

PENENTUAN PENERIMA PENGHARGAAN UNTUK PEMILAH AKTIF BULANAN TPS 3R DENGAN METODE ELIMINATION ET CHOIX TRADUISANT LA REALITÉ (ELECTRE)

I Gede Riyan Ardi Darmawan^{1*}, Gede Aditra Pradnyana², I Md. Dendi Maysanjaya³

^{1,2,3}Prodi Sistem Informasi Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha, Jln. Udayana No. 11 Singaraja 81116 INDONESIA

Abstrak

Yayan Taksu Tridatu dari Desa Ped mengembangkan program kerja TPS 3R untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam menangani sampah. Program ini mendorong pemilah sampah aktif dengan memberikan penghargaan bulanan. Dalam penelitian ini, metode *Elimination Et Choix Traduisant La Realite* (ELECTRE) digunakan untuk mengembangkan modul sistem pendukung keputusan yang dapat memberikan rekomendasi keputusan dengan cepat dan tepat. Penelitian ini menggunakan metode ELECTRE dengan model *System Development Life Cycle* (SDLC) dan model *Waterfall* sebagai model pengembangannya. Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengujian, yaitu *White Box Testing* teknik *Basic Path Testing*, *Black Box Testing* teknik *Boundary Value Analysis* dan uji kesesuaian hasil rekomendasi. Penelitian ini menggunakan data anggota TPS 3R Yayasan Taksu Tridatu sebanyak 107 orang, pada bulan Februari sampai Desember 2021. Penelitian ini menghasilkan modul sistem pendukung keputusan untuk menentukan penerima penghargaan bagi pemilah aktif bulanan pada TPS 3R Yayasan Taksu Tridatu. Dengan pengujian kesesuaian rekomendasi menghasilkan nilai kesesuaian sebesar 9,09% dan nilai perbedaan sebesar 91,01%. Hasil ini disebabkan oleh proses perbandingan alternatif yang menjadi karakteristik metode ELECTRE.

Kata Kunci:

ELECTRE, TPS 3R, Sistem Pendukung Keputusan, Penanganan Sampah

Abstract

Yayan Taksu Tridatu from Ped Village developed a TPS 3R work program to increase community participation in handling waste. The program encourages active waste sorters by giving monthly awards. In this research, the *Elimination Et Choix Traduisant La Realite* (ELECTRE) method is used to develop a decision support system module that can provide decision recommendations quickly and precisely. This research uses the ELECTRE method with the *System Development Life Cycle* (SDLC) model and the *Waterfall* model as the development model. This research uses several testing methods, namely *White Box Testing Basic Path Testing* technique, *Black Box Testing Boundary Value Analysis* technique and test the suitability of the recommendation results. This research uses data on 107 members of TPS 3R Yayasan Taksu Tridatu, from February to December 2021. This research produces a decision support system module to determine award recipients for monthly active sorters at TPS 3R Yayasan Taksu Tridatu. Testing the suitability of recommendations resulted in a suitability value of 9.09% and a difference value of 91.01%. This result is caused by the alternative comparison process that characterizes the ELECTRE method.

Keywords:

ELECTRE, TPS 3R, Decision Support System, Waste Management

1. PENDAHULUAN

Kawasan kepulauan Nusa Penida terletak di Kabupaten Klungkung. Kepulauan ini tergabung dalam satu kecamatan yang disebut Kecamatan Nusa Penida. Nusa Penida terkenal karena keindahan alamnya yang luar biasa. Menurut bapak I Wayan Karta, pengelola yayasan Taksu Tridatu, belum ada TPS 3r di daerah Nusa Penida sebelum tahun 2019. TPS 3r ini dimaksudkan untuk mengelola sampah masyarakat. Satu-satunya TPA di Nusa Penida adalah TPA Biaung yang mengirimkan sebagian besar sampah masyarakat tanpa melalui proses pemilahan. Akibatnya, banyak sampah bernilai tertimbun di TPA. Dengan populasi

* Korespondensi

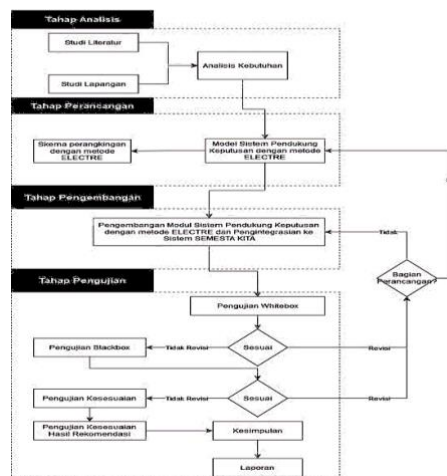
E-mail: riyana@undiksha.ac.id

lebih dari 70.000 orang, kecamatan Nusa Penida menyumbang hampir 37,47 ton sampah per hari di provinsi Bali (Bengong, 2020). Yayasan Taksu Tridatu merupakan salah satu TPS 3R di Nusa Penida secara aktif melakukan pendekatan pengelolaan sampah di masyarakat. Yayasan Taksu Tridatu di Banjar Nyuh Desa Ped bergerak dalam bidang lingkungan, budaya, keuangan, dan sosial (Tridatu, 2022). Organisasi ini bergerak melalui pengolahan sampah di TPS 3R. TPS 3R menjadi tempat pengelolaan sampah seperti pengumpulan, pendauran ulang dan pemilihan khusus di wilayah tersebut. Masyarakat sekitar dan pemerintah memainkan peran aktif dalam pendekatan ini di skala regional atau komunal.

Menurut Bapak I Wayan Karta selaku Pengelola TPS 3R, yayasan memberikan penghargaan atau hadiah untuk mendorong masyarakat secara aktif memilah sampah. Penghargaan didasarkan pada tingkat kontribusi masyarakat dalam pengelolaan sampah rumah tangga (Admin, 2023). Namun, bagi para pegawai penentuan penerimaan hadiah dilakukan secara manual. Hal ini dapat menghambat pekerjaan dan menyita banyak waktu untuk menjadi pemilah aktif setiap bulan. Dengan mempertimbangkan masalah yang dihadapi, Yayasan Taksu Tridatu membutuhkan sistem yang dapat membantu mendapatkan rekomendasi pemilah sampah yang aktif setiap bulan. Sistem ini dikenal sebagai sistem pendukung keputusan Semesta Kita. Semesta Kita merupakan sistem pengambil keputusan yang dikembangkan untuk memudahkan Yayasan Taksu Tridatu dalam menentukan pemberian penghargaan atau hadiah. Dalam hal ini, banyak kriteria dan alternatif diperlukan untuk menentukan hadiah. Hal tersebut, membuat sulit menemukan hasil terbaik dengan memaksimalkan data yang diperoleh dari perhitungan kriteria dan alternatif. Oleh karena itu, dibutuhkan metode pengembangan yang dapat mencakup kriteria dan alternatif kompleks yang sesuai dengan penelitian Yayasan Taksu Tridatu TPS 3R. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Sinaga et al., 2019) metode *Elimination Et Choix Traduisant La Realite* (ELECTRE) digunakan sesuai dengan banyaknya kriteria dan alternatif yang tersedia. Selain itu, ELECTRE lebih baik dalam memberikan rekomendasi penelitian dibandingkan dengan metode TOPSIS (rizqoni et al., 2020). Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Electre sangat cocok untuk memberikan rekomendasi pada data yang banyak, penelitian tersebut menggunakan 28 buah dan menemukan hasil kesesuaian rekomendasi sebesar 85,714% (Rahayu et al., 2018).

Penelitian ini menggunakan metode *Elimination Et Choix Traduisant La Realité* (ELECTRE). Model yang digunakan dalam sistem ini adalah *System Development Life Cycle* (SDLC) dan model *Waterfall* sebagai model pengembangannya. Pemilihan metode ini berdasarkan karakteristik yang dimiliki, melakukan proses perancangan dengan membandingkan nilai alternatif dari setiap kriteria yang digunakan (Faidhani et al., 2021). Penelitian ini menggunakan *framework Laravel 8* melalui penyimpanan *database* pada MySQL sebagai *tools* pengembangan modul sistem pendukung keputusan. Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengujian, yaitu *White Box Testing* teknik *Basic Path Testing* berfokus pada pengujian penerapan algoritma yang digunakan dalam penelitian, *Black Box Testing* teknik *Boundary Value Analysis* berfokus menganalisis kesalahan yang berhubungan dengan kesalahan fungsional sistem dan uji kesesuaian hasil rekomendasi untuk mengetahui tingkat kesesuaian hasil rekomendasi dari metode ELECTRE yang digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini menghasilkan modul sistem pendukung keputusan untuk menentukan penerima penghargaan bagi pemilah aktif bulanan pada TPS 3R Yayan Taksu Tridatu.

2. METODE



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis *Research and Development* (R&D) dengan menambahkan sebuah modul yang dapat mendukung keputusan melalui metode ELECTRE dan mengimplementasikan serta mengintegrasikan modul tersebut ke dalam aplikasi Semesta Kita. Data penelitian ini adalah data anggota TPS 3R Yayasan Taksu Tridatu sebanyak 107 orang, pada bulan Februari sampai Desember 2021. Pelaksanaan pengembangan pada model ini dijelaskan pada **Gambar 1**.

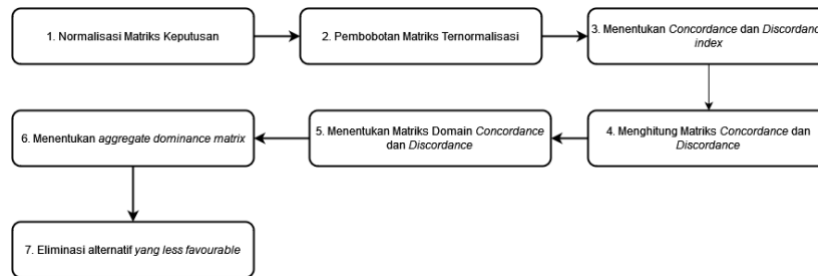
A. Tahap Analisis untuk analisis kebutuhan modul sistem pendukung keputusan dilakukan secara langsung melalui wawancara dengan pengelola Yayasan Taksu Tridatu, yaitu Bapak I Wayan Karta di Desa Ped. Dalam penelitian ini, *decision maker* menentukan 10 kriteria melalui wawancara dan data pemenang penghargaan dari periode sebelumnya. Selain itu, *decision maker* juga menentukan nilai bobot masing-masing kriteria dengan asumsi bahwa total nilai bobot adalah 1.

Tabel 1. Kriteria dan Pembobotan Penilaian Harian

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Opsi Pilihan	Bobot	Normalisasi Bobot
C1	Melakukan pemilahan sampah organik dan anorganik Rumah Tangga	a. Ada pemilahan sampah b. Tidak ada pemilahan sampah	20%	0,2
C2	Melakukan pengolahan sampah organik menjadi kompos	a. Ada pengolahan sampah organik menjadi kompos b. Tidak ada pengolahan sampah organik menjadi kompos	15%	0,15
C3	Melakukan pemilahan sampah anorganik bernilai	a. Ada pemilahan sampah anorganik bernilai b. Tidak ada pemilahan sampah anorganik bernilai	15%	0,15
C4	Menempatkan sampah Residu dan B3 dalam wadah khusus	a. Ada menempatkan sampah residu dan B3 dalam wadah khusus b. Tidak ada menempatkan sampah residu dan B3 dalam wadah khusus	15%	0,15
C5	Menyiapkan tempat penampungan pemilahan sampah secara mandiri	a. Ada menyiapkan tempat penampungan pemilahan sampah secara mandiri b. Tidak ada menyiapkan tempat penampungan pemilahan sampah secara mandiri	10%	0,1
C6	Membuat ekoenzim dari sampah buah atau sayuran	a. Ada membuat ekoenzim dari sampah buah atau sayuran b. Tidak ada membuat ekoenzim dari sampah buah atau sayuran	5%	0,05
C7	Melakukan kegiatan <i>reuse</i> sampah anorganik	a. Ada melakukan kegiatan <i>reuse</i> sampah anorganik b. Tidak ada melakukan kegiatan <i>reuse</i> sampah anorganik	5%	0,05
C8	Memanfaatkan hasil olahan sampah organik	a. Ada pemanfaatan hasil olahan sampah organik b. Tidak ada pemanfaatan olahan sampah organik	5%	0,05
C9	Mengelola limbah cair rumah tangga	a. Ada pengelolaan limbah cair rumah tangga b. Tidak ada pengelolaan limbah cair rumah tangga	5%	0,05
C10	Ikut menjadi anggota bank sampah TPS 3R	a. Aktif menjadi anggota Bank Sampah TPS 3R b. Tidak aktif menjadi anggota Bank Sampah TPS 3R	5%	0,05
Total			100%	1

Tabel 1 menunjukkan masing-masing kriteria, *decision maker* memberikan bobot preferensi [0,20; 0,15; 0,15; 0,15; 0,10; 0,05; 0,05; 0,05; 0,05]. Tiga anggota TPS 3R berpotensi menjadi penerima penghargaan pemilah aktif bulanan TPS 3R dari Yayasan Taksu Tridatu pada bulan Desember 2021.

B. Tahap Perancangan untuk merancang pengembangan modul sistem pendukung keputusan menggunakan metode ELECTRE yang terdiri dari 7 tahapan hingga memperoleh perangkaan yang sesuai. Tahapan dari metode ELECTRE adalah sebagai berikut (Rizqoni et al., 2020).



Gambar 2. Tahapan Metode ELECTRE

Dalam metode ELECTRE, *decision maker* harus memberikan faktor kepentingan (*W*) pada setiap kriteria yang menunjukkan kepentingan relatifnya. Kepentingan relatif setiap kriteria dinyatakan dalam *W_{ij}*, total jumlah nilai *W* adalah sama dengan 1, dirumuskan dalam **Persamaan (2.1)**:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2 & 0 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & w_n \end{bmatrix}, \text{ dan } \sum_{i=1}^n w = 1 \quad (2.1)$$

1. Normalisasi matriks keputusan, yaitu normalisasi dari nilai matriks keputusan berikan nilai dari setiap kriteria yang digunakan pada alternatif penelitian. Proses ini digunakan dalam menyatukan setiap elemen pada matriks guna memperoleh skala nilai yang seragam. Setiap normalisasi dari nilai *X_{ij}* dapat dilakukan dengan **Persamaan (2.2)**:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2.2)$$

Oleh sebab itu, didapat matriks *R* hasil normalisasi pada **Persamaan (2.3)**:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

R adalah matriks yang telah dinormalisasi, *m* menyatakan alternatif, *n* menyatakan kriteria dan *r_{ij}* adalah normalisasi pengukuran pilihan dari alternatif ke-*i* dalam hubungannya dengan kriteria ke-*j*.

2. Pembobotan matriks ternormalisasi, yaitu melakukan pembobotan matriks dengan nilai bobot kepentingan yang telah ditentukan oleh si pengambil keputusan. Tujuan dari pembobotan matriks ternormalisasi ini adalah untuk mendapatkan sebuah nilai matriks preferensi. Setiap kolom dari matriks *R* dikalikan dengan bobot-bobot (*w_j*) yang ditentukan oleh pembuat keputusan. *Weighted normalized matrix* adalah *V*=*RW* pada **Persamaan (2.4)**:

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = RW = \begin{bmatrix} w_1r_{11} & w_2r_{12} & \dots & w_nr_{1n} \\ w_1r_{21} & w_2r_{22} & \dots & w_nr_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_1r_{m1} & w_2r_{m2} & \dots & w_nr_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

3. Menentukan *concordance* dan *discordance index*, yaitu perbandingan hasil antara setiap alternatif yang digunakan dalam pengembangan modul ini untuk memperoleh *concordance index* dan *discordance index*. Setiap pasang dari alternatif k dan l ($k, l = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $k \neq l$) kumpulan kriteria j dibagi menjadi dua *subset*, yaitu *concordance* dan *discordance*. Kriteria alternatif termasuk *concordance* dapat dinyatakan pada **Persamaan (2.5)**:

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.5)$$

Kriteria alternatif termasuk *discordance* dapat dinyatakan pada **Persamaan (2.6)**:

$$D_{kl} = \{j, y_{kj} < y_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.6)$$

4. Menghitung matriks *concordance* dan *discordance*, yaitu prosedur penghitungan indeks konkordansi dan indeks ketidaksesuaian. Hasil konkordansi diperoleh dengan menambahkan bobot setiap opsi, dan hasil perselisihan diperoleh dengan membagi setiap alternatif yang ada dengan indeks ketidaksesuaian.

Secara matematis *concordance* dapat dinyatakan pada **Persamaan (2.7)**:

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \quad (2.7)$$

Matriks *concordance* dapat dinyatakan pada **Persamaan (2.8)**:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & - & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Secara matematis *discordance* dapat dinyatakan pada **Persamaan (2.9)**:

$$d_{kl} = \frac{\{\max(v_{mn} - v_{mn-ln}); m, n \in D_{kl}\}}{\{\max(v_{mn} - v_{mn-ln}); m, n = 1, 2, 3 \dots\}} \quad (2.9)$$

Matriks *discordance* dapat dinyatakan pada **Persamaan (2.10)**:

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & - & d_{23} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

5. Menentukan matriks *domain concordance* dan *discordance*, yaitu perhitungan matriks untuk konkordansi dan ketidaksesuaian dibandingkan dengan matriks normalisasi yang dihasilkan sebelumnya untuk mendapatkan matriks konkordansi dan sumbangsih.

Concordance digambarkan pada **Persamaan (2.11)**:

$$C_{kl} \geq \underline{c} \quad (2.11)$$

Nilai *threshold* (\underline{c}), digambarkan pada **Persamaan (2.12)**:

$$\underline{c} = \frac{\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n c_{kl}}{m * (m - 1)} \quad (2.12)$$

Nilai setiap elemen matriks F sebagai matriks dominan *concordance* digambarkan pada **Persamaan (2.13)**:

$$f_{kl} = 1, \text{ jika } c_{kl} \geq \underline{c} \text{ dan } f_{kl} = 0, \text{ jika } c_{kl} < \underline{c} \quad (2.13)$$

Nilai *threshold*, digambarkan pada **Persamaan (2.14)**:

$$\underline{d} = \frac{\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n d_{kl}}{m * (m - 1)} \quad (2.14)$$

Nilai setiap elemen untuk matriks G sebagai matriks dominan *discordance* ditentukan dengan **Persamaan (2.15)**:

$$g_{kl} = 0, \text{ jika } c_{kl} \geq \underline{d} \text{ dan } g_{kl} = 1, \text{ jika } c_{kl} < \underline{d} \quad (2.15)$$

- Menentukan *Aggregate Dominance* matriks, yaitu matriks konkordansi dibandingkan dengan nilai ambang konkordansi dan ambang batas ketidaksesuaian dibandingkan dengan matriks ketidaksesuaian sehingga menghasilkan matriks yang bernilai 1 atau 0. Agregat matriks yang mendominasi kemudian ditentukan dengan membandingkan kedua nilai ini. *Aggregate dominance matrix* sebagai matriks E merupakan perkalian antara elemen matriks F dengan elemen matriks G, digambarkan dengan **Persamaan (2.16)**:

$$e_{kl} = f_{kl} * g_{kl} \quad (2.16)$$

- Eliminasi alternatif yang *less favourable*, yaitu mempertimbangkan setiap perhitungan yang dilakukan dan mengubah setiap proses yang dilakukan, alternatif diurutkan berdasarkan alternatif yang mendominasi alternatif lainnya, ditandai dengan nilai matriks elemennya. Setelah pengurutan, hasil dari rekomendasi alternatif adalah pilihan terbaik yang dihasilkan. Matriks E mengurutkan pilihan alternatif, dengan $e_{kl} = 1$ menunjukkan prioritas A_k atas A_l . Oleh karena itu, baris dengan jumlah $e_{kl} = 1$ paling sedikit dapat dieliminasi.

C. Tahap Pengembangan adalah pengembangan modul sistem pendukung keputusan menggunakan model *System Development Life Cycle* (SDLC) dengan model pengembangan yang dipilih adalah *waterfall*. Model ini melaksanakan tahapan secara menyeluruh dengan aluran layaknya air terjun yaitu satu tahapan selesai maka baru bisa menuju tahapan selanjutnya.

D. Tahap Pengujian adalah proses evaluasi yang dilakukan pada perangkat lunak berdasarkan proses setiap fitur pada sistem. Proses ini akan menguji apakah fitur-fitur dalam modul Semesta Kita telah memenuhi perancangan sebelumnya. Pengujian dilakukan dalam empat jenis pengujian, yaitu uji *black box*, uji *white box*, uji kesesuaian dan uji kesesuaian hasil rekomendasi. Dengan menggunakan metode ELECTRE, pengujian dilakukan pada fitur modul sistem pendukung keputusan. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi setiap fitur di TPS 3R dan mengevaluasi tingkat kesesuaian penggunaan metode pada kasus yang terjadi.

Tabel 2. Instrumen Pengujian Kesesuaian Modul Sistem Pendukung Keputusan

No	Instrumen Pengujian Kesesuaian		
	Hasil Rekomendasi ELECTRE	Hasil Perhitungan Manual	Sesuai/Tidak Sesuai
1			
2			
...			
	Jumlah Data =		
	Jumlah Sesuai =		
	Jumlah Tidak Sesuai =		

Tabel 3. Instrumen Pengujian Kesesuaian Hasil Rekomendasi Modul Sistem Pendukung Keputusan

No	Instrumen Pengujian Kesesuaian Hasil Rekomendasi Bulan ...	
	Hasil Rekomendasi ELECTRE	Hasil Pemilih Aktif Periode Sebelumnya
1		
2		
...		
10	Jumlah Data = 10 Data	
	Jumlah Hasil Yang Sama =	
	Jumlah Hasil Yang Tidak Sama =	

Pengujian kesesuaian ini dapat dicari dengan menggunakan **Persamaan (2.17)**:

$$\text{Nilai kesesuaian (\%)} = \frac{\sum \text{luaran sama}}{\sum \text{data uji}} \times 100\% \quad (2.17)$$

Pengujian kesesuaian hasil rekomendasi, menggunakan **Persamaan (2.18)** untuk nilai kesesuaian hasil dan nilai perbedaan hasil untuk **Persamaan (2.19)**:

$$\text{Nilai kesesuaian hasil (\%)} = \frac{\sum \text{luaran sama}}{\sum \text{data uji}} \times 100\% \quad (2.18)$$

$$\text{Nilai perbedaan hasil (\%)} = \frac{\sum \text{luaran tidak sama}}{\sum \text{data uji}} \times 100\% \quad (2.19)$$

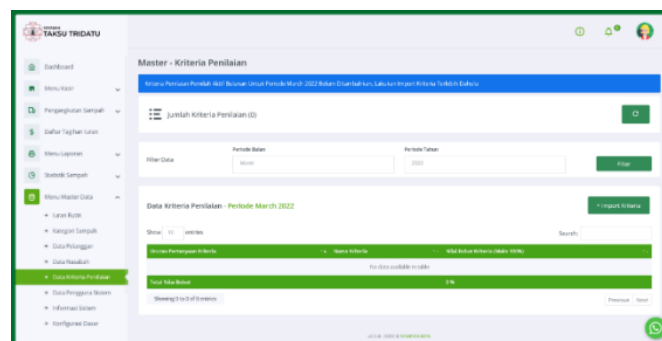
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan modul sistem pendukung keputusan untuk menentukan penerima penghargaan bagi pemilah aktif bulanan pada TPS 3R Yayan Taksu Tridatu terdiri dari lingkungan implementasi perangkat lunak, batasan implementasi perangkat lunak, implementasi arsitektur perangkat lunak, implementasi struktur data perangkat lunak, dan implementasi tampilan antarmuka perangkat lunak sebagai berikut.

A. Implementasi Modul Sistem Pendukung Keputusan

Tampilan ini memperlihatkan fitur-fitur yang terdapat dalam modul berdasarkan pada rancangan sebelumnya yang diimplementasikan berdasarkan rancangan tampilan, *activity diagram*, dan SKPL. Dalam implementasi tampilan ini, menggunakan *framework* Laravel 8 yang menjalankan bahasa pemrograman PHP dan Javascript, bahasa markup HTML, serta *framework* CSS yaitu *Bootstrap* 4.

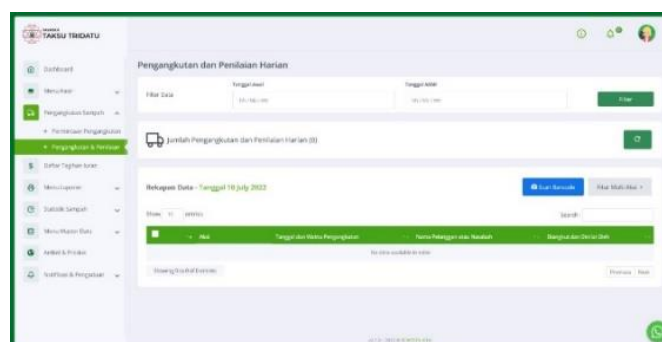
1. Implementasi Halaman Kriteria Penilaian



Gambar 2. Implementasi Halaman Kriteria Penilaian

Gambar 2 merupakan tampilan Halaman Kriteria Penilaian. Tampilan ini digunakan untuk melihat kriteria yang digunakan sebagai penilaian dalam mengambil keputusan pemilah terbaik bulanan.

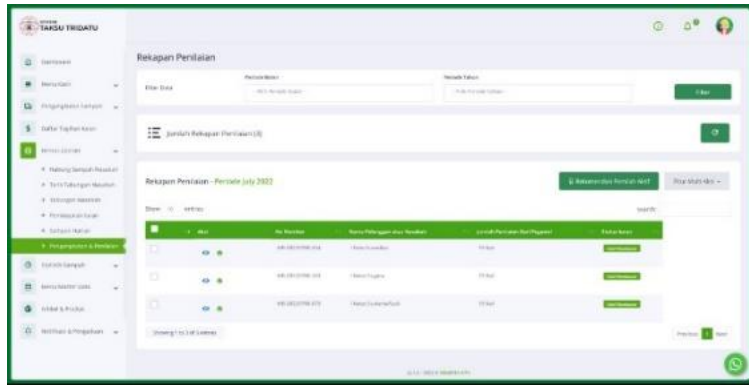
2. Implementasi Halaman Data Pengangkutan dan Penilaian Harian



Gambar 3. Implementasi Halaman Data Pengangkutan dan Penilaian Harian

Gambar 3 merupakan tampilan Halaman Data Pengangkutan dan Penilaian Harian. Tampilan ini digunakan untuk menampilkan hasil penilaian pengangkutan setiap hari oleh pemilah sampah. Sistem ini akan mengatur proses pengangkutan setiap hari untuk mengukur kinerja pemilah.

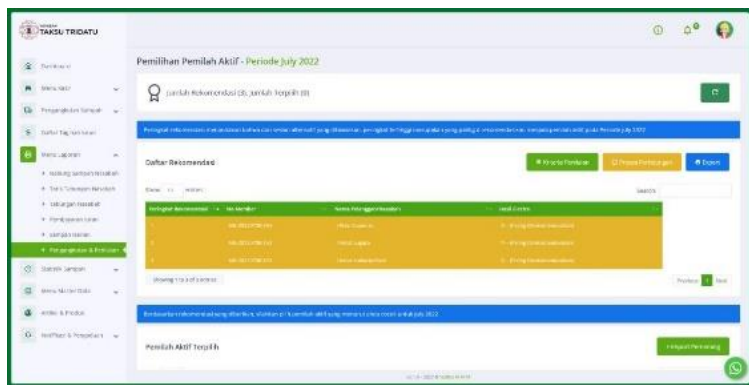
3. Implementasi Halaman Rekapian Penilaian



Gambar 4 Implementasi Halaman Rekapian Penilaian

Gambar 4 merupakan tampilan Halaman Rekapian Penilaian. Tampilan ini digunakan untuk melihat hasil rekapian dari penilaian yang telah dilakukan kepada para pemilah. Rekapian ini akan menampilkan nilai-nilai yang telah diperoleh dalam beberapa hari kedepan.

4. Implementasi Halaman Rekomendasi Pemilah Aktif



Gambar 5. Implementasi Halaman Rekomendasi Pemilah Aktif

Gambar 5 merupakan tampilan Halaman Rekomendasi Pemilah Aktif. Tampilan ini digunakan untuk rancangan struktur menu dan integrasi menu pada modul sistem pendukung keputusan. Dengan memilih tombol Rekomendasi Pemilah Aktif, halaman rekomendasi pemilah aktif diintegrasikan ke dalam halaman rekapian penilaian.

5. Implementasi Skema Perangkingan Metode ELECTRE

Berdasarkan skema perangkingan dengan metode ELECTRE yang ditunjukkan pada **Gambar 2**, implementasi perangkingan pada aplikasi SEMESTA KITA adalah sebagai berikut:

- a. Persiapan Pengolahan Data adalah pengguna dapat mengisi data melalui *Form Validation*, yang menghasilkan data alternatif sebagai bagian dari pengumpulan data kriteria dan data bobot kriteria. Semua data yang dimasukkan kemudian digabungkan menjadi data alternatif kriteria.
- b. Normalisasi Matriks Keputusan adalah proses normalisasi dimulai dengan membagi data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Selanjutnya, data dinormalisasi dengan *query*.
- c. Pembobotan Matriks Ternormalisasi (Data Matriks V) adalah proses pembobotan matriks pada *query* dimasukkan ke dalam data yang telah dinormalisasi.

- d. Menentukan *Index* dan Menghitung Matriks *Concordance* dan *Discordance* adalah proses *query* pemetaan nilai indeks dari data yang terbobot sebelumnya, dapat digunakan untuk menentukan nilai indeks matriks *concordance* dan *discordance*, serta nilai matriksnya.
- e. Menentukan Matriks Domain dan *Aggregate Dominance* Matriks *Concordance* dan *Discordance* adalah proses setelah mengidentifikasi matriks domain *concordance* dan *discordance* serta nilai dominasi aggregate matriks. *Query* yang dapat dilakukan secara *conditional* dapat mengidentifikasi ranking pada nilai matriks.
- f. Eliminasi Alternatif yang *Less Favourable* (Perangkingan Rekomendasi) adalah melakukan eliminasi alternatif dan juga perangkingan.
- g. Menyimpan Hasil Rekomendasi ke Database adalah proses penyimpanan hasil rekomendasi ke tabel rekomendasi.

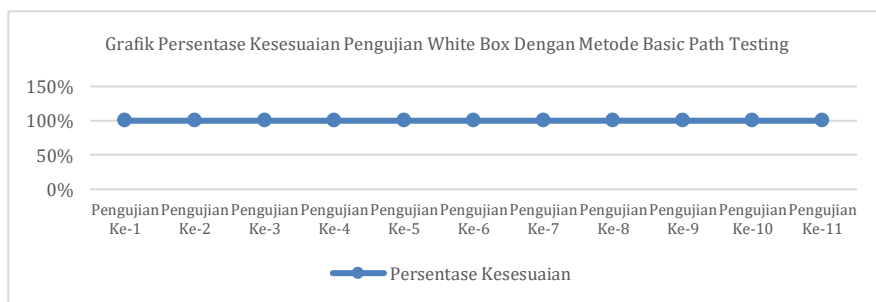
B. Pengujian perangkat lunak

1. Pengujian sistem

Pengujian perangkat lunak pada tahap pertama dilakukan dalam dua jenis uji, yaitu uji *White Box* yang bertujuan untuk menguji fungsi ELECTRE yang telah di implementasikan pada modul sistem pendukung keputusan. Penulis melakukan uji *White Box* dengan *Basic Path Testing* pada tanggal 5 Juli 2022. Proses pengujian dimulai dari fungsi *form validation* sampai fungsi menyimpan rekomendasi hasil ke *database*. Pengujian total sebanyak 11 kali.

Tabel 4. Hasil Pengujian Basic Path Testing

No	Nama Fungsi Uji	Persentase Kesesuaian
1	Fungsi <i>form validation</i>	100%
2	Fungsi data alternatif	100%
3	Fungsi data kriteria dan data bobot kriteria	100%
4	Fungsi data alternatif kriteria	100%
5	Fungsi data pembagi	100%
6	Fungsi data hasil normalisasi	100%
7	Fungsi data matriks V	100%
8	Fungsi data matriks <i>concordance</i> dan <i>discordance</i>	100%
9	Fungsi data matriks <i>dominance</i> , dan <i>aggregate dominance</i> matriks <i>concordance & discordance</i>	100%
10	Fungsi perangkingan rekomendasi	100%
11	Fungsi menyimpan data rekomendasi ke <i>database</i>	100%



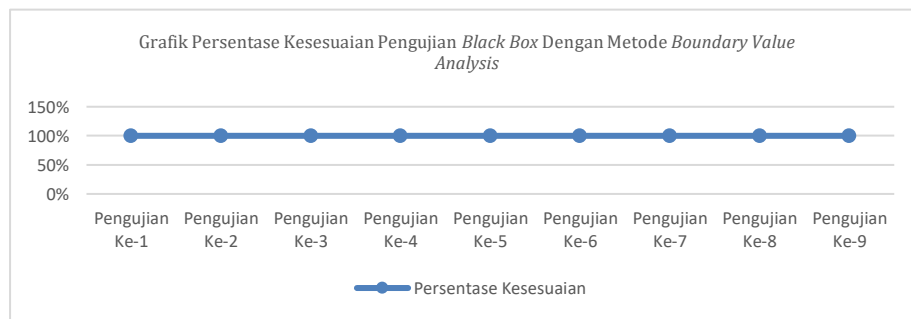
Gambar 6. Grafik Persentase Kesesuaian Pengujian White Box dengan Metode Basic Path Testing

Gambar 6 merupakan grafik hasil persentase kesesuaian untuk pengujian *white box* dengan metode *basic path testing*. Hasil pengujian ini menyatakan bahwa alur algoritma berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan dengan persentase kesesuaian yakni konsisten sebesar 100%. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa seluruh fitur dapat bekerja atau berjalan dengan baik.

Penulis melakukan uji *Black Box* dengan *Boundary Value Testing* pada tanggal 6 Juli 2022. Proses pengujian fungsionalitas perangkat lunak dilakukan dengan *mendeploy* aplikasi SEMESTA KITA yang telah menerapkan modul sistem pendukung keputusan pada *server hosting* serta melakukan uji coba dengan *test case* tertentu. Dengan melakukan pengujian pada fungsionalitas 9 fitur dalam modul sistem pendukung keputusan pada aplikasi Semesta Kita.

Tabel 5. Hasil Pengujian Boundary Value Analysis

No	Nama Fungsi Uji	Persentase Kesesuaian
1	Sistem dapat mengelola data konfigurasi kriteria penilaian	100%
2	Sistem dapat mengelola data konfigurasi sistem	100%
3	Sistem dapat mengelola data kriteria penilaian	100%
4	Sistem dapat mengelola data Nasabah TPS 3R	100%
5	Sistem dapat mengelola data Pelanggan TPS 3R	100%
6	Sistem dapat mengelola data pengangkutan dan penilaian harian	100%
7	Sistem dapat mengelola data rekapan penilaian	100%
8	Sistem dapat mengelola data rekomendasi pemilah aktif sesuai periode	100%
9	Sistem dapat mengelola data pemilah aktif terpilih sesuai periode	100%



Gambar 7. Grafik Persentase Kesesuaian Pengujian Black Box dengan Metode Boundary Value Analysis

Gambar 7 merupakan grafik hasil persentase kesesuaian untuk pengujian *black box* dengan metode *boundary value analysis testing*. Hasil pengujian ini menyatakan bahwa uji 9 fitur sistem pendukung keputusan Semesta Kita memperoleh nilai 100%. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa seluruh fitur dapat bekerja atau berjalan dengan baik.

1. Pengujian Kesesuaian

Penulis melakukan uji kesesuaian pada tanggal 7 Juli 2022. Pengujian ini menentukan kriteria nilai alternatif untuk 107 data. Pengujian kesesuaian dilakukan dengan perhitungan manual sesuai dengan alternatif kriteria kasus uji, menambahkan data alternatif kriteria kasus uji ke modul sistem pendukung keputusan, dan membandingkan urutan hasil rekomendasi dari Microsoft Excel dan hasil sistem. Jika kedua hasil menunjukkan urutan rekomendasi yang sama, maka metode ELECTRE telah berhasil diterapkan pada modul sistem pendukung keputusan aplikasi Semesta Kami. Dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Nilai kesesuaian (\%)} = \frac{107}{107} \times 100\% = 100\%$$

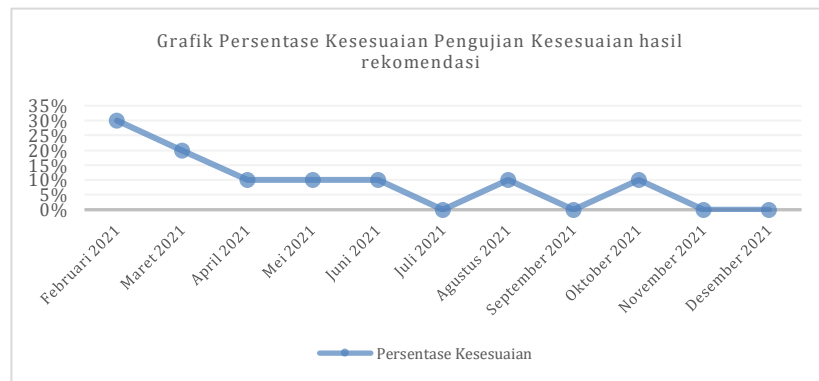
2. Pengujian kesesuaian hasil rekomendasi

Penulis melakukan uji kesesuaian hasil rekomendasi pada tanggal 8 Juli 2022. Data pengujian ini mencakup 110 data pemilah aktif dari Februari hingga Desember 2021, dengan 10 pemilah aktif setiap bulan. Pengujian ini melakukan perbandingan rangking 1 sampai 10 berdasarkan metode ELECTRE.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kesesuaian Hasil Rekomendasi

No	Nama Periode	Persentase Kesesuaian
1	Periode bulan Februari 2021	30%
2	Periode bulan Maret 2021	20%
3	Periode bulan April 2021	10%
4	Periode bulan Mei 2021	10%
5	Periode bulan Juni 2021	10%

No	Nama Periode	Persentase Kesesuaian
6	Periode bulan Juli 2021	0%
7	Periode bulan Agustus 2021	10%
8	Periode bulan September 2021	0%
9	Periode bulan Oktober 2021	10%
10	Periode bulan November 2021	0%
11	Periode bulan Desember 2021	0%
Jumlah Data Uji = 110		
Jumlah Rekomendasi Sama Secara Keseluruhan = 10		
Jumlah Rekomendasi Berbeda Secara Keseluruhan = 100		



Gambar 8. Grafik Persentase Kesesuaian Pengujian *Kesesuaian Hasil Rekomendasi*

Gambar 8 merupakan grafik hasil persentase kesesuaian pengujian kesesuaian hasil rekomendasi. Berdasarkan perbandingan data yang diperoleh pada tabel dan grafik statistik, diperoleh perhitungan nilai untuk menguji kesesuaian hasil rekomendasi sebagai berikut.

$$\text{Nilai kesesuaian hasil (\%)} = \frac{10}{110} \times 100\% = 9,09\%$$

$$\text{Nilai kesesuaian hasil (\%)} = \frac{100}{110} \times 100\% = 91\%$$

Berdasarkan pengujian kesesuaian hasil rekomendasi dari 110 data hanya 10 data yang menghasilkan rekomendasi sama, dengan data pemilih aktif periode sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa metode ELECTRE memiliki beberapa perbedaan dengan perbandingan periode sebelumnya. Nilai kesesuaian hasil modul Semesta Kita mencapai 9,09% dan nilai perbedaannya sangat tinggi, sebesar 91%.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi metode *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE) berhasil dalam modul sistem pendukung keputusan aplikasi Semesta Kita. Penelitian ini menghasilkan modul sistem pendukung keputusan untuk menentukan penerima penghargaan bagi pemilih aktif bulanan pada TPS 3R Yayan Taksu Tridatu menggunakan *framework Laravel 8* melalui penyimpanan *database* pada MySQL. Dengan menggunakan beberapa metode pengujian, yaitu *White Box Testing* teknik *Basic Path Testing* berfokus pada pengujian penerapan algoritma yang digunakan dalam penelitian, *Black Box Testing* teknik *Boundary Value Analysis*, *Black Box Testing* teknik *Boundary Value Analysis*, pengujian kesesuaian, dan pengujian kesesuaian hasil rekomendasi. Berdasarkan pengujian white box dengan metode basic path testing menunjukkan bahwa algoritma berjalan sesuai harapan sebesar 100% dan memastikan bahwa perhitungan metode ELECTRE berhasil. Berdasarkan pengujian black box dengan metode boundary value analysis juga menunjukkan bahwa algoritma berjalan secara konsisten sebesar 100% dan menunjukkan bahwa modul pendukung keputusan berjalan lancar untuk berbagai skenario. Namun, pengujian kesesuaian hasil rekomendasi menunjukkan bahwa hasil rekomendasi metode ELECTRE memiliki kesesuaian sebesar 9,09%. Hal ini disebabkan oleh karakteristik perbandingan berpasangan antar alternatif pada metode ELECTRE. Walaupun demikian, metode ini tetap memberikan

rekomendasi yang lebih baik dibandingkan dengan perhitungan manual terhadap data pemilah aktif sebelumnya, dengan perbedaan hasil sebesar 91%.

Daftar Pustaka

- Admin, W. (2023). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.3 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Bengong, B. (2020). Bagaimana Kelola Sampah di Pulau Kecil. Media Warga Berbagi Cerita.
- Faidhani, F., Tursina, & Sukamto, A. S. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Penentu Bidang Keahlian Mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Tanjungpura dengan Metode ELECTRE. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 9(1), 41–47. <https://doi.org/10.26418/justin.v9i1.31357>
- Hartoyo, A. (2017). Penelitian Pendidikan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D.
- Hartoyo, S. (2017). Petunjuk Teknis TPS 3R (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Ed.).
- Hatami-marbini, A., Hatami-marbini, A., Tavana, M., Moradi, M., & Kangi, F. (2013). A Fuzzy Group Electre Method for Safety and Health Assessment in Hazardous Waste Recycling Facilities. *SAFETY SCIENCE*, 51(1), 414–426. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.08.015>
- Hellyana, C. M., & Warjiyono. (2018). Perbandingan Metode Simple Additive Weighting (SAW) dan ELECTRE Dalam Pemilihan Tempat Kos di Area Kampus Purwokerto. *IJSE – Indonesian Journal on Software Engineering Perbandingan*, 4(2).
- Pinem, A. P. R., Handayani, T., & Huizen, L. M. (2020). Komparasi Metode ELECTRE, SMART dan ARAS Dalam Penentuan Prioritas RENAKSI Pasca Bencana Alam. *JURNAL RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 4(10), 109–116.
- Rahayu, N. P., Putri, R. R. M., & Widodo, A. W. (2018). Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Pemilihan Tanaman Pangan Berdasarkan Kondisi Tanah Menggunakan Metode ELECTRE dan TOPSIS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(8).
- Rizqoni, Arifin, Z., & Hatta, H. R. (2020). Perbandingan Pemilihan Anggota Paskribra Pada Dispora Kukar Menggunakan Metode Topsis dan Electre. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 5(1), 41–47.
- Sansprayada, A., & Mariskhana, K. (2020). IMPLEMENTASI APLIKASI BANK SAMPAH BERBASIS ANDROID STUDI KASUS PERUMAHAN VILA DAGO TANGERANG SELATAN. *Jll: Jurnal Inovasi Informatika Universitas Pradita*, 5, 24–34.
- Sinaga, D. M., R, R., Alfah, R., & Windarto, Agus Perdana, Wanto, A. (2019). Analisis Metode ELECTRE Pada Pemilihan Produk Minyak Goreng Kemasan Terbaik Berdasarkan Konsumen. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5(2), 129–135.
- Tridatu, T. (2022). Tempat Pengolahan Sampah Terpadu.