



## Integrasi *Best Worst Method* dan *MOORA* dalam sistem pendukung keputusan orientasi karir siswa SMK

Nur Alim M. Suma, Lillyan Hadjaratie, Nikmasari Pakaya, Indhitya R. Padiku

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

### Riwayat Artikel:

Diterima 23 April 2026

Direvisi 30 April 2026

Disetujui 30 April 2026

### Kata Kunci:

Best Worst Method  
Orientasi Karir  
Sistem Pendukung Keputusan  
MOORA  
Kebergunaan

**ABSTRACT.** The career orientation process in vocational high schools was frequently constrained by student confusion and teacher subjectivity due to the absence of analytical guidelines. This study developed a decision support system to provide objective career recommendations. The main contribution of this research was the provision of an early-stage analytical guideline based on mathematical computation for students. The system development utilized the Waterfall method. For computation, the Best Worst Method (BWM) was used to calculate criteria weights based on expert preferences, which was combined with Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (MOORA) to rank alternatives. The computation results of the BWM vector successfully achieved a consistency ratio of 0.0468. The confusion matrix testing on 30 samples indicated an accuracy rate of 86.67% and the System Usability Scale (SUS) evaluation obtained a score of 72.2 (Acceptable). However, this study is limited by the small sample size and implementation scope within a single school. These findings indicate that the integration of BWM and MOORA can be used as an initial analytical guideline to support career guidance services in vocational high schools.

**ABSTRAK.** Proses penentuan orientasi karir di SMK sering terkendala kebingungan siswa dan subjektivitas guru akibat ketiadaan pedoman analitis. Penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan untuk memberikan rekomendasi karir secara objektif. Kontribusi utama penelitian ini adalah penyediaan pedoman analitis awal berbasis komputasi matematis bagi siswa. Pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall. Untuk komputasi, metode *Best Worst Method* (BWM) digunakan untuk menghitung bobot kriteria berdasarkan preferensi pakar, yang dipadukan dengan *Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis* (MOORA) untuk merangking alternatif. Hasil komputasi vektor BWM sukses mencapai rasio konsistensi 0,0468. Pengujian confusion matrix pada 30 sampel menunjukkan tingkat akurasi 86,67% dan evaluasi *System Usability Scale* (SUS) memperoleh skor 72,2 (Acceptable). Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada ukuran sampel yang kecil dan cakupan implementasi yang masih terbatas di satu sekolah. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi BWM dan MOORA dapat digunakan sebagai pedoman analitis awal dalam mendukung layanan bimbingan karir di SMK.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



### Penulis Korespondensi:

Nur Alim M. Suma,  
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo  
Jl. Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie, Gorontalo, Indonesia.  
Email: [nur3\\_s1sisfo@mahasiswa.ung.ac.id](mailto:nur3_s1sisfo@mahasiswa.ung.ac.id)

## PENDAHULUAN

Pendidikan menengah kejuruan (SMK) memiliki peran strategis dalam menyiapkan tenaga kerja yang kompeten dan siap pakai di berbagai sektor industri. Namun, tantangan besar muncul ketika lulusan SMK justru mendominasi angka pengangguran nasional. Data Badan Pusat Statistik mencatatkan bahwa Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) lulusan SMK mencapai 8,00%, yang merupakan angka tertinggi dibandingkan jenjang pendidikan lainnya (Badan Pusat Statistik, 2025). Tingginya angka ini seringkali dipicu oleh minimnya pengetahuan diri (*self-knowledge*) dan rendahnya keyakinan diri

siswa dalam merencanakan karir pasca-kelulusan. Kondisi tersebut menjadi permasalahan nyata di SMKN 1 Kota Gorontalo, di mana layanan bimbingan karir oleh Guru Bimbingan Konseling (BK) masih berjalan secara situasional. Padahal, bimbingan karir yang sistematis memiliki peran vital dalam membantu siswa merencanakan masa depan mereka secara lebih matang (Indrasari *et al.*, 2022). Ketiadaan instrumen pemetaan berbasis komputasi menyebabkan rekomendasi karir rentan terhadap bias subjektivitas pakar, sehingga arahan yang dihasilkan seringkali kurang presisi.

Secara fundamental, Sistem Pendukung Keputusan (SPK) didefinisikan sebagai aplikasi berbasis komputer yang dirancang untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan menyediakan rekomendasi yang terukur berdasarkan kriteria tertentu (Gultom & Isnanto, 2024). Implementasi SPK di lingkungan pendidikan telah terbukti mampu memberikan dukungan informasi interaktif dalam menentukan prioritas secara objektif. Penelitian terdahulu yang dipublikasikan pada jurnal ini telah berhasil menerapkan metode pengambilan keputusan multikriteria untuk memberikan rekomendasi mahasiswa berprestasi (Katili *et al.*, 2021). Selain itu, keandalan metode Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (MOORA) juga telah diakui dalam menghasilkan peringkat keputusan yang valid dan konsisten pada berbagai studi kasus, mulai dari pemilihan lokasi hingga kelayakan produk (Handini & Kurniawan, 2023; Natsir *et al.*, 2025; Pratama *et al.*, 2023), hingga penerapannya secara spesifik dalam ranah pendidikan untuk merekomendasikan pemilihan konsentrasi mata kuliah berdasarkan kinerja akademik mahasiswa (Sihombing, 2024).

Meskipun demikian, terdapat celah penelitian (*research gap*) pada metode perankingan konvensional seperti *Simple Additive Weighting* (SAW) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) yang sering digunakan dalam sistem pengambilan keputusan. Metode SAW memiliki kelemahan di mana hasil estimasinya tidak selalu mencerminkan situasi yang sebenarnya dan berpotensi menghasilkan keputusan yang tidak logis apabila nilai dari suatu kriteria sangat berbeda secara signifikan dibandingkan kriteria lainnya (Velasquez & Hester, 2013). Sementara itu, metode TOPSIS memiliki batasan karena penggunaan jarak Euclidean yang tidak mempertimbangkan korelasi antar atribut (Velasquez & Hester, 2013), serta sangat rentan terhadap fenomena rank reversal, di mana urutan preferensi alternatif dapat berubah secara tidak konsisten ketika ada penambahan atau pengurangan alternatif baru dalam masalah Keputusan (García-cascales & Lamata, 2012).

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, penelitian ini memilih metode MOORA. Algoritma MOORA menawarkan optimasi yang tangguh dengan memisahkan kriteria secara proporsional, di mana nilai kriteria yang harus dimaksimalkan (*benefit*) akan dijumlahkan, lalu dikurangi dengan nilai kriteria yang harus diminimalkan (*cost*) (Brauers & Zavadskas, 2006). Merujuk pada analisis komparatif yang dilakukan oleh Ceballos *et al.* (2016), metode MOORA terbukti menghasilkan peringkat keputusan yang konsisten dan setara akurasinya dengan metode TOPSIS. Penggunaan MOORA menjadi krusial karena menawarkan stabilitas peringkat yang andal untuk diterapkan pada variabel bimbingan karir SMK yang kompleks, tanpa mengadopsi kelemahan TOPSIS terkait *rank reversal* maupun kerumitan perhitungan SAW.

Selain pada sisi perankingan, kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi algoritma *Best Worst Method* (BWM) untuk mengatasi subjektivitas pembobotan. Mayoritas SPK pendidikan masih menggunakan pembobotan langsung atau *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang memiliki kelemahan pada jumlah perbandingan berpasangan yang besar. Jika AHP memerlukan  $n(n-1)/2$  perbandingan, BWM hanya membutuhkan  $2n-3$  perbandingan (Rezaei, 2015). Hal ini secara signifikan mereduksi beban kognitif pakar (Guru BK) serta menjamin objektivitas melalui mekanisme penghitungan *Consistency Ratio* (CR) yang lebih ketat melalui pendekatan pemrograman linier. Penggabungan BWM sebagai pembobot kriteria dan MOORA sebagai penentu peringkat diharapkan menghasilkan rekomendasi karir yang jauh lebih presisi dibandingkan penggunaan metode tunggal.

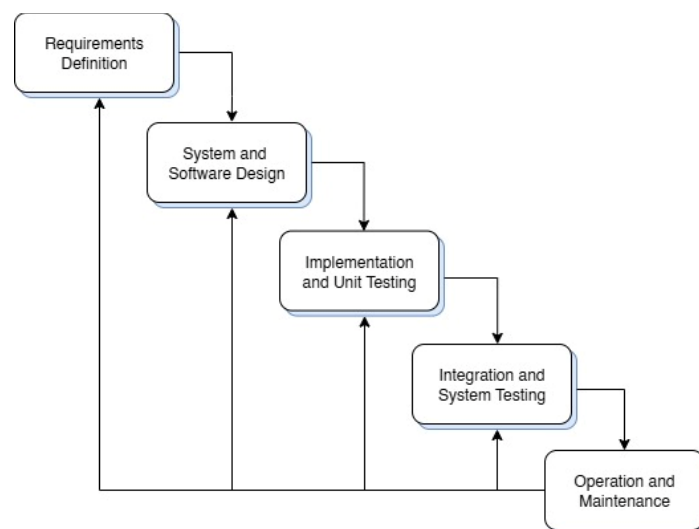
Namun, mayoritas penelitian tersebut masih menghadapi tantangan pada proses pembobotan kriteria yang bersifat subjektif tanpa pengujian konsistensi matematis yang memadai. Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengintegrasikan algoritma Best Worst Method (BWM) untuk mengisi celah tersebut. Metode BWM unggul dalam mereduksi jumlah perbandingan berpasangan, serta mampu menjamin objektivitas preferensi pakar melalui mekanisme penghitungan Consistency Ratio (CR) (Rezaei, 2015, 2016). Penggabungan BWM sebagai pembobot kriteria objektif dengan metode perankingan lain terbukti secara matematis mampu menghasilkan rekomendasi keputusan yang sangat konsisten (Al-fajri *et al.*, 2023). Secara khusus, penelitian ini menerapkan pendekatan pemrograman linier dalam penghitungan bobot BWM guna memastikan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Melalui pengembangan aplikasi berbasis web, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pendukung keputusan orientasi karir yang mengintegrasikan algoritma Best Worst Method (BWM) dan MOORA untuk memberikan rekomendasi jalur karir (bekerja, melanjutkan studi, atau berwirausaha) secara lebih presisi bagi siswa kelas X, XI, dan XII. Dengan dukungan visualisasi tren perkembangan karir, sistem ini diharapkan menjadi pedoman analitis tahap awal yang objektif bagi Guru BK di lingkungan SMK, sekaligus memungkinkan evaluasi terhadap akurasi rekomendasi dan tingkat kebergunaan sistem.

## METODE

Penelitian ini mengadopsi kerangka kerja pengembangan perangkat lunak dengan model Waterfall. Model ini merupakan pendekatan pengembangan sistem yang bersifat linier dan sekuensial, sehingga setiap fase harus dituntaskan dan didokumentasikan sebelum berlanjut ke fase berikutnya (Sommerville, 2011). Skema tahapan Waterfall disajikan pada Gambar 1.

Berbeda dengan paradigma Agile yang menekankan iterasi cepat dan komunikasi lisan yang fleksibel (Ly *et al.*, 2025), Waterfall dipilih karena ruang lingkup dan kebutuhan fungsional sistem pendukung keputusan orientasi karir ini telah terdefinisi dengan jelas serta relatif stabil sejak awal penelitian (Mokhtar & Khayyat, 2022). Keunggulan utama pendekatan ini adalah kemampuannya menghasilkan proses pengembangan yang sistematis, terstruktur, dan didukung dokumentasi rinci pada setiap fase (Sunarya *et al.*, 2025). Kondisi tersebut sangat penting untuk memastikan integritas dan ketepatan logika matematis integrasi algoritma BWM dan MOORA saat diimplementasikan ke dalam sistem. Secara keseluruhan, tahapan penelitian mengikuti alur: analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan.



Gambar 1. Metode Waterfall

### Definisi Kebutuhan (Requirements Definition)

Tahap analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi lapangan dan Focus Group Discussion (FGD) bersama pakar. Profil pakar yang dilibatkan adalah Guru Bimbingan Konseling (BK) di SMKN 1 Kota Gorontalo yang memiliki lisensi pendidik dan pengalaman praktis dalam pendampingan karir vokasi. Sasaran utama sistem ini adalah siswa untuk memetakan orientasi karir sejak dini. Untuk mengurangi bias subjektivitas pakar, penetapan 8 (delapan) kriteria penilaian utama diselaraskan dengan landasan teori psikologi vokasi. Kriteria Nilai Akademik (C1) dan kelompok Minat (Lanjut Studi (C2), Lanjut Kerja (C3), dan Usaha (C7)) direpresentasikan sebagai atribut Personal Determinants pada tahap perkembangan eksplorasi (Exploration) remaja (Super, 1980). Sementara itu, faktor eksternal seperti Kondisi Ekonomi (C4), Motivasi Diri/Dukungan Orang Tua (C5), Ketersediaan Lapangan Kerja (C6), serta Modal/Aset (C8) divalidasi sebagai Contextual Influences dan Situational Determinants yang secara signifikan memoderasi pengambilan keputusan karir dalam kerangka Social Cognitive Career Theory (SCCT) (Lent *et al.*, 1994; Super, 1980).

### Desain Sistem dan Perangkat Lunak (System and Software Design)

Tahap perancangan sistem merupakan fase krusial untuk menentukan arsitektur keseluruhan dan logika algoritma pendukung keputusan. Pemodelan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) yang meliputi *use case diagram*, *activity diagram* karena kemampuannya memvisualisasikan perilaku sistem secara terstandarisasi. Secara algoritmis, sistem mengintegrasikan Best Worst Method (BWM) dengan pendekatan pemrograman linier (Linear Programming) untuk menghitung bobot kriteria secara objektif. Model optimasi BWM direpresentasikan pada Persamaan (1) (Rezaei, 2016):

$$\min \xi^*$$

Dengan kendala:

$$\begin{aligned} |w_B - a_{Bj}w_j| &\leq \xi^*, \text{ untuk semua } j \\ |w_j - a_{jW}w_W| &\leq \xi^*, \text{ untuk semua } j \quad (1) \\ \sum_j w_j &= 1 \\ w_j &\geq 0, \text{ untuk semua } j \end{aligned}$$

Di mana  $w_B$  adalah bobot kriteria terbaik,  $w_W$  adalah bobot kriteria terburuk, dan  $a_{Bj}$  serta  $a_{jW}$  masing-masing adalah vektor preferensi best-to-others dan others-to-worst. Selanjutnya, metode MOORA digunakan untuk meranking alternatif jalur karir. Nilai optimasi akhir ( $Ny_j$ ) untuk setiap alternatif dihitung menggunakan metode rasio dengan mempertimbangkan bobot kriteria, yang diformulasikan pada Persamaan (2) (Brauers & Zavadskas, 2006):

$$Ny_j = \sum_{i=1}^{i=g} w_i Nx_{ij} - \sum_{i=g+1}^{i=n} w_i Nx_{ij} \quad (2)$$

Di mana  $Nx_{ij}$  adalah respon ternormalisasi dari alternatif  $j$  pada kriteria  $i$ ,  $w_i$  adalah bobot kriteria ke- $i$ ,  $g$  adalah jumlah kriteria yang dimaksimalkan (benefit), dan  $n$  adalah total kriteria. Alternatif dengan nilai  $Ny_j$  tertinggi akan menjadi rekomendasi utama bagi siswa.

### Implementasi dan Pengujian Unit (Implementation and Unit Testing)

Implementasi dilakukan menggunakan Python dengan framework Flask pada sisi backend untuk komputasi matriks, serta React.js pada sisi antarmuka untuk menjamin responsivitas Single Page Application (SPA). Basis data dikelola menggunakan MySQL untuk menyimpan preferensi pakar dan profil siswa. Pada tahap ini, dilakukan Pengujian *Whitebox* untuk memvalidasi presisi alur logika algoritma BWM dan MOORA sebelum sistem diintegrasikan.

### Integrasi dan Pengujian Sistem (*Integration and System Testing*)

Tahap ini bertujuan memastikan kualitas sistem melalui pengujian akurasi dan penerimaan pengguna. Validasi akurasi (*Confusion Matrix*) menggunakan 30 sampel data (15 siswa kelas XI dan 15 siswa kelas XII). Jumlah sampel ini ditetapkan menggunakan teknik purposive sampling, yakni dipilih secara sengaja berdasarkan ketersediaan kelengkapan data historis kuesioner dan nilai akademik siswa yang telah mendapatkan rekomendasi final dari Guru BK. Sementara itu, uji usability (SUS) melibatkan 25 responden lintas tingkatan yang terdiri dari 1 Ketua Program Studi dan 24 Siswa. Mengingat tingginya beban kerja dan keterbatasan waktu Guru BK di lapangan, besaran responden ini ditetapkan menggunakan teknik convenience sampling, di mana pengujian dilakukan kepada responden yang bersedia dan secara praktis tersedia di lokasi sekolah saat masa implementasi sistem. Secara keseluruhan, validasi sistem mencakup empat metode: (1) *Whitebox* untuk logika unit, (2) *Blackbox* untuk fungsionalitas antarmuka, (3) *Confusion Matrix* untuk akurasi rekomendasi (Han *et al.*, 2012) sesuai Persamaan (3), dan (4) System Usability Scale (SUS) untuk tingkat kebergunaan (Brooke, 1996):

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (3)$$

### Operasi dan Pemeliharaan (*Operation and Maintenance*)

Fase ini mencakup pembaruan sistem secara berkala untuk penanganan kesalahan (bug), optimalisasi basis data, dan penyesuaian fitur operasional agar sejalan dengan dinamika kebutuhan bimbingan karir di sekolah.

## HASIL DAN DISKUSI

### Definisi Kebutuhan (*Requirements Definition*)

Berdasarkan hasil analisis pada SMKN 1 Kota Gorontalo, proses penentuan orientasi karir yang berjalan saat ini masih dilakukan secara konvensional dan situasional, sehingga sering terjadi keterlambatan dalam pemetaan minat siswa. Sistem ini dirancang untuk menjawab kebutuhan digitalisasi data orientasi karir melalui 8 (delapan) kriteria yang telah divalidasi oleh pakar. Fokus fungsionalitas sistem adalah memproses data mentah siswa menjadi rekomendasi jalur karir yang objektif.

### Desain Sistem dan Perangkat Lunak (*System and Software Design*)

Tahap perancangan sistem merupakan fase krusial untuk menentukan arsitektur keseluruhan dan logika algoritma pendukung keputusan. Pada tahap ini, pemodelan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) yang meliputi *use case diagram*, *activity diagram*. Penggunaan UML dipilih karena mampu memvisualisasikan struktur dan perilaku sistem secara terstandarisasi, sehingga memudahkan deteksi inkonsistensi desain sebelum tahap implementasi.

### Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah salah satu jenis diagram dalam UML yang digunakan untuk mendeskripsikan fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna atau aktor yang berinteraksi dengan sistem (Suraya *et al.*, 2023). Sistem yang dirancang melibatkan tiga aktor utama, yaitu Administrator, Pakar (Guru BK/Kaprodi), dan Siswa. Administrator memiliki hak akses penuh dalam manajemen data pengguna dan pemeliharaan basis data sistem. Pakar berperan krusial dalam memberikan nilai preferensi perbandingan kriteria untuk diproses menggunakan algoritma pembobotan BWM. Sementara itu, aktor Siswa berinteraksi dengan sistem untuk menginput data penilaian diri pada instrumen kuesioner guna mendapatkan hasil peringkat rekomendasi karir. Struktur fungsional sistem dari sudut pandang pengguna ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Use Case Diagram

### Activity Diagram

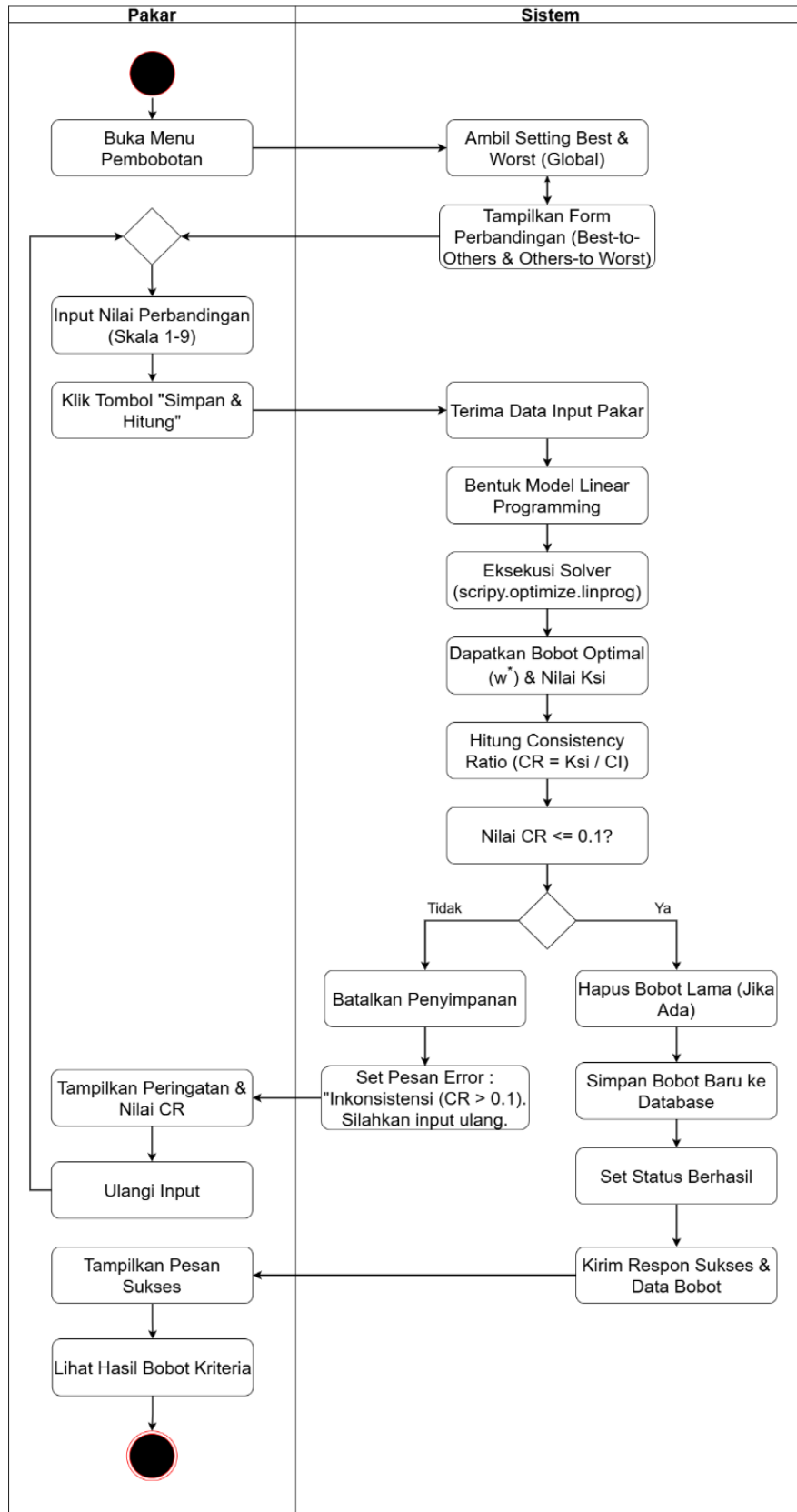
Activity Diagram merupakan pemodelan grafis yang memperlihatkan urutan aktivitas, aktor yang terlibat, dan keterkaitan antaraktivitas di dalam suatu sistem, sehingga alur operasional sistem dapat divisualisasikan secara jelas dan terstruktur.

- **Activity Diagram Perhitungan Bobot BWM**

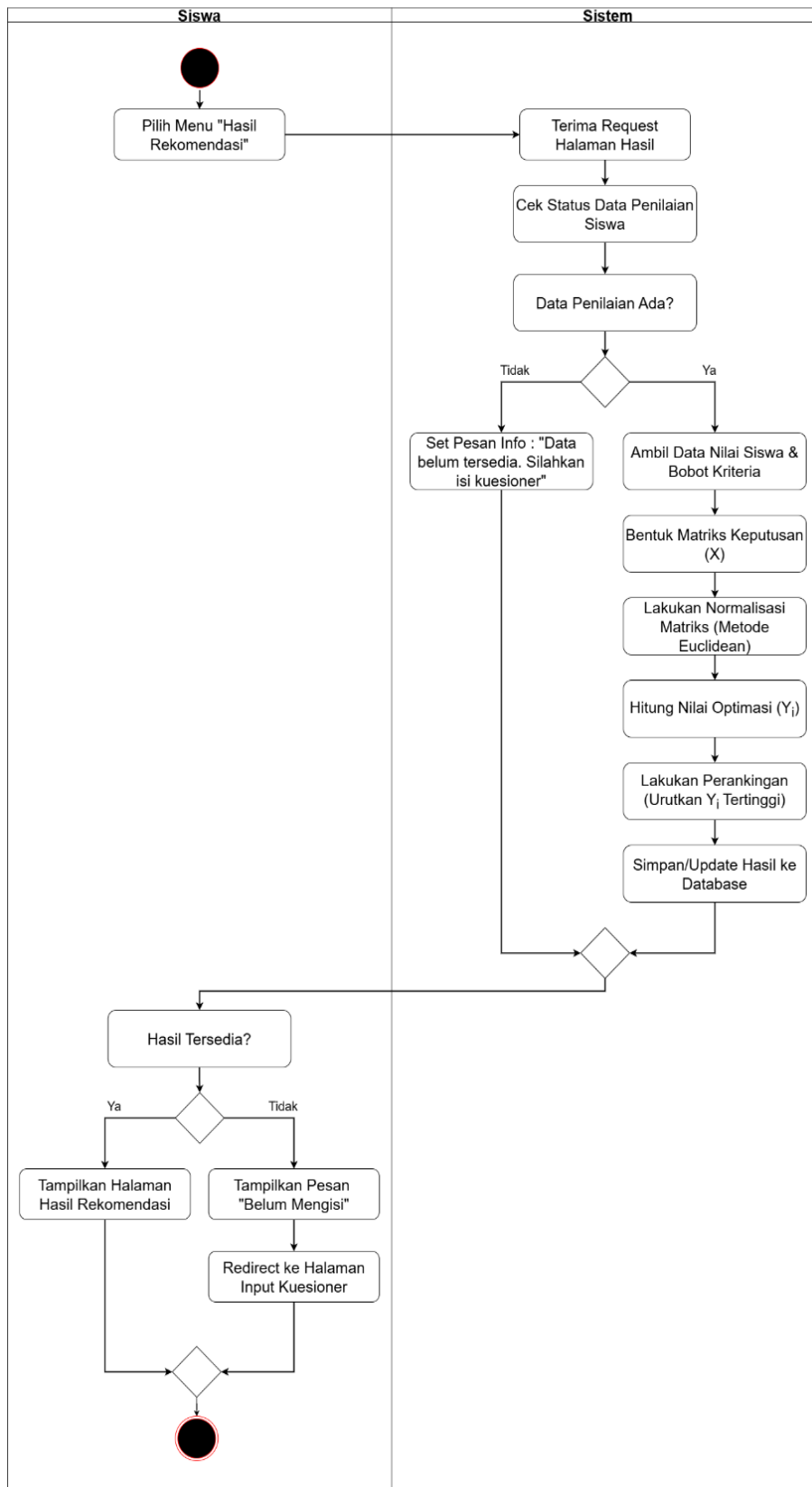
Alur dimulai ketika pakar menentukan kriteria terbaik (*Best*) dan terburuk (*Worst*) dari delapan kriteria keputusan karir yang telah ditetapkan. Selanjutnya, pakar mengisi nilai perbandingan berpasangan menggunakan skala 1–9, yang kemudian diproses oleh modul BWM untuk memperoleh bobot optimal dan nilai *Consistency Ratio* (CR). Hasil perhitungan ini memastikan preferensi pakar tetap objektif sebelum disimpan ke dalam sistem. Alur perhitungan bobot kriteria menggunakan algoritma BWM divisualisasikan pada Gambar 3.

- **Activity Diagram Pemingkatan MOORA**

Proses ini menggambarkan langkah sistem dalam mentransformasi data penilaian diri Siswa ke dalam matriks keputusan. Sistem secara otomatis mengintegrasikan bobot kriteria hasil perhitungan pakar (BWM) untuk melakukan normalisasi matriks dan menghitung nilai optimasi ( $Y_i$ ). Tahapan ini diakhiri dengan penampilan peringkat alternatif karir (**Bekerja, Melanjutkan Studi, atau Berwirausaha**) berdasarkan skor tertinggi sebagai rekomendasi bagi siswa. Proses pemeringkatan alternatif jalur karir menggunakan metode MOORA ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram activity perhitungan bobot BWM



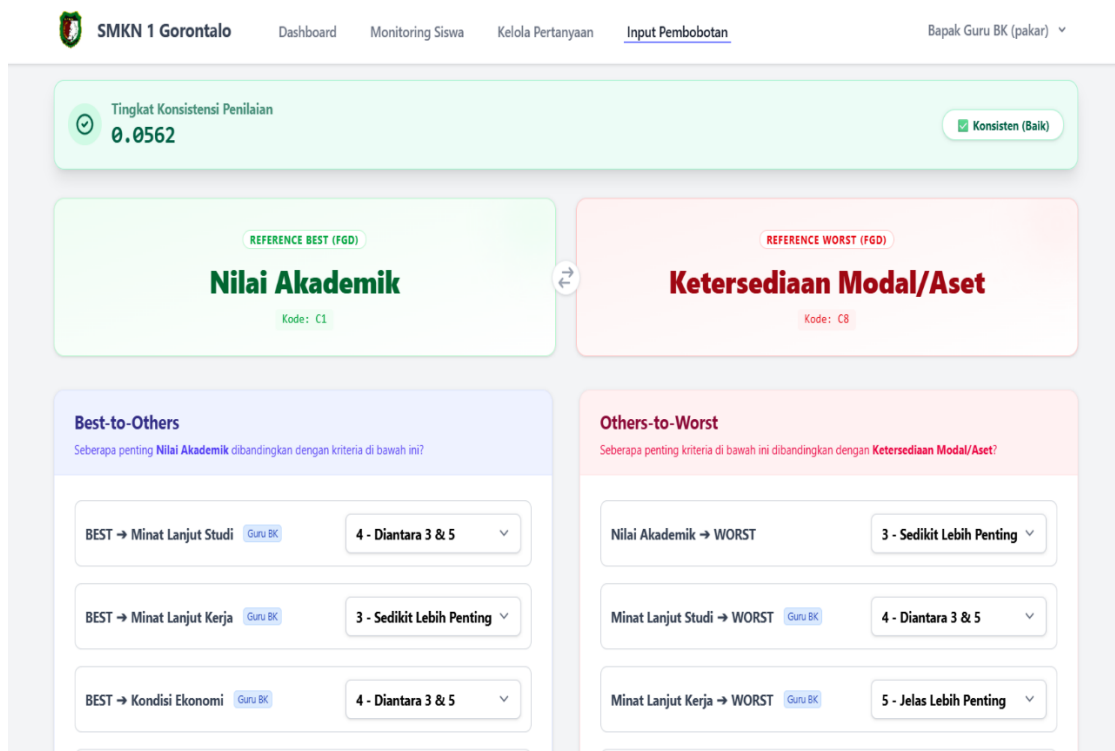
Gambar 4. Diagram activity pemeringkatan MOORA

## Implementasi dan Pengujian Unit (*Implementation and Unit Testing*)

Setelah desain sistem selesai dibuat, tahap berikutnya adalah mengimplementasikannya sebagai sebuah aplikasi berbasis web. Pada fase ini, seluruh rancangan yang telah disusun direalisasikan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework Flask pada sisi backend untuk menangani presisi komputasi algoritma BWM dan MOORA, serta React.js pada sisi frontend guna membangun antarmuka yang responsif. Seluruh data operasional dikelola secara terstruktur menggunakan basis data MySQL.

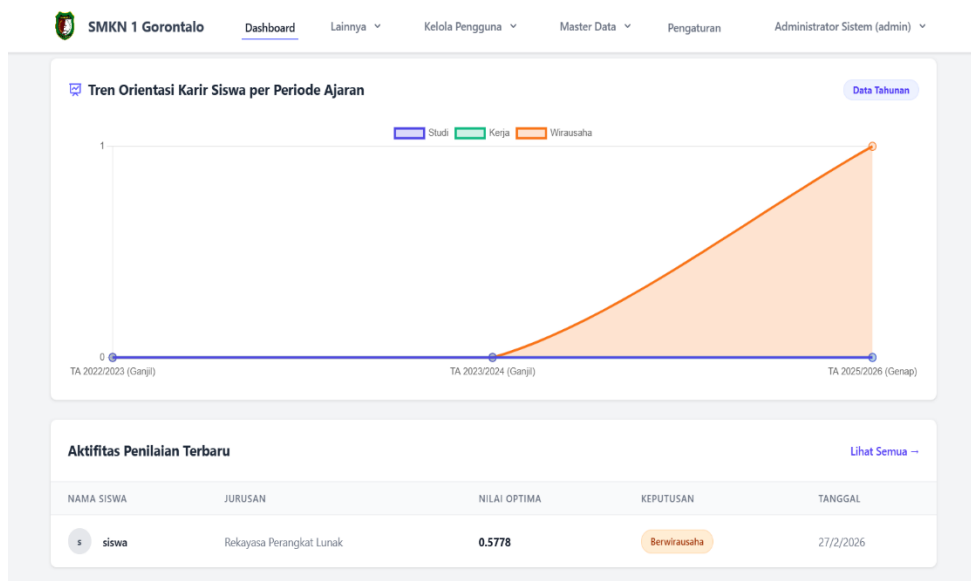
Gambar 5 merupakan halaman manajemen kriteria dan perhitungan bobot BWM yang dikhususkan bagi aktor Pakar (Guru BK atau Kaprodi). Pada halaman ini, pakar melakukan penilaian dengan menentukan kriteria terbaik (*Best*) dan terburuk (*Worst*) serta mengisi matriks perbandingan berpasangan untuk menghasilkan bobot prioritas yang valid dan konsisten. Gambar 6 merupakan halaman instrumen penilaian diri dan tampilan hasil rekomendasi bagi siswa. Siswa menginputkan data persepsi diri berdasarkan delapan kriteria karir, kemudian sistem secara otomatis memproses peringkat alternatif menggunakan metode MOORA untuk menampilkan rekomendasi jalur karir utama antara Bekerja, Melanjutkan Studi, atau Berwirausaha.

Gambar 7 merupakan halaman visualisasi grafik tren minat siswa yang menyajikan data historis perkembangan pilihan karir di SMKN 1 Kota Gorontalo. Fitur ini memudahkan pihak sekolah dalam memantau dinamika minat siswa secara visual dari waktu ke waktu, sehingga perencanaan program bimbingan karir dan penyaluran lulusan dapat dilakukan secara lebih efisien, transparan, dan tepat sasaran.



Gambar 5. Halaman manajemen kriteria dan perhitungan bobot BWM

Gambar 6. Halaman instrumen penilaian dan hasil rekomendasi karir



Gambar 7. Visualisasi Grafik Tren Minat Siswa

### Pengujian Whitebox

Pengujian *Whitebox* bertujuan untuk memeriksa struktur internal dan logika algoritma komputasi guna memastikan stabilitas sistem. Fokus utama pengujian ini adalah melakukan validasi matematis pada skrip logika pemrosesan matriks algoritma *Best Worst Method* (BWM) dan *Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis* (MOORA) dengan membandingkan hasil sistem terhadap perhitungan manual pada Microsoft Excel.

1. Validasi Logika BWM: Hasil komputasi vektor BWM sukses dieksekusi oleh sistem dan mencapai nilai rasio konsistensi (*Consistency Ratio*) sebesar 0,0468 (Tabel 1). Nilai ini berada di bawah ambang batas toleransi ( $\leq 0.1$ ), yang menegaskan bahwa logika sistem dalam memproses preferensi pakar beroperasi secara presisi dan logis. Komparasi hasil antara sistem dan Excel Solver menunjukkan selisih mutlak sebesar 0,0000 pada seluruh bobot optimal ( $w^*$ ), membuktikan integritas model pemrograman linier pada backend sistem.

Tabel 1. Hasil pengujian unit logika BWM

Metrik / Kriteria	BWM Excel Solver 4	Komputasi Sistem	Selisih	Status
C1 - Nilai Akademik	0.2779	0.2779	0.0000	Passed
C2 - Minat Lanjut Studi	0.0964	0.0964	0.0000	Passed
C3 - Minat Lanjut Kerja	0.1285	0.1285	0.0000	Passed
C4 - Kondisi Ekonomi	0.0964	0.0964	0.0000	Passed
C5 - Motivasi & Dukungan Ortu	0.0771	0.0771	0.0000	Passed
C6 - Ketersediaan Lapangan Kerja	0.1928	0.1928	0.0000	Passed
C7 - Minat Wirausaha	0.0964	0.0964	0.0000	Passed
C8 - Ketersediaan Modal/Aset	0.0340	0.0340	0.0000	Passed
Nilai Deviasi Optimal ( $\xi^*$ )	0.1077	0.1077	0.0000	Passed
Consistency Ratio (CR)	0.0468	0.0468	0.0000	Passed

2. Validasi Logika MOORA: Pengujian unit pada algoritma MOORA dilakukan menggunakan 5 sampel data dummy untuk memvalidasi tahapan normalisasi, pembobotan, hingga perankingan nilai optimasi ( $Y_i$ ). Pembatasan pada 5 sampel ini merujuk pada standar akademik penjabaran matematis oleh Suharsono & Kurniati (2023) agar pembuktian akurasi rumus dapat dijabarkan secara transparan dan mudah dilacak silang. Hasil pengujian pada Tabel 2 mencatatkan nilai selisih 0,0000, mengonfirmasi bahwa setiap tahapan matematis telah diimplementasikan ke dalam kode program secara akurat.

Tabel 2. Hasil pengujian nilai optimasi ( $Y_i$ ) MOORA

Siswa	Alternatif Keputusan	Hasil Manual (Excel)	Hasil Sistem	Selisih	Status
Siswa A	Melanjutkan Studi	0.6460	0.6460	0.0000	Passed
	Bekerja	0.5396	0.5396	0.0000	Passed
	Berwirausaha	0.4710	0.4710	0.0000	Passed
Siswa B	Melanjutkan Studi	0.5352	0.5352	0.0000	Passed
	Bekerja	0.6735	0.6735	0.0000	Passed
	Berwirausaha	0.4271	0.4271	0.0000	Passed
Siswa C	Melanjutkan Studi	0.5389	0.5389	0.0000	Passed
	Bekerja	0.4849	0.4849	0.0000	Passed
	Berwirausaha	0.6394	0.6394	0.0000	Passed
Siswa D	Melanjutkan Studi	0.5842	0.5842	0.0000	Passed
	Bekerja	0.6070	0.6070	0.0000	Passed

Siswa	Alternatif Keputusan	Hasil Manual (Excel)	Hasil Sistem	Selisih	Status
Siswa E	Berwirausaha	0.4414	0.4414	0.0000	Passed
	Melanjutkan Studi	0.5299	0.5299	0.0000	Passed
	Bekerja	0.5824	0.5824	0.0000	Passed
	Berwirausaha	0.5537	0.5537	0.0000	Passed

### Integrasi dan Pengujian Sistem (*Integration and System Testing*)

Pengujian perangkat lunak merupakan tahap penting untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan awal. Pada penelitian ini, pengujian dibagi menjadi tiga metode: *Blackbox*, *Confusion Matrix*, dan *System Usability Scale* (SUS).

#### Pengujian Blackbox

Pengujian Blackbox dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas antarmuka dan fitur aplikasi tanpa melihat struktur kode internal. Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian *Blackbox* pada fungsionalitas utama sistem, seperti proses login, input matriks perbandingan BWM oleh pakar, hingga pengisian kuesioner orientasi karir oleh siswa. Seluruh fitur yang diuji terbukti berjalan dengan baik dan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan rancangan spesifikasi awal tanpa ada kegagalan fungsional.

Tabel 3. Hasil pengujian *Blackbox*

Data Input	Output yang diharapkan	Pengamatan	Keterangan
Memasukkan NIP/NISN dan Password yang terdaftar, lalu klik "Login"	Sistem memverifikasi token JWT dan mengarahkan pengguna ke halaman Dashboard sesuai hak akses	Tampil halaman Dashboard sesuai role (Siswa/Admin/Pakar)	Sesuai
Memasukkan Password yang salah atau membiarkan form kosong	Sistem menolak akses dan menampilkan Alert peringatan kredensial tidak valid	Tampil notifikasi error dan menahan pengguna di halaman Login	Sesuai
Mengosongkan isian "Kode" dan "Nama Kriteria" lalu klik "Simpan"	Sistem membatalkan proses simpan dan memunculkan peringatan wajib diisi	Tampil teks validasi peringatan berwarna merah di bawah kolom dan submit diblokir	Sesuai
Mengisi form dengan lengkap, mengatur "Sifat Nilai" (Benefit/Cost), lalu klik "Simpan"	Data berhasil disimpan ke basis data dan baris tabel kriteria diperbarui secara otomatis	Tampil data kriteria baru di tabel beserta badge target jalur yang sesuai	Sesuai
Memasukkan nilai preferensi vektor (1-9) yang konsisten untuk kriteria Best dan Worst	Sistem mengeksekusi perhitungan optimizer, menampilkan visualisasi Bobot Kriteria dan nilai Consistency Ratio (CR)	Tampil tabel bobot kriteria dengan status perhitungan "Konsisten"	Sesuai
Membiarkan ada kolom input angka vektor perbandingan matriks yang belum diisi	Sistem mencegah kalkulasi dan memberikan peringatan bahwa seluruh matriks harus terisi angka	Tampil peringatan cek konsistensi input dan perhitungan ditahan	Sesuai
Menyimpan hasil pengisian kuesioner skala Likert (1-5) dan angka rapor (1-100)	Sistem merekam seluruh jawaban ke basis data dan memunculkan notifikasi keberhasilan	Jawaban tersimpan dengan aman dan pengguna diarahkan ke halaman Hasil	Sesuai
Menekan tombol "Proses Rekomendasi"	Algoritma backend MOORA dieksekusi menggunakan data	Tampil kartu hasil keputusan peringkat karir ("Melanjutkan	Sesuai

Data Input	Output yang diharapkan	Pengamatan	Keterangan
Karir" pada halaman hasil	kuesioner siswa dan bobot BWM untuk meranking karir	Studi", "Bekerja", atau "Wirausaha")	
Mengklik tombol "Tampilkan Detail" pada jawaban dan "Lihat Semua Alumni"	Sistem memberikan respon UI untuk menampilkan dropdown rincian jawaban siswa dan Modal/Pop-up daftar alumni terkait	Tampil dropdown riwayat nilai dan Modal alumni secara akurat	Sesuai

### Pengujian Confusion Matrix

Tabel 4 menunjukkan matriks kebingungan (*Confusion Matrix*) untuk mengukur tingkat akurasi rekomendasi sistem dengan membandingkan hasil keluaran sistem terhadap keputusan riil (empiris) Guru BK menggunakan 30 sampel data siswa kelas XI dan XII.

Tabel 4. *Confusion Matrix* hasil rekomendasi karir

Kelas Sebenarnya (Pakar/Guru BK)	Prediksi: Bekerja	Prediksi: Melanjutkan Studi	Prediksi: Berwirausaha	Total
Bekerja	12 (TP)	0	2 (FP)	14
Melanjutkan Studi	1 (FN)	0	0	1
Berwirausaha	1 (FP)	0	14 (TP)	15
Total Pakar	14	0	16	30

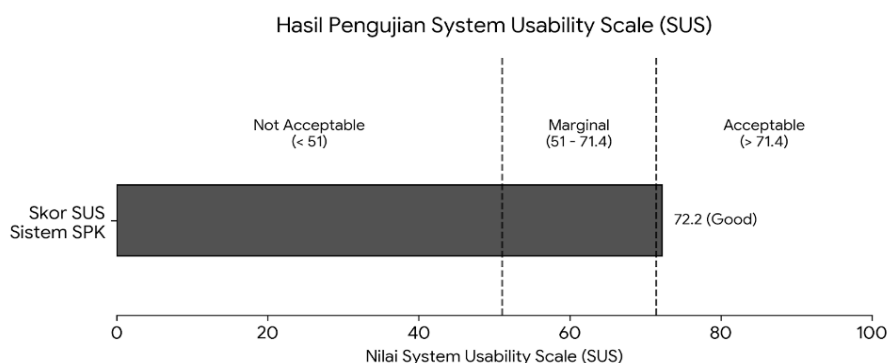
Berdasarkan Tabel 4, jumlah prediksi yang sesuai (True Positive) antara sistem dan pakar untuk setiap kelas adalah 12 siswa pada jalur Bekerja dan 14 siswa pada jalur Berwirausaha, sehingga total prediksi benar mencapai 26 siswa. Di sisi lain, terdapat 4 (empat) prediksi yang tidak sesuai, dengan rincian: 2 siswa diprediksi Berwirausaha namun pakar merekomendasikan Bekerja, 1 siswa diprediksi Bekerja namun pakar merekomendasikan Berwirausaha, dan 1 siswa diprediksi Bekerja namun pakar merekomendasikan Melanjutkan Studi.

Ketidaksesuaian prediksi ini terjadi akibat dinamika kualitatif yang sulit dikuantifikasi oleh sistem. Misalnya, sistem merekomendasikan 'Berwirausaha' karena tingginya skor minat, namun pakar menyarankan 'Bekerja' atas dasar urgensi ekonomi keluarga. Sebaliknya, ada prediksi 'Bekerja' karena skor modal rendah, namun pakar menyarankan 'Berwirausaha' karena pertimbangan soft-skill siswa. Selain itu, ketiadaan prediksi 'Melanjutkan Studi' murni disebabkan oleh imbalanced data sampel SMK (hanya 1 dari 30 siswa) dan bobot kriteria vokasi yang secara natural lebih dominan pada kesiapan kerja praktikal dibanding atribut akademik murni.

Tingkat akurasi sistem dihitung menggunakan persamaan (3) dan diperoleh nilai akurasi sebesar 86.67%. Capaian akurasi ini menjadi indikasi awal yang positif atas efektivitas metode BWM dan MOORA. Adapun 4 ketidaksesuaian prediksi (13,33%) dipicu oleh faktor kualitatif di luar sistem, seperti urgensi ekonomi atau soft-skill siswa. Hal ini menegaskan fungsi sistem murni sebagai pendukung keputusan analitis, sedangkan otoritas keputusan final tetap membutuhkan kepakaran Guru BK.

### Pengujian User Acceptance Testing (UAT)

Gambar 10 menyajikan rekapitulasi hasil evaluasi tingkat penerimaan dan kebergunaan sistem menggunakan kuesioner *System Usability Scale* (SUS). Penggunaan instrumen SUS terbukti efektif dalam mengukur aspek kebergunaan suatu platform digital dari perspektif pengguna (Oktria & Novandya, 2026). Evaluasi ini melibatkan 25 responden sekolah yang terdiri dari 1 Kaprodi dan 24 Siswa melalui teknik convenience sampling. Dari perhitungan skor kontribusi setiap pernyataan, diperoleh skor akhir SUS sebesar 72,2. Angka ini mengindikasikan bahwa sistem berada pada kategori "Acceptable" (Dapat Diterima), yang berarti antarmuka aplikasi interaktif dan mudah dioperasikan oleh pengguna akhir di lingkungan sekolah.



Gambar 10. Hasil Skor SUS

### Operasi dan Pemeliharaan (*Operation and Maintenance*)

Pada tahap operasional di SMKN 1 Kota Gorontalo, pemeliharaan difokuskan pada perbaikan bug minor pasca-implementasi dan optimalisasi query basis data MySQL untuk mengantisipasi lonjakan akses pengguna secara bersamaan. Selain itu, sistem juga dirancang fleksibel agar penyesuaian layanan dapat dilakukan secara berkelanjutan sesuai dengan pembaruan kurikulum maupun kebutuhan administratif sekolah di masa mendatang.

### KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pendukung keputusan orientasi karir siswa SMK berbasis web yang mengintegrasikan algoritma Best Worst Method (BWM) dan MOORA. Integrasi BWM menghasilkan bobot kriteria yang konsisten dengan nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0,0468, sedangkan MOORA memetakan jalur karir utama (bekerja, melanjutkan studi, atau berwirausaha) dengan akurasi 86,67% dibandingkan rekomendasi Guru BK. Evaluasi System Usability Scale (SUS) menghasilkan skor 72,2 yang menempatkan sistem pada kategori Acceptable/Good, sehingga kombinasi BWM dan MOORA layak dimanfaatkan sebagai pedoman analitis awal untuk mendukung layanan bimbingan karir tanpa menggantikan peran profesional Guru BK. Keterbatasan utama penelitian ini terletak pada ukuran sampel uji yang relatif kecil dan implementasi yang masih terbatas pada satu sekolah (SMKN 1 Kota Gorontalo), sehingga generalisasi temuan perlu dilakukan secara hati-hati. Penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas pengujian pada konteks sekolah yang lebih beragam, menambah instrumen seperti tes psikometrik, serta mengintegrasikan sistem dengan sumber data eksternal (misalnya API Dapodik) guna meningkatkan ketepatan rekomendasi dan kesiapan implementasi skala luas.

### REFERENSI

- Al-fajri, W. B., Nugraheni, D. M. K., & Surarso, B. (2023). Penggabungan Best Worst Method, Moora Dan Copeland Score Pada Sistem Pendukung Keputusan Kelompok Penentuan Penerima Bantuan Pada Dinas Sosial. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 10(3), 583–592. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2023106724>
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia Februari 2025*. <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2025/05/05/2432/tingkat-pengangguran-terbuka--tpt--sebesar-4-76-persen--rata-rata-upah-buruh-sebesar-3-09-juta-rupiah-.html>
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445–469.
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In *Usability Evaluation in Industry*. Taylor & Francis.
- Ceballos, B., Lamata, M. T., & Pelta, D. A. (2016). A comparative analysis of multi-criteria decision-making

- methods. *Progress in Artificial Intelligence*, 5(4), 315–322. <https://doi.org/10.1007/s13748-016-0093-1>
- García-cascales, M. S., & Lamata, M. T. (2012). On rank reversal and TOPSIS method. *Mathematical and Computer Modelling*, 56(5–6), 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2011.12.022>
- Gultom, H., & Isnanto, M. H. (2024). Sistem Penunjang Keputusan dalam Pemilihan Pegawai Penerima Promosi Jabatan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting dan Weighted Product. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 5(2), 603–613. <https://doi.org/10.47065/josh.v5i2.4801>
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Data Mining: Concepts and Techniques. In *Data Mining: Concepts and Techniques*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61819-5>
- Handini, B. K., & Kurniawan, H. (2023). Penerapan Metode AHP dan Metode MOORA dalam Penentuan Lokasi Investasi Properti Pada PT.Safa Marwah Bersama. *Jurnal JUREKSI (Jurnal Rekayasa Sistem)*, 1(1).
- Indrasari, H., Marguin, & Hadiani, N. (2022). Bimbingan dan Konseling Karir Pada Perencanaan Karir Siswa Kelas XII Smk Negeri 1 Nanga Pinoh. *JUWARA: Jurnal Wawasan dan Aksara*, 2(2), 124–135.
- Katili, M. Z., Amali, L. N., & Tuloli, M. S. (2021). Implementasi Metode AHP-TOPSIS dalam Sistem Pendukung Rekomendasi Mahasiswa Berprestasi. *Jambura Journal of Informatics*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.37905/jji.v2i2.10246>
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a Unifying Social Cognitive Theory of Career and Academic Interest, Choice, and Performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45, 79–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- Ly, D., Overeem, M., Brinkkemper, S., & Dalpiaz, F. (2025). The Power of Words in Agile vs. Waterfall Development: Written Communication in Hybrid Software Teams. *The Journal of Systems & Software*, 219(October 2024), 112243. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112243>
- Mokhtar, R., & Khayyat, M. (2022). A Comparative Case Study of Waterfall and Agile Management. *SAR Journal*, 5(1), 52–62. <https://doi.org/10.18421/SAR51>
- Natsir, F., Izzatilah, M., & Marsiani, E. S. (2025). Penerapan Metode Moora Dalam Keputusan Pemilihan Produk Layak Produksi Terbaik. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 9(3), 363–370. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30998/string.v9i3.28708>
- Oktria, I., & Novandya, A. (2026). Analisis Usability Fitur Shopee Affiliate Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS). *Jurnal Teknik dan Science*, 5(1), 55–63. <https://doi.org/https://doi.org/10.56127/jts.v5i1.2585>
- Pratama, R., Tugiono, & Elfitriani. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Buah Terbaik Dengan Menggunakan Metode MOORA. *Jurnal Sistem Informasi TGD*, 2(4), 518–526. <https://doi.org/https://doi.org/10.53513/jursi.v2i4.5362>
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega (United Kingdom)*, 53, 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>
- Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega (United Kingdom)*, 64, 126–130. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.12.001>
- Sihombing, D. O. (2024). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Konsentrasi Mata Kuliah dengan Metode MOORA. *Journal of Computer System and Informatics*, 5(4), 942–956. <https://doi.org/10.47065/josyc.v5i4.5780>
- Sommerville, I. (2011). *Software Engineering (Ninth Edition)*. Addison-Wesley.
- Suharsono, & Kurniati, Y. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Pemilihan Jurusan Menggunakan Metode MOORA. *Jurnal Teknologi Informasi (JTI)*, 2(1), 1–8. <http://jurnal.utu.ac.id/JTI/article/view/7340/3838>
- Sunarya, P. A., Rahardja, U., Santoso, N. P. L., Mulyati, Mustofa, K. I., & Bennet, D. (2025). Pengaruh Metode Waterfall dalam Penyempurnaan Proses Pengembangan Sistem Informasi Akademik secara Sistematis. *Technomedia Journal (TMJ)*, 9(3), 360–372. <https://doi.org/https://doi.org/10.33050/tmj.v9i3.2421>
- Super, D. E. (1980). A Life-Span, Life-Space Approach to Career Development. *Journal of Vocational Behavior*, 16, 282–298. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0001-8791\(80\)90056-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0001-8791(80)90056-1)
- Suraya, D., Prasetyo, D. Y., & Ilyas. (2023). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Hotel dan Wisma Berbasis Web di Kota Tembilahan. *Jurnal Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, 8(2), 73–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.51717/simkom.v8i2.138>
- Velasquez, M., & Hester, P. T. (2013). An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. *International Journal of Operations Research*, 10(2), 56–66.