

PEMILIHAN JENIS *INFRARED TEMPERATURE SENSOR* UNTUK PEMBUATAN *PROTOTYPE UNTOUCHABLE DOOR HANDLE* DENGAN *MULTICRITERIA DECISION MAKING*

Nursinta Vania Azalia Simanjuntak, Yulindah Sandri Saragih, Mesarah Hutasoit, Benedikta Anna Haulian Siboro

Program Studi Manajemen Rekayasa Institut Teknologi Del
e-mail: mrs17036@students.del.ac.id, mrs17058@students.del.ac.id, mrs17066@students.del.ac.id, benedikta.siboro@del.ac.id

ABSTRAK

Prototype merupakan gambaran alat dari suatu produk yang akan dirancang atau dikembangkan dengan cara kerja serta fungsi sesuai produk tersebut. Dalam proses pembuatan prototype dari Untouchable Door Handle akan memanfaatkan infrared temperature sensor sebagai kunci untuk membuka pintu dari luar tanpa harus disentuh. Menentukan jenis infrared temperature sensor yang tepat untuk digunakan pada prototype menjadi suatu hal penting dikarenakan jenis sensor akan mempengaruhi ketepatan dan kecepatan sensor dalam membaca suhu dan juga mempengaruhi pengeluaran biaya dalam pembuatan prototype. Pemilihan jenis infrared temperature sensor dilakukan dengan menerapkan Multiple Criteria Decision Making (MCDM) menggunakan metode SAW dan TOPSIS. Metode SAW merupakan metode penjumlahan berbobot. Sedangkan TOPSIS merupakan metode yang membandingkan jarak solusi ideal negatif dan positif. Pemilihan infrared temperature sensor dilakukan dengan mempertimbangkan 4 kriteria dengan tujuan mendapatkan alternatif terbaik berdasarkan atas kriteria yang ada tersebut. Hasil perhitungan SAW menunjukkan bahwa sensor MLX90614 Infrared Sensor sebagai peringkat 1 dengan nilai V_i sebesar 0.7625. Sedangkan hasil perhitungan TOPSIS mendapatkan bahwa sensor MLX90614 Infrared Sensor sebagai peringkat 1 dengan nilai V_i sebesar 0.503.

Kata kunci: *Untouchable Door Handle, sensor, SAW, TOPSIS.*

ABSTRACT

Prototype is a description of the tools of a product that will be designed or developed by working and functioning according to the product. In the process of making a prototype of the Untouchable Door Handle, it will use an infrared temperature sensor as a key to open the door from outside without having to be touched. Determining the right type of infrared temperature sensor to use on a prototype is important because the type of sensor will affect the accuracy and speed of the sensor in reading the temperature and also affect the cost of making a prototype. Selection of the type of infrared temperature sensor is done by applying Multiple Criteria Decision Making (MCDM) using the SAW and TOPSIS methods. The SAW method is a weighted addition method. Meanwhile, TOPSIS is a method that compares the distance between negative and positive ideal solutions. Selection of infrared temperature sensor is done by considering 4 criteria to get the best alternative based on these existing criteria. The result of the SAW calculation shows that the MLX90614 Infrared Sensor is ranked 1 with a V_i value of 0.7625. Meanwhile, the TOPSIS calculation results show that the MLX90614 Infrared Sensor is ranked 1 with a V_i value of 0.503.

Keywords: *Untouchable Door Handle, sensor, SAW, TOPSIS.*

PENDAHULUAN

Dalam perancangan atau pengembangan suatu produk, sebelum dapat diproduksi secara massal dibutuhkan adanya pembuatan *prototype*. *Prototype* sendiri merupakan suatu alat yang menjadi gambaran dari suatu produk yang akan dirancang atau dikembangkan yang memiliki cara kerja serta fungsi sesuai dengan produk tersebut. *Prototype* nantinya akan memberikan gambaran kepada pembuat dan pengguna dari produk yang akan dirancang atau dikembangkan, proses dalam pembuatan *prototype* disebut sebagai *prototyping* yang berarti proses pembuatan model sederhana dari suatu produk [1]. *Untouchable Door Handle* merupakan suatu produk inovasi hasil pengembangan dari gagas pintu yang umumnya

digunakan. Dalam proses pembuatan *prototype* dari *Untouchable Door Handle* dibutuhkan beberapa material seperti *infrared temperature sensor*, *Arduino uno*, *servo*, LCD, kabel *jumper*, adaptor *Arduino*, papan PCB, solenoid, dan *relay*. Dimana, pada produk ini gagang pintu dan kuncinya akan digantikan dengan rangkaian elektronik yang memanfaatkan *infrared temperature sensor* sebagai kunci untuk membuka pintu dari luar tanpa harus disentuh. *Infrared temperature sensor* merupakan sebuah sensor suhu yang mampu mengukur maupun mendeteksi radiasi panas (*thermal*) dari suatu benda [2]. Dalam pembuatan *prototype*, penentuan jenis *infrared temperature sensor* yang akan digunakan merupakan suatu hal penting untuk dilakukan. Indikator yang dapat dilihat dalam melakukan pemilihan jenis sensor berupa ketepatan dan kecepatan sensor dalam membaca suhu, serta jumlah biaya yang akan dikeluarkan untuk membeli sensor. Anggaran biaya yang dikeluarkan diharapkan dapat diminimumkan, namun dengan tetap menggunakan suatu sensor suhu yang bekerja dengan tepat dan cepat. Oleh karena itu, untuk dapat menemukan jenis sensor suhu yang tepat dibuat beberapa kriteria-kriteria yang dibutuhkan dalam mengidentifikasi dan mengevaluasi jenis sensor yang akan digunakan dalam pembuatan *prototype*. Permasalahan yang dihadapi dalam pemilihan jenis *infrared temperature sensor* adalah banyaknya kriteria-kriteria yang dapat menjadi bahan pertimbangan, yang terkadang kriteria tersebut rumit dan tidak terstruktur dengan baik.

Pemilihan jenis *infrared temperature sensor* pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode pengambilan keputusan yang menetapkan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang ada berdasarkan beberapa kriteria tertentu atau biasa disebut dengan metode *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) [3]. Terdapat dua metode MCDM yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu SAW (*Simple Additive Weighting*) dan TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*). Metode SAW memiliki konsep dasar untuk menemukan jumlah bobot penilaian kinerja tiap alternatif pada seluruh atribut, sehingga metode ini juga dikenal sebagai metode penjumlahan berbobot. Pada metode SAW dibutuhkan adanya proses normalisasi matriks keputusan menjadi suatu skala yang dapat dibandingkan dengan seluruh peringkat alternatif [4]. Sedangkan metode TOPSIS merupakan suatu teknik untuk mengevaluasi kinerja alternatif melalui kemiripannya dengan solusi ideal, alternatif terbaik adalah yang paling mendekati solusi ideal positif dan yang terjauh dari solusi ideal negatif [5]. Metode SAW dan TOPSIS telah digunakan pada banyak penelitian terdahulu mengenai pengambilan keputusan seperti pemberian *reward* kepada pelanggan [6], pemilihan rumah tinggal [7], pemilihan prioritas Daerah Aliran Sungai (DAS) [8], pemilihan strategi optimal untuk pengelolaan sampah kota [9], pemilihan kontraktor untuk pekerjaan konstruksi [10], dan sebagainya.

Penentuan kriteria yang dibutuhkan dalam pemilihan jenis sensor didasarkan berdasarkan hasil wawancara dengan *vendor* pembuat *prototype* dan juga didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya terkait pemilihan sensor. Dimana, pemilihan kriteria disesuaikan dengan keperluan dan tujuan dari penelitian yang dilakukan. Adapun beberapa kriteria yang sering digunakan dalam pemilihan sensor seperti akurasi, sensitivitas, rentang suhu, waktu sensor, kisaran temperatur, ukuran, biaya, keandalan, ketersediaan dan beberapa kriteria lainnya [11, 12].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Medan, Sumatera Utara. Dimana selanjutnya dilakukan studi literatur mempelajari mengenai karakteristik pemilihan jenis *infrared temperature sensor* dan metode pengambilan keputusan multikriteria. Pada penelitian ini diterapkan metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) yaitu SAW (*Simple Additive Weighting*) dan TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*)

yang merupakan suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang ada berdasarkan beberapa kriteria yang akan menjadi bahan pertimbangan.

SAW (Simple Additive Weighting)

Metode SAW merupakan salah satu metode MADM (*Multiple Attribute Decision Making*) yang paling banyak digunakan [13]. MADM sendiri merupakan salah satu kategori dari MCDM. Dalam teknik SAW, skor terakhir dari masing-masing alternatif akan dihitung dan diberi peringkat. Konsep dasar dari metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dan *rating* kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut yang ada. Pada metode ini, dibutuhkan adanya proses normalisasi keputusan ke suatu skala sehingga dapat dibandingkan dengan seluruh *rating* alternatif yang ada [14].

Langkah-langkah penyelesaian metode SAW adalah sebagai berikut [14].

- a. Menentukan kriteria-kriteria yang menjadi acuan pengambilan keputusan
- b. Menentukan nilai bobot (*w*) dari setiap kriteria
- c. Menentukan nilai *performance rating* dari setiap alternatif berdasarkan persamaan berikut.

$$r_{ij} \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{Max}x_{ij}}, & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\text{Min}x_{ij}}{x_{ij}}, & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases} \tag{1}$$

Dimana:

- r_{ij} = *performance rating* alternatif yang dinormalisasi
- i = 1, 2, ..., m
- j = 1, 2, ..., n
- benefit* = jika nilai terbesar adalah yang terbaik
- cost* = jika nilai terkecil adalah yang terbaik

- d. Menentukan nilai V_i (*weight preference value*) untuk setiap alternatif dengan rumus

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \tag{2}$$

Nilai V_i yang terbesar mengidentifikasi bahwa alternatif A_i terpilih.

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

Metode TOPSIS merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang bertujuan untuk menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, dimana alternatif terbaik dipilih berdasarkan yang terdekat dengan solusi ideal positif dan yang terjauh dari solusi ideal negatif [3].

Langkah penyelesaian menggunakan metode TOPSIS adalah sebagai berikut [15][16].

- a. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{3}$$

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

- b. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot.

Solusi ideal positif A^+ dan solusi ideal negatif A^- dapat ditentukan berdasarkan *rating* bobot ternormalisasi (y_{ij}) sebagai:

$$y_{ij} = w_i r_{ij} \tag{4}$$

Dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$.

- c. Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif.

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \tag{5}$$

Dengan:

$$y_1^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij} & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \min_i y_{ij} & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases} \quad (6)$$

$$y_1^- = \begin{cases} \min_i y_{ij} & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \max_i y_{ij} & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases} \quad (7)$$

- d. Menentukan jarak antar nilai setiap alternatif dengan matrik solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif.

Jarak antara alternatif A_i dengan solusi ideal positif dirumuskan sebagai:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2}; i = 1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

Jarak antara alternatif A_i dengan solusi ideal negatif dirumuskan sebagai:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \quad (9)$$

- e. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif. TOPSIS membutuhkan *rating* kinerja setiap alternatif A_i pada setiap kriteria C_j yang ternormalisasi, yaitu:

Nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai:

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (10)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Kriteria Pemilihan *Infrared Temperature Sensor*

Dalam proses pembuatan *prototype*, peneliti menentukan tiga jenis alternatif *infrared temperature sensor* yang cocok digunakan berdasarkan keperluan pelanggan. Agar *prototype* berfungsi dengan baik dan memenuhi jawaban atas permasalahan pelanggan, peneliti perlu mendalami lebih jauh tentang spesifikasi dan kemampuan ketiga jenis sensor tersebut. Maka dari itu, peneliti harus mengumpulkan data berupa preferensi pelanggan terhadap ketiga sensor tersebut. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah kuesioner. Kuesioner ini berisikan daftar spesifikasi sensor dimana responden akan menilai setiap spesifikasi sensor tersebut. Dalam pemilihan jenis *infrared temperature sensor*, peneliti mengajukan kuesioner kepada 90 orang responden untuk menilai ketiga sensor tersebut berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria yang ditetapkan oleh peneliti untuk dinilai oleh responden adalah rentang suhu yang dapat dibaca sensor (K1), tingkat sensitivitas sensor saat pembacaan suhu (K2), tingkat akurasi sensor dalam *output* pembacaan suhu (K3), dan harga sensor (K4). Responden sendiri akan memberikan bobot kepentingan dan skala nilai terhadap kriteria diatas berdasarkan spesifikasi yang telah disediakan.

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil penilaian responden terhadap tiga jenis *infrared temperature sensor* yang sudah ditentukan. Data ini akan digunakan dalam pengambilan keputusan untuk memilih alternatif *infrared temperature sensor* yang dinilai terbaik, menggunakan metode SAW dan TOPSIS.

Adapun yang menjadi keterbatasan dalam penelitian ini adalah:

- 1) minimnya responden yang benar-benar ahli terkait sensor *infrared*, sehingga penelitian memiliki data yang terbatas tentang karakteristik sensor *infrared* yang diteliti.
- 2) Jumlah sensor *infrared* yang dipilih hanya 3 jenis, dimana ini tidak menutup kemungkinan sensor *infrared* lainnya untuk memberikan hasil pembacaan suhu yang lebih akurat.

Tabel 1. Daftar Spesifikasi Sensor

Nama Sensor <i>Infrared</i>	Rentang Suhu	Sensitivitas	Akurasi Output	Harga
MLX90614 <i>Infrared Sensor</i>	-70°C s/d 280°C	0.01°C	0.14°C	Rp150,000.00
GY-906 MLX90614ESF <i>Non-Contact Infrared</i>	-20°C s/d 120°C	0.02°C	0.14°C	Rp210,000.00
LM 35	-55°C s/d 150°C	0.5°C	0.5°C	Rp20,000.00

Tabel 2. Bobot Kepentingan Kriteria

Kriteria	Bobot (%)
Rentang Suhu	20
Sensitivitas	25
Akurasi Output	20
Harga	30

Tabel 3. Bobot Kriteria Rentang Suhu (K1)

Kriteria	Range	Bobot
Rentang Suhu (K1)	-70°C s/d 280°C	0.9
	-55°C s/d 150°C	0.7
	-40°C s/d 80°C	0.5
	-20°C s/d 120°C	0.4
	0°C s/d 50°C	0.2

Tabel 4. Bobot Kriteria Sensitivitas Sensor (K2)

Kriteria	Range	Skala Nilai	Bobot	Keterangan
Sensitivitas (K2)	> 0.5°C	1	0.2	Tidak Baik
	0.1°C s/d 0.5°C	2	0.4	Cukup
	0.05°C s/d 0.1°C	3	0.6	Baik
	0.01°C s/d 0.05°C	4	0.8	Sangat Baik

Tabel 5. Bobot Kriteria Akurasi Sensor (K3)

Kriteria	Range	Skala Nilai	Bobot	Keterangan
Akurasi Output (K3)	> 0.5°C	1	0.2	Tidak Baik
	0.1°C s/d 0.5°C	2	0.4	Cukup
	0.05°C s/d 0.1°C	3	0.6	Baik
	0.01°C s/d 0.05°C	4	0.8	Sangat Baik

Tabel 6. Bobot Kriteia Harga Sensor (K4)

Kriteria	Range	Skala Nilai	Bobot	Keterangan
Harga (K4)	Rp15,000.00 s/d Rp30,000.00	1	0.8	Sangat Murah
	Rp30,000.00 s/d Rp50,000.00	2	0.6	Murah
	Rp50,000.00 s/d Rp100,000.00	3	0.4	Sedang
	Rp100,000.00 s/d Rp150,000.00	4	0.3	Mahal
	>Rp150,000.00	5	0.2	Sangat Mahal

Tabel 7. Kategori Masing-masing Kriteria

Kriteria	Kategori
Rentang Suhu	<i>Benefit</i>
Benefit	<i>Benefit</i>
Akurasi Output	<i>Benefit</i>
Harga	<i>Benefit</i>

Hasil Pengolahan Metode SAW

Pengambilan keputusan menggunakan metode SAW menghasilkan jumlah penilaian kriteria sensor secara keseluruhan. Proses normalisasi keputusan dilakukan untuk menghasilkan ranking *preference value* (V_i), dimana *preference value* mendefenisikan skor

alternatif terbaik dalam pemilihan jenis *infrared temperature sensor* untuk digunakan pada *prototype*.

Tabel 8. *Performance Rating Value*

MLX90614 <i>Infrared Sensor</i>	1	1	1	0,3750
GY-906 MLX90614ESF <i>Non-Contact Infrared</i>	0,4444	1	1	0,2500
LM 35	0,7778	0,2500	0,5000	1

Tabel 8 memperlihatkan hasil perhitungan *performance rating value* menggunakan persamaan sesuai dengan kategori yang telah ditentukan dari setiap kriteria.

Tabel 9. Nilai *Preference Value* Alternatif Sensor Metode SAW

Nama Sensor <i>Infrared</i>	Vi(K1)	Vi(K2)	Vi(K3)	Vi(K4)	Total Vi	Rank
MLX90614 <i>Infrared Sensor</i>	0.2000	0.2500	0.2000	0.1125	0.7625	1
GY-906 MLX90614ESF <i>Non-Contact Infrared</i>	0.0889	0.2500	0.2000	0.0750	0.6139	3
LM 35	0.1556	0.0625	0.1000	0.3000	0.6181	2

Tabel 9 memperlihatkan langkah akhir dari perhitungan metode SAW, dimana dilakukan perankingan terhadap total nilai *preference value* dari keempat kriteria alternatif *infrared temperature sensor*. Sistem perankingan dilakukan dengan nilai 1 sebagai total nilai *preference value* tertinggi hingga nilai 3 sebagai total nilai *preference value* terendah. Tabel 9 memperlihatkan bahwa berdasarkan metode SAW, alternatif *infrared temperature sensor* yang dinilai terbaik untuk digunakan pada *prototype* adalah penggunaan alternatif *MLX96014 Infrared Sensor* dengan total nilai *preference value* sebesar 0.7625.

Hasil Pengolahan Menggunakan TOPSIS

Selanjutnya adalah penggunaan metode TOPSIS. Pengambilan keputusan dengan menggunakan metode TOPSIS menghasilkan solusi positif dan solusi negatif dari setiap alternatif. Solusi ini dapat memberikan gambaran kepada pihak pengambil keputusan untuk memilih alternatif berdasarkan pertimbangan yang ada. Setelah memperoleh nilai solusi positif dan solusi negatif dari setiap alternatif, kembali diadakan perhitungan *preference value* dan pemberian *ranking* untuk memilih alternatif terbaik, dengan sistem pemberian *ranking* yang sama dengan metode SAW.

Tabel 10. Matriks Normalisasi R

Nama Sensor <i>Infrared</i>	K1	K2	K3	K4
MLX90614 <i>Infrared Sensor</i>	0,7448	0,6963	0,6667	0,3419
GY-906 MLX90614ESF <i>Non-Contact Infrared</i>	0,3310	0,6963	0,6667	0,2279
LM 35	0,5793	0,1741	0,3333	0,9117

Tabel 11. Matriks Normalisasi Y

Nama Sensor <i>Infrared</i>	K1	K2	K3	K4
MLX90614 <i>Infrared Sensor</i>	0,1568	0,1832	0,1404	0,1080
GY-906 MLX90614ESF <i>Non-Contact Infrared</i>	0,0697	0,1832	0,1404	0,0720
LM 35	0,1220	0,0458	0,0702	0,2879

Tabel 12. *Positive Ideal Solution*

Y1 ⁺	0,1568
Y2 ⁺	0,1832
Y3 ⁺	0,1404
Y4 ⁺	0,2879

Tabel 13. *Negative Ideal Solution*

Y1 ⁻	0,0697
Y2 ⁻	0,0458
Y3 ⁻	0,0702
Y4 ⁻	0,0720

Tabel 14. *Matriks Positive Ideal Solution*

A ⁺	0,1568	0,1832	0,1404	0,2879
----------------	--------	--------	--------	--------

Tabel 15. *Matriks Negative Ideal Solution*

A ⁻	0,0697	0,0458	0,0702	0,0720
----------------	--------	--------	--------	--------

Tabel 16. Nilai *Preference Value* Alternatif Sensor Metode TOPSIS

<i>Distance of Positive Solution</i>		<i>Distance of Negative Solution</i>		<i>Preference Value (Vi)</i>	<i>Rank</i>	
D ₁ ⁺	0.1799	D ₁ ⁻	0.1808	V ₁	0.5013	1
D ₂ ⁺	0.2328	D ₂ ⁻	0.1543	V ₂	0.3986	3
D ₃ ⁺	0.3005	D ₃ ⁻	0.2222	V ₃	0.4251	2

Tabel 16 memperlihatkan langkah akhir dari perhitungan metode TOPSIS, dimana nilai solusi positif dan solusi negatif setiap alternatif dihitung kembali menggunakan *preference value*. Perangkingan terhadap *preference value* kembali dilakukan untuk memilih alternatif terbaik. Tabel 16 menunjukkan bahwa berdasarkan metode TOPSIS, alternatif *infrared temperature sensor* yang dinilai terbaik untuk digunakan pada *prototype* adalah penggunaan alternatif *MLX96014 Infrared Sensor* dengan total nilai *preference value* sebesar 0.5013.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil temuan nilai dari metode SAW dan TOPSIS, kedua metode menunjukkan bahwa dalam mengambil keputusan untuk memilih alternatif sensor terbaik yang digunakan di *prototype*, alternatif terbaik yang dapat diperoleh peneliti terletak pada penggunaan alternatif pertama berupa *MLX96014 Infrared Sensor*.

Jika spesifikasi ketiga alternatif sensor dilihat secara mendalam, setiap alternatif memiliki keunggulan di satu dari empat kriteria. Sehingga sebenarnya setiap alternatif berpotensi untuk digunakan oleh peneliti dalam pembuatan *prototype*. Namun secara keseluruhan, metode SAW dan TOPSIS sama-sama membantu pihak pengambil keputusan dalam memberikan gambaran alternatif yang memberikan dampak positif secara keseluruhan dan memperoleh hasil alternatif semaksimal mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Santoso and A. W. Yulianto, “Analisa Dan Perancangan Sistem Absensi Siswa Berbasis Web Dan Sms Gateway,” *J. Matrik*, vol. 16, no. 2, p. 65, Jul. 2017, doi: 10.30812/matrik.v16i2.11.
- [2] R. S. Veronika Simbar and A. Syahrin, “PROTOTYPE SISTEM MONITORING TEMPERATUR MENGGUNAKAN ARDUINO UNO R3 DENGAN KOMUNIKASI WIRELESS,” *J. Tek. Mesin*, vol. 05, 2016, doi: 10.22441/jtm.v5i4.1225.
- [3] C. O. Doaly, P. Moengin, and G. Chandiawan, “PEMILIHAN MULTI-KRITERIA PEMASOK DEPARTMENT STORE MENGGUNAKAN METODE FUZZY AHP DAN TOPSIS,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 7, pp. 70–78, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v7i1.5037.
- [4] W. Deni, O. Sudana, and A. Sasmita, “Analysis and Implementation Fuzzy Multi-Attribute Decision Making SAW Method for Selection of High Achieving Students in Faculty Level,” *Int. J. Comput. Sci. Issues*, vol. 10, no. 1, pp. 674–680, 2013.

- [5] R. A. Krohling and A. G. C. Pacheco, "A-TOPSIS - An approach based on TOPSIS for ranking evolutionary algorithms," 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.07.054.
- [6] A. P. Windarto, "IMPLEMENTASI METODE TOPSIS DAN SAW DALAM MEMBERIKAN REWARD PELANGGAN," *KLIK - Kumpul. J. ILMU Komput.*, 2017, doi: 10.20527/klik.v4i1.73.
- [7] Sunarti, "Perbandingan Metode TOPSIS dan SAW Untuk Pemilihan Rumah Tinggal," *J. Inf. Syst.*, 2018.
- [8] S. G. Meshram, E. Alvandi, C. Meshram, E. Kahya, and A. M. Fadhil Al-Quraishi, "Application of SAW and TOPSIS in Prioritizing Watersheds," *Water Resour. Manag.*, 2020, doi: 10.1007/s11269-019-02470-x.
- [9] S. Jovanovic, S. Savic, N. Jovicic, G. Boskovic, and Z. Djordjevic, "Using multi-criteria decision making for selection of the optimal strategy for municipal solid waste management," *Waste Manag. Res.*, 2016, doi: 10.1177/0734242X16654753.
- [10] E. K. Zavadskas, T. Vilutiene, Z. Turskis, and J. Tamosaitiene, "Contractor selection for construction works by applying saw-g and topsis grey techniques," *J. Bus. Econ. Manag.*, 2010, doi: 10.3846/jbem.2010.03.
- [11] D. Sutarya and A. Sartono, "ANALISA TEKNO-EKONOMI DALAM PEMILIHAN SENSOR KONSENTRASI HYDROGEN UNTUK PENGGUNAAN DI LABORATORIUM IEBE," *Pengelolaan Instal. Nukl.*, vol. 9, pp. 34–45, 2016.
- [12] Septinurriandiani, *SISTEM MONITORING KESEHATAN STRUKTURPENILAIAN KONDISI DAN KRITERIA PERALATAN MONITORING*, 1st ed. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum, 2011.
- [13] A. Memariani, A. Amini, and A. Alinezhad, "Sensitivity Analysis of Simple Additive Weighting Method (SAW): The Results of Change in the Weight of One Attribute on the Final Ranking of Alternatives," *J. Ind. Eng.*, vol. 4, pp. 13–18, 2019.
- [14] H. T. Sihotang and M. Siboro, "Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Siswa Bermasalah Menggunakan Metode Saw Pada Sekolah SMP Swasta Mulia Pratama Medan," *J. Informatics Pelita Nusant.*, 2016.
- [15] H. Hertyana, "Seleksi Penerimaan Karyawan Baru Menggunakan Metode Topsis," *Jitk*, 2019.
- [16] A. Fauzi and E. Setiawan, "Evaluasi Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (Tpa) Sampah Di Kabupaten Klaten, Indonesia Dengan Metode Technique for Order Preference By Similarity To Ideal Solution (Topsis)," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 19–28, 2021.