

Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Aplikasi E-learning Yang Layak Digunakan Selama Masa Pandemi Covid-19 Menggunakan Metode MOORA

Sartika Sibarani¹ Muhammad Zunaidi² Ahmad Calam³

^{1,2,3} Program Studi Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Article Info

Article history:

Received Mar 2th, 2020

Revised Mar 11th, 2020

Accepted Mar 30th, 2020

Keyword:

Aplikasi E-Learning,
Sistem Pendukung
Keputusan, MOORA

ABSTRACT

SMA N 1 Silaen adalah Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri yang berlokasi di Provinsi Sumatera Utara Kabupaten Toba Samosir dengan alamat Jl.Parsoburan, yang berdiri sejak tahun 1998 dan terakreditasi B. dengan jumlah guru 40 orang serta jumlah siswa 641 orang. Biasanya sekolah ini melakukan proses pembelajaran secara langsung/bertatap muka 6 kali pertemuan dalam seminggu. Namun seperti yang kita ketahui bahwa Negara kita sedang diserang virus yang sangat berbahaya yaitu covid-19. Oleh karena itu proses pembelajaran diubah menjadi sistem online menggunakan aplikasi E-Learning. Dalam mempermudah pengambilan keputusan terkait penentuan aplikasi e-learning yang layak maka dibuatlah sebuah program Sistem Pendukung Keputusan. Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem yang berguna dalam membantu user dalam menentukan sebuah keputusan dengan proses yang sistematis. Sistem pendukung keputusan biasanya digunakan untuk menentukan suatu yang memiliki nilai kriteria. Dalam penyelesaian masalah terkait penentuan aplikasi pembelajaran online yang layak, metode yang digunakan adalah metode MOORA. Yang mana metode MOORA ini memiliki perhitungan yang mudah dipahami. Hasil dari penelitian ini adalah : Pertama, Mendesain Sistem Pendukung Keputusan dalam penentuan aplikasi E-learning yang layak digunakan dalam proses pembelajaran selama masa pandemi Covid-19 di SMA N 1 Silaen. Kedua, menentukan ranking berdasarkan perhitungan Metode MOORA yaitu Aplikasi Google Meet dengan nilai tertinggi yaitu 0.2083. Ketiga, Sistem yang dibangun berbasis desktop/single user sehingga hasilnya dapat dilihat secara langsung melalui komputer dan laptop. Keempat, Hasil implementasi dari sistem yang dibangun memiliki keluaran laporan terkait penentuan aplikasi yang layak digunakan selama masa pandemi covid-19 di SMA N 1 Silaen.

First Author : Sartika Sabarani

Kampus :STMIK Triguna Dharma

Program Studi : Sistem Informasi

E-Mail : sartikasibarani80@gmail.com

1. PENDAHULUAN

SMA N 1 Silaen adalah Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri yang berlokasi di Provinsi Sumatera Utara Kabupaten Toba Samosir dengan alamat Jl.Parsoburan, yang berdiri sejak tahun 1998 dan terakreditasi B. Dengan jumlah guru sebanyak 40 orang serta jumlah siswa 641 orang. Biasanya sekolah ini melakukan proses pembelajaran secara

langsung/bertatap muka 6 kali pertemuan dalam seminggu. Namun seperti yang kita ketahui bahwa dunia sedang di serang virus yang sangat berbahaya yaitu covid-19, termasuk Negara kita Indonesia.

Menurut World Health Organization (WHO) corona virus merupakan virus jenis baru yang muncul pada awal tahun 2020 (SARS-coV-2) dan

penyakitnya disebut coronavirus disease 2019 (COVID-19) yang dapat menular dari manusia ke manusia (Data WHO, 1 Maret 2020)[1]. kemudian pemerintah mengambil langkah serta upaya dalam mencegah penyebaran Covid-19 khususnya bagi pembelajaran yaitu dengan melakukan pembelajaran daring (*E-Learning*). *E-Learning* biasa dilakukan dengan aplikasi khusus yang disediakan diberbagai *platform* yang ada. Aplikasi adalah suatu sub kelas dari suatu perangkat lunak komputer yang memanfaatkan kemampuan komputer secara langsung untuk melakukan suatu tugas yang diinginkan pengguna.

E-learning merupakan proses pembelajaran dengan dunia maya menggunakan media atau alat elektronik, yang dikerjakan menyeluruh dengan sebutan *e-learning*. Sistem pembelajaran secara elektronik ini dapat meningkatkan kompetensi dan kualitas sumber daya manusia yang pada hasilnya dikelompokkan menjadi kriteri-kriteria dengan hasil peringkat siswa[2]. Dengan demikian tentunya hal ini dapat memberi pengaruh atau dampak untuk hasil belajar dari yang sebelumnya, yang mana aplikasi pembelajaran atau aplikasi *e-learning* saat ini sangat beragam dan memiliki tingkat efektifitas serta tingkat kesulitan pemakaian yang berbeda-beda pula. Oleh sebab itu dalam penentuan aplikasi pembelajaran yang layak serta efektif sesuai permasalahan diatas, maka diperlukan sebuah sistem pendukung keputusan dalam menentukan aplikasi yang paling layak digunakan.

Sistem pendukung keputusan adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer (termasuk sistem pengetahuan) yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan. SPK merupakan penggabungan sumber - sumber kecerdasan individu dengan kemampuan komponen untuk memperbaiki kualitas keputusan. Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem informasi berbasis komputer untuk manajemen pengambilan keputusan yang menangani masalah-masalah semi struktur[3]. Metode dari penelitian ini yaitu menggunakan metode MOORA.

MOORA (Multi-Objective Optimization on The Basis of Ratio Analysis) Metode ini Pengoptimalan multi-tujuan (atau pemrograman), juga dikenal sebagai pengoptimalan multi-kriteria atau beberapa atribut, adalah Proses sekaligus mengoptimalkan dua atau lebih atribut yang bertentangan (*goals*) tunduk pada batasan tertentu. Metode MOORA, yang pertama kali diperkenalkan oleh Brauers (2004) adalah teknik optimasi multiobjektif yang diterapkan untuk memecahkan berbagai jenis masalah pengambilan keputusan yang kompleks.

Dengan adanya sistem pendukung keputusan ini, maka dapat mendukung dalam pengambilan keputusan aplikasi mana yang dapat menjadi aplikasi

e-learning terbaik dan dapat diterapkan di SMA N 1 Silaen melalui pengumpulan data, serta dapat digunakan sebagai solusi untuk memecahkan berbagai masalah pengambilan keputusan yang rumit pada permasalahan pengambilan keputusan dengan multi-kriteria. Dan juga untuk memecahkan berbagai jenis masalah pengambilan keputusan yang kompleks[4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan adalah sistem berbasis komputer yang mampu memecahkan masalah manajemen dalam menghasilkan alternatif terbaik untuk mendukung keputusan yang diambil oleh pengambil keputusan[5].

Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan, dan pemanipulasian data. Sistem itu digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semiterstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, di mana tak seorang pun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat[6].

2.2 MOORA(Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis)

Metode MOORA, pertama kali diperkenalkan oleh Brauers (2004) adalah suatu teknik optimasi *multiobjective* yang dapat berhasil diterapkan untuk memecahkan berbagai jenis masalah pengambilan keputusan yang kompleks dalam lingkungan manufaktur[12].

MOORA (*Multi-Objective Optimization on The Basis of Ratio Analysis*) Metode ini Pengoptimalan multi-tujuan (atau pemrograman), juga dikenal sebagai pengoptimalan multi-kriteria atau beberapa atribut, adalah Proses sekaligus mengoptimalkan dua atau lebih atribut yang bertentangan (*goals*) tunduk pada batasan tertentu[4].

Metode ini adalah multiobjektif sistem mengoptimalkan dua atau lebih atribut yang saling bertentangan secara bersamaan. Metode MOORA dipilih karena metode ini memiliki tingkat selektifitas yang baik karena dapat menentukan tujuan dari kriteria yang bertentangan. Dimana kriteria dapat bernilai menguntungkan (*benefit*) atau yang tidak menguntungkan(*cost*)[13].

2.3.1 Algoritma Metode MOORA

Berikut penyelesaian menggunakan metode MOORA, yaitu[12]:

1. Membuat matriks keputusan.

$$x = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m1} & X_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Menormalisasikan Matriks Keputusan

$$X_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{[\sum_{i=1}^m X_{ij}^2]}} (j = 1, 2 \dots n)$$

3. Mengoptimalkan atribut.

$$.Y_i = \sum_{j=1}^g X_{ij} - \sum_{j=g+1}^n X_{ij}$$

4. Apabila menyertakan bobot dalam pencarian yang ternormalisasi maka persamannya

$$.Y_i = \sum_{j=1}^g W_j X_{ij} - \sum_{j=g+1}^n W_j X_{ij}$$

Di mana w_j adalah bobot jth atribut, yang dapat ditentukan menerapkan proses hirarki analitik (AHP) atau metode entropi. Alternatif terbaik memiliki nilai Y_i tertinggi, sedangkan alternatif terburuk memiliki nilai Y_i terendah.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara atau langkah yang harus dilakukan untuk mengumpulkan suatu informasi yang berisikan data yang kita peroleh dari seorang pakar atau ahli dalam bidangnya

1. Data Collecting

Dalam teknik pengumpulan data terdapat beberapa yang dilakukan di antaranya yaitu sebagai berikut:

a. Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan tinjauan langsung ketempat dimana kita melakukan penelitian.

b. Wawancara merupakan cara dimana kita dapat memperoleh sebuah informasi secara rinci, langsung, mendalam, tidak terstruktur, dan individu untuk menghasilkan sebuah informasi yang akurat.

No	Nama	Size	C1	C2	C3	C4
1	Ruang Guru	53MB	Sangat Besar	Sangat Boros	Besar	Sedang
2	Rumah Belajar	12MB	Besar	Boros	Besar	Sedang
3	Google Classroom	11MB	Besar	Boros	Sangat Besar	Rendah
4	Edmodo	53MB	Kecil	Hemat	Kecil	Rendah
5	Quipper	14MB	Kecil	Hemat	Sangat Besar	Rendah
6	Zenius	2.0MB	Kecil	Boros	Sangat Besar	Sedang
7	Kelas Kita	26MB	Besar	Sangat Boros	Kecil	Sedang
8	Brainly	9.8MB	Sangat Besar	Boros	Sangat Besar	Tinggi
9	Puhamify	44MB	Kecil	Hemat	Besar	Sedang
10	Bimble Smart	12MB	Kecil	Boros	Sangat Besar	Tinggi
11	Google Meet	14MB	Sangat Besar	Hemat	Sangat Besar	Sedang
12	Zoom	29MB	Besar	Hemat	Kecil	Tinggi
13	WhatsApp	25MB	Besar	Boros	Besar	Tinggi
14	Telegram	24MB	Sangat Besar	Hemat	Sangat Besar	Sedang

1. Studi Literatur

Dalam studi literatur, peneliti menggunakan jurnal sebanyak 27 jurnal baik jurnal internasional, jurnal nasional, jurnal lokal, maupun buku sebagai sumber referensi.

3.1 Metode pengembangan Sistem

Dalam metode perancangan sistem ini khususnya software atau perangkat lunak bisa kita adopsi beberapa metodenya diantaranya algoritma *Waterfall* atau algoritma air terjun.

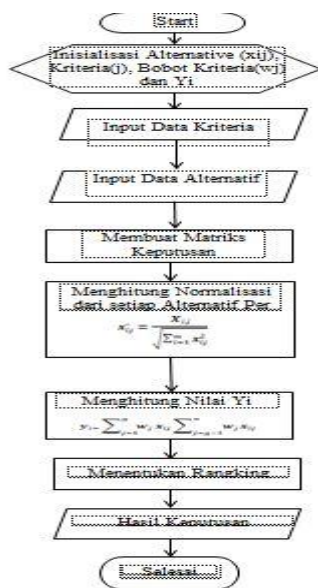
3.2 Algoritma Sistem

Algoritma sistem merupakan salah satu urutan maupun langkah-langkah cara pembuatan sistem sehingga memberikan intruksi atau sebuah perintah keluaran yang diinginkan berdasarkan ide atau masukan yang diberikan.

3.2.1 Flowchart Sistem

Flowchart sistem merupakan bagan yang menunjukkan alur kerja atau apa yang sedang dikerjakan didalam sistem secara keseluruhan dan menjelaskan urutan dari prosedur-prosedur yang ada didalam sistem. Berikut ini adalah *flowchart* sistem pada pengolahan data penyakit *frozen shoulder* sebagai berikut.

Tabel 3.1 Data Primer



Gambar 3.2 Flowchart metode MOORA

Keterangan :

1. Inisialisasi nilai alternatif, kriteria dan bobot kriteria. Yaitu dengan cara mendeskripsikan range nilai dalam setiap kriteria, dan data primer alternatif.
2. Input data kriteria dan alternatif. Memasukkan nilai Alternatif yang didapat dari data primer dengan Angka sesuai dengan ketetapan range nilai kriteria.
3. Membuat inisialisasi matriks keputusan. Yaitu membuat data yang telah diinput menjadi sebuah matriks yang disebut matriks keputusan.
4. Menghitung rasio dari setiap alternatif peratribut (Normalisasi) pada metode MOORA. Normalisasi bertujuan untuk menyatukan setiap element matriks sehingga element pada matriks memiliki nilai yang seragam.
5. Menghitung nilai Yi. Yaitu mengalikan hasil normalisasi dengan persentase kriteria yang telah ditetapkan dimana hasilnya akan di jumlah kan jika kriteria bersifat *benefit* dan akan dikurangkan jika kriteria bersifat *cost*.
6. Menentukan Rangkings hasil perhitungan MOORA berdasarkan nilai prefensi.
7. Membuat hasil keputusan berdasarkan hasil terakhir yang telah dihitung.

3.6 Penerapan Metode MOORA

Berikut ini adalah perhitungan metode MOORA untuk mendapatkan hasil perangkings

terkait menentukan aplikasi *E-Learning* yang layak di SMAN 1 Silaen.

1. Inisialisasi Alternatif, Kriteria, dan Bobot kriteria. Dalam menentukan aplikasi *e-learning* yang layak digunakan di SMA N 1 Silaen dengan menggunakan metode MOORA, Berikut ini merupakan kriteria dan bobot preferensi dalam pengambilan keputusan berdasarkan ketentuan yang ditetapkan oleh si peneliti. yang dibutuhkan

Tabel 3.2 Bobot Kriteria Penilaian Metode MOORA

No	Kode Kriteria	Nama Kriteria	Atribut	Bobot
1	C1	Kapasitas Ruang Aplikasi	<i>Benefit</i>	30%
2	C2	Kuota Data	<i>Benefit</i>	20%
3	C3	Size Aplikasi	<i>Cost</i>	20%
4	C4	Tingkat Kepuasan Pengguna	<i>Benefit</i>	30%

- a. Kapasitas Ruang Aplikasi

Tabel 3.3 Kapasitas Ruang Aplikasi

No	Kapasitas ruang aplikasi	Skala	Bobot Alternatif
1	Sangat Besar	>20 Pengguna	3
2	Besar	11-20 Pengguna	2
3	Kecil	1-10 Pengguna	1

- b. Kuota Data

Tabel 3.4 Kuota Data

No	Kuota Data	Skala Data	Bobot Alternatif
1	Sangat Boros	>2,5 Gb Per Bulan	1
2	Boros	1 – 2,5 Gb Per Bulan	2
3	Hemat	<1 Gb Perbulan	3

- c. Size Aplikasi

Tabel 3.5 Size Aplikasi

No	Size Aplikasi	Skala	Bobot Alternatif
1	Sangat Besar	>30 Mb	1
2	Besar	1 – 30 Mb	2
3	Kecil	≤ 1 Mb	3

- d. Tingkat Kepuasan Pengguna

Tabel 3.5 Tingkat kepuasan pengguna

No	Tingkat kepuasan pengguna	Skala	Bobot Alternatif
1	Tinggi	≥60	3
2	Sedang	20-40	2
3	Rendah	<20	1

2. Input data kriteria dan alternatif

Berikut ini adalah data nilai bobot criteria dari alternatif sesuai dengan data pada tabel 3.1 sebelumnya, yaitu :

Tabel 3.7 Data Alternatif

No	Kode Alternatif	Nama Alternatif	Size	C1	C2	C3	C4
1	A1	Ruang Guru	53MB	3	1	2	2
2	A2	Rumah Belajar	14MB	2	2	2	2
3	A3	Google Classroom	2.0MB	2	2	1	1
4	A4	Edmodo	26MB	1	3	3	1
5	A5	Quipper	9.8MB	1	3	1	1
6	A6	Zenius	44MB	1	2	1	2
7	A7	Kelas Kita	12MB	2	1	3	2
8	A8	Brainly	14MB	3	2	1	3
9	A9	Pahamify	29MB	1	3	2	2
10	A10	Bimble Smart	25MB	1	2	1	3
11	A11	Google Meet	24MB	3	3	1	2
12	A12	Zoom	29MB	2	3	3	3
13	A13	WhatsApp	25MB	2	2	2	3
14	A14	Telegram	24MB	3	3	1	2

3. Membuat Inisialisasi Matriks Keputusan

berikut ini adalah perhitungan metode MOORA untuk mendapatkan hasil perankingan terkait menentukan aplikasi *E-Learning* yang layak di SMAN 1 Silaen. Dari data pada tabel 3.7 diatas, kemudian diubah kedalam matriks persamaan seperti dibawah ini :

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 3 \\ 3 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 3 & 3 & 3 \\ 2 & 2 & 2 & 3 \\ 3 & 3 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

4. Menghitung normalisasi dari setiap alternatif Moora

$$\text{Rumus yang digunakan } X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}}$$

Keterangan :

X_{ij} = Matriks alternatif j pada kriteria i

i = 1, 2, 3, 4, ..., n adalah nomor urutan atribut atau kriteria

j = 1, 2, 3, 4, ..., m adalah nomor urutan alternatif

X^*_{ij} = Matriks Normalisasi alternatif j pada kriteria i

a. Normalisasi Kapasitas Ruangan Aplikasi (C1)

Normalisasi Matriks (1,1) – baris 1 kolom 1

$$x_{1.1} = \frac{x_{1j}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}$$

$$= \frac{3}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{1.1} = \frac{3}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{1.1} = \frac{3}{\sqrt{61}}$$

$$X_{1.1} = \frac{3}{7,8102} = 0,3841$$

Normalisasi Matriks (2,1) – baris 2 kolom 1

$$x_{2.1} = \frac{x_{2j}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{2.1} = \frac{2}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{2.1} = \frac{2}{\sqrt{61}}$$

$$X_{2.1} = \frac{2}{7,8102} = 0,2560$$

Normalisasi Matriks (3,1) – baris 3 kolom 1

$$x_{3,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{3,1} = \frac{2}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{3,1} = \frac{2}{\sqrt{61}}$$

$$X_{3,1} = \frac{2}{7,8102} = 0,2560$$

Normalisasi Matriks (4,1) – baris 4 kolom 1

$$x_{4,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{4,1} = \frac{1}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{4,1} = \frac{1}{\sqrt{61}}$$

$$X_{4,1} = \frac{1}{7,8102} = 0,1280$$

Normalisasi Matriks (5,1) – baris 5 kolom 1

$$x_{5,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{5,1} = \frac{1}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{5,1} = \frac{1}{\sqrt{61}}$$

$$X_{5,1} = \frac{1}{7,8102} = 0,1280$$

Normalisasi Matriks (6,1) – baris 6 kolom 1

$$x_{6,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{6,1} = \frac{1}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{6,1} = \frac{1}{\sqrt{61}}$$

$$X_{6,1} = \frac{1}{7,8102} = 0,1280$$

Normalisasi Matriks (7,1) – baris 7 kolom 1

$$x_{7,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}$$

$$x_{7,1} = \frac{2}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{7,1} = \frac{2}{\sqrt{61}}$$

$$X_{7,1} = \frac{2}{7,8102} = 0,2560$$

Normalisasi Matriks (8,1) – baris 8 kolom 1

$$x_{8,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{8,1} = \frac{3}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{8,1} = \frac{3}{\sqrt{61}}$$

$$X_{8,1} = \frac{3}{7,8102} = 0,3841$$

Normalisasi Matriks (9,1) – baris 9 kolom 1

$$x_{9,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{9,1} = \frac{1}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{9,1} = \frac{1}{\sqrt{61}}$$

$$X_{9,1} = \frac{1}{7,8102} = 0,1280$$

Normalisasi Matriks (10,1) – baris 10 kolom 1

$$x_{10,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{10,1} = \frac{1}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{10,1} = \frac{1}{\sqrt{61}}$$

$$X_{10,1} = \frac{1}{7,8102} = 0,1280$$

Normalisasi Matriks (11,1) – baris 11 kolom 1

$$x_{11,1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{11,1} = \frac{3}{\sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$x_{11,1} = \frac{3}{\sqrt{61}}$$

$$X_{11,1} = \frac{3}{7,8102} = 0,3841$$

Normalisasi Matriks (12,1) – baris 12 kolom 1

$$x_{12.1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{12.1} = \frac{2}{\sqrt{61}}$$

$$X_{12.1} = \frac{2}{7,8102} = 0,2560$$

Normalisasi Matriks (13,1) – baris 13 kolom 1

$$x_{13.1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{13.1} = \frac{2}{\sqrt{61}}$$

$$X_{13.1} = \frac{2}{7,8102} = 0,2560$$

Normalisasi Matriks (14,1) – baris 14 kolom 1

$$x_{14.1} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.1^2 + A2.1^2 + A3.1^2 + A4.1^2 + A5.1^2 + A6.1^2 + A7.1^2 + A8.1^2 + A9.1^2 + A10.1^2}}}{\sqrt{A11.1^2 + A12.1^2 + A13.1^2 + A14.1^2}}$$

$$x_{14.1} = \frac{3}{\sqrt{61}}$$

$$X_{14.1} = \frac{3}{7,8102} = 0,3841$$

b. Normalisasi Kuota data

Normalisasi Matriks (1,2) – baris 1 kolom 2

$$X_{1.2} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + A10.2^2}}}{\sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}$$

$$X_{1.2} = \frac{1}{\sqrt{80}}$$

$$X_{1.2} = \frac{1}{8,9442} = 0,1118$$

Normalisasi Matriks (2,2) – baris 2 kolom 2

$$X_{2.2} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + A10.2^2}}}{\sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}$$

$$X_{2.2} = \frac{2}{\sqrt{1^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$X_{2.2} = \frac{2}{\sqrt{80}}$$

$$X_{2.2} = \frac{2}{8,9442} = 0,1118$$

Normalisasi Matriks (3,2) – baris 3 kolom 2

$$X_{3.2} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + A10.2^2}}}{\sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}$$

$$X_{3.2} = \frac{2}{\sqrt{1^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$X_{3.2} = \frac{2}{\sqrt{80}}$$

$$X_{3.2} = \frac{2}{8,9442} = 0,2236$$

Normalisasi Matriks (4,2) – baris 4 kolom 2

$$X_{4.2} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + A10.2^2}}}{\sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}$$

$$X_{4.2} = \frac{3}{\sqrt{1^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$X_{4.2} = \frac{3}{\sqrt{80}}$$

$$X_{4.2} = \frac{3}{8,9442} = 0,3354$$

Normalisasi Matriks (5,2) – baris 5 kolom 2

$$X_{5.2} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + A10.2^2}}}{\sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}$$

$$X_{5.2} = \frac{3}{\sqrt{1^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2}}$$

$$X_{5.2} = \frac{3}{\sqrt{80}}$$

$$X_{5.2} = \frac{3}{8,9442} = 0,3354$$

Normalisasi Matriks (6,2) – baris 6 kolom 2

$$X_{6.2} = \frac{\frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + A10.2^2}}}{\sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}$$

$$X_{6.2} = \frac{2}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{6.2} = \frac{2}{\sqrt{80}}$$

$$X_{6.2} = \frac{2}{8,9442} = 0,2236$$

Normalisasi Matriks (7,2) – baris 7 kolom 2

$X_{7.2}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + \sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}}$$

$$X_{7.2} = \frac{1}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{7.2} = \frac{1}{\sqrt{80}}$$

$$X_{7.2} = \frac{1}{8,9442} = 0,1118$$

Normalisasi Matriks (8,2) – baris 8 kolom 2

$X_{8.2}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + \sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}}$$

$$X_{8.2} = \frac{2}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{8.2} = \frac{2}{\sqrt{80}}$$

$$X_{8.2} = \frac{2}{8,9442} = 0,2236$$

Normalisasi Matriks (9,2) – baris 9 kolom 2

$X_{9.2}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + \sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}}$$

$$X_{9.2} = \frac{3}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{9.2} = \frac{3}{\sqrt{80}}$$

$$X_{9.2} = \frac{3}{8,9442} = 0,3354$$

Normalisasi Matriks (10,2) – baris 10 kolom 2

$X_{10.2}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + \sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}}$$

$$X_{10.2} = \frac{2}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{10.2} = \frac{2}{\sqrt{80}}$$

$$X_{10.2} = \frac{2}{8,9442} = 0,2236$$

Normalisasi Matriks (11,2) – baris 11 kolom 2

$X_{11.2}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + \sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}}$$

$$X_{11.2} = \frac{3}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{11.2} = \frac{3}{\sqrt{80}}$$

$$X_{11.2} = \frac{3}{8,9442} = 0,3354$$

Normalisasi Matriks (12,2) – baris 12 kolom 2

$X_{12.2}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + \sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}}$$

$$X_{12.2} = \frac{3}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{12.2} = \frac{3}{\sqrt{80}}$$

$$X_{12.2} = \frac{3}{8,9442} = 0,3354$$

Normalisasi Matriks (13,2) – baris 13 kolom 2

$X_{13.2}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + \sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}}$$

$$X_{13.2} = \frac{2}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{13.2} = \frac{2}{\sqrt{80}}$$

$$X_{13.2} = \frac{2}{8,9442} = 0,2236$$

Normalisasi Matriks (14,2) – baris 14 kolom 2

$X_{14.2}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.2^2 + A2.2^2 + A3.2^2 + A4.2^2 + A5.2^2 + A6.2^2 + A7.2^2 + A8.2^2 + A9.2^2 + \sqrt{A10.2^2 + A11.2^2 + A12.2^2 + A13.2^2 + A14.2^2}}}$$

$$X_{14.2} = \frac{3}{\sqrt{1^2+2^2+2^2+3^2+3^2+2^2+1^2+2^2+3^2+2^2+3^2+3^2+2^2+3^2}}$$

$$X_{14.2} = \frac{3}{\sqrt{80}}$$

$$X_{14.2} = \frac{3}{8,9442} = 0,3354$$

c. Normalisasi Kapasitas ruang *handphone*

Normalisasi Matriks (1,3) – baris 1 kolom 3

$X_{1.3}$

$$= \frac{x_{ij}}{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}$$

$$X_{1.3} = \frac{2}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{1.3} = \frac{2}{\sqrt{50}}$$

$$X_{1.3} = \frac{2}{7,0710} = 0,2828$$

Normalisasi Matriks (2,3) – baris 2 kolom 3

$X_{2.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{2.3} = \frac{2}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{2.3} = \frac{2}{\sqrt{50}}$$

$$X_{2.3} = \frac{2}{7,0710} = 0,2828$$

Normalisasi Matriks (3,3) – baris 3 kolom 3

$X_{3.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{3.3} = \frac{1}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{3.3} = \frac{1}{\sqrt{50}}$$

$$X_{3.3} = \frac{1}{7,0710} = 0,1414$$

Normalisasi Matriks (4,3) – baris 4 kolom 3

$X_{4.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{4.3} = \frac{3}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{4.3} = \frac{3}{\sqrt{50}}$$

$$X_{4.3} = \frac{3}{7,0710} = 0,4242$$

Normalisasi Matriks (5,3) – baris 5 kolom 3

$X_{5.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{5.3} = \frac{1}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{5.3} = \frac{1}{\sqrt{50}}$$

$$X_{5.3} = \frac{1}{7,0710} = 0,1414$$

Normalisasi Matriks (6,3) – baris 6 kolom 3

$X_{6.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$\sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}$$

$$X_{6.3} = \frac{1}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{6.3} = \frac{1}{\sqrt{50}}$$

$$X_{6.3} = \frac{1}{7,0710} = 0,1414$$

Normalisasi Matriks (7,3) – baris 7 kolom 3

$X_{7.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$\sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}$$

$$X_{7.3} = \frac{3}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$X_{7.3} = \frac{3}{\sqrt{50}}$$

$$X_{7.3} = \frac{3}{7,0710} = 0,4242$$

Normalisasi Matriks (8,3) – baris 8 kolom 3

$X_{8.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$\sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}$$

$$X_{8.3} = \frac{1}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}} = \frac{1}{\sqrt{50}}$$

$$X_{8.3} = \frac{1}{7,0710} = 0,1414$$

Normalisasi Matriks (9,3) – baris 9 kolom 3

$X_{9.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$\sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}$$

$$X_{9.3} = \frac{2}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}} = \frac{2}{\sqrt{50}}$$

$$X_{9.3} = \frac{2}{7,0710} = 0,2828$$

Normalisasi Matriks (10,3) – baris 10 kolom 3

$X_{10.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$\sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}$$

$$X_{10.3} = \frac{1}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}} = \frac{1}{\sqrt{50}}$$

$$X_{10.3} = \frac{1}{7,0710} = 0,1414$$

Normalisasi Matriks (11,3) – baris 11 kolom 3

$X_{11.3}$

$$= \frac{\sqrt{A1.3^2 + A2.3^2 + A3.3^2 + A4.3^2 + A5.3^2 + A6.3^2 + A7.3^2 + A8.3^2 + A9.3^2 + \sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+3^2+1^2+1^2+3^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+1^2}}$$

$$\sqrt{A10.3^2 + A11.3^2 + A12.3^2 + A13.3^2 + A14.3^2}$$

$$X_{8,4} = \frac{3}{8,1853} = 0,3665$$

Normalisasi Matriks (9,4) – baris 9 kolom 4

$$X_{9,4}$$

$$= \frac{\sqrt{A1.4^2 + A2.4^2 + A3.4^2 + A4.4^2 + A5.4^2 + A6.4^2 + A7.4^2 + A8.4^2 + A9.4^2 + \sqrt{A10.4^2 + A11.4^2 + A12.4^2 + A13.4^2 + A14.4^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{2}{\sqrt{67}}$$

$$X_{9,4} = \frac{2}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{2}{\sqrt{67}}$$

$$X_{9,4} = \frac{2}{8,1853} = 0,2443$$

Normalisasi Matriks (10,4) – baris 10 kolom 4

$$X_{10,4}$$

$$= \frac{\sqrt{A1.4^2 + A2.4^2 + A3.4^2 + A4.4^2 + A5.4^2 + A6.4^2 + A7.4^2 + A8.4^2 + A9.4^2 + \sqrt{A10.4^2 + A11.4^2 + A12.4^2 + A13.4^2 + A14.4^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{3}{\sqrt{67}}$$

$$X_{10,4} = \frac{3}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{3}{\sqrt{67}}$$

$$X_{10,4} = \frac{3}{8,1853} = 0,3665$$

Normalisasi Matriks (11,4) – baris 11 kolom 4

$$X_{11,4}$$

$$= \frac{\sqrt{A1.4^2 + A2.4^2 + A3.4^2 + A4.4^2 + A5.4^2 + A6.4^2 + A7.4^2 + A8.4^2 + A9.4^2 + \sqrt{A10.4^2 + A11.4^2 + A12.4^2 + A13.4^2 + A14.4^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{2}{\sqrt{67}}$$

$$X_{11,4} = \frac{2}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{2}{\sqrt{67}}$$

$$X_{11,4} = \frac{2}{8,1853} = 0,2443$$

Normalisasi Matriks (12,4) – baris 12 kolom 4

$$X_{12,4}$$

$$= \frac{\sqrt{A1.4^2 + A2.4^2 + A3.4^2 + A4.4^2 + A5.4^2 + A6.4^2 + A7.4^2 + A8.4^2 + A9.4^2 + \sqrt{A10.4^2 + A11.4^2 + A12.4^2 + A13.4^2 + A14.4^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{3}{\sqrt{67}}$$

$$X_{12,4} = \frac{3}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{3}{\sqrt{67}}$$

$$X_{12,4} = \frac{3}{8,1853} = 0,3665$$

Normalisasi Matriks (13,4) – baris 13 kolom 4

$$X_{13,4}$$

$$= \frac{\sqrt{A1.4^2 + A2.4^2 + A3.4^2 + A4.4^2 + A5.4^2 + A6.4^2 + A7.4^2 + A8.4^2 + A9.4^2 + \sqrt{A10.4^2 + A11.4^2 + A12.4^2 + A13.4^2 + A14.4^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{3}{\sqrt{67}}$$

$$X_{13,4} = \frac{3}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{3}{\sqrt{67}}$$

$$X_{13,4} = \frac{3}{8,1853} = 0,3665$$

Normalisasi Matriks (14,4) – baris 14 kolom 4

$$X_{14,4}$$

$$= \frac{\sqrt{A1.4^2 + A2.4^2 + A3.4^2 + A4.4^2 + A5.4^2 + A6.4^2 + A7.4^2 + A8.4^2 + A9.4^2 + \sqrt{A10.4^2 + A11.4^2 + A12.4^2 + A13.4^2 + A14.4^2}}}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{2}{\sqrt{67}}$$

$$X_{14,4} = \frac{2}{\sqrt{2^2+2^2+1^2+1^2+1^2+2^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2+3^2+2^2}} = \frac{2}{\sqrt{67}}$$

$$X_{14,4} = \frac{2}{8,1853} = 0,2443$$

Maka didapat hasil Normalisasi Matriks sebagai berikut :

0,3841	0,1118	0,2828	0,2443
0,2560	0,2236	0,2828	0,2443
0,2560	0,2236	0,1414	0,1221
0,1280	0,3354	0,4242	0,1221
0,1280	0,3354	0,1414	0,1221
0,1280	0,2236	0,1414	0,2443
0,2560	0,1118	0,4242	0,2443
0,3841	0,2236	0,1414	0,3665
0,1280	0,3354	0,2828	0,2443
0,1280	0,2236	0,1414	0,3665
0,3841	0,3354	0,1414	0,2443
0,2560	0,3354	0,4242	0,3665
0,2560	0,2236	0,2828	0,3665
0,3841	0,3354	0,1414	0,2443

5. Menghitung Nilai Yi

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai optimasi multiobjek moora, dimana hasil normalisasi adalah penjumlahan dalam hal pemaksimalan (dari atribut menguntungkan) dan pengurangan dalam hal meminimalan (dari atribut yang tidak menguntungkan). Dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$y_i = \sum_{j=1}^g w_j x_{ij} - \sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}$$

Keterangan :

$j = 1, 2, \dots, g$ – kriteria/atribut dengan status *maximize*

$j = g+1, g+2, \dots, n$ – kriteria/atribut dengan status *minimize*

y^*i = Matriks Normalisasi max-min

Dimana g adalah jumlah atribut yang akan dimaksimalkan. Y_i adalah nilai dari penilaian normalisasi alternatif ke j terhadap semua kriteria. Nilai y_i dapat menjadi positif atau negatif tergantung dari jumlah maksimal (*benefit*) dan minimal (*cost*) dalam matriks keputusan. Dengan demikian, alternatif terbaik memiliki nilai y_i tertinggi, dan alternatif terburuk memiliki nilai y_i terendah. Dengan nilai bobot alternatif yang telah ditentukan yaitu $\{0,30, 0,20, 0,20, 0,30\}$.

Maka hasilnya sebagai berikut :

Y1 = (0,3841 * 0,30 + 0,1118 * 0,20 + 0,2828 * 0,30 - 0,2443 * 0,20) = 0.22243

Y2 = (0,2560 * 0,30 + 0,2236 * 0,20 + 0,2828 * 0,30 - 0,2443 * 0,20) = 0.20636

Y3 = (0,2560 * 0,30 + 0,2236 * 0,20 + 0,1414 * 0,30 - 0,1221 * 0,20) = 0.16394

Y4 = (0,1280 * 0,30 + 0,3354 * 0,20 + 0,1414 * 0,30 - 0,1221 * 0,20) = 0.22473

Y5 = (0,1280 * 0,30 + 0,3354 * 0,20 + 0,1414 * 0,30 - 0,1221 * 0,20) = 0.1479

Y6 = (0,1280 * 0,30 + 0,2236 * 0,20 + 0,1414 * 0,30 - 0,2443 * 0,20) = 0.12554

Y7 = (0,2560 * 0,30 + 0,1118 * 0,20 + 0,4242 * 0,30 - 0,2443 * 0,20) = 0.22642

Y8 = (0,3841 * 0,30 + 0,2236 * 0,20 + 0,1414 * 0,30 - 0,3665 * 0,20) = 0.20237

Y9 = (0,1280 * 0,30 + 0,3354 * 0,20 + 0,2828 * 0,30 - 0,2443 * 0,20) = 0.19032

Y10 = (0,1280 * 0,30 + 0,2236 * 0,20 + 0,1414 * 0,30 - 0,3665 * 0,20) = 0.12554

Y11 = (0,3841 * 0,30 + 0,3354 * 0,20 + 0,1414 * 0,30 - 0,2443 * 0,20) = 0.23274

Y12 = (0,2560 * 0,30 + 0,3354 * 0,20 + 0,4242 * 0,30 - 0,3665 * 0,20) = 0.27114

Y13 = (0,2560 * 0,30 + 0,2236 * 0,20 + 0,2828 * 0,30 - 0,3665 * 0,20) = 0.20636

Y14 = (0,3841 * 0,30 + 0,3354 * 0,20 + 0,1414 * 0,30 - 0,2443 * 0,20) = 0.22473

Berikut ini adalah hasil perkalian matriks normalisasi dikali bobot :

0.11523	0.02236	0.08484	0.04886
0.0768	0.04472	0.08484	0.04886
0.0768	0.04472	0.04242	0.02442
0.0384	0.06708	0.12726	0.02442
0.0384	0.06708	0.04242	0.02442
0.0384	0.04472	0.04242	0.04886
0.0768	0.02236	0.12726	0.04886
0.11523	0.04472	0.04242	0.0733
0.0384	0.06708	0.08484	0.04886
0.0384	0.04472	0.04242	0.0733
0.11523	0.06708	0.04242	0.04886
0.0768	0.06708	0.12726	0.0733
0.0768	0.04472	0.08484	0.0733
0.11523	0.06708	0.04242	0.04886

Table 3.8 Hasil Perhitungan Metode MOORA

Alternatif	Nama	Maximum (C1+C2+C4)	Minimum C3	Yi (Max-Min)
A1	Ruang Guru	0.22243	0.04886	0.17357
A2	Rumah Belajar	0.20636	0.04886	0.1575
A3	Google Classroom	0.16394	0.02442	0.13952
A4	Edmodo	0.22473	0.04886	0.1823
A5	Quipper	0.1479	0.02442	0.12348
A6	Zenius	0.12554	0.04886	0.07668
A7	Kelas Kita	0.22642	0.04886	0.17756
A8	Brainly	0.20237	0.0733	0.12907
A9	Pahamify	0.19032	0.04886	0.14146
A10	Bimble Smart	0.12554	0.0733	0.0831
A11	Google Meet	0.23274	0.02442	0.20832
A12	Zoom	0.27114	0.0733	0.19784
A13	WhatsApp	0.20636	0.0733	0.13306
A14	Telegram	0.22473	0.04886	0.17587
A10	Bimble Smart	0.12554	0.0733	0.0831
A11	Google Meet	0.23274	0.02442	0.20832
A12	Zoom	0.27114	0.0733	0.19784
A13	WhatsApp	0.20636	0.0733	0.13306
A14	Telegram	0.22473	0.04886	0.17587

Setelah mendapatkan hasil perhitungan dengan metode MOORA, dilakukan perangkingan dari nilai yang tertinggi untuk dijadikan keputusan dalam penentuan aplikasi *E-Learning* yang layak untuk di terapkan di SMAN 1 Silaen.

6. Menentukan Perangkingan

Untuk menentukan Aplikasi *E-Learning* yang layak dengan nilai tertinggi berikut ini :

Tabel 3.9 Hasil Perangkingan

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Hasil	Rangking
A11	Google Meet	0.2083	Rangking 1
A12	Zoom	0.1978	Rangking 2
A4	Edmodo	0.1823	Rangking 3
A7	Kelas Kita	0.1776	Rangking 4
A14	Telegram	0.1759	Rangking 5
A1	Ruang Guru	0.1736	Rangking 6
A2	Rumah Belajar	0.1575	Rangking 7
A9	Pahamify	0.1415	Rangking 8
A3	Google Classroom	0.1395	Rangking 9
A13	WhatsApp	0.1331	Rangking 10
A8	Brainly	0.1291	Rangking 11
A5	Quipper	0.1235	Rangking 12
A10	Bimble Smart	0.0831	Rangking 13
A6	Zenius	0.0767	Rangking 14

7. Hasil Keputusan

Dari hasil perankingan diatas yang di dapat dari perhitungan didapatkan hasil bahwa aplikasi *E-Learning* yang layak digunakan di SMA N 1 Silaen adalah Google Meet dengan nilai 0,2083.

3.7 Kesimpulan Hasil Perhitungan Metode MOORA

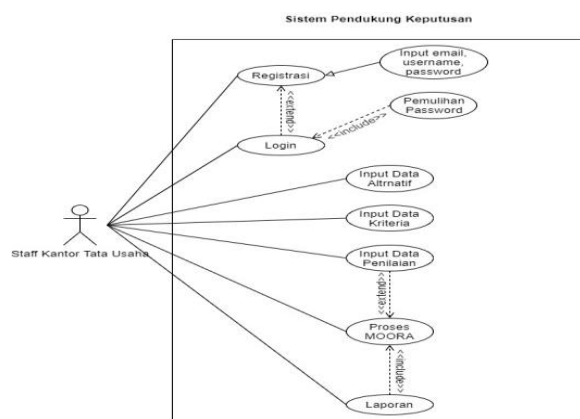
Berdasarkan hasil perhitungan metode MOORA diatas maka dihasilkan rangking tertinggi adalah google meet sesuai dengan data riset yang diperoleh. Sehingga dapat disimpulkan bahwa google meet adalah tepat digunakan pada sekolah SMA N 1 Silaen.

4. PEMODELAN

4.1 Pemodelan Sistem

4.1.1 Use case diagram

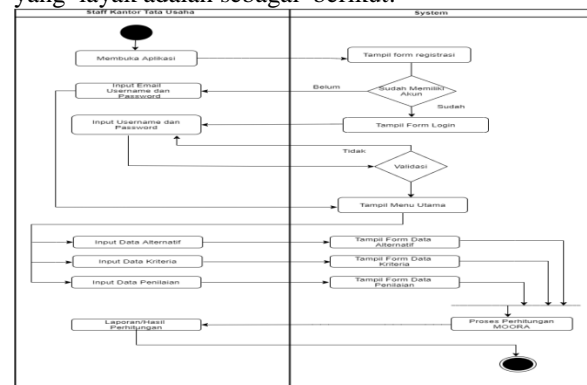
Use case diagram dari sistem pendukung keputusan dalam menentukan aplikasi *E-Learning* yang layak adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Use Case Diagram Sistem

4.1.2 Activity diagram

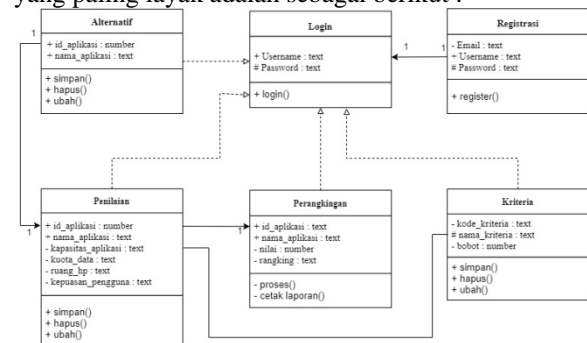
Activity diagram dari dari sistem pendukung keputusan dalam menentukan aplikasi *E-Learning* yang layak adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Activity Diagram Sistem

4.1.3 Class Diagram

Class diagram dari sistem pendukung keputusan dalam menentukan aplikasi *E-Learning* yang paling layak adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Class Diagram Sistem




REFERENSI

[1] M. M. C. Otálora, “Yuliana,” Parq. losafectos. Jóvenesquecuentan, vol. 2, no. February, pp. 124–137, 2020.

[2] U. Menentukan, P. Belajar, S. R. Informatika, J. Jendral, and S. No, “IMPLEMENTASI BELAJAR SISWA E-LEARNING PADA SMK PUSTEK SERPONG PustekSerpong ,merupakanbagiandarikemajuan proses pembelajaranpadaKurikulum.”

[3] B. J. Hutapea, M. A. Hasmi, and A. Karim, “SistemPendukungKeputusanPenentuanJenis KulitTerbaikUntukPembuatan Sepatu

- Dengan Menggunakan Metode VIKOR,” vol. 5, no. 1, pp. 6–12, 2018.
- [4] J. Afriany, L. Ratna, S. Br, I. Julianty, and E. L. Nainggolan, “Penerapan MOORA Untuk Mendukung Efektifitas Keputusan Manajemen Dalam Penentuan Lokasi SPBU,” vol. 5, no. 2, pp. 161–166, 2018.
- [5] A. Muharsyah, S. R. Hayati, M. I. Setiawan, and H. Nurdiyanto, “Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Jurnalis Menerapkan Multi-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis (MOORA),” vol. 5, no. 1, pp. 19–23, 2018.
- [6] N. Hadinata, “Implementasi Metode Multi Attribute Utility Theory (MAUT) Pada Sistem Pendukung Keputusan dalam Menentukan Penerima Kredit,” vol. 07, no. September, pp. 87–92, 2018.

BIOGRAFI PENULIS	
	<p>Nama : Sartika Sibarani Nirm : 2017020218 Program Studi : Sistem Informasi Deskripsi : Mahasiswa stambuk 2017. Saat ini sedang menempuh pendidikan Strata-1 (S1) di STMIK Triguna Dharma dan merupakan anggota dalam IMK.</p>
	<p>Nama :Muhammad Zunaidi, S.E., M.Kom. Program Studi :Sistem Informasi Deskripsi :Dosen Tetap STMIK Triguna Dharma yang aktif mengajar dan fokus pada bidang keilmuan CISCO, Data Mining. Prestasi : Pemenang Penelitian Mandiri 2010 yaitu Analisis Rangkaian Digital Pergerakan Pintu Geser Otomatis Berbasis Teknologi Mikro Prosesor.</p> <p>Beliau aktif sebagai Dosen Pembimbing 1 saya</p>
	<p>Drs. Ahmad Calam, S.Ag., M.A Program Studi :Sistem Informasi Deskripsi :Dosen Tetap STMIK Triguna Dharma yang aktif mengajar pada bidang PPKN. Preastasi :Pemenang Penelitian Fundamental 2008 yaitu Peran Pesantren Dalam Mengembangkan Kesadaran Kemajemukan Agama (Studi Kasus Pada Pesantren Aisyah Kelurahan Sei Renga Permata Kecamatan Medan Area Medan Sumatera Utara-INDONESIA).</p> <p>Beliau aktif sebagai beliau aktif sebagai Dosen Pembimbing 2 saya</p>