

Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Embung dengan Menggunakan Metode Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje (VIKOR)

Akhmad Ali Sajidin¹, Ike Pertiwi Windasari², Dania Eridani³
Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
Jln. Prof. Soedarto No.13 Tembalang, Kota Semarang, 50275, Indonesia
akhmadalisajidin@student.undip.ac.id
ike@lecturer.undip.ac.id
daniaeridani@lecturer.undip.ac.id

Abstract - Drought is one of the environmental problems that will specifically cause serious problems if it occurs for a prolonged period. One way to overcome this problem is by building reservoirs or small dam as water storage facilities. In Semarang Regency, there are 8 identified locations for small dam candidates, but not all of them can be built within the 5-year budget plan. Decision support systems can be used to determine the priority of candidate small dams based on predetermined criteria, so that budget resources can be utilized optimally. VIKOR (Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje) is one of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods used to solve discrete decision-making problems with conflicting criteria. The VIKOR method can be used to rank candidate small dams with multiple criteria. By implementing the VIKOR method into a decision support system, the process of determining the priority of the best small dams in Semarang Regency can be done effectively and efficiently. The information system was developed using the RAD (Rapid Application Development) method with the PHP programming language and MySQL database, and the CodeIgniter framework. In the decision support system, the priority ranking for the construction of small dams in Semarang Regency is displayed based on the results of the VIKOR method calculation using several criteria, including topographic factors (vegetation in inundation area, volume of material embankment, and land acquisition area), hydrological factors (live storage/effective storage volume), effectiveness factors (reservoir lifetime and water cost), and accessibility factors (access road to dam's site). The ranking result generated by the decision support system using VIKOR can be used as a reference by decision makers or organizations to improve efficiency in the process of determining the construction of small dams by providing alternative compromise solutions for the best dam options.

Abstrak - Kekeringan merupakan salah satu permasalahan lingkungan hidup yang secara spesifik akan menimbulkan permasalahan yang serius bila terjadi dalam waktu yang berkepanjangan. Salah satu cara untuk mengatasi kekeringan adalah dengan membangun embung sebagai tempat penampungan air. Di Kabupaten Semarang teridentifikasi ada 8 calon lokasi pembangunan embung, namun tidak semua calon embung dapat dibangun dalam pembangunan 5 tahun anggaran. Sistem pendukung keputusan dapat digunakan untuk menentukan prioritas calon embung berdasarkan kriteria yang ditentukan, sehingga sumber daya anggaran dapat dimanfaatkan dengan optimal. VIKOR (Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje) merupakan salah satu metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) yang digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan bersifat diskrit pada kriteria yang bertentangan. Metode VIKOR dapat

digunakan untuk melakukan pemeringkatan calon embung dengan banyak kriteria. Dengan mengimplementasikan metode VIKOR ke dalam sebuah sistem informasi pendukung keputusan, proses penentuan prioritas embung terbaik di Kabupaten Semarang bisa dilakukan dengan efektif dan efisien. Sistem informasi yang dibuat dikembangkan menggunakan metode RAD (*Rapid Application Development*) dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan basis data MySQL dan *framework* CodeIgniter. Dalam sistem pendukung keputusan ditampilkan peringkat prioritas pembangunan embung di Kabupaten Semarang berdasarkan hasil dari perhitungan metode VIKOR dengan menggunakan beberapa kriteria meliputi faktor topografi (vegetasi area genangan embung, volume material timbunan, luas daerah yang dibebaskan), faktor hidrologi (volume tampungan efektif), faktor efektivitas (lama operasi dan harga air/m³) dan faktor aksesibilitas (akses jalan menuju *site* bendungan). Hasil perancangan dari sistem pendukung keputusan menggunakan VIKOR dapat digunakan sebagai referensi oleh pengambil keputusan atau organisasi guna meningkatkan efisiensi dalam proses penentuan pembangunan embung dengan memberikan solusi kompromi alternatif embung terbaik.

Kata Kunci : VIKOR, Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje, Sistem Pendukung Keputusan, Embung, PHP, MySQL, CodeIgniter

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan. Semua makhluk hidup dari mikroorganisme sampai dengan makhluk hidup yang lebih kompleks seperti manusia membutuhkan air. Meskipun jumlah air di alam melimpah, adakalanya suatu daerah mengalami kekeringan karena berbagai faktor seperti kurangnya curah hujan karena kemarau, pola iklim yang berubah dan lain sebagainya. Pada umumnya bencana kekeringan tidak dapat diketahui bagaimana awal mulanya, namun bisa dikatakan bahwa kekeringan terjadi ketika air yang ada sudah tidak lagi mampu mencukupi kebutuhan sehari-hari [1]. Kekeringan masih menjadi masalah di beberapa daerah di Indonesia salah satunya di wilayah Jawa Tengah. Menurut data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2019 terdapat 7 desa/kelurahan yang masuk ke dalam kategori desa rawan bencana kekeringan kelas bahaya tinggi dan 2.809 desa/kelurahan yang masuk ke dalam kategori desa rawan bencana kekeringan kelas bahaya sedang di Provinsi Jawa Tengah [2].

Kekeringan merupakan salah satu permasalahan lingkungan hidup yang secara spesifik akan menimbulkan

permasalahan yang serius bila terjadi dalam waktu yang berkepanjangan. Maka dari itu, diperlukan tindakan berkelanjutan dan bermanfaat sehingga dampak negatif dari kekeringan dapat ditekan seminimal mungkin. Salah satu solusi untuk mengatasi kekeringan adalah dengan membangun embung [3]. Embung merupakan waduk berukuran mikro di lahan pertanian (*small farm reservoir*) yang memiliki multifungsi serta dibangun untuk digunakan sebagai pengendali kelebihan air ketika musim penghujan dan menjadi sumber air irigasi pada musim kemarau [4]. Dalam mengimplementasikan rencana pembangunan embung, sehubungan dengan banyaknya calon embung yang teridentifikasi sedangkan biaya yang tersedia terbatas maka tidak semua calon embung dapat dibangun dalam pembangunan 5 tahun anggaran. Oleh sebab itu perlu disusun prioritas pembangunan embung [5]. Pembangunan embung harus tepat guna dan efisien mulai dari lokasinya, anggarannya, serta dampak nyatanya nanti bila embung tersebut selesai dibangun. Maka dari itu perlu dilakukan pengkajian terhadap lokasi-lokasi alternatif untuk pembangunan embung dengan memperhatikan variabel-variabel tertentu.

Dalam penentuan prioritas pembangunan embung terdapat 12 variabel berpengaruh yang dikelompokkan menjadi 5 faktor [5]. Dari 12 variabel yang telah ada dipilih 7 variabel utama yang selanjutnya akan disebut dengan kriteria. Kriteria yang dipilih adalah vegetasi area genangan embung, volume material timbunan, luas daerah yang akan dibebaskan, volume tampungan efektif, lama operasi, harga air/m³, dan akses jalan menuju *site* bendungan. Kriteria-kriteria tersebut digunakan untuk menentukan prioritas pembangunan embung di 8 lokasi alternatif yang berada di beberapa kecamatan di Kabupaten Semarang. Lokasi dari ke-8 alternatif berada di Kecamatan Dadapayam, Mluweh, Lebak, Pakis, Jatikurung, Gogodalem, Kandangan, dan Ngrawan.

Penentuan prioritas lokasi embung dapat dilakukan dengan lebih mudah dan cepat jika terdapat suatu sistem pendukung keputusan yang dapat membantu pihak yang berwenang dalam mengambil kebijakan. Hasil dari sistem pendukung keputusan ini nantinya dapat menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan prioritas lokasi pembangunan embung. Dalam sistem pendukung keputusan penentuan lokasi embung pada penelitian ini menggunakan metode *Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje* (VIKOR) yang mana merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multi kriteria atau yang lebih dikenal dengan istilah *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Metode ini berfokus pada peringkat dan pemilihan dari sekumpulan alternatif dengan kriteria yang saling bertentangan untuk dapat mengambil keputusan untuk mencapai keputusan akhir. Metode VIKOR dapat diterapkan dan efektif untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang multi kriteria dan dengan mengimplementasikan metode VIKOR ke dalam sebuah sistem informasi pendukung keputusan, proses penentuan prioritas embung terbaik di Kabupaten Semarang bisa dilakukan dengan efisien.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Dalam mengerjakan penelitian ini, penelitian-penelitian terdahulu yang sudah dilakukan sebelumnya digunakan

sebagai kajian serta referensi terhadap penelitian ini. Terdapat penelitian terdahulu dengan topik yang sama yaitu penelitian mengenai penentuan prioritas lokasi pembangunan embung, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Anjasmoro dkk [5]. Penelitian tersebut menggunakan 3 metode yang berbeda untuk menganalisis penentuan embung prioritas, yaitu metode *Cluster Analysis*, AHP, dan *Weighted Average*. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah didapatkan variabel-variabel yang berpengaruh dalam pembangunan embung dengan metode cluster analysis metode non hierarki adalah vegetasi area genangan embung, volume material timbunan, luas daerah yang akan dibebaskan, volume tampungan efektif, lama operasi, harga air/m³, akses jalan masuk menuju *site* bendungan, status lahan di *site* dan genangan, biaya konstruksi embung, biaya OP, cakupan daerah irigasi, dan manfaat air baku [5].

Penelitian terdahulu lainnya mengenai embung adalah penelitian yang dilakukan oleh Desyta Ulfiana dkk [6]. Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui prioritas pembangunan bendungan kecil di Kabupaten Semarang menggunakan metode TOPSIS. Aspek teknis atau kriteria yang digunakan yaitu vegetasi di daerah genangan, volume material tanggul, area pembebasan lahan, penyimpanan hidup, reservoir seumur hidup, biaya air dan jalan akses ke situs bendungan. Untuk mengakomodasi jenis kriteria yang memiliki variabel linguistik, logika *fuzzy* digunakan untuk mengukur. Logika *fuzzy* kemudian diimplementasikan dalam metode TOPSIS sehingga analisis terbaik dapat diperoleh [6].

Penelitian dahulu mengenai VIKOR antara lain penelitian yang dilakukan oleh Miftahul Arif [7] yang menggunakan metode VIKOR untuk memilih penjual yang optimal dari beberapa marketplace. Selain menggunakan metode VIKOR, dalam penelitian ini juga menggunakan metode SMARTER yang digunakan untuk menentukan level prioritas tiap kriteria yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan ROC (*Rank Order Centroid*) dengan melakukan kuesioner kepada responden yang berkompeten [7].

Penelitian lainnya mengenai VIKOR adalah penelitian yang dilakukan oleh Adnan Civik dan Branko Vucijak [8]. Penelitian tersebut bertujuan untuk memilih material yang terbaik untuk digunakan sebagai material insulasi pada bangunan. Opsi alternatif bahan insulasi yang dipertimbangkan yaitu *styrofoam*, *mineral wool*, *pluto panels*, *polyester*, *polyurethane*, *perlite*, dan *wood wool* dengan kriteria yang ditentukan adalah harga bahan insulasi, emisi, koefisien konduktivitas termal, kalor spesifik, faktor ketahanan difusi uap air, dan kepadatan. Dalam penelitian ini metode VIKOR digunakan untuk mendapatkan material insulasi terbaik guna memaksimalkan efisiensi energi yang digunakan dan mengurangi biaya dan emisi CO₂. Dari penelitian ini didapatkan bahwa material *styrofoam* menjadi alternatif terbaik untuk digunakan sebagai material insulasi pada bangunan [8]. Metode VIKOR atau *Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje* yang diimplementasikan ke dalam sebuah sistem pendukung keputusan diharapkan dapat digunakan untuk membantu menentukan solusi dari penentuan prioritas pembangunan embung di Kabupaten Semarang dengan efektif dan efisien.

III. VIŠEKRITERIJUMSKO KOMPROMISNO RANGIRANJE (VIKOR)

VIKOR atau *Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje* (dalam bahasa Serbia berarti “perangkingan kompromis multi-kriteria”) merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria. Landasan dari solusi kompromi dalam VIKOR dibuat oleh Yu (1973) dan Zeleny (1982) kemudian diteruskan oleh Opricovic dan Tzeng (2002, 2003, 2004, dan 2007) [9]. Metode VIKOR merupakan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang telah digunakan secara luas untuk menyelesaikan berbagai macam pengambilan keputusan berdasarkan banyak kriteria dengan mengajukan solusi kompromi berdasarkan solusi ideal yang diperkirakan. Metode VIKOR mampu mengatasi kriteria yang bertentangan dalam melakukan proses perangkingan, maksud dari kriteria bertentangan adalah tiap kriteria dapat menggunakan penilaian berbeda dengan kriteria yang lain yakni kriteria dapat menggunakan tren *benefit* (semakin besar nilainya maka semakin baik) atau tren *cost* (semakin kecil nilainya maka semakin baik). Metode VIKOR sendiri memiliki kelemahan dalam melakukan pembobotan kriteria karena tidak ada perhitungan khusus untuk menghitung nilai bobot setiap kriteria, pembobotan kriteria dalam metode VIKOR diberikan begitu saja oleh pengambil keputusan sehingga diperlukan metode lain untuk memeriksa konsistensi bobot [7].

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian masalah menggunakan metode VIKOR [10][7] adalah sebagai berikut:

1. Menyusun Matriks Keputusan (F)

Setiap alternatif dan kriteria disusun ke dalam bentuk matriks keputusan F . A_i menyatakan alternatif ke 1,2,3, ..., i dan C_{xj} menyatakan kriteria ke 1,2,3, ..., j dan x_{ij} menyatakan respons alternatif i pada kriteria j .

$$F = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_{x1} & C_{x2} & \dots & C_{xj} \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \end{matrix} & \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Keterangan:

F = Matriks keputusan

A_i = Alternatif ke - i

C_j = Kriteria ke - j

x_{ij} = Respons alternatif i pada kriteria j

i = 1,2,3, ..., i adalah nomor urutan alternatif

j = 1,2,3, ..., j adalah nomor urutan kriteria

2. Menentukan Bobot Kriteria (W)

Bobot kriteria yang diperoleh dari pengguna sistem sesuai dengan kebutuhan atau kriteria yang diinginkan. Rumusan umum untuk bobot kriteria adalah berlaku rumus:

$$\sum_{j=1}^n W_j = 1 \quad (2)$$

Keterangan:

W_j = Bobot kriteria j

3. Membuat Matriks Normalisasi (N)

Membuat matriks normalisasi dengan menentukan nilai positif (f_j^+) dan nilai negatif (f_j^-) sebagai solusi ideal untuk setiap kriteria. Penentuan nilai data terbaik/positif (f_j^+) dan terburuk/negatif (f_j^-) atau dengan istilah *Cost* dan *Benefit* ditentukan oleh jenis data kriteria apakah *higher-the-better* (HB) atau *lower-the-better* (LB). Untuk menentukan nilai positif dan nilai negatif masing-masing kriteria digunakan rumus berikut:

- Jika kriteria memiliki tren *benefit*, maka gunakan fungsi berikut:

$$f_j^+ = \max(f_{1j}, f_{2j}, f_{3j}, \dots, f_{ij}) \quad (3)$$

$$f_j^- = \min(f_{1j}, f_{2j}, f_{3j}, \dots, f_{ij}) \quad (4)$$

- Jika kriteria memiliki tren *cost*, maka gunakan fungsi berikut:

$$f_j^+ = \min(f_{1j}, f_{2j}, f_{3j}, \dots, f_{ij}) \quad (5)$$

$$f_j^- = \max(f_{1j}, f_{2j}, f_{3j}, \dots, f_{ij}) \quad (6)$$

Selanjutnya melakukan normalisasi pada matriks F dengan rumus berikut:

$$N_{ij} = \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \quad (7)$$

Keterangan:

N = Matriks ternormalisasi

f_{ij} = Fungsi respons alternatif i pada kriteria j

f_j^+ = Nilai terbaik dalam satu kriteria j

f_j^- = Nilai terjelek dalam satu kriteria j

4. Menghitung Normalisasi Bobot (F*)

Menentukan nilai terbobot dari data ternormalisasi untuk setiap alternatif terhadap kriteria dengan melakukan perkalian antara nilai data ternormalisasi (N_{ij}) dengan nilai bobot kriteria (W_j) yang telah ditentukan, dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{ij}^* = W_j \cdot N_{ij} \quad (8)$$

Keterangan:

F_{ij}^* = Nilai data ternormalisasi sudah terbobot untuk alternatif i pada kriteria j

W_j = Nilai bobot kriteria j

N_{ij} = Nilai data ternormalisasi untuk alternatif i pada kriteria j

5. Menghitung Nilai Utility Measure (S) dan Regret Measure (R)

Menghitung nilai *utility measure* (S) dan *regret measure* (R) untuk setiap alternatif yang mana nilai S_i menyatakan nilai jarak alternatif ke solusi ideal positif sedangkan R_i menyatakan nilai jarak alternatif ke solusi ideal negatif. Untuk menghitung S_i dan R_i digunakan rumus berikut:

$$S_i = \sum_{j=1}^n F_{ij}^* \quad (9)$$

$$R_i = \max_j [F_{ij}^*] \quad (10)$$

Keterangan:

- S_i = Nilai *Utility Measure* untuk alternatif ke - i
- R_i = Nilai *Regret Measure* untuk alternatif ke - i
- F_{ij}^* = Nilai data ternormalisasi sudah terbobot untuk alternatif i pada kriteria j

6. Menghitung Nilai Indeks VIKOR (Q)

Menghitung nilai indeks VIKOR (Q) untuk setiap alternatif dengan menggunakan nilai $S_i, S^+, S^-, R_i, R^+, dan R^-$ yang didapat dari perhitungan *utility measures* dan *regret measure* serta nilai V yang merupakan bobot yang nilainya antara 0-1 (umumnya bernilai 0.5). Nilai V merupakan nilai bobot *strategy of the maximum group* sedangkan nilai $(1 - V)$ adalah bobot *individual regret*. Semakin kecil nilai indeks VIKOR (Q_i), maka semakin baik pula solusi alternatif tersebut. Untuk mencari nilai Q_i digunakan rumus berikut:

$$Q_i = V \left[\frac{(S_i - S^-)}{(S^+ - S^-)} \right] + (1 - V) \left[\frac{(R_i - R^-)}{(R^+ - R^-)} \right] \quad (11)$$

Keterangan:

- Q_i = Nilai Indeks VIKOR alternatif
- V = Bobot berkisar antara 0-1 (umumnya bernilai 0.5)
- S^+ = $\max_i(S_i)$
- S^- = $\min_i(S_i)$
- R^+ = $\max_i(R_i)$
- R^- = $\min_i(R_i)$

7. Perangkingan Alternatif

Setelah menghitung nilai Q_i , maka terdapat 3 perangkingan: S_i, R_i , dan Q_i . Solusi kompromi dilihat pada perangkingan Q_i . Perangkingan ditentukan dari nilai Q_i yang paling rendah sebagai solusi ideal.

8. Mengajukan Solusi Kompromi

Solusi kompromi ditentukan dari alternatif yang memiliki peringkat terbaik dengan mengukur indeks VIKOR yang minimum dengan mengujinya dengan 2 kondisi berikut:

- Kondisi 1: *Acceptable Advantage*

Menghitung selisih antara peringkat alternatif pertama dan kedua yakni $Q_{(a_1)}$ dan $Q_{(a_2)}$ lalu membandingkannya dengan nilai DQ . Jika nilai selisih yang didapat lebih besar atau sama dengan nilai DQ , maka kondisi *acceptable advantage* terpenuhi. Rumus dari kondisi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q_{(a_2)} - Q_{(a_1)} \geq DQ \quad (12)$$

$$DQ = \frac{1}{m - 1} \quad (13)$$

Keterangan:

- $Q_{(a_2)}$ = Alternatif peringkat kedua
- $Q_{(a_1)}$ = Alternatif peringkat pertama
- m = jumlah alternatif
- Kondisi 2: *Acceptable Stability in Decision Making*

Menguji stabilitas perangkingan alternatif dengan menggunakan nilai V yang berbeda yakni: nilai $V > 0,5$ (*voting by majority rule*), nilai $V = 0,5$ (*by concensus*), dan nilai $V < 0,5$ (*with veto*). Jika alternatif peringkat pertama atau $Q_{(a_1)}$ tetap menjadi peringkat terbaik dalam 3 macam pemeringkatan dengan nilai V yang berbeda, maka kondisi *acceptable stability in decision making* terpenuhi.

Jika salah satu kondisi tidak terpenuhi, maka solusi kompromi dapat diajukan sebagai berikut:

- Jika hanya kondisi 2 yang tidak terpenuhi, maka memilih alternatif peringkat pertama dan kedua atau $Q_{(a_1)}$ dan $Q_{(a_2)}$.
- Jika kondisi 1 tidak terpenuhi, maka memilih alternatif $Q_{(a_1)}, Q_{(a_2)}, \dots, Q_{(a_m)}$. Dimana alternatif $Q_{(a_m)}$ ditentukan dengan rumus berikut:

$$Q_{(a_m)} - Q_{(a_1)} < DQ \quad (14)$$

$$DQ = \frac{1}{m - 1} \quad (13)$$

Keterangan:

- $Q_{(a_m)}$ = Alternatif m maksimum yang berada dalam kondisi berdekatan
- m = Jumlah alternatif

IV. METODE PENELITIAN

A. Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis data yang sesuai dengan kondisi yang ada di Kabupaten Semarang terkait dengan sistem yang dikembangkan. Proses pengambilan data dilakukan dengan pemanfaatan dari penelitian terdahulu mengenai embung di daerah Kabupaten Semarang [5][6]. Data yang digunakan berupa data alternatif yang akan dilakukan perangkingan, data kriteria yang digunakan sebagai variabel terhadap alternatif, dan data nilai masing-masing alternatif terhadap masing-masing kriteria yang kemudian disesuaikan dengan kebutuhan sistem pendukung keputusan.

B. Analisis Situasi

Kabupaten Semarang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah dengan ibu kotanya adalah Kota Ungaran. Kabupaten Semarang secara geografis terletak pada $110^{\circ}14'54,75''$ sampai dengan $110^{\circ}39'3''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}3'57''$ sampai dengan $7^{\circ}30'$ Lintang Selatan [11]. Kabupaten ini berbatasan dengan Kota Semarang di utara; Kabupaten Demak dan Kabupaten Grobogan di timur, Kabupaten Boyolali di timur dan selatan, Kota Salatiga di tengah Kabupaten Semarang, serta Kabupaten Magelang, Kabupaten Temanggung, dan Kabupaten Kendal di barat. Kabupaten Semarang terdiri atas 19 kecamatan, yang dibagi lagi atas 208 desa dan 27 kelurahan. Kabupaten Semarang mempunyai sebuah lembaga teknis daerah di bidang penelitian dan perencanaan pembangunan daerah atau yang disingkat BAPPEDA (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah) yang dipimpin oleh seorang kepala badan yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada gubernur/bupati/wali kota melalui sekretaris daerah. Kabupaten Semarang sedang berupaya untuk meningkatkan jumlah embung di daerahnya, sedangkan dana yang dimiliki

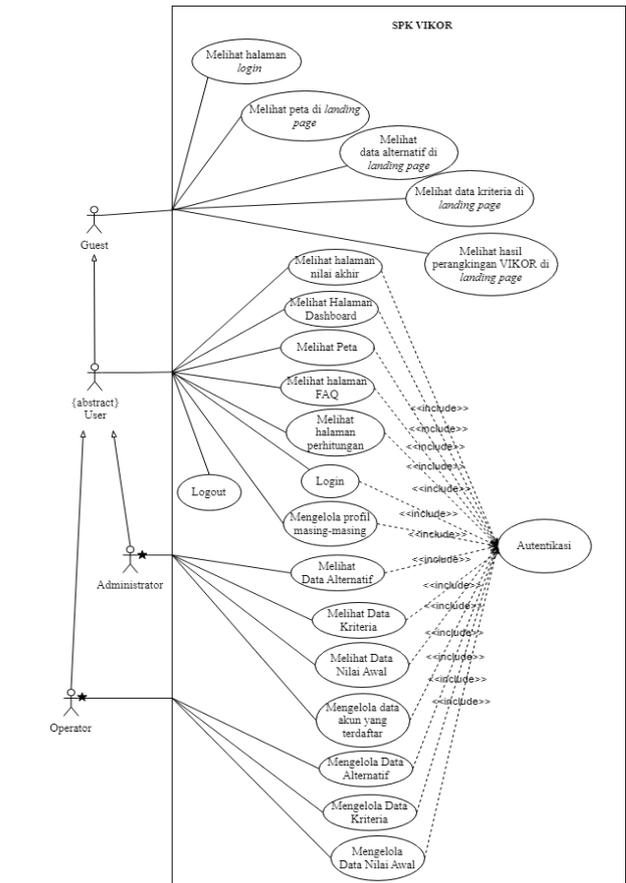
terbatas sehingga perlu adanya penentuan prioritas pembangunan embung dengan menggunakan sistem pendukung keputusan (SPK) sehingga diperoleh lokasi embung yang terbaik.

C. Kebutuhan Pengguna

Sistem yang dibutuhkan ialah sebuah sistem informasi penentuan lokasi embung yang dapat melakukan pengolahan data meliputi mengolah data alternatif lokasi embung, mengolah data kriteria, dan mengolah nilai kriteria tiap alternatif sehingga dari perhitungan data di atas diperoleh urutan prioritas lokasi pembangunan embung yang ditampilkan dalam bentuk tabel.

Pada sistem pendukung keputusan ini terdapat 3 tingkatan pengguna, yaitu administrator, operator, dan *guest*. Administrator dapat melihat dan mengubah *role* akun terdaftar, melihat peta, melihat data alternatif, melihat data kriteria, melihat data nilai awal, nilai v, perhitungan, dan juga nilai akhir. Untuk operator dapat melihat, membuat, memperbarui, dan menghapus data alternatif, kriteria, nilai awal setiap alternatif terhadap kriteria dan nilai v serta melihat peta, perhitungan, dan juga nilai akhir sedangkan *guest* hanya bisa melihat data alternatif, data kriteria, hasil perbandingan, dan peta di halaman awal/*landing page* saja. Untuk administrator dan operator perlu melakukan *login* pada sistem untuk dilakukan *session authentication* sebelum memasuki sistem, untuk *guest* tidak perlu melakukan *login* karena hanya dapat melihat data yang hanya ditampilkan di halaman awal.

Berdasarkan analisis kebutuhan di atas, maka dapat dijelaskan lebih lanjut melalui diagram *use case*. Diagram ini akan mendeskripsikan pemodelan *use case* yang dimaksudkan untuk menunjukkan hubungan antara fungsi yang dapat dilakukan aktor dalam sistem. *Use case* sistem ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar. 1 Diagram Use case

D. Deskripsi Use case

Deskripsi *Use case* menjelaskan masing-masing fungsi komponen *use case* pada Gambar. 1 yang dijelaskan pada Tabel I.

TABEL I
DESKRIPSI DIAGRAM USE CASE

No	Use case	Deskripsi
1	Autentikasi	Merupakan proses pengecekan <i>session</i> . <i>Autentikasi</i> akan melakukan pemeriksaan tingkatan pengguna (<i>role</i>) dari tiap pengguna yang melakukan <i>login</i> yang mana dibedakan menjadi 3 yaitu Administrator, Operator, dan <i>Guest</i>
2	<i>Login</i>	Merupakan proses masuk ke halaman beranda sesuai dengan hak akses atau tingkatan pengguna (<i>role</i>)
3	Melihat data alternatif	Merupakan proses melihat data alternatif yang dapat dilakukan oleh semua pengguna
4	Melihat data kriteria	Merupakan proses melihat data kriteria yang dapat dilakukan oleh semua pengguna
5	Melihat data nilai awal	Merupakan proses melihat data nilai awal yang dapat dilakukan oleh Administrator dan Operator

6	Melihat hasil perankingan VIKOR	Merupakan hasil akhir dari perhitungan VIKOR berupa perankingan alternatif yang dapat dilakukan oleh semua pengguna
7	Melihat Map	Merupakan proses melihat peta yang dapat dilakukan oleh semua pengguna
8	Mengelola data alternatif	Merupakan proses menambah, mengedit, dan menghapus alternatif beserta nilai alternatifnya yang hanya bisa dilakukan oleh Operator
9	Mengelola data kriteria	Merupakan proses menambah, mengedit, dan menghapus kriteria beserta parameternya yang hanya bisa dilakukan oleh Operator
10	Mengelola data akun yang terdaftar	Merupakan proses melihat, mengubah <i>role</i> , serta menghapus akun terdaftar yang hanya dapat dilakukan oleh Administrator
11	Mengelola profil masing-masing	Merupakan proses mengubah data diri masing-masing berupa foto profil, <i>password</i> , dan nama yang dapat dilakukan oleh Administrator dan Operator
12	Melihat perhitungan VIKOR	Merupakan proses melihat perhitungan VIKOR secara lengkap yang dapat dilakukan oleh Administrator dan Operator
13	Mengelola data nilai awal	Merupakan proses memperbaharui nilai awal dari tiap alternatif terhadap kriteria serta memperbaharui nilai V yang hanya dapat dilakukan oleh Operator

E. Kebutuhan Non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kebutuhan spesifikasi sistem yang akan diimplementasikan meliputi komponen-komponennya, sehingga untuk menjalankan sistem ini diperlukan perangkat lunak sebagai berikut:

a. Windows OS

Sistem ini dapat berjalan di sistem operasi yang memiliki *browser* dan *web server* lokal. Sistem Operasi yang digunakan untuk pengembangan dan implementasi sistem ini adalah Windows 11.

b. Local Web Server

Sistem pendukung keputusan ini memerlukan *local web server* atau *web service* yang menyediakan Apache dan MySQL. *Local Web Server* yang digunakan pada implementasi sistem ini adalah XAMPP.

c. Browser

Sistem ini dapat dijalankan menggunakan berbagai *browser* seperti Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge ataupun Safari. *Browser* yang digunakan pada implementasi sistem ini adalah Google Chrome.

Pada tahap ini juga dilakukan instalasi terhadap semua kebutuhan non-fungsional perangkat lunak sesuai dengan bagian yang telah disediakan. Berikut ini merupakan bagian

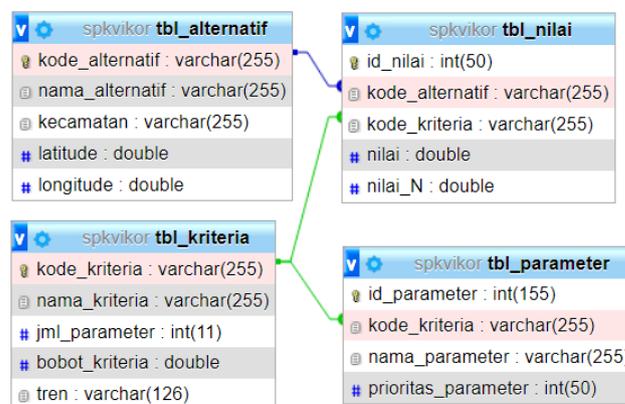
untuk menentukan kebutuhan non-fungsional yang ditunjukkan pada Tabel II.

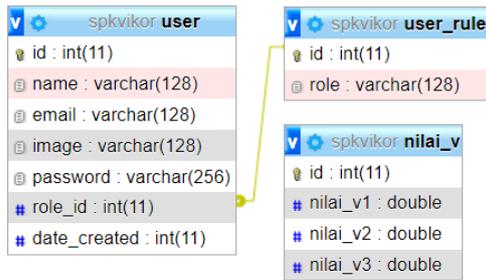
TABEL II
KEBUTUHAN NON-FUNGSIONAL SISTEM

KN-F	Parameter	Kebutuhan
KN-F-01	<i>Portability</i>	Fitur dan fungsi yang terdapat dalam sistem dapat berfungsi dengan baik dan benar.
KN-F-02	<i>Usability</i>	Sistem memiliki tampilan atau <i>interface</i> dan <i>experience</i> yang mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna.
KN-F-03	<i>Reliability: Autentikasi</i>	Sistem ini melakukan proses autentikasi pada saat proses <i>login</i> berlangsung guna melakukan validasi terhadap pengguna yang ingin masuk ke dalam sistem serta melakukan pengecekan terhadap <i>role</i> atau hak akses yang dimiliki.
KN-F-04	<i>Reliability: Login</i>	Sistem ini menggunakan proses <i>login</i> sebagai pintu masuk untuk pengguna yang telah terdaftar untuk dapat masuk ke dalam sistem.
KN-F-05	<i>Flexibility</i>	Sistem ini dapat berubah sesuai dengan kebutuhan.
KN-F-06	<i>Supportability: Komunikasi</i>	Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris

F. Implementasi Basis Data

Proses pembuatan sistem basis data dilakukan dengan membuat *Class Diagram* dan ECB (*Entity Control Boundary*). *Class Diagram* merupakan diagram yang menggambarkan struktur sistem dari segi pendeklarasian kelas-kelas, kolom, atribut, tipe data, panjang data dan *attribute key* yang akan dibuat untuk membangun sistem. Diagram implementasi basis data dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2.





Gambar. 2 Diagram class

G. Pembuatan Basis Data

Basis data dibuat menggunakan Bahasa SQL (*Structure Query Language*) dengan memanfaatkan DBMS (*Database Management System*) pada MySQL. Server lokal yang digunakan untuk menjalankan basis data tersebut adalah Apache 2.4.46 dan MySQL 10.4.18 menggunakan XAMPP 7.3.27. Dengan berpedoman pada ERD (*Entity Relationship Diagram*) yang sebelumnya telah dirancang, maka dibuat basis data untuk setiap tabel atau entitas serta atribut dan relasinya. Berikut adalah tabel-tabel basis data sistem pendukung keputusan penentuan lokasi embung dengan menggunakan metode *Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje (VIKOR)*:

1. Tabel user

Nama tabel: user

Berisi data user dengan *primary key* yaitu id. Struktur tabel user ditunjukkan pada Gambar 3.

#	Name	Type	Collation	Attributes
1	id	int(11)		
2	name	varchar(128)	utf8mb4_general_ci	
3	email	varchar(128)	utf8mb4_general_ci	
4	image	varchar(128)	utf8mb4_general_ci	
5	password	varchar(256)	utf8mb4_general_ci	
6	role_id	int(11)		
7	is_active	int(1)		
8	date_created	int(11)		

Gambar. 3 Struktur tabel user

2. Tabel user_rule

Nama tabel: user_rule

Berisi data user_rule dengan *primary key* yaitu id. Struktur tabel user_rule ditunjukkan pada Gambar 4.

#	Name	Type	Collation	Attributes
1	id	int(11)		
2	role	varchar(128)	utf8mb4_general_ci	

Gambar. 4 Struktur tabel user_rule

3. Tabel alternatif

Nama tabel: tbl_alternatif

Berisi data alternatif dengan *primary key* yaitu kode_alternatif. Struktur tabel alternatif ditunjukkan pada Gambar 5.

#	Name	Type	Collation	Attributes
1	kode_alternatif	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
2	nama_alternatif	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
3	kecamatan	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
4	latitude	double		
5	longitude	double		

Gambar. 5 Struktur tabel alternatif

4. Tabel kriteria

Nama tabel: tbl_kriteria

Berisi data kriteria dengan *primary key* yaitu kode_kriteria. Struktur tabel kriteria ditunjukkan pada Gambar 6.

#	Name	Type	Collation	Attributes
1	kode_kriteria	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
2	nama_kriteria	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
3	jml_parameter	int(11)		
4	bobot_kriteria	double		
5	tren	varchar(126)	utf8mb4_general_ci	

Gambar. 6 Struktur tabel kriteria

5. Tabel nilai

Nama tabel: tbl_nilai

Berisi data nilai alternatif terhadap tiap kriteria dengan *primary key* yaitu id_nilai. Struktur tabel nilai ditunjukkan pada Gambar 7.

#	Name	Type	Collation	Attributes
1	id_nilai	int(50)		
2	kode_alternatif	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
3	kode_kriteria	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
4	nilai	double		
5	nilai_N	double		

Gambar. 7 Struktur tabel nilai

6. Tabel parameter

Nama tabel: tbl_parameter

Berisi data parameter dengan *primary key* yaitu id_parameter. Struktur tabel parameter ditunjukkan pada Gambar 8.

#	Name	Type	Collation	Attributes
1	id_parameter	int(155)		
2	kode_kriteria	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
3	nama_parameter	varchar(255)	utf8mb4_general_ci	
4	prioritas_parameter	int(50)		

Gambar. 8 Struktur tabel parameter

7. Tabel nilai v

Nama tabel: nilai_v

Berisi data nilai v dengan *primary key* yaitu id. Struktur tabel nilai v ditunjukkan pada Gambar 9.

#	Name	Type	Collation	Attributes
1	id	int(11)		
2	nilai_v1	double		
3	nilai_v2	double		
4	nilai_v3	double		

Gambar. 9 Struktur tabel nilai v

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Program

Pada perancangan program dijelaskan bagaimana struktur pembuatan sistem pendukung keputusan penentuan lokasi embung dengan menggunakan metode *Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje (VIKOR)*. Program ini dibuat dengan menggunakan kerangka kerja CodeIgniter dengan konsep *model, view, dan controller* atau MVC. Berikut ini merupakan implementasi program yang terdapat dalam sistem informasi ini:

1. Tampilan halaman awal (*landing page*)

Halaman awal/*landing page* adalah halaman yang akan ditampilkan saat pertama kali mengakses sistem informasi

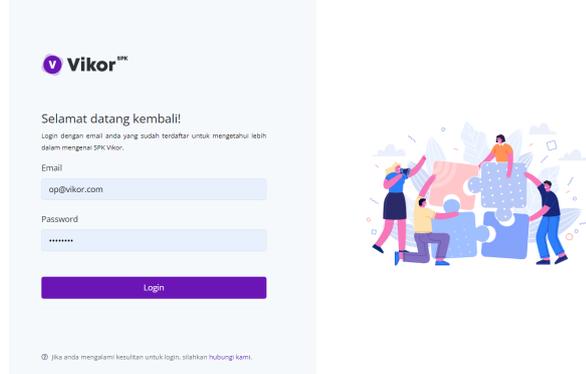
ini. Halaman ini menampilkan gambaran mengenai sistem informasi pendukung ini dan metode VIKOR secara umum, serta menampilkan data alternatif, kriteria, dan hasil perhitungan berupa peringkat lokasi pembangunan embung yang juga divisualisasikan berupa peta lokasi embung di Kabupaten Semarang. Halaman awal ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar. 10 Halaman awal (landing page)

2. Tampilan halaman login

Halaman login merupakan halaman yang ditampilkan kepada pengguna ketika ingin masuk ke halaman dashboard/beranda. Pada halaman ini terdapat proses input email dan password yang dimiliki pengguna yang nantinya akan dilakukan proses autentikasi dan pengecekan role pengguna. Jika proses autentikasi dan pengecekan role berhasil maka akan diteruskan ke halaman dashboard/beranda operator atau administrator sesuai dengan role masing-masing akun. Halaman login ditunjukkan pada Gambar 11.

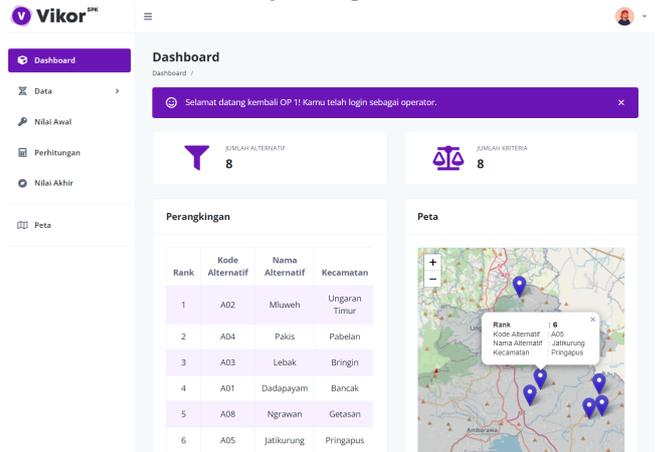


Gambar. 11 Halaman login

3. Tampilan halaman dashboard

Halaman beranda/dashboard merupakan halaman yang ditampilkan ketika proses login berhasil. Halaman ini menampilkan dashboard administrator atau operator sesuai dengan role pengguna yang login. Perbedaan antar dashboard untuk administrator dan operator yaitu, untuk administrator terdapat menu akun pada sidebar yang digunakan untuk mengelola data pengguna yang terdaftar, dimana untuk role operator tidak ada menu tersebut. Bagian konten halaman beranda/dashboard berisi rangkuman mengenai jumlah pengguna terdaftar, jumlah alternatif, jumlah kriteria, hasil perbandingan dengan metode VIKOR

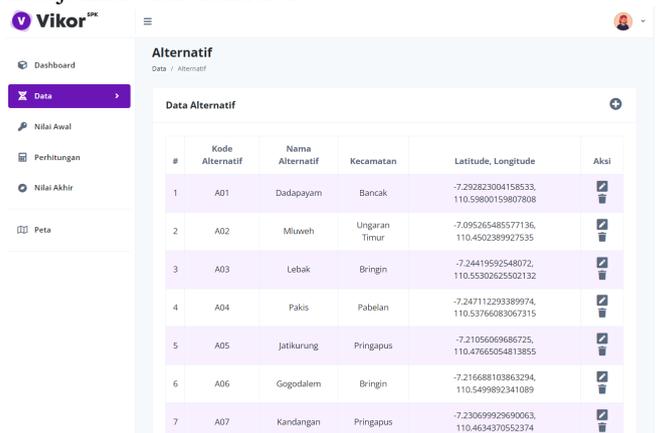
dan visualisasi Kabupaten Semarang. Halaman beranda/dashboard ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar. 12 Halaman dashboard untuk pengguna dengan role operator

4. Tampilan halaman alternatif

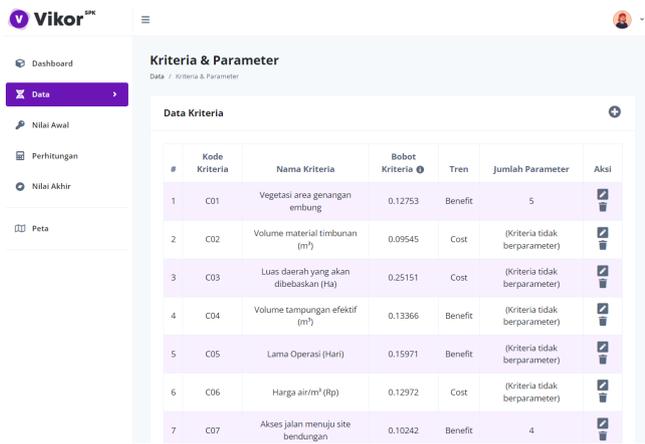
Halaman alternatif merupakan halaman yang menampilkan informasi dari tabel alternatif. Administrator dapat melihat daftar lokasi alternatif, menambah alternatif beserta nilai alternatifnya, menghapus alternatif, dan memperbarui alternatif yang dipilih sedangkan administrator hanya mampu melihat data alternatif. Halaman alternatif ditunjukkan oleh Gambar 13.



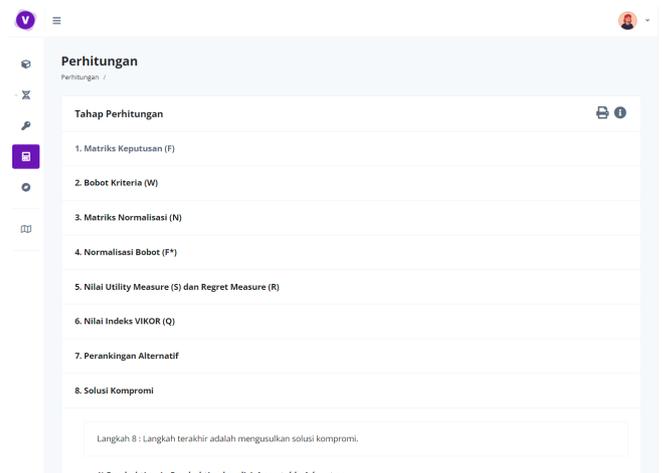
Gambar. 13 Halaman alternatif operator

5. Tampilan halaman kriteria dan parameter

Halaman kriteria dan parameter merupakan halaman yang menampilkan informasi dari tabel kriteria dan tabel parameter. Halaman ini akan menampilkan kriteria-kriteria yang terdaftar beserta parameternya. Pada halaman ini operator dapat menambahkan kriteria berparameter maupun tidak berparameter, menghapus kriteria, mengubah kriteria termasuk mengubah bobot dari tiap kriteria sedangkan administrator hanya mampu melihat data kriteria dan parameter. Saat operator menambahkan kriteria, operator akan mendapatkan pop-up modal pilihan apakah kriteria yang akan ditambahkan memiliki parameter atau tidak, jika memiliki parameter maka operator harus mengisi jumlah parameternya pada form setelahnya. Halaman kriteria dan parameter ditunjukkan oleh Gambar 14.



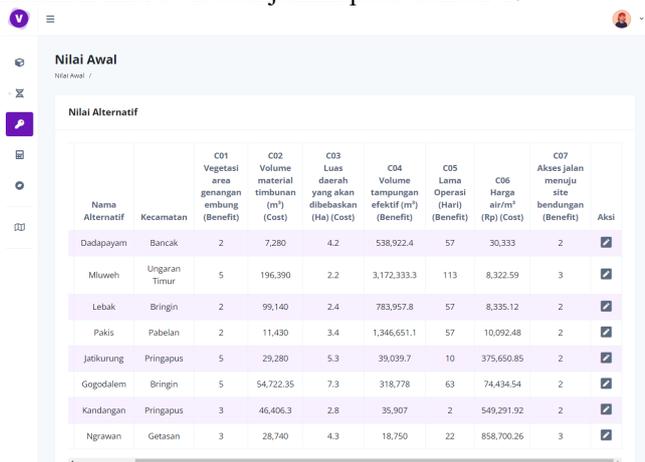
Gambar. 14 Halaman kriteria dan parameter operator



Gambar. 16 Halaman perhitungan

6. Tampilan halaman nilai awal

Halaman nilai awal merupakan halaman yang menampilkan informasi dari tabel nilai, yaitu nilai awal dari masing-masing alternatif terhadap kriteria dan nilai V. Pada halaman ini, administrator hanya dapat melihat data nilai awal sedangkan operator dapat mengubah nilai awal alternatif melalui tombol edit pada kolom aksi dan mengubah dan nilai V melalui tombol edit pada pojok *card* nilai V. Halaman nilai awal ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar. 15 Halaman nilai awal

7. Tampilan halaman perhitungan

Halaman perhitungan merupakan halaman yang digunakan untuk menunjukkan tahap-tahap perhitungan dengan menggunakan metode VIKOR terhadap data yang sudah dimasukkan. Halaman ini menampilkan data dari tabel alternatif, tabel kriteria, tabel nilai dan tabel nilai V. Halaman perhitungan ditunjukkan pada Gambar 16.

B. Pengujian Metode VIKOR

1. Menyusun Matriks Keputusan (F)

Pada tahap ini setiap alternatif lokasi di Kabupaten Semarang secara berurutan yakni Dadapayam, Mluweh, Lebak, Pakis, Jatikurung, Gogodalem, Kandangan, dan Ngrawan (selanjutnya dikodekan secara berurutan A01-A08) dan kriteria disusun ke dalam bentuk matriks keputusan. Pemberian nilai dari tiap alternatif terhadap tiap kriteria berparameter didasarkan pada data yang sudah ada sebelumnya [6]. Matriks keputusan alternatif terhadap kriteria ditunjukkan pada Tabel III.

TABEL III
MATRIKS KEPUTUSAN (F)

Kode	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A01	2	7.280	4,2	538.92 2,4	57	30.333,0 0	2
A02	5	196.39 0	2,2	3.172.3 33,3	113	8.322,59	3
A03	2	99.140	2,4	783.97 5,8	57	8.335,12	2
A04	2	11.430	3,4	1.346.6 51,1	57	10.092,4 8	2
A05	5	29.280	5,3	39.039, 7	10	375.650, 85	2
A06	5	54.722 ,35	7,3	318.77 8,0	63	74.434,5 4	2
A07	3	46.406 ,3	2,8	35.907, 0	2	549.291, 92	2
A08	3	28.740	4,3	18.750, 0	22	858.700, 26	3

2. Penentuan Bobot Kriteria (W)

Pada tahap ini setiap kriteria diberikan bobot berdasarkan data yang telah ada. Bobot tiap kriteria ditunjukkan pada Tabel IV.

TABEL IV
BOBOT KRITERIA (W)

Kode	K1 Cost	K2 Cost	K3 Cost	K4 Benefit	K5 Benefit	K6 Cost	K7 Cost
Bobot	0,127 53	0,095 45	0,251 51	0,133 66	0,159 71	0,129 72	0,102 42

3. Menghitung Matriks Normalisasi (N)

Membuat matriks normalisasi dengan menentukan nilai positif (f_j^+) dan nilai negatif (f_j^-) sebagai solusi ideal untuk setiap kriteria terlebih dahulu dengan melihat tren pada masing-masing kriteria lalu menggunakan nilai tersebut pada perhitungan normalisasi dengan Rumus 7 Hasil perhitungan normalisasi ditunjukkan pada Tabel V.

TABEL V
HASIL PERHITUNGAN NORMALISASI (N)

Kode Alt	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A01	1	0	0,392 2	0,835 1	0,504 5	0,025 9	1
A02	0	1	0	0	0	0	0
A03	1	0,485 7	0,039 2	0,757 3	0,504 5	0	1
A04	1	0,021 9	0,235 3	0,578 9	0,504 5	0,002 1	1
A05	0	0,116 3	0,607 8	0,993 6	0,927 9	0,432	1
A06	0	0,250 9	1	0,904 9	0,450 5	0,077 7	1
A07	0,666 7	0,206 9	0,117 6	0,994 6	1	0,636 2	1
A08	0,666 7	0,113 5	0,411 8	1	0,819 8	1	0

4. Menghitung Normalisasi Bobot (F*)

Nilai tiap alternatif yang sudah ternormalisasi (N_{ij}) dikalikan dengan nilai bobot masing-masing kriteria (W_j) yang telah ditentukan dengan Rumus 8. Hasil perhitungan normalisasi bobot ditunjukkan pada Tabel VI.

TABEL VI
HASIL PERHITUNGAN NORMALISASI BOBOT (F*)

Kode Alt	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A01	0,127 5	0	0,098 6	0,111 6	0,080 6	0,003 4	0,102 4
A02	0	0,095 5	0	0	0	0	0
A03	0,127 5	0,046 4	0,009 9	0,101 2	0,080 6	0	0,102 4
A04	0,127 5	0,002 1	0,059 2	0,077 4	0,080 6	0,000 3	0,102 4

A05	0	0,011 1	0,152 9	0,132 8	0,148 2	0,056	0,102 4
A06	0	0,023 9	0,251 5	0,120 9	0,071 9	0,010 1	0,102 4
A07	0,085	0,019 7	0,029 6	0,132 9	0,159 7	0,082 5	0,102 4
A08	0,085	0,010 8	0,103 6	0,133 7	0,130 9	0,129 7	0

5. Menghitung Nilai Utility Measure (S) dan Regret Measure (R)

Setiap alternatif dihitung nilai utility measure (S_i) dan nilai regret measure (R_i) dengan menggunakan nilai F^* yang didapat dari perhitungan sebelumnya. Untuk menghitung S_i dan R_i digunakan Rumus 9 dan 10. Hasil dari perhitungan nilai utility measure (S_i) dan nilai regret measure (R_i) ke masing-masing alternatif ditunjukkan pada Tabel VII.

TABEL VII
HASIL PERHITUNGAN NILAI UTILITY MEASURE (S_i)
DAN REGRET MEASURE (R_i)

Kode Alt	Nama Alternatif	Nilai Utility Measure (S_i)	Nilai Regret Measure (R_i)
A01	Dadapayam	0,5241	0,1275
A02	Mluweh	0,0955	0,0955
A03	Lebak	0,468	0,1275
A04	Pakis	0,4495	0,1275
A05	Jatikurung	0,6034	0,1529
A06	Gogodalem	0,5807	0,2515
A07	Kandangan	0,6118	0,1597
A08	Ngrawan	0,5937	0,1337

6. Menghitung Nilai Indeks VIKOR (Q)

Menghitung nilai indeks VIKOR dari tiap alternatif dengan menentukan terlebih dahulu nilai S^+ , S^- , R^+ , dan R^- lalu menggunakan nilai tersebut pada perhitungan nilai indeks VIKOR dengan Rumus 11. Hasil perhitungan nilai indeks VIKOR ditunjukkan pada Tabel VIII.

TABEL VIII
HASIL PERHITUNGAN NILAI INDEKS VIKOR (Q_i)

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Nilai Indeks VIKOR ($V=0,5$)
A01	Dadapayam	0,5176
A02	Mluweh	0
A03	Lebak	0,4633
A04	Pakis	0,4454
A05	Jatikurung	0,6758

A06	Gogodalem	0,9699
A07	Kandangan	0,7058
A08	Ngrawan	0,6049

7. Perangkingan Alternatif

Perangkingan alternatif ditentukan dari nilai indeks VIKOR (Q), alternatif dengan nilai yang paling rendah merupakan solusi ideal. Hasil perangkingan berdasarkan nilai indeks VIKOR ditunjukkan pada Tabel IX.

TABEL IX
PERANGKINGAN ALTERNATIF BERDASARKAN
NILAI INDEKS VIKOR

Rank	Kode Alternatif	Nama Alternatif	Nilai Indeks VIKOR (V=0,5)
1	A02	Mluweh	0
2	A04	Pakis	0,4454
3	A03	Lebak	0,4633
4	A01	Dadapayam	0,5176
5	A08	Ngrawan	0,6049
6	A05	Jatikurung	0,6758
7	A07	Kandangan	0,7058
8	A06	Gogodalem	0,9699

8. Mengajukan Solusi Kompromi

Solusi kompromi ditentukan dari alternatif yang memiliki peringkat terbaik dengan mengukur indeks VIKOR yang minimum dengan mengujinya dengan 2 kondisi berikut:

- Pengujian Kondisi 1: *Acceptable Advantage*

Pengujian kondisi 1 dilakukan dengan menggunakan Rumus 12 dan 13 yakni dengan menghitung selisih antara peringkat alternatif pertama dan kedua yakni $Q_{(a_1)}$ dan $Q_{(a_2)}$ lalu membandingkannya dengan nilai DQ . Jika nilai selisih alternatif peringkat pertama dan kedua yang didapat lebih besar atau sama dengan nilai DQ , maka kondisi *acceptable advantage* terpenuhi.

Pengujian terhadap alternatif terbaik pada kondisi *acceptable advantage* dengan menggunakan Rumus 12 dan 13 adalah sebagai berikut:

$$Q_{(a_2)} - Q_{(a_1)} = 0,4454 - 0 = 0,4454$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} = \frac{1}{8-1} = 0,1429$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai DQ adalah 0,1429 dan selisih nilai $Q_{(a_1)}$ dan $Q_{(a_2)}$ adalah 0,4454. Dikarenakan nilai $Q_{(a_2)} - Q_{(a_1)} \geq DQ$, maka kondisi *acceptable advantage* terpenuhi.

- Pengujian Kondisi 2: *Acceptable Stability in Decision Making*

Menguji stabilitas perangkingan alternatif dengan menggunakan nilai V yang berbeda yakni: nilai $V > 0,5$ (*voting by majority rule*), nilai $V = 0,5$ (*by concensus*), dan

nilai $V < 0,5$ (*with veto*). Jika alternatif peringkat pertama atau $Q_{(a_1)}$ tetap menjadi peringkat terbaik dalam 3 macam pemeringkatan dengan nilai V yang berbeda, maka kondisi *acceptable stability in decision making* terpenuhi. Pengujian kondisi *acceptable stability in decision making* terhadap alternatif ditunjukkan pada Tabel X.

TABEL X
PENGUJIAN KONDISI ACCEPTABLE STABILITY IN
DECISION MAKING

Rank	(V=0,45)		(V=0,5)		(V=0,55)	
	Kode Alt	Q	Kode Alt	Q	Kode Alt	Q
1	A02	0	A02	0	A02	0
2	A04	0,4214	A04	0,4454	A04	0,4694
3	A03	0,4375	A03	0,4633	A03	0,4891
4	A01	0,4864	A01	0,5176	A01	0,5489
5	A08	0,5689	A08	0,6049	A08	0,6409
6	A05	0,6451	A05	0,6758	A05	0,7066
7	A07	0,6763	A07	0,7058	A07	0,7352
8	A06	0,9729	A06	0,9699	A06	0,9669

Dari hasil pemeringkatan dengan nilai V yang berbeda didapatkan alternatif A02 stabil berada di peringkat pertama, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi *acceptable stability in decision making* terpenuhi.

Berdasarkan hasil pengujian kedua kondisi di atas dapat diketahui bahwa kedua kondisi terpenuhi, sehingga alternatif A02 atau Mluweh dapat diusulkan menjadi solusi kompromi dan merupakan peringkat terbaik dari perangkingan embung dengan metode VIKOR.

C. Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan untuk menguji sistem pendukung keputusan sebelum dipublikasikan. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan metode *Black Box*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang sudah dibuat mampu berjalan sesuai dengan rancangan pengembangan sistem atau belum. Penggunaan metode *Black Box* bertujuan untuk mengetahui apakah setiap fungsi dari sistem pendukung keputusan sudah dapat berjalan (secara fungsional) dengan baik atau belum.

Pada pengujian sistem diperlukan untuk indikator untuk tiap bagian yang diuji. Pengujian dimulai dengan pengujian kebutuhan fungsional sistem. Berikut adalah tabel pengujian kebutuhan sistem yang ditunjukkan pada Tabel XI.

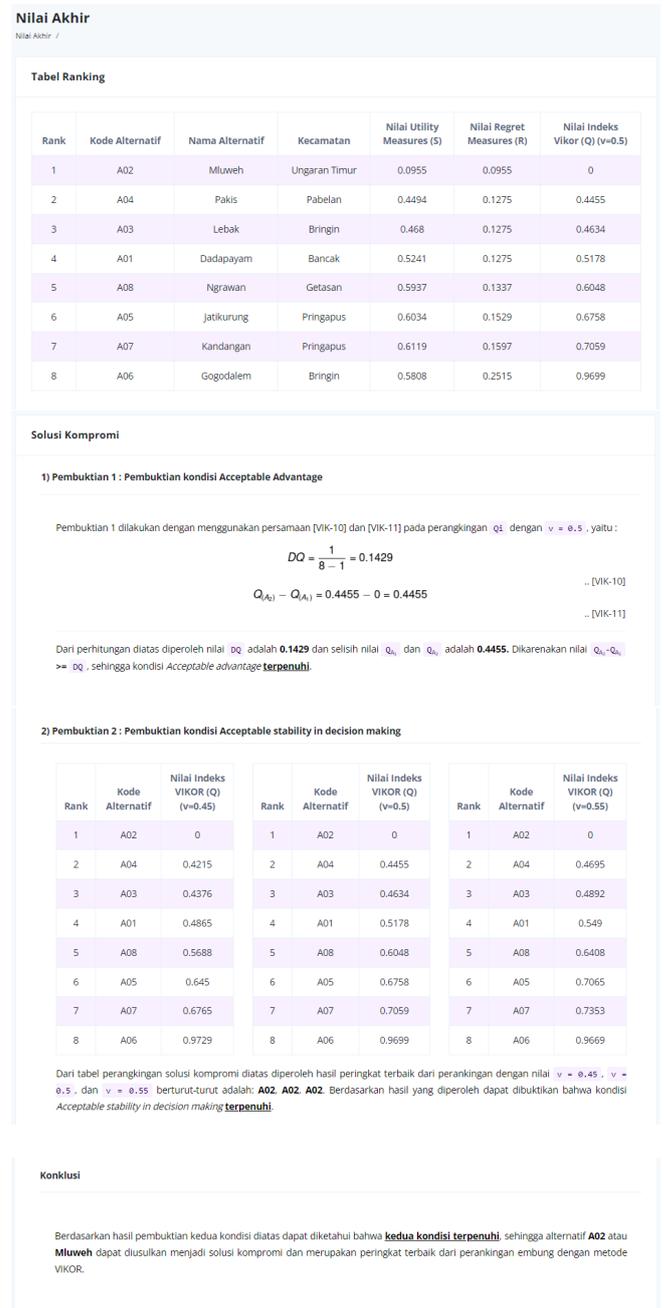
TABEL XI
TABEL PENGUJIAN FUNGSIONAL SISTEM

No.	Pengujian Fungsional	Keterangan
1	Tersedia halaman awal (<i>landing page</i>) sebagai halaman utama dan sekaligus halaman yang menampilkan informasi bagi <i>guest</i> pada sistem	Tersedia
2	Tersedia halaman <i>login</i> untuk melakukan autentikasi pengguna dan menentukan tingkatan pengguna (<i>role</i>) pada sistem	Tersedia
3	Tersedia halaman-halaman administrator yang hanya pengguna dengan tingkatan pengguna (<i>role</i>) administrator yang dapat mengaksesnya	Tersedia
4	Tersedia halaman-halaman operator yang hanya pengguna dengan tingkatan pengguna (<i>role</i>) operator yang dapat mengaksesnya	Tersedia
5	Tersedia halaman untuk melakukan perubahan data alternatif, data kriteria, data nilai, dan data akun	Tersedia
6	Tersedia halaman yang menampilkan perhitungan VIKOR secara detail dan halaman yang menampilkan peta visualisasi dari lokasi alternatif lokasi embung	Tersedia

Selanjutnya dilakukan pengujian pada tiap bagian termasuk fungsi dari menu, form, dan tombol yang ada di dalam sistem. Pengujian perhitungan dalam sistem juga dilakukan untuk menguji apakah perhitungan dalam sistem sudah tepat atau belum dengan membandingkan perhitungan sistem dengan perhitungan manual.

Halaman dan fungsi yang diuji yakni halaman awal, halaman *login*, fungsi *login*, halaman *dashboard*, halaman alternatif beserta fungsi-fungsi di dalamnya (menambah alternatif, mengubah alternatif, dan menghapus alternatif), halaman kriteria beserta fungsi-fungsi di dalamnya (menambah kriteria berparameter dan tidak berparameter, mengubah kriteria, dan menghapus kriteria), halaman nilai awal beserta fungsi mengubah nilai awal alternatif dan nilai V, halaman perhitungan, halaman nilai akhir, halaman peta, dan halaman FAQ.

Dari pengujian sistem diperoleh kesimpulan bahwa semua fungsi pada sistem telah berhasil berjalan sesuai dengan rancangan pengembangan sistem dan perhitungan yang dihasilkan sistem sudah sesuai dengan metode VIKOR dan hasil perhitungan yang dilakukan sistem sama dengan hasil perhitungan yang dilakukan secara manual. Hasil perhitungan sistem ditunjukkan pada Gambar 17.



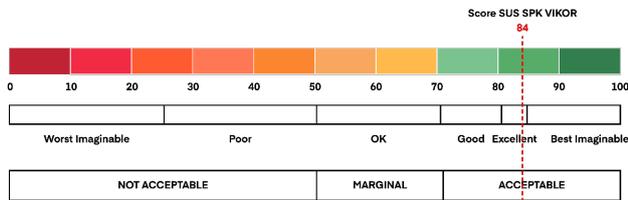
Gambar. 17 Hasil Perhitungan SPK VIKOR

D. Pengujian System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) ialah sebuah metode pengujian dengan menggunakan kuesioner untuk mengukur *usability* sebuah sistem aplikasi. *System Usability Scale* (SUS) dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan digunakan untuk memberikan nilai terhadap fungsional dari sistem aplikasi dari pandangan responden. *System Usability Scale* (SUS) terdiri dari 10 pertanyaan yang digunakan untuk menilai kegunaan dari produk atau sistem aplikasi oleh responden dengan memberikan skala nilai 1 (sangat tidak setuju) sampai 5 (sangat setuju) untuk setiap pertanyaan. Setiap pertanyaan memiliki nilai kontribusi yang berkisar antara 0 hingga 4. Untuk pertanyaan bernomor 1, 3, 5, 7, dan 9 memiliki nilai kontribusi posisi skala dikurangi 1. Untuk pertanyaan bernomor 2, 4, 6, 8, dan 10 nilai kontribusinya adalah 5 dikurangi posisi skala. Hasil dari nilai *System*

Usability Scale (SUS) merupakan jumlah seluruh nilai kontribusi dikali 2,5. Nilai *System Usability Scale* (SUS) berkisar antara 0 sampai 100 [12].

Skor *System Usability Scale* (SUS) digunakan untuk menunjukkan tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem. Supaya sistem yang diujikan bisa masuk ke kategori *acceptable* maka skor *System Usability Scale* yang didapat harus bernilai lebih dari 70. Hasil dari pengujian SUS Sistem pendukung keputusan VIKOR mendapatkan rata-rata skor 84. Selanjutnya ditentukan kategori dan *grade* dari SPK VIKOR dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar. 18 Nilai SUS SPK VIKOR

Berdasarkan nilai yang diperoleh oleh SPK VIKOR dapat disimpulkan bahwa SPK VIKOR masuk ke dalam kategori *acceptable* dengan *grade excellent* dengan rata-rata nilai skor yang didapat senilai 84.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dari penelitian Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Embung dengan Menggunakan Metode *Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje* (VIKOR), didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan yang dilakukan sistem sudah sesuai dengan kaidah perhitungan metode VIKOR dan seluruh data yang ada dalam sistem bersifat dinamis sehingga SPK VIKOR dapat digunakan untuk melakukan pemeringkatan banyak alternatif dengan multi-kriteria secara efektif dan efisien.
2. Alternatif Mluweh menjadi peringkat terbaik dalam perankingan menggunakan metode VIKOR dan tetap stabil menjadi peringkat terbaik setelah dilakukan pengujian kondisi *acceptable advantage* dan pengujian kondisi *acceptable stability in decision making*.
3. Dalam metode VIKOR tidak ada perhitungan khusus untuk menghitung nilai bobot kriteria. Pemberian bobot hanya diberikan begitu saja oleh pengambil keputusan sehingga diperlukan metode lain untuk memeriksa konsistensi pembobotan seperti AHP dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indarto, S. Wahyuningsih, M. Pudjojono, H. Ahmad, and Y. Ahmad. "Studi Pendahuluan tentang Penerapan Metode Ambang Bertingkat untuk Analisis Kekeringan Hidrologi pada 15 DAS di Wilayah Jawa Timur," *J. Agroteknologi*, vol. 08, no. 02, pp. 112–121, 2014, [Online]. Available: jurnal.unej.ac.id/index.php/JAGT/article/view/3040/2446.
- [2] R. Yunus, M. R. Amri, Wartono, Y. Kristanto, and A. D. Nugraheni, "Katalog Desa/Kelurahan Rawan Kekeringan (kelas kerawanan tinggi dan sedang)," *BNPB*, 2019.

- [3] K. G. D. Saputra, "Manajemen Pemerintahan Kabupaten Temanggung dalam Upaya Mengatasi Kekeringan," *J. Ilm. Ilmu Pemerintah.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [4] O. E. Semiun, "Identifikasi Kerusakan dan Rekomendasi Perbaikan Embung Kecil di Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur," *J. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 4, no. 3, pp. 341–352, 2019, doi: 10.30653/002.201943.172.
- [5] B. Anjasmoro, S. Suharyanto, and S. Sangkawati, "Analisis Prioritas Pembangunan Embung Metode Cluster Analysis, AHP dan Weighted Average (Studi Kasus: Embung di Kabupaten Semarang)," *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 21, no. 2, p. 101, 2016, doi: 10.14710/mkts.v21i2.11236.
- [6] D. Ulfiana and S. Suharyanto, "Analysis of Fuzzy TOPSIS Method in Determining Priority of Small Dams Construction," in *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 2019, vol. 21, no. 2, pp. 46–53.
- [7] M. Arif, J. E. Suseno, and R. R. Isnanto, "Multi-Criteria Decision Making with the VIKOR and SMARTER Methods for Optimal Seller Selection from Several E-Marketplaces," *E3S Web Conf.*, vol. 202, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202020214002.
- [8] A. Civic and B. Vucijak, "Multi-criteria optimization of insulation options for warmth of buildings to increase energy efficiency," *Procedia Eng.*, vol. 69, pp. 911–920, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.03.070.
- [9] M. Alemi, M. Kalbasi, and F. Rashidi, "A mathematical prediction based on Vikor model," *Middle East J. Sci. Res.*, vol. 18, no. 7, pp. 1035–1041, 2013, doi: 10.5829/idosi.mejsr.2013.18.7.11814.
- [10] S. P. Lengkong, A. E. Permanasari, and S. Fauziati, "Implementasi Metode VIKOR untuk Seleksi Penerima Beasiswa," *Proc. 7 th Natl. Conf. Inf. Technol. Electr. Eng.*, vol. 33, no. September, pp. 107–112, 2015.
- [11] A. Prihandoko, "Analisis Potensi Obyek Wisata Alam Di Kabupaten Semarang," pp. 1–24, 2008.
- [12] Z. Sharfina and H. B. Santoso, *An Indonesian adaptation of the System Usability Scale (SUS)*. 2016 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS), 2016.