Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Vendor Dalam Proses Daftar Rekanan Mampu Menggunakan Ahp-Topsis (Studi Kasus: PT. Biofarma)

1nd Fadhilah Khairunisa Hasanah
Sistem Informasi
Universitas Telkom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
fadhilahdhila@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Khairun Nisa Meiah Ngafidin
Sistem Informasi
Universitas Telkom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
nisameiah@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Analisis dan evaluasi optimalisasi pengadaan barang dan jasa di PT Biofarma dilakukan untuk mendukung proses pemilihan vendor pada Daftar Rekanan Mampu (DRM) menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, proses penilaian kinerja vendor masih dilakukan menggunakan Microsoft Excel sehingga pengolahan data evaluasi dilakukan melalui beberapa tahapan terpisah. Penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis website menggunakan framework Laravel dengan metode Rapid Application Development (RAD) untuk membantu proses pembobotan kriteria, pemeringkatan, dan penyajian hasil evaluasi vendor secara lebih efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kriteria Quality memiliki bobot prioritas tertinggi sebesar 0,293, diikuti oleh Delivery (0,217), Compliance (0,202), Quantity (0,144), Service (0,104), dan Cost Saving (0,040). Uji konsistensi AHP menghasilkan nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0,024, yang menunjukkan bahwa pembobotan kriteria telah memenuhi syarat konsistensi. Sistem yang dikembangkan berhasil melakukan pemeringkatan vendor serta mengelompokkannya ke dalam kategori A (Sangat Baik), B (Baik), dan C (Perlu Perbaikan). Hasil pengujian Black Box dan End-to-End menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan, sedangkan pengujian System Usability Scale (SUS) memperoleh skor rata-rata 76,6 yang termasuk kategori Good dan Acceptable. Dengan demikian, implementasi website berbasis Laravel dengan metode AHP-TOPSIS dapat meningkatkan transparansi dan efisiensi proses evaluasi vendor serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih objektif dalam proses DRM di PT Biofarma.**

Kata kunci* — *SPK, Penilaian Kinerja Vendor, Ahp, Topsis, Laravel, Rad

I. PENDAHULUAN

PT Biofarma merupakan Perusahaan farmasi milik negara terkemuka di Indonesia yang didirikan pada tahun 1962 dan memiliki Sejarah panjang dalam mengembangkan dan memproduksi vaksin, produk biologi, dan Solusi Kesehatan berkualitas tinggi untuk memenuhi kebutuhan bangsa dan negara lain. PT Bio Farma (Persero) adalah perusahaan Lifescience kelas dunia yang berdaya saing global yang memiliki peran untuk menyediakan serta mengembangkan produk Lifescience berstandar internasional untuk meningkatkan kualitas hidup. Sebagai Perusahaan yang telah dikenal memiliki bahan kualitas terbaik dalam dunia Farmasi dan Kesehatan termasuk dalam menyediakan obat-obatan dan alat Kesehatan bagi Masyarakat Indonesia, maka PT Biofarma sangat menjaga kualitas produk tersebut dengan memilih vendor terpilih mereka yang telah memenuhi syarat dan kualifikasi yang dimiliki oleh Perusahaan tersebut.

Daftar Rekanan Mampu (DRM) adalah database resmi PT Bio Farma (Persero) yang memuat profil para vendor dan supplier yang telah lolos kualifikasi legalitas, kapasitas teknis, serta kelayakan finansial. Penilaian DRM dilakukan untuk memastikan produk-produk Biofarma, termasuk vaksin, memenuhi standar kualitas dan keamanan yang ditetapkan. Evaluasi ini mencakup pengujian dan analisis sifat fisik, kimia, dan biologi produk, serta pengujian efektivitas dan keamanan produk dalam aplikasi medis[1].

Hasil penilaian yang dilakukan Biofarma untuk seleksi DRM bertujuan sebagai penilaian pada kinerja vendor untuk mengukur tingkat kualitas setiap vendor, memahami vendor mana yang telah memenuhi permintaan Biofarma dan kinerjanya selama menjadi Vendor DRM di Bio Farma. Setiap vendor dinilai berdasarkan data performa yang diperoleh dari hasil monitoring dan evaluasi internal perusahaan. Pelaksanaan evaluasi vendor di lingkungan perusahaan pada dasarnya telah berjalan dengan baik melalui pengolahan data manual menggunakan dokumen spreadsheet. Kondisi tersebut menjadikan proses pengelolaan data penilaian vendor memerlukan ketelitian tinggi, terutama ketika jumlah vendor yang dievaluasi semakin banyak dan data penilaian terus bertambah secara berkala. Selain itu, proses rekapitulasi dan pemeringkatan vendor masih membutuhkan waktu yang relatif lebih lama karena dilakukan melalui pengolahan data secara terpisah sebelum menghasilkan keputusan akhir.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu mendukung proses evaluasi vendor secara lebih terstruktur, terdokumentasi, dan terintegrasi tanpa mengubah mekanisme penilaian yang telah diterapkan perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) penilaian kinerja vendor berbasis website yang dirancang untuk membantu proses pengolahan data evaluasi vendor dalam kegiatan Daftar Rekanan Mampu. Sistem yang dikembangkan tidak bertujuan menggantikan kebijakan maupun mekanisme evaluasi perusahaan, melainkan mengimplementasikan proses penilaian ke dalam sistem terkomputerisasi agar proses pengelolaan data dan pemeringkatan vendor dapat dilakukan secara lebih efektif dan konsisten berbasis Sistem Pendukung Keputusan[2].

Hal ini dilakukan sebagai instrumen pendukung dalam memfasilitasi transformasi digital terhadap model penilaian yang telah diterapkan oleh perusahaan. Implementasi framework Laravel ditujukan untuk mengotomatisasi alur kerja komputasi guna meningkatkan efisiensi waktu operasional, sementara metode AHP-TOPSIS bertindak sebagai pendekatan ilmiah yang selaras dengan logika pemeringkatan internal tanpa mengubah esensi kebijakan yang ada[3].

Pemilihan metode AHP-TOPSIS dalam penelitian ini didasarkan pada kebutuhan untuk memberikan pendekatan perhitungan yang mampu mempertimbangkan bobot kepentingan kriteria dan menghasilkan pemeringkatan vendor secara objektif. Metode AHP-TOPSIS dipilih karena mampu menggabungkan proses pembobotan kriteria dan pemeringkatan vendor secara sistematis[4]. Pengembangan sistem bertujuan untuk meminimalkan risiko kesalahan dalam proses perhitungan manual, seperti kesalahan input data, kesalahan penggunaan rumus, duplikasi data, maupun ketidakkonsistenan dalam pengolahan nilai vendor. Sistem dirancang agar mampu membaca data vendor dari file Excel secara fleksibel, sehingga jumlah vendor yang dihitung dapat menyesuaikan data terbaru yang diunggah oleh pengguna[5].

Metode AHP-TOPSIS didasarkan pada kemampuannya dalam mengadopsi pola penilaian eksisting perusahaan, sehingga hasil pemeringkatan vendor yang diperoleh tetap relevan, objektif, dan sejalan dengan standar internal perusahaan[6]. Dalam penelitian ini dilakukan dengan menyesuaikan indikator penilaian dan kebutuhan evaluasi vendor yang digunakan perusahaan, sehingga logika perhitungan pada sistem tetap relevan dengan proses bisnis yang berjalan[7].

II. KAJIAN TEORI

A. Pengadaan Barang dan Jasa

Pengadaan Barang dan Jasa merupakan kegiatan untuk memperoleh barang atau jasa dari suatu vendor oleh Kementerian/Lembaga/satuan kerja perangkat daerah/institusi lainnya yang prosesnya terdiri dari perencanaan kebutuhan hingga selesainya semua kegiatan untuk memperoleh barang atau jasa[8].

B. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) diperkenalkan oleh Michael. Scott Morton pada tahun 1970 adalah suatu sistem berbasis komputer yang bertujuan untuk membantu dalam pengambilan Keputusan dan melakukan manajemen pengambilan Keputusan yang berkaitan dengan persoalan yang bersifat terstruktur dan tidak terstruktur[9].

C. Penilaian Kinerja Vendor

Penilaian Kinerja Vendor Penilaian kinerja vendor merupakan kegiatan strategis yang dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan vendor yang telah terdaftar dalam Daftar Rekanan Mampu (DRM) dalam memenuhi kebutuhan perusahaan secara berkelanjutan. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa vendor tetap memenuhi standar yang telah ditetapkan perusahaan, sehingga kualitas, ketepatan, dan efektivitas proses pengadaan barang dan jasa dapat terjaga[10].

D. *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan metode pengambilan keputusan multi kriteria yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1980[11]. Metode ini digunakan untuk membantu pengambil keputusan memilih alternatif-alternatif terbaik di antara beberapa alternatif yang ada, dengan mempertimbangkan beberapa kriteria yang saling bergantung. Perbandingan antar kriteria dilakukan dengan memberikan penilaian menggunakan skala linguistik. Berikut merupakan nilai linguistik skala kepentingan menurut Satty[56]. AHP digunakan untuk mengevaluasi kinerja vendor dan dimaksudkan untuk membandingkan kriteria dengan skala perbandingan yang telah ditentukan sehingga dapat dicapai pembobotan kriteria yang lebih akurat dan realistis[57].

E. TOPSIS

TOPSIS adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang banyak digunakan dalam proses evaluasi dan pemeringkatan kinerja vendor, dan metode ini dikembangkan oleh Hwang dan Yoon pada tahun 1981[13]. TOPSIS dapat membantu pengambil keputusan Perusahaan terhadap penilaian kinerja vendor secara terukur dalam pemeringkatan vendor, dengan mempertimbangkan berbagai kriteria evaluasi secara objektif dan sistematis.

F. Laravel

Laravel adalah framework PHP yang dibuat oleh Taylor Otwell, bersifat open source dengan penerapan pola Model-View-Controller (MVC) dan berisi banyak modul inti untuk mengoptimalkan kinerja PHP dalam pengembangan aplikasi web[14]. Dalam implementasinya, Laravel menyediakan berbagai fitur bawaan seperti routing, middleware, ORM (Eloquent), serta sistem templating Blade yang membantu pengembang membangun aplikasi dengan kode yang lebih ringkas dan terorganisasi.

G. *Rapid Application Development* (RAD)

Model *Rapid Application Development* (RAD) adalah metodologi pengembangan perangkat lunak yang berfokus pada pengembangan aplikasi secara cepat dan berulang melalui pembuatan prototipe[15]. Model ini menekankan kolaborasi antara pengguna dan pengembang, serta menggunakan umpan balik untuk meningkatkan produk akhir. RAD menggunakan prototipe sebagai model kerja untuk iterasi pengembangan. Prototipe ini memudahkan pengguna untuk melihat dan berinteraksi langsung dengan aplikasi, memberikan umpan balik mengenai perbaikan.

H. *Unified Modeling Language* (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa pemodelan standar yang digunakan untuk memvisualisasikan, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak, khususnya sistem berorientasi objek[16]. UML menyediakan sekumpulan diagram grafis pengembang untuk menggambarkan struktur, perilaku, dan interaksi sistem dengan cara yang jelas dan terstruktur. UML mendefinisikan diagram sebagai activity diagram, use case diagram, sequence diagram, serta class diagram.

I. Website

Website adalah kumpulan halaman web yang saling terhubung dan dapat diakses melalui internet dengan menggunakan nama domain yang sama. Website dihosting di server web dan dapat berisi berbagai jenis konten, seperti teks, gambar, video, audio, animasi, dan konten

interaktif[17]. Dalam pengembangan sistem, website berperan sebagai media interaktif yang mampu meningkatkan efisiensi, aksesibilitas, dan integrasi proses bisnis, sehingga banyak diimplementasikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam pengembangan bisnis.

J. *Black Box Testing*

Black Box testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas aplikasi tanpa perlu mengetahui detail implementasi internal, struktur kode, atau jalur internal perangkat lunak tersebut[18]. Pengujian ini dilakukan dari sudut pandang pengguna akhir, di mana penguji hanya memberikan input dan mengamati output yang dihasilkan.

K. *End-to-end*

Pengujian E2E berfokus secara eksklusif pada perspektif pengguna, sedangkan pengujian integrasi dapat berfokus pada bagian mana pun dari subsistem[19]. Pengujian E2E mengasumsikan bahwa pengujian modul dan pengujian integrasi telah dilakukan dan disetujui, yang mungkin mencakup beberapa tingkat pengujian. Tujuannya pengujian E2E untuk memastikan bahwa semua komponen aplikasi, termasuk frontend, backend, dan database, bekerja sama dengan baik untuk memberikan pengalaman pengguna yang lancar dan fungsionalitas yang diharapkan.

L. *Usability System*

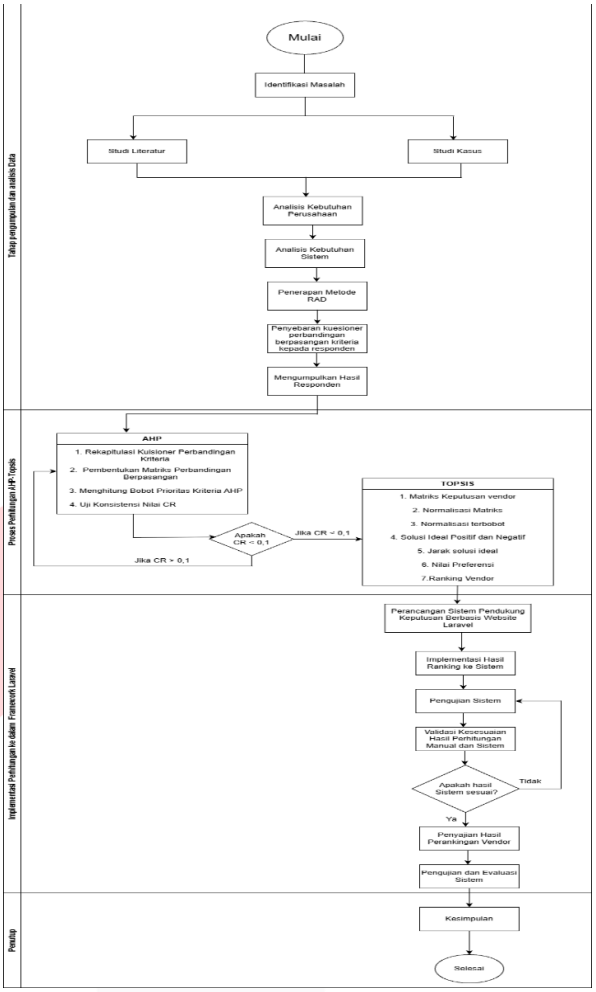
Usability System merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan sistem informasi yang berfokus pada tingkat kemudahan penggunaan suatu sistem oleh pengguna[20]. Konsep *usability* mengacu pada sejauh mana suatu sistem dapat digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif, efisien, dan memberikan tingkat kepuasan dalam konteks penggunaan yang spesifik.

III. METODE

Penelitian ini dilakukan untuk mendukung proses penilaian kinerja vendor dan menghasilkan pemeringkatan vendor yang dapat dijadikan sebagai referensi dalam proses evaluasi pada Daftar Rekanan Mampu (DRM) di PT Biofarma melalui penerapan metode AHP dan TOPSIS yang terintegrasi dalam Sistem Pendukung Keputusan berbasis website. Dalam penelitian ini, metode AHP digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan atau bobot dari setiap kriteria penilaian berdasarkan perbandingan berpasangan, dan TOPSIS diterapkan untuk melakukan proses pemeringkatan vendor berdasarkan kedekatannya terhadap solusi ideal positif dan jaraknya dari solusi ideal negatif. Kombinasi kedua metode tersebut dipilih karena mampu menghasilkan keputusan yang lebih objektif, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan.

A. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian digunakan sebagai pedoman pelaksanaan penelitian secara sistematis. Diagram alir tersebut menggambarkan tahapan penelitian yang dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan dan pengolahan data menggunakan metode AHP dan TOPSIS, pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis web, hingga tahap pengujian dan evaluasi sistem untuk menghasilkan rekomendasi vendor terbaik.



GAMBAR 1
(Diagram Alir Penelitian)

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah, studi literatur, dan analisis kebutuhan sistem. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Rapid Application Development (RAD). Data diperoleh melalui kuesioner perbandingan berpasangan dan diolah menggunakan metode AHP untuk menentukan bobot kriteria serta menguji konsistensi penilaian. Selanjutnya, metode TOPSIS digunakan untuk melakukan pemeringkatan vendor berdasarkan nilai preferensi. Hasil perhitungan diimplementasikan ke dalam Sistem Pendukung Keputusan berbasis web menggunakan framework Laravel, kemudian dilakukan pengujian dan validasi sistem untuk memastikan kesesuaian hasil perhitungan dan kinerja sistem.

B. Penilaian Bobot Kriteria AHP

Penomoran untuk persamaan disusun berurutan. Nomor persamaan di dalam tanda kurung, harus memposisikan rata ke kanan dengan menggunakan penghentian tab kanan.

1. Penyusunan Hierarki Penilaian Kinerja Vendor pada DRM

   Penyusunan hierarki penilaian kinerja vendor pada DRM dilakukan untuk menggambarkan struktur permasalahan keputusan secara sistematis ke dalam beberapa tingkatan sesuai dengan metode AHP. Hierarki disusun mulai dari tujuan utama, yaitu penilaian kinerja vendor pada Daftar Rekanan Mampu (DRM), kemudian diikuti oleh kriteria penilaian yang digunakan.

2. Penentuan Nilai Perbandingan Kriteria

Skala	Definisi	Keterangan
1	Sangat penting	Kedua kriteria memiliki tingkat kepentingan yang sama dalam menilai kinerja vendor
3	Sedikit lebih penting	Satu kriteria sedikit lebih diutamakan dibandingkan kriteria lainnya
5	Lebih penting	Satu kriteria jelas lebih diutamakan dibandingkan kriteria lainnya
7	Sangat lebih penting	Satu kriteria sangat dominan dan lebih diutamakan dibandingkan kriteria lainnya
9	Jauh/mutlak lebih penting	Satu kriteria memiliki tingkat kepentingan yang sangat tinggi
Kebalikan	$a_{ij} = \frac{1}{a_{ij}}$	Jika kriteria i lebih penting dibandingkan j, maka nilai kebalikannya

GAMBAR 2
(Skala Perbandingan Satty)

Skala Saaty digunakan dalam metode AHP untuk memberikan nilai perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria. Skala ini memiliki rentang nilai 1–9 yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari sama penting hingga mutlak lebih penting, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan matriks perbandingan berpasangan.

3. Menghitung Geometric Mean

$$GM = \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \dots a_n} \quad (1)$$

Keterangan:
GM = Geometric Mean.
a_{ij} = Nilai perbandingan bobot kriteria ke-i dan ke-j.
n = Jumlah nilai dari responden.

4. Normalisasi Data

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \quad (2)$$

Keterangan:

C_{ij} = Menormalkan nilai asli indikator sehingga seluruh nilai indikator dalam satu kolom dibandingkan terhadap total keseluruhan nilai dalam kolom tersebut.

aij = nilai asli dari indikator pada baris ke-i dan kolom ke-j.

$\sum_{i=1}^{n} a_{ij}$ = Merupakan jumlah seluruh elemen pada kolom ke-j dari baris ke-1 hingga ke-n.

5. Menentukan Bobot Prioritas AHP

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} C_{ij}}{n} \quad (3)$$

Keterangan:
w_i= bobot prioritas kriteria ke-i
C_{ij}= nilai hasil normalisasi
n= jumlah kriteria

6. Menghitung nilai λ (lambda)

$$\lambda_i = \frac{W_i}{w_i} \quad (4)$$

Keterangan:
λ_i= Nilai konsistensi untuk kriteria ke-i.
W_i= Nilai Weighted Sum Vector (WSV) pada kriteria ke-i.
w_i= Bobot prioritas pada kriteria ke-i.

7. Menghitung nilai lamda max atau *Consistency*

$$\lambda max = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \lambda i \quad (5)$$

Keterangan:

$\lambda\ max$ = nilai eigen terbesar dari matriks berordo n

8. Melakukan Perhitungan *Consistency Index* (CI)

$$CI = \frac{\lambda\, max - n}{n-1} \quad (6)$$

Keterangan:

CI = *Consistency Index*

$\lambda\ max$ = nilai eigen terbesar dari matriks berordo n

n = jumlah kriteria

9. Menghitung *Consistency Ratio* (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

Keterangan:

CR = *Consistency rasio*

RI = *Indeks Random*

CI = *Consistency Index*

Nilai CR ≤ 0,10 adalah nilai konsisten

C. Perhitungan Pemeringkatan Vendor TOPSIS

1. Kkkk

$$r_{ij} = \frac{xij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \quad (8)$$

Keterangan:
r_{ij}: Nilai kinerja dari alternatif ke-i pada kriteria ke-j.
Dengan i= 1, 2, …, m: dan j= 1, 2, …, n;

2. Menghitung Solusi Ideal Positif dan Negatif

$$\boldsymbol{A}^{+} = \{v_1^{+}, v_2^{+}, v_3^{+}, \dots \dots \dots v_N^{+}\} \quad (9)$$

$$\boldsymbol{A}^{-} = \{v_1^{-}, v_2^{-}, v_3^{-}, \dots \dots \dots v_n^{-}\}$$

Keterangan:

V_{ij}: Nilai terbobot dari alternatif ke-i pada kriteria ke-j.

V_{ij}: Bobot atau kepentingan relatif dari kriteria ke-j.

r_{ij}: Nilai kinerja dari alternatif ke-i pada kriteria ke-j.

A^{+}: Menentukan Solusi ideal positif

A^{-}: Menentukan Solusi ideal negatif

3. Menghitung Jarak Ideal Positif

$$s_i^{+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^{+}\right)^2} \quad (10)$$

Keterangan:

s_i^{+} : Jarak positif dari alternatif ke-i.

n: Jumlah kriteria yang dipertimbangkan.

v_j^{+} : Nilai ideal positif untuk kriteria ke-j.

v_{ij}: Nilai dari alternatif ke-i pada kriteria ke-j.

4. Menghitung Jarak Ideal Negatif

$$s_i^{-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^{-}\right)^2} \quad (11)$$

Keterangan:

s_i^{-} : Jarak negatif dari alternatif ke-i.
n : Jumlah kriteria yang dipertimbangkan.
v_j^{-} : Nilai ideal negatif untuk kriteria ke-j.
v_{ij} : Nilai dari alternatif ke-i pada kriteria ke-j.

5. Menghitung Nilai Preferensi

$$C_i = \frac{S_i^{-}}{S_i^{+} + S_i^{-}} \quad (12)$$

Keterangan:

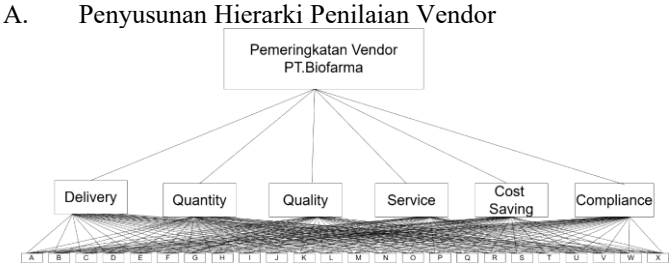
C_i : Merupakan nilai yang dihitung untuk setiap titik data atau objek (i). Nilai ini dapat diinterpretasikan sebagai ukuran keanggotaan atau tingkat relevansi titik (i) terhadap suatu kelompok atau kategori tertentu.

S_i^{-}: jarak Euclidean negatif antara titik (i) dengan titik rata-rata

S_i^{+}: jarak Euclidean antara titik (i) dengan titik rata-rata

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penyusunan Hierarki Penilaian Vendor



GAMBAR 3
(Struktur Hierarki)

Struktur hierarki disusun dengan menempatkan tujuan utama pada tingkat pertama, yaitu menghasilkan pemeringkatan kinerja vendor dalam proses Daftar Rekanan Mampu (DRM) di PT Bio Farma. Tingkat kedua terdiri atas enam kriteria penilaian, yaitu Delivery, Quantity, Quality, Service, Cost Saving, dan Compliance, yang digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja vendor. Pada tingkat terakhir, struktur hierarki memuat alternatif berupa vendor yang menjadi objek evaluasi. Alternatif tersebut merupakan vendor yang telah memiliki data penilaian kinerja dari perusahaan pada masing-masing kriteria. Proses pemeringkatan vendor dilakukan berdasarkan data kinerja yang tersedia, sedangkan penilaian responden digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif antar kriteria dalam proses pembobotan menggunakan metode AHP.

B. Penentuan Bobot Prioritas AHP

1. Matriks Perbandingan Berpasangan

Nilai perbandingan diperoleh dari masing-masing responden, kemudian dikelompokan menggunakan metode geometric mean untuk menghasilkan satu nilai perbandingan yang merepresentasikan penilaian kolektif responden terhadap setiap pasangan kriteria.

	C1 DELIVERY	C2 QUALITY	C3 QUANTITY	C4 SERVICE	C5 COST SAVING	C6 COMPLIANCE
C1 DELIVERY	1,000	0,481	1,710	2,924	6,804	0,822
C2 QUALITY	2,080	1,000	2,080	2,924	6,082	1,186
C3 QUANTITY	0,585	0,481	1,000	1,000	5,000	0,822
C4 SERVICE	0,342	0,342	1,000	1,000	2,924	0,481
C5 COST SAVING	0,147	0,164	0,200	0,342	1,000	0,281
C6 COMPLIANCE	1,216	0,843	1,216	2,080	3,557	1,000
JUMLAH	5,370	3,311	7,207	10,270	25,367	4,592

GAMBAR 4
(Matriks Perbandingan Berpasangan)

2. Normalisasi Matriks Perbandingan

Matriks normalisasi data diperoleh dari proses normalisasi terhadap matriks perbandingan berpasangan pada metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Tahapan normalisasi ini dilakukan untuk mengubah nilai-nilai perbandingan yang sebelumnya masih berada dalam skala yang berbeda menjadi nilai proporsional yang dapat dibandingkan secara langsung. Dengan demikian, hasil normalisasi berfungsi sebagai dasar dalam menentukan bobot

prioritas masing-masing kriteria pada tahap perhitungan berikutnya.

	C1 DELIVERY	C2 QUALITY	C3 QUANTITY	C4 SERVICE	C5 COST SAVING	C6 COMPLIANCE
C1 DELIVERY	0,186	0,145	0,237	0,285	0,268	0,179
C2 QUALITY	0,387	0,302	0,289	0,285	0,240	0,258
C3 QUANTITY	0,109	0,145	0,139	0,097	0,197	0,179
C4 SERVICE	0,064	0,103	0,139	0,097	0,115	0,105
C5 COST SAVING	0,027	0,050	0,028	0,033	0,039	0,061
C6 COMPLIANCE	0,227	0,255	0,169	0,203	0,140	0,218
JUMLAH	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

GAMBAR 5
(Matriks Normalisasi)

3. Hasil Bobot Prioritas

Perhitungan bobot prioritas dilakukan dengan menghitung rata-rata nilai pada setiap baris matriks normalisasi. Proses ini dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai pada baris yang bersesuaian kemudian membaginya dengan jumlah kriteria yang digunakan dalam penelitian.

KRITERIA	JUMLAH	PRIORITAS
C1 DELIVERY	1,300	0,217
C2 QUALITY	1,761	0,293
C3 QUANTITY	0,866	0,144
C4 SERVICE	0,623	0,104
C5 COST SAVING	0,238	0,040
C6 COMPLIANCE	1,212	0,202
TOTAL	6,000	1,000

GAMBAR 6
(Bobot Prioritas AHP)

4. Nilai Konsistensi

Hasil perhitungan Consistency Index (CI) pada matriks perbandingan berpasangan diperoleh sebesar 0,030. Mengacu pada ketentuan dalam metode AHP, pembobotan umumnya dapat diterima apabila memenuhi syarat CR < 0,10. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai CR sebesar 0,024, sehingga dapat dikatakan bahwa pembobotan yang diperoleh telah menunjukkan tingkat konsistensi yang baik karena CR < 0,10.

C. Pemeringkatan Kinerja Vendor

1. Normalisasi Matriks Keputusan

Berdasarkan data penilaian kinerja vendor pada masing-masing kriteria, dilakukan proses normalisasi yang bertujuan untuk menghilangkan perbedaan skala antar kriteria sehingga seluruh nilai kriteria berada pada skala yang sebanding dan dapat digunakan dalam proses perhitungan selanjutnya.

TABEL 1
(Normalisasi Matriks Keputusan)

NAMA VENDOR	DE	QL	QN	SV	CS	CO
VR A	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR B	100,00	100,00	10,00	100,00	100,00	100,00
VR C	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR D	100,00	100,00	35,39	100,00	90,00	100,00
VR E	90,00	40,09	40,09	100,00	100,00	100,00
VR F	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR G	60,00	100,00	82,32	100,00	100,00	100,00
VR H	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR I	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR J	100,00	100,00	63,77	0,000	85,00	100,00
VR K	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR L	100,00	100,00	42,67	100,00	100,00	100,00
VR M	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR N	80,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR O	70,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR P	100,00	100,00	40,00	100,00	100,00	100,00
VR Q	100,00	100,00	83,99	100,00	75,00	100,00
VR R	70,00	100,00	80,51	100,00	100,00	100,00
VR S	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR T	60,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR U	70,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR V	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
VR W	100,00	100,00	22,41	100,00	100,00	100,00
VR X	100,00	100,00	49,97	100,00	100,00	100,00
NILAI NORMALISASI	**452,217**	**481,256**	**404,671**	**479,583**	**480,573**	**489,898**

2. Matriks Ternormalisasi Terbobot

Normalisasi terbobot merupakan proses pengalihan bobot kriteria hasil AHP ke dalam matriks keputusan ternormalisasi dengan cara mengalikan nilai normalisasi dengan bobot masing-masing kriteria. Tahap ini menghasilkan matriks keputusan ternormalisasi terbobot yang digunakan pada proses perhitungan TOPSIS selanjutnya.

TABEL 2
(Matriks Ternormalisasi Terbobot)

NAMA VENDOR	DE	QL	QN	SV	CS	CO
VR A	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041

VR B	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR C	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR D	0,048	0,061	0,013	0,022	0,007	0,041
VR E	0,043	0,024	0,014	0,022	0,008	0,041
VR F	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR G	0,029	0,061	0,029	0,022	0,008	0,041
VR H	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR I	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR J	0,048	0,061	0,023	0,000	0,007	0,041
VR K	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR L	0,048	0,061	0,015	0,022	0,008	0,041
VR M	0,043	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR N	0,038	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR O	0,034	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR P	0,048	0,061	0,014	0,022	0,008	0,041
VR Q	0,048	0,061	0,030	0,022	0,006	0,041
VR R	0,034	0,061	0,029	0,022	0,008	0,041
VR S	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR T	0,029	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR U	0,034	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR V	0,048	0,061	0,036	0,022	0,008	0,041
VR W	0,048	0,061	0,008	0,022	0,008	0,041
VR X	0,048	0,061	0,018	0,022	0,008	0,041

3. Solusi Ideal Positif Dan Negatif

Solusi Ideal Positif (A^+) merepresentasikan kombinasi nilai terbaik pada setiap kriteria, sedangkan Solusi Ideal Negatif (A^-) merepresentasikan kombinasi nilai terendah pada setiap kriteria. Karena pada penelitian ini seluruh kriteria diperlakukan sebagai kriteria *benefit* (semakin besar semakin baik). Penentuan solusi ideal ini digunakan sebagai titik acuan untuk melihat posisi relatif setiap vendor dalam memenuhi kriteria penilaian yang telah ditetapkan

TABEL 3
(Solusi Ideal Positif & Negatif)

Kriteria	A^+	A^-
Delivery	0,048	0,029
Quality	0,061	0,024
Quantity	0,036	0,004
Service	0,022	0,000
Cost Saving	0,008	0,006
Compliance	0,041	0,041

4. Jarak Ideal dan Nilai Preferensi

Berdasarkan kedua jarak tersebut, dihitung nilai preferensi (C_i) sebagai ukuran kedekatan relatif setiap vendor terhadap solusi ideal. Nilai preferensi diperoleh dari perbandingan S_i^- terhadap total jarak $(S_i^+ + S_i^-)$. Secara interpretatif, semakin kecil S_i^+ dan semakin besar S_i^-, maka nilai C_i akan semakin tinggi. Dengan demikian, nilai C_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa vendor semakin mendekati kondisi ideal terbaik dan semakin menjauh dari kondisi terburuk, sehingga dapat digunakan sebagai dasar penentuan kualitas dan pemeringkatan vendor.

TABEL 4
(Jarak dan Preferensi)

VENDOR	S^+	S^-	Preferensi
VR A	0,000	0,057	1,000
VR B	0,032	0,047	0,592
VR C	0,000	0,057	1,000
VR D	0,023	0,047	0,673
VR E	0,043	0,028	0,398
VR F	0,000	0,057	1,000
VR G	0,020	0,050	0,711
VR H	0,000	0,057	1,000
VR I	0,000	0,057	1,000
VR J	0,025	0,046	0,643
VR K	0,000	0,057	1,000
VR L	0,020	0,048	0,702
VR M	0,005	0,055	0,920
VR N	0,010	0,054	0,850
VR O	0,014	0,053	0,788

VR P	0,021	0,048	0,691
VR Q	0,006	0,054	0,898
VR R	0,016	0,050	0,757
VR S	0,000	0,057	1,000
VR T	0,019	0,053	0,735
VR U	0,014	0,053	0,788
VR V	0,000	0,057	1,000
VR W	0,028	0,047	0,629
VR X	0,018	0,049	0,732

5. Hasil Pemeringkatan Vendor

Adapun kriteria pengelompokan vendor dalam penelitian ini ditetapkan ke dalam tiga kategori, yaitu Kategori A (Sangat Baik) untuk nilai $C_i \geq 0{,}900$ yang merepresentasikan kedekatan yang sangat tinggi terhadap solusi ideal, Kategori B (Baik) untuk rentang $0{,}700 \leq C_i < 0{,}900$ yang menunjukkan tingkat kinerja yang baik namun belum optimal, serta Kategori C (Perlu Perbaikan) untuk nilai $C_i < 0{,}700$ yang memberikan ringkasan adanya deviasi yang cukup signifikan dari kondisi ideal pada satu atau lebih kriteria.

Tabel 5. Pemeringkatan Vendor

VENDOR	KATEGORI	NILAI
VR A	A	1,000
VR C	A	1,000
VR F	A	1,000
VR H	A	1,000
VR I	A	1,000
VR K	A	1,000
VR S	A	1,000
VR V	A	1,000
VR M	A	1,000
VR Q	B	0,898
VR N	B	0,850
VR O	B	0,788
VR U	B	0,788
VR R	B	0,757
VR T	B	0,735
VR X	B	0,732
VR G	B	0,711
VR L	B	0,702
VR P	C	0,691
VR D	C	0,673
VR J	C	0,643
VR W	C	0,629
VR B	C	0,592
VR E	C	0,398

Penetapan batasan (*threshold*) tersebut mengacu pada distribusi nilai akhir hasil pemeringkatan, khususnya pada nilai rata-rata beberapa vendor yang berada di sekitar titik batas, seperti vendor Q sebesar 0,898, vendor M sebesar 1,000, vendor P sebesar 0,691, dan vendor L sebesar 0,702.

D. Implementasi Sistem Website Pemeringkatan

1. Dashboard Admin

A. Input Data Vendor



Gambar 7. Halaman Input Data Vendor

Gambar 7 menunjukkan halaman impor data yang digunakan untuk mengunggah file Microsoft Excel berisi data penilaian kinerja vendor. Data yang berhasil diunggah akan digunakan dalam proses perhitungan dan pemeringkatan vendor pada sistem.

B. Halaman Bobot Kriteria

Sebagai bagian dari implementasi metode AHP, sistem menyediakan halaman edit bobot kriteria yang berfungsi untuk menginput dan memperbarui nilai perbandingan antar kriteria. Tampilan antarmuka halaman tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 8. Halaman Edit Bobot Kriteria

Gambar 8 menunjukkan halaman edit bobot kriteria yang digunakan untuk mengelola nilai perbandingan berpasangan antar kriteria dalam metode AHP. Data yang diinput digunakan untuk membentuk matriks perbandingan berpasangan dan menghitung bobot prioritas kriteria pada metode AHP sistem.

C. Halaman Perhitungan Topsis

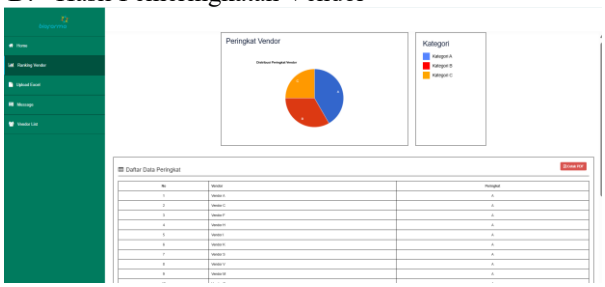


Gambar 9. Halaman Perhitungan Topsis

Halaman Topsis berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan data yang menjadi dasar dalam proses pemeringkatan kinerja vendor. Hasil perhitungan AHP pada sistem ditampilkan dalam bentuk nilai Consistency Ratio

(CR) dan bobot prioritas masing-masing kriteria yang digunakan sebagai dasar pembobotan pada metode TOPSIS.

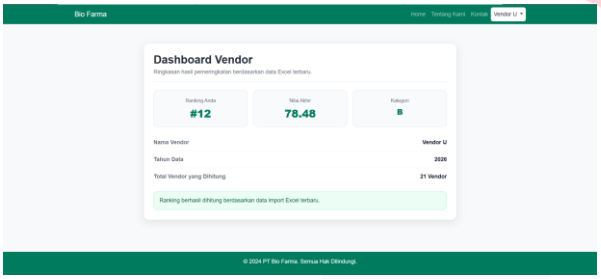
D. Hasil Pemeringkatan Vendor



GAMBAR 10
(Halaman Pemeringkatan Vendor)

Hasil pemeringkatan vendor ditampilkan melalui dashboard pada gambar 10 yang menyajikan informasi kategori vendor dan peringkat vendor berdasarkan hasil perhitungan metode TOPSIS. Informasi tersebut digunakan sebagai referensi dalam proses evaluasi kinerja vendor pada Daftar Rekanan Mampu (DRM).

2. Dashboard Vendor



Gambar 11
(Dashboard Vendor Pemeringkatan)

Gambar 11 menunjukkan dashboard vendor yang menyajikan informasi hasil pemeringkatan, nilai akhir, dan kategori kinerja vendor berdasarkan hasil perhitungan metode AHP-TOPSIS. Halaman ini memberikan vendor gambaran untuk melihat hasil evaluasi kinerjanya secara langsung sehingga mendukung transparansi informasi dalam proses penilaian vendor pada Daftar Rekanan Mampu (DRM).

E. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi yang tersedia pada aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna serta menghasilkan perhitungan yang akurat. Pengujian dilakukan melalui validasi hasil perhitungan metode AHP-TOPSIS antara sistem dan perhitungan manual, serta evaluasi tingkat kegunaan sistem menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS).

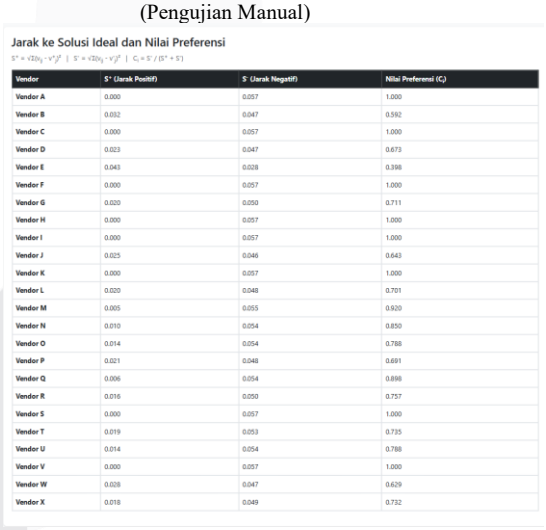
1. Validasi Hasil Perhitungan Sistem

Proses validasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan yang dihasilkan sistem pada setiap tahapan utama, meliputi perhitungan bobot prioritas kriteria menggunakan metode AHP, pengujian konsistensi, pembentukan matriks keputusan ternormalisasi terbobot, perhitungan jarak terhadap solusi ideal positif dan negatif, hingga penentuan nilai preferensi dan pemeringkatan vendor menggunakan metode TOPSIS.

Hasil validasi menunjukkan bahwa nilai bobot kriteria yang dihasilkan sistem memiliki kesesuaian dengan hasil perhitungan manual, termasuk nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0,024 yang memenuhi syarat konsistensi karena berada di bawah batas toleransi 0,10. Selain itu, nilai preferensi dan urutan pemeringkatan vendor yang dihasilkan sistem juga menunjukkan hasil yang sama dengan perhitungan manual. Kesesuaian tersebut menunjukkan bahwa implementasi algoritma AHP-TOPSIS pada sistem telah berjalan dengan benar dan mampu menghasilkan rekomendasi pemeringkatan vendor secara akurat.

VENDOR	S^+	S^-	Preferensi
VR A	0,000	0,057	1,000
VR B	0,032	0,047	0,592
VR C	0,000	0,057	1,000
VR D	0,023	0,047	0,673
VR E	0,043	0,028	0,398
VR F	0,000	0,057	1,000
VR G	0,020	0,050	0,711
VR H	0,000	0,057	1,000
VR I	0,000	0,057	1,000
VR J	0,025	0,046	0,643
VR K	0,000	0,057	1,000
VR L	0,020	0,048	0,702
VR M	0,005	0,055	0,920
VR N	0,010	0,054	0,850
VR O	0,014	0,053	0,788
VR P	0,021	0,048	0,691
VR Q	0,006	0,054	0,898
VR R	0,016	0,050	0,757
VR S	0,000	0,057	1,000
VR T	0,019	0,053	0,735
VR U	0,014	0,053	0,788
VR V	0,000	0,057	1,000
VR W	0,028	0,047	0,629
VR_X	0,018	0,049	0,732

GAMBAR 12
(Pengujian Manual)



GAMBAR 13
(Implementasi ke Sistem)

2. Pengujian Usability System

Pengujian usability dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan sistem dari perspektif pengguna. Hasil akhir skor SUS dinyatakan sebagai berikut.

$$Skor\ SUS = \left(\sum_{i=1}^{10} s_i\right) \times 2.5$$

$$\frac{77{,}5 + 75 + 80 + 82{,}5 + 72{,}5 + 70 + 72{,}5 + 82{,}5}{8} = 76{,}6$$

Berdasarkan hasil pengujian yang melibatkan responden pengguna sistem, diperoleh skor rata-rata SUS sebesar 76,6. Nilai tersebut termasuk dalam kategori Good dan Acceptable, yang menunjukkan bahwa sistem mudah digunakan, dapat diterima oleh pengguna, serta mampu mendukung proses penilaian dan pemeringkatan vendor secara efektif.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem yang dikembangkan mampu menghasilkan perhitungan yang sesuai dengan metode AHP-TOPSIS serta memiliki tingkat usability yang baik, sehingga layak digunakan sebagai pendukung proses evaluasi dan pemeringkatan kinerja vendor pada Daftar Rekanan Mampu (DRM) di PT Bio Farma.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menerapkan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) pada sistem pendukung keputusan penilaian kinerja vendor dalam proses Daftar Rekanan Mampu (DRM) di PT Biofarma. Hasil perhitungan AHP menunjukkan bahwa kriteria Quality memiliki bobot prioritas tertinggi sebesar 0,293, diikuti oleh Delivery (0,217), Compliance (0,202), Quantity (0,144), Service (0,104), dan Cost Saving (0,040), dengan nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0,024 yang menunjukkan tingkat konsistensi penilaian yang dapat diterima. Selanjutnya, metode TOPSIS berhasil menghasilkan pemeringkatan dan klasifikasi vendor ke dalam kategori A (Sangat Baik), B (Baik), dan C (Perlu Perbaikan) berdasarkan tingkat kedekatannya terhadap solusi ideal. Implementasi metode AHP-TOPSIS ke dalam sistem berbasis web menggunakan framework Laravel mampu mendukung proses evaluasi vendor secara lebih terstruktur, objektif, dan terdokumentasi, sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam pengambilan keputusan terkait penilaian kinerja vendor pada proses DRM di PT Biofarma.

REFERENSI

[1] T. Iswati, D. S. Sari, and T. Rezasyah, “DIPLOMASI KESEHATAN INDONESIA DI KAWASAN ASIA AFRIKA: Biofarma sebagai Pusat Penelitian dan Pengembangan Vaksin & Bioteknologi,” *Padjadjaran Journal of International Relations*, vol. 4, no. 2, p. 124, Aug. 2022, doi: 10.24198/padjir.v4i2.38180.

[2] H. Jurnal, L. Bintang Aryandhana, S. Fadli, and M. Ashari, “JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN, ELEKTRO DAN KOMPUTER SPK LOKASI PEMBANGUNAN PERUMAHAN DI KABUPATEN LOMBOK TENGAH DENGAN METODE AHP,” *JURITEK*, vol. 2, no. 2, 2022.

[3] L. W. Setyawan and A. ’ Abid, “Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penerima Beasiswa Berbasis Website di Universitas Putra Bangsa dengan Metode Topsis dan Framework.”

[4] R. Regifaktian, “Komparasi Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) untuk Efektivitas Pengambilan Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik di PT. Eatlah San Franchiko,” *Jurnal Artificial Inteligent dan Sistem Penunjang Keputusan*, vol. 3, no. 3, 2026, [Online]. Available: https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk

[5] H. Jurnal and D. Nurfahrizal, “JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN, ELEKTRO DAN KOMPUTER”.

[6] M. W. Nandana and D. Andesta, “ANALYSIS OF RAW MATERIAL SUPPLIER RANKING USING AHP AND TOPSIS METHOD AT PT. XYZ,” *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, vol. 8, no. 5, 2025.

[7] “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN (SPK) PEMILIHAN SUPPLIER TERBAIK DENGAN METODE ANALYTICAL HIERACHY PROCESS (AHP)”.

[8] E. Jubaedah, E. Suprastiyo, and K. Kunci, “TINJAUAN PELAKSANAAN PENGADAAN BARANG DAN JASA”.

[9] A. N. Safriandono, “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PROMOSI KARYAWAN DENGAN METODE ‘MATCHING PROFILE,’” 2010.

[10] S. Habeahan and A. Yanuar, “EVALUASI KINERJA VENDOR TRUCKING DENGAN MENGGUNAKAN METODE TECHNIQUE FOR ORDER PERFORMANCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS),” 2018.

[11] F. S. Hillier and C. C. Price, “Volume 175 Series Editor.” [Online]. Available: http://www.springer.com/series/6161

[12] R. Ichsan, A. Sandhyavitri, J. Palembang Kelurahan Kulim Kecamatan Tenayanraya, J. Badak Kelurahan Sail Kecamatan Tenayanraya, and J. Lingkar Luar KIT Kelurahan Okura Kecamatan Rumbai Pesisir, “IDENTIFIKASI DAN PENGEMBANGAN KRITERIA RENCANA PEMINDAHAN LOKASI PUSAT PERKANTORAN KOTA PEKANBARU BERDASARKAN AHP (Analytical Hierarchy Process).”

[13] R. Arundaa, R. I. Sopacua, and A. M. Tamonob, “IJIDS (Indonesian Journal of Intelligence Data Science) PENERAPAN METODE TOPSIS UNTUK MENENTUKAN KARYAWAN TERBAIK BERDASARKAN PENILAIAN KINERJA DI PT. JRBM ABSTRAKSI”, [Online]. Available: https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/IJIDS/index

[14] F. Sinlae, E. Irwanda, Z. Maulana, and V. E. Syahputra, “Penggunaan Framework Laravel dalam Membangun Aplikasi Website Berbasis PHP”, doi: 10.38035/jsmd.v2i2.

[15] S. Informasi, P. Jasa, P. Berbasis, W. Pada, P. Karya, and S. Jaya, “Penerapan Metode RAD Dalam Pengembangan,” *Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 8, no. 3, 2024, doi: 10.33395/remik.v8i3.13944.

[16] Siska Narulita, Ahmad Nugroho, and M. Zakki Abdillah, “Diagram Unified Modelling Language (UML) untuk Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SIMLITABMAS),” *Bridge : Jurnal publikasi Sistem Informasi dan Telekomunikasi*, vol. 2, no. 3, pp. 244–256, Aug. 2024, doi: 10.62951/bridge.v2i3.174.