

Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Delegasi Mengikuti OSN Kimia Menggunakan Metode MABAC

Puji Sari Ramadhan¹, Jaka Tirta Samudra², Silvina Wardani³,

^{1,3} Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

² Teknik Sipil, Universitas Quality, Kota Medan, Indonesia

Email: ¹pujisariramadhan@gmail.com, ³jakatirta135@gmail.com ³silvinawardani02@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: pujisariramadhan@gmail.com

Abstrak

Olimpiade Sains Nasional (OSN) merupakan upaya pemerintah dalam meningkatkan mutu pendidikan bagi peserta didik di suatu bidang tertentu. SMA Swasta Primbana Medan mengirimkan siswanya untuk berpartisipasi mengikuti OSN pada bidang keilmuan kimia setiap tahunnya. Namun, dalam menentukan delegasi atau perwakilan sekolah masih dilakukan secara manual sehingga memakan waktu dan dinilai kurang akurat, serta dapat mengakibatkan kesalahan dalam proses pemilihan delegasi dan menurunkan kualitas keikutsertaan sekolah pada OSN tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dibangun sebuah sistem pendukung keputusan untuk membantu proses pemilihan delegasi SMA Swasta Primbana dalam mengikuti Olimpiade Sains Nasional bidang kimia, dengan mengadopsi metode *Multi Attributive Border Approximation Area Comparison* (MABAC) untuk memberikan hasil keputusan yang lebih efisien dan objektif. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu sebuah Sistem Pendukung Keputusan dengan mengadopsi metode MABAC yang dapat membantu pihak SMA Swasta Primbana dalam menentukan delegasi sekolah yang akan mengikuti OSN bidang keilmuan kimia sesuai kriteria-kriteria yang telah ditentukan.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, OSN, Delegasi Sekolah, MABAC, Efisien

Abstrak

The National Science Olympiad (OSN) is a government effort to improve the quality of education for students in a particular field. SMA Swasta Primbana Medan sends its students to participate in the OSN in the field of chemistry every year. However, in determining delegates or school representatives, it is still done manually so that it is time consuming and considered less accurate, and can result in errors in the delegate selection process and reduce the quality of school participation in the OSN. Based on these problems, it is necessary to build a decision support system to help the process of selecting delegates of Primbana Private High School in participating in the National Science Olympiad in chemistry, by adopting the Multi Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC) method to provide more efficient and objective decision results. The results of the research obtained are a Decision Support System by adopting the MABAC method which can help Primbana Private High School in determining school delegates who will participate in the OSN in the field of chemistry according to predetermined criteria.

Keywords: Decision Support System, OSN, School Delegation, MABAC, Efficient

1. PENDAHULUAN

Salah satu upaya pemerintah dalam meningkatkan mutu pendidikan bagi peserta didik yang cerdas dan unggul di suatu bidang adalah dengan menyelenggarakan Olimpiade Sains Nasional (OSN) [1]. Penyelenggaraan OSN tersebut bertujuan untuk meningkatkan bakat peserta didik pada kemampuan kompetitif dan kreativitas siswa di berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Kegiatan OSN ini terbagi kedalam 3 tingkat proses penyeleksian yaitu seleksi tingkat kabupaten/kota, provinsi dan nasional. Bidang lomba pada OSN terdiri atas matematika, fisika, kimia, informatika/komputer, biologi, astronomi, ekonomi, bumi dan geografi [2].

SMA Swasta Primbana Medan merupakan sekolah menengah atas yang mengirimkan siswa setiap tahunnya untuk mengikuti Olimpiade Sains Nasional pada bidang keilmuan kimia. Namun, dalam menentukan delegasi sekolah yang akan mengikuti OSN bidang kimia, terdapat berbagai faktor yang harusnya dipertimbangkan, seperti kemampuan siswa, dan potensi yang mendukung untuk meraih prestasi di kompetensi tersebut. Penentuan delegasi ini memerlukan kebijaksanaan dalam mengambil keputusan. Pada penelitian sebelumnya terdapat proses penyeleksian penerima beasiswa daerah yang masih dilakukan secara manual dengan kriteria yang masih menggunakan perkiraan sehingga kurang akurat dan lambat, namun dengan adanya sistem pendukung keputusan menggunakan metode MABAC (*Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison*) maka dapat membantu dalam menyeleksi penerima beasiswa daerah dengan hasil yang akurat, cepat dan andal. [3].

Pada SMA Swasta Primbana Medan terdapat masalah dalam menentukan delegasi sekolah mengikuti OSN, yaitu masih menggunakan proses manual berdasarkan hasil penilaian dari guru yang bersangkutan yaitu guru mata pelajaran kimia. Hal tersebut akan memakan waktu dan dinilai kurang akurat yang dapat mengakibatkan kesalahan dalam penentuan delegasi yang dapat mempengaruhi kualitas partisipasi sekolah dalam OSN bidang kimia. Oleh karena itu berdasarkan penelitian sebelumnya untuk mempermudah SMA Swasta Primbana Medan dalam menentukan delegasi sekolah

mengikuti OSN bidang kimia dibutuhkan sebuah sistem pendukung keputusan untuk membantu dalam menyeleksi siswa dengan lebih efisien, objektif dan akurat.

Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem berbasis komputer yang dapat membantu pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah tertentu dengan memanfaatkan data dan model tertentu [4]. Didalam sistem pendukung keputusan terdapat banyak jenis metode atau algoritma yang dapat dijadikan solusi atau pemecahan masalah yang terjadi di kehidupan keseharian maupun operasional perusahaan, salah satu diantaranya adalah metode MABAC. Metode MABAC merupakan metode yang banyak diadopsi di dalam mengambil sistem pendukung keputusan khususnya didalam perbandingan multikriteria. Seperti pada penelitian sebelumnya metode MABAC diadopsi dalam menentukan guru terbaik [5].

Selain dalam menentukan guru terbaik metode MABAC juga dapat diadopsi untuk menyelesaikan masalah seperti: Pemilihan kepala cabang pada PT. Cefa Indonesia Sejahtera Lestari [6], penilaian kinerja dosen [4] dan menentukan sepeda motor terbaik [7]. Dari penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa metode ini dapat di adopsi untuk penentuan delegasi SMA Swasta Primbanan Medan dalam mengikuti OSN dibidang keilmuan kimia.

Metode MABAC merupakan metode perbandingan multikriteria yang menyediakan stabil (konsisten) solusi yang handal untuk pengambilan keputusan yang sifatnya rasional [8]. Dari referensi tersebut terlihat metode MABAC dapat digunakan dalam pemecahan masalah penentuan delegasi sekolah untuk memilih siswa yang paling layak untuk mewakili sekolah mengikuti OSN bidang keilmuan kimia. Sistem ini diharapkan dapat membantu pihak sekolah agar lebih mudah dalam menentukan delegasi sekolah untuk pemilihan peserta didik yang layak mengikuti Olimpiade Sains Nasional bidang keilmuan kimia pada tingkat Kabupaten/Kota.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metode Penelitian adalah suatu proses dalam mengumpulkan data untuk untuk memperoleh data yang valid dan akurat yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan atau target yang telah direncanakan dalam penelitian. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengumpulkan data yang diperlukan adalah dengan melakukan riset langsung ke lapangan. Untuk mendapatkan data ataupun informasi yang dibutuhkan dalam menentukan delegasi SMA Swasta Primbana Medan untuk memilih peserta didik yang mengikuti OSN bidang keilmuan kimia tingkat kota ada beberapa langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, diantaranya :

a. Observasi

Observasi merupakan proses pengumpulan data yang dilakukan dengan tinjauan langsung ke SMA Swasta Primbana Medan untuk menganalisis terhadap permasalahan apa saja yang sedang terjadi selama ini terkait dalam menentukan delegasi SMA Swasta Primbana Medan untuk memilih peserta didik yang mengikuti OSN bidang keilmuan kimia. Selain itu juga di lakukan sebuah analisis kebutuhan dari permasalahan yang ada sehingga dapat dilakukan pemodelan sistem.

b. Wawancara

Wawancara merupakan proses yang dilakukan secara tanya jawab langsung dengan salah Guru SMA Swasta Primbana Medan untuk mendapatkan sebuah informasi yang tepat dan terpercaya terkait kendala-kendala yang terjadi terkait penentuan delegasi SMA Swasta Primbana Medan untuk mengikuti OSN kimia.

2.2 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sistem berbasis komputer yang dapat membantu pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah tertentu dengan memanfaatkan data model tertentu [4]. Sistem Pendukung Keputusan dapat membantu menyelesaikan suatu permasalahan yang menghasilkan suatu data sehingga data yang dihasilkan digunakan untuk menentukan suatu keputusan [9].

Sistem pendukung keputusan adalah tindakan mengambil keputusan dengan cara melakukan proses perhitungan yang diantaranya menghitung nilai bobot setiap alternatif sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan sehingga menghasilkan tujuan tertentu [10].

2.3 Metode MABAC

Metode *Multi Attributive Border Approximation Area Comparison* (MABAC) dikembangkan oleh Pamucar dan Cirovic [3]. Metode MABAC merupakan suatu pendekatan dalam kerangka sistem pendukung keputusan yang digunakan untuk menilai alternatif keputusan dengan mempertimbangkan sejumlah atribut atau kriteria yang signifikan. Pendekatan ini bertujuan mendukung pengambilan keputusan dalam situasi yang kompleks dengan membandingkan serta memilih opsi yang paling unggul berdasarkan perbandingan area aproksimasi batas yang dibentuk oleh setiap alternatif di dalam ruang atribut [11] .

Pada dasarnya, metode MABAC mengukur jarak sejauh mana suatu alternatif mendekati batas optimal dalam ruang atribut. Setiap alternatif memiliki nilai aproksimasi batas yang mencerminkan sejauh mana alternatif tersebut mendekati batas optimal dalam setiap kriteria yang dipertimbangkan . Metode ini menggabungkan aspek kualitatif dan kuantitatif

dalam proses pengambilan keputusan, sehingga diakui sebagai metode yang sangat dapat diandalkan untuk mengambil keputusan yang berbasis pada pertimbangan yang logis .

Adapun tahapan dari proses kerja metode MABAC adalah sebagai berikut [12] :

- a. Membentuk matriks keputusan awal (X) (Forming initial decision matrix (X))

Pada tahap pertama, mengevaluasi alternatif “m” dengan “n” kriteria. Alternatif disajikan dengan vektor $A_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{in})$, dimana x_{ij} adalah nilai dari “i” alternatif dengan kriteria “j” ($i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n$)

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dimana X merupakan nilai matriks, m adalah nomor alternatif dan n merupakan jumlah total kriteria

- b. Normalisasi elemen matriks awal (X) (Normalization of initial matrix (X) elements)

$$X = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{1m} \\ T_{21} & T_{22} & T_{2n} \\ T_{1m} & T_{2m} & T_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Elemen matriks ternormalisasi (N) diperoleh dengan menerapkan rumus:

1. Jenis kriteria *Benefit* (For benefit-type criteria)

$$T_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (3)$$

2. Jenis kriteria *Cost* (For cost-type criteria)

$$T_{ij} = \frac{x_i^- - x_{ij}}{x_i^- - x_i^+} \quad (4)$$

Dimana $x_i^+ = \max(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{im})$ mewakili nilai maksimum dari kriteria yang diamati oleh alternatif dan $x_i^- = \min(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{im})$ mewakili nilai minimum dari kriteria yang diamati oleh alternatif.

- c. Perhitungan elemen matriks tertimbang (V) (Calculation of weighted matrix)

Elemen matriks tertimbang (V) :

$$X = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} & V_{1m} \\ V_{21} & V_{22} & V_{2n} \\ V_{1m} & V_{2m} & V_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Elemen matriks tertimbang dihitung berdasarkan rumus :

$$v_{ij} = (w_i * t_{ij}) + w_i \quad (6)$$

Dimana w_i menyajikan elemen matriks yang dinormalisasi (N) dan t_{ij} menyajikan koefisien bobot kriteria

Dengan menerapkan rumus tersebut diperoleh matriks sebagai berikut :

$$V = \begin{bmatrix} w_1 * t_{11} + w_1 & w_2 * t_{11} + w_2 & \dots & w_n * t_{1n} + w_n \\ w_1 * t_{21} + w_1 & w_2 * t_{22} + w_2 & \dots & w_n * t_{2n} + w_n \\ w_1 * t_{m1} + w_1 & w_2 * t_{m2} + w_2 & \dots & w_n * t_{mn} + w_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

Dimana “n” menyajikan jumlah total kriteria, “m” menyajikan jumlah total alternatif.

- d. Penentuan matriks area perkiraan perbatasan (G) (Determination of border approximate area matrix (G))

Area perkiraan batas untuk setiap kriteria ditentukan dengan rumus:

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (8)$$

Keterangan:

v_{ij} = Menampilkan elemen matriks berbobot (V)

m = menyajikan jumlah total alternatif.

Setelah menghitung nilai g_i berdasarkan kriteria, yang membentuk matriks daerah perkiraan perbatasan G (9) dalam bentuk $n \times 1$ (“n” menyajikan jumlah total kriteria yang dilakukan pemilihan alternatif yang ditawarkan

$$g = [g_1 \ g_2 \ \dots \ g_n] \quad (9)$$

- e. Perhitungan elemen matriks jarak alternatif dari daerah perkiraan perbatasan (Q) (Calculation of matrix elements of alternative distance from the border approximate area (Q))

$$V = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & q_{2n} \\ q_{m1} & q_{m2} & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Jarak alternatif dari daerah perbatasan perkiraan (q_{ij}) ditentukan sebagai perbedaan elemen matriks tertimbang (V) dan nilai daerah perkiraan perbatasan (G). Yang dapat di hitung menggunakan rumus:

$$Q = V - G \quad (11)$$

Yang dapat dituliskan dengan cara lain :

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & v_{12} - g_2 & \dots & v_{1m} - g_n \\ v_{21} - g_1 & v_{22} - g_2 & \dots & v_{2m} - g_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} - g_1 & v_{m2} - g_2 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} \quad (12)$$

Dimana G_i adalah daerah perkiraan perbatasan untuk kriteria C_i , V_{ij} merupakan elemen matriks berbobot (V), n = jumlah kriteria, m = nomor alternatif, G = Matriks Area perkiraan perbatasan dan A_i alternatif kedaerah perkiraan perbatasan (G)

f. Perengkingan alternative (*Ranking alternatives*)

Perhitungan nilai-nilai fungsi kriteria dengan alternatif diperoleh sebagai jumlah dari jarak alternative dari daerah perkiraan perbatasan (q_i). Menjumlahkan elemen matriks Q dengan garis diperoleh nilai akhir dari fungsi kriteria alternative dengan rumus:

$$Si = \sum_{j=1}^n q_{ij}, j = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

Dimana n merupakan jumlah kriteria dan m merupakan jumlah alternatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode MABAC

Penerapan metode MABAC merupakan tahapan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah menentukan delegasi SMA Swasta Primbana Medan untuk memilih peserta didik yang mengikuti OSN bidang keilmuan kimia. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas dan menetapkan tingkat prioritas yang berkaitan dengan pemilihan siswa yang layak mengikuti Olimpiade Sains Nasional bidang keilmuan kimia di SMA Swasta Primbana Medan dengan menggunakan metode MABAC.

3.1.1 Menentukan Data Alternatif, Kriteria, Dan Bobot Penelitian

Berikut ini merupakan data alternatif, data kriteria dan data penilaian terkait menentukan delegasi pada SMA Swasta Primbana Medan dalam mengikuti Olimpiade Sains Nasional bidang keilmuan kimia menggunakan Metode MABAC:

Tabel 1. Data Kriteria

No.	Id	Nama Kriteria	Bobot (W_j)	Jenis
1	C_1	Nilai Kimia	30%	<i>Benefit</i>
2	C_2	Nilai Matematika	20%	<i>Benefit</i>
3	C_3	Nilai Fisika	20%	<i>Benefit</i>
4	C_4	Absensi	15%	<i>Cost</i>
5	C_5	Perilaku	15%	<i>Benefit</i>

Berikut ini merupakan data alternatif penilaian terkait menentukan delegasi pada SMA Swasta Primbana Medan dalam mengikuti Olimpiade Sains Nasional bidang keilmuan kimia menggunakan Metode MABAC :

Tabel 2. Data Siswa

NIS	Nama Siswa	C1	C2	C3	C4	C5
2590	Ahda Akbar Kawakib	5	4	4	3	3
2608	Chesilia Dewi Rosa Purba	5	5	5	1	5
2617	Diaz Christian Limbong	4	4	4	3	4
2628	Fanny Ardhatya	4	4	4	3	5
2630	Farel Budiman Sihombing	4	4	4	2	4
2639	Hana Tarida Adhika Aritonang	4	4	4	1	5
2656	Josua Christian Sihotang	4	4	4	2	5
2665	Manza Ayana Azahra	5	5	5	1	4
2677	Nayla Dera	5	4	4	4	4
2688	Ranisa Uly Br Sinurat	5	4	5	2	5
2698	Ronal Defentus Girsang	4	4	5	1	4
2699	Ruth Christine Angelita Br Togatorop	5	5	5	2	4
2700	Samuel Christover Napitupulu	5	4	5	1	4

Tabel 2. Data Siswa (Lanjutan)

NIS	Nama Siswa	C1	C2	C3	C4	C5
2703	Septian Hadyartha Sinurat	5	4	4	1	5
2723	Yehezkiel Abednego Ginting	4	4	5	1	5
Type		Benefit	Benefit	Benefit	Cost	Benefit
X Max		5	5	5	4	5
X Min		4	4	4	1	3

3.1.2 Membentuk Matriks Keputusan Awal (X)

Langkah pertama yaitu membentuk matriks keputusan awal berdasarkan data yang telah konversi nilai. Dimana m adalah nomor alternatif, n adalah jumlah total kriteria.

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 4 & 3 & 3 \\ 5 & 5 & 5 & 1 & 5 \\ 4 & 4 & 4 & 3 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 3 & 5 \\ 4 & 4 & 4 & 2 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 1 & 5 \\ 4 & 4 & 4 & 2 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 1 & 4 \\ 5 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 5 & 4 & 5 & 2 & 5 \\ 4 & 4 & 5 & 1 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 2 & 4 \\ 5 & 4 & 5 & 1 & 4 \\ 5 & 4 & 4 & 1 & 5 \\ 4 & 4 & 5 & 1 & 5 \end{bmatrix}$$

3.1.3 Normalisasi Elemen Matriks Awal (N)

Selanjutnya melakukan normalisasi matriks awal dari nilai siswa sesuai dengan kriterianya. Berikut nilai Max dan Min pada masing-masing kriteria yang akan digunakan dalam mencari nilai *benefit* dan *cost* :

Rumus : $T_{ij} = \frac{X_{ij} - X_i^-}{X_i^+ - X_i^-}$ Untuk Kriteria *Benefit*.

Atau : $T_{ij} = \frac{X_{ij} - X_i^+}{X_i^- - X_i^+}$ Untuk Kriteria *Cost*.

Kriteria 1 (C1) = *Benefit*

$$\begin{aligned} T_{1.1} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 & T_{6.1} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{11.1} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 \\ T_{2.1} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 & T_{7.1} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{12.1} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 \\ T_{3.1} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{8.1} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 & T_{13.1} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 \\ T_{4.1} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{9.1} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 & T_{14.1} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 \\ T_{5.1} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{10.1} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 & T_{15.1} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 \end{aligned}$$

Kriteria 2 (C2) = *Benefit*

$$\begin{aligned} T_{1.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{6.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{11.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 \\ T_{2.2} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 & T_{7.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{12.2} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 \\ T_{3.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{8.2} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 & T_{13.2} &= \frac{5-4}{5-4} = 0,0000 \\ T_{4.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{9.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{14.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 \\ T_{5.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{10.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{15.2} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 \end{aligned}$$

Kriteria 3 (C3) = *Benefit*

$$\begin{aligned} T_{1.3} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{6.3} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{11.3} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 \\ T_{2.3} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 & T_{7.3} &= \frac{4-4}{5-4} = 0,0000 & T_{12.3} &= \frac{5-4}{5-4} = 1,0000 \end{aligned}$$

$$T_{3.3} = \frac{4-4}{5-4} = 0,0000$$

$$T_{4.3} = \frac{4-4}{5-4} = 0,0000$$

$$T_{5.3} = \frac{4-4}{5-4} = 0,0000$$

$$T_{8.3} = \frac{5-4}{5-4} = 1,0000$$

$$T_{9.3} = \frac{4-4}{5-4} = 0,0000$$

$$T_{10.3} = \frac{5-4}{5-4} = 1,0000$$

$$T_{13.3} = \frac{5-4}{5-4} = 1,0000$$

$$T_{14.3} = \frac{4-4}{5-4} = 0,0000$$

$$T_{15.3} = \frac{5-4}{5-4} = 1,0000$$

Kriteria 4 (C4) = Cost

$$T_{1.4} = \frac{3-4}{1-4} = 0,3333$$

$$T_{2.4} = \frac{1-4}{1-4} = 1,0000$$

$$T_{3.4} = \frac{3-4}{1-4} = 0,3333$$

$$T_{4.4} = \frac{1-4}{1-4} = 0,3333$$

$$T_{5.4} = \frac{2-4}{1-4} = 0,6667$$

$$T_{6.4} = \frac{1-4}{1-4} = 1,0000$$

$$T_{7.4} = \frac{1-4}{2-4} = 0,6667$$

$$T_{8.4} = \frac{1-4}{1-4} = 1,0000$$

$$T_{9.4} = \frac{1-4}{4-4} = 0,0000$$

$$T_{10.4} = \frac{1-4}{2-4} = 0,6667$$

$$T_{11.4} = \frac{1-4}{1-4} = 1,0000$$

$$T_{12.4} = \frac{1-4}{2-4} = 0,6667$$

$$T_{13.4} = \frac{1-4}{1-4} = 1,0000$$

$$T_{14.4} = \frac{1-4}{1-4} = 1,0000$$

$$T_{15.4} = \frac{1-4}{1-4} = 1,0000$$

Kriteria 5 (C5) = Benefit

$$T_{1.5} = \frac{3-3}{5-3} = 0,0000$$

$$T_{2.5} = \frac{5-3}{5-3} = 1,0000$$

$$T_{3.5} = \frac{4-3}{5-3} = 0,5000$$

$$T_{4.5} = \frac{5-3}{5-3} = 1,0000$$

$$T_{5.5} = \frac{4-3}{5-3} = 0,5000$$

$$T_{6.5} = \frac{5-3}{5-3} = 1,0000$$

$$T_{7.5} = \frac{5-3}{5-3} = 1,0000$$

$$T_{8.5} = \frac{5-3}{4-3} = 0,5000$$

$$T_{9.5} = \frac{5-3}{4-3} = 0,5000$$

$$T_{10.5} = \frac{5-3}{5-3} = 1,0000$$

$$T_{11.5} = \frac{4-3}{5-3} = 0,5000$$

$$T_{12.5} = \frac{4-3}{4-3} = 0,5000$$

$$T_{13.5} = \frac{5-3}{5-3} = 0,5000$$

$$T_{14.5} = \frac{5-3}{5-3} = 1,0000$$

$$T_{15.5} = \frac{5-3}{5-3} = 1,0000$$

Elemen matriks ternormalisasi (N) diperoleh dari kinerja penggunaan rumus *Benefit* dan *Cost* diatas yaitu sebagai berikut :

$$N = \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,3333 & 0,0000 \\ 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,3333 & 0,5000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,3333 & 1,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,6667 & 0,5000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 1,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,6667 & 1,0000 \\ 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 0,5000 \\ 1,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,5000 \\ 1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 0,6667 & 1,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 0,5000 \\ 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 0,6667 & 0,5000 \\ 1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 0,5000 \\ 1,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 1,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 \end{bmatrix}$$

3.1.4 Perhitungan Elemen Matriks Tertimbang (V)

Elemen matriks tertimbang (V) dihitung berdasarkan rumus :

$$v_{ij} = (w_i * t_{ij}) + w_i \quad (14)$$

Kriteria 1 (C1) :

$$v_{1.1} = (0,30 * 1,0000) + 0,30 = 0,6000$$

$$v_{2.1} = (0,30 * 1,0000) + 0,30 = 0,6000$$

$$v_{3.1} = (0,30 * 0,0000) + 0,30 = 0,3000$$

$$v_{4.1} = (0,30 * 0,0000) + 0,30 = 0,3000$$

$$v_{5.1} = (0,30 * 0,0000) + 0,30 = 0,3000$$

$$v_{6.1} = (0,30 * 0,0000) + 0,30 = 0,3000$$

$$v_{7.1} = (0,30 * 0,0000) + 0,30 = 0,3000$$

$$v_{8.1} = (0,30 * 1,0000) + 0,30 = 0,6000$$

$$v_{9.1} = (0,30 * 1,0000) + 0,30 = 0,6000$$

$$v_{10.1} = (0,30 * 1,0000) + 0,30 = 0,6000$$

$$v_{11.1} = (0,30 * 0,0000) + 0,30 = 0,3000$$

$$v_{12.1} = (0,30 * 1,0000) + 0,30 = 0,6000$$

$$v_{13.1} = (0,30 * 1,0000) + 0,30 = 0,6000$$

$$v_{14.1} = (0,30 * 1,0000) + 0,30 = 0,6000$$

$$v_{15.1} = (0,30 * 0,0000) + 0,30 = 0,3000$$

Kriteria 2 (C2) :

$$v_{1.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{2.2} = (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000$$

$$v_{3.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{4.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{5.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{6.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{7.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{8.2} = (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000$$

$$v_{9.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{10.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{11.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{12.2} = (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000$$

$$v_{13.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{14.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

$$v_{15.2} = (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000$$

Kriteria 3 (C3) :

$$\begin{aligned} v_{1.3} &= (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000 \\ v_{2.3} &= (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000 \\ v_{3.3} &= (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000 \\ v_{4.3} &= (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000 \\ v_{5.3} &= (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000 \\ v_{6.3} &= (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000 \\ v_{7.3} &= (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000 \\ v_{8.3} &= (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000 \\ v_{9.3} &= (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000 \\ v_{10.3} &= (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000 \\ v_{11.3} &= (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000 \\ v_{12.3} &= (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000 \\ v_{13.3} &= (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000 \\ v_{14.3} &= (0,20 * 0,0000) + 0,20 = 0,2000 \\ v_{15.3} &= (0,20 * 1,0000) + 0,20 = 0,4000 \end{aligned}$$

Kriteria 4 (C4) :

$$\begin{aligned} v_{1.4} &= (0,15 * 0,3333) + 0,15 = 0,2000 \\ v_{2.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{3.4} &= (0,15 * 0,3333) + 0,15 = 0,2000 \\ v_{4.4} &= (0,15 * 0,3333) + 0,15 = 0,2000 \\ v_{5.4} &= (0,15 * 0,6667) + 0,15 = 0,2500 \\ v_{6.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{7.4} &= (0,15 * 0,6667) + 0,15 = 0,2500 \\ v_{8.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{9.4} &= (0,15 * 0,0000) + 0,15 = 0,1500 \\ v_{10.4} &= (0,15 * 0,6667) + 0,15 = 0,2500 \\ v_{11.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{12.4} &= (0,15 * 0,6667) + 0,15 = 0,2500 \\ v_{13.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{14.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{15.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \end{aligned}$$

Kriteria 5 (C5) :

$$\begin{aligned} v_{1.4} &= (0,15 * 0,3333) + 0,15 = 0,2000 \\ v_{2.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{3.4} &= (0,15 * 0,3333) + 0,15 = 0,2000 \\ v_{4.4} &= (0,15 * 0,3333) + 0,15 = 0,2000 \\ v_{5.4} &= (0,15 * 0,6667) + 0,15 = 0,2500 \\ v_{6.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{7.4} &= (0,15 * 0,6667) + 0,15 = 0,2500 \\ v_{8.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{9.4} &= (0,15 * 0,0000) + 0,15 = 0,1500 \\ v_{10.4} &= (0,15 * 0,6667) + 0,15 = 0,2500 \\ v_{11.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{12.4} &= (0,15 * 0,6667) + 0,15 = 0,2500 \\ v_{13.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{14.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \\ v_{15.4} &= (0,15 * 1,0000) + 0,15 = 0,3000 \end{aligned}$$

Berikut Matriks Tertimbang (V)

$$V = \begin{bmatrix} 0,6000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,1500 \\ 0,6000 & 0,4000 & 0,4000 & 0,3000 & 0,3000 \\ 0,3000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,2250 \\ 0,3000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,3000 \\ 0,3000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,2500 & 0,2250 \\ 0,3000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,3000 & 0,3000 \\ 0,3000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,2500 & 0,3000 \\ 0,6000 & 0,4000 & 0,4000 & 0,3000 & 0,2250 \\ 0,6000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,1500 & 0,2250 \\ 0,6000 & 0,2000 & 0,4000 & 0,2500 & 0,3000 \\ 0,3000 & 0,2000 & 0,4000 & 0,3000 & 0,2250 \\ 0,6000 & 0,4000 & 0,4000 & 0,2500 & 0,2250 \\ 0,6000 & 0,2000 & 0,4000 & 0,3000 & 0,2250 \\ 0,6000 & 0,2000 & 0,2000 & 0,3000 & 0,3000 \\ 0,3000 & 0,2000 & 0,4000 & 0,3000 & 0,3000 \end{bmatrix}$$

3.1.5 Penentuan Matriks Area Perkiraan Perbatasan (G)

Area perkiraan batas untuk setiap kriteria ditentukan sesuai rumus:

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (15)$$

Nilai m didapatkan dari jumlah alternatif yang dimasukan dalam rumus 1/m yaitu: 1/15 maka m= 0,0667

Kriteria 1:

$$G_{C1} = (0,6000 * 0,6000 * 0,3000 * 0,3000 * 0,3000 * 0,3000 * 0,3000 * 0,6000 * 0,6000 * 0,6000 * 0,3000 * 0,6000 * 0,6000 * 0,6000 * 0,3000 * 0,6000 * 0,6000 * 0,6000 * 0,6000)^{0,0667} = 0,4342$$

Kriteria 2:

$$G_{C2} = (0,2000 * 0,4000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,4000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,4000 * 0,2000 * 0,2000)^{0,0667} = 0,2297$$

Kriteria 3:

$$G_{C3} = (0,2000 * 0,4000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,4000 * 0,2000 * 0,4000 * 0,4000 * 0,4000 * 0,4000 * 0,4000)^{0,0667} = 0,2764$$

Kriteria 4:

$$G_{C4} = (0,2000 * 0,3000 * 0,2000 * 0,2000 * 0,2500 * 0,3000 * 0,2500 * 0,3000 * 0,1500 * 0,2500 * 0,3000 * 0,2500 * 0,3000)^{0,0667} = 0,2516$$

Kriteria 5:

$$G_{C5} = (0,1500 * 0,3000 * 0,2250 * 0,3000 * 0,2250 * 0,3000 * 0,3000 * 0,2250 * 0,2250 * 0,3000 * 0,2250 * 0,2250 * 0,3000)^{0,0667} = 0,2505$$

Berikut nilai yang didapatkan dari perhitungan Area perkiraan perbatasan (G) pada masing-masing kriteria :

Tabel 3. Perbatasan (G)

	C1	C2	C3	C4	C5
G	0,4342	0,2297	0,2764	0,2516	0,2505

3.1.6 Perhitungan elemen matriks jarak alternatif dari daerah perkiraan perbatasan (Q)

Jarak alternatif dari daerah perbatasan perkiraan (q_{ij}) ditentukan sebagai perbedaan elemen matriks tertimbang (V) dan nilai daerah perkiraan perbatasan (G). Yang dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Q = V - G \quad (16)$$

Kriteria 1:

$$\begin{aligned} Q_{1.1} &= 0,6000 - 0,4342 = 0,1658 \\ Q_{2.1} &= 0,6000 - 0,4342 = 0,1658 \\ Q_{3.1} &= 0,3000 - 0,4342 = -0,1342 \\ Q_{4.1} &= 0,3000 - 0,4342 = -0,1342 \\ Q_{5.1} &= 0,3000 - 0,4342 = -0,1342 \\ Q_{6.1} &= 0,3000 - 0,4342 = -0,1342 \\ Q_{7.1} &= 0,3000 - 0,4342 = -0,1342 \\ Q_{8.1} &= 0,6000 - 0,4342 = 0,1658 \\ Q_{9.1} &= 0,6000 - 0,4342 = 0,1658 \\ Q_{10.1} &= 0,6000 - 0,4342 = 0,1658 \\ Q_{11.1} &= 0,3000 - 0,4342 = -0,1342 \\ Q_{12.1} &= 0,6000 - 0,4342 = 0,1658 \\ Q_{13.1} &= 0,6000 - 0,4342 = 0,1658 \\ Q_{14.1} &= 0,6000 - 0,4342 = 0,1658 \\ Q_{15.1} &= 0,3000 - 0,4342 = -0,1342 \end{aligned}$$

Kriteria 3 :

$$\begin{aligned} Q_{1.3} &= 0,2000 - 0,2764 = -0,0764 \\ Q_{2.3} &= 0,4000 - 0,2764 = 0,1236 \\ Q_{3.3} &= 0,2000 - 0,2764 = -0,0764 \\ Q_{4.3} &= 0,2000 - 0,2764 = -0,0764 \\ Q_{5.3} &= 0,2000 - 0,2764 = -0,0764 \\ Q_{6.3} &= 0,2000 - 0,2764 = -0,0764 \\ Q_{7.3} &= 0,2000 - 0,2764 = -0,0764 \\ Q_{8.3} &= 0,4000 - 0,2764 = 0,1236 \\ Q_{9.3} &= 0,2000 - 0,2764 = -0,0764 \\ Q_{10.3} &= 0,4000 - 0,2764 = 0,1236 \\ Q_{11.3} &= 0,4000 - 0,2764 = 0,1236 \\ Q_{12.3} &= 0,4000 - 0,2764 = 0,1236 \\ Q_{13.3} &= 0,4000 - 0,2764 = 0,1236 \\ Q_{14.3} &= 0,2000 - 0,2764 = -0,0764 \\ Q_{15.3} &= 0,4000 - 0,2764 = 0,1236 \end{aligned}$$

Kriteria 2 :

$$\begin{aligned} Q_{1.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{2.2} &= 0,4000 - 0,2297 = 0,1703 \\ Q_{3.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{4.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{5.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{6.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{7.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{8.2} &= 0,4000 - 0,2297 = 0,1703 \\ Q_{9.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{10.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{11.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{12.2} &= 0,4000 - 0,2297 = 0,1703 \\ Q_{13.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{14.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \\ Q_{15.2} &= 0,2000 - 0,2297 = -0,0297 \end{aligned}$$

Kriteria 4 :

$$\begin{aligned} Q_{1.4} &= 0,2000 - 0,2516 = -0,0516 \\ Q_{2.4} &= 0,3000 - 0,2516 = 0,0484 \\ Q_{3.4} &= 0,2000 - 0,2516 = -0,0516 \\ Q_{4.4} &= 0,2000 - 0,2516 = -0,0516 \\ Q_{5.4} &= 0,2500 - 0,2516 = -0,0016 \\ Q_{6.4} &= 0,3000 - 0,2516 = 0,0484 \\ Q_{7.4} &= 0,2500 - 0,2516 = -0,0016 \\ Q_{8.4} &= 0,3000 - 0,2516 = 0,0484 \\ Q_{9.4} &= 0,1500 - 0,2516 = -0,1016 \\ Q_{10.4} &= 0,2500 - 0,2516 = -0,0016 \\ Q_{11.4} &= 0,3000 - 0,2516 = 0,0484 \\ Q_{12.4} &= 0,2500 - 0,2516 = -0,0016 \\ Q_{13.4} &= 0,3000 - 0,2516 = 0,0484 \\ Q_{14.4} &= 0,3000 - 0,2516 = 0,0484 \\ Q_{15.4} &= 0,3000 - 0,2516 = 0,0484 \end{aligned}$$

Kriteria 5 :

$$Q_{1.5} = 0,1500 - 0,2505 = -0,1005$$

$$Q_{2.5} = 0,3000 - 0,2505 = 0,0495$$

$$Q_{3.5} = 0,2250 - 0,2505 = -0,0255$$

$$Q_{4.5} = 0,3000 - 0,2505 = 0,0495$$

$$Q_{5.5} = 0,2250 - 0,2505 = -0,0255$$

$$Q_{6.5} = 0,3000 - 0,2505 = 0,0495$$

$$Q_{7.5} = 0,3000 - 0,2505 = 0,0495$$

$$Q_{8.5} = 0,2250 - 0,2505 = -0,0255$$

$$Q_{9.5} = 0,2250 - 0,2505 = -0,0255$$

$$Q_{10.5} = 0,3000 - 0,2505 = 0,0495$$

$$Q_{11.5} = 0,2250 - 0,2505 = -0,0255$$

$$Q_{12.5} = 0,2250 - 0,2505 = -0,0255$$

$$Q_{13.5} = 0,2250 - 0,2505 = -0,0255$$

$$Q_{14.5} = 0,3000 - 0,2505 = 0,0495$$

$$Q_{15.5} = 0,3000 - 0,2505 = 0,0495$$

Berikut merupakan matriks jarak alternatif dari daerah perkiraan perbatasan (Q)

$$Q = \begin{bmatrix} 0,1658 & -0,0297 & -0,0764 & -0,0516 & -0,1005 \\ 0,1658 & 0,1703 & 0,1236 & 0,0484 & 0,0495 \\ -0,1342 & -0,0297 & -0,0764 & -0,0516 & -0,0255 \\ -0,1342 & -0,0297 & -0,0764 & -0,0516 & 0,0495 \\ -0,1342 & -0,0297 & -0,0764 & -0,0016 & -0,0255 \\ -0,1342 & -0,0297 & -0,0764 & 0,0484 & 0,0495 \\ -0,1342 & -0,0297 & -0,0764 & -0,0016 & 0,0495 \\ 0,1658 & 0,1703 & 0,1236 & 0,0484 & -0,0255 \\ 0,1658 & -0,0297 & -0,0764 & -0,1016 & -0,0255 \\ 0,1658 & -0,0297 & 0,1236 & -0,0016 & 0,0495 \\ -0,1342 & -0,0297 & 0,1236 & 0,0484 & -0,0255 \\ 0,1658 & 0,1703 & 0,1236 & -0,0016 & -0,0255 \\ 0,1658 & -0,0297 & 0,1236 & 0,0484 & -0,0255 \\ 0,1658 & -0,0297 & -0,0764 & 0,0484 & 0,0495 \\ -0,1342 & -0,0297 & 0,1236 & 0,0484 & 0,0495 \end{bmatrix}$$

3.1.7 Perengkikan Alternative

Menjumlahkan elemen matriks Q dengan garis diperoleh nilai akhir dari fungsi kriteria alternative dengan rumus:

$$Si = \sum_{j=1}^n q_{ij}, j = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

$$S_1 = (0,1658) + (-0,0297) + (-0,0764) + (-0,0516) + (-0,1005) = -0,0924$$

$$S_2 = (0,1658) + (0,1703) + (0,1236) + (0,0484) + (0,0495) = 0,5576$$

$$S_3 = (-0,1342) + (-0,0297) + (-0,0764) + (-0,0516) + (-0,0255) = -0,3174$$

$$S_4 = (-0,1342) + (-0,0297) + (-0,0764) + (-0,0516) + (0,0495) = -0,2424$$

$$S_5 = (-0,1342) + (-0,0297) + (-0,0764) + (-0,0016) + (-0,0255) = -0,2674$$

$$S_6 = (-0,1342) + (-0,0297) + (-0,0764) + (0,0484) + (0,0495) = -0,1424$$

$$S_7 = (-0,1342) + (-0,0297) + (-0,0764) + (-0,0016) + (0,0495) = -0,1924$$

$$S_8 = (0,1658) + (0,1703) + (0,1236) + (0,0484) + (-0,0255) = 0,4826$$

$$S_9 = (0,1658) + (-0,0297) + (-0,0764) + (-0,1016) + (-0,0255) = -0,0674$$

$$S_{10} = (0,1658) + (-0,0297) + (0,1236) + (-0,0016) + (0,0495) = 0,3076$$

$$S_{11} = (-0,1342) + (-0,0297) + (0,1236) + (0,0484) + (-0,0255) = -0,0174$$

$$S_{12} = (0,1658) + (0,1703) + (0,1236) + (-0,0016) + (-0,0255) = 0,4326$$

$$S_{13} = (0,1658) + (-0,0297) + (0,1236) + (0,0484) + (-0,0255) = 0,2826$$

$$S_{14} = (0,1658) + (-0,0297) + (-0,0764) + (0,0484) + (0,0495) = 0,1576$$

$$S_{15} = (-0,1342) + (-0,0297) + (0,1236) + (0,0484) + (0,0495) = 0,0576$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dilakukan perengkikan nilai dari yang tertinggi hingga terendah dengan tabel di bawah ini :

Tabel 4. Hasil Akhir

No	NIS	Nama Siswa	S	Rank
1	2608	Chesilia Dewi Rosa Purba	0,5576	1
2	2665	Manza Ayana Azahra	0,4826	2
3	2699	Ruth Christine Angelita Br Togatorop	0,4326	3
4	2688	Ranisa Uly Br Sinurat	0,3076	4
5	2700	Samuel Christover Napitupulu	0,2826	5
6	2703	Septian Hadyartha Sinurat	0,1576	6
7	2723	Yehezkiel Abednego Ginting	0,0576	7
8	2698	Ronal Defentus Girsang	-0,0174	8
9	2677	Nayla Dera	-0,0674	9
10	2590	Ahda Akbar Kawakib	-0,0924	10
11	2639	Hana Tarida Adhika Aritonang	-0,1424	11
12	2656	Josua Christian Sihotang	-0,1924	12
13	2628	Fanny Ardhatya	-0,2424	13
14	2630	Farel Budiman Sihombing	-0,2674	14
15	2617	Diaz Christian Limbong	-0,3174	15

Berdasarkan tabel perankingan diatas, dapat disimpulkan bahwa siswa yang mengikuti OSN bidang keilmuan kimia tingkat kota menggunakan metode MABAC berdasarkan kriteria-kriteria yang sudah ditentukan adalah peringkat pertama dengan hasil 0,5576 atas nama Chesilia Dewi Rosa Purba dan peringkat kedua dengan hasil 0,4826 atas nama Manza Ayana Azahra, disesuaikan dengan kebijakan penyelenggara OSN bidang keilmuan kimia.

3.2 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan hasil akhir dari kegiatan proses perancangan sistem, dimana sistem ini dioperasikan secara menyeluruh.

a. Form Login

Form Login merupakan akses untuk dapat masuk ke dalam aplikasi.



Gambar 1. Tampilan Form Login

b. Form Menu Utama

Menu Utama merupakan *form* yang menampilkan *sub menu* yang ada pada sistem



Gambar 2. Tampilan Form Menu Utama

c. Form Kriteria

Form Kriteria merupakan form yang menampilkan data kriteria. Berikut ini merupakan tampilan antarmuka dari Form Data Kriteria yang telah dibangun.



Kode Kriteria	Nama Kriteria	Bobot Kriteria	Jenis Kriteria
C1	Nilai Kimia	0,3	Benefit
C2	Nilai Matematika	0,2	Benefit
C3	Nilai Fisika	0,2	Benefit
C4	Absensi	0,15	Cost
C5	Perilaku	0,15	Benefit

Gambar 3. Tampilan Form Kriteria

d. Form Data Siswa

Form Data Siswa merupakan form yang digunakan untuk mengelola data siswa yang ada



NIS	Nama Siswa	Jenis Kelamin	Agama
2608	Chesilia Dewi Rosa Purba	Perempuan	Kristen
2617	Diaz Christian Limbong	Laki-laki	Kristen
2628	Fanny Ardhutya	Laki-laki	Kristen
2630	Farel Budiman Sihombing	Laki-laki	Kristen
2639	Hana Tarida Adhika Aritenang	Laki-laki	Kristen
2656	Josua Christian Sihotang	Laki-laki	Kristen
2665	Manisa Ayana Azahra	Perempuan	Islam
2677	Nayla Dora	Perempuan	Islam
2688	Ranisa Uly Br Sinurat	Perempuan	Kristen

Gambar 4 Tampilan Form Data Siswa

e. Form Data Penilaian

Form Data Penilaian merupakan form yang digunakan untuk mengelola data penilaian yang ada pada sistem.



NIS	Nama Siswa	Nilai Kimia	Nilai Mate...	Nilai Fisika	Absensi	Perilaku	C1	C2	C3
2590	Abda Albar Kavalib	90	82	84	6	C	5	4	4
2606	Chesilia Dewi Rosa Purba	96	90	95	0	A	5	5	5
2617	Diaz Christian Limbong	86	82	84	6	B	4	4	4
2628	Fanny Ardhutya	86	85	84	5	A	4	4	4
2630	Farel Budiman Sihombing	86	82	86	1	B	4	4	4
2639	Hana Tarida Adhika Aritenang	86	90	86	0	A	4	4	4
2656	Josua Christian Sihotang	88	85	85	3	A	4	4	4
2665	Manisa Ayana Azahra	94	92	94	0	B	5	5	5
2677	Nayla Dora	90	85	86	7	B	5	4	4
2688	Ranisa Uly Br Sinurat	90	86	91	1	A	5	4	5

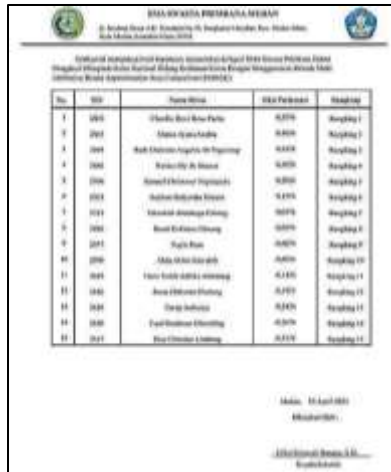
Gambar 5. Tampilan Form Data Penilaian

f. *Form Proses MABAC*

Form Proses MABAC merupakan form yang digunakan untuk melakukan proses perhitungan terkait data kriteria dan penilaian untuk mendapatkan hasil perengkingan dengan menggunakan metode MABAC.

Gambar 6. Tampilan *Form Proses MABAC*g. *Form Laporan*

Form Laporan merupakan form yang digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan dan perengkingan menggunakan metode MABAC terhadap masing-masing data siswa.

Gambar 7. Tampilan *Form Laporan***4. KESIMPULAN**

Dalam menganalisa permasalahan terkait menentukan delegasi pada SMA Swasta Primbana Medan dalam mengikuti Olimpiade Sains Nasional bidang keilmuan kimia, dihasilkan suatu Sistem Pendukung Keputusan dengan mengadopsi metode MABAC, yang mampu memberikan rekomendasi siswa terbaik yang dilihat dari potensi siswa dengan mengidentifikasi kriteria dan alternatif melalui wawancara maupun observasi dengan pihak SMA Swasta Primbana Medan, yang menghasilkan berupa nilai pada setiap alternatif dalam bentuk perengkingan dimana nilai tertinggi merupakan alternatif yang terbaik. Sistem Pendukung Keputusan yang dibangun diawali dengan menganalisis masalah kebutuhan, berlanjut ke pemodelan UML dan diterapkan ke dalam algoritma pemrograman yang dapat membantu dalam penentuan delegasi pada SMA Swasta Primbana Medan dalam mengikuti Olimpiade Sains Nasional bidang keilmuan kimia. Hasil pengujian, Sistem Pendukung Keputusan yang dirancang dapat digunakan dengan melakukan pengujian *black box testing* untuk menguji fungsionalitas setiap form pada aplikasi serta menghasilkan perhitungan pada sistem sama dengan hasil perhitungan manual yang dilakukan dengan menggunakan metode MABAC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Puji Sari Ramadhan dan Bapak Ardianto Pranata serta pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Liana, D. Sarkity, M. Elvi, And D. Fitriyah, "Pembekalan Pra-Osn Menggunakan Soal-Soal *Problem Solving* Berbasis Representasi Multimodus Bagi Siswa Smp," J. Anugerah, Vol. 1, No. 2, Pp. 59–69, 2019, Doi: 10.31629/Anugerah.V1i2.1784.
- [2] S. Idris, N. Sabrina, M. Mellyzar, And F. W. Ginting, "Pendampingan Persiapan Olimpiade Sains Nasional Bidang Kebumihan Di Sman 1 Muara Batu," J. Vokasi, Vol. 7, No. 2, P. 134, 2023, Doi: 10.30811/Vokasi.V7i2.3981.

- [3] R. Cahya, M. Syafri, And I. R. Padiku, “Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa Daerah Dengan Menggunakan Metode *Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison* (Mabac),” Vol. 3, No. 2, Pp. 141–151, 2023.
- [4] D. Aldo, N. Putra, And Z. Munir, “Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Dosen Dengan Menggunakan Metode *Multi Attribute Utility Theory* (Maut) Dasril,” J. Sist. Inf. Dan Manaj., Vol. 7, No. 2, Pp. 16–22, 2019.
- [5] I. Dwi Permana And A. Syaripudin, “Sistem Penunjang Keputusan Menentukan Guru Terbaik Di Smk Wiraniaga Dengan Metode *Multi-Attributive Border Approximation* (Mabac) Berbasis Web,” Oktal J. Ilmu Komput. Dan Sci., Vol. 2, No. 1, Pp. 17–26, 2023.
- [6] N. Ndruru, M. Mesran, F. Tinus Waruwu, And D. Putro Utomo, “Penerapan Metode Mabac Untuk Mendukung Pengambilan Keputusan Pemilihan Kepala Cabang Pada Pt. Cefa Indonesia Sejahtera Lestari,” Resolusi Rekayasa Tek. Inform. Dan Inf., Vol. 1, No. 1, Pp. 36–49, 2020, Doi: 10.30865/Resolusi.V1i1.11.
- [7] S. R. Pratiwi, D. Setiawan, R. Mahyuni, S. I. Si, And S. T. Dharma, “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Sepeda Motor Terbaik Pada Pt. Indaco Trading Coy Dengan Metode Mabac (*Multi Attribute Border Appioximorion Area Comprasion*),” Cyber Tech, Vol. 4, No. 8, 2021.
- [8] G. Pamučar, D., Andćirović, “*The Selection Of Transport And Handling Resources In Logistics Centers Using Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison* (Mabac),” Expert Syst. Appl., Vol. 42, No. 6, Pp. 3016–3028, 2015.
- [9] A. Karim, S. Esabella, M. Hidayatullah, And T. Andriani, “Sistem Pendukung Keputusan Aplikasi Bantu Pembelajaran Matematika Menggunakan Metode Edas,” Build. Informatics, Technol. Sci., Vol. 4, No. 3, 2022, Doi: 10.47065/Bits.V4i3.2494.
- [10] A. Capah And A. Pranata, “*Decision Support System* Untuk Menentukan Kelayakan Penerimaan Bantuan Pemasangan Air Pam Bersubsidi Di Desa Laenuaha Dengan Menggunakan Metode *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (Waspas),” 2020.
- [11] F. Nugroho, A. Triayudi, And Mesran, “Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Objek Wisata Menerapkan Metode Mabac Dan Pembobotan Roc,” Vol. 5, No. 1, Pp. 112–121, 2023, Doi: 10.30865/Json.V5i1.6822.
- [12] D. W. Sipahutar And Mesran, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Teknisi Broadcasting Pada Tvri Medan Menerapkan Metode Mabac,” J. Ris. Komputer, Vol. 8, No. 2, Pp. 55–63, 2021, Doi: 10.30865/Jurikom.V8i2.2829.