

Model Prioritas Pemilihan Daerah Pembangunan Tower Telekomunikasi Berbasis Kombinasi Metode *AHP* dan Metode *Moora*

Deski Helsa Pane¹, Kamil Erwansyah^{2*}

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

^{1,2} Jl. Pintu Air I/Jend. AH Nasution No. 73, Medan, Sumatera Utara

**Corresponding Author:* erwansyah.kamil@gmail.com

Abstrak

Mahalnya biaya membangun sebuah tower telekomunikasi menjadi alasan bagi pihak provider telekomunikasi untuk benar-benar selektif dan tepat sasaran dalam menentukan lokasi pembangunan tower. Jika tidak, perusahaan provider telekomunikasi akan mengalami kerugian besar. Paper ini menyajikan model sistem berbasis komputer yang mengadopsi bidang ilmu *Artificial Intelligence* berupa Sistem Pendukung Keputusan untuk mendukung manajemen perusahaan provider telekomunikasi dalam pemilihan lokasi daerah pembangunan tower yang tepat sasaran. Model sistem penunjang keputusan mengkombinasikan metode AHP dan metode Moora, dimana metode AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria yang digunakan berdasarkan tingkat kepentingannya, sedangkan metode Moora digunakan untuk menentukan alternatif terbaik yang akan dipilih. Hasil uji akurasi menunjukkan kombinasi metode AHP dan metode Moora memiliki tingkat akurasi sebesar 71.43 % pada tujuh lokasi yang diuji coba.

Kata Kunci: *Sistem Pendukung Keputusan, Metode AHP, Metode Moora, Lokasi Tower Telekomunikasi*

Abstract

The large costs of telecommunication tower construction become the reason for telecommunication operators to be truly selective and on target in determining the location of tower construction. If not, the telecommunications company will lose heavily. This paper presents a computer-based system model that provides an Artificial Intelligence field in the form of a Decision Support System to support the management of a telecommunications provider company in selecting the appropriate tower construction area location. The decision support model system combines the AHP method and the Moora method, where the AHP method is used to determine the criteria used based on its importance, while the Moora method is used to determine the best alternative to be selected. The accuracy results of the test show that the combination of the AHP method and the Moora method has an accuracy rate of 71.43% in the seven locations tested.

Keywords: *Decision Support System, AHP Method, Moora Method, Telecommunication Tower Location*

1. Pendahuluan

Perusahaan Provider Telekomunikasi adalah perusahaan yang menyediakan jasa telekomunikasi kepada masyarakat. Selain untuk media komunikasi, perusahaan ini juga menyediakan jasa layanan internet sehingga lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya masyarakat terpencil mengakses informasi seluas-luasnya. Permasalahan yang dihadapi oleh Perusahaan telekomunikasi ini adalah belum dapat membangun tower-tower telekomunikasi yang disebut dengan *Base Transceiver Station* (BTS) di seluruh wilayah terkhusus di wilayah atau daerah terpencil seperti di daerah pegunungan, pesisir pantai atau daerah yang dekat dengan hutan. Hal ini disebabkan karena biaya untuk membangun sebuah Tower Telekomunikasi sangat besar berkisar di angka milyaran rupiah. Mengingat biayanya yang begitu besar, maka sebuah perusahaan Provider Telekomunikasi akan sangat mempertimbangkan daerah atau yang akan dibangun Tower Telekomunikasi, sebab kesalahan dalam penentuan lokasi pembangunan tower ini akan berdampak besar bagi perusahaan

karena akan mengalami kerugian serta target jangkauan telekomunikasi bagi masyarakat tidak akan optimal, sehingga pertimbangan dan pengambilan keputusan daerah yang akan dibangun tower telekomunikasi harus dibuat dalam bentuk skala prioritas. Tower telekomunikasi ini adalah infrastruktur utama yang sangat dibutuhkan untuk peningkatan kualitas jaringan telekomunikasi [1]. Selain permasalahan yang dialami oleh perusahaan provider telekomunikasi, pembangunan tower telekomunikasi juga sangat erat dengan permasalahan pemerataan pembangunan di daerah tertinggal [2] serta pertumbuhan ekonomi [3] [4] di setiap wilayah Indonesia khususnya Sumatera Utara. Untuk mengatasi permasalahan dalam prioritas pembangunan tower telekomunikasi maka dipandang penting untuk membangun suatu sistem berbasis *Artificial Intelligence* berupa Sistem Pendukung Keputusan.

Sistem Pendukung Keputusan pada penelitian ini menggabungkan dua konsep metode yaitu Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan Metode *Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis* (Mooraa) yang nantinya akan dapat membandingkan setiap daerah atau lokasi yang akan dipilih berdasarkan skala prioritas kriteria yang telah ditentukan. Penggabungan dua metode ini akan mendapatkan hasil yang lebih optimal dibandingkan jika hanya menggunakan satu metode saja. Sistem Pendukung Keputusan yang akan diaplikasikan menggunakan dua metode yaitu Metode AHP dan metode Mooraa. Metode AHP dipilih karena metode ini mampu menganalisa bobot kriteria dengan maksimal yang menjadi pondasi utama pemilihan [5][6][7]. Sedangkan metode Mooraa digunakan karena dapat memberikan penilaian alternatif yang lebih baik dari metode lainnya serta melakukan proses perbandingan yang mudah dan cepat [8][9].

Penelitian bertujuan untuk memberikan masukan atau rekomendasi yang objektif, cepat dan transparan dalam penentuan prioritas daerah pembangunan Tower Telekomunikasi sehingga keputusan yang akan diambil akan lebih efektif dan sesuai target. Selain itu penelitian ini juga mempunyai tujuan lain yaitu dapat menambah dan mengembangkan pengetahuan dalam bidang Sistem Pendukung Keputusan karena menggunakan konsep penggabungan dua metode [10] untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian terkait pendirian tower telekomunikasi (BTS) sudah pernah dilakukan khususnya di daerah Pulau Jawa. Dalam hal ini, dibagi menjadi 2 kelompok penelitian dimana kelompok pertama hanya meneliti terkait parameter atau kriteria dalam mendirikan BTS seperti penentuan lokasi pendirian BTS di Kota Surabaya [11], lalu lokasi pembangunan BTS di Kota Kediri [12], pemetaan kebutuhan menara BTS di Kabupaten Merangin [13]. Selain itu juga ada penelitian terkait Sistem Informasi Geografis Pemetaan BTS di Kecamatan Tuban [1].

Kelompok kedua, telah menggunakan Sistem Pendukung Keputusan dalam penentuan kelayakan pembangunan tower. Penelitian tersebut antara lain Kelayakan Lokasi Tower pada PT. Winer Medan dengan Metode Weight Product [14], Kelayakan Lokasi Pendirian Tower di Kota Pontianak menggunakan Metode Profile Matching [15] serta lokasi pembangunan BTS pada PT. Smartfren dengan Metode Fuzzy – AHP [16].

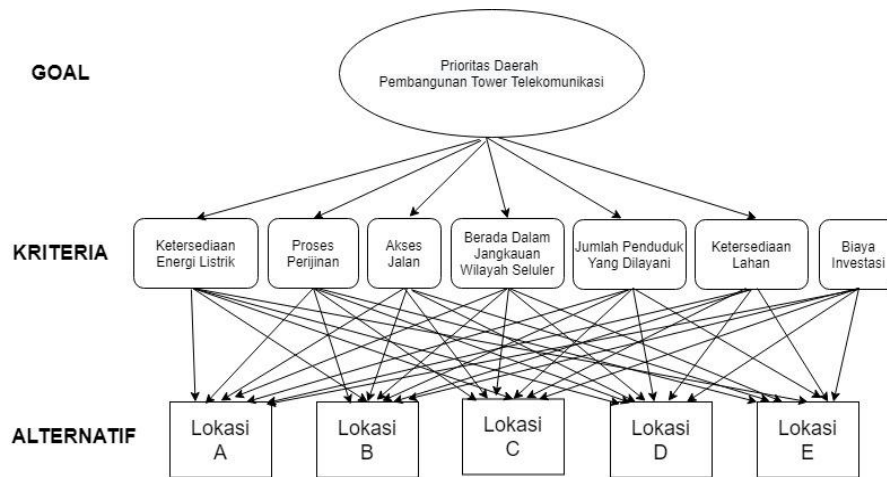
Pada penelitian sebelumnya memiliki beberapa kelemahan seperti pada kelompok pertama, pembahasan hanya mencakup penentuan parameter atau kriteria kelayakan dalam penentuan lokasi pembangunan tower telekomunikasi atau BTS, sedangkan pada kelompok kedua penentuan kelayakan lokasi pembangunan tower hanya terbatas pada satu provider dan hanya menggunakan satu metode saja sehingga dirasa belum efektif dalam membantu mengambil keputusan.

Pada penelitian ini mengkombinasikan penelitian kedua kelompok tersebut, sehingga kelemahan setiap kelompok dapat diminimalisir dan diperoleh hasil yang lebih optimal. Pemodelan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Metode AHP dalam penentuan tingkat kepentingan (bobot) dari setiap kriteria yang akan digunakan sehingga dalam penentuan bobot akan lebih efektif dan memiliki acuan atau dasar yang jelas. Selanjutnya dalam penentuan alternatif atau objek yang akan dipilih berdasarkan prioritas kriteria akan digunakan Metode Mooraa sehingga hasil pemilihan akan lebih objektif sesuai dengan kondisi di lapangan. Penelitian ini juga dapat digunakan oleh seluruh provider telekomunikasi khususnya yang akan membangun tower telekomunikasi di wilayah Provinsi Sumatera Utara.

3. Metodologi

Pemodelan dengan Metode AHP, dilakukan dengan tahapan berikut [17]:

1) Perancangan Struktur Hirarki dalam Model Penyelesaian Masalah



Gambar 1. Struktur Hirarki AHP

2) Tabel Random Indeks

Tabel 1 : Nilai Random Index

Jlh N Kriteria	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI _N	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

- 3) Menghitung Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan
- 4) Menghitung Matriks Bobot Prioritas Kriteria dengan cara menjumlahkan nilai Matriks Perbandingan Berpasangan kemudian membagikan setiap nilai matriks perbandingan berpasangan dengan jumlah tersebut kemudian dicari nilai rata-ratanya.
- 5) Menghitung Matriks Konsistensi Kriteria dengan cara mengalikan nilai matriks perbandingan berpasangan dengan bobot prioritas kemudian dijumlahkan lalu dibagi dengan nilai bobot prioritas kriteria.
- 6) Menghitung Nilai Consistency Index

$$CI = \frac{(\text{Bobot Konsistensi} - \text{Jumlah Kriteria})}{\text{Jumlah Kriteria}}$$

7) Nilai Consistency Ratio

$$CR = \frac{\text{Consistency Index}}{\text{Random Index}}$$

Selanjutnya pemodelan dengan Metode Moora, dilakukan dengan tahapan berikut [9]:

1) Merubah Nilai Kriteria Menjadi Matriks Keputusan

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix}$$

2) Normalisasi Setiap Elemen Matriks Keputusan

$$X_{ij}^* = X_{ij} / \sqrt{[\sum_{i=1}^m X_{ij}^2]}$$

3) Optimalisasi Nilai Atribut

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

4) Menghitung Nilai Preferensi

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

Sumber data yang digunakan diambil dari perusahaan pihak ketiga yang sering menangani proyek pembangunan tower telekomunikasi dari beberapa provider di Indonesia. Adapun data Kriteria dan Alternatif yang digunakan adalah seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Yang Digunakan

Kode Kriteria	Nama Kriteria
K1	Ketersediaan Energi Listrik
K2	Proses Perijinan
K3	Terdapat Akses Jalan
K4	Berada Dalam Wilayah Jangkauan Seluler
K5	Jumlah Penduduk Yang Dilayani
K6	Ketersediaan Lahan
K7	Biaya Investasi

Untuk lokasi atau daerah (alternatif) yang akan dipilih berdasarkan peta penyebaran tower telekomunikasi yang masih kurang, seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Lokasi (Alternatif) Daerah

Kode Alternatif	Nama Alternatif	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A1	Berastagi	Mendukung	Mudah	Tidak Ada Akses Jalan	Dekat	Sangat Padat	Tersedia	1,5 M
A2	Kabanjahe	Kurang Mendukung	Mudah	Tidak Ada Akses Jalan	Cukup Jauh	Cukup Padat	Tersedia	2M
A3	Sibolangit	Mendukung	Mudah	Tidak Ada Akses Jalan	Jauh	Sedikit	Tersedia	1,7 M
A4	Galang	Sangat Mendukung	Sangat Mudah	Ada Akses Jalan	Sangat Dekat	Padat	Tersedia	350 Juta
A5	Sei Rampah	Mendukung	Sangat Mudah	Ada Akses Jalan	Sangat Dekat	Cukup Padat	Tersedia	550 Juta

Sub Kriteria adalah sebagai berikut :

<p>K1 = KETERSEDIAAN ENERGI LISTRIK</p> <table border="1"> <tr><td>Sangat Mendukung</td><td>5</td></tr> <tr><td>Mendukung</td><td>4</td></tr> <tr><td>Cukup Mendukung</td><td>3</td></tr> <tr><td>Kurang Mendukung</td><td>2</td></tr> <tr><td>Tidak Mendukung</td><td>1</td></tr> </table>	Sangat Mendukung	5	Mendukung	4	Cukup Mendukung	3	Kurang Mendukung	2	Tidak Mendukung	1	<p>K2 = PROSES PERIJINAN</p> <table border="1"> <tr><td>Sangat Mudah</td><td>5</td></tr> <tr><td>Mudah</td><td>4</td></tr> <tr><td>Cukup Mudah</td><td>3</td></tr> <tr><td>Sulit</td><td>2</td></tr> <tr><td>Sangat Sulit</td><td>1</td></tr> </table>	Sangat Mudah	5	Mudah	4	Cukup Mudah	3	Sulit	2	Sangat Sulit	1	<p>K3 = TERDAPAT AKSES JALAN</p> <table border="1"> <tr><td>Ada Akses Jalan</td><td>5</td></tr> <tr><td>Tidak Ada Akses</td><td>1</td></tr> </table>	Ada Akses Jalan	5	Tidak Ada Akses	1
Sangat Mendukung	5																									
Mendukung	4																									
Cukup Mendukung	3																									
Kurang Mendukung	2																									
Tidak Mendukung	1																									
Sangat Mudah	5																									
Mudah	4																									
Cukup Mudah	3																									
Sulit	2																									
Sangat Sulit	1																									
Ada Akses Jalan	5																									
Tidak Ada Akses	1																									
<p>K4 = BERADA DALAM WILAYAH JANGKAUAN SELULER</p> <table border="1"> <tr><td>Sangat Dekat</td><td>5</td></tr> <tr><td>Dekat</td><td>4</td></tr> <tr><td>Cukup Dekat</td><td>3</td></tr> <tr><td>Jauh</td><td>2</td></tr> <tr><td>Sangat Jauh</td><td>1</td></tr> </table>	Sangat Dekat	5	Dekat	4	Cukup Dekat	3	Jauh	2	Sangat Jauh	1	<p>K5 = JUMLAH PENDUDUK YANG DILAYANI</p> <table border="1"> <tr><td>Sangat Padat</td><td>5</td></tr> <tr><td>Padat</td><td>4</td></tr> <tr><td>Cukup Padat</td><td>3</td></tr> <tr><td>Sedikit</td><td>2</td></tr> <tr><td>Sangat Sedikit</td><td>1</td></tr> </table>	Sangat Padat	5	Padat	4	Cukup Padat	3	Sedikit	2	Sangat Sedikit	1	<p>K6 = KETERSEDIAAN LAHAN</p> <table border="1"> <tr><td>Tersedia</td><td>5</td></tr> <tr><td>Tidak Tersedia</td><td>1</td></tr> </table>	Tersedia	5	Tidak Tersedia	1
Sangat Dekat	5																									
Dekat	4																									
Cukup Dekat	3																									
Jauh	2																									
Sangat Jauh	1																									
Sangat Padat	5																									
Padat	4																									
Cukup Padat	3																									
Sedikit	2																									
Sangat Sedikit	1																									
Tersedia	5																									
Tidak Tersedia	1																									

Gambar 2. Nilai Sub Kriteria

4. Hasil dan Pembahasan

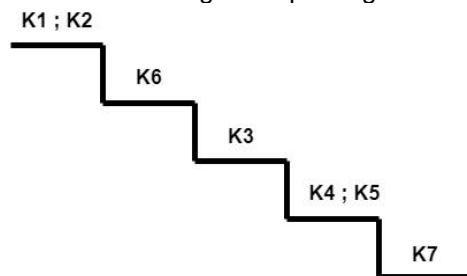
4.1 Hasil

Metode AHP digunakan untuk menentukan Bobot Kriteria berdasarkan tingkat kepentingan kriteria tersebut, sedangkan Metode Moora digunakan untuk memilih Alternatif terbaik yang akan dijadikan sumber dalam pengambilan keputusan. Adapun tahapan pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Bobot Dengan Metode AHP

Adapun proses kerjanya:

a) Menentukan Tingkat Kepentingan Kriteria



b) Menghitung Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria

Hitung nilai perbandingan tingkat kepentingan dari sebuah kriteria yang satu dengan kriteria yang lain.

Tabel 4. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	1	1/1	5/1	7/1	7/1	3/1	9/1
K2	1/1	1	5/1	7/1	7/1	3/1	9/1
K3	1/5	1/5	1	3/1	3/1	1/3	5/1
K4	1/7	1/7	1/3	1	1/1	1/5	3/1
K5	1/7	1/7	1/3	1/1	1	1/5	3/1
K6	1/3	1/3	1/3	5/1	5/1	1	7/1
K7	1/9	1/9	1/5	1/3	1/3	1/7	1

Tabel 5. Hasil Nilai Tingkat Perbandingan Setiap Kriteria

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	1	1	5	7	7	3	9
K2	1	1	5	7	7	3	9
K3	0.2	0.2	1	3	3	0.33	5
K4	0.14	0.14	0.33	1	1	0.2	3
K5	0.14	0.14	0.33	1	1	0.2	3
K6	0.33	0.33	0.33	5	5	1	7
K7	0.11	0.11	0.2	0.33	0.33	0.14	1
JLH	2.93	2.93	12.2	24.33	24.33	7.88	37

c) Menghitung Matriks Bobot Prioritas Kriteria

Selanjutnya dalam menghitung Matriks Bobot Prioritas Kriteria, kita bagikan antara setiap nilai pada Tabel Matriks Perbandingan berpasangan dengan jumlah dari setiap nilai matriks perbandingan berpasangannya.

Tabel 6. Matriks Bobot Prioritas Kriteria

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	1/2.93	1/2.93	5/12.2	7/24.33	7/24.33	3/7.88	9/37
K2	1/2.93	1/2.93	5/12.2	7/24.33	7/24.33	3/7.88	9/37
K3	0.2/2.93	0.2/2.93	1/12.2	3/24.33	3/24.33	0.33/7.88	5/37
K4	0.14/2.93	0.14/2.93	0.33/12.2	1/24.33	1/24.33	0.2/7.88	3/37
K5	0.14/2.93	0.14/2.93	0.33/12.2	1/24.33	1/24.33	0.2/7.88	3/37
K6	0.33/2.93	0.33/2.93	0.33/12.2	5/24.33	5/24.33	1/7.88	7/37
K7	0.11/2.93	0.11/2.93	0.2/12.2	0.33/24.33	0.33/24.33	0.14/7.88	1/37

Selanjutnya, hasil dari pembagian ini dicari nilai rata-ratanya sehingga memperoleh Bobot Prioritas

Tabel 7. Matriks Bobot Prioritas

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Bobot Prioritas
K1	0.3413	0.3413	0.4098	0.2877	0.2877	0.3809	0.2432	0.3274
K2	0.3413	0.3413	0.4098	0.2877	0.2877	0.3809	0.2432	0.3274
K3	0.0683	0.0683	0.0820	0.1233	0.1233	0.0423	0.1351	0.0918
K4	0.0488	0.0488	0.0273	0.0411	0.0411	0.0254	0.0811	0.0448
K5	0.0488	0.0488	0.0273	0.0411	0.0411	0.0254	0.0811	0.0448
K6	0.1138	0.1138	0.0273	0.2055	0.2055	0.1270	0.1892	0.1403
K7	0.0379	0.0379	0.0164	0.0137	0.0137	0.0181	0.0270	0.0235

d) Menghitung Matriks Konsistensi Kriteria

Selanjutnya kita menghitung konsistensi dari bobot prioritas yang diperoleh yaitu dengan mengalikan antara nilai matriks perbandingan berpasangan dengan bobot prioritas.

Tabel 8. Matriks Konsistensi Kriteria

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	1*0.3274	1*0.3274	5*0.0918	7*0.0448	7*0.0448	3*0.1403	9*0.0235
K2	1*0.3274	1*0.3274	5*0.0918	7*0.0448	7*0.0448	3*0.1403	9*0.0235
K3	0.2*0.3274	0.2*0.3274	1*0.0918	3*0.0448	3*0.0448	0.33*0.1403	5*0.0235
K4	0.14*0.3274	0.14*0.3274	0.33*0.0918	1*0.0448	1*0.0448	0.2*0.1403	3*0.0235
K5	0.14*0.3274	0.14*0.3274	0.33*0.0918	1*0.0448	1*0.0448	0.2*0.1403	3*0.0235
K6	0.33*0.3274	0.33*0.3274	0.33*0.0918	5*0.0448	5*0.0448	1*0.1403	7*0.0235
K7	0.11*0.3274	0.11*0.3274	0.2*0.0918	0.33*0.0448	0.33*0.0448	0.14*0.1403	1*0.0235

Kemudian hasil perkalian nilai tersebut dijumlahkan dan hasil penjumlahannya dibagi dengan bobot prioritas sehingga memperoleh Bobot Konsistensi. Kemudian dicari nilai rata-rata dari bobot konsistensi tersebut.

Tabel 9. Bobot Konsistensi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	JLH	Bbt. Konsis
K1	0.3274	0.3274	0.4589	0.3135	0.3135	0.4208	0.2119	2.3735	7.2492
K2	0.3274	0.3274	0.4589	0.3135	0.3135	0.4208	0.2119	2.3735	7.2492
K3	0.0655	0.0655	0.0918	0.1344	0.1344	0.0468	0.1177	0.6559	7.1462
K4	0.0468	0.0468	0.0306	0.0448	0.0448	0.0281	0.0706	0.3124	6.9754
K5	0.0468	0.0468	0.0306	0.0448	0.0448	0.0281	0.0706	0.3124	6.9754
K6	0.1091	0.1091	0.0306	0.2239	0.2239	0.1403	0.1648	1.0018	7.1414

K7	0.0364	0.0364	0.0184	0.0149	0.0149	0.0200	0.0235	0.1646	6.9898
Rata-Rata								7.1038	

e) Menghitung Nilai Consistency Index dan Consistency Ratio

Nilai Consistency Index = $(7.1038 - 7) / 7 = 0.0148$

Dimana 7 adalah jumlah kriteria.

Nilai Consistency Ratio = Nilai Consistency Index / Random Index

Kriteria	Ri
7	1.32

Dimana nilai 1.32 diambil dari tabel Random Index

Nilai Consistency Ratio = $0.0148 / 1.32 = 0.0112$

Karena nilai Consistensi Ratio $0.0112 < 0.1$ maka perbandingan dinyatakan **KONSISTEN** dan Bobot Prioritas **DAPAT DITERIMA**.

2. Pemilihan Alternatif Dengan Motede Moora

Adapun Proses Kerjanya:

a) Merubah Nilai Kriteria Menjadi Matriks Keputusan

Merubah nilai kriteria untuk setiap alternatif menjadi matriks keputusan

Tabel 10. Nilai Alternatif

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A1	4	4	1	4	5	5	4
A2	2	4	1	3	3	5	5
A3	4	4	1	2	2	5	5
A4	5	5	5	5	4	5	2
A5	4	5	5	5	3	5	3
A6	4	3	5	3	3	5	3
A7	2	5	5	4	4	5	4

Menjadi matriks berikut :

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

b) Normalisasi Setiap Elemen Matriks Keputusan

Hitung nilai normalisasi dengan cara membagi setiap alternatif dengan nilai akar dari hasil penjumlahan nilai alternatif setiap kriteria yang telah dipangkat dua terlebih dahulu
Contoh perhitungan pada K1

$$A_{11} = \frac{4}{\sqrt{4^2 + 2^2 + 4^2 + 5^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2}} = 0.4061$$

$$A_{21} = \frac{2}{\sqrt{4^2 + 2^2 + 4^2 + 5^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2}} = 0.2031$$

Dengan cara yang sama lakukan untuk seluruh alternatif di Kriteria 1 dan Kriteria lainnya sehingga akan diperoleh hasil berikut:

Tabel 11. Normalisasi Nilai Alternatif

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A1	0.4061	0.3482	0.0985	0.3922	0.5330	0.3780	0.3922
A2	0.2031	0.3482	0.0985	0.2942	0.3198	0.3780	0.4903
A3	0.4061	0.3482	0.0985	0.1961	0.2132	0.3780	0.4903
A4	0.5077	0.4352	0.4927	0.4903	0.4264	0.3780	0.1961
A5	0.4061	0.4352	0.4927	0.4903	0.3198	0.3780	0.2942
A6	0.4061	0.2611	0.4927	0.2942	0.3198	0.3780	0.2942
A7	0.2031	0.4352	0.4927	0.3922	0.4264	0.3780	0.3922

c) Optimalisasi Nilai Atribut

Kemudian nilai normalisasi tersebut dikalikan dengan bobot prioritas yang sudah diperoleh dengan menggunakan metode AHP. Sehingga diperoleh hasil :

Tabel 12. Nilai Optimalisasi Nilai Atribut

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A1	0.1330	0.1140	0.0090	0.0176	0.0239	0.0530	0.0092
A2	0.0665	0.1140	0.0090	0.0132	0.0143	0.0530	0.0115
A3	0.1330	0.1140	0.0090	0.0088	0.0095	0.0530	0.0115
A4	0.1662	0.1425	0.0452	0.0220	0.0191	0.0530	0.0046
A5	0.1330	0.1425	0.0452	0.0220	0.0143	0.0530	0.0069
A6	0.1330	0.0855	0.0452	0.0132	0.0143	0.0530	0.0069
A7	0.0665	0.1425	0.0452	0.0176	0.0191	0.0530	0.0092

d) Menghitung Nilai Preferensi dan Perangkingan

Hitung nilai Maximum dan Nilai Minimum yaitu dengan menjumlah nilai kriteria benefit (K1 s.d K6) dan cost (K7).

Tabel 13. Nilai Preferensi

	Maximum	Minimum	Yi
A1	0.3505	0.0092	0.3412
A2	0.2700	0.0115	0.2585
A3	0.3274	0.0115	0.3158
A4	0.4480	0.0046	0.4434
A5	0.4100	0.0069	0.4031
A6	0.3442	0.0069	0.3373
A7	0.3439	0.0092	0.3346

Hasil Prioritas dalam bentuk Perangkingan

Tabel 14. Hasil Perangkingan

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Nilai Akhir	Rangking
A4	Galang	0.4434	1
A5	Sei Rampah	0.4031	2
A1	Berastagi	0.3412	3
A6	Simalungun	0.3373	4
A7	Samosir	0.3346	5
A3	Sibolangit	0.3158	6
A2	Kabanjahe	0.2585	7

4.2 Pembahasan

4.2.1 Hasil Implementasi Metode AHP dan Moora

Dari hasil perankingan, maka didapatkan rekomendasi keputusan prioritas pertama daerah yang akan dibangun tower telekomunikasi adalah Daerah Galang dengan data kriteria yang digunakan adalah Ketersediaan Listrik Sangat Mendukung, Proses perijinan di wilayah tersebut Sangat Mudah, Terdapat Akses Jalan menuju lokasi pembangunan tower telekomunikasi, Berada Dalam Wilayah Jangkuan Seluler Sangat Dekat, Jumlah Penduduk Yang Dilayani Padat, Ketersediaan Lahan pembangunan Tersedia serta Biaya Investasi Rp. 350 (juta).

4.2.2 Pengujian Akurasi Metoda AHP - Moora

Untuk menguji nilai akurasi dari kombinasi Metode AHP dan Metode Moora maka akan dilakukan perbandingan dengan hasil sesuai dengan data sebenarnya dan juga dilakukan perbandingan hasil jika dilakukan proses pemilihan menggunakan Metode AHP, kemudian menggunakan Metode Moora. Adapun perbandingan hasilnya adalah sebagai berikut :

1. Lokasi Pembangunan Tower Berdasarkan Kondisi Di Lapangan

Untuk menentukan lokasi pembangunan tower telekomunikasi, pihak perusahaan harus terlebih dahulu melakukan survey untuk lokasi yang ditargetkan kemudian hasil survey tersebut akan dibahas pada rapat bersama pimpinan perusahaan. Proses pembahasan ini yang sering membutuhkan waktu yang lama dan harus berulang kali. Kemudian baru memperoleh keputusan lokasi yang akan dibangun. Berdasarkan data alternatif yang digunakan dalam penelitian ini, maka diperoleh informasi pembangunan tower sebagai berikut :

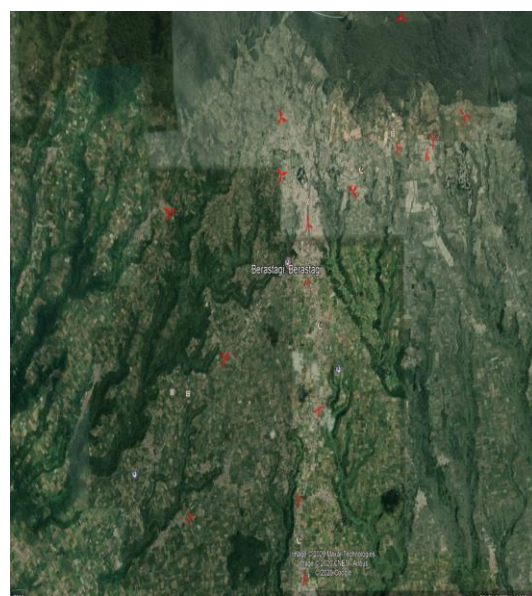
Tabel 15. Data Pembangunan Tower Telekomunikasi

No	Lokasi	Tanggal Pembangunan Tower Telekomunikasi
1	Galang	09 September 2019 – 25 September 2019
2	Sei Rampah	05 Oktober 2019 – 27 Oktober 2019
3	Berastagi	12 November 2019 – 18 Desember 2019
4	Simalungun	02 Desember 2019 – 28 Desember 2019
5	Samosir	06 Januari 2020 – 12 Februari 2020
6	Kabanjahe	28 Februari 2020 – 03 April 2020
7	Sibolangit	12 Maret 2020 – 20 Mei 2020

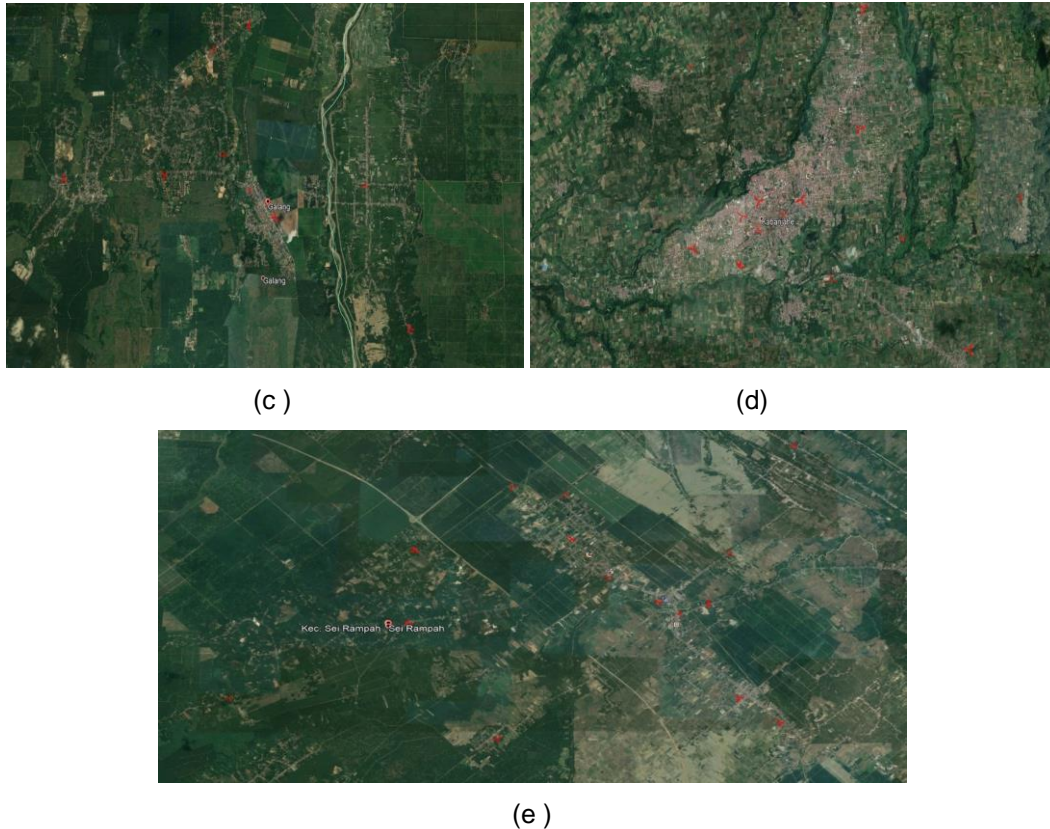
Adapun lokasinya dapat dilihat pada gambar berikut menggunakan citra satelit, dimana lokasi tower yang sudah dibangun ditandai dengan warna merah.



(a)



(b)



Gambar 3. Citra Satelit Lokasi Pendirian Tower Telekomunikasi di Beberapa Daerah

2. Akurasi Penentuan Lokasi Menggunakan Metode AHP

Dengan menggunakan data pada Tabel 2 dan Tabel 3, selanjutnya di proses menggunakan Metode AHP hingga diperoleh perangkingan lokasi pembangunan tower telekomunikasi. Dari hasil yang diperoleh maka berikut adalah prioritas pembangunan tower telekomunikasi yang ditunjukkan dalam bentuk rangking.

Tabel 16. Hasil Perangkingan Dengan Metode AHP

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Nilai Akhir	Rangking
A4	Galang	1.2455	1
A5	Sei Rampah	1.1471	2
A1	Berastagi	0.9794	3
A7	Samosir	0.9711	4
A6	Simalungun	0.9702	5
A3	Sibolangit	0.9224	6
A2	Kabanjahe	0.7642	7

Dari perbandingan hasil antara Metode AHP dengan data pada Tabel 15, terlihat bahwa untuk prioritas lokasi dengan urutan 1 s.d urutan 3 sesuai tetapi untuk urutan 4 dan seterusnya terjadi ketidaksesuaian, sehingga diperoleh nilai akurasi Penerapan Metode AHP yaitu:

$$\text{Akurasi} = \frac{3}{7} \times 100\% = 42.85\%$$

3. Akurasi Penentuan Lokasi Menggunakan Metode Moora

Selanjutnya dengan data yang sama diproses dengan menggunakan Metode Moora sehingga diperoleh hasil prioritas lokasi pembangunan yang ditunjukkan dengan perangkingan sebagai berikut:

Tabel 16. Hasil Perangkingan Dengan Metode Moora

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Nilai Akhir	Rangking
A4	Galang	9.3415	1
A5	Sei Rampah	8.5225	2
A7	Samosir	7.4262	3
A6	Simalungun	7.2599	4
A1	Berastagi	7.0372	5
A3	Sibolangit	5.9073	6
A2	Kabanjahe	5.3012	7

Dari perbandingan hasil antara Metode Moora dengan data pada Tabel 15, terlihat bahwa untuk prioritas lokasi dengan urutan 1 dan urutan 2 serta urutan 4 sesuai tetapi untuk urutan 3 dan urutan 5 serta seterusnya terjadi ketidaksesuaian, sehingga diperoleh nilai akurasi Penerapan Metode AHP yaitu :

$$Akurasi = \frac{3}{7} \times 100\% = 42.85 \%$$

4. Akurasi Penentuan Lokasi Menggunakan Metode AHP – Moora

Sebagaimana hasil pengolahan data dengan Kombinasi Metode AHP dan Metode Moora seperti pada tabel 14, dimana hasil perangkingan adalah sebagai berikut:

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Nilai Akhir	Rangking
A4	Galang	0.4434	1
A5	Sei Rampah	0.4031	2
A1	Berastagi	0.3412	3
A6	Simalungun	0.3373	4
A7	Samosir	0.3346	5
A3	Sibolangit	0.3158	6
A2	Kabanjahe	0.2585	7

Dengan menggunakan kombinasi antara Metode AHP dan Metode Moora diperoleh nilai akurasi sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{5}{7} \times 100\% = 71.43 \%$$

Dari hasil yang diperoleh maka dapat dinyatakan bahwa penggunaan kombinasi Metode AHP dan Metode Moora memiliki tingkat akurasi sebesar 71.43 % dimana nilai ini dapat dinyatakan mendekati hasil keputusan sebenarnya dengan perbedaan prioritas hanya 2 alternatif saja yang berbeda.

5. Kesimpulan

Penentuan prioritas daerah pembangunan tower telekomunikasi menggunakan pemodelan kombinasi antara Metode AHP dan Metode Moora dapat diterapkan dengan baik dan efektif karena menghasilkan nilai indeks prioritas untuk seluruh alternatif. Dari tujuh lokasi yang diuji coba, AHP memberikan nilai akurasi sebesar 42.85%, metode moora memberikan akurasi 42,85%, sedangkan kombinasi metode AHP dan Moora menunjukkan akurasi kinerja sebesar 71,43%. Hasil yang diperoleh ini masih bersifat rekomendasi keputusan yang akan membantu pihak terkait dalam hal ini pimpinan perusahaan telekomunikasi dalam hal pengambilan keputusan daerah yang akan dibangun tower telekomunikasi.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Risty I., Lestari P., Sanjaya K.T. et al., SISTEM NFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN TOWER BASE TRANSCIEVER STATION (BTS), *Pros. Semin. Nas. Has. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy. III Univ. PGRI Ronggolawe Tuban*, September, 2018: 4–6.
- [2] Syahza A. Ekuitas: MODEL PENGEMBANGAN DAERAH TERTINGGAL DALAM UPAYA PERCEPATAN PEMBANGUNAN EKONOMI PEDESAAN, *Suarman: Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, 2012; 80: 365–386.
- [3] Rosmeli. Dampak Infrastruktur Terhadap Ketimpangan Pembangunan Antar Daerah di Provinsi Jambi, *J. Sains Sosio Hum.*, 2018; 2(1): 79–84.
- [4] Lestari M., Suhadak, Pengaruh Pembangunan Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi dan Pemerataan Ekonomi Indonesia, *J. Adm. Bisnis*, 2019. 70(1): 98–105.
- [5] Simamora, H. I. T. Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Beasiswa Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada SMA Pencawan Medan. *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD)*, 2018; 2(1): 19-25.
- [6] Mutholib, A., & Febrina, S. Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada Aplikasi Pendukung Keputusan Seleksi Karyawan Unicharm Indonesia. *JUST IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, 2017; 7(2): 21-27.
- [7] Agnia E.M.H.M. Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mahasiswa Berprestasi,” *J. Siliwangi*, 2017; 3(2): 192–201.
- [8] Nur K. N. A., Andani S. R., & Poningsih P. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Operator Seluler Menggunakan Metode Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (Moora), *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, 2018; 2(1): 66–70.
- [9] Hidayatulloh I., Naf'an M.Z. Integrasi Sentiment Analysis SentiWordNet pada Metode MOORA untuk Rekomendasi Pemilihan Smartphone, *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, 2018; 7: 21–26.
- [10] Wahyu I.K., Putra D., Fredlina K.. et al. Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan Menggunakan Metode AHP dan TOPSIS (Studi Kasus : Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Karangasem),” *J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.* 2020; 9: 45–54.
- [11] Sulistyarso H. Model Lokasi Menara BTS ditinjau dari di Surabaya, *J. Tek. POMITS*, 2013; 2(1): 2–4.
- [12] Amalin R.W., Handayeni K.D.M.E. Kriteria Lokasi Pembangunan Tower BTS (Base Transceiver System) di Kota Kediri, *J. Tek. ITS* 2017; 6(1): 67–70.
- [13] Kurniawan S., Ahyuni, Pemetaan Dan Kebutuhan Menara BTS (Base Transceiver Station) Di Kabupaten Merangin, *Kapita Sel. Geogr.* 2019; 2(1): 126–134.
- [14] Syahputra G., Yetri M., & Syahra Y. Sistem Pendukung Keputusan dalam Menentukan Kelayakan Lokasi Tower pada PT . Winer Medan dengan Menggunakan Metode Weight Product,” *Sai*, 2019; 18(1): 70–74.
- [15] Nurul P.R. SISTEM PENENTUAN POTENSI KELAYAKAN LOKASI PENDIRIAN TOWER DENGAN METODE PROFILE MATCHING (STUDI KASUS : KOTA PONTIANAK),” *J. Sist. dan Teknol. Inf.* 2015; 3: 109–114.
- [16] Nurbhawa P.R., Darma P.I.K.G, & Gunantara, Penentuan Lokasi Bts Pt. Smartfren Menggunakan Metode Fuzzy Ahp, *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, 2017; 16(3): 63-73.
- [17] Nata A. Apridonan Y. KUALITAS PENERIMA BANTUAN SISWA MISKIN Sistem Informasi , Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Royal PENDAHULUAN Bantuan Siswa Miskin (BSM) merupakan kebijakan pemerintah yang ditujukan untuk siswa yang tidak memiliki kemampuan secara ekono, *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, 2020; 6(2): 179–186.