...	SERPING PL...	KRIPIK NAN...	PATI ANGRK...
JAMUR MRIN...	ADILA ABON...	KRIPIK JAMU...	JAMU KRISTAL	DAHNIS CAP...	SERPING KE...	KRIPIK NAN...	PEYEK KACA...
KOPI INLAND...	MICHI PELEP...	PERMEN JAHE...	KERIPIK KEN...	ABON AYAM...	SARI LEMON...	KRIPIK TEMP...	DODOL JAM...
MICHI PELEP...	MARISA ABO...	RIZZ CHOPI...	JENANG SIR...	KOPI KOCH...	BAWANG GO...	KRIPIK LWE...	BAWANG ME...
GARAM HIMA...	KERIPIK TEM...	DODOL SIRS...	JAMUR MRIN...	MICHI PELEP...	CHESSE ST...	KUE LEMPIT...	SERPING SA...
KERIPIK PAR...	RIZZ BROWN...	KRIPIK PARE...	KRIPIK JIWEL	AKAR KELAP...	COMBRO MO...	KUKER CHO...	BAWANG PU...
KRIPIK USU...	ENAWI BRAM...	MAKARONI K...	SARI BUAH...	CIMORING	KACANG UO...	KUKER KAC...	SRUNDENG
							RIZZ BROWN...

Gambar 6. Data Nama Produk Cluster 0

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan metode *K-Means* mendapatkan hasil *Clustering* terbaik yaitu dengan membaginya kedalam 3 *cluster* dimana nilai $k = 3$ ditentukan dari nilai *Davies Bouldin Index* masing-masing iterasi awal dan didapat nilai *Davies Bouldin Index* dari $k = 3$ sebesar 0,436. Hasil dari *cluster* model didapat *cluster* 0 dengan 110 data merupakan *cluster* 3 di mana produk yang masuk termasuk kedalam produk yang direkomendasikan untuk pembelian dalam jumlah sedikit, sedangkan *cluster* 2 dengan 19 data merupakan produk yang direkomendasikan untuk pembelian dalam jumlah sedang dan *cluster* 1 dengan 9 data merupakan produk yang direkomendasikan dibeli dalam jumlah banyak.

Diharapkan untuk peneliti selanjutnya untuk data set yang digunakan dalam kurun waktu lebih dari 6 bulan dan iterasi yang digunakan lebih dari 6 iterasi sehingga hasil yang didapat akan lebih maksimal. Hasil pengujian dalam penelitian ini baru sampai tahap pengelompokan data saja, bagi peneliti selanjutnya bisa ditambahkan perhitungan untuk menentukan jumlah yang harus dibeli dari masing-masing produk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. L. Pritalia, "Penerapan Algoritma C4.5 untuk Penentuan Ketersediaan Barang E-commerce," *Indones. J. Inf. Syst.*, Vol. 1, No. 1, pp. 47–56, 2018.
- [2] S. Arifin and R. Helilintaar, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Restock Barang Dengan Metode Naive Bayes," in *Prosiding SEMNAS INOTEK*, 2022, Vol. 6 No.2, pp. 259–264.
- [3] G. Triyandana, L. A. Putri, and Y. Umaidah, "Penerapan Data Mining Pengelompokan Menu Makanan dan Minuman Berdasarkan Tingkat Penjualan Menggunakan Metode K-Means," *JAIC*, Vol. 6, No. 1, pp. 40–46, 2022.
- [4] R. Gustrianda and D. I. Mulyana, "Penerapan Data Mining Dalam Pemilihan Produk Unggulan dengan Metode Algoritma K-Means Dan K-Medoids," *J. Media Inform. Budidarma*, Vol. 6, No. 1, pp. 27–34, 2022.
- [5] H. G. Costa, M. H. T. da Silva, G. N. Santos,
- [6] A. Bonamigo, and R. D. Callado, "Clustering Brazilian Public Emergency Healthcare Units," *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 55, No. 10, pp. 566–571, 2022.
- [7] H. Asri, "Big Data and IoT for real-time miscarriage prediction A clustering comparative study," *Procedia Comput. Sci.*, Vol. 191, pp. 200–206, 2021.
- [8] R. Budiman and Rudianto, "Penerapan Data Mining Untuk Menentukan Lokasi Promosi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Universitas Banten Jaya (Metode K-Means Clustering)," *ProTekInfo(Pengembangan Ris. dan Obs. Tek. Inform.)*, Vol. 6, No. 1, pp. 6–14, 2019.
- [9] Muljono, D. P. Artanti, A. Syukur, A. Prihandono, and D. R. I. M. Setiadi, "Analisa Sentimen Untuk Penilaian Pelayanan Situs Belanja Online Menggunakan Algoritma Naïve Bayes," in *Konferensi Nasional Sistem Informasi*, 2018, pp. 165–170.
- [10] A. Nowak-Brzezinska and C. Horyn, "Outliers in rules - The comparision of LOF, COF and KMEANS algorithms," *Procedia Comput. Sci.*, Vol. 176, pp. 1420–1429, 2020.
- [11] W. N. Rohmawati, S. Defiyanti, and M. Jajuli, "Implementasi Algoritma K-Means Dalam Pengklasteran Mahasiswa Pelamar Beasiswa," *J. Ilm. Teknol. Inf. Terap.*, Vol. 1, No. 2, pp. 62–68, 2015.
- [12] A. Pandey and A. K. Malviya, "Enhancing test case reduction by k-means algorithm and elbow method," *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, Vol. 6, No. 6, pp. 299–303, 2018.
- [13] E. Schubert, "Stop using the elbow criterion for k-means and how to choose the number of clusters instead," *ACM SIGKDD Explor. Newsl.*, Vol. 25, No. 1, pp. 36–42, 2023.
- [14] E. Umargono, J. E. Suseno, and V. G. S. K., "K-Means Clustering Optimization using the Elbow Method and Early Centroid Determination Based-on Mean and Median," Vol. 474, no. Isstec 2019, pp. 234–240, 2020.
- [15] R. Nainggolan, R. Perangin-Angin, E. Simarmata, and A. F. Tarigan, "Improved the Performance of the K-Means Cluster Using the Sum of Squared Error (SSE) optimized by using the Elbow Method," *J. Phys. Conf. Ser.*, Vol. 1361, No. 1, 2019.
- [16] D. A. I. C. Dewi and D. A. K. Pramita, "Analisis Perbandingan Metode Elbow dan Silhouette pada Algoritma Clustering K-

- Medoids dalam Pengelompokan Produksi Kerajinan Bali,” *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, Vol. 9, No. 3, pp. 102–109, 2019.
- [16] S. Ramadhani, D. Azzahra, and Z. Tomi, “Comparison of K-Means and K-Medoids Algorithms in Text Mining based on Davies Bouldin Index Testing for Classification of Student’s Thesis,” *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, Vol. 13, No. 1, pp. 24–33, 2022.
- [17] G. U. Kiran and D. Vasumathi, “Disease detection using enhanced K-means clustering and davies-bould in index in big data-safe engineering application,” *J. Green Eng.*, Vol. 10, No. 12, pp. 13089–13106, 2020.
- [18] Y. Sopyan, A. D. Lesmana, and C. Juliane, “Analisis Algoritma K-Means dan Davies Bouldin Index dalam Mencari Cluster Terbaik Kasus Perceraian di Kabupaten Kuningan,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, Vol. 4, No. 3, pp. 1464–1470, 2022.
- [19] A. A. Vergani and E. Binaghi, “A soft davies-bouldin separation measure,” *IEEE Int. Conf. Fuzzy Syst.*, July–February, 2018.
- [20] F. Ros, R. Riad, and S. Guillaume, “PDBI: A partitioning Davies-Bouldin index for clustering evaluation,” *Neurocomputing*, Vol. 528, pp. 178–199, 2023.
- [21] Y. A. Wijaya, D. A. Kurniady, E. Setyanto, W. S. Tarihoran, D. Rusmana, and R. Rahim, “Davies Bouldin Index Algorithm for Optimizing Clustering Case Studies Mapping School Facilities,” *TEM J.*, Vol. 10, No. 3, pp. 1099–1103, 2021.
- [22] Arientawati, Y. Jumaryadi, and A. Wibowo, “Analisis Pengelompokan Gangguan TIK Pada Sistem Pencatatan Layanan Menggunakan Algoritma K-Means dan Metode Elbow,” *Techno.Com*, Vol. 22, No. 2, pp. 348–357, 2023.

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Website Terbaik Karya Mahasiswa Menggunakan Metode TOPSIS

Mayang Fitrylia Azis¹, Franklyn Priscian Latuan², Vania Serafin Penlaana³, Yampi R Kaesmetan⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, STIKOM Uyelindo Kupang, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

e-mail: mayangfitrylia22@gmail.com¹, angkylatuan@gmail.com², vaniapenlaana@gmail.com³,

kaesmetanyampi@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: E-mail: mayangfitrylia22@gmail.com

Abstrak: *Website* merupakan sebuah laman daring berisi informasi yang saling terkoneksi dan sering dimanfaatkan untuk berbagai kalangan khususnya mahasiswa untuk mempublikasikan hasil karyanya. Pemrograman *Web* merupakan salah satu mata kuliah di Kampus STIKOM Uyelindo Kupang yang bertujuan memberikan pemahaman dan keterampilan kepada mahasiswa mengenai pembuatan dan pengembangan aplikasi berbasis *web*. Akan tetapi, tidak semua *website* yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Karena kesulitan untuk menentukan standar penilaian *website* yang objektif, relevan, dan sesuai dengan standar global, proses pemilihan *website* terbaik menjadi lebih lama. Sehingga diperlukan sebuah sistem pendukung keputusan yang menyediakan bantuan dalam pemilihan *website* terbaik dari sejumlah *website* yang dibuat oleh mahasiswa STIKOM Uyelindo Kupang. Metode TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini guna merancang dan menerapkan sistem pendukung keputusan pemilihan *website* terbaik mahasiswa STIKOM Uyelindo Kupang dengan kriteria: kemampuan *coding*, minimal *error*, fitur *website*, dan desain *website*. Sistem ini menghasilkan penentuan pemilihan *website* terbaik dari 75 data yang diuji, diperoleh data alternatif terbaik yaitu *Website BJ* dengan nilai preferensi 0.80348. Penelitian ini juga telah dilakukan perhitungan menggunakan *Confusion Matrix* dengan hasil uji akurasi sebesar 89.33%.

Kata Kunci: Mahasiswa; Sistem Pendukung Keputusan; TOPSIS; Website Terbaik

Abstract: *Website* is an online page containing information that is interconnected and is often used for various groups, especially students to publish their work. Web programming is one of the courses at STIKOM Uyelindo Kupang Campus which aims to provide students with an understanding and skills regarding the creation and development of web-based applications. However, not all websites developed have met the desired quality standards. Due to the difficulty in determining objective, relevant, and global standards for website assessment, the process of selecting the best website becomes longer. Therefore, a decision support system is needed that provides assistance in selecting the best website from a number of websites created by students of STIKOM Uyelindo Kupang. The TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) method is the method used in this research to design and implement a decision support system for selecting the best website of STIKOM Uyelindo Kupang students with criteria: coding skills, minimal errors, website features, and website design. This system results in the determination of the best website selection from 75 tested data, obtained the best alternative data, namely *Website BJ* with a preference value of 0.80348. This research has also been calculated using *Confusion Matrix* with 89.33% accuracy test results.

Keywords: Student; Decision Support System; TOPSIS; The Best Website

PENDAHULUAN

Semua halaman web yang terhubung dengan internet disebut "website", dan setiap *website* memiliki URL yang unik yang digunakan untuk mengidentifikasi halaman web tersebut. *Website* memiliki peran sebagai *platform* komunikasi antara mahasiswa, dosen, dan pihak administrasi kampus STIKOM Uyelindo Kupang. STIKOM Uyelindo Kupang adalah institusi pendidikan yang berdiri pada tahun 2000. Lembaga pendidikan ini memiliki tiga program studi unggulan yang berfokus pada jaringan, pemrograman aplikasi atau *website*, dan perhitungan komputasi cerdas [1]. *Website* juga dipergunakan untuk media informasi, edukasi, dan wadah kreativitas bagi mahasiswa di STIKOM Uyelindo Kupang yang mana di terapkan pada salah satu mata kuliah yakni Pemrograman *Web*. Mata kuliah ini

memiliki tujuan guna menyediakan wawasan dan kemampuan terampil untuk tiap mahasiswa mengenai pembuatan dan pengembangan aplikasi berbasis *web*. Mahasiswa diharapkan dapat membuat *website* sederhana yang sesuai dengan standar global serta menunjukkan kreativitas dan prestasi dalam membuat *website*. Namun, tidak semua *website* itu berkualitas tinggi dan memenuhi standar yang diinginkan. Adapun masalah yang dihadapi oleh STIKOM Uyelindo Kupang adalah kesulitan dalam menentukan kriteria penilaian *website* yang objektif, relevan, dan sesuai dengan standar global karena masih dilakukan secara manual sehingga proses pemilihan *website* terbaik membutuhkan waktu yang lama. Kesulitan dalam menganalisis dan membandingkan *website* yang dibuat oleh mahasiswa secara kuantitatif, tentunya membutuhkan metode

analisis keputusan yang tepat. Selain itu kesulitan dalam mengkomunikasikan hasil pemilihan *website* terbaik kepada mahasiswa dan pihak terkait menjadi faktor permasalahan dalam menentukan *website* terbaik yang berkualitas.

Pemilihan *website* terbaik yang dibuat oleh mahasiswa dalam mata kuliah ini merupakan langkah yang tepat untuk meningkatkan mutu serta kreativitas mahasiswa dalam menciptakan *website* yang berstandar global dan berkualitas tinggi. Standar kualitas *website* tidak memiliki satu referensi tunggal, melainkan berasal dari berbagai sumber dan pedoman yang membahas berbagai aspek. Dalam proses observasi dan wawancara pada penelitian ini, terdapat dasar referensi yang dijadikan acuan pemilihan *website* terbaik sehingga didapatkan 4 kriteria atau aspek. *World Wide Web Consortium* (W3C) dan GitHub adalah referensi utama yang menyajikan standar pedoman seperti HTML dan CSS serta tempat kumpulan *script open source* untuk aspek kemampuan *coding*. Untuk aspek minimal error, *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG); bagian dari W3C, memberikan panduan yang lengkap tentang bagaimana membuat *website* yang bebas dari *error* dan mudah diakses oleh semua orang. Untuk aspek fitur *website*, referensi yang digunakan adalah *website* populer dan terpercaya seperti Google atau Amazon yang memiliki fitur-fitur keren. Untuk aspek desain *website*, referensi yang digunakan adalah mencari beberapa inspirasi desain populer saat ini atau menggunakan *Bootstrap* jika ingin mendesain sendiri sesuai dengan kemampuan dan imajinasi mahasiswa. Sistem pendukung keputusan akan memberikan bantuan kepada para dosen dalam membuat keputusan pemilihan *website* terbaik STIKOM Uyelindo Kupang. Pengambil keputusan dapat menggunakan sistem pendukung keputusan (SPK) untuk membantu mereka membuat keputusan yang tepat.

Sistem Pendukung Keputusan adalah metode yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas organisasi atau bisnis dalam konteks sistem informasi berbasis komputer, terutama dalam manajemen pengetahuan [2]. SPK juga memiliki kemampuan mengkomunikasikan di mana merupakan bagian dari sistem informasi global untuk membantu sebuah perusahaan dalam mengambil keputusan[3]. Metode yang akan digunakan untuk analisis keputusan pemilihan *website* terbaik adalah metode TOPSIS. Metode TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) dipilih sebagai metode analisis SPK karena konsepnya yang sederhana dan mudah dipahami. Di samping itu, metode ini memberikan solusi terbaik dengan mempertimbangkan kedekatan positif dengan solusi ideal dan kedekatan negatif dengan solusi tidak ideal.

Terdapat beberapa penelitian yang telah mengimplementasikan metode TOPSIS untuk mendukung keputusan, antara lain dalam penelitian yang berjudul “Implementasi Rekrutmen Karyawan melalui Pendekatan Topsis Berbasis Web di PT. SMESCO Indonesia”. Dalam penelitian ini, terdapat enam kriteria

evaluasi untuk calon karyawan di SMESCO Indonesia. Kriteria tersebut melibatkan penilaian kemampuan dalam membuat aplikasi, mengimplementasikan *cyber security*, merancang arsitektur, merancang infrastruktur, melakukan instalasi, serta pemeliharaan server dan jaringan LAN/WAN. Skala penilaian yang digunakan adalah sebagai berikut: 1 = sangat buruk, 2 = buruk, 3 = baik, 4 = sangat baik. Penelitian ini melibatkan tiga calon pegawai, yaitu A, B, dan C. *Output* dari penelitian ini berupa sebuah aplikasi web yang menunjukkan bahwa calon karyawan dengan nama E memperoleh nilai alternatif terbaik di antara 10 calon karyawan yang dinilai [4], Penerapan Metode TOPSIS dalam Menilai Karyawan Terbaik Melalui Platform Web di PT. Mun Hean Indonesia. Penelitian ini mengawali dengan melakukan observasi sebagai langkah awal untuk menjalani uji perhitungan. Dalam pengujian perhitungan tersebut, peneliti menggunakan 20 data untuk diuji, yang nantinya akan dinilai berdasarkan bobot kriteria menggunakan metode TOPSIS. Data tersebut terdiri dari A01 hingga A20, dengan fokus pada lima kriteria utama, yakni kedisiplinan, hasil kerja, pengetahuan, sikap, dan kerja sama. Hasil dari penelitian ini adalah pengembangan aplikasi berbasis *website*. Sistem yang dikembangkan mampu mengolah data tersebut dalam waktu kurang dari 1 detik, membuktikan bahwa sistem ini memiliki kemampuan untuk melakukan perhitungan secara lebih efisien dibandingkan dengan metode perhitungan manual [5], dan Pemanfaatan Sistem Pendukung Keputusan dengan Metode TOPSIS dalam Proses Pemilihan Tempat untuk Mendirikan Grosir Pulsa. Dalam riset ini, pengamatannya mencakup survei lapangan dan analisis pustaka untuk mengidentifikasi 5 kriteria yang menjadi dasar dalam menetapkan tempat grosir pulsa dengan memanfaatkan metode TOPSIS. Kriteria tersebut meliputi kestrategisan lokasi, tingkat kepadatan penduduk di sekitarnya, pendapatan masyarakat lokal, jarak terhadap fasilitas umum, serta faktor keamanan yang relevan dan dilakukan uji data sebanyak 3 alternatif. Hasil dari penelitian ini dilakukan secara manual dengan tahapan metode TOPSIS keseluruhan, salah satu alternatif yang direpresentasikan dengan kode A2 adalah Kutabumi, yang memperoleh nilai preferensi tertinggi dengan skor 0,666 [6].

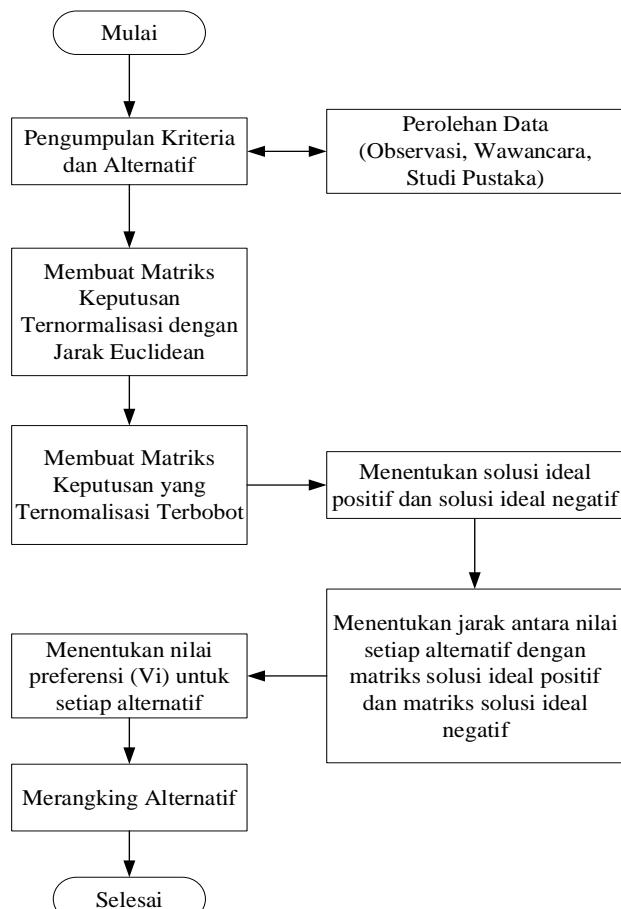
Mengacu pada permasalahan diatas, maka solusi yang diberikan oleh penulis adalah membangun suatu sistem pendukung keputusan yang bertujuan untuk mendukung pemilihan *website* terunggul menurut beberapa *website* yang dibuat oleh mahasiswa STIKOM Uyelindo Kupang menggunakan metode TOPSIS dengan kriteria penilaian mencakup aspek-aspek seperti kemampuan *coding*, minimal *error*, fitur *website*, dan desain *website*

METODE

Metodologi penelitian adalah suatu strategi atau sistematisasi yang dipergunakan untuk menghimpun, menganalisis, dan mengartikan data dengan tujuan mencapai sasaran penelitian. Penggunaan metodologi penelitian membantu menjamin bahwa pelaksanaan

penelitian dilakukan secara terstruktur, efisien, dan dapat dipercaya sehingga hasil penelitian dapat dianggap sebagai referensi yang kredibel.

Berikut adalah tahapan prosedur penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Pada tahap awal di prosedur penelitian pada Gambar 1. yang dilakukan adalah pengumpulan kriteria dan alternatif. Di mana kriteria dan alternatif ini didapatkan dari metode perolehan data yang mencakup kegiatan observasi, melakukan wawancara, dan mengadakan studi pustaka:

1. Observasi

Melakukan observasi terhadap bagaimana dosen mata kuliah Pemrograman Web, Bapak Emanuel Safirman Bata, S.Kom., M.T. mengambil keputusan dalam pemilihan website terbaik yang telah dibuat mahasiswa STIKOM Uyelindo Kupang dan mengamati kriteria atau parameter yang digunakan dalam menilai kualitas suatu website dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kemampuan *coding*, minimal *error*, fitur website, dan desain website. Data yang dikumpulkan berjumlah 75 website yang telah dibuat oleh mahasiswa dalam satu kelas mata kuliah pemrograman web [7]

2. Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung dengan dosen STIKOM Uyelindo Kupang, Bapak Emanuel Safirman Bata, S.Kom., M.T. untuk mendapatkan informasi lebih detail tentang kriteria yang digunakan dalam memilih website terbaik yang telah dibuat oleh mahasiswa [7]

3. Studi Literatur

Pengkajian literatur diperoleh menggunakan himpunan informasi teoritis dari berbagai sumber, seperti jurnal, artikel, buku, dan internet yang berkaitan dengan penentuan situs web terbaik dalam konteks kegiatan akademik.

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan menggunakan metode TOPSIS yakni membuat matriks keputusan ternormalisasi dengan jarak *Euclidean*, membuat matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot, menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif, menentukan nilai preferensi (*Vi*) untuk setiap alternatif, dan yang terakhir merangking alternatif diurutkan berdasarkan alternatif dengan nilai preferensi terbesar hingga terkecil.

TOPSIS

Metode TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) merupakan suatu teknik pengambilan keputusan multikriteria yang diperkenalkan pertama kali oleh Yoon dan Hwang pada tahun 1981. Penggunaannya bertujuan untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam situasi semi terstruktur dan tidak terstruktur, di mana kepastian mengenai cara pengambilan keputusan tidak dapat dipastikan [8]. Metode ini umumnya diterapkan pada konteks perolehan keputusan multi kriteria, di mana penilaian tiap opsi dilakukan mengacu pada sejumlah parameter yang sesuai. Prinsip utama TOPSIS adalah membandingkan semua pilihan dengan solusi ideal positif, yang dikenal sebagai alternatif terbaik, dan solusi ideal negatif, yang dikenal sebagai alternatif terburuk dengan target untuk menemukan alternatif yang paling dekat dengan solusi ideal positif sambil menghindari solusi ideal negatif [9]. Oleh karena itu, metode TOPSIS memfasilitasi proses pengambilan keputusan menjadi lebih informatif dengan mempertimbangkan seimbangnya berbagai kriteria yang terlibat [10]. Urutan prosedur metode TOPSIS adalah sebagai berikut [11] :

1. Membuat Matriks Keputusan Ternormalisasi dengan Jarak Euclidean:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

Dengan $I = 1, 2, \dots, m$; dan $j = 1, \dots, n$,

Keterangan:

r_{ij} = matriks ternormalisasi $[i][j]$

x_{ij} = matriks keputusan $[i][j]$

2. Membuat Matriks Keputusan yang Ternormalisasi Terbobot dengan bobot y (y_1, y_2, \dots, y_n), maka normalisasi bobot y adalah

$$y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1j} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{i1} & y_{i2} & \dots & y_{ij} \end{bmatrix} \text{ untuk } y_{ij} = w_j r_j \quad (2)$$

Keterangan:

w_j = bobot dari kriteria ke j

y_{ij} = elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot

3. Menentukan A^+ (solusi ideal positif) dan A^- (solusi ideal negatif).

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+);$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-);$$

$$y_i^+ = \left\{ \begin{array}{l} \max_{j=1}^n y_{ij}; \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \min_{j=1}^n y_{ij}; \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{array} \right\}$$

$$y_i^- = \left\{ \begin{array}{l} \min_{j=1}^n y_{ij}; \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \max_{j=1}^n y_{ij}; \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{array} \right\} \quad (3)$$

Keterangan :

y_{ij} = elemen matriks y baris ke- i dan kolom ke- j

$j = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\}$ dan j berhubungan dengan *benefit criteria*

$j = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\}$ dan j berhubungan dengan *cost criteria*

4. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif (D_i^+) dan matriks solusi ideal negatif (D_i^-)

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \quad (4)$$

Keterangan:

D_i^+ = jarak alternatif A_i dengan solusi ideal positif

y_i^+ = elemen dari matriks solusi ideal positif

y_{ij} = matriks normalisasi terbobot [i][j]

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \quad (5)$$

Keterangan:

D_i^- = jarak alternatif A_i dengan solusi ideal negatif

y_i^- = elemen dari matriks solusi ideal negatif

y_{ij} = matriks normalisasi terbobot [i][j]

5. Menentukan nilai preferensi (V_i) untuk setiap alternatif

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}; \quad (6)$$

Keterangan:

Nilai V_i yang lebih tinggi menunjukkan bahwa alternatif A_i lebih diprioritaskan

6. Merangking Alternatif

Merangking alternatif berdasarkan nilai preferensi relatif tertinggi hingga terendah. Pilihan terdekat alternatif dari solusi ideal positif dan paling

terjauh dari solusi ideal negatif akan memiliki nilai preferensi relatif tertinggi [12].

Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem adalah himpunan beberapa elemen independen atau komponen yang saling terhubung satu sama lain secara teratur. Elemen atau komponen ini membantu sistem untuk dapat berjalan dengan lancar efektif, dan terorganisir dengan baik[13]. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) adalah sistem informasi yang membantu kegiatan pengambilan keputusan bisnis atau organisasi. Sistem pendukung keputusan mampu memecahkan masalah dan mengkomunikasikan masalah dalam kondisi semi-terstruktur dan tak terstruktur [14]. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) juga menawarkan pengetahuan/data, sistem, serta kemampuan manipulasi data guna menilai peluang dan memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang lebih mudah. [15]. Sistem Pendukung Keputusan memiliki maksud untuk menyelesaikan masalah yang bersifat semi-terstruktur, membantu pengguna, terutama manajer atau pengambil keputusan, serta meningkatkan efektivitas, tanpa mengesampingkan efisiensi, dari pengambilan keputusan [16]. Sistem ini didesain secara interaktif untuk memfasilitasi integrasi bentuk kerangka keputusan yang dapat beradaptasi melibatkan unsur pengambilan keputusan [17]. Berikut adalah komponen-komponen dari sistem pendukung keputusan: [18]

1. Sistem Manajemen Basis Data (SMBD) berperan sebagai wadah penyimpanan data dalam skala besar dan dapat digunakan sebagai fasilitator data dalam satu sistem.
2. Sistem Manajemen Basis Model (SMBM) adalah perangkat lunak yang menyediakan model yang dirancang khusus untuk aplikasi pendukung keputusan, seperti model keuangan, data statistis, manajemen sains, atau pemahaman kontekstual.
3. Sistem Manajemen dan Generasi Dialog (DGMS) adalah layanan Sistem Pendukung Keputusan (DSS) yang mengintegrasikan interaksi antara sistem dan pengguna secara aktif melalui tampilan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Input yang akan digunakan untuk kalkulasi pada sistem pendukung keputusan akan melewati serangkaian proses sesuai dengan metode yang diterapkan. Proses seleksi ini akan mengikuti metode TOPSIS yang telah di jelaskan sebelumnya. Berbagai data alternatif, yang dalam hal ini merupakan informasi mengenai 75 website sebagai kandidat untuk pemilihan website terbaik, telah dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Alternatif

Alternatif	Nama Website
A1	Website A
A2	Website B
A3	Website C
..	..
A74	Website BV

A75 Website BW

Tabel 2. adalah langkah dalam penentuan jenis kriteria dari tiap kriteria yang telah didapat untuk menentukan *website* terbaik.

Tabel 2. Kriteria Website

Kode	Kriteria	Jenis Kriteria
C1	Kemampuan <i>Coding</i>	<i>Benefit</i>
C2	Minimal <i>Error</i>	<i>Cost</i>
C3	Fitur <i>Website</i>	<i>Benefit</i>
C4	Desain <i>Website</i>	<i>Benefit</i>

Masing-masing dari empat kriteria ini akan dibandingkan dengan memasukkan nilai bobot setelah nilai diperoleh. Bobot kepentingan kriteria *website* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Bobot Kepentingan

Nilai Bobot	Bobot
1	Sangat Rendah
2	Rendah
3	Cukup
4	Tinggi
5	Sangat Tinggi

Selanjutnya adalah memberikan bobot preferensi pada tiap kriteria untuk *website*. Ini bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Bobot Kriteria Website

Kode	Kriteria	Bobot
C1	Kemampuan <i>Coding</i>	5
C2	Minimal <i>Error</i>	4
C3	Fitur <i>Website</i>	3
C4	Desain <i>Website</i>	5

Skor yang ada pada tiap alternatif akan diberikan *range* dari 1 sampai 5. Tiap kode alternatif dari A1 sampai A75 diberikan *range* 1 - 5 berdasarkan tingkat bobot kepentingan yang ada ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Nilai Alternatif

Kode	C1	C2	C3	C4
A1	5	3	3	5
A2	4	3	2	4
A3	4	4	3	5
...
A74	4	2	2	3
A75	4	1	4	4

Berikut ini proses perhitungan menggunakan metode TOPSIS untuk ke-75 alternatif:

1. Membuat Matriks Keputusan Ternormalisasi dengan Jarak Euclidean:

- Menentukan nilai normalisasi yang didapat dari tiap kolom dan baris alternatif/kriteria dari A1 sampai A75 dipangkatkan 2 ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Nilai Ternormalisasi

Menentukan Nilai Normalisasi			
25	9	9	25
16	9	4	16
16	16	9	25
...
16	4	4	9
16	1	16	16

- Merancang matriks keputusan yang telah dinormalisasi dan diberi bobot dengan menggunakan **persamaan rumus (1)** untuk setiap pilihan A1 hingga A75 dijelaskan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Matriks Ternormalisasi

Normalisasi R			
0.60633	0.36380	0.36380	0.60633
0.48507	0.36380	0.24253	0.48507
0.48507	0.48507	0.36380	0.60633
...
0.48507	0.24253	0.24253	0.36380
0.48507	0.12126	0.48507	0.48507

- Pemberian bobot pada tiap alternatif dari A1 sampai A75. Angka yang diperoleh adalah angka *random* dari skala 1-5 yang diambil dari nilai bobot kepentingan ditunjukkan Tabel 8.

Tabel 8. Pemberian Bobot

Pemberian Bobot
4
4
3
...
2
3

- Membuat Matriks Keputusan yang Ternormalisasi Terbobot dengan Bobot y Menggunakan **perhitungan pada rumus (2)**, berikut adalah nilai matriks keputusan ternormalisasi yang terbobot tiap alternatif A1 sampai A75 ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Matriks Ternormalisasi Terbobot

Normalisasi Terbobot			
2.42535	1.45521	1.45521	2.42535
1.94028	1.45521	0.97014	1.94028
1.45521	1.45521	1.09141	1.81901
...

Normalisasi Terbobot			
0.97014	0.48507	0.48507	0.72760
1.45521	0.36380	1.45521	1.45521

3. Menentukan A^+ (solusi ideal positif) dan A^- (solusi ideal negatif).

Menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dengan **rumus (3)** untuk tiap alternatif A1 sampai A75 ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Solusi Ideal Positif dan Negatif

Positif	Negatif
2.42535	1.45521
1.94028	0.97014
1.81901	1.09141
...	...
0.97014	0.48507
1.45521	0.36380

4. Menentukan Jarak Antara Nilai Setiap Alternatif dengan Matriks Solusi Ideal Positif (D_i^+) dan Matriks Solusi Ideal Negatif (D_i^-)

- a. Menggunakan **rumus (4)** melakukan perhitungan jarak dengan A^+ untuk tiap alternatif A1 hingga A75 tercatat dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Jarak Alternatif Positif

Menentukan Jarak Alternatif Positif				
0	0.94117	0.94117	0	1.88235
0	0.23529	0.94117	0	1.17647
0.13235	0.13235	0.52941	0	0.79412
...
0	0.23529	0.23529	0.05882	0.52941
0	1.19117	0	0	1.19118

- b. Menghitung jarak dengan solusi ideal negatif menggunakan **rumus (5)** untuk tiap alternatif A1 sampai A75 ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Jarak Alternatif Negatif

Menentukan Jarak Alternatif Negatif				
0.97014	0	0	0.97014	1.94028
0.97014	0.48507	0	0.97014	2.42535
0.36380	0.36380	0	0.72760	1.45521
...
0.48507	0	0	0.24253	0.72760
1.09141	0	1.0914	1.09141	3.27423

5. Menentukan Nilai Preferensi (Vi) Untuk Setiap Alternatif

Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif dari A1 sampai A75 menggunakan **rumus (6)**,

Tabel 13. Hasil Nilai Preferensi

Kode	Hasil
A1	0.49242
A2	0.32663
A3	0.35304
...	...
A74	0.42116
A75	0.26675

6. Merangking Alternatif

Merangking setiap alternatif untuk mendapatkan nilai terbesar ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Perangkingan

Kode	Urutan Nilai Preferensi	Rangking
A1	0.80348	1
A2	0.78439	2
A3	0.76931	3
...
A74	0.10815	74
A75	0.10815	75

Dari hasil perhitungan secara manual yang ditunjukkan pada Tabel 13, alternatif dengan **kode A62** memiliki nilai preferensi tertinggi yakni **0.80348**.

Selanjutnya, dilakukan evaluasi tingkat keakuratan melalui perhitungan persentase hasil manual dengan memanfaatkan metode *Confusion Matrix*. *Confusion Matrix* adalah metode yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja klasifikasi dalam data mining dan memberikan gambaran menyeluruh tentang prediksi model. Berikut ini adalah tahapan perhitungan akurasi yang memanfaatkan *Confusion Matrix* [19]:

1. Menentukan Kelas Prediksi dan Kelas Aktual

Tabel 15. Tabel Prediksi dan Aktual

Kode	Prediksi	Aktual
A1	0.49242	2
A2	0.32663	10
A3	0.35304	7
...
A74	0.42116	32
A75	0.26676	60

Kelas prediksi mencakup hasil perhitungan yang dihasilkan oleh sistem pendukung keputusan. Data prediksi dan aktual yang ditunjukkan pada Tabel 15. diperoleh dari hasil nilai preferensi perhitungan manual yang ada pada Tabel 14, sedangkan data aktual merupakan urutan hasil data prediksi sebenarnya.

2. Menentukan Kelas Positif dan Kelas Negatif

Dalam *Confusion Matrix* ini, Elemen-elemen utama termasuk *True Positive* (TP) yakni data positif yang dikenali benar, *True Negative* (TN) yakni banyaknya data negatif yang diidentifikasi dengan benar, *False Positive* (FP) yakni data negatif namun ditemukan sebagai data positif, dan *False Negative* (FN) yakni kebalikan dari *True Positive*, sehingga data positif, namun diidentifikasi sebagai data negatif; dalam hal ini, ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Kelas Positif dan Kelas Negatif

(TP)	(TN)	(FP)	(FN)
67	0	0	8

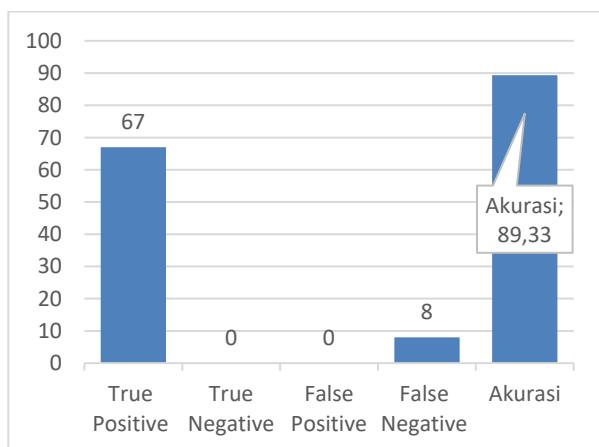
Adapun perhitungan nilai akurasi sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{(67 + 0)}{(67 + 0 + 0 + 8)} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{67}{75} = 0.8933 \approx 89.33\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *True Positive* sebanyak 67, nilai *True Negative* sebanyak 0, nilai *False Positive* sebanyak 0 dan nilai *False Negative* sebanyak 8. Maka didapatkan persentase akurasi dengan *Confusion Matrix* pada hasil Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan *Website* Terbaik Mahasiswa Stikom Uyelindo Kupang Menggunakan Metode TOPSIS sebesar 89.33%. Grafik Akurasi dari *Confusion Matrix* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Akurasi

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa terdapat empat kriteria yang digunakan dalam proses pemilihan *website*, yaitu Kemampuan *Coding*, Minimal *Error*, Fitur *Website*, dan Desain *Website*, yang masing-masing memiliki bobot yang ditetapkan berdasarkan tingkat kepentingannya. Dari hasil perhitungan berdasarkan bobot kepentingan tiap kriteria, diketahui bahwa *website* terbaik bagi

mahasiswa STIKOM Uyelindo Kupang adalah *Website BJ*, dengan nilai preferensi sebesar 0.80348. Pengujian akurasi menggunakan *Confusion Matrix* menunjukkan persentase sebesar 89.33%, di mana 67 data sesuai dan 8 data tidak sesuai dari perhitungan kelas positif dan kelas negatif.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan mengidentifikasi dan menambahkan kriteria pemilihan *website* lainnya yang mungkin relevan dan signifikan bagi mahasiswa STIKOM Uyelindo Kupang, mengeksplorasi metode lain seperti AHP (*Analytical Hierarchy Process*) atau PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) dengan studi kasus lainnya untuk membandingkan hasil; meningkatkan akurasi model dengan penyesuaian atau teknik pemodelan yang lebih efisien; dan mengevaluasi lebih lanjut *Confusion Matrix* untuk aspek di mana model dapat diperbaiki.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Uyelindo, S. (2023). STIKOM Uyelindo. Retrieved from Siamir Uyelindo: <https://www.siamiruyelindo.ac.id/>
- [2] Putra, I. N. T. A., Sudipa, I. G. I., Jumariana, I. P. C., & Jun, Y. (2023). Penerapan Algoritma Copeland Score Sebagai Penunjang Penerimaan Beasiswa KIP Di Kampus Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, 4(2), 57-62. DOI: <https://doi.org/10.37802/joti.v4i2.310>
- [3] Santiary, P. A. W., Ciptayani, P. I., Saptarini, N. G. A. P. H., & Swardika, I. K. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Wisata dengan Metode Topsis. *Jurnal Teknologi Informati dan Ilmu Komputer*, 5(5), 621-628. <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/1120/pdf>
- [4] Imawan, M. A., Cahyanti, M., Sardjono, M. W., & Swedia, E. R. (2019). Aplikasi Perekruit Karyawan Menggunakan Metode Topsis Berbasiskan Web Pada Pt. Smesco Indonesia. *Sebatik*, 23(2), 343-351. <https://jurnal.wicida.ac.id/index.php/sebatik/article/view/781>
- [5] Muljadi, A., Khumaidi, A., & Chusna, N. L. (2020). Implementasi Metode TOPSIS Untuk Menentukan Karyawan Terbaik Berbasis Web Pada PT. Mun Hean Indonesia. *J. Ilm. Merpati*, 8(2), 101-112. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/merpati/article/view/60260>
- [6] Kristina, T. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Metode TOPSIS Untuk Pemilihan Lokasi Pendirian Grosir Pulsa. *Paradigma*, 20(1), 8-12. <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/paradigma/article/view/2908>
- [7] Bata, E. (2023, November 3). Kriteria Penilaian untuk Pemilihan Website Terbaik. (F. Latuan, & V. Penlaana, Interviewers).

- [8] Suheri, L., & Munar, M. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemilihan Puskesmas Terbaik Di Kabupaten Bireuen Menggunakan Metode Topsis. *Jurnal Tika*; 3(2) (2018): Tika : Agustus 2018 ; 2503-1171. <http://jurnal.umuslim.ac.id/index.php/tika/article/view/1209>
- [9] Suryana, A., Yulianto, E., & Pratama, K. D. (2017). Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Prestasi Pegawai Menggunakan Metode Saw, Ahp, Dan Topsis. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 3(2). <https://journal.widyatama.ac.id/index.php/jitter/article/view/129/119>
- [10] Agustina, I., Andrianingsih, A., & Dzuhr, A. M. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Analisa Kinerja Tenaga Marketing Berbasis WEB Dengan Menggunakan Metode TOPSIS. Prosiding SNATIKA, 4, 06-14. <https://jurnal.stiki.ac.id/SNATIKA/article/view/113>
- [11] Bhalqis, Y. Y. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Smartphone Terbaik Menggunakan Metode Topsis. *Journal Of Information System And Technology*, 1(1), 68-79. <https://journal.uib.ac.id/index.php/joint/article/view/1372>
- [12] Andreswari, D., Winanda, H., & Utama, F. P. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Proposal Program Kreativitas Mahasiswa Menggunakan Metode Topsis Berbasis Web (Studi Kasus: Universitas Bengkulu). *Pseudocode*, 8(2), 153-160. <https://ejournal.unib.ac.id/pseudocode/article/view/15944>
- [13] Syah, M. Y. A. H., Sanjaya, M. R., Lestari, E., & Putra, B. W. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Dengan Menerapkan Metode TOPSIS Untuk Menentukan Siswa Terbaik. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(2), 149-154. <http://jurnal.unidha.ac.id/index.php/jtekstis/article/view/794>
- [14] Wikipedia. (2023, Februari 9). About Us: Wikipedia Ensiklopedia Bebas. Retrieved from Sistem Pendukung Keputusan : https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_pendukung_keputusan
- [15] Firdaus, I. H., Abdillah, G., Renaldi, F., & Jl, U. J. A. Y. (2016). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Karyawan Terbaik Menggunakan Metode Ahp Dan Topsis. *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun*, 2016, 2089-9815.
- [16] Chamid, A. A. (2016). Penerapan Metode TOPSIS untuk Menentukan Prioritas Kondisi Rumah. *SIMETRIS*, 7(2), 537–544.
- [17] Sari, R. E. (2015). Pemilihan Alternatif Kualitas Terbaik Kayu untuk Kerajinan Meubel dengan Metode TOPSIS. *Seminar Nasional Informatika*, 1(1), 211–216
- [18] Safii, M., & Ningsih, S. (2018). Rekomendasi Pemberian Beasiswa Bantuan Siswa Miskin Menggunakan Algoritma TOPSIS. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 1(2), 243
- [19] Ariska, D. M., Astuti, I. F., & Agus, F. (2024). Rancangan dan Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bibit Tanaman Karet. *IKRA-ITH Informatika: Jurnal Komputer dan Informatika*, 8(2), 82-91.

Pengembangan Sistem *Monitoring* Pasang Surut Air Laut Untuk Perancangan Pengembangan Sebuah Pelabuhan

Muhammad Ifti Suwarso¹, Ibrahim Nawawi², Johan Pamungkas³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Universitas Tidar, Magelang, Indonesia

email: iftimuhamad@gmail.com¹, Ibrahim_nw@untidar.ac.id², Johan@untidar.ac.id³

*Penulis Korespondensi: E-mail: iftimuhamad@gmail.com

Abstrak: Pasang surut air laut, yang merupakan naik turun periodik permukaan laut, memiliki hubungan yang erat dengan pengembangan sebuah pelabuhan. Hubungan ini memengaruhi beberapa aspek dalam perencanaan, konstruksi, dan operasional pelabuhan. Pengembangan pelabuhan memerlukan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik pasang surut di wilayah tersebut dan bagaimana hal itu dapat memengaruhi operasional serta infrastruktur pelabuhan yang direncanakan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* pasang surut air laut di pelabuhan menggunakan *mikrokontrolleur* ESP32 Cam yang memiliki kamera agar dapat memonitoring dengan jarak jauh sepenuhnya dan sensor *ultrasonic* HC-SR04 untuk mengukur elevasi permukaan air laut. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi *real-time* tentang tinggi air laut dan memfasilitasi pengembangan pelabuhan. Selain itu, penelitian ini juga menerapkan metode *Quality of service* (*QoS*) untuk menguji dan memastikan kualitas konektivitas dalam pengiriman data dari sensor ke *device* pengguna. Dalam pengujian menggunakan metode *QoS*, parameter seperti *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* akan dievaluasi. Data hasil pengukuran *QoS* akan dianalisis untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan informasi dengan akurasi dan keterandalan yang tinggi dalam kondisi berbagai skenario. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pengukuran pasang surut air laut dengan rentang 0-300 cm yang hasilnya ditampilkan pada *ThingSpeak* dengan kamera pada ESP32 Cam yang berguna untuk memonitoring perubahan kondisi lingkungan selama pemantauan pasang surut yang terkoneksi secara LAN. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi *monitoring* pasang surut air laut yang handal dan efisien untuk keperluan pengelolaan pelabuhan. Selain itu, penerapan metode *QoS* diharapkan dapat meningkatkan performa koneksi dan keandalan sistem, memastikan bahwa informasi yang diterima oleh pengguna memiliki kualitas yang optimal.

Kata Kunci: Internet of Things; Pasang Surut; QoS; Ultrasonic

Abstract: Tidal fluctuations, characterized by the periodic rise and fall of the sea surface, have a close relationship with the development of a port. This relationship affects various aspects of port planning, construction, and operations. The development of a port requires a profound understanding of the tidal characteristics in the region and how they can impact both the operational and planned infrastructure of the port. This research aims to design and implement a tidal monitoring system in a port using the ESP32 Cam microcontroller, equipped with a camera for remote monitoring, and the HC-SR04 ultrasonic sensor to measure the elevation of the sea surface. The system is designed to provide real-time information on sea level, facilitating port development. Additionally, the research employs the Quality of service (QoS) method to test and ensure the connectivity quality in the data transmission from the sensor to the user's device. In the QoS testing, parameters such as delay, jitter, throughput, and packet loss will be evaluated. The data from QoS measurements will be analyzed to ensure that the system can deliver information with high accuracy and reliability under various scenarios. This research results in a tidal measurement system with a range of 0-300 cm, displaying data on ThingSpeak, including camera footage from the ESP32 Cam, which is useful for monitoring environmental changes during tidal observations connected via LAN. The study is expected to contribute to the development of reliable and efficient tidal monitoring technology for port management. Furthermore, the implementation of the QoS method is anticipated to enhance the connection performance and system reliability, ensuring optimal quality of information received by users.

Keywords: Internet of Things; QoS; Tidal; Ultrasonic

PENDAHULUAN

Pasang surut air laut adalah fenomena alam yang biasa terjadi di pantai. Fenomena ini terjadi karena gaya tarik benda angkasa, terutama dari bulan dan matahari. Pasang surut adalah hasil dari kombinasi gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Meskipun ukuran bulan lebih kecil daripada matahari, gaya gravitasi bulan dua kali lebih besar karena jaraknya yang lebih dekat dengan bumi, yang menghasilkan lebih besar [1].

Pengetahuan tentang pasang surut air laut sangat penting dalam bermigrasi, hidrografi, dan perencanaan pembangunan di wilayah pesisir. Analisis data pasang surut sangat bermanfaat untuk pembangunan pesisir, terutama dalam perencanaan pembangunan pelabuhan. Informasi mengenai posisi tinggi dan terendah permukaan air laut saat pasang dan surut digunakan dalam menentukan posisi pemecah gelombang dan kedalaman alur pelabuhan. Ketinggian permukaan air laut selalu berubah berdasarkan kondisi

pasang surut dan data ini penting sebagai panduan dalam perencanaan pelabuhan [2].

Dalam merencanakan pengembangan Pelabuhan Satui, Kalimantan Selatan, data pasang surut air laut digunakan untuk memahami ramalan elevasi terendah dan tertinggi. Informasi ini cukup penting untuk meramalkan kedalaman alur pelayaran, menentukan lokasi pemecah gelombang, dan penempatan dermaga. Fenomena pasang surut yang berkelanjutan dapat menyebabkan pendangkalan akibat dari sedimentasi material yang dibawa oleh pasang surut ke kolam pelabuhan. Aktivitas pelabuhan dapat berjalan lancar ketika tinggi permukaan air laut dengan rata-rata 1,8 meter. Namun jika pasang surut terjadi ekstrem dapat menghambat kegiatan di pelabuhan, seperti bongkar muatan di pelabuhan [3].

Studi yang berkaitan dengan desain Pelabuhan Penumpang Wisata di Labuhan Lalang bertujuan untuk menyediakan fasilitas terminal laut yang mencakup dermaga, tempat sandar kapal, dan area bongkar muat barang [4]. Perencanaan pembangunan pelabuhan tersebut tentunya membutuhkan data pasang surut untuk menentukan lokasi dermaga, seperti yang dicantumkan pada Peraturan Menteri Pariwisata Nomor 5 Tahun 2019 yang menjadikan pasang surut air laut sebagai kriteria kondisi alam dalam perancangan pelabuhan.

Umumnya, perhitungan pasang surut air laut dilakukan secara manual dengan menggunakan palem atau palem ukur dalam memantau elevasi air terbaru yang tentunya memerlukan pengawasan. Alat ini terdiri dari balok dengan angka sebagai penunjuk elevasi muka air yang mana perlu diganti setiap 3-5 tahun karena paparan air laut yang terus-menerus [5]. Berdasarkan permasalahan ini, penulis bermaksud untuk merancang sistem *monitoring* pasang surut berbasis IoT. IoT merupakan konsep yang mengaitkan seluruh perangkat ke internet, memungkinkan mereka berkomunikasi melalui jaringan. Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) membuka peluang untuk mengembangkan aplikasi atau layanan yang memiliki manfaat signifikan [6]. Penggunaan IoT ditujukan untuk memantau pasang surut air laut yang bersifat *real-time* yang dapat membantu dalam perencanaan pelabuhan seperti pada Peraturan Menteri Pariwisata Nomor 5 Tahun 2019 yang menjadikan pasang surut sebagai kriteria perencanaan sebuah pelabuhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Robotika jurusan Teknik Elektro Universitas Tidar, Magelang sebagai tempat perancangan sistem yang akan dibuat. Untuk pengambilan data pasang surut air laut, dilakukan di Pelabuhan Sunda kelapa Jakarta Utara. Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

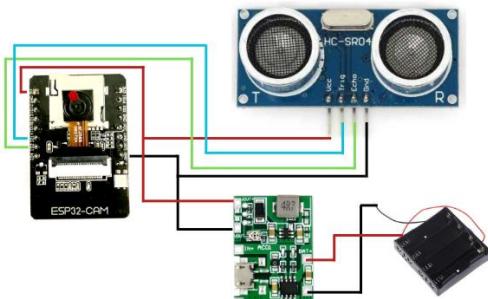


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur untuk memperkuat teori dari sistem yang akan dirancang dengan berbagai sumber informasi seperti buku, jurnal, dan makalah mengenai penelitian yang akan dilakukan.

Setelah melakukan studi literatur, dilakukan pembuatan program untuk membangun sebuah sistem deteksi pasang surut air laut berbasis IoT. Kegiatan ini meliputi kegiatan mengalibrasi sensor, untuk mengetahui seberapa akurat sensor yang digunakan dengan program pengukuran sensor secara sederhana dengan membandingkannya menggunakan alat ukur konvensional.

Setelah melakukan kalibrasi sensor, tahap selanjutnya yaitu melakukan perancangan alat. Tahap ini menyatukan semua komponen yang sudah diperoleh menjadi sebuah sistem. Program yang sudah dirancang dapat dimasukkan ke *microcontroller*. Komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ESP32 Cam untuk pemrosesan hasil pembacaan sensor. ESP32 Cam adalah *microcontroller* yang sudah dilengkapi kamera dengan jenis OV2640 dan dapat diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE [7]. Sensor *Ultrasonic* HC-SR04 untuk membaca ketinggian pasang surut air laut, dan modul *charger* digunakan untuk pengisian daya baterai dari sistem. Skenario rangkaian sistem akan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Sistem

Rumus dalam menghitung jarak yang diterapkan oleh sensor *ultrasonic* yaitu:

$$\text{jarak (cm)} = \frac{\text{Durasi} \times \text{Kecepatan suara } (\frac{\text{cm}}{\mu\text{s}})}{2} \quad (1)$$

Dengan kecepatan suara yaitu 340 m/s dan dikonversikan menjadi 0,034 cm/ μ s [8]

Tahapan berikutnya yaitu pengujian alat. Pengujian ini dilakukan pada dua tahap, yang pertama pada skala laboratorium dan berikutnya pada skala lapangan. Pengujian pada skala laboratorium dilakukan untuk mengetahui respons yang dihasilkan oleh sistem saat setelah perancangan dilakukan, pengujian koneksi dari sistem yang sudah dibuat, serta untuk mengetahui *error* yang dihasilkan oleh sistem. Pengujian skala lapangan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja sesuai dengan baik dan juga untuk memperoleh data pasang surut air laut. Jika pengujian pada lapangan terjadi *error* atau tidak sesuai ekspektasi, maka dilakukan pengulangan pada tahap studi literatur untuk mencari solusi dari permasalahan.

Pengujian koneksi dilakukan dengan menggunakan parameter *Quality of service* yang terdiri dari *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. QoS pada sebuah jaringan mengarah kepada keandalan dan tingkat kecepatan dalam penyampaian data dari sebuah komunikasi [9]. Pengujian koneksi dilakukan untuk mengetahui kualitas jaringan antara *base station* dengan sistem yang dibuat. Pengukuran dengan menggunakan metode QoS pada layanan *internet* Indihome sudah cukup stabil. Namun hasil pengujian QoS bisa saja buruk, yang disebabkan oleh gangguan (*noise*) dan jumlah pengguna yang banyak [10]. Adapun rumus untuk menentukan *throughput*, *packet loss*, *jitter*, dan *delay* yaitu:

Throughput

Throughput adalah total dari paket yang datang selama waktu tertentu. Di dalam praktikum ini akan dilakukan pengukuran *Throughput* untuk mengetahui kecepatan dari transfer data yang efektif melalui jumlah paket yang datang selama waktu tertentu.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah paket data}}{\text{Lamanya pengamatan}} \quad (1)$$

Packet loss

Packet Loss merupakan keadaan hilangnya data saat pengiriman berlangsung, sehingga data tidak dapat diterima seutuhnya. Pengujian *Packet Loss*

dilakukan selama pembacaan sensor yang mengirim ke web server *thinkspeak* dan berjalan *live stream*.

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{data dikirim} - \text{data diterima}) \times 100\%}{\text{Paket data yang dikirim}} \quad (2)$$

Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman paket data dari pengirim dan penerima. Faktor yang mempengaruhi *Delay* yaitu jarak, media fisik, dan waktu prosesnya yang apabila *delay* menghasilkan nilai yang tinggi, maka akan mempengaruhi terjadinya pengiriman data.

$$\text{Delay rata - rata} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket yang diterima}} \quad (3)$$

Jitter

Jitter adalah variasi dari waktu tibanya paket data. Besarnya nilai *Jitter* ditentukan oleh beban trafik dan tumbukkan antar paket.

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (4)$$

Perbedaan antara *delay* dengan *jitter*, yaitu *delay* merujuk pada penundaan dalam pengiriman data ke tujuan jaringan yang ditentukan, sementara *jitter* mengacu pada fluktuasi atau variasi dalam penundaan tersebut.

Pengujian dilakukan dengan melakukan variasi pengujian yang terdiri dari kondisi LOS dan NLOS. *Line of sight* dan *non-line of sight* merupakan istilah yang biasa digunakan dalam komunikasi Wireless yang menjelaskan kondisi transmisi penerima dan pengirim. *Line of sight* adalah kondisi saat komunikasi antara pengirim dan penerima dengan jarak jangkauan pandangan mata yang tidak terdapat halangan apa pun [11]. *Non-line of sight* berlawanan dengan *line of sight*. Kondisi ini terjadi saat sinyal yang dikirimkan oleh pengirim, tidak langsung diterima oleh penerima [12]. Selain pengujian menggunakan LOS dan NLOS, pengujian dilakukan dengan memvariasikan waktu, memvariasikan ukuran data, memvariasikan jarak, dan pengujian komunikasi secara 5 kali untuk mengetahui perubahan yang terjadi.

Saat pengambilan data sudah dilakukan, maka data yang sudah diperoleh akan diolah dan dianalisis hasilnya pengukurannya untuk membuktikan alat yang sudah dirancang dapat bekerja dengan optimal. Analisis hasil pengukuran sistem dilakukan dengan membandingkan hasil ukur sistem dengan palem dengan perhitungannya pada persamaan berikut ini:

$$E = \left| \frac{Np(\text{cm}) - Ns(\text{cm})}{Np(\text{cm})} \right| \times 100\% \quad (5)$$

E merupakan nilai *error* dengan satuan persen (%), *Ns* adalah nilai pengukuran dari sistem dengan satuan (cm), *Np* adalah nilai pengukuran oleh palem dengan satuan (cm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan penelitian ini menggunakan dua tahap pengujian, yang terdiri dari pengujian koneksi dan pengujian sistem. Pengujian koneksi bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang sudah dirancang dan pengujian sistem ditujukan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja secara optimal atau tidak.

Pengujian Koneksi

Pengujian koneksi dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan MIFI sebagai *base station* pada sistem yang sudah di rancang. Pengujian ini dibagi menjadi empat skenario pengujian berdasarkan perbandingan media *base station* dengan kondisi LOS dan NLOS, berdasarkan 5 kali pengujian dengan waktu yang sama, pengujian dalam kondisi *upload* dan *download*, dan pengujian berdasarkan jarak. Seluruh pengujian akan ditampilkan pada tabel di bawah ini

Penelitian ini menggunakan MIFI Pro Link PRT7011L dengan frekuensi 2400MHz (2.4GHz) dan protokol jaringan Wireless IEEE802.11b/g/n. MIFI ini memiliki *backward compatibility*, memungkinkannya terhubung dengan standar jaringan lebih lama seperti 802.11b atau 802.11g. Sebagai pembanding, penelitian ini menggunakan jaringan WIFI dengan *merk router* ZTE dengan tipe ZXHN F670L yang menggunakan pro fider Indihome dengan protokol jaringan *wireless* IEEE802.11b/g/n dengan operasi frekuensi 2.4 GHz

Pengujian *Non-Line-of-Sight* (NLOS) dilakukan untuk dibandingkan dengan kondisi *Line-of-Sight* (LOS) pada saat menguji *Quality of service* (QoS) menggunakan WIFI dan MIFI sebagai *base station*. Pengujian ini dilakukan di luar ruangan, dengan *base station* berada di dalam ruangan. Jarak dari *base station* ke *receiver* (laptop) adalah 3 meter, dan jarak dari *base station* ke *node* sensor adalah 4 meter. Sebagai simulasi *NLOS*, digunakan penghalang (ruangan) untuk mengevaluasi dampaknya terhadap transmisi sinyal. Hasilnya akan ditampilkan pada Tabel 1 sampai 4.

Tabel 1. Pengujian WIFI NLOS

Paket loss	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kb/s)	Jumlah data (bytes)
0%	50,6	48,19	139	99269
0%	32,14	32,1	250	237295
0%	31,55	30,57	208	249739
0%	43,84	31,87	252	373369
0%	23,38	23,26	344	567002

Tabel 2. Pengujian MIFI NLOS

Paket loss	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kb/s)	Jumlah data (bytes)
0%	69,44	69,81	65	42867
0%	48,3	52,13	90	86751

Paket loss	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kb/s)	Jumlah data (bytes)
0%	27,66	27,61	197	223482
0%	23,7	23,74	241	345102
0%	48,81	48,92	150	256180

Tabel 3. Pengujian WIFI LOS

Paket loss	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kb/s)	Jumlah data (bytes)
0%	11,47	18,493	326	236037
0%	14,16	14,149	410	375636
0%	17,16	17,143	329	408080
0%	17,4	17,423	333	490769
0%	18,92	18,919	318	553182

Tabel 4. Pengujian MIFI LOS

Paket loss	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kb/s)	Jumlah data (bytes)
0%	12,54	12,58	744	504395
0%	6,536	6,716	1428	1339934
0%	8,361	8,542	1097	1306608
0%	6,242	6,245	1466	2043803
0%	9,553	9,552	1015	1742022

Pengujian dilakukan berulang kali untuk memantau perubahan dari waktu ke waktu dan mengidentifikasi perubahan yang signifikan. Dilakukan pengujian kondisi *Download* dan *Upload* selama 5 kali untuk menilai perbedaan antar pengujian berdasarkan metode QoS dalam interval waktu 5 detik. *Delay* yang tinggi menyebabkan *latency*, yang dapat memperlambat pengiriman paket dan mengurangi *throughput*, yang pada gilirannya mempengaruhi kecepatan *download* dan *upload*. Peningkatan *delay* akan meningkatkan waktu yang diperlukan untuk mengirim paket dari *server* ke *client*, termasuk dalam aktivitas *upload*, seperti mengubah pengaturan kualitas, *brightness*, dan resolusi *streaming* video dari ESP32 Cam ke laptop.

Tabel 5. Pengujian Berulang

n	Paket loss	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kb/s)	Jumlah data (bytes)
1	0%	12,54	12,58	744	504395
2	0%	6,536	6,716	1428	1339934
3	0%	8,361	8,542	1097	1306608
4	0%	6,242	6,245	1466	2043803
5	0%	9,553	9,552	1015	1742022

Tabel 6. Pengujian Upload dan Download

Paket down-load	Paket up-load	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kb/s)	Jumlah data (bytes)
37	49	59,47	60,67	118	75591
302	168	11,08	11,16	690	449800
208	379	8,651	8,656	791	502363
214	399	8,657	8,656	792	525203
170	101	20,73	21,55	342	240305

Uji koneksi berdasarkan jarak dilakukan untuk mengetahui jangkauan sistem dengan MIFI sebagai *base station* dan laptop sebagai penerima informasi streaming video dan hasil pembacaan ketinggian. Pengujian ini mencakup jarak 7 hingga 35 m. Parameter *delay* dan *jitter* menunjukkan bahwa semakin jauh jarak, semakin tinggi *delay* dan *jitter*, yang berdampak negatif pada optimalitas pengiriman paket. Parameter paket, *throughput*, dan jumlah data menunjukkan penurunan hasil, menandakan bahwa jarak mempengaruhi komunikasi pada sistem yang dikembangkan.

Tabel 7. Pengujian Berdasarkan Jarak

Jarak (m)	Paket loss	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (Kb/s)	Jumlah data (bytes)
7	0	5,083	5,085	1660	1132965
14	0	15,98	16,57	1544	376076
21	0	35,8	36,08	162	111542
28	0	58,81	59,39	113	72558
35	0	143,6	199,5	24	16994

Sistem ini beroperasi secara *real-time* dan memerlukan jaringan yang stabil. Keberlanjutan interaksi sistem tanpa henti memerlukan jaringan yang dapat memberikan pembaruan informasi secara konsisten. Dalam pengukuran pasang surut air laut menggunakan *thinkSpeak*, akurasi dan konsistensi sangat penting dalam pertukaran informasi. Jaringan yang tidak stabil dapat menyebabkan tidak sempurna dalam pengiriman dan penerimaan data. Pada *streaming* video oleh ESP32 *cam*, ketidakstabilan jaringan dapat menyebabkan *lag* atau mengurangi pengalaman pengguna. Koneksi jaringan yang stabil sangat diperlukan agar sistem dapat merespons cepat terhadap perubahan lingkungan atau permintaan pengguna. Pengujian kinerja koneksi menggunakan metode *Quality of Service* melibatkan *jitter*, *delay*, *packet loss*, dan *throughput*. *Jitter* diuji untuk mengetahui variasi waktu kedatangan paket, yang krusial untuk menjaga waktu respons yang konsisten. Pengujian *delay* untuk mengukur waktu transmisi data, sedangkan *packet loss* mengukur jumlah paket yang terkirim, mempengaruhi keutuhan data selama komunikasi. Pengujian *throughput* menentukan jumlah data yang terkirim pada waktu tertentu, penting untuk menangani volume data besar selama *streaming*. Keseluruhan, uji *Quality of*

Service krusial untuk memastikan kinerja sistem yang membutuhkan respons tinggi, terutama dalam pengambilan data pasang surut untuk perencanaan pengembangan pelabuhan yang kontinu dan akurat.

Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk memahami kinerja dari alat yang telah dirancang. Pelaksanaan pengujian dilakukan di Pelabuhan Sunda Kelapa pada hari Kamis, 28 September 2023, pukul 16.00 selama 30 menit dengan cuaca cerah. Sistem ini menggunakan pengaturan waktu berdasarkan (UTC+7) WIB dan dalam pengujian ini, *router* 4G dari *provider Three* dengan kecepatan *internet* 23Mbps digunakan. Pengujian sistem dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran sistem dengan menggunakan palem untuk mengetahui seberapa akurat sistem yang telah dibuat. Dokumentasi pengujian sistem akan ditampilkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Pengujian Sistem di Lapangan



Gambar 4. Pengujian ESP32 Cam

Dalam sistem ini, peneliti dengan sengaja mengganti kamera bawaan pada ESP32 *Cam*. Tujuan dari penggunaan kamera dalam sistem ini yaitu untuk *monitoring* keadaan lingkungan sekitar selama pengukuran pasang surut air laut. Jika pengujian di lapangan, kamera ini juga berperan dalam memvalidasi penyebab naiknya permukaan air laut yang dapat disebabkan oleh faktor cuaca atau pengaruh yang disebabkan oleh benda langit. Kamera asli memiliki sudut pengambilan gambar atau *field of view* sebesar

66° dengan panjang 21mm dan kabel fleksibel yang pendek. Untuk meningkatkan kinerja, peneliti memutuskan untuk menggunakan kamera yang memiliki *field of view* sebesar 120° dengan panjang 75mm dan kabel yang lebih panjang. Keputusan untuk mengganti kamera ini diambil karena peneliti memerlukan kabel fleksibel yang lebih panjang dan *field of view* yang lebih lebar agar dapat menangkap gambar dengan cakupan yang lebih luas. Untuk mengakses *streaming*, peneliti menggunakan nomor IP 192.168.1.53. Hasil perekaman dapat disimpan pada *MicroSD* yang telah disediakan pada *ESP32 Cam*. Hasil perekaman ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dalam pengembangan sebuah pelabuhan.

Pengujian *thinkspeak* pada sistem ini ditujukan untuk mengetahui kinerja dari *web server* *thinkspeak* selama pengambilan data di lapangan. Berdasarkan pengujian, perangkat keras dapat terhubung dengan *web server* *thinkspeak* yang dapat menampilkan hasil pengukuran permukaan air laut dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 5.



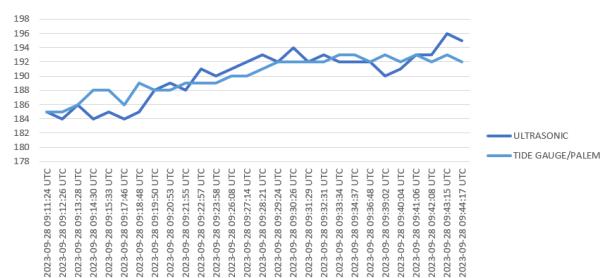
Gambar 5. Hasil Pemantauan Muka Air Menggunakan Sensor Ultrasonic

Untuk mengetahui tingkat *error* dan akurasi dari sistem ketika melakukan pengukuran, peneliti melakukan perbandingan menggunakan palem yang diletakkan pada dinding dermaga. Berikut pada Tabel 8. dan grafik pada Gambar 6. merupakan perbandingan antara sistem yang dibuat dengan palem.

Tabel 8. Perbandingan Sistem dengan Palem

No	Hasil Ukur Sensor	Hasil Ukur Palest	Selisih	Error (%)	Akurasi (%)
1.	185	185	0	0,00	100,00
2.	184	185	1	0,54	99,46
3.	186	186	0	0,00	100,00
4.	184	188	4	2,13	97,87
5.	185	188	3	1,60	98,40
6.	184	186	2	1,08	98,92
7.	185	189	4	2,12	97,88
8.	188	188	0	0,00	100,00
9.	189	188	1	0,53	99,47
10.	188	189	1	0,53	99,47
11.	191	189	2	1,06	98,94
12.	190	189	1	0,53	99,47

No	Hasil Ukur Sensor	Hasil Ukur Palest	Selisih	Error (%)	Akurasi (%)
13.	191	190	1	0,53	99,47
14.	192	190	2	1,05	98,95
15.	193	191	2	1,05	98,95
16.	192	192	0	0,00	100,00
17.	194	192	2	1,04	98,96
18.	192	192	0	0,00	100,00
19.	193	192	1	0,52	99,48
20.	192	193	1	0,52	99,48
21.	192	193	1	0,52	99,48
22.	192	192	0	0,00	100,00
23.	190	193	3	1,55	98,45
24.	191	192	1	0,52	99,48
25.	193	193	0	0,00	100,00
26.	193	192	1	0,52	99,48
27.	196	193	3	1,55	98,45
28.	195	192	3	1,56	98,44
Rata-rata error (%)					0,75
Rata-rata akurasi (%)					99,25



Gambar 6. Grafik Perbandingan Sistem Dengan Palest

Grafik pada Gambar 6. mencerminkan data pengukuran Stasiun Pasang Surut di Pelabuhan Sunda Kelapa, menampilkan 28 data permukaan air laut selama 33 menit dengan rentang pengamatan ketinggian 0 hingga 300 cm. Sistem yang telah dikembangkan memberikan hasil rata-rata *error* sebesar 0,75% dan mencapai rata-rata akurasi sebesar 99,25%. Untuk mencapai hasil pengukuran serupa dengan palem, digunakan rumus pada persamaan 2.2, yang melibatkan pengurangan hasil pembacaan sensor dari nilai 300. Hasil pembacaan sensor mengukur jarak dari dasar air ke permukaan air, dengan rata-rata elevasi *ultrasonic* sebesar 190 cm, sedangkan rata-rata elevasi *tide gauge* sebesar 190,07 cm. Sistem ini dapat membaca permukaan air dalam rentang 0 hingga 300 cm, dan memiliki potensi menjadi alat bantu dalam perencanaan pengembangan pelabuhan. Fungsi pembacaan pasang surut air laut dapat digunakan untuk pemetaan area kapal bersandar, serta nilai pasang surut air laut menjadi kriteria penting dalam pembangunan dermaga, sesuai dengan Peraturan Menteri Pariwisata Nomor 5 Tahun 2019.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian dan pengujian sistem, maka kesimpulan yang didapatkan yaitu, sistem *monitoring* pasang surut air laut untuk perancangan pengembangan sebuah pelabuhan ini dapat bekerja dengan baik dengan mengukur permukaan air laut dari 0-300 cm dengan akurasi 99,25% yang terbukti dari sensor yang dapat membaca elevasi permukaan air laut, ESP32 *Cam* yang dapat menampilkan lingkungan sekitar selama pembacaan pasang surut air laut, dan web server *thinkspeak* yang dapat menampilkan nilai elevasi pasang surut air laut yang divisualisasikan sebagai grafik secara *real-time*. Skenario terbaik agar koneksi dapat berjalan secara optimal selama pemantauan, yaitu dengan menggunakan WIFI pada kondisi LOS dengan jarak sedekat mungkin.

Adapun saran dari penelitian ini untuk penelitian berikutnya yaitu penggunaan sensor *ultrasonic* HCSR04 sebaiknya digantikan dengan sensor yang memiliki proteksi terhadap air. Saran lainnya sebaiknya fasilitas *stream* yang diberikan oleh ESP32 *Cam* dapat ditransmisikan bersama pada halaman *thinkspeak* supaya memudahkan pengguna dalam memantau pasang surut dengan sistem ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Rokhimaturizki, Pengetahuan Tentang Lautan, Pertama ed., Surabaya: CV Media Edukasi Creative, 2022.
- [2] S. Gusty, F. E. Lapian, T. Tamim, Masyur, M. Tumpu , M. Syarif, M. Y. Rayniti, P. R. Rangan and A. Kusuma, Teknik Sipil (Sebuah Pengantar), Makassar: CV Tohar Media, 2022.
- [3] A. Sufyan, R. Akhwandy, J. Risandi and V. Y. Indrisari, "Kajian Pasang Surut dan Arus Di Muara Untuk Pengembangan Pelabuhan Satui, Kalimantan Selatan," *Jurnal Kelautan*, Vol. 14, No. 3, pp. 284-290, 2021.
- [4] I. G. Y. Adyana Puspita Riana, N. I. N. Arthana and N. W. Nurwasih, "Perencanaan Dan Perancangan Pelabuhan Penumpang Wisata Di Labuhan Lalang, Desa Sumberklampok, Kecamatan Gerogak, Kabupaten Buleleng," *UNDAGI: Jurnal Ilmiah Arsitektur Universitas Warmadewa*, Vol. 9, No. 12, pp. 360-370, 2021.
- [5] I. K. Missa, L. A. S. Lapono and A. Wahid, "RANCANG BANGUN ALAT PASANG SURUT AIR LAUT BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04," *Jurnal FIsika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, Vol. 3, No. 2, pp. 102-105, 2018.
- [6] P. Y, I. S. S and Q. A. H. HR, "Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Ruangan Secara Real-time Berbasis Web Server," *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, Vol. 1, No. 1, pp. 56-60, 2019.
- [7] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (ISP) Indihome dan First Media," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, Vol. 25, No. 2, pp. 125-137, 2020.
- [8] W. T. Pratama, S. A. Wibowo and N. Vendyansyah, "Sistem Monitoring Remote Paviliun Pada Pasien Isolasoi Covid Berbasis LoRa IoT," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, Vol. 6, No. 1, pp. 309-316, 2022.
- [9] P. Aristo, D. M. Saputri and B. Pramukti, "Analisis Full Width At Half Maximum dan Koordinat LED Pada Sistem Berbasis VLC di Dalam Ruangan," *e-Proceeding of Engineering*, Vol. 6, No. 2, pp. 3232-3239, 2019.
- [10] M. Purwahid and J. Triloka, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Untuk Mendukung Rencana Strategis Infrastruktur Jaringan Komputer Di SMK N 1 Sukadana," *JTKSI*, Vol. 2, No. 3, pp. 100-109, 2019.
- [11] R. Sahid, Saniman and Elfiriani, "Implementasi Teknik Duplex pada Hospital Delivery Assistant Robot untuk Pasien Penyakit Menular Berbasis ESP32-CAM," *Jurnal Cyber Tech*, Vol. 1, No. 4, pp. 246-255, 2021.
- [12] F. Puspasari, I. Fahrurrozi, T. P. Satya, G. Setyawan, M. R. Al-Fauzan and E. M. D. Admoko, "Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian," *Jurnal FIsika dan Aplikasinya*, Vol. 15, No. 2, pp. 36-39, 2019.

Penerapan Algoritma K-Means untuk Mengelompokkan Makanan Berdasarkan Nilai Nutrisi

Prayoga Alga Vredizon¹, Hasbi Firmansyah², Nadya Shafira Salsabila³, Wildani Eko Nugroho⁴

^{1,2}Informatika, Universitas Pancasakti Tegal, Tegal, Indonesia

³Teknik Sipil, Universitas Pancasakti Tegal, Tegal, Indonesia

⁴D3 Komputer, Politeknik Harapan Bersama, Tegal, Indonesia

e-mail : yogavredizon23@gmail.com¹, hasbifirmansyah@upstegal.ac.id², nadyashafira@upstegal.ac.id³, wild4n1@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: E-mail: yogavredizon23@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan makanan yang memiliki nilai nutrisi yang serupa. Yang mana makanan dibagi ke dalam 3 *cluster* yaitu makanan yang mempunyai kadar nutrisi tinggi, sedang dan rendah. Hasil pengelompokan pada penelitian ini dapat digunakan untuk pemilihan dan konsumsi makanan dalam pemenuhan nutrisi dan juga dapat digunakan untuk mencegah timbulnya penyakit yang disebabkan oleh makanan. Seperti makanan pada *cluster* 0 bisa dipilih jika ingin menaikkan berat badan. Makanan *cluster* 1 dapat menjadi patokan jika dikonsumsi terlalu banyak dapat menyebabkan obesitas dan *cluster* 2 dapat dipilih jika ingin melakukan diet atau menurunkan berat badan. Hasil ini ditunjukkan dari hasil klasterisasi di mana *cluster* pertama diisi oleh makanan dengan kadar kalori dan protein yang cukup tinggi dan kadar lemak, karbohidrat yang rendah. *Cluster* kedua diisi oleh makanan dengan kadar kalori, protein dan lemak yang tinggi serta kadar karbohidrat yang rendah. *Cluster* ketiga diisi oleh makanan dengan kadar kalori, protein, lemak dan karbohidrat yang rendah. Penelitian ini menggunakan metode *clustering* dengan menerapkan algoritma *K-Means* karena efektif dalam melakukan klasterisasi terhadap tipe data numerik dan menguji menggunakan *Elbow Method* dan *Davies Bouldin Index*.

Kata Kunci: Clustering; K-Means; Nutrisi

Abstract: The purpose of this research is to group foods that have similar nutritional value. Food is divided into 3 clusters, namely those with high, medium and low nutritional levels. The grouping results in this research can be used for selecting and consuming food to fulfil nutritional needs and can also be used to prevent the emergence of diseases caused by food. For example, foods in cluster 0 can be chosen if you want to gain weight. Cluster 1 foods can be a benchmark if consumed too much can cause obesity and cluster 2 can be chosen if you want to go on a diet or lose weight. This result is shown from the clustering results where first cluster filled by food with high enough calories and protein and low levels of fat and carbohydrates. The second cluster is filled by foods with high levels of calories, protein and fat and low levels of carbohydrates. The third cluster is filled by foods with low levels of calories, protein, fat and carbohydrates. This research uses a clustering method by applying a K-Means algorithm because it is effective to clustering numeric data types and testing using Elbow Method and Davies Bouldin Index.

Keywords: Clustering; K-Means; Nutrition

PENDAHULUAN

Makanan menjadi salah satu sumber utama demi keberlangsungan hidup manusia. Di Indonesia sendiri terdapat berbagai macam aneka makanan dari berbagai macam daerah. Sebagai contoh, di Medan mempunyai *bacang*, Maluku mempunyai *bagea*, Makassar mempunyai *palubasa*, Semarang mempunyai lumpia, dan masih banyak aneka macam lainnya. Makanan tersebut mempunyai karakteristik, tekstur dan rasa yang berbeda-beda.

Makanan sendiri diolah dari berbagai macam bahan, baik dari nabati maupun hewani. Maka dari itu, makanan mengandung banyak nutrisi di antaranya seperti kalori, protein, lemak dan karbohidrat. Nutrisi sangat diperlukan oleh manusia untuk melakukan kegiatan sehari-hari agar manusia dapat hidup sehat[1]. Manusia bisa mendapatkan nutrisi dari daging hewan ataupun tumbuhan. Daging hewan menyediakan banyak nutrisi seperti protein, lemak, karbohidrat, dan juga beberapa nutrisi lainnya seperti

vitamin dan mineral. Tidak hanya dari daging hewan saja, Nutrisi yang dibutuhkan tubuh juga dapat diperoleh dari telur. Telur mengandung 75% air, 12% protein, dan 12% lipid[2]. Nutrisi juga bisa didapatkan dari tumbuhan seperti sayur-sayuran, umbi-umbian, dan juga kacang-kacangan. Nutrisi yang dihasilkan oleh tumbuhan mendominasi protein sebesar 57%, lebih besar 43% daripada daging hewan. Yang mana sebesar 10% dari kerang, 6% dari ikan, 18% dari daging, dan hewan lainnya sebesar 9%[2].

Selain olahraga dan pola hidup sehat, nutrisi makanan juga memegang peranan penting bagi kesehatan manusia. Nutrisi dari makanan sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Jika makanan dikonsumsi dalam kadar nutrisi yang cukup maka makanan akan sangat bermanfaat dan membantu menguatkan metabolisme tubuh manusia[3]. Namun, nutrisi yang berlebihan juga dapat menjadi pemicu penyakit berbahaya seperti obesitas, penyakit jantung, stroke, hipertensi, dan kanker. Kondisi ini menjadi

penyebab utama kematian didunia, terhitung sebesar 70% kematian di seluruh dunia yang disebabkan oleh faktor makanan[4]. *The Principle Balance Nutrition* adalah cara yang sesuai untuk menanggulangi hal tersebut. Prinsip ini digunakan untuk memperbaiki kesehatan dan mengawasi berat badan pada tubuh dengan mengubah gaya hidup dengan mempertimbangkan kandungan nutrisi pada makanan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tubuh[5].

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengelompokkan makanan berdasarkan kandungan nutrisinya seperti kandungan karbohidrat, kalori, protein dan lemak. Pengelompokan ini bertujuan untuk memudahkan dalam pemilihan dan konsumsi makanan dalam pemenuhan nutrisi dan juga dapat mencegah terjadinya penyakit yang disebabkan oleh makanan. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengubah gaya hidup dengan mempertimbangkan kandungan nutrisi pada makanan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tubuh.

Pengelompokan pada penelitian ini menggunakan salah satu algoritma pada metode *clustering* yang sesuai untuk mengolah data numerik yaitu Algoritma K-Means. Algoritma K-Means merupakan salah satu metode *clustering non-hirarki* yang paling membagi data ke dalam *cluster* tanpa memerlukan label ataupun kategori[6][7]. Masalah yang dihadapi pada algoritma ini adalah menentukan jumlah *cluster* yang optimal. Hal ini dapat menyebabkan kurang tepatnya akurasi yang dihasilkan oleh Algoritma K-Means. Oleh karena itu, beberapa metode pengujian dilakukan untuk menentukan jumlah *cluster* di antaranya menggunakan *Elbow Method* dan *Davies Bouldin Index*. Kedua metode tersebut digunakan karena dapat mengukur dan memvalidasi dalam menentukan jumlah *cluster* yang baik dan optimal[6].

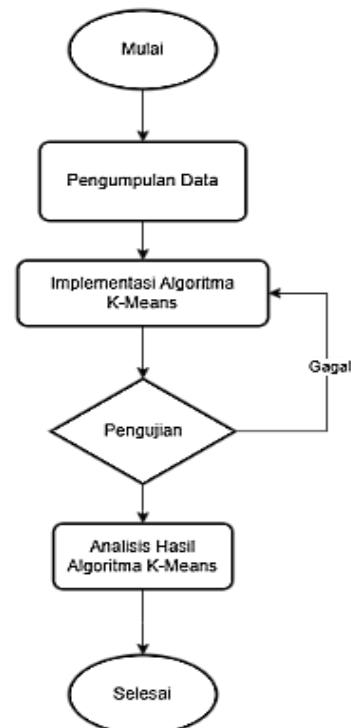
METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan penelitian, diperlukan gambaran bagaimana penelitian yang akan dilakukan dengan mengidentifikasi tahapan-tahapannya. Menentukan tahapan-tahapan sangat penting agar penelitian yang dilakukan dapat diaplikasikan secara rinci dan teratur[8].

Pada penelitian ini menerapkan beberapa tahapan untuk memperoleh hasil klasterisasi yang optimal. Di antaranya terdapat pengumpulan data, melakukan operasi Algoritma K-Means, melakukan pengujian dan menganalisis hasil yang diperoleh dari operasi Algoritma K-Means.

Pada penelitian dilakukan beberapa kali pengujian hingga menemukan hasil yang optimal. Hal ini juga bertujuan untuk meningkatkan akurasi tiap *cluster* dan me-minimalisir kesalahan pada penelitian ini.

Adapun diagram alur penelitian yang menjadi dasar dalam isi dan pembahasan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Pada penelitian ini *dataset* diperoleh dari pihak lain, data bersumber dari situs dataset Kaggle (<https://kaggle.com/datasets/anafikrihanif/indonesian-food-and-drink-nutrition-dataset>) yang diunggah oleh Anas Fikri Hanif pada 1 November 2023 dengan 1346 daftar nutrisi per 100gram makanan di Indonesia. Gambar 2 merupakan cuplikan beberapa dataset nutrisi yang didapatkan dari situs Kaggle.

id	calories	proteins	fat	carbohydrate	name	image
1	280	9.200	28.400	0	Abon	https://img-cdn.medcomtek.com/PbrYXK3JgnGt8vA
2	513	23.700	37	21.300	Abon haruan	https://img-global.cpcdn.com/recipes/cb730fbfb1
3	0	0	0.200	0	Agar-agar	https://res.cloudinary.com/rasoi/images/v1578313790/agar-agar_1_.jpg
4	45	1.100	0.400	10.800	Akar tonjng segar	https://images.tokopedia.net/img/cache/200-square
5	37	4.400	0.500	3.800	Aleoge segar	https://res.cloudinary.com/assets/images/prod/produk_aleoge_segar_1_.jpg
6	85	0.900	6.500	7.700	Alpukat segar	https://ikatakaber.com/assets/images/upload/news
7	96	3.700	0.600	19.100	Ampas kacang hijau	https://images.tokopedia.net/img/cache/215-square
8	414	26.600	19.300	41.300	Ampas Tahu	https://elpipes.ditway.id/uploads/9fc9a79a022eac72
9	75	4.100	2.100	10.700	Ampas tahu kukus	https://cdn.diadona.id/diadona_id/reload/640x320
10	67	5	2.100	8.100	Ampas tahu mentah	https://cdn-image.hipwee.com/wp-content/uploads
11	184	18.800	14	0	Anak sapi daging gemuk segar	https://img.photogallery.com/img-clippic/20220124our
12	174	19.600	10	0	Anak sapi daging kurus segar	https://asset.kompas.com/crops/BzQ_dHf21OnYu1
13	190	19.100	12	0	Anak sapi daging sedang segar	https://ikutan-jakarta.com/images/article/lips-namili
14	99	4.600	1	18	Andalan segar	https://ict.shopee.co.id/file/3c33b24480e951e2534
15	25	1.600	0.200	5.300	Andriel	https://www.satuharapan.com/uploads/cache/mew
16	30	0.500	0.200	6.800	Angur hutu segar	https://ict.shopee.co.id/file/ed7D6c6de5f12ec39e91
17	354	16.400	31.500	0	Anna	https://vrdn.vidimask.com/content-imaseki/nmmust

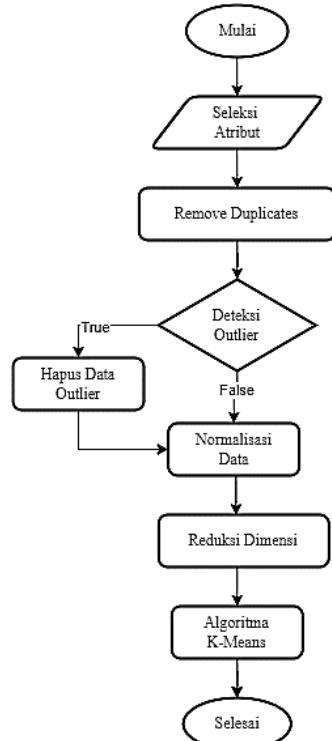
Gambar 2. Dataset Nutrisi Situs Kaggle

Implementasi Algoritma K-Means

Sebelum implementasi Algoritma K-Means, diperlukan beberapa tahapan *preprocessing*. Hal ini penting untuk dilakukan karena dapat mengoptimalkan hasil yang diperoleh dari implementasi Algoritma K-Means.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan *preprocessing*. Di antaranya adalah seleksi atribut, *Remove Duplicates*, Deteksi *Outlier*, Normalisasi Data dan Reduksi Dimensi. Semua tahapan *preprocessing* ini dilakukan karena menyesuaikan dengan *dataset* yang digunakan agar Algoritma K-Means dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan *output* yang sesuai dan akurat.

Gambar 3. merupakan diagram alur yang akan dilakukan dalam penerapan Algoritma K-Means pada penelitian ini.



Gambar 3. Alur Algoritma K-Means

Seleksi Atribut

Seleksi atribut dilakukan untuk memilih atribut yang akan digunakan dalam algoritma K-Means dan menghapus atribut yang tidak digunakan. Karena K-Means hanya bisa menerima atribut yang memiliki data dengan tipe *numeric*. Maka dari itu atribut yang bukan *numeric* harus diseleksi[5].

Tabel 1. Seleksi Atribut

Kolom	Keterangan
Calories	Kalori per 100gram/makanan (kal)
Protein	Protein per 100gram/makanan (gram)
Fat	Lemak per 100gram/makanan (gram)
Carbohidrat	Karbohidrat per 100gram/makanan (gram)

(Sumber: Tim Peneliti)

Remove Duplicates

Remove Duplicates digunakan untuk menghapus data yang mempunyai nilai yang sama

dengan membandingkan semua data satu per satu. Dua data yang diindikasi mempunyai nilai yang sama akan dihapus salah satu dan menyisakan satu data dari hasil perbandingan.

Pada penelitian ini dilakukan *remove duplicate* karena setiap makanan biasanya mempunyai nilai nutrisi yang sama. Maka dari itu, diputuskan untuk menghapus data yang duplikat agar operasi menjadi lebih optimal.

Deteksi Outlier

Data *outlier* sangat mempengaruhi kinerja K-Means, sehingga deteksi *outlier* diperlukan untuk mencari data di mana data tersebut mempunyai perilaku yang berbeda dibandingkan data-data normal yang lain agar operasi algoritma K-Means menjadi lebih optimal[9].

Pendeteksi *outlier* pada penelitian ini menggunakan *Distance based Outlier Detection*. Dengan *Distance Based* jarak antara dua titik dipilih kemudian akan dicek. Jika titik *neighbour* dekat maka situasinya dianggap normal, tetapi jika titik *neighbour*nya terpisah jauh maka akan dianggap sebagai *Outliers*[10].

Setelah dilakukan pengujian, parameter yang tepat untuk digunakan pada penelitian ini menggunakan jarak 10 *neighbour*, 9 *outlier* dan menggunakan *Euclidean Distance* untuk mengukur jarak.

Normalisasi Data

Normalisasi data yang digunakan menggunakan normalisasi *min-max*. Normalisasi *min-max* mengubah nilai data aslinya menjadi nilai yang berada pada rentang 0 sampai 1[9]. Tujuannya adalah membentuk data ke dalam nilai dengan rentang yang sama sehingga operasi menjadi lebih cepat[11].

Rumus Normalisasi *Min-max*[9] :

$$v_{\text{norm}} = \left(\frac{v_i - v_{\text{min}}}{v_{\text{max}} - v_{\text{min}}} \right) \quad (1)$$

Keterangan:

- v : atribut data
- $v_{\text{min}}, v_{\text{max}}$: nilai absolut minimal dan maksimal dari v
- v_i : nilai lama dari setiap entri dalam data

Reduksi Dimensi

Metode yang digunakan untuk mereduksi dimensi suatu data dengan banyak *variable* adalah menggunakan *Principle Component Analysis* (PCA). PCA mereduksi dimensi suatu data tanpa mengurangi informasi pada data tersebut secara signifikan[12]. PCA membentuk sekumpulan dimensi baru yang diberi peringkat berdasarkan perbedaan data. PCA menghasilkan komponen utama yang diperoleh dari dekomposisi nilai *eigen* dan vektor *eigen* matriks *kovarians*[13].

Pada penelitian ini, parameter yang digunakan untuk implementasi PCA menggunakan

Fixed Number Dimensity dengan 2 *Number of Component*. Di mana atribut yang sebelumnya sejumlah 4 kemudian direduksi menjadi 2 atribut.

Algoritma K-Means

K-Means merupakan metode *clustering non-hierarki* yang membagi data n ke dalam k *cluster*, sehingga hasil kesamaan antar *clusternya* tinggi jika *Within-Cluster Sum of Square*nya minimal dan hasil kesamaan di dalam *clusternya* rendah jika *Between-Cluster Sum of Square*nya maksimal[6].

K-Means merupakan *unsupervised learning algorithm*, artinya *input* data tidak mempunyai label atau tidak menyediakan kategori. Kelompok atau *cluster* pada K-Means direpresentasikan sebagai nilai K[7].

Pengelompokan data pada penelitian ini menggunakan algoritma K-Means dengan beberapa proses berikut[14] :

- 1) Menentukan nilai K
- 2) Memilih objek secara *random* pada *dataset* yang akan dijadikan sebagai titik pusat *cluster*. Titik pusat disebut juga sebagai *centroid*.
- 3) Tetapkan data ke *centroid* terdekat menggunakan rumus *Euclidian Distance*:

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

- | | |
|----|-----------------------|
| n | : jumlah dimensi |
| x, | : atribut ke-k data x |
| y | dan y |

- 4) Alokasi data ke *cluster* terdekat dengan rumus :

$$\min \sum_{k=1}^K d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (3)$$

- 5) Menghitung pusat *cluster*

$$y_i = \frac{\sum_{i=1}^p c_i}{p} \quad (4)$$

Keterangan:

- | | |
|----------------|-----------------------------------|
| c _i | : data <i>cluster</i> ke-k |
| p | : Jumlah data <i>cluster</i> ke-k |

Pengujian

Pengujian dilakukan untuk melihat tingkat keberhasilan dan keakuratan dari algoritma K-Means. Jumlah *cluster* dapat ditentukan dengan beberapa cara, di antaranya adalah menggunakan *Elbow Method* dan *Davies Bouldin Index*[6].

Elbow Method

Elbow Method merupakan langkah dasar pada semua algoritma *unsupervision* dalam menentukan jumlah kluster untuk menentukan nilai optimal yang digunakan pada nilai K pada algoritma K-Means [7]. *Elbow Method* menjalankan nilai kluster dari 1 sampai n, setiap nilai pada *Within Cluster Sum of Square* (WCSS) akan dihitung. WCSS merupakan jarak *sum of square* antara nilai rata-rata dengan nilai *centroid* dari setiap *cluster* yang diberikan. kemudian pilih titik yang paling membentuk siku dengan menggunakan *chartline*[6].

$$WCSS = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2 \quad (5)$$

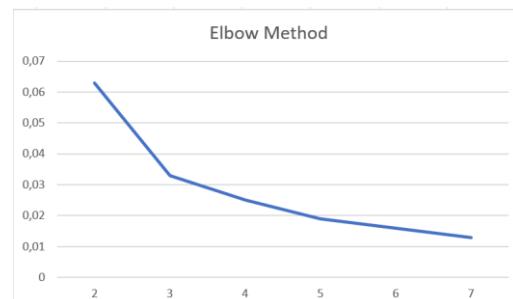
Keterangan:

k: nomor *cluster*,
n: nomor *object*,
x_i: ith elemen pada *cluster*
c_j: *centroid* dari *cluster* j

Tabel 2. Nilai K dan Avg. *Within-cluster Sum of Square*

K	WCSS
2	0.063
3	0.033
4	0.025
5	0.019
6	0.016
7	0.013

(Sumber: Tim Peneliti)



Gambar 4. Penentuan Jumlah *Cluster* untuk Algoritma K-Means

Davies Bouldin Index

Davies Bouldin Index (DBI) merupakan validasi *cluster* mencakup nilai separasi dan kohesi. Separasi adalah jarak antara *centroid* dari *cluster* dan kohesi adalah jumlah kemiripan data dengan *centroid cluster*[6]. Hasil klasterisasi yang baik ditentukan oleh jumlah dan kedekatan data yang di klasterisasi. Semakin kecil nilai DBI (non-negatif => 0), maka semakin baik hasil *cluster* yang diperoleh[8].

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} (R_{i,j}) \quad (6)$$

Keterangan:

- | | |
|------------------|--|
| k | : Jumlah <i>cluster</i> |
| R _{i,j} | : rasio antar kluster |
| max | : dicari rasio antar kluster yang terbesar |

Tabel 3. Nilai Davies Bouldin Index

K	DBI
2	0.746
3	0.643
4	0.703
5	0.736
6	0.751
7	0.791

(Sumber: Tim Peneliti)

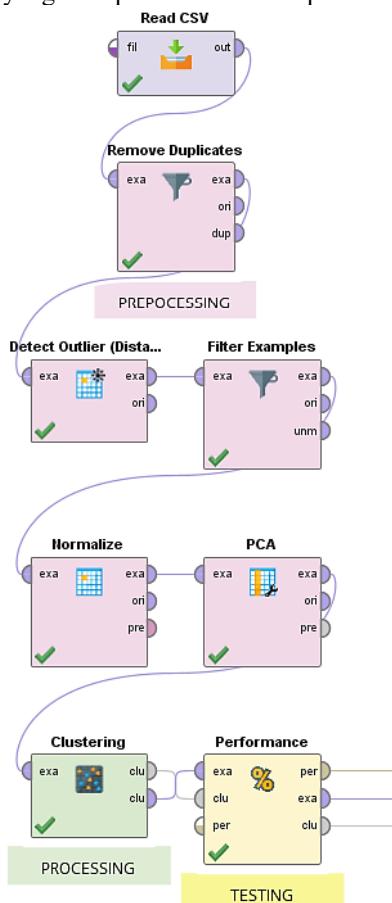
Berdasarkan *Elbow Method* dan *Davies Bouldin Index* yang telah diimplementasi didapatkan bahwa jumlah *cluster* yang terbaik terdapat pada angka 3.

Analisis Hasil

Menganalisis hasil yang sudah diimplementasi dari metode *clustering* dengan algoritma K-Means.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 5. merupakan implementasi klasterisasi dengan Algoritma K-Means menggunakan program *Rapidminer Studio*. Berdasarkan penelitian dan pengujian, diperoleh hasil yang akan dipaparkan pada bagian ini. Selain itu, terdapat juga tabel dan visualisasi yang memperkuat hasil dari penelitian.



Gambar 5. Implementasi K-Means dengan *Rapidminer*

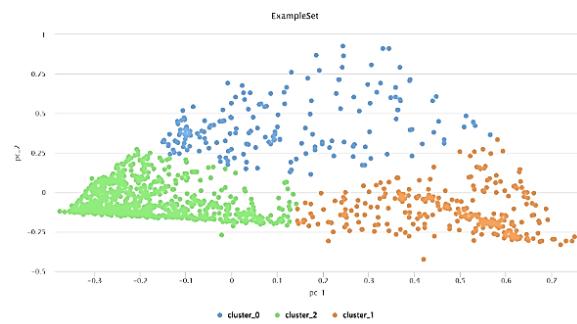
Implementasi algoritma K-Means dengan beberapa tahapan *preprocessing* seperti seleksi data, *remove duplicates*, normalisasi data, dan reduksi dimensi serta optimalisasi jumlah *cluster* dengan *Elbow Method* dan *Davies Bouldin Index* didapatkan bahwa jumlah *cluster* terbaik atau paling optimal ada pada angka 3.

Tabel 4. Nilai WCSS

Cluster	Avg. Within Centroid Distance
0	0.063
1	0.038
2	0.024

(Sumber: Tim Peneliti)

Dari data Tabel 4. menunjukkan bahwa nilai *Average Within Centroid Distance* mendekati angka 0 yang menandakan bahwa kedekatan antar data di dalam *cluster* sudah baik. Untuk lebih mudah melihat visualisasi dapat menggunakan *scatter plot*.



Gambar 6. Scatter Plot Hasil Algoritma K-Means dengan 3 Cluster

Setelah dilakukan operasi menggunakan algoritma K-Means didapatkan hasil klasterisasi seperti pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Jumlah Data Tiap Cluster

Cluster	Jumlah Data
0	282
1	182
2	802

(Sumber: Tim Peneliti)

Tabel 6. Beberapa Data Makanan Hasil Klasterisasi

Cluster	Daftar Makanan
0	Asam masak di pohon, Asan kandis kering, Bagea kelapa, Bagea kenari, Bakwan, Bantal, Beras Cerdas, Beras ganyong, Beras giling varian pelita mentah, Beras hitam mentah, Beras jagung kuning kering mentah, Beras jagung putih kering mentah, Beras Ketan Hitam, Beras Ketan Hitam tumbuk, Beras Ketan Putih, Ikan Asin bilis goreng, Ikan Asin gabus goreng, Ikan Asin japuh goreng, Ikan Asin pari goreng, Ikan Asin pepetek goreng, Ikan Asin sirinding goreng, Ikan Asin teri goreng, Ikan bandeng presto masakan,
1	Abon, Abon Haruan, Ampas, Tahu, Angsa, Arwan Sisir, Ayam,

<i>Cluster</i>	<i>Daftar Makanan</i>
2	Ayam goreng <i>Kentucky</i> sayap, Ayam ampela goreng, Ayam goreng <i>church</i> texas sayap, Ayam goreng <i>church</i> texas dada, Ayam goreng kalasan paha, Ayam goreng <i>kentucky</i> dada, Ayam goreng <i>Kentucky</i> paha, Ayam goreng mbok berek dada, Ayam goreng paha, Ayam goreng Pasundan dada, Ayam goreng Pasundan paha, Ayam goreng <i>pioneer</i> dada, Ayam goreng Sukabumi dada, Ayam goreng Sukabumi paha, Ayam hati segar, Ayam Taliwang masakan, Ayam usus goreng, Emping beras, Emping komak, Wijen, Worst (osis daging).
2	Agar-agar, Akar Tonjong segar, Aletoge segar, Alpukat segar, Ampas kacang hijau, Ampas tahu kukus, Ampas tahu mentah, Anak sapi daging gemuk segar, Anak sapi daging kurus segar, Anak sapi daging sedang segar, Andaliman segar, Andewi, Anggur hutan segar, Anyang sayur, Apel, Apel malang segar, Arbei, Ares sayur, Arrowroot segar, Asam kandis segar, Asam payak segar, Asinan Bogor sayuran, Ayam dideh/darah segar, Babi ginjal segar, Babi hati segar, Bacang, Baje, Bakso Bakung segar, Barongko, Batang Tading, Batar daan, Batatas gembili segar, Batatas kelapa ubi bakar, Batatas kelapa ubi kukus, Batatas kelapa ubi segar, Batatas tali ubi rebus, Bawang Bombay, Bawang Merah Bawang Putih, Bayam kukus, Bayam Merah, Bayam merah segar, Bayam rebus, Bayam segar Bayam tumis + oncom, Bayam tumis bersantan, Coto mangkasara kuda masakan, Coto mangkasara sapi masakan, Cue Selar Kuning, Cuka, Daun kenikir segar, Daun kesum segar, Daun kol sawi segar, Daun Koro, Daun kubis segar, Daun Kumak, Daun Labu Siam, Daun Labu Waluh, Daun lamtoro segar, Daun leilem segar, Daun Leunca, Daun Lobak Daun Lompong Tales, Daun Mangkokan, Sawo duren segar, Sawo kecil segar, Sayur asem, Sayur bunga papaya, Sayur garu

<i>Cluster</i>	<i>Daftar Makanan</i>
	Sayur kohu-kohu, Sayur lebui, Sayur lilin-terubuk, Sayur ndusuk, Sayur sop

Tabel 7. Keterangan Tiap *Cluster*

<i>Cluster</i>	<i>Keterangan</i>
0	<i>Cluster</i> ini didapati bahwa data-data makanan memiliki kadar kalori yang tinggi yaitu 250 hingga 400 lebih kalori, Protein dan lemak dengan rata-rata di bawah 10mg dan Karbohidrat yang tinggi hingga di atas 40mg dari 100gram makanan.
1	<i>Cluster</i> ini didapati bahwa data-data makanan memiliki kadar kalori yang tinggi yaitu di atas 260kal, Protein dengan rata-rata di atas 20mg, lemak di atas 10mg dan Karbohidrat di bawah 5mg dari 100gram makanan
2	<i>Cluster</i> ini didapati bahwa data-data makanan memiliki kadar nutrisi yang rendah yaitu dengan kadar kalori di bawah 100kal, Protein dan lemak dengan rata-rata di bawah 10mg dan Karbohidrat yang cukup dengan rata-rata di atas 10mg dari 100gram makanan

(Sumber: Tim Peneliti)

Dengan hasil yang diperoleh dari implementasi Algoritma K-Means, terdapat 3 *cluster* yang masing-masing mempunyai hasil yang berbeda.

Pada *cluster* 0 diisi oleh makanan dengan kadar kalori dan karbohidrat yang tinggi dan protein dan lemak yang rendah. Dengan ini makanan pada *cluster* 0 dapat dipilih sebagai pengganti makanan pokok karena karbohidrat dan kalori berperan sebagai energi utama. Selain itu, juga dapat digunakan untuk menambah berat badan jika dikonsumsi dalam jumlah yang cukup, jika dikonsumsi berlebihan dalam makanan pada *cluster* 0 dapat mengakibatkan kegemukan[15].

Pada *cluster* 1 diisi oleh makanan dengan kadar kalori yang tinggi, protein yang cukup tinggi, dan kadar lemak dan karbohidrat yang rendah. Dengan ini makanan pada *cluster* 1 dapat diperhitungkan jika ingin mengonsumsinya. Walaupun mempunyai kadar protein yang cukup tinggi, namun makanan pada *cluster* 1 mempunyai kadar kalori yang tinggi. Hal tersebut baik untuk dikonsumsi beberapa kali satu minggu untuk mendapatkan protein yang cukup. Namun, jika dikonsumsi secara berlebihan dan tidak disertai dengan aktivitas yang cukup dapat mengakibatkan obesitas[16].

Pada *cluster* 2 diisi oleh makanan dengan kadar nutrisi yang rendah. Makanan pada *cluster* ini baik dikonsumsi untuk melakukan diet atau mengurangi berat badan karena memiliki kadar kalori, karbohidrat dan lemak yang rendah[17]. Namun, jika tidak diseimbangi dengan konsumsi nutrisi yang cukup dapat membuat tubuh lemas dan kekurangan nutrisi[15].

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan implementasi K-Means untuk mengelompokkan makanan berdasarkan nilai nutrisi dari tahapan seleksi hingga pengujian, didapat bahwa jumlah kluster yang optimal berada pada angka 3. Jumlah ini ditentukan menggunakan metode optimalisasi *cluster* dengan Elbow Method dan Davies Bouldin Index Cluster 0 atau pertama didapati data-data makanan dengan kadar kalori, karbohidrat yang tinggi, dan kadar protein, lemak yang rendah. *Cluster* 1 atau kedua didapati data-data makanan dengan kadar kalori, protein dan lemak yang tinggi dan kadar karbohidrat yang rendah. *Cluster* 2 atau ketiga didapati data-data makanan dengan kadar kalori, protein, lemak dan karbohidrat yang rendah. Ada beberapa tujuan dari penelitian ini, contohnya pada *cluster* 0 dapat digunakan untuk memilih makanan sebagai makanan pokok, *cluster* 1 dapat diperhatikan karena mempunyai kadar kalori yang tinggi, *cluster* 2 dapat dipilih untuk melakukan diet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Noodle Grouping Based On Nutritional Similarity With Hierarchical Cluster Analysis Method”, Doi: 10.37577/Sainteks.V%Vi%I.543.
- [2] S. Langyan, P. Yadava, F. N. Khan, Z. A. Dar, R. Singh, Dan A. Kumar, “Sustaining Protein Nutrition Through Plant-Based Foods,” *Frontiers In Nutrition*, Vol. 8. Frontiers Media S.A., 18 Januari 2022. Doi: 10.3389/Fnut.2021.772573.
- [3] R. Anjariansyah Dan A. Triayudi, “Clustering Kebutuhan Makanan Untuk Meminimasi Standar Deviasi Angka Kebutuhan Gizi Menggunakan Algoritma K-Means Dan K-Medoids,” *Jurnal Media Informatika Budidarma*, Vol. 6, No. 1, Hlm. 597, Jan 2022, Doi: 10.30865/Mib.V6i1.3522.
- [4] S. S. Gropper, “The Role Of Nutrition In Chronic Disease,” *Nutrients*, Vol. 15, No. 3. Mdpi, 1 Februari 2023. Doi: 10.3390/Nu15030664.
- [5] S. S. Nagari Dan L. Inayati, “Implementation Of Clustering Using K-Means Method To Determine Nutritional Status,” *Jurnal Biometrika Dan Kependudukan*, Vol. 9, No. 1, Hlm. 62, Jun 2020, Doi: 10.20473/Jbk.V9i1.2020.62-68.
- [6] R. Gustriansyah, N. Suhandi, Dan F. Antony, “Clustering Optimization In Rfm Analysis Based On K-Means,” *Indonesian Journal Of Electrical Engineering And Computer Science*, Vol. 18, No. 1, Hlm. 470–477, 2019, Doi: 10.11591/Ijeecs.V18.I1.Pp470-477.
- [7] D. I. Durojaye Dan G. Obunadike, “Analysis And Visualization Of Market Segmentation In Banking Sector Using Kmeans Machine Learning Algorithm,” *Fudma Journal Of Sciences*, Vol. 6, No. 1, Hlm. 387–393, Apr 2022, Doi: 10.33003/Fjs-2022-0601-910.
- [8] I. W. Septiani, Abd. C. Fauzan, Dan M. M. Huda, “Implementasi Algoritma K-Medoids Dengan Evaluasi Davies-Bouldin-Index Untuk Klasterisasi Harapan Hidup Pasca Operasi Pada Pasien Penderita Kanker Paru-Paru,” *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (Json)*, Vol. 3, No. 4, Hlm. 556, Jul 2022, Doi: 10.30865/Json.V3i4.4055.
- [9] A. Ambarwari, Q. Jafar Adrian, Dan Y. Herdiyeni, “Analysis Of The Effect Of Data Scaling On The Performance Of The Machine Learning Algorithm For Plant Identification,” *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, Vol. 4, No. 1, Hlm. 117–122, Feb 2020, Doi: 10.29207/Resti.V4i1.1517.
- [10] R. Trivedi Dan N. Srivastava, “Outlier Detection Using K-Means Clustering Algorithm With Different Distance Metrics,” *International Journal Of Science And Research*, Doi: 10.21275/Sr22324115201.
- [11] Ahmad Harmain, P. Paiman, H. Kurniawan, K. Kusrini, Dan Dina Maulina, “Normalisasi Data Untuk Efisiensi K-Means Pada Pengelompokan Wilayah Berpotensi Kebakaran Hutan Dan Lahan Berdasarkan Sebaran Titik Panas,” *Teknimedia: Teknologi Informasi Dan Multimedia*, Vol. 2, No. 2, Hlm. 83–89, Jan 2022, Doi: 10.46764/Teknimedia.V2i2.49.
- [12] A. Toraismaya, L. R. Sasongko, Dan F. S. Rondonuwu, “Principal Component Dan K-Means Cluster Analysis Untuk Data Spektrum Black Tea Grades Guna Penilaian Kualitas Alternatif,” *Journal Of Fundamental Mathematics And Applications (Jfma)*, Vol. 3, No. 2, Hlm. 148–157, Nov 2020, Doi: 10.14710/Jfma.V3i2.8663.
- [13] D. Hediyyati Dan I. M. Suartana. 2020. “Penerapan Principal Component Analysis (Pca) Untuk Reduksi Dimensi Pada Proses Clustering Data Produksi Pertanian Di Kabupaten Bojonegoro.”
- [14] R. E. Pawening, “Algoritma K-Means Untuk Mengukur Kepuasan Mahasiswa

- Menggunakan E-Learning,” *Journal Of Technology And Informatics (Joti)*, Vol. 3, No. 1, Hlm. 27–33, Okt 2021, Doi: 10.37802/Joti.V3i1.201.
- [15] W. Aulia Dan D. Maharani. 2020. “Karbohidrat Dalam Tubuh: Manfaat Dan Dampak Defisiensi Karbohidrat,” 1302.
- [16] S. Kandinasti, “Obesitas: Pentingkah Memperhatikan Konsumsi Makanan Di Akhir Pekan? Obesity: Is It Important To Concern About Food Intake In The Weekend?,” *Amerta Nutr*, Hlm. 1–12, 2018, Doi: 10.2473/Amnt.V2i4.2018.307-316.
- [17] L. Dwi Asih Dan M. Widystiti, “Meminimumkan Jumlah Kalori Di Dalam Tubuh Dengan Memperhitungkan Asupan Makanan Dan Aktivitas Menggunakan Linear Programming”, *Ekologia*, Vol. 16 No. 1, April 2016: 38-44

Sistem Informasi Penjualan *Online Thrift Shop* Berbasis Web

Putu Candra Ariani¹, I Gusti Agung Ayu Ananda Dewi², Selly Vania Christina Wijaya³, Kadek Sukma Jayanti⁴, Ketut Gede Tegar Maranom Jati⁵, Rangga Firdaus⁶, Gede Surya Mahendra⁷

Sistem Informasi, Universitas Pendidikan Ganesha, Bali, Indonesia

e-mail: candra.ariani@undiksha.ac.id¹, agung.ayu.ananda@undiksha.ac.id², selly.vania@undiksha.ac.id³,
sukma.jayanti@undiksha.ac.id⁴, tegar.maranom@undiksha.ac.id⁵, rangga@undiksha.ac.id⁶,
gmahendra@undiksha.ac.id⁷

*Penulis Korespondensi: E-mail: gmahendra@undiksha.ac.id

Abstrak: Kebutuhan untuk memenuhi mode berpakaian yang sedang tren di zaman modernisasi terus menjadi hal penting bagi generasi muda. *Thrift shop* merupakan salah satu jenis toko yang menjual berbagai macam barang bekas yang masih layak untuk digunakan, dengan harga lebih murah sehingga dapat menghindari pemborosan. Pelanggan dapat tetap mengikuti tren mode berpakaian. Penjualan *thrift shop* yang semakin berkembang masih dilakukan dengan pemasaran *offline* dan transaksi manual. Penelitian ini merancang sistem informasi berbasis *website* yang membantu pengelola *thrift shop* dalam melakukan transaksi secara *online*, sehingga mampu menciptakan penjualan yang efektif, melakukan penyimpanan data pelanggan, membantu penjual agar mampu mencangkap seluruh elemen pasar, serta membantu pembeli dalam bertransaksi via *online*. Metode penelitian ini adalah model *waterfall*. Implementasi sistem ini menggunakan HTML, PHP, CSS dan MySQL. Pengujian dari penelitian ini menggunakan *black box testing* dan telah memberikan hasil yang baik. Seluruh halaman telah berjalan sesuai dengan skenario pengujian, *form* yang dikembangkan telah terintegrasi dan bernavigasi dengan baik, serta proses *input* dan *output* sesuai dengan yang diharapkan. Hasil penelitian ini akan menciptakan sistem informasi berbasis *website* bagi penjual usaha *Thrift Shop* untuk memenuhi kebutuhan bisnis serta berguna bagi pelanggan agar mudah membeli barang hanya melalui media elektronik.

Kata Kunci: Sistem Informasi; *Thrift Shop*; *Website*

Abstract: The need to keep up with fashionable clothing trends in the era of modernization continues to be crucial for the younger generation. *Thrift shops* are a type of store that sells a variety of second-hand items that are still usable at cheaper prices, thus avoiding wastefulness. Customers can still follow clothing fashion trends. The growing sales of *thrift shops* are still carried out through offline marketing and manual transactions. This research designs a website-based information system to assist *thrift shop* managers in conducting transactions online, thereby enabling effective sales, storing customer data, helping sellers to cover all market elements, and assisting buyers in online transactions. The research method employed is the waterfall model. The implementation of this system uses HTML, PHP, CSS, and MySQL. Testing for this research utilizes black box testing and has yielded good results. All pages have run according to the testing scenarios, the developed forms have been integrated and navigated well, and the input and output processes are as expected. The results of this research will create a website-based information system for *thrift shop* owners to meet business needs and be useful for customers to easily purchase items through electronic media.

Keywords: Information System; *Thrift Shop*; *Website*

PENDAHULUAN

Online thrift shop merupakan salah satu inovasi terbaru di tengah situasi COVID-19 ini [1]. *Online thrift shop* merupakan salah satu pelaku usaha yang terkena dampak COVID-19 dikarenakan penjual harus lebih berhati-hati dalam memilih demi menjaga keamanan dan kebersihan terhadap pakaian ataupun barang-barang bekas yang akan dijual. Begitu juga dengan konsumen yang akan membeli pakaian bekas pastinya harus lebih berhati-hati mengenai masalah keamanan dan kebersihan pakaian bekas, mengingat situasi saat ini tidak seperti situasi saat normal tanpa adanya pandemi COVID-19 [2]. *Online thrift shop* menjadi salah satu kesempatan dan memberikan peluang bagi banyak orang. Pada saat ini mungkin banyak orang yang terkena dampak dari pandemi COVID-19, yang mengakibatkan orang-orang tersebut kehilangan pekerjaannya. Maka dari itu, hal ini

menjadi salah satu kesempatan bagi banyak orang dalam melakukan usaha pakaian atau barang-barang bekas.

Online thrift shop memiliki kelebihan dan kekurangan [3]. Kelebihannya yaitu dapat menjadi daya tarik untuk mengasah kreativitas penjual ataupun pembeli, pakaian bekas yang mereka dapatkan di pasaran biasanya dalam kondisi seadanya. Salah satu kreativitas yang dilakukan yaitu dengan membersihkan pakaian bekas sebersih mungkin, para pelaku usaha memastikan kebersihan dalam penjualan pakaian bekas, sehingga konsumen tidak perlu khawatir mengenai tingkat kebersihannya. Sedangkan untuk kekurangannya terkadang terdapat kejadian di mana barang yang sampai di tangan konsumen tidak sesuai dengan apa yang ditampilkan di profil penjual. Tetapi dengan adanya kreativitas tersebut dapat membuat *online thrift shop* tersebut semakin menarik di mata konsumen. *Online*

thrift shop menawarkan harga yang bervariatif dan lebih murah dari harga pasaran atau harga langsung beli di toko. Di sini adalah tantangan bagi konsumen untuk bisa memilih-milih *online thrift shop* yang terpercaya dan yang biasanya ada yang masih lengkap dengan merek label dan hanya beberapa kali saja digunakan. Dengan adanya *online thrift shop* ini juga mempermudah konsumen dalam berbelanja kapan pun dan di mana pun tanpa harus datang ke toko, hanya dengan melihat barang melalui sosial media dan melakukan pembayaran melalui dompet digital ataupun *cash on delivery* (COD).

Dalam rangka mengimplementasikan sistem informasi penjualan *thrift shop* berbasis *web*, penggunaan metodologi yang tepat menjadi krusial [4]. Dalam konteks ini, penggunaan model *waterfall* telah dipilih. Dengan pendekatan ini, proses pengembangan sistem dilakukan secara berurutan dan terstruktur, dimulai dari tahap perencanaan, analisis, desain, implementasi, hingga pengujian [5], [6], [7]. Model *waterfall* memberikan kerangka kerja yang jelas dan terarah [8], [9], [10]. Kelebihan menggunakan metode air terjun (*waterfall*) adalah metode ini memungkinkan untuk departementalisasi dan kontrol, proses pengembangan model fase *one by one*, sehingga minimalis kesalahan yang mungkin akan terjadi [11], [12], [13]. Hal ini sangat relevan dalam membangun sistem informasi yang kompleks seperti *platform* penjualan baju bekas berkualitas secara *online*. Beberapa penelitian sebelumnya juga telah mengembangkan sistem informasi yang bermanfaat dalam ranah keuangan, penggajian ataupun sistem penjualan [14], [15], [16]. Selain ranah yang sama, beberapa penelitian dalam pembuatan sistem informasi juga mengimplementasikan model *waterfall* [17], [18], [19].

Seiring dengan perkembangan ini, beberapa sistem informasi penjualan yang telah diimplementasikan dalam bentuk *web* telah memberikan manfaat yang signifikan bagi pelaku bisnis. Dengan adopsi teknologi ini, perusahaan dapat meningkatkan visibilitas produk, menjangkau pasar yang lebih luas, serta memperluas jaringan pelanggan melalui akses yang lebih mudah dan praktis melalui *platform online*.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nugraha pada tahun 2022 yang berjudul “Aplikasi Penjualan *Hoodie & Crewneck* pada Toko *Thrift Overmoon* Berbasis Website Menggunakan Bootstrap, PHP dan MySQL”, berhasil menghasilkan aplikasi berbasis web, namun pada penelitian tersebut belum bisa membuktikan hasil tampilan dan hanya berfokus pada pengujinya saja [20]. Penelitian oleh Hafizha, dkk pada tahun 2024 yang berjudul “Website Wrapped By Gea Jual Beli *Thrift* dan *Preloved*” menghasilkan suatu rancangan *hi-fidelity* dan pengujian dengan uji kelayakan, namun belum diimplementasikan secara sistem yang dapat digunakan secara langsung [21]. Penelitian oleh Kariima, dkk pada tahun 2023 yang berjudul “Aplikasi Promosi Produk *Thrift* Secara *Online* Berbasis *Mobile*” serta Penelitian oleh Pratama, dkk pada tahun 2024 yang berjudul “*Web-Based Used Clothes Sales*”, memberikan hasil yang serupa di mana telah

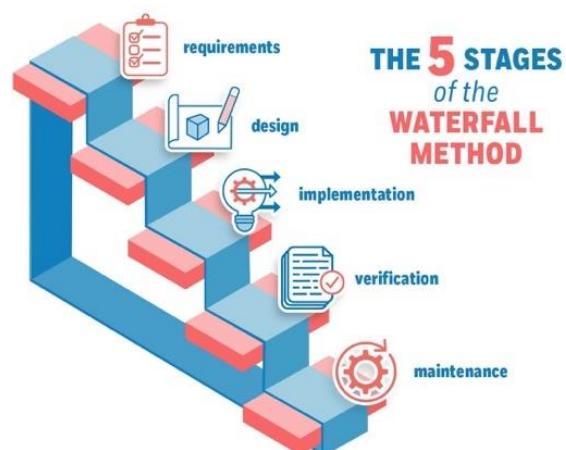
menghasilkan sebuah produk berupa sistem yang diimplementasikan pada *mobile* dan *website*, namun beberapa tampilan yang diberikan masih cukup sederhana, seperti beranda, login, daftar barang, dan transaksi [22], [23]. Berbeda pada penelitian ini, *state of the art* yang ditawarkan adalah sebuah *website* yang tidak hanya telah diimplementasikan dengan baik, juga memberikan ragam layanan yang lebih lengkap seperti proses pendaftaran akun baru yang sudah baik, detail barang yang lengkap, proses ulasan pengguna, dan proses transaksi yang lebih detail.

Pada tahap pengujian, pendekatan *black box testing* dipilih untuk memastikan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik dari perspektif pengguna [24], [25], [26]. Dengan menguji fungsionalitas sistem tanpa memerhatikan detail internal, metode ini memungkinkan identifikasi cacat fungsional yang mungkin terlewati selama pengembangan [27], [28], [29].

Urgensi pembuatan web untuk penjualan *thrift shop* menjadi semakin penting, terutama dalam menghadapi perubahan pola konsumen yang semakin mengarah ke *platform* digital. Adopsi teknologi *web* memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan, memungkinkan peningkatan akses pasar, kemudahan dalam bertransaksi, serta memperluas jangkauan pelanggan potensial. Oleh karena itu, pembangunan *web* untuk penjualan *online thrift shop* tidak hanya merupakan kebutuhan, tetapi juga menjadi strategi yang sangat penting dalam mempertahankan daya saing di era digital saat ini.

METODE

Pengumpulan berbagai data yang dilakukan memiliki peran pendukung dalam melakukan analisa serta perancangan sistem *website* penjualan *thrift shop*. Penelitian ini menggunakan dua jenis data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Pada penelitian ini pembuatan sistem informasi sesuai dengan *Software Development Life Cycle Models* (SDLC) adalah menggunakan model *waterfall* sebagai metode dasar.



Gambar 1. Metodologi *Waterfall*
(Sumber : Ahad Waseem [30])

Model *waterfall* dalam membangun sebuah sistem informasi merupakan model pengembangan yang sistematis dan frekuensi, model *waterfall* memiliki beberapa tahapan di dalamnya, sebagai berikut:

a. *Requirement Analysis and Definition*

Kendala, tujuan, serta layanan sistem yang telah di diskusikan dengan pengguna dan dijadikan sebuah definisi yang nantinya akan digunakan sebagai acuan secara rinci dan spesifikasi sistem.

Pada tahap ini, dilakukan studi lapangan untuk mendapatkan data-data yang akan ditampilkan pada *website*, kebutuhan yang diharapkan, tampilan yang diinginkan hingga proses dari sistem yang akan diimplementasikan pada *online thrift shop*.

b. *System and Software Design*

Tahapan perencanaan sistem mengidentifikasi kebutuhan sistem serta menggambarkan ke dalam desain visual baik secara perangkat keras maupun perangkat lunak serta hubungannya, dengan membentuk arsitektur sistem secara keseluruhan.

Pada tahap ini, dilakukan perancangan dan implementasi dari *online thrift shop*. Hasil perancangan dikonsultasikan dengan pengelola *thrift shop* dan setelah mendapatkan persetujuan terhadap tampilan rancangan dan proses alur sistem, dilanjutkan dengan *coding* untuk menghasilkan perangkat lunak berbasis *web* yang diharapkan pada tahap berikutnya.

c. *Implementation and Unit Testing*

Pada tahap ini, perancangan sistem informasi direalisasikan lalu pengujian dilaksanakan. Tahap pengujian dianggap valid apabila setiap unit proses dan fitur ter verifikasi memenuhi standar

spesifikasinya. Setelah produk berupa *website* dihasilkan dilakukan pengembangan perangkat lunak dan menguji sistem sederhana bahwa alur proses dan proses *input* dan *output* sudah sesuai harapan dari *online thrift shop* yang diharapkan.

d. *Integrations and System Testing*

Pada proses ini, setiap unit program akan digabung dan diuji sebagai sistem lengkap dan apabila telah memenuhi kebutuhan perangkat lunak, sistem dapat dikirimkan kepada pelanggan. Tahap ini dilakukan pengujian menggunakan *black box testing* untuk melihat kesesuaian antara harapan pembuatan sistem dengan alur yang seharusnya berjalan. Apabila pengujian dihasilkan baik, maka sistem akan diberikan kepada pihak pengelola *thrift shop*.

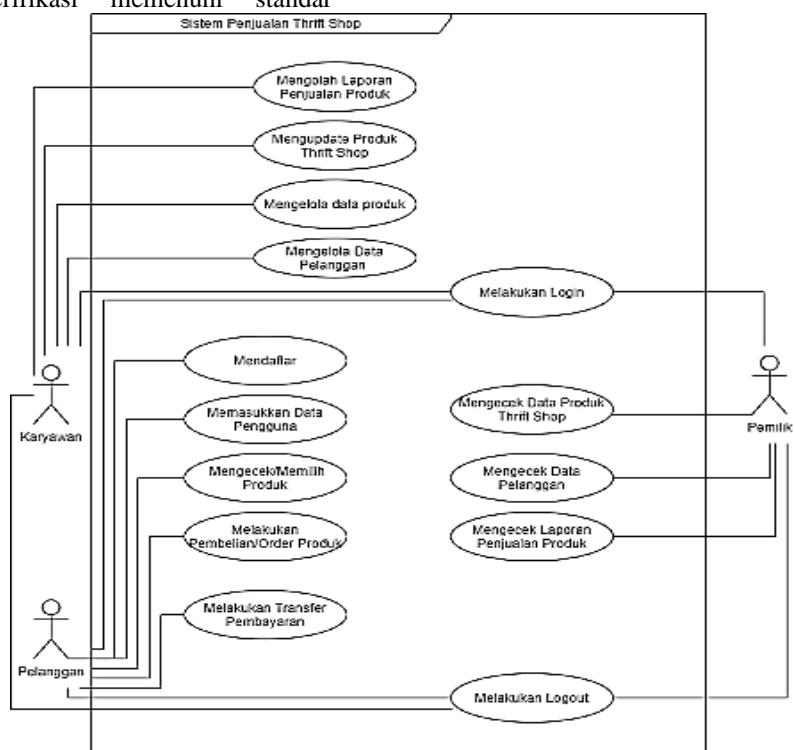
e. *Operation and Maintenance*

Pada tahap ini, sistem dipasang dan diterapkan secara nyata, *maintenance* diperlukan untuk mencari dan mengatasi kesalahan pada sistem atau perbaikan yang tidak ada sebelumnya, sehingga sistem tetap terpelihara dan dapat berjalan sesuai kebutuhan pelanggan. *Update* juga dilakukan apabila pengembang perangkat lunak atau pelanggan ingin menambahkan fitur baru dalam sistem. Tahap ini akan dilakukan setelah sistem diberikan kepada pengelola *thrift shop*, dan tidak ditampilkan hasilnya pada penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Tahap *Requirement Analysis and Definition*

Tahap awal penelitian ini menggunakan model *waterfall* yaitu dimulai dari tahap analisa kebutuhan



Gambar 2. *Use Case Diagram*
(Sumber: Tim Peneliti)

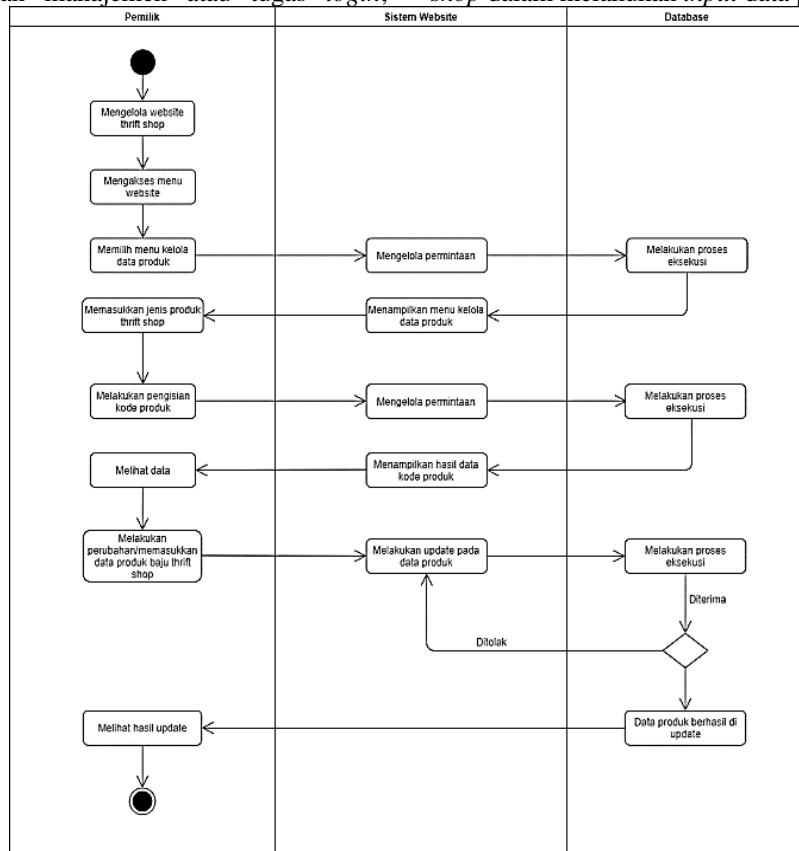
Pada tahap ini peneliti melakukan observasi dan membagikan kuesioner kepada pengguna, hasil observasi dan kuesioner kemudian akan dianalisis sehingga dapat sesuai dengan keinginan serta kebutuhan pengguna. Interaksi setiap pemangku kepentingan dengan sistem dimodelkan dalam bentuk *use case diagram* dengan nama *use case diagram* sistem penjualan *thrift shop*. Diagram ini terdiri dari aktor pemilik, pelanggan, dan karyawan yang memiliki masing-masing tugas untuk melakukan tugas keseluruhan manajemen website.

Aktor pemilik melakukan manajemen atau tugas berupa *login*, mengecek data produk, mengecek data pelanggan, cek laporan penjualan, dan *logout*. Aktor karyawan melakukan manajemen atau tugas *login*,

mengolah laporan penjualan, *update* produk, mengelola data produk, mengelola data pelanggan, dan *logout*. Sedangkan aktor pelanggan melakukan manajemen atau tugas *login*, daftar, memasukkan data, memilih produk, melakukan pemesanan, transfer pembayaran, dan *logout*. Kebutuhan fungsional yang diperoleh adalah sistem yang dapat melakukan penjualan produk *thrift shop* dan melibatkan interaksi antara pemilik, karyawan, serta pelanggan. *Use case diagram* dari sistem yang diusulkan ditampilkan pada Gambar 2.

2. Hasil Tahap System and Software Design

Activity diagram digambarkan untuk memberikan gambaran tentang alur pemilik toko *thrift shop* dalam melakukan *input* data produk.



Gambar 3. Activity Diagram

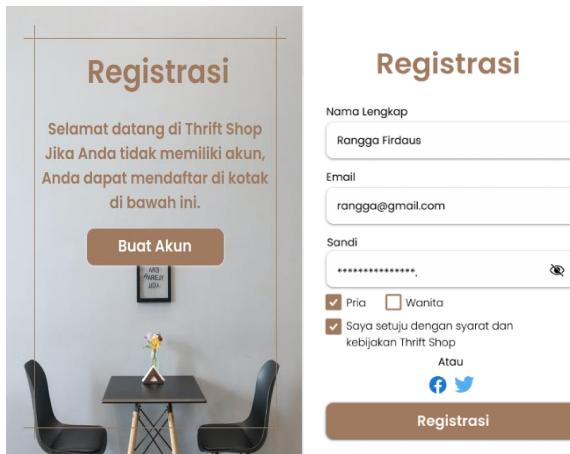
(Sumber: Tim Peneliti)

Alur dari aktivitas yang terjadi yaitu pada langkah awal pemilik melakukan pengelolaan pada *website*, dan mengakses menu *website*. Setelah berhasil mengakses *website*, pemilik memilih menu kelola data produk, sistem *website* akan mengelola permintaan yang masuk dan kemudian *database* akan melakukan eksekusi terhadap permintaan yang masuk. Kemudian sistem akan menampilkan menu kelola data produk. Selanjutnya pemilik akan memasukkan jenis produk dan melakukan pengisian kode produk, sistem akan mengelola permintaan dan *database* akan melakukan proses eksekusi. Kemudian sistem akan menampilkan hasil data kode produk dan pemilik akan melihat data tersebut. Selanjutnya pemilik akan melakukan perubahan atau

memasukkan data produk, sistem akan melakukan *update* pada data produk dan *database* akan melakukan eksekusi. Jika eksekusi diterima maka *database* berhasil melakukan *update* pada data produk, tetapi jika ditolak maka akan mengulang ke aktivitas sebelumnya yaitu sistem akan melakukan *update* pada data produk. Setelah itu pemilik dapat melihat hasil *update* dan aktivitas pada alur diagram ini selesai. Kebutuhan fungsional yang diperoleh/melibatkan interaksi antara pemilik, sistem, dan *database* yang dapat dilihat pada Gambar 3.

3. Hasil Tahap Implementation and Unit Testing

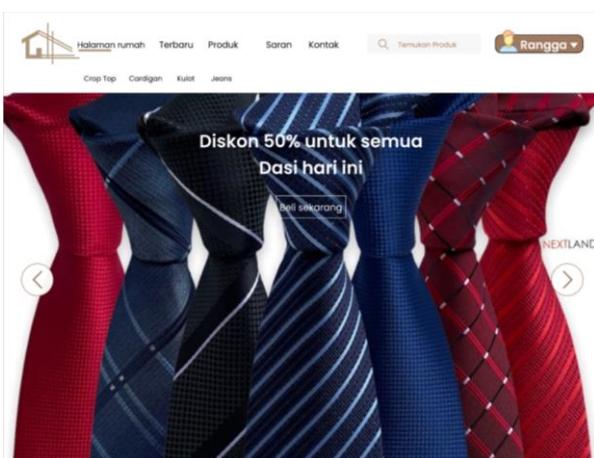
Implementasi perangkat lunak menggunakan HTML, CSS, PHP dan MySQL sehingga menghasilkan bentuk tampilan yang dapat digunakan oleh pengguna. Gambar 4-15 adalah hasil implementasi dari tampilan *online thrift shop* berbasis web.



Gambar 4. Halaman Pendaftaran Akun Baru
(Sumber : Tim Peneliti)



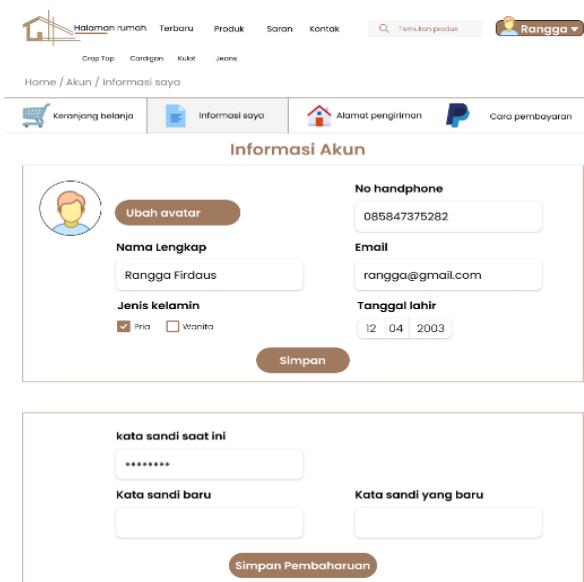
Gambar 5. Halaman Login
(Sumber : Tim Peneliti)



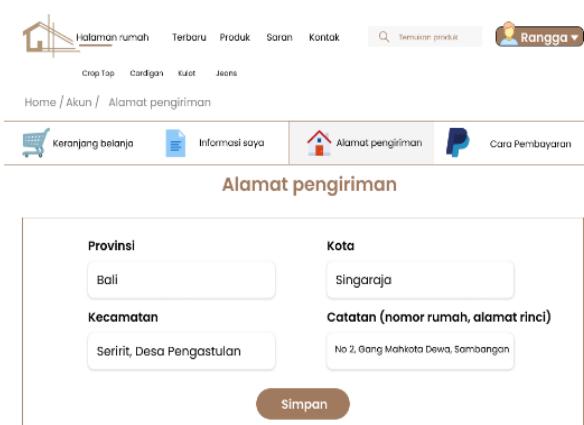
Gambar 6. Halaman Awal
(Sumber : Tim Peneliti)



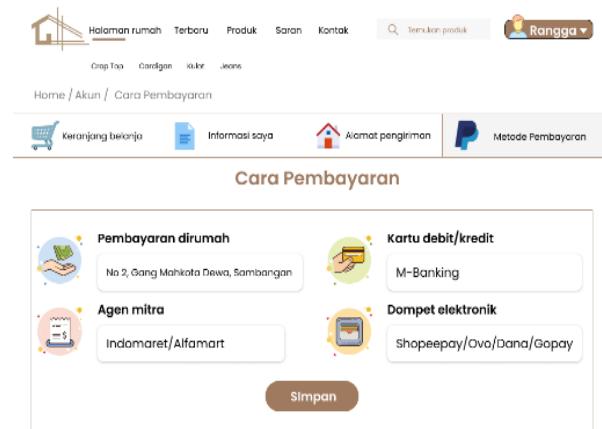
Gambar 7. Halaman Tentang Thrift Shop
(Sumber : Tim Peneliti)



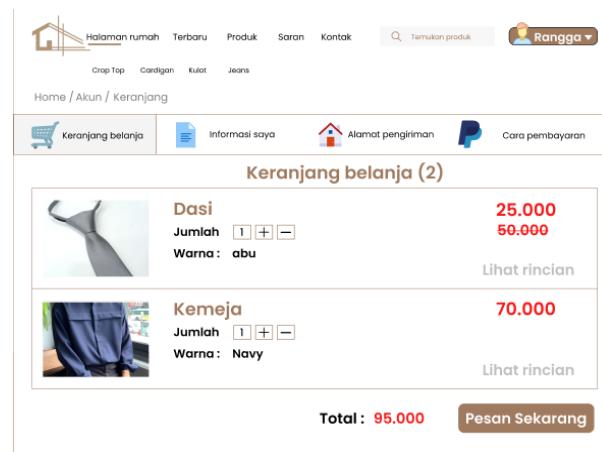
Gambar 8. Halaman Detail Akun Pengguna
(Sumber : Tim Peneliti)



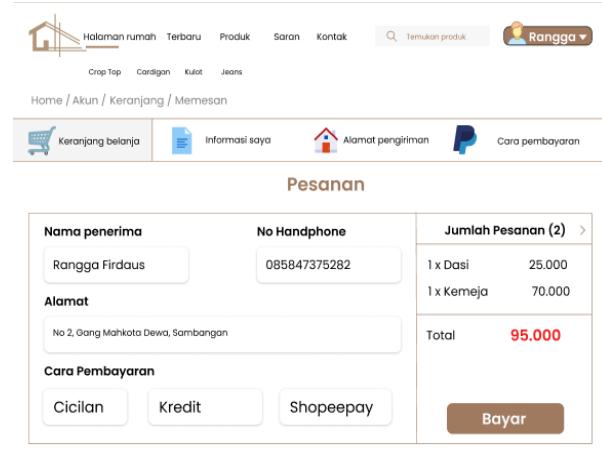
Gambar 9. Halaman Alamat Pengiriman Pengguna
(Sumber : Tim Peneliti)



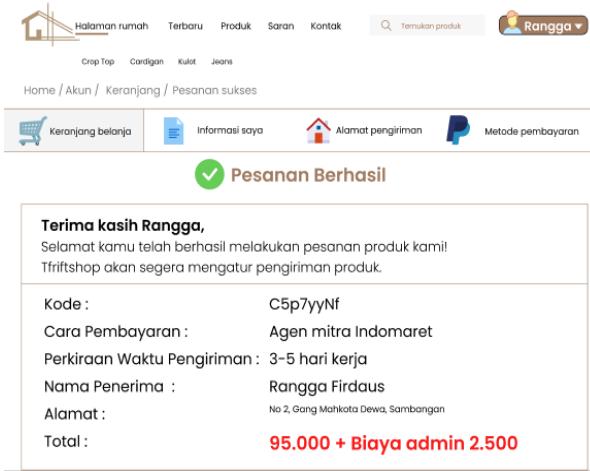
Gambar 10. Halaman Metode Pembayaran Pengguna
(Sumber : Tim Peneliti)



Gambar 11. Halaman Keranjang Belanja
(Sumber : Tim Peneliti)



Gambar 12. Halaman Detail Pesanan
(Sumber : Tim Peneliti)



Gambar 13. Halaman Konfirmasi Pembayaran
(Sumber : Tim Peneliti)



Gambar 14. Halaman Ulasan Pengguna
(Sumber : Tim Peneliti)



Gambar 15. Halaman Detail Data
(Sumber : Tim Peneliti)

4. Hasil Tahap *Integrations and System Testing*

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik. Metode pengujian yang digunakan adalah *black box testing*. Tabel 1 adalah tabel pengujian dari implementasi sistem yang diusulkan.

Tabel 1. Pengujian *Black Box Testing*

Cara Pengujian	Hasil Pengujian	Hasil	Cara Pengujian	Hasil Pengujian	Hasil
Melakukan registrasi atau pendaftaran akun untuk membuat akun dengan mengisi data-data.	User masuk ke tampilan registrasi akun.	Valid	Produk-produk yang dipilih oleh pengguna dapat dijadikan satu ke dalam keranjang belanja saat pengguna ingin melakukan pemesanan produk.	Menampilkan rincian dari produk-produk yang telah dimasukkan oleh pengguna.	Valid
Menginput <i>email</i> dan <i>password</i> untuk <i>login</i> jika sudah mempunyai akun.	Tampilan <i>login</i> dan berhasil verifikasi akun.	Valid	Produk yang sudah ditentukan dan dipilih oleh <i>user</i> bisa diklik ke tombol pesan sekarang.	Menampilkan rincian pesanan yang telah dimasukkan <i>user</i> dan klik untuk bayar.	Valid
Masuk melalui akun media sosial menggunakan akun Facebook atau Twitter.	Menampilkan tampilan <i>login</i> menggunakan akun sosial media berhasil dilakukan <i>user</i> .	Valid	Pengguna melakukan pemesanan produk yang sudah di pesan.	Menampilkan alamat yang sudah sesuai dengan yang telah dimasukkan pengguna pada informasi akun.	Valid
Menginput <i>email</i> dan <i>password</i> untuk membuat akun dan menyetujui <i>captcha</i> .	Menampilkan notifikasi akun sudah ter verifikasi.	Valid	<i>User</i> memasukkan alamat lengkap, mulai dari provinsi, kota, kecamatan, dan catatan (nomor rumah, alamat rinci).	Alamat sesuai dan tersimpan.	Valid
Menginput kode verifikasi yang sudah dikirimkan melalui <i>email</i> , mengisi kata sandi baru apabila <i>user</i> ingin mengganti atau lupa dengan kata sandi.	Tampilan kata sandi berhasil diatur ulang.	Valid	<i>User</i> mengeklik tombol bayar memilih metode pembayaran yang akan digunakan, <i>user</i> hanya dapat memilih salah satu metode pembayaran. Misalkan melalui pembayaran di rumah (COD), agen mitra, <i>m-banking</i> , atau dompet elektronik.	Setelah melakukan pemilihan pada salah satu metode pembayaran, sistem akan menampilkan rincian produk dan total harga dari produk yang sudah dipesan.	Valid
Pada tampilan awal terdapat <i>home</i> untuk menampilkan produk-produk yang dijual.	<i>User</i> dapat mengakses dan melihat setiap produk yang ditampilkan.	Valid	<i>User</i> mengeklik tombol bayar memilih metode pembayaran yang akan digunakan, <i>user</i> hanya dapat memilih salah satu metode pembayaran. Misalkan melalui pembayaran di rumah (COD), agen mitra, <i>m-banking</i> , atau dompet elektronik.	Setelah memilih metode pembayaran klik simpan, <i>thriftshop</i> akan mengatur pengiriman pesanan.	Valid
Menampilkan semua produk yang dijual sesuai dengan kategori produk.	<i>User</i> dapat mengakses dan melihat setiap produk yang ditampilkan.	Valid	<i>User</i> dapat melihat nama produk, harga, memilih variasi dan jumlah produk yang akan dipesan untuk dimasukkan ke keranjang.	Menampilkan bukti pemesanan yang berisikan bahwa pesanan telah berhasil dan menampilkan rincian dari pesanan yang telah dilakukan oleh pengguna.	Valid
Menampilkan detail produk mulai dari gambar dan deskripsi produk.	<i>User</i> dapat melihat nama produk, harga, memilih variasi dan jumlah produk yang akan dipesan untuk dimasukkan ke keranjang.	Valid			
<i>User</i> mengisi data-data yang diminta seperti <i>profile</i> , nama lengkap, jenis kelamin, <i>no handphone</i> , <i>email</i> , tanggal lahir dan <i>password</i> .	Data-data yang dimasukkan tersimpan dalam informasi akun dan dapat dilihat oleh pengguna.	Valid			
<i>User</i> dapat melakukan pembaharuan mengenai data-data <i>user</i> .	Perbaruan berhasil dilakukan dan disimpan dalam informasi akun pengguna.	Valid			

(Sumber: Tim Peneliti)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menggunakan *black box testing*, maka didapatkan hasil bahwa seluruh halaman pada sistem *online thrift shop* berbasis *website* yang telah dikembangkan, telah berjalan sesuai dengan harapan. *Form* yang dikembangkan telah terintegrasi dengan baik, dan mampu melakukan navigasi sesuai dengan harapan pengguna sistem. *Form* yang dibuat sudah sesuai dengan *input* dan *output* yang diharapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian mengenai Sistem Informasi Penjualan *Thrift Shop* Berbasis Web dengan penggunaan metode *waterfall* dalam membangun sebuah *website* telah berhasil dilaksanakan dengan baik dan dapat dilihat dari bukti pengujian yang menggunakan *black box testing* dengan baik yang *valid*. Sistem informasi yang telah dibuat dan dipublikasikan, diharapkan dapat bermanfaat sesuai dengan tujuan serta spesifikasi awal pembuatan sistem.

Penelitian ini masih terbatas dan menggunakan metodologi pengembangan sistem yang masih sederhana. Penelitian selanjutnya disarankan dapat dikembangkan dengan metodologi yang lebih baik ataupun yang lebih mutakhir untuk dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari pengembangan sistem. Pengembangan pemrograman dalam bentuk aplikasi *mobile* juga sangat disarankan untuk penelitian mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ramadhani, S. R. Rushainy, M. I. Mufit, F. Erlangga, dan M. F. F. Nst, “Pemanfaatan Teknologi Informasi sebagai Media Usaha Thrifting Shop Berbasis Website,” *Blend Sains J. Teknik*, Vol. 1, No. 1, pp. 44–47, Jul 2022, doi: 10.56211/blendsains.v1i1.72.
- [2] N. K. Suarningsih dan W. B. Nugroho, “Thrift Shopping Sebagai Alternatif Konsumsi Fashion Mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Udayana,” *SOROT*, Vol. 1, No. 2, pp. 1–12, 2021.
- [3] F. Nurazizah dan R. Firmansyah, “Analisis Perkembangan Barang Import Thrifting di Nara Thrift Store Cimahi,” *Lentera: Multidisciplinary Studies*, Vol. 1, No. 4, pp. 287–291, Agu 2023, doi: 10.57096/lentera.v1i4.47.
- [4] G. S. Mahendra, *Buku Ajar Pemrograman Berbasis Web*. Singaraja: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [5] I. P. Y. Indrawan, K. K. Widiartha, P. G. S. C. Nugraha, G. S. Mahendra, dan I. D. K. L. Digita, “Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan dan Piutang Berbasis Website pada Toko Inti Alam,” *INSERT*, Vol. 3, No. 2, pp. 94–104, Des 2022.
- [6] N. M. M. R. Desmayani, N. W. Wardani, P. G. S. C. Nugraha, I. P. Y. Indrawan, dan G. S. Mahendra, “Sistem Informasi Inventory pada PT. Djaya Buah Bersinar Denpasar Berbasis Web,” *INSERT*, Vol. 3, No. 2, pp. 82–93, Des 2022.
- [7] I. K. A. Asmarajaya, K. O. Sanjaya, D. M. D. U. Putra, G. S. Mahendra, dan F. N. U. Hasanah, “Sistem Informasi Keuangan pada Perusahaan Kost Elit dengan Metode Waterfall,” *SWABUMI*, Vol. 9, No. 2, pp. 100–108, Sep 2021, doi: 10.31294/swabumi.v9i2.10970.
- [8] I. W. W. Karsana dan G. S. Mahendra, “Rancang Bangun Sistem Informasi Nilai Akademik Berbasis SMS Gateway pada Universitas Dhyana Pura,” *SISTEMASI*, Vol. 8, No. 1, pp. 114–125, Jan 2019, doi: 10.32520/stmsi.v8i1.430.
- [9] I. W. W. Karsana dan G. S. Mahendra, “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Puskesmas Menggunakan Google Maps API di Kabupaten Badung,” *J-ICON*, Vol. 9, No. 2, pp. 160–167, Okt 2021, doi: 10.35508/jicon.v9i2.5214.
- [10] D. M. D. U. Putra, G. S. Mahendra, dan E. Mulyadi, “Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru pada SMP Negeri 3 Cibal Berbasis Web,” *INSERT*, Vol. 3, No. 1, pp. 42–52, Jun 2022, doi: 10.23887/insert.v3i1.50513.
- [11] M. F. A. Nasrullah, D. O. Harsachatri, dan D. Anripal, “Pengembangan Aplikasi Donor Darah Palang Merah Indonesia Kota Batam Menggunakan Metode Waterfall,” *J. Technol. Inform.*, Vol. 5, No. 1, pp. 34–40, Okt 2023, doi: 10.37802/joti.v5i1.380.
- [12] A. A. Loujen, Z. A. Anwari, P. D. Maharanny, K. D. A. Kusuma, dan G. S. Mahendra, “Penginputan Data Donor Darah PMI Menggunakan Aplikasi Berbasis Website,” *JTIK*, Vol. 1, No. 1, pp. 1–6, 2022.
- [13] D. A. Putra dkk., “Sistem Informasi Pembayaran SPP Berbasis Website Pada SMK Muhammadiyah 3 Tegaldlimo,” *RESI*, Vol. 1, No. 2, pp. 88–95, 2023, doi: 10.32795/resi.v1i2.3637.
- [14] A. M. Rizal dan L. Junaedi, “Sistem Informasi Penggajian Rider Di Mini Station Ninja Xpress Sidoarjo,” *JOTI*, Vol. 5, No. 1, pp. 8–14, Okt 2023, doi: 10.37802/joti.v5i1.337.
- [15] M. L. Sholihin, “Sistem Informasi Pembukuan Keuangan di Kelurahan Lalung,” *JOTI*, Vol. 2, No. 2, pp. 83–88, Apr 2021, doi: 10.37802/joti.v3i1.139.
- [16] Sulistiowati, E. Sutomo, dan F. Aditya, “Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Online Pada UMKM Riot Safe Menggunakan Gamification,” *JOTI*, Vol. 5, No. 1, pp. 15–24, Okt 2023, doi: 10.37802/joti.v5i1.345.
- [17] D. P. Putra dkk., “Rancang Bangun Sistem Informasi Booking Antrian pada Klinik Berbasis Website,” *RESI*, Vol. 1, No. 2, pp. 76–87, 2023, doi: 10.32795/resi.v1i2.3638.
- [18] N. M. Mahardika, N. P. D. R. Rakasiwi, I. B. K. Dewantara, I. A. M. P. Mahalini, I. Ramdhani, dan G. S. Mahendra, “Pengembangan Sistem Informasi Layanan Sistem Kredit Poin Berbasis Website di BEM FTK Universitas Pendidikan Ganesha,” *RESI*, Vol. 1, No. 2, pp. 66–75, 2023, doi: 10.32795/resi.v1i2.3552.
- [19] I. G. B. W. Atmaja, K. N. A. Kusuma, A. A. E. Wirayuda, I. K. Widiantara, N. Premadhipa, dan G. S. Mahendra, “Penerapan Metode Prototype pada Perancangan Sistem Informasi Pengaduan Masyarakat Buleleng Berbasis Website,” *RESI*, Vol. 1, No. 2, pp. 55–65, 2023, doi: 10.32795/resi.v1i2.3553.
- [20] A. H. Nugraha, “Aplikasi Penjualan Hoodie & Crewneck pada Toko Thrift Overmoon Berbasis

- Website Menggunakan Bootstrap, PHP dan MySQL,” *JUKIM*, Vol. 1, No. 03, pp. 113–117, Mei 2022, doi: 10.56127/jukim.v1i03.237.
- [21] N. Hafizha dan D. Faisal, “Website Wrapped By Gea Jual Beli Thrift dan Preloved,” *MISTERIUS*, Vol. 1, No. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 10.62383/misterius.v1i1.43.
- [22] R. A. Kariima, H. Sastyratiwi, dan M. A. Irwansyah, “Aplikasi Promosi Produk Thrift Secara Online Berbasis Mobile,” *JUARA*, Vol. 1, No. 2, pp. 145–152, 2023, doi: 10.26418/jari.v2i1.68440.
- [23] F. Pratama dan D. Haryanto, “Web-Based Used Clothes Sales,” *KOHESI*, Vol. 2, No. 6, pp. 71–80, 2024, doi: 10.3785/kohesi.v2i6.2227.
- [24] G. S. Mahendra dan I. K. A. Asmarajaya, “Evaluation Using Black Box Testing and System Usability Scale in the Kidung Sekar Madya Application,” *SinkrOn*, Vol. 7, No. 4, pp. 2292–2302, Okt 2022, doi: 10.33395/sinkron.v7i4.11755.
- [25] M. Lailiya, N. L. W. S. R. Ginantra, dan G. S. Mahendra, “Website-Based Budget Adjustment Information System at PT. Taspen (Persero) Denpasar Branch Office,” *JOMLAI*, Vol. 1, No. 1, pp. 31–42, Mar 2022, doi: 10.55123/jomlai.v1i1.162.
- [26] G. A. Supriatmaja, I. P. M. Y. Pratama, K. Mahendra, K. D. D. Widjyaputra, J. Deva, dan G. S. Mahendra, “Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Framework Bootstrap Dengan PHP Native dan Database MySQL Berbasis Web Pada SMP Negeri 2 Dawan,” *JTIK*, Vol. 1, No. 1, pp. 7–15, 2022.
- [27] I. K. A. Asmarajaya dan G. S. Mahendra, “Konservasi Wayang Kamasan dengan Permainan Jigsaw Puzzle pada Smartphone Android Menggunakan Successive Approximation Model,” *TEKNOMATIKA*, Vol. 13, No. 2, pp. 17–27, 2023.
- [28] T. Santhi dkk., “Pengembangan Sistem Informasi To Do List Berbasis Website dalam Meninjau Kegiatan Mahasiswa Undiksha,” *JTIK*, Vol. 1, No. 1, pp. 30–36, 2022.
- [29] N. P. A. Rainita, A. A. I. C. Athalia, M. D. P. Ananta, I. K. P. T. Pramana, M. P. Prayoga, dan G. S. Mahendra, “Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru Pada Agensi Modisa Modelling Berbasis Web,” *JTIK*, Vol. 1, No. 1, pp. 16–22, 2022.
- [30] A. Waseem, “Waterfall Methodology: History, Principles, Stages & More.” Diakses: 12 Desember 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://management.org/waterfall-methodology>

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Efektif Untuk Budidaya Bawang Merah Menggunakan Metode *Additive Ratio Assessment* (ARAS)

Nuriman¹, Erlan Darmawan², Muhsin³

Sistem Informasi, Universitas Kuningan, Kuningan, Indonesia

e-mail: 20190910139@uniku.ac.id¹, erlan.darmawan@uniku.ac.id², muhsinkng@gmail.com³

*Penulis Korespondensi: E-mail: erlan.darmawan@uniku.ac.id

Abstrak: Tanaman bawang merah merupakan komoditas agribisnis dan jenis tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Kabupaten Brebes merupakan salah satu daerah penghasil bawang merah yang cukup signifikan di Indonesia. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani pada saat sensus pertanian 2023 ditemukan permasalahan, yaitu petani cenderung lebih suka melakukan eksperimen saat pemilihan pupuk, sehingga membutuhkan waktu yang lama dan pengeluaran menjadi lebih banyak. Tujuan penelitian ini yaitu untuk membangun sistem pendukung keputusan menggunakan metode *Additive Ratio Assesment* (ARAS) dan perankingan alternatif pupuk berdasarkan kriteria harga, dosis, umur dan kandungan pupuk. Tahapan memulai sistem perhitungan metode ARAS dengan memasukkan kriteria, alternatif, atribut dan bobot pada menu kriteria. Selanjutnya *input sub* nilai kriteria dan *input* data awal perhitungan pada menu alternatif. Sehingga menu perhitungan tampil. Hasil dari sistem perhitungan metode ARAS yaitu perankingan dari 8 alternatif: NPK Mutiara, KCI, SP-36, ZA, DAP (Phospat), Urea, Kamas, NPK Ponska. Berdasarkan kriteria pemilihan pupuk, dari 8 alternatif itu NPK mutiara berada di urutan pertama dengan nilai k_i 0,6059, urutan kedua KCI dengan nilai k_i 0.5312 dan urutan ketiga DAP(Phospat) dengan nilai 0,5014.

Kata Kunci: ARAS; Pupuk; Sistem Informasi

Abstract: Onion plants are agribusiness commodities and horticultural crops that have high economic value. Brebes Regency is one of the most significant shallot-producing areas in Indonesia. Based on the results of interviews with farmers during the 2023 agricultural census, a problem was found, namely that farmers tend to prefer to experiment when selecting fertilizers, so it takes a long time and need more costs. The purpose of this research is to build a decision support system using the Additive Ratio Assessment System (ARAS) method and rank fertilizer alternatives based on price, dose, age, and fertilizer content criteria. The stages of starting the ARAS method calculation system include entering criteria, alternatives, attributes, and weights on the criteria menu. Furthermore, input the sub-value of the criteria and input the initial calculation data on the alternative menu. So that the calculation menu appears. The results of the ARAS method calculation system are the ranking of 8 alternatives: NPK Mutiara, KCI, SP-36, ZA, DAP (phosphate), Urea, Kamas, and NPK Ponska. Based on fertilizer selection criteria, of the 8 alternatives, NPK pearl is in first place with a k_i value of 0.6059, second place is KCI with a k_i value of 0.5312, and third place is DAP (phosphate) with a k_i value of 0.5014.

Keywords: ARAS; Fertilizer; Information System

PENDAHULUAN

Kecamatan Brebes merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Wilayah ini memiliki peran penting dalam konteks administratif, ekonomi, dan sosial di tingkat kabupaten.

Petani di Brebes umumnya memiliki pengetahuan dan keterampilan yang kuat dalam budidaya bawang merah. Pengalaman bertani secara turun-temurun telah menjadi bagian dari budaya lokal di Brebes, yang membuat budidaya bawang merah menjadi pilihan yang lebih disukai dan diutamakan. Bawang merah memiliki nilai ekonomis yang tinggi, baik dalam pasar lokal maupun ekspor. Dibandingkan dengan bawang putih atau tanaman lainnya, harga jual bawang merah cenderung lebih stabil dan menguntungkan bagi petani. Oleh karena itu, budidaya bawang merah di Brebes tidak hanya memberikan keuntungan finansial

bagi petani, tetapi juga kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian daerah. [1]

Bawang merah adalah sayuran yang sangat dibutuhkan masyarakat Indonesia, baik dari segi nilai ekonominya yang tinggi maupun kandungan gizinya. Bawang merah merupakan komoditas agribisnis dan jenis tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi [2]. Pupuk merupakan sumber nutrisi dan sumber unsur hara utama yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Setiap unsur hara mempunyai peranan dan fungsi masing-masing dan dapat memperlihatkan gejala tertentu pada tanaman apabila ketersediaannya kurang [3].

Penentuan pupuk yang cocok bagi kelompok tani di Kecamatan Brebes merupakan permasalahan yang utama. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani pada saat sensus pertanian 2023 ditemukan permasalahan, yaitu petani cenderung lebih suka melakukan eksperimen saat pemilihan pupuk, sehingga membutuhkan waktu

yang lama dan pengeluaran menjadi lebih banyak. Tujuan penelitian ini yaitu untuk membangun sistem pendukung keputusan pemilihan pupuk menggunakan metode *Additive Ratio Assesment* (ARAS). Penelitian ini memerlukan kriteria, alternatif dan bobot untuk memerlukan perhitungan [4].

Penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis saat ini. Terhadap beberapa penelitian tersebut diharapkan dapat menemukan alternatif solusi dengan menggunakan, memodifikasi dan menemukan model baru. Tabel perbandingan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.

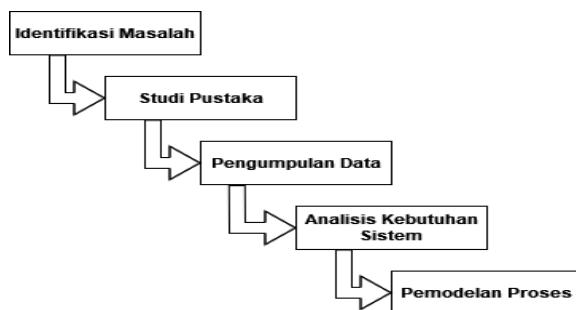
Tabel 1. Perbandingan Penelitian

Judul Penelitian
Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Efektif Untuk Budidaya Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Demak
Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Terbaik Tanaman Padi Menggunakan Metode <i>Weight Product</i>
Sistem Pemilihan Pupuk Terbaik pada Tanaman Kapulaga dengan Metode TOPSIS (Studi Kasus Perkebunan XYZ di Wonosobo)

Berdasarkan uraian pada Tabel 1, penelitian akan dilakukan dengan objek petani yaitu “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Bawang Merah Menggunakan Metode ARAS”.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:



Gambar 1. Metode Penelitian [5]

1. Identifikasi Masalah
Melakukan identifikasi permasalahan petani ketika memilih pupuk.
2. Studi Pustaka
Tahapan ini dilakukan dengan mencari literatur yang berkaitan dengan penelitian.
3. Pengumpulan Data
Mengumpulkan data dengan mengikuti sensus pertanian di BPS Brebes dan toko kartika tani untuk memperoleh data kriteria dan alternatif.
4. Analisis Kebutuhan Sistem
Tahapan ini menentukan data yang digunakan sistem.
5. Pemodelan Proses

Pemodelan proses dilakukan dengan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML).

Analisis dan Perancangan

Pada analisis dan perancangan, akan dibahas metode pengumpulan data yang akan digunakan untuk mendapatkan data yang relevan. Metode ARAS yang digunakan dalam menganalisis data untuk mendapatkan keputusan serta rancangan untuk pengembangan sistem pendukung keputusan menggunakan UML.

1. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem yang memberikan kemampuan untuk memecahkan masalah dan berkomunikasi dalam konteks masalah semi-terstruktur. Secara khusus, SPK membantu manajer atau kelompok manajer dalam memecahkan masalah semi-terstruktur dengan menyediakan informasi dan usulan untuk membantu pengambilan keputusan [6].

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah suatu sistem interaktif yang mampu memberikan rekomendasi atau mendukung proses pengambilan keputusan dengan menggunakan alternatif yang diperoleh dari data, informasi, dan hasil model yang dijalankan secara dinamis. [7]

2. Pupuk dan Pemupukan

Pemberian pupuk atau pemupukan sangat penting dalam budidaya tanaman, karena tanaman membutuhkan unsur hara tambahan untuk pertumbuhan dan reproduksi yang optimal. Dengan nutrisi yang cukup, tanaman dapat menghasilkan hasil panen yang baik dan berkualitas tinggi, sehingga meningkatkan nilai jual produk pertanian tersebut [3].

Pemupukan adalah suatu tindakan yang dilakukan dengan memberikan bahan organik atau *non-organik* pada tanaman, dengan tujuan untuk menggantikan kehilangan unsur hara di dalam tanah dan memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Dengan kata lain, pemupukan dapat diartikan sebagai penerapan pupuk pada tanaman [8].

3. Bawang Merah

Bawang merah termasuk ke dalam kelompok tanaman rempah-rempah yang sering digunakan dalam masakan, bersama dengan bahan-bahan lain seperti ketumbar dan bawang putih [9].

4. Additvie Ratio Assesment (ARAS)

Metode ARAS digunakan untuk melakukan perangkingan alternatif dengan membandingkan nilai setiap kriteria pada setiap alternatif dan melihat bobot masing-masing kriteria untuk mencari alternatif yang paling ideal [10].

Dalam perankingan, metode ARAS memiliki beberapa langkah yaitu:

a. Pembentukan *decision making* matrik

$$X = \begin{bmatrix} X_{01} & X_{0j} & X_{0n} \\ X_{i1} & X_{ij} & X_{in} \\ X_{n1} & X_{nj} & X_{nn} \end{bmatrix} \quad i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n}; \quad (1)$$

[11]

m = jumlah alternatif

n = jumlah kriteria

x_{ij} = nilai performa dari alternatif i terhadap j

x_{0j} = nilai optimum dari kriteria

- b. Penormalisasian *decision making* matriks untuk semua kriteria

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{X}_{01} & \bar{X}_{0j} & \bar{X}_{0n} \\ \bar{X}_{i1} & \bar{X}_{ij} & \bar{X}_{in} \\ \bar{X}_{n1} & \bar{X}_{mj} & \bar{X}_{mn} \end{bmatrix} i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n}; \quad (2) [11]$$

Apabila pada kriteria yang telah diusulkan bernilai *max*, maka normalisasinya adalah:

$$X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad [10]$$

Apabila pada kriteria bernilai *minimum*, maka ada dua tahap normalisasi yaitu:

$$X_{ij} = \frac{1}{x^{*ij}} ; X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad [12]$$

- c. Menentukan bobot matriks yang sudah di normalisasikan pada tahap 2:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{X}_{01} & \hat{X}_{0j} & \hat{X}_{0n} \\ \hat{X}_{i1} & \hat{X}_{ij} & \hat{X}_{in} \\ \hat{X}_{n1} & \hat{X}_{mj} & \hat{X}_{mn} \end{bmatrix} i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n}; \quad [10]$$

- d. Menentukan nilai dari fungsi optimum

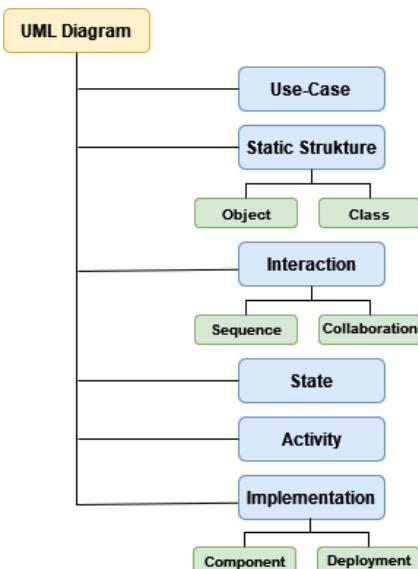
$$Sl = \sum_{j=1}^n x_{ij} ; i = \overline{0, m}, \quad [13]$$

- e. Menentukan tingkatan peringkat

$$Ki = \frac{Si}{So} ; i = \overline{0, m}, \quad [10]$$

5. Unified Modeling Language (UML)

UML adalah sebuah bahasa standar yang umum digunakan di industri untuk menentukan kebutuhan, melakukan analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek [14]. *Unified Modeling Language* (UML) adalah sebuah bahasa standar yang telah digunakan di industri untuk memvisualisasikan, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak [15].



Gambar 2. Diagram UML

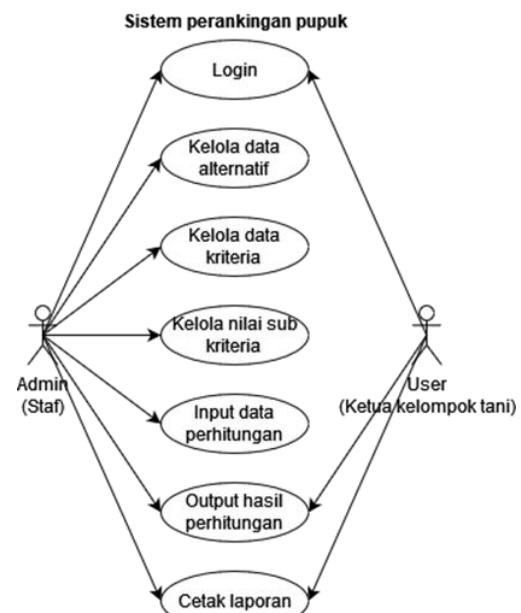
Berdasarkan observasi yang ditunjukkan pada Gambar 2, dengan mengikuti sensus pertanian 2023 dengan petani, untuk mempermudah dan

mempercepat hasil pengolahan data untuk pemilihan pupuk terbaik maka penulis membangun sistem pendukung keputusan dengan rancangan menggunakan UML.

1) Use Case Diagram

Pada saat memodelkan perangkat lunak berorientasi objek, *Use Case Diagram* adalah diagram yang harus dibuat terlebih dahulu [16].

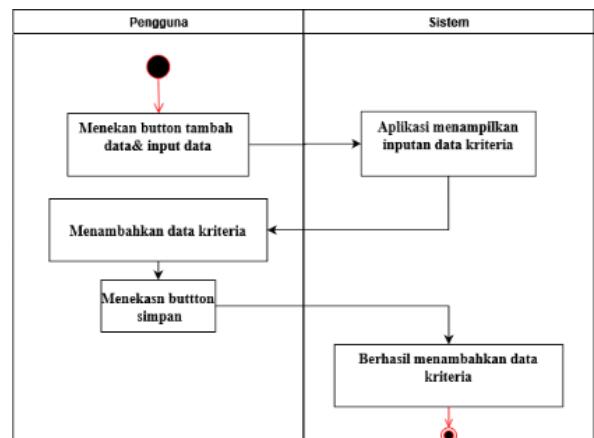
Use Case Diagram dalam sistem ini terdapat 2 entitas, yaitu Admin dan Ketua Kelompok Tani di Kecamatan Brebes yang ditunjukkan pada Gambar 3. Admin sendiri nantinya dapat mengelola semua data-data termasuk data kriteria dan alternatif dan untuk aktivitas mencetak laporan perhitungan hasil akhir dari metode ARAS dan *edit password* dapat dilakukan admin dan ketua kelompok tani yang ditunjukkan pada Gambar 3.



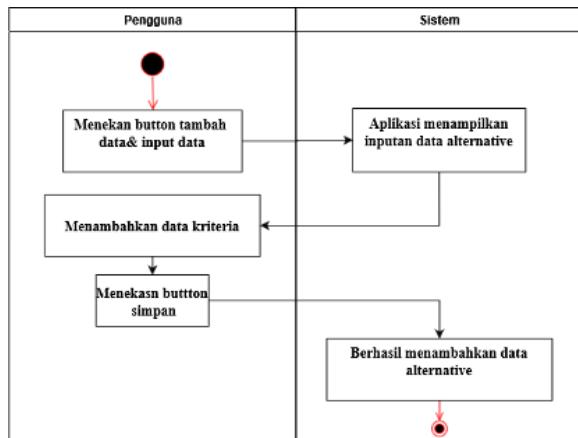
Gambar 3. Use Case Diagram

2) Activity Diagram

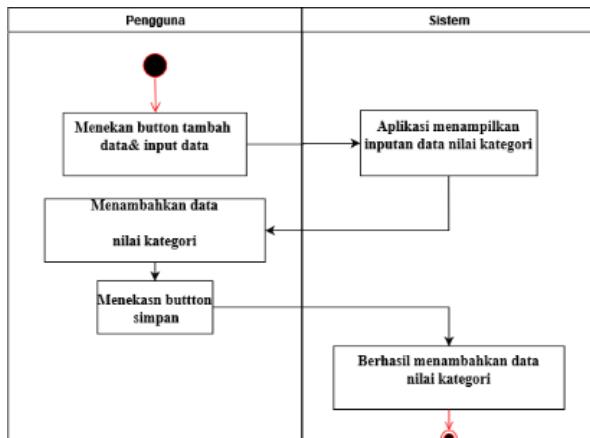
Activity diagram yang ditunjukkan pada Gambar 4-8 dibuat untuk menggambarkan dengan lebih rinci aktivitas yang terlibat dalam proses yang akan dilakukan dalam sistem.



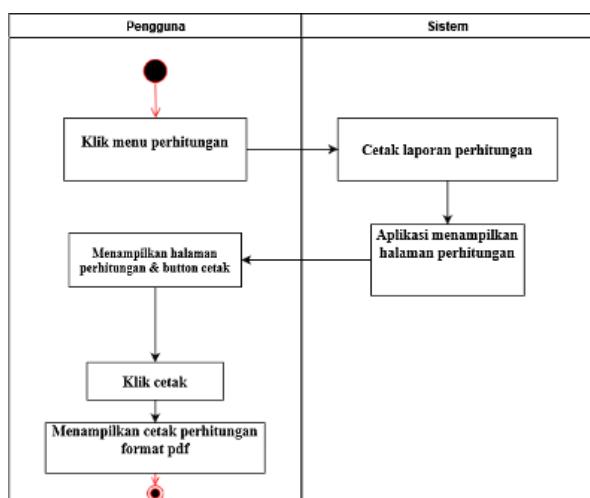
Gambar 4. Activity Diagram Kelola Data Kriteria



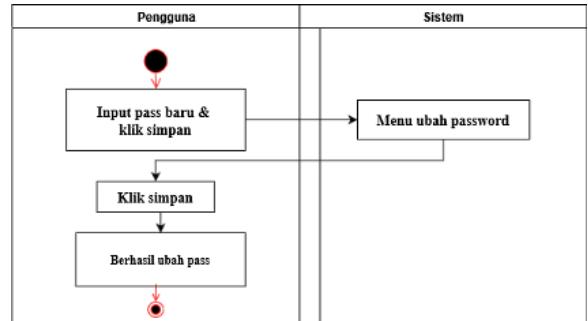
Gambar 5. Activity Diagram Kelola Data Alternatif



Gambar 6. Activity Diagram Kelola Nilai Kategori



Gambar 7. Activity Diagram Cetak Laporan

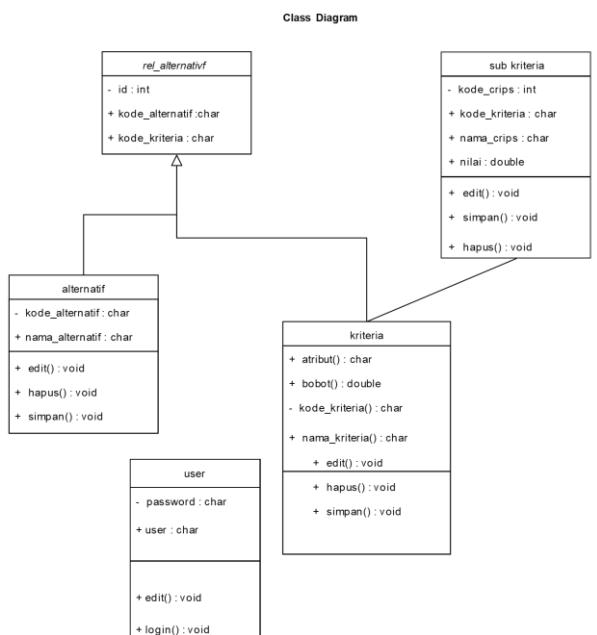


Gambar 8. Activity Edit Password Login

3) Class Diagram

Kelas sebagai suatu set objek yang memiliki atribut dan perilaku yang sama yang ditunjukkan pada Gambar 9, kelas kadang disebut objek [17].

Untuk menggambarkan hubungan antara objek-objek dalam suatu sistem aplikasi, umumnya dibuat *Class Diagram* setelah *Use Case Diagram*. *Class Diagram* ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana interaksi dan hubungan antara objek-objek tersebut saling terkait dan membentuk sistem aplikasi secara keseluruhan. Karena memiliki peran penting dalam desain dan pemahaman sistem aplikasi, maka *Class Diagram* juga menjadi representasi visual yang sangat diperlukan.

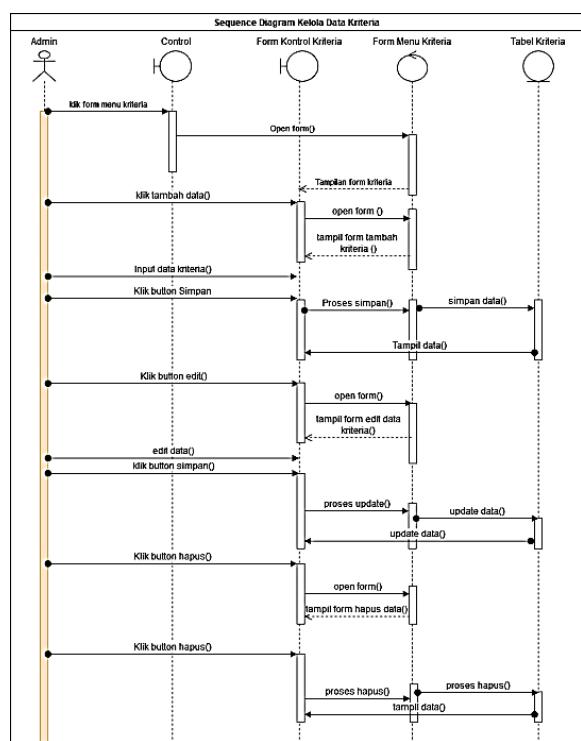


Gambar 9. Class Diagram

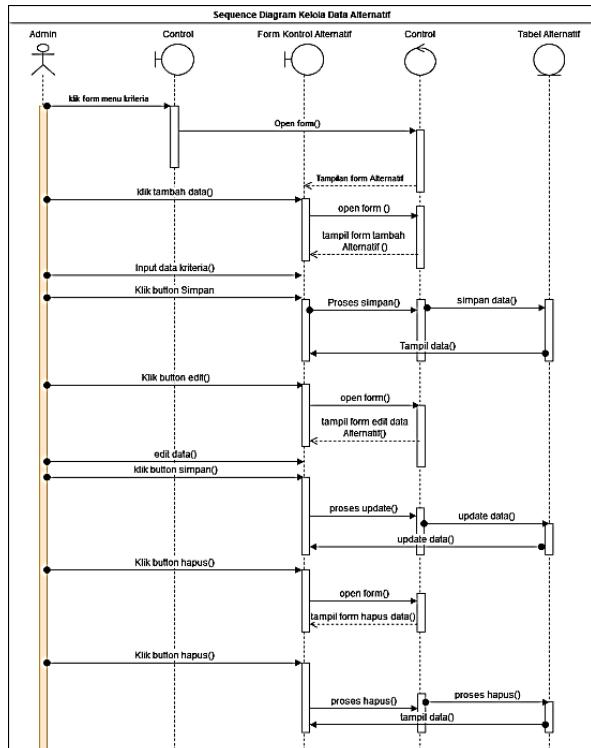
4) Sequence Diagram

Sequence diagram yang ditunjukkan pada Gambar 10-14 menjelaskan dan memodelkan *use case*, berfungsi memodelkan sebuah logika dari sebuah *method* operasi, fungsi ataupun prosedur [18].

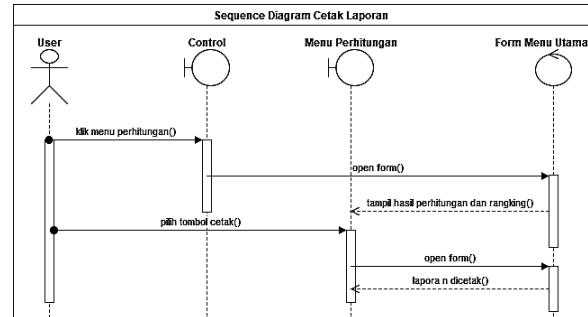
Untuk memudahkan dalam pengembangan sistem, perilaku yang dilakukan oleh aktor beserta objek dari sistem dibuat dalam bentuk yang berurutan dan berdasarkan rangkaian urutan pengguna sistem.



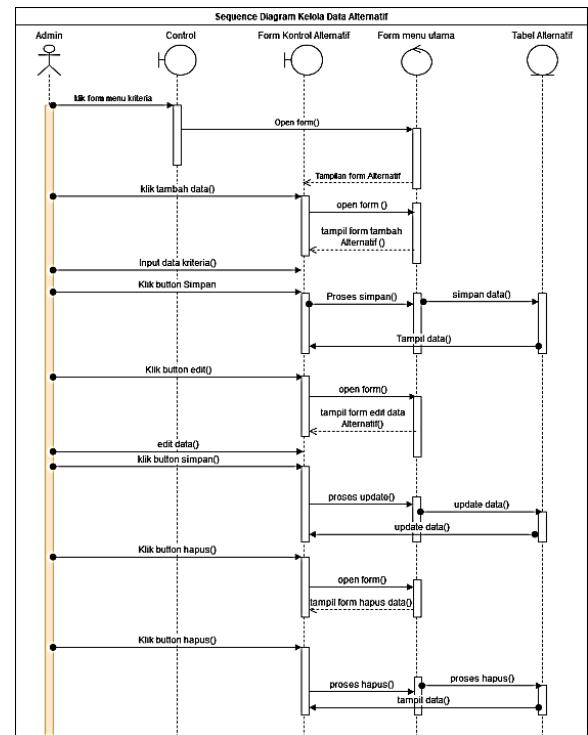
Gambar 10. Sequence Diagram Kelola Data Kriteria



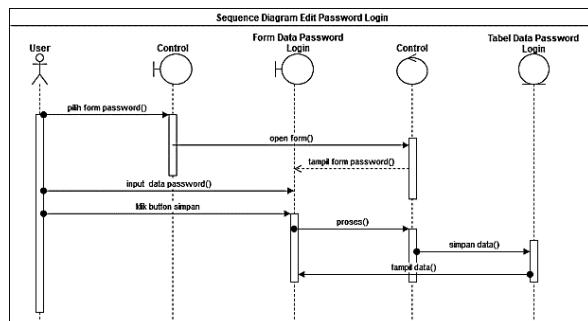
Gambar 11. Sequence Diagram Kelola Data Alternatif



Gambar 12. Sequence Diagram Data Cetak Laporan



Gambar 13. Sequence Diagram Kelola Data Kategori



Gambar 14. Sequence Diagram Edit Password Login

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Metode ARAS

- Menentukan nilai kriteria, bobot, alternatif dan nilai optimum

Tabel 1. Nilai Kriteria

Kriteria	Variabel	Ket	Nilai
Harga	Sangat Baik	< 95.000	5
	Baik	95.000 – 130.000	4

Kriteria	Variabel	Ket	Nilai
Cukup	Cukup	130.000	— 3
		345.000	
	Kurang	346.0	— 2
		450.000	
Kurang	Sangat	>450.000	1
	Kurang		
	Sangat Baik	>200 kg/ha	5
	Baik	151 — 200 kg/ha	4
Dosis	Cukup	101 — 150 kg/ha	3
	Kurang	50 – 100 kg/ha	2
	Sangat	<50kg/ha	1
	Kurang		
N	Sangat Baik	31 – 46 %	5
	Baik	22 – 30 %	4
	Cukup	16 – 21 %	3
	Kurang	1 – 15 %	2
	Sangat	0 %	1
	Kurang		
P	Sangat Baik	31 – 46 %	5
	Baik	22 – 30 %	4
	Cukup	16 – 21 %	3
	Kurang	1 – 15 %	2
	Sangat	0 %	1
	Kurang		
K	Sangat Baik	47- 60 %	5
	Baik	31 - 46 %	4
	Cukup	16 – 30 %	3
	Kurang	1 – 15%	2
	Sangat	0 %	1
	Kurang		

Tabel 2. Tabel Kriteria Representasi Umur

Umur	Banyak	Ket/Pupuk
Usia ke 7	60-300 kg/ha	Npk Mutiara, Kcl, SP-36, Urea, Npk ponska
Usia ke 15	60-300 kg/ha	Npk Mutiara, ZA, DAP, Urea, Kamas
Usia ke 35	120 kg/ha	KCL, DAP, ZA

Tabel 3. Tabel Kode, Nama, Tipe dan Bobot Kriteria

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Tipe	Bobot
C1	Harga	Cost	0,05
C2	Dosis	Cost	0,05
C3	Usia ke 7	Benefit	0,10
C4	Usia ke 15	Benefit	0,10
C5	Usia ke 35	Benefit	0,10
C6	Nitrogen	Benefit	0,20
C7	Fosfor	Benefit	0,20
C8	Kalium	Benefit	0,20

Tabel 4. Data Awal Perhitungan

Kode	Nama	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A0	Optimum	2	1	5	5	4	5	4	5

A1	Npk mutiara	2	3	4	5	1	2	3	3
A2	Kcl	2	3	3	1	4	1	1	5
A3	SP-36	4	1	5	1	1	1	4	1
A4	ZA	5	2	1	3	3	1	3	1
A5	DAP	5	1	1	2	3	2	4	1
A6	Urea	4	2	2	2	1	5	1	1
A7	Kamas	2	2	1	3	1	1	1	4
A8	Npk Ponska	4	2	4	1	1	2	2	2

2) Normalisasi Metode ARAS

Kriteria Cost

Kriteria *cost* memiliki Rumus $X_{ij} = \frac{1}{x_{*ij}}$, Jika rumus tersebut telah diselesaikan rumus kedua mencari $X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$. Berikut ini merupakan uraian perhitungan dari kriteria *cost*.

Kriteria C1 (Harga) dengan rumus $X_{ij} = \frac{1}{x_{*ij}}$,

$$A0,1 = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$A1,1 = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$A2,1 = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$A3,1 = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$A4,1 = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$A5,1 = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$A6,1 = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$A7,1 = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$A8,1 = \frac{1}{4} = 0,25$$

Kriteria C1 (Harga) dengan rumus $X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$

$$A0,1 = \frac{0,5}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,5}{3,15} = 0,1587$$

$$A1,1 = \frac{0,5}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,5}{3,15} = 0,1587$$

$$A2,1 = \frac{0,5}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,5}{3,15} = 0,1587$$

$$A3,1 = \frac{0,25}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,25}{3,15} = 0,0793$$

$$A4,1 = \frac{0,2}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,2}{3,15} = 0,0634$$

$$A5,1 = \frac{0,2}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,2}{3,15} = 0,0634$$

$$A6,1 = \frac{0,25}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,25}{3,15} = 0,0793$$

$$A7,1 = \frac{0,5}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,5}{3,15} = 0,1587$$

$$A8,1 = \frac{0,25}{0,5+0,5+0,5+0,25+0,2+0,2+0,25+0,5+0,25} = \frac{0,25}{3,15} = 0,0793$$

Kriteria C2 (Dosis) dengan rumus $X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$

$$A0,2 = \frac{1}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{1}{5,6666} = 0,1764$$

$$A1,2 = \frac{0,3}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{0,3}{5,6666} = 0,0588$$

$$A2,2 = \frac{0,3}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{0,3}{5,6666} = 0,0588$$

$$\begin{aligned}
 A3,2 &= \frac{1}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{1}{5,6666} = 0,1764 \\
 A4,2 &= \frac{0,5}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{0,5}{5,6666} = 0,0882 \\
 A5,2 &= \frac{1}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{1}{5,6666} = 0,1764 \\
 A6,2 &= \frac{0,5}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{0,5}{5,6666} = 0,0882 \\
 A7,2 &= \frac{0,5}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{0,5}{5,6666} = 0,0882 \\
 A8,2 &= \frac{0,5}{1+0,3333+0,3333+1+0,5+1+0,5+0,5+0,5} = \frac{0,5}{5,6666} = 0,0882
 \end{aligned}$$

Kriteria Benefit

Untuk kriteria *benefit* memiliki rumus $X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$. Berikut ini adalah uraian perhitungan kriteria *benefit*

Kriteria C3 (Hari Ke-7):

$$\begin{aligned}
 A0,3 &= \frac{5}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{5}{26} = 0,1923 \\
 A1,3 &= \frac{4}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{4}{26} = 0,1538 \\
 A2,3 &= \frac{3}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{3}{26} = 0,1923 \\
 A3,3 &= \frac{5}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{5}{26} = 0,1253 \\
 A4,3 &= \frac{1}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{1}{26} = 0,0384 \\
 A5,3 &= \frac{1}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{1}{26} = 0,0384 \\
 A6,3 &= \frac{2}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{2}{26} = 0,0769 \\
 A7,3 &= \frac{1}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{1}{26} = 0,0384 \\
 A8,3 &= \frac{4}{5+4+3+5+1+1+2+1+4} = \frac{4}{26} = 0,1538
 \end{aligned}$$

Kriteria C4 (Hari Ke-15):

$$\begin{aligned}
 A0,4 &= \frac{5}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{5}{23} = 0,2173 \\
 A1,4 &= \frac{5}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{5}{23} = 0,2173 \\
 A2,4 &= \frac{1}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{1}{23} = 0,0434 \\
 A3,4 &= \frac{1}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{1}{23} = 0,0434 \\
 A4,4 &= \frac{3}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{3}{23} = 0,1304 \\
 A5,4 &= \frac{2}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{2}{23} = 0,0869 \\
 A6,4 &= \frac{2}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{2}{23} = 0,0869 \\
 A7,4 &= \frac{3}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{3}{23} = 0,1304 \\
 A8,4 &= \frac{1}{5+5+1+1+3+2+2+3+1} = \frac{1}{23} = 0,0434
 \end{aligned}$$

Kriteria C5 (Hari Ke-35):

$$\begin{aligned}
 A0,5 &= \frac{4}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{4}{19} = 0,2105 \\
 A1,5 &= \frac{1}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{1}{19} = 0,0526 \\
 A2,5 &= \frac{4}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{4}{19} = 0,2105 \\
 A3,5 &= \frac{1}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{1}{19} = 0,0526 \\
 A4,5 &= \frac{3}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{3}{19} = 0,1578 \\
 A5,5 &= \frac{3}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{3}{19} = 0,1578 \\
 A6,5 &= \frac{1}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{1}{19} = 0,0526 \\
 A7,5 &= \frac{1}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{1}{19} = 0,0526 \\
 A8,5 &= \frac{1}{4+1+4+1+3+3+1+1+1} = \frac{1}{19} = 0,0526
 \end{aligned}$$

Kriteria C6 (Nitrogen):

$$\begin{aligned}
 A0,6 &= \frac{5}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{5}{20} = 0,25 \\
 A1,6 &= \frac{2}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{2}{20} = 0,1 \\
 A2,6 &= \frac{1}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{1}{20} = 0,05 \\
 A3,6 &= \frac{1}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{1}{20} = 0,05 \\
 A4,6 &= \frac{1}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{1}{20} = 0,05 \\
 A5,6 &= \frac{2}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{2}{20} = 0,1 \\
 A6,6 &= \frac{5}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{5}{20} = 0,25 \\
 A7,6 &= \frac{1}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{1}{20} = 0,05 \\
 A8,6 &= \frac{2}{5+2+1+1+1+2+5+1+2} = \frac{2}{20} = 0,1
 \end{aligned}$$

Kriteria C7 (Fosfor):

$$\begin{aligned}
 A0,7 &= \frac{4}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{4}{23} = 0,1739 \\
 A1,7 &= \frac{3}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{3}{23} = 0,1304 \\
 A2,7 &= \frac{1}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{1}{23} = 0,0434 \\
 A3,7 &= \frac{4}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{4}{23} = 0,1739 \\
 A4,7 &= \frac{3}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{3}{23} = 0,1304 \\
 A5,7 &= \frac{4}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{4}{23} = 0,1739 \\
 A6,7 &= \frac{1}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{1}{23} = 0,0434 \\
 A7,7 &= \frac{2}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{2}{23} = 0,0434 \\
 A8,7 &= \frac{1}{4+3+1+4+3+4+1+1+2} = \frac{1}{23} = 0,0869
 \end{aligned}$$

Kriteria C8 (Kalium):

$$\begin{aligned}
 A0,8 &= \frac{5}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{5}{23} = 0,2173 \\
 A1,8 &= \frac{3}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{3}{23} = 0,1304 \\
 A2,8 &= \frac{5}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{5}{23} = 0,2173 \\
 A3,8 &= \frac{1}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{1}{23} = 0,0434 \\
 A4,8 &= \frac{1}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{1}{23} = 0,0434 \\
 A5,8 &= \frac{1}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{1}{23} = 0,0434 \\
 A6,8 &= \frac{4}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{4}{23} = 0,0434 \\
 A7,8 &= \frac{2}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{2}{23} = 0,1739 \\
 A8,8 &= \frac{2}{5+3+5+1+1+1+1+4+2} = \frac{2}{23} = 0,0869
 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Normalisasi Terbobot**Tabel 5. Tabel Normalisasi Terbobot**

A/C	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A0	0,1587	0,1765	0,1923	0,2173	0,2105	0,25	0,1739	0,2173
A1	0,1587	0,0588	0,1538	0,2173	0,0526	0,1	0,1304	0,1304
A2	0,1587	0,0588	0,1153	0,0434	0,2105	0,05	0,0434	0,2173
A3	0,0794	0,1765	0,1923	0,0434	0,0526	0,05	0,1739	0,0434
A4	0,0635	0,0882	0,0384	0,1304	0,1578	0,05	0,1304	0,0434
A5	0,0635	0,1765	0,0384	0,0869	0,1578	0,1	0,1739	0,0434
A6	0,0794	0,0882	0,0769	0,0869	0,0526	0,25	0,0434	0,0434
X								
Bobot	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20

Tabel 6. Hasil Normalisasi Terbobot

$$\text{Alternatif A8} = \frac{0,0882}{0,207} = 0,4258$$

A/C	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A0	0,0079	0,0088	0,0192	0,0218	0,0211	0,05	0,0348	0,0435
A1	0,0079	0,0029	0,0154	0,0218	0,0053	0,02	0,0261	0,0261
A2	0,0079	0,0029	0,0116	0,0044	0,0211	0,01	0,0087	0,0435
A3	0,004	0,0088	0,0193	0,0044	0,0053	0,01	0,0348	0,0087
A4	0,0032	0,0044	0,0039	0,0131	0,0158	0,01	0,0261	0,0087
A5	0,0032	0,0088	0,0039	0,0087	0,0158	0,02	0,0348	0,0087
A6	0,004	0,0044	0,0077	0,0087	0,0053	0,05	0,0087	0,0087
A7	0,0079	0,0044	0,0039	0,0131	0,0053	0,01	0,0087	0,0348
A8	0,004	0,0044	0,0154	0,0044	0,0053	0,02	0,0174	0,0174

4) Menentukan Nilai Optimum

Setelah menentukan nilai normalisasi terbobot, selanjutnya menghitung nilai optimum pada setiap alternatif dengan cara menjumlah semua kriteria dari masing-masing alternatif yang akan menghasilkan nilai Si. Perhitungan nilai optimum akan diuraikan di bawah ini:

$$A0 = 0,0079 + 0,0088 + 0,0192 + 0,0218 + 0,0211 + 0,05 + 0,0348$$

$$+ 0,0435 = 0,207$$

$$A1 = 0,0079 + 0,0029 + 0,0154 + 0,0218 + 0,0053 + 0,02 + 0,0261$$

$$+ 0,0261 = 0,1254$$

$$A2 = 0,0079 + 0,0029 + 0,0116 + 0,0044 + 0,0211 + 0,01 + 0,0087 + 0,0435 \\ = 0,1101$$

$$A3 = 0,004 + 0,0088 + 0,0193 + 0,0044 + 0,0053 + 0,01 + 0,0348 + 0,0087 \\ = 0,0951$$

$$A4 = 0,0032 + 0,0044 + 0,0039 + 0,0131 + 0,0158 + 0,01 + 0,0261 + 0,0087 \\ = 0,0852$$

$$A5 = 0,0032 + 0,0088 + 0,0039 + 0,0087 + 0,0158 + 0,02 + 0,0348 + 0,0087 \\ = 0,1038$$

$$A6 = 0,004 + 0,0044 + 0,0077 + 0,0087 + 0,0053 + 0,05 + 0,0087 + 0,0087 \\ = 0,0974$$

$$A7 = 0,0079 + 0,0044 + 0,0039 + 0,0131 + 0,0053 + 0,01 + 0,0087$$

$$+ 0,0348 = 0,088$$

$$A8 = 0,004 + 0,0044 + 0,0154 + 0,0044 + 0,0053 + 0,02 + 0,0174 + 0,0174 \\ = 0,0882$$

5) Menentukan Derajat Utilitas

Nilai derajat utilitas didapat dari perhitungan nilai Si A1 dibagi dengan A0 yang akan menghasilkan K1. Berikut adalah ulasan perhitungannya:

$$\text{Alternatif A1} = \frac{0,1254}{0,207} = 0,6059$$

$$\text{Alternatif A2} = \frac{0,11}{0,207} = 0,5312$$

$$\text{Alternatif A3} = \frac{0,0951}{0,207} = 0,4594$$

$$\text{Alternatif A4} = \frac{0,0852}{0,207} = 0,4108$$

$$\text{Alternatif A5} = \frac{0,1038}{0,207} = 0,5014$$

$$\text{Alternatif A6} = \frac{0,0974}{0,207} = 0,4705$$

$$\text{Alternatif A7} = \frac{0,0882}{0,207} = 0,4249$$

Berikut adalah hasil perhitungan nilai optimum dan nilai derajat utilitas sesuai dengan uraian perhitungan sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Si dan Ki

A/C	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Si	Ki
A0	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,0	0,03	0,04	0,20	
A1	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,0	0,02	0,02	0,12	0,60
A2	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,0	0,00	0,04	0,11	0,53
A3	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,0	0,03	0,00	0,09	0,45
A4	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0	0,02	0,00	0,06	0,41
A5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0	0,03	0,00	0,10	0,50
A6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,09	0,47
A7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0	0,03	0,08	0,08	0,42
A8	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,0	0,01	0,01	0,88	0,4258

6) Menentukan Ranking

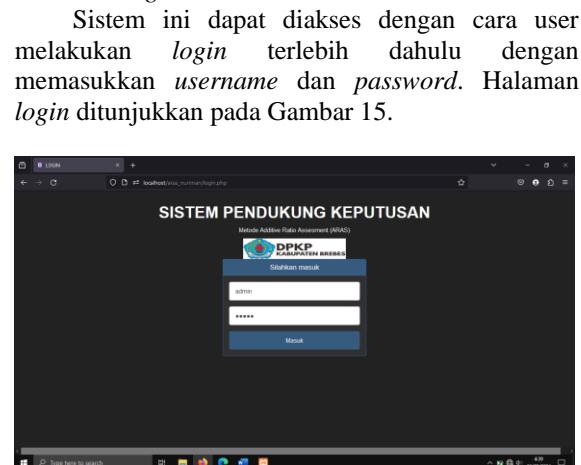
Berikut merupakan hasil perankingan dari hasil perhitungan metode ARAS. Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa yang memiliki nilai tertinggi adalah pupuk NPK Mutiara (A1). Sehingga Pupuk NPK Mutiara merupakan pupuk terbaik untuk bawang merah. Seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Tabel Hasil Ranking

Kode A	Nama A	Ki	Ranking
A1	NPK Mutiara	0,6059	1
A2	KCL	0,5312	2
A3	SP-36	0,4594	5
A4	ZA	0,4108	8
A5	DAP (<i>Phospat</i>)	0,5014	3
A6	Urea	0,4705	4
A7	Kamas	0,4249	7
A8	NPK Phonska	0,4258	6

B. Implementasi Sistem

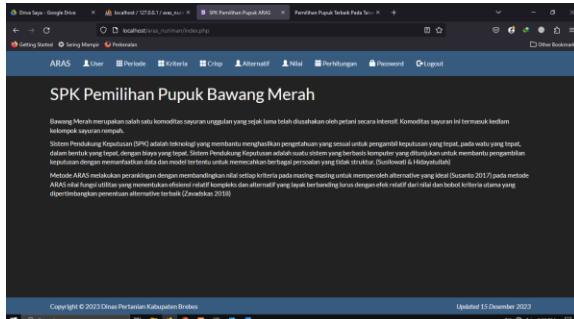
1) Halaman Login



Gambar 15. Halaman Login

2) Halaman Utama

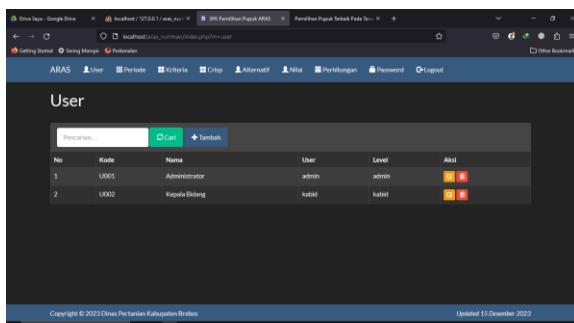
Halaman ini *user* dapat melihat informasi mengenai gambaran sistem yang ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Halaman Utama

3) Halaman User

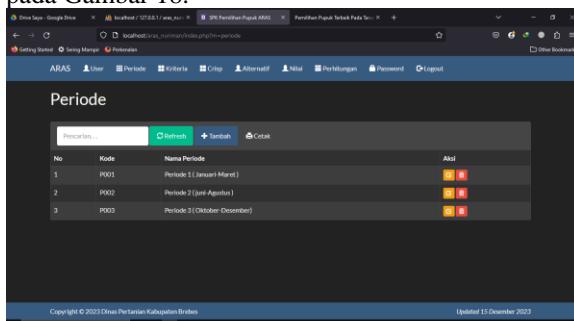
Sistem memunculkan *form* hak akses yang dapat menggunakan sistem SPK Metode ARAS ini, tidak hanya itu *user* dapat menambahkan dan menghapus *user* yang ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Halaman User

4) Halaman periode

Halaman ini menampilkan tiga perhitungan periode masa tanam bawang merah yang ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Halaman Periode

5) Data Halaman Kriteria

Halaman ini *user* dapat menambahkan kode kriteria, nama kriteria yang telah ditentukan pakar, tipe kriteria *cost/benefit* dan juga bobot antar kriteria yang ditentukan pakar pupuk. Berikut tampilan halaman kriteria yang ditunjukkan pada Gambar 19.

Kriteria					
Pencarian...		Refresh	+ Tambah	Cetak	
No	Kode	Nama Kriteria	Atribut	Bobot	Aksi
1	C01	Harga	cost	0.05	
2	C02	Dosis	cost	0.05	
3	C03	Harilie 7	benefit	0.1	
4	C04	Harilie 15	benefit	0.1	
5	C05	Harilie 35	benefit	0.1	
6	C06	Nitrogen	benefit	0.2	
7	C07	Pedler	benefit	0.2	
8	C08	Kalium	benefit	0.2	

Gambar 19. Halaman Kriteria

6) Halaman Data Nilai Sub Kriteria

Pada halaman nilai sub kriteria, *user* dapat menambahkan dan menguraikan kriteria utama menjadi bagian yang lebih spesifik serta *user* juga dapat menginputkan keterangan nilai dari setiap sub kriterianya. Berikut merupakan tampilan data nilai sub kriteria yang ditunjukkan pada Gambar 20.

Data Nilai Sub Kriteria					
Pencarian...		Refresh	+ Tambah		
No	Nama Kriteria	Nama Crisp	Keterangan	Nilai	Aksi
1	Harga	Sangat Baik	<>20.000	5	
2	Harga	Baik	95.000-130.000	4	
3	Harga	Cukup	130.000-145.000	3	
4	Harga	Kurang	345.000-450.000	2	
5	Harga	Sangat Kurang	450.000	1	
6	Dosis	Sangat Baik	>200kg/ha	5	
7	Dosis	Baik	155-200 kg/ha	4	
8	Dosis	Cukup	105-150 kg/ha	3	
9	Dosis	Kurang	65-100 kg/ha	2	

Gambar 20. Data Nilai Sub Kriteria

7) Halaman Alternatif

Halaman ini *user* dapat menambahkan kriteria untuk kebutuhan perhitungan metode ARAS. Berikut merupakan tampilan halaman alternatif yang ditunjukkan pada Gambar 21.

Alternatif			
Pencarian...		Refresh	+ Tambah
Kode	Nama Alternatif	Keterangan	Aksi
A001	Npk Muttera		
A002	KCI		
A003	SP-36		
A004	ZA		
A005	DAP		
A006	Urea		
A007	Kemas		
A008	Npk poncika		

Gambar 21. Halaman Alternatif

8) Halaman Input Data Nilai Setiap Periode

Pada menu nilai, *user* dapat menambahkan data untuk keperluan peringkiran akhir. *User* dapat memilih periode sesuai keinginan terlebih dahulu. Berikut merupakan tampilan *input* data nilai setiap periode yang ditunjukkan pada Gambar 22.

Kode	Nama Alternatif	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	Aksi
A001	Npk Mutara	2	3	4	5	5	2	3	3	<input checked="" type="checkbox"/>
A002	KCL	2	3	3	1	4	1	1	5	<input checked="" type="checkbox"/>
A003	SP-36	4	1	5	1	1	1	4	1	<input checked="" type="checkbox"/>
A004	ZA	5	2	1	3	5	1	3	1	<input checked="" type="checkbox"/>
A005	DAP	5	1	1	2	3	2	4	1	<input checked="" type="checkbox"/>
A006	Urea	4	2	2	2	1	5	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
A007	Kamas	2	2	1	3	1	1	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar 22. Input Data Nilai Setiap Periode

9) Halaman Perhitungan

User dapat melihat perhitungan dan perankingan akhir jika user memilih periode yang ingin ditampilkan dan memilih berapa rekomendasi pupuk yang ditampilkan oleh sistem. Berikut merupakan tampilan halaman perhitungan dari setiap periode yang ditunjukkan pada Gambar 23.

Perhitungan																																																																																																																																			
Periode		Jumlah Rekomendasi																																																																																																																																	
Periode I (Januari-Maret)		3																																																																																																																																	
Nilai Alternatif																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kode</th><th>Nama</th><th>Harga</th><th>Desis</th><th>Harke 7</th><th>Harke 15</th><th>harke 35</th><th>Nitrogen</th><th>Posir</th><th>Kalium</th><th></th></tr> <tr> <th>cost</th><th>cost</th><th>benefit</th><th>benefit</th><th>benefit</th><th>benefit</th><th>benefit</th><th>benefit</th><th>benefit</th><th>benefit</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A001</td><td>Npk Mutara</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr> <td>A002</td><td>KCL</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>5</td><td></td></tr> <tr> <td>A008</td><td>Npk pokaria</td><td>4</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> </tbody> </table>											Kode	Nama	Harga	Desis	Harke 7	Harke 15	harke 35	Nitrogen	Posir	Kalium		cost	cost	benefit		A001	Npk Mutara	2	3	4	5	5	1	2	3	3	A002	KCL	2	3	3	1	4	1	1	5		A008	Npk pokaria	4	2	4	1	1	2	2	2																																																																										
Kode	Nama	Harga	Desis	Harke 7	Harke 15	harke 35	Nitrogen	Posir	Kalium																																																																																																																										
cost	cost	benefit	benefit	benefit	benefit	benefit	benefit	benefit	benefit																																																																																																																										
A001	Npk Mutara	2	3	4	5	5	1	2	3	3																																																																																																																									
A002	KCL	2	3	3	1	4	1	1	5																																																																																																																										
A008	Npk pokaria	4	2	4	1	1	2	2	2																																																																																																																										
Cost Benefit																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kode</th><th>C01</th><th>C02</th><th>C03</th><th>C04</th><th>C05</th><th>C06</th><th>C07</th><th>C08</th><th></th><th></th></tr> <tr> <td>A001</td><td>0.1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A005</td><td>0.5</td><td>0.3333</td><td>4</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A002</td><td>0.5</td><td>0.3333</td><td>3</td><td>1</td><td>4</td><td>5</td><td>1</td><td>5</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A003</td><td>0.25</td><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A004</td><td>0.2</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A005</td><td>0.2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A006</td><td>0.25</td><td>0.5</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A007</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A008</td><td>0.25</td><td>0.5</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Total</td><td>3.15</td><td>5.6667</td><td>26</td><td>23</td><td>19</td><td>20</td><td>23</td><td>23</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>											Kode	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08			A001	0.1	0	0	0	0	0	0	0			A005	0.5	0.3333	4	5	1	2	3	3			A002	0.5	0.3333	3	1	4	5	1	5			A003	0.25	1	5	1	1	1	4	1			A004	0.2	1	1	3	3	1	3	1			A005	0.2	1	1	2	3	2	4	1			A006	0.25	0.5	2	2	1	5	1	1			A007	0.5	0.5	1	3	1	1	1	4			A008	0.25	0.5	4	1	1	2	2	2			Total	3.15	5.6667	26	23	19	20	23	23		
Kode	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08																																																																																																																											
A001	0.1	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																											
A005	0.5	0.3333	4	5	1	2	3	3																																																																																																																											
A002	0.5	0.3333	3	1	4	5	1	5																																																																																																																											
A003	0.25	1	5	1	1	1	4	1																																																																																																																											
A004	0.2	1	1	3	3	1	3	1																																																																																																																											
A005	0.2	1	1	2	3	2	4	1																																																																																																																											
A006	0.25	0.5	2	2	1	5	1	1																																																																																																																											
A007	0.5	0.5	1	3	1	1	1	4																																																																																																																											
A008	0.25	0.5	4	1	1	2	2	2																																																																																																																											
Total	3.15	5.6667	26	23	19	20	23	23																																																																																																																											
Normalisasi																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kode</th><th>C01</th><th>C02</th><th>C03</th><th>C04</th><th>C05</th><th>C06</th><th>C07</th><th>C08</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A001</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A005</td><td>0.0588</td><td>0.1538</td><td>0.2174</td><td>0.0526</td><td>0.1</td><td>0.1304</td><td>0.1304</td><td>0.1304</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A002</td><td>0.1587</td><td>0.0588</td><td>0.1154</td><td>0.0405</td><td>0.2305</td><td>0.05</td><td>0.0405</td><td>0.2305</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A003</td><td>0.0794</td><td>0.1745</td><td>0.1923</td><td>0.0435</td><td>0.0526</td><td>0.05</td><td>0.1739</td><td>0.0435</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A004</td><td>0.0635</td><td>0.0882</td><td>0.0385</td><td>0.1304</td><td>0.1579</td><td>0.05</td><td>0.1304</td><td>0.0435</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A005</td><td>0.0635</td><td>0.1745</td><td>0.0385</td><td>0.0867</td><td>0.1579</td><td>0.1</td><td>0.1739</td><td>0.0435</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A006</td><td>0.0794</td><td>0.0882</td><td>0.0769</td><td>0.0867</td><td>0.0526</td><td>0.25</td><td>0.0405</td><td>0.0435</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A007</td><td>0.1587</td><td>0.0882</td><td>0.0385</td><td>0.1304</td><td>0.0526</td><td>0.05</td><td>0.0405</td><td>0.1739</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A008</td><td>0.0794</td><td>0.0882</td><td>0.1538</td><td>0.0405</td><td>0.0526</td><td>0.1</td><td>0.087</td><td>0.087</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>											Kode	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08			A001	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254			A005	0.0588	0.1538	0.2174	0.0526	0.1	0.1304	0.1304	0.1304			A002	0.1587	0.0588	0.1154	0.0405	0.2305	0.05	0.0405	0.2305			A003	0.0794	0.1745	0.1923	0.0435	0.0526	0.05	0.1739	0.0435			A004	0.0635	0.0882	0.0385	0.1304	0.1579	0.05	0.1304	0.0435			A005	0.0635	0.1745	0.0385	0.0867	0.1579	0.1	0.1739	0.0435			A006	0.0794	0.0882	0.0769	0.0867	0.0526	0.25	0.0405	0.0435			A007	0.1587	0.0882	0.0385	0.1304	0.0526	0.05	0.0405	0.1739			A008	0.0794	0.0882	0.1538	0.0405	0.0526	0.1	0.087	0.087													
Kode	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08																																																																																																																											
A001	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254																																																																																																																											
A005	0.0588	0.1538	0.2174	0.0526	0.1	0.1304	0.1304	0.1304																																																																																																																											
A002	0.1587	0.0588	0.1154	0.0405	0.2305	0.05	0.0405	0.2305																																																																																																																											
A003	0.0794	0.1745	0.1923	0.0435	0.0526	0.05	0.1739	0.0435																																																																																																																											
A004	0.0635	0.0882	0.0385	0.1304	0.1579	0.05	0.1304	0.0435																																																																																																																											
A005	0.0635	0.1745	0.0385	0.0867	0.1579	0.1	0.1739	0.0435																																																																																																																											
A006	0.0794	0.0882	0.0769	0.0867	0.0526	0.25	0.0405	0.0435																																																																																																																											
A007	0.1587	0.0882	0.0385	0.1304	0.0526	0.05	0.0405	0.1739																																																																																																																											
A008	0.0794	0.0882	0.1538	0.0405	0.0526	0.1	0.087	0.087																																																																																																																											
Terbebot																																																																																																																																			

A008	0.0794	0.0882	0.1538	0.0405	0.0526	0.1	0.087	0.087																																																																																	
Terbebot																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kode</th><th>C01</th><th>C02</th><th>C03</th><th>C04</th><th>C05</th><th>C06</th><th>C07</th><th>C08</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A001</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td><td>0.1254</td></tr> <tr> <td>A002</td><td>0.11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A003</td><td>0.0974</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A004</td><td>0.0867</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A005</td><td>0.0588</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A006</td><td>0.0882</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A007</td><td>0.0794</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>A008</td><td>0.1538</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>									Kode	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	A001	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	A002	0.11								A003	0.0974								A004	0.0867								A005	0.0588								A006	0.0882								A007	0.0794								A008	0.1538							
Kode	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08																																																																																	
A001	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254	0.1254																																																																																	
A002	0.11																																																																																								
A003	0.0974																																																																																								
A004	0.0867																																																																																								
A005	0.0588																																																																																								
A006	0.0882																																																																																								
A007	0.0794																																																																																								
A008	0.1538																																																																																								
Peringkingan																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rank</th><th>Kode</th><th>Nama</th><th>Total</th><th>Nilai K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>A001</td><td>Npk Mutara</td><td>0.1254</td><td>0.6059</td></tr> <tr> <td>2</td><td>A002</td><td>KCL</td><td>0.11</td><td>0.5512</td></tr> <tr> <td>3</td><td>A005</td><td>DAP</td><td>0.0588</td><td>0.5014</td></tr> <tr> <td>4</td><td>A006</td><td>Urea</td><td>0.0974</td><td>0.4705</td></tr> <tr> <td>5</td><td>A003</td><td>SP-36</td><td>0.0951</td><td>0.4594</td></tr> <tr> <td>6</td><td>A008</td><td>Npk pokaria</td><td>0.1538</td><td>0.4558</td></tr> <tr> <td>7</td><td>A007</td><td>Kamas</td><td>0.0882</td><td>0.4249</td></tr> <tr> <td>8</td><td>A004</td><td>ZA</td><td>0.0867</td><td>0.4108</td></tr> </tbody> </table>									Rank	Kode	Nama	Total	Nilai K	1	A001	Npk Mutara	0.1254	0.6059	2	A002	KCL	0.11	0.5512	3	A005	DAP	0.0588	0.5014	4	A006	Urea	0.0974	0.4705	5	A003	SP-36	0.0951	0.4594	6	A008	Npk pokaria	0.1538	0.4558	7	A007	Kamas	0.0882	0.4249	8	A004	ZA	0.0867	0.4108																																				
Rank	Kode	Nama	Total	Nilai K																																																																																					
1	A001	Npk Mutara	0.1254	0.6059																																																																																					
2	A002	KCL	0.11	0.5512																																																																																					
3	A005	DAP	0.0588	0.5014																																																																																					
4	A006	Urea	0.0974	0.4705																																																																																					
5	A003	SP-36	0.0951	0.4594																																																																																					
6	A008	Npk pokaria	0.1538	0.4558																																																																																					
7	A007	Kamas	0.0882	0.4249																																																																																					
8	A004	ZA	0.0867	0.4108																																																																																					

Gambar 23. Halaman Perhitungan

10) Halaman Rekomendasi Pupuk Terbaik

3	A005	DAP	0.9038	0.5614																				
4	A006	Urea	0.9974	0.4705																				
5	A003	SP-36	0.9951	0.4594																				
6	A008	Npk pokaria	0.9882	0.4558																				
3 Rekomendasi Pupuk Terbaik																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rank</th><th>Kode</th><th>Nama</th><th>Total</th><th>Nilai K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>A001</td><td>Npk Mutara</td><td>0.1254</td><td>0.6059</td></tr> <tr> <td>2</td><td>A002</td><td>KCL</td><td>0.11</td><td>0.5512</td></tr> <tr> <td>3</td><td>A005</td><td>DAP</td><td>0.0588</td><td>0.5014</td></tr> </tbody> </table>					Rank	Kode	Nama	Total	Nilai K	1	A001	Npk Mutara	0.1254	0.6059	2	A002	KCL	0.11	0.5512	3	A005	DAP	0.0588	0.5014
Rank	Kode	Nama	Total	Nilai K																				
1	A001	Npk Mutara	0.1254	0.6059																				
2	A002	KCL	0.11	0.5512																				
3	A005	DAP	0.0588	0.5014																				

Gambar 24. Halaman Rekomendasi Pupuk

KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan menerapkan Sistem Pendukung Keputusan untuk pemilihan pupuk untuk tanaman bawang merah menggunakan metode ARAS, pengguna sistem dapat dengan mudah dan cepat mengambil keputusan terkait pemilihan pupuk terbaik untuk bawang merah.

Sistem ini telah dibangun dan diuji, menunjukkan bahwa metode ARAS efektif digunakan untuk mengambil keputusan pemilihan pupuk terbaik pada tanaman bawang merah untuk kelompok tani di Kecamatan Brebes. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pengguna dapat terbantu dan lebih mudah serta cepat dalam mengambil keputusan pemilihan pupuk terbaik untuk tanaman bawang merah dengan tingkat akurasi yang lebih baik.

Hasil dari sistem perhitungan metode ARAS yaitu perankingan dari 8 alternatif: NPK Mutiara, KCI, SP-36, ZA, DAP (*Phospat*), Urea, Kamas, NPK *Ponska*. Berdasarkan kriteria pemilihan pupuk, dari 8 alternatif itu NPK mutiara berada di urutan pertama dengan nilai ki 0,6059, urutan kedua KCI dengan nilai ki 0.5312 dan urutan ketiga DAP(*Phospat*) dengan nilai 0,5014.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Rosyadi, N. Achmad, and T. Triyono, “Meningkatkan Efisiensi dan Profitabilitas pada Usaha Tani Bawang Merah di Kabupaten Brebes,” *War. LPM*, Vol. 13, No. 1, pp. 65–76, 2017, doi: 10.23917/warta.v13i1.3211.
- [2] admin D. Brebes, “Ganjar Pranowo Ingatkan Pada Petani Brebes untuk Meningkatkan Produktivitas Bawang Merah”, [Online]. Available: <https://dpkp.brebeskab.go.id/1681/produktiitas-bawang-merah-menurun-ganjar-pranowo-ingatkan-pada-petani-brebes/>
- [3] A. M. Nur Indah, Mansyur. I, Eko H. P., “Makalah_Pupuk_Dan_Pemupukan,” 2021.
- [4] N. Anti, D. Artika, and A. Calam, “Pemilihan Pupuk Terbaik Pada Tanaman Padi Menggunakan Metode ARAS,” Vol. 1, No. November, pp. 795–806, 2022.
- [5] D. E. Profesi, “Kepgawaiian Menggunakan UNIFIED MODELING LANGUAGE (UML) Analysis And Design Of Employee Information System Use Unified Modeling Language (UML) Abstrak,” Vol. 7, No. 1, pp. 22–33, 2018.
- [6] *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Hasil Belajar / 1 STMIK Pelita Nusantara Medan.*
- [7] I Nyoman Tri Anindia Putra, I Gede Iwan Sudipa, I Putu Candra Jumariana, and Yohana Jun, “Penerapan Algoritma Copeland Score Sebagai Penunjang Penerimaan Beasiswa KIP Di Kampus Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia,” *J. Technol. Informatics*, Vol. 4, No. 2, pp. 57–62, 2023, doi: 10.37802/joti.v4i2.310.
- [8] T. Purba, R. Situmeang, and H. F. Rohman, *Pemupukan dan Teknologi Pemupukan*. 2021.
- [9] U. Darmania and S. Yuniarti, “Teknologi Budidaya Bawang Merah,” *Balitsa Litbang*. October, pp. 1–10, 2012.
- [10] S. W. Sari and B. Purba, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Ketua Danru Terbaik Menggunakan Metode ARAS,” *Semin. Nas. Teknol. Komput. Sains SAINTEKS 2019*, pp. 291–300, 2019.
- [11] E. A. Adali and A. T. Isik, “Air Conditioner Selection Problem With Copras and Aras Methods,” *Air Cond. Sel. Probl. With Copras Aras Methods*, Vol. 5, No. 2, pp. 124–138, 2016.
- [12] Habiluddin, “Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language),” *Memahami Pengguna. UML (Unified Model. Lang.*, Vol. 6, No. 1, pp. 1–15, 2011, [Online]. Available: <https://informatikamulawarman.files.wordpress.com/2011/10/01-jurnal-informatika-mulawarman-feb-2011.pdf>
- [13] A. Mahendra and S. Saefurrohman, “Pemilihan Pupuk Efektif Untuk Budidaya Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Demak,” *J. Teknoinfo*, Vol. 16, No. 2, pp. 323, 2022, doi: 10.33365/jti.v16i2.1931.
- [14] A. Josi, “Penerapan Metode Prototyping Dalam Membangun Website Desa (Studi Kasus Desa Sugihan Kecamatan Rambah),” *Jti*, Vol. 9, No. 1, pp. 50–57, 2017.
- [15] Ricogunawan, “Systematic Literature Review Rekayasa Perangkat Lunak Tentang Sistem Informasi Berbasis Website”. May, 2021, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/351334799_Systematic_Literature_Review_Rekayasa_Perangkat_Lunak
- [16] Fitri Ayu and Nia Permatasari, “perancangan sistem informasi pengolahan data PKL pada divisi humas PT pegadaian,” *J. Infra tech*, Vol. 2, No. 2, pp. 12–26, 2018, [Online]. Available: <http://journal.amikmahaputra.ac.id/index.php/JIT/article/download/33/25>
- [17] Suendri, “Implementasi Diagram UML (Unified Modelling Language) Pada Perancangan Sistem Informasi Remunerasi Dosen Dengan Database Oracle (Studi Kasus: UIN Sumatera Utara Medan),” *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, Vol. 3, No. 1, pp. 1–9, 2018.
- [18] K. Nistrina and L. Sahidah, “Unified Modelling Language (Uml) Untuk Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru Di Smk Marga Insan Kamil,” *J. Sist. Inf.*, Vol. 04, No. 01, pp. 12–23, 2022.

