

Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Ter integrasi IoT untuk Visualisasi Desain Arsitektur dan Kontrol IoT

Adhitya Andriansyah Putra¹, Irman Hariman²

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia,
Bandung

Email : adhityaandriansyah@gmail.com1, irmanhariman@gmail.com2

Intisari

Penelitian ini mengembangkan aplikasi Augmented Reality (AR) terintegrasi dengan Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan visualisasi desain arsitektur dan kontrol perangkat rumah pintar. Sistem dibangun menggunakan Unity 3D, Vuforia SDK, NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, dan Blynk sebagai platform kontrol. Pengujian terhadap 68 responden menunjukkan skor SUS 80,96 (kategori Good), akurasi deteksi marker 92%, dan peningkatan pemahaman pengguna terhadap desain hingga 85,7% dibandingkan metode konvensional (70%). Meskipun latensi kontrol mencapai 4000 ms, sistem tetap responsif dan fungsional. Hasilnya menunjukkan keberhasilan integrasi AR-IoT yang mendukung transformasi digital dan efisiensi dalam visualisasi serta pengendalian bangunan pintar.

Keywords: Augmented Reality, Internet of Things, Architectural Visualization, Unity 3D, Vuforia, Smart Home, NodeMCU

Abstract

This study develops an integrated Augmented Reality (AR) and Internet of Things (IoT) application for architectural design visualization and smart home control using the ADDIE model. The system employs Unity 3D, Vuforia SDK, NodeMCU ESP8266, DHT22 sensor, and Blynk platform. Tests with 68 respondents show a SUS score of 80.96 (Good), 92% marker detection accuracy, and a user

understanding increase to 85.7% compared to 70% with conventional methods. The temperature monitoring achieved $\pm 1^{\circ}\text{C}$ accuracy, and although IoT latency reached 4000ms, system interaction remained acceptable. The research effectively bridges AR–IoT integration, advancing digital transformation and smart building innovation in architecture.

Keywords: Augmented Reality, Internet of Things, Architectural Visualization, Unity 3D, Vuforia, Smart Home, NodeMCU

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk arsitektur. Industri arsitektur konvensional masih sangat bergantung pada metode konvensional seperti gambar 2D dan model fisik, yang memiliki keterbatasan dalam menyampaikan informasi yang kompleks. Dengan adanya teknologi AR, visualisasi desain menjadi lebih realistis dan interaktif, memungkinkan klien untuk melihat dan berinteraksi dengan model 3D secara langsung di lingkungan nyata [1]. Keberhasilan integrasi ini sangat bergantung pada pemahaman mendalam tentang persepsi visual manusia, yang memungkinkan elemen digital menyatu secara alami dengan lingkungan fisik, sehingga menciptakan pengalaman yang imersif dan efektif [2]. Selain itu, integrasi AR dengan IoT membuka peluang baru dalam manajemen dan kontrol bangunan pintar, seperti pemantauan suhu dan pencahayaan secara **real-time**, yang dapat meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni [3], [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Osorto Carrasco dan Chen menunjukkan bahwa sekitar 85% pengguna Mixed Reality (MR) dalam arsitektur menyatakan bahwa teknologi ini lebih efektif dalam menyampaikan informasi desain dibandingkan dengan metode 2D konvensional, yang hanya memiliki tingkat pemahaman sekitar 70% [5]. Penelitian ini memperkuat urgensi pengembangan aplikasi AR untuk visualisasi arsitektur yang lebih interaktif dan informatif. Kondisi ini diperkuat oleh data terkini yang menunjukkan bahwa adopsi teknologi

AR di Indonesia mengalami peningkatan 45% pada tahun 2023-2024, terutama dalam sektor konstruksi dan desain arsitektur [6]. Sejalan dengan perkembangan AR, laporan McKinsey Indonesia turut memperkuat argumen ini, mencatat bahwa pasar *Internet of Things* (IoT) di Indonesia diperkirakan mencapai \$3 miliar [7].

Meskipun potensi teknologi digital terlihat menjanjikan, adopsi Augmented Reality (AR) dan Mixed Reality (MR) dalam industri arsitektur masih menghadapi sejumlah tantangan kompleks [8]. Implementasi Internet of Things (IoT) dalam konteks arsitektur juga tidak luput dari permasalahan, mulai dari kompatibilitas perangkat hingga latensi transmisi data. Penelitian Syahidi et al., mengungkapkan bahwa 42% responden melaporkan kesulitan dalam mengelola data sensor IoT yang digunakan dalam AR, sementara 36% lainnya menyatakan kurangnya interoperabilitas antar perangkat sebagai hambatan utama]. Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan terkait pemanfaatan AR dan IoT, integrasi komprehensif kedua teknologi ini dalam satu sistem masih sangat terbatas [4].

Penelitian ini menawarkan pendekatan inovatif untuk mengatasi tantangan tersebut. Fokus utamanya adalah mengembangkan aplikasi AR yang tidak sekadar memvisualisasikan desain arsitektur, tetapi juga mengintegrasikannya dengan sistem IoT untuk pemantauan dan kontrol kondisi bangunan secara *real-time*.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed method yang memadukan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan kuantitatif 3 untuk menghasilkan aplikasi Augmented Reality (AR) terintegrasi Internet of Things (IoT) serta mengevaluasi efektivitas sistem secara empiris. Pemilihan pendekatan mixed methods didasarkan pada karakteristik penelitian yang bertujuan mengembangkan produk teknologi sekaligus mengukur performa dan usability sistem yang dihasilkan. Model pengembangan yang diterapkan adalah ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), yang merupakan kerangka kerja sistematis dan interaktif dalam pengembangan sistem pembelajaran dan teknologi interaktif.

Komponen kuantitatif dalam penelitian ini menerapkan desain eksperimental dengan pengujian performa teknis sistem dan evaluasi pengalaman pengguna menggunakan instrumen System Usability Scale (SUS). Penggunaan pendekatan kuantitatif diperkuat dengan pengumpulan data melalui kuesioner terstruktur dan pengukuran objektif parameter sistem seperti akurasi deteksi marker, latensi komunikasi, serta tingkat kepuasan pengguna.

2.1. Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian ini mengikuti model ADDIE yang diadaptasi untuk pengembangan aplikasi AR-IoT dengan penambahan fase validasi dan testing yang komprehensif. Kerangka kerja penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Kerangka kerja penelitian menggunakan model ADDIE

Gambar 1 di atas menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini. Tahapan tersebut meliputi: 1. Analisis (Analysis): Mengidentifikasi masalah, kebutuhan pengguna, dan persyaratan teknis. 2. Perancangan (Design): Merancang arsitektur sistem, antarmuka pengguna (UI/UX), dan model 3D. 3. Pengembangan (Development): Mengimplementasikan kode, mengintegrasikan Vuforia SDK, dan memprogram NodeMCU. 4. Implementasi (Implementation): Melakukan deployment aplikasi pada lingkungan testbed dan user acceptance testing. 5.

Evaluasi (Evaluation): Menggunakan metode campuran untuk mengumpulkan data kuantitatif dan kualitatif.

2.2. Objek Penelitian

Objek utama penelitian ini adalah aplikasi AR untuk visualisasi desain arsitektur yang terintegrasi dengan sistem IoT untuk monitoring dan kontrol perangkat smart home. Aplikasi yang dikembangkan mencakup tiga komponen utama: modul AR untuk visualisasi model 3D berbasis marker tracking, modul IoT untuk komunikasi dengan sensor DHT22 dan relay kontrol, serta antarmuka pengguna yang memungkinkan interaksi seamless antara dunia virtual dan perangkat fisik.

2.3. Penentuan Jumlah Responden

Penentuan jumlah responden dilakukan menggunakan rumus Slovin karena populasi pengguna potensial aplikasi tidak diketahui secara pasti.

$$n = N / (1 + Ne^2) \quad (1)$$

Keterangan: * n = Ukuran sampel * N = Ukuran Populasi * E = Tingkat Kesalahan (Error tolerance).

Dalam penelitian ini, diasumsikan populasi terjangkau adalah 150 orang (misal nya mahasiswa atau pengguna potensial). Dengan tingkat kesalahan 15% (0,15), maka:

$$n = 150 / (1 + 150(0,15^2)) \quad 34,29$$

asil tersebut dibulatkan menjadi 35 responden. Jumlah ini dianggap memadai karena evaluasi usability dengan SUS cukup stabil dengan jumlah 12-30 responden

METODE PENELITIAN

Bab ini membahas implementasi dan hasil pengujian sistem Augmented Reality terintegrasi IoT untuk visualisasi desain arsitektur yang telah dikembangkan menggunakan metodologi ADDIE. Pembahasan mencakup hasil pengembangan sistem, validasi hipotesis penelitian, serta analisis performa sistem dalam mengatasi permasalahan visualisasi arsitektur konvensional melalui integrasi teknologi AR dan IoT

3.1. Tahap Desain

Pada tahap Design dalam metodologi ADDIE, dilakukan perencanaan komprehensif yang mencakup UI/UX, desain marker, dan arsitektur sistem berdasarkan hasil kebutuhan.

3.1.1. Perancangan UI/UX

Perancangan UI/UX dilakukan berdasarkan prinsip *Human Centered Design* (HCD) untuk meminimalkan kurva pembelajaran pengguna awam. Hasil survei awal yang dilakukan terhadap 15 responden menunjukkan bahwa 62% responden menginginkan navigasi sederhana dengan hierarki informasi yang jelas. Desain antarmuka utama aplikasi AR-IoT yang telah dioptimalkan dapat dilihat pada Gambar 2 hingga Gambar 6.



Gambar 2: Main Menu Aplikasi VirtuHome

Gambar 2 menunjukkan menu utama aplikasi dengan navigasi yang sederhana dan jelas.



Gambar 3: Menu Information VirtuHome

Gambar 3 menampilkan informasi mengenai aplikasi.



Gambar 4: Menu Instruksi VirtuHome

Gambar 4 memberikan petunjuk penggunaan aplikasi kepada pengguna.



Gambar 5: Menu Pengembang VirtuHome

Gambar 5 menyajikan informasi tentang pengembang aplikasi.



Gambar 6: Menu Play VirtuHome

Gambar 6 adalah tampilan saat pengguna akan memulai interaksi dengan AR.

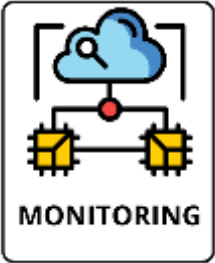
3.1.2. Desain Marker

Desain marker menggunakan pola dengan feature points tinggi untuk mencapai rating 4–5 bintang pada Vuforia Target Manager. Pemilihan pola marker didasarkan pada penelitian Sendari et al. yang menunjukkan bahwa Vuforia mampu mencapai tingkat keberhasilan deteksi sebesar 87,5% dalam berbagai skenario uji. Desain marker AR yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Marker

Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Ter integrasi IoT untuk Visualisasi Desain Arsitektur dan Kontrol IoT

Adhitya Andriansyah Putra, Irman Hariman

No	Nama Marker	Gambar Marker	Keterangan
1.	Monitoring		<i>Marker</i> ini akan memunculkan data suhu real-time dan tombol kontrol pencahayaan yang terintegrasi dengan sistem <i>IoT</i> .
2.	Rumah Subsidi Depan		<i>Marker</i> ini memunculkan model 3D rumah v1 secara keseluruhan.
3.	Rumah Subsidi Belakang		<i>Marker</i> ini memunculkan model 3D rumah v1 bisa secara keseluruhan atau per lantai dengan pilihan tombol.
4.	Type Ruby		<i>Marker</i> ini memunculkan 3 model 3D rumah v2 secara bersamaan lantai 1, lantai 2, dan keseluruhan
5.	Skala LT 1		<i>Marker</i> ini memunculkan 3D rumah v2 menampilkan lantai 1

No	Nama Marker	Gambar Marker	Keterangan
6.	Skala LT 2		<i>Marker</i> ini memunculkan 3D rumah v2 menampilkan lantai 2

Tabel 1 di atas menampilkan desain marker AR yang telah dioptimalkan untuk mencapai rating deteksi maksimal. Setiap marker memiliki karakteristik visual yang unik dengan kontras tinggi antara area hitam dan putih, serta feature points yang terdistribusi merata untuk memudahkan algoritma Vuforia dalam proses tracking

3.2. Tahap Pengembangan

Fase Development dalam metodologi ADDIE melibatkan implementasi coding dan testing inkremental di setiap milestone untuk memastikan fungsionalitas sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Spesifikasi teknis setiap komponen yang digunakan dalam sistem dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Speksifikasi Komponen

Komponen	Spesifikasi	Fungsi	Interface
Unity 3D	Version 2021.3 LTS	AR Rendering Engine	C# Script API
Vuforia	SDK 10.28	Marker Detection	Unity Plugin
NodeMCU	ESP8266	<i>IoT</i> Controller	Arduino IDE
DHT22	1°C Accuracy	Temperature Sensor	Digital Pin
Relay	5V 1 Channel	Light Control	GPIO Control
Blynk	Cloud Platform	<i>IoT</i> Communication	REST API

Tabel 2 di atas memberikan gambaran komprehensif tentang spesifikasi teknis setiap komponen yang digunakan dalam sistem. Pemilihan setiap komponen didasarkan pada kompatibilitas, reliabilitas, dan kemampuan integrasi dengan ekosistem teknologi yang dipilih

HASIL PENELITIAN

5.1. Hasil Penelitian

Berdasarkan data dan informasi yang telah dikumpulkan, atribut yang dipilih untuk mengolah data kriteria dalam proses klasifikasi ditetapkan sebagai dasar dalam analisis pada tahap tersebut :

a. Lintang

Merupakan suatu garis atau lokasi pada suatu wilayah tertentu yang ditandai pada suatu titik koordinat. Berikut adalah tabel sub kriteria representasi dari atribut lintang:

Tabel 3, Sub Kriteria Lintang

Nama Sub Kriteria	Nilai
-12 s/d -5	1
-4 s/d -1	2
0 s/d 5	3
6 - 10	4

b. Bujur

Bujur merupakan ukuran jarak sudut dari suatu titik di permukaan bumi yang diukur berdasarkan proyeksi garis melintang sepanjang ekuator. Berikut adalah tabel sub kriteria representasi dari atribut bujur:

Tabel 4, Sub Kriteria Bujur

Nama Sub Kriteria	Nilai
500 s/d 100	1
101 s/d 130	2
131 s/d 160	3
161 s/d 190	4

c. Magnitudo

Magnitudo merupakan indikator untuk mengukur kekuatan gempa bumi yang merepresentasikan jumlah energi seismik yang dilepaskan dari pusat

gempa. Berikut adalah tabel sub kriteria representasi dari atribut Magnitudo :

Tabel 5, Sub Kriteria Magnitudo

Nama Sub Kriteria	Nilai
0 s/d 3	1
4 s/d 6	2
7 s/d 9	3
10 s/d 12	4

d. Kedalaman

Merupakan suatu kedalaman dari air laut dalam satuan kilometer (km) yang terjadi bencana gempa. Berikut adalah tabel sub kriteria representasi dari atribut kedalaman :

Tabel 6, Sub Kriteria Kedalaman

Nama Sub Kriteria	Nilai
-------------------	-------

Tahap pengujian merupakan bagian krusial dalam metodologi ADDIE yang bertujuan untuk memvalidasi kinerja sistem AR-IoT yang telah dikembangkan. Pengujian dilakukan secara komprehensif mencakup aspek teknis dan non-teknis untuk memastikan sistem memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dalam tahap analisis dan desain.

Pengujian sistem AR-IoT dilakukan melalui pendekatan multi-dimensi yang meliputi evaluasi akurasi deteksi marker, validasi kinerja sensor IoT, pengukuran responsivitas sistem, dan analisis pengalaman pengguna. Setiap parameter pengujian telah ditetapkan target kinerjanya berdasarkan standar industri dan penelitian terdahulu untuk memberikan benchmark yang objektif dalam penilaian sistem.

3.3.1. Akurasi Deteksi Marker

Hasil pengujian akurasi deteksi marker pada berbagai kondisi pencahayaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi Deteksi Marker pada Berbagai Kondisi Pencahayaan

**Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Ter integrasi IoT untuk Visualisasi Desain
Arsitektur dan Kontrol IoT**

Adhitya Andriansyah Putra, Irman Hariman

Test Skenario	Marker Type Ruby	Skala LT 1 Marker	Skala LT 2 Marker	Rumah Subsidi Depan	Rumah Subsidi Belakang	Monitoring marker	Marker Detection Rate
Optimal Lighting (400 -600 Lux)	50%	100%	100%	100%	100%	100%	92%
Low Light (100-200 Lux)	50%	100%	100%	100%	100%	100%	92%
Bright Light (800 -1000 Lux)	50%	100%	100%	100%	100%	100%	92%

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa akurasi deteksi marker mencapai 92% dalam berbagai kondisi pencahayaan, melebihi target 80%.

3.3.2. Validasi Hipotesis

Hasil validasi hipotesis penelitian dengan analisis statistic dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Validasi Hipotesis Penelitian

Hipotesis	Parameter Uji	Target	Hasil Aktual	Status	Signifikasi
H0: Integrasi AR dan IoT dapat meningkatkan pemahaman desain arsitektur > 80%	Tingkat pemahaman pengguna	>80%	85,7% responden menyatakan pemahaman meningkat	Diterima	p < 0.05
H1: Antarmuka AR dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam pengendalian perangkat IoT	Skor SUS berdasarkan usia dan pengalaman teknologi	Pengaruh signifikansi	p = 0,949 (usia), p = 0,208 (pengalaman)	Ditolak	p>0.05
H2: Teknologi Vuforia mampu mendeteksi marker dengan tingkat akurasi tinggi di berbagai kondisi pencahayaan	Akurasi deteksi marker	≥ 80%	R=0,994, R ² = 0,989, P = 0,067	Diterima Parsial	Trend kuat namun p>0.05
Usability sistem mencapai skor SUS ≥ 70 (kategori "Good")	Skor SUS	≥ 70	80,96 (68 responden)	Diterima	15,7% di atas target

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa integrasi AR-IoT efektif dalam meningkatkan pemahaman desain arsitektur (H0), dan sistem memiliki tingkat usability yang baik. Namun, tidak ditemukan pengaruh signifikan dari usia dan

pengalaman teknologi terhadap skor SUS (H1). Teknologi Vuforia menunjukkan tren kuat dalam mendeteksi marker dengan akurasi tinggi (H2).

3.3.3. Validasi Akurasi Sensor DHT22

Untuk memastikan bahwa sistem monitoring suhu yang diintegrasikan dengan aplikasi Augmented Reality berjalan sesuai harapan, dilakukan proses validasi terhadap sensor DHT22. Hasil perbandingan pengukuran suhu antara Thermohygrometer dan DHT22 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Thermohygrometer dan DHT22

Pengujian	Thermohygrometer (°C)	DHT22 (°C)
Pengujian 1	28,87	27,91
Pengujian 2	31,75	32,69
Pengujian 3	30,66	31,31
Pengujian 4	29,99	29,41
Pengujian 5	27,78	27,13
Pengujian 6	27,78	27,15
Pengujian 7	27,29	26,9
Pengujian 8	31,33	31,38
Pengujian 9	30,01	29,87
Pengujian 10	30,54	30,12

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5, dapat diamati bahwa nilai bacaan sensor DHT22 memiliki kecenderungan yang sangat dekat dengan nilai acuan dari Thermohygrometer. Selisih antara dua alat pengukur ini berada rentang $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ hingga $\pm 0,9^{\circ}\text{C}$, yang masih termasuk dalam batas akurasi sensor DHT22 sesuai datasheet pabrikan, yaitu $\pm 1^{\circ}\text{C}$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan menggambarkan jawaban dari hipotesis dan/atau tujuan penelitian atau temuan Augmented Reality yang terintegrasi dengan Internet of Things untuk visualisasi desain arsitektur dan IoT. Sistem AR yang dikembangkan Mampu menampilkan visualisasi arsitektur interaktif dengan tingkat akurasi deteksi marker yang tinggi. Integrasi perangkat IoT, khususnya sensor suhu, menghasilkan data yang akurat dan dapat ditampilkan secara real-time pada antarmuka AR. Fitur kontrol perangkat pintar melalui AR dapat berjalan dengan baik meskipun masih ditemukan keterbatasan berupa latensi yang cukup tinggi.

Sistem yang dikembangkan telah menjawab seluruh tujuan penelitian dan berpotensi besar untuk diimplementasikan dalam bangunan pintar maupun sebagai media pendidikan arsitektur. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berhasil menjawab masalah yang dirumuskan, tetapi juga membuka peluang transformasi pada praktikum visualisasi arsitektur di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Tehseen, M. S. Farooq, and A. Abid, "Earthquake prediction using expert systems: A systematic mapping study," *Sustain.*, vol. 12, no. 6, 2020, doi: 10.3390/su12062420.
- [2] F. Aden-Antoniów, W. B. Frank, and L. Seydoux, "An Adaptable Random Forest Model for the Declustering of Earthquake Catalogs," *J. Geophys. Res. Solid Earth*, vol. 127, no. 2, pp. 1–19, 2022, doi: 10.1029/2021JB023254.
- [3] I. Nabillah and I. Ranggadara, "Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut," *JOINS (Journal Inf. Syst.*, vol. 5, no. 2, pp. 250–255, 2020, doi: 10.33633/joins.v5i2.3900.
- [4] Hamakonda, Towa P; Tairas, J.N.B. (Jan Ngion Benyamin), 1929-2004. (2006). Pengantar Klasifikasi Persepuluhan Dewey / oleh Towa P. Hamakonda dan J.N.B. Taiars. Jakarta :: Gunung Mulia,.
- [5] T. H. Simanjuntak, W. F. Mahmudy, and Sutrisno Sutrisno, "Implementasi Modified KNearest Neighbor Dengan Otomatisasi Nilai K Pada Pengklasifikasian Penyakit Tanaman Kedelai," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, No.2, no. 2, pp. 75– 79, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/15/21>.
- [6] A. R. Isnain, J. Supriyanto, and M. P. Kharisma, "Implementation of K-Nearest Neighbor (K-NN) Algorithm For Public Sentiment Analysis of Online Learning," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 15, no. 2, p. 121, 2021, doi: 10.22146/ijccs.65176.
- [7] I. Arivin, M. Ahsan, and A. Endy Budianto, "Implementasi Metode Simple Additive Weighting Sebagai Sistem Rekomendasi Pemilihan Tanaman Pangan Yang Layak Di Kabupaten Malang," *RAINSTEK J. Terap. Sains Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 79–87, 2020, doi: 10.21067/jtst.v2i1.4249.
- [8] W. N. Adila, R. Regasari, and H. Nurwasito, "Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Pemilihan Tanaman Pangan Pada Suatu Lahan Berdasarkan Kondisi Tanah Dengan Metode Promethee," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 5, pp. 2118–2126, 2018.
- [9] Hamakonda, Towa P; Tairas, J.N.B. (Jan Ngion Benyamin), 1929-2004. (2006). Pengantar Klasifikasi Persepuluhan Dewey / oleh Towa P. Hamakonda dan J.N.B. Taiars. Jakarta :: Gunung Mulia,
- [10] M. Marbun, M. Ginting, B. Krismoyo, S. T. Imnformatika, and P. Terbaik, "Penerapan Metode Wp Penentuan Penyidik Terbaik Di Sat," vol. 8, no. 1, pp. 95–99, 2020.
- [11] Engineering, I., Lingga, D. M., Marbun, M., & Informatika, T. (2019). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGGUNAKAN METODE WEIGHTED PRODUCT UNTUK PENENTUAN PRIORITAS. 3(2), 79–85.
- [12] Aini, N., & Agus, F. (2017). Penerapan Metode Weighted Product Dan Analytic Hierarchy Process Untuk Pemilihan Koperasi Berprestasi.
- [13] Arianto, E. Y., Siahaan, F. B., & Informasi, S. (2018). ANALISA PENILAIAN KINERJA KARYAWAN DENGAN METODE FUZZY SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING Pada PT. Unilever Indonesia Tbk. 4(1), 194–204.
- [14] B. Putro, M. T. Furqon, and S. H. Wijoyo, "Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Exponential Smoothing (Studi Kasus : PDAM Kota Malang)," *J.*

Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya, vol. 2, no. 11, pp. 4679–4686, 2018.

- [15] A. A. Suryanto, “Penerapan Metode Mean Absolute Error (Mea) Dalam Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi,” *Saintekbu*, vol. 11, no. 1, pp. 78–83, 2019, doi: 10.32764/saintekbu.v11i1.298.