

**PEMILIHAN LOKASI BASE TRANSCEIVER STATION JARINGAN WIRELESS  
PITA LEBAR PADA INTERNET SERVICE PROVIDER  
(Studi Kasus : PT. Sarana Insan Muda Selaras Cabang Yogyakarta)**

*Ari Subowo<sup>1</sup>, Faisal RM<sup>2</sup>, Agus Mansur<sup>3</sup>*  
*Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia<sup>1</sup>*  
*Dosen Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri Universitas Islam*  
*Indonesia<sup>2,3</sup>*  
*Email: [ariesubowo@gmail.com](mailto:ariesubowo@gmail.com)*

**ABSTRAK**

*Selection of the optimal location of a Base Transceiver Station (BTS) is a very important decision for Internet Service Provider (ISP), because it can increase the new market. In the process of development of BTS should consider some criteria to obtain the optimal location of the BTS as business criteria, technical criteria and support criteria. The location of this research was conducted at PT. SIMS Branch Yogyakarta. The process of analysis is combining GIS and AHP. GIS methods is used to process spatial data from alternatives location of BTS and AHP is used for the analysis of decision making. The use of this method is excellent in decision-making with many criteria. The both combination will complement each other's weaknesses. In the process of determining an alternate location, spatial data were analyzed using GIS methods to obtain the alternatives location can be used as a BTS sites, each alternative is ALT 1 at Moh. Yamin street, ALT 2 at Gatotkaca street, ALT 3 at Ringan Harjo street and ALT 4 at Diponegoro street, each of the sites are located in district of Bantul, Yogyakarta. Then to determine the most optimal alternative of BTS sites can use AHP method. The results of process data using AHP show business criteria weights is 0.688; technical criteria weights is 0.238 and support criteria weights is 0.074. While the order of the selected alternative is ALT 4 has the highest value with the weight of 0.358; ALT 2 weights is 0.319; ALT 1 weights is 0.213 and ALT 3 weights is 0.110.*

*Keywords : GIS, AHP, Location Selection, Decision Making, Base Station*

## **I. Pendahuluan**

Pemilihan lokasi bisnis merupakan aspek yang menentukan kesuksesan sebuah perusahaan (Turhan, et al., 2013), (Kumar, et al., 2011). Tujuan dari pemilihan lokasi ini adalah untuk menentukan lokasi optimal dan meminimasi waktu dan biaya (Mohajeri, et al., 2010), (Hong & Xiaohua 2011). Lokasi menara *Base Transceiver Station* (BTS) dalam sistem komunikasi seluler berpengaruh terhadap pengembangan bisnis, seperti *coverage area* dan optimalisasi layanan (Fachrie, et al., 2012), (Gacovski, et al., 2006).

PT. Sarana Insan Muda Selaras (PT. SIMS) yang bergerak dibidang *Internet Service Provider* (ISP) tergantung terhadap letak BTS dalam mengembangkan daerah cakupan layanan. Faktor yang menjadi acuan dalam menentukan lokasi BTS berdasarkan ada tidaknya pelanggan di daerah tersebut. Kemudian dilakukan survey untuk mengetahui kondisi lokasi pelanggan dengan melakukan analisa Line of Sight (LOS) menggunakan metode *Geographic Information System* (GIS). Kendala yang dihadapi adalah calon pelanggan yang belum terjangkau oleh sinyal BTS yang ada tidak bisa terlayani atau pelanggan dapat dilayani jika mau investasi menara, dan proses maintenance cukup memakan waktu, BTS eksisting tidak support terhadap *coverage area* yang baru. Hal ini disebabkan karena BTS yang dibangun melibatkan banyak kriteria yang diperlukan metode tertentu dalam pengambilan

keputusannya. GIS adalah alat yang optimal jika diterapkan pada ilmu bumi dan penggunaan lahan studi. Prosedur GIS melibatkan mengelola, mengedit, dan menganalisis volume besar data spasial dan atribut tematik yang terkait dan analisa yang ditawarkan adalah secara tumpang susun peta dan deterministik (Barredo, et al., 2006).

Pemilihan lokasi BTS dengan melibatkan banyak kriteria dan alternatif lokasi, dalam pengambilan keputusan perlu menggunakan metode *Multi-Criteria Evaluation* (MCE) dengan tujuan untuk memudahkan pengambilan keputusan (Barredo, et al., 2006), (Uyan, 2013). Kombinasi antara GIS dan MCE akan memberikan solusi yang lebih baik, hal ini memungkinkan menilai daerah atas dasar beberapa tujuan dan kriteria (Barredo, et al., 2006). AHP merupakan salah satu metode MCE mampu memberikan penilaian obyektif dalam proses pengambilan keputusan (Akinci, et al., 2013). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan lokasi BTS yang optimal pada ISP PT. SIMS berdasarkan kriteria-kriteria yang mendukung untuk lokasi pendirian BTS.

## **II. Tinjauan Pustaka**

### **2.1 Base Transceiver Station (BTS)**

BTS adalah perangkat penghubung gelombang komunikasi seluler dan perangkat yang menyediakan koneksi user equipment ke jaringan telekomunikasi melalui udara serta merupakan sebuah tool untuk meningkatkan tujuan bisnis (Fachrie, et al., 2012), (Nugraha, et al., 2007), (Gacovski, et al., 2006).

### **2.2 Pemilihan Lokasi BTS**

Menurut (D, et al., 2008) dalam merancang ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu *business goals* dan *technical requirements*. Implementasi jaringan wireless harus mempertimbangkan biaya pengadaan peralatan dan infrastruktur pendukung (*support facility*) (Gadi, et al., March 2014). Menurut (Dynastya, et al., 2013) faktor penentu lokasi menara BTS adalah faktor biaya sewa lahan, jenis lokasi menara, tinggi menara, tingginya kepadatan penduduk, pola ruang, *Coverage service area*, dan keselamatan. Sedangkan menurut (Fachrie, et al., 2012) dalam membangun BTS diperlukan prosedur sistematis untuk menghasilkan performansi *coverage area*. Gacovski & Cvetanoski (2006) juga menyebutkan ada 5 (lima) kriteria untuk menentukan lokasi *base station*: Biaya investasi, Coverage area, Coverage populasi, keterjangkauan lokasi, dan interferensi sinyal. Rakhmad, Christiono, & Ajulian (2013) menyebutkan kriteria dalam melakukan perancangan untuk menentukan lokasi BTS adalah kepadatan penduduk, biaya, jarak, dan akses.

Dalam menentukan lokasi BTS pemancar dan penerima harus memperhatikan propagasi ruang bebas (*free space*) dan LOS (Purbo, et al., 2007), (Nugraha, et al., 2007), (Puspitorini, et al., 2011). Selain itu dalam membangun node diluar ruang juga harus mempertimbangkan ketersediaan daya (Purbo, et al., 2007).

### **2.3 Analytic Hierarchy Process (AHP)**

AHP adalah teori pengukuran melalui perbandingan berpasangan dan hasilnya bergantung pada para ahli yang menurunkan skala prioritas. AHP juga merupakan pendekatan *multi criteria decision making* dalam beberapa faktor yang disusun berdasarkan struktur hirarki (Saaty, 1990), (Saaty, 2008). Dalam penelitian Akinci, Ozalp, & Turgut, (2013) menggunakan AHP sebagai metode *multi criteria decision making* yang umum digunakan untuk menentukan lokasi dalam pertanian. Dalam AHP juga menghasilkan perbandingan, bobot dari masing-masing kriteria yang dianalisa serta *Consistensi Ratio* (CR) dari perbandingan pasangan kriteria (Ge, et al., 2008), (Uyan, 2013), (Arunraj 2010). Prosedur dalam menentukan perbandingan masing-masing kriteria dalam AHP :

a. Dekomposisi masalah pengambilan keputusan menjadi sebuah hirarki.

- b. Buat perbandingan berpasangan dan menetapkan prioritas di antara elemen-elemen dalam hirarki.
- c. *Synthesise* judgments untuk mendapatkan bobot masing-masing kriteria.
- d. Cek dan analisa konsistensi *judgment*.

## **2.4 Geographic Information System (GIS)**

GIS adalah sebuah tool yang digunakan dalam computational treatment data geografis dan berisi data base yang terkait. Dengan GIS dapat dilihat sebagai system pendukung keputusan yang bereferensi pada data spasial dari permasalahan (Tiba, et al., 2010), (Khan, et al., 2011). Keuntungan utama dari penggunaan teknologi GIS adalah bahwa hal itu memfasilitasi identifikasi hubungan spasial antara fitur peta (Khan, et al., 2011). Data yang dimasukkan ke GIS sering menggabungkan data yang berpotensi tidak berhubungan secara bermakna. Bobot yang menekankan pentingnya relatif dari satu kriteria yang lain sering ditentukan oleh manajer, spesialis penelitian, stakeholder, atau kelompok kepentingan untuk meningkatkan pengambilan keputusan (Janke, 2010).

## **III. Metode Penelitian**

### **3.1 Lokasi**

Penelitian dilakukan di Perusahaan Jasa Layanan Internet (ISP), PT Sarana Insan Muda Selaras Cabang Jogjakarta. Perusahaan tersebut terletak didaerah Istimewa Yogyakarta.

### **3.2 Penentuan Sumber Data**

Objek yang diamati dalam penelitian ini adalah divisi Network, Divisi NOC dan Divisi Niaga di PT. SIMS Cabang Yogyakarta.

### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data dalam penelitian dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu Penelitian lapangan dan riset kepustakaan.

#### **A. Penelitian lapangan**

Pada tahap ini dilakukan langsung di perusahaan dengan cara sebagai berikut :

- Wawancara  
Dilakukan untuk memperoleh data berupa kriteria-kriteria pemilihan lokasi BTS awal dan kriteria pemilihan lokasi BTS baru dari divisi NOC, Niaga, dan Network pada PT. SIMS cabang Yogyakarta.
- Kuisisioner  
Dilakukan dengan cara membuat daftar pertanyaan dan menyebarkannya kepada responden yang terdiri dari bagian Network yang diwakili 1 (satu) orang, Bagian NOC yang diwakili 1 (satu) orang, dan Bagian Niaga yang diwakili 1 (satu) orang.

#### **B. Riset Kepustakaan**

Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi data atau data mengenai teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan. Bahan kajian yang digunakan adalah jurnal-jurnal internasional maupun nasional dan buku yang membahas tentang AHP, GIS dan kriteria pemilihan lokasi BTS. Prosedur pengolahan data pada penelitian ini ada 2 (dua) yaitu menggunakan metode AHP dan metode GIS.

## **1. Pengumpulan dan Pengolahan Data Metode *Analytic Hierarchy Process***

Prosedur atau langkah-langkah dalam metode AHP, jika ada sejumlah n kriteria menurut (Uyan, 2013) adalah sebagai berikut:

- a. Membuat matrix perbandingan berpasangan (n x n) untuk beberapa faktor, jika  $P_{ij} =$  sejauh yang kita inginkan dari faktor i ke faktor j. Kemudian menganggap  $P_{ij} = 1/P_{ji}$ . Kemungkinan penilaian factor  $P_{ij}$  dalam matriks perbandingan berpasangan, interpretasi penilaian  $P_{ij}$  dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1. Skala penilaian AHP (Saaty, 2008), (Uyan, 2013)

Numerical value of $P_{ij}$	Definition
1	Equal importance of i and j
3	Moderate importance of i over j
5	Strong importance of i over j
7	Very strong importance of i over j
9	Extreme importance of i over j
2,4,6,8	Intermediate values

- b. Menentukan normalisasi perbandingan berpasangan  
Untuk mengontrol konsistensi dari bobot, maka konsistensi rasio dapat dihitung sebagai berikut
  - a) Hitung eigenvector dan maximum eigenvalue dari masing-masing matriks.
  - b) Kemudian hitung konsistensi index dengan rumus sebagai berikut :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots 1$$

Dimana n = banyaknya elemen,  $\lambda_{max} = eigenvalue$

- c) Hitung Rasio Konsistensi/*Consistency Ratio* (CR) dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{IR} \dots\dots\dots 2$$

Dimana : CR = *Consistency Ratio* , CI = *Consistency Indeks*, IR = *Indeks Random Consistency*

Jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian data *judgment* harus diperbaiki. Namun jika rasio konsistensi (CI/IR) kurang atau sama dengan 0,1, maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar.

Pada dasarnya AHP digunakan untuk mengolah data dari satu responden ahli. Namun demikian dalam aplikasinya penilaian kriteria alternatif dilakukan oleh beberapa ahli multidisipliner (kelompok). Bobot penilaian untuk penilaian berkelompok dinyatakan dengan menemukan rata-rata geometrik (*Geometric Mean*) dari penilaian yang diberikan oleh seluruh anggota kelompok. Nilai geometrik ini dirumuskan dengan persamaan (3):

$$GM = \sqrt[n]{(x_1) \cdot (x_2) \dots (x_n)} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana : GM = *Geometric Mean*,  $x_1$  = Penilaian orang ke-1,  $x_n$  = Penilaian orang ke-n, n = Jumlah penilai.

## 2. Pengolahan Data dengan menggunakan Global Information System

Pada penelitian ini analisa GIS digunakan untuk menganalisa calon lokasi yang telah ditentukan berdasarkan kriteria-kriteria pada analisis sebelumnya yaitu analisis AHP. Langkah yang dilakukan dalam proses analisa GIS adalah sebagai berikut:

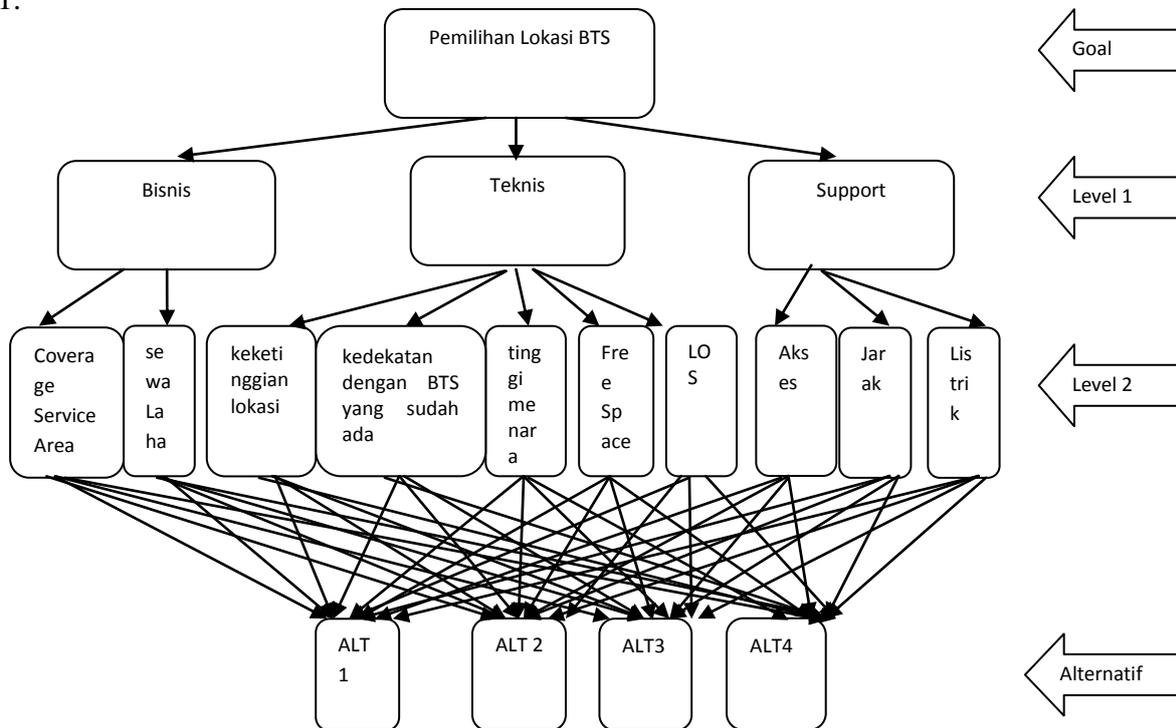
- a) Menyiapkan peta digital dengan cara melakukan digitasi peta pada software *google earth*. Data-data yang diambil dari proses tersebut adalah data batas administrasi, data jalan dan calon market.

- b) Kemudian menentukan calon lokasi BTS dengan cara menambahkan tanda *placemark* pada *google earth* dari masing-masing lokasi yang memungkinkan sebagai calon lokasi BTS.
- c) Kemudian data hasil digitasi diberikan warna yang beda hal ini membedakan masing-masing layer data. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *software autocad 2004*. Setelah semua data siap dilakukan analisis tumpang Susun (*Overlay*) untuk memperoleh alternatif lokasi potensial kemudian akan menghasilkan tujuan akhir dari penelitian ini yaitu lokasi potensial peletakan BTS untuk ISP. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *software global mapper*

#### IV. Hasil dan Pembahasan

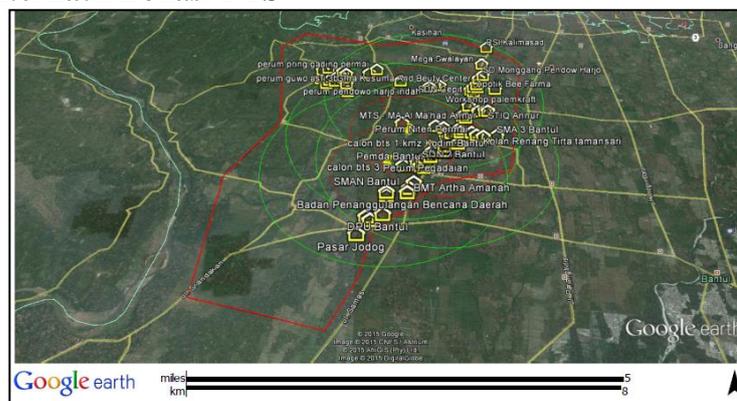
##### 4.1 Hirarki Permasalahan

Hasil diskusi dengan para responden didapat perumusan hirarki permasalahan seperti gambar 1.



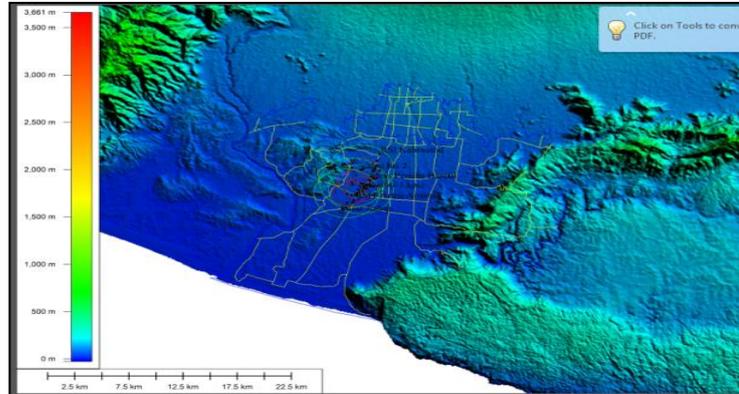
Gambar 1. Hirarki Permasalahan

##### 4.2 Penentuan Alternatif Lokasi BTS



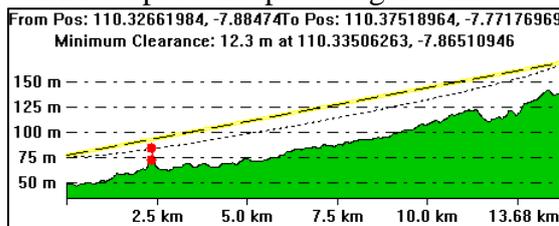
Gambar 2. Potensial Market

Dengan menggunakan software *google earth* kita dapat melakukan digitasi dan *marking area* pada daerah yang akan dianalisa. Selain itu juga dapat melakukan analisa tumpang susun (*overlay*) dan menentukan alternatif lokasi BTS. Pada proses ini dihasilkan 4 (empat) alternatif lokasi (ALT1, ALT2, ALT3, ALT4). Masing-masing dari alternatif tersebut akan di analisa lebih mendetail lagi pada *software global mapper*.

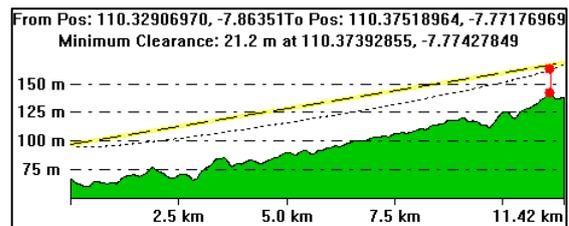


Gambar 3. Topografi Daerah Potensial Market

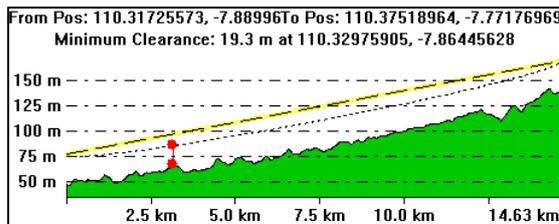
Hasil analisa GIS dengan menggunakan *global mapper* untuk penentuan kondisi LOS dan Free Space didapat sebagai berikut:



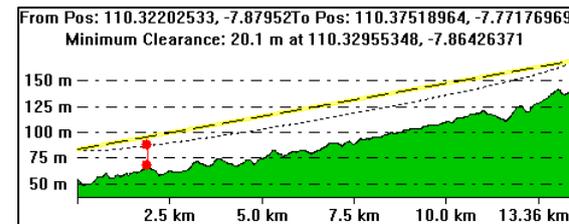
Gambar 3. LOS dan Free Space ALT 1



Gambar 4. LOS dan Free Space ALT 2

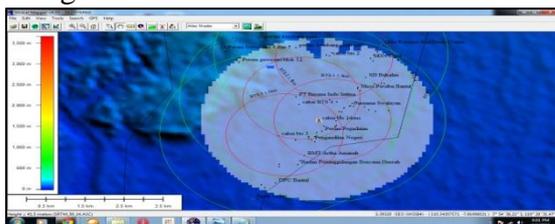


Gambar 5. LOS dan Free Space ALT 3

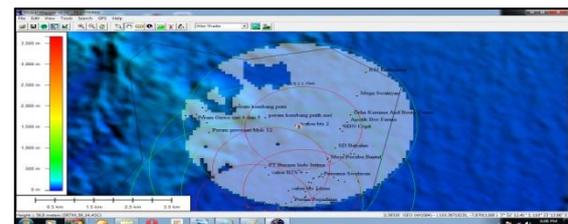


Gambar 6. LOS dan Free Space ALT 4

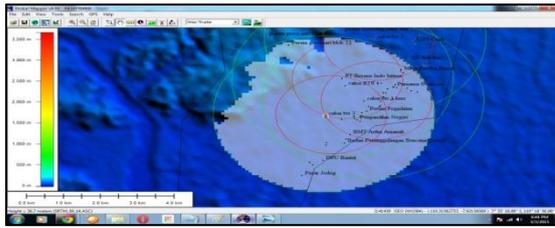
Hasil analisa *coverage service area* untuk masing-masing alternatif lokasi adalah sebagai berikut



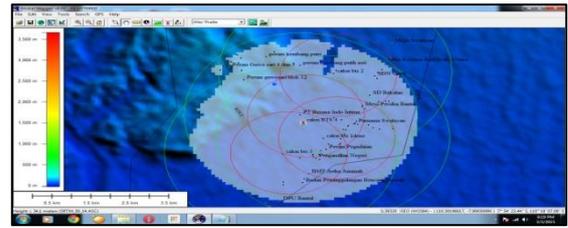
Gambar 7. Coverage Service Area ALT 1



Gambar 8. Coverage Service Area ALT 2



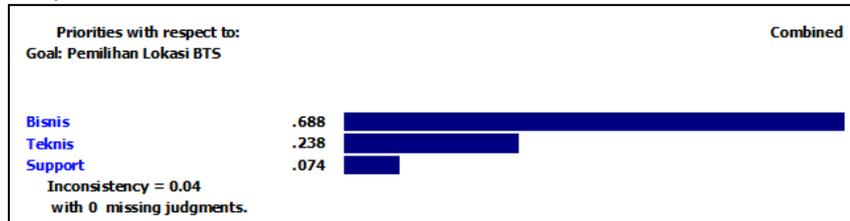
Gambar 9. Coverage Service Area ALT 3



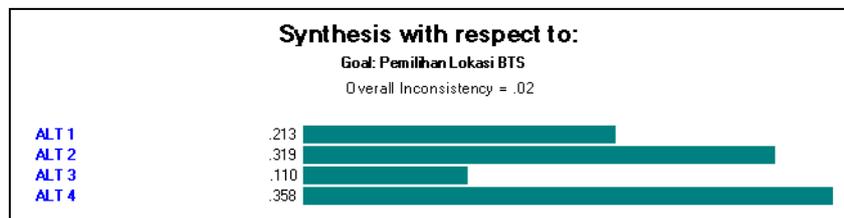
Gambar 10. Coverage Service Area ALT 4

### 4.3 Pembahasan Metode Pemilihan Lokasi BTS

Hasil pengolahan data dengan *expert choice 2000* data ketiga responden dilakukan proses penggabungan (*Combine*) untuk mendapatkan hasil rerata geometric. Proses ini dilakukan untuk mengetahui hasil secara keseluruhan. Hasil akhir untuk kriteria yang paling menentukan bisa dilihat pada gambar 11 dan alternatif yang paling optimal dapat dilihat pada gambar 12. Pada proses penilaian gabungan ini menunjukkan nilai incosistensi 0,02. Hal ini menunjukkan konsistensi hasil penilaian secara keseluruhan responden layak yaitu nilai *inconsistency* dibawah 0,1



Gambar 11. Urutan Kriteria



Gambar 12. Hasil Akhir Pemilihan alternative

## V. Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan, yaitu :

- Hasil akhir dari analisa GIS diperoleh 4 (empat) alternatif lokasi yang memungkinkan untuk dijadikan lokasi pendirian BTS yaitu alternatif 1 di jalan Moh. Yamin (ALT1), Alternatif 2 di jalan Gatotkaca (ALT 3), alternatif 3 di jalan Ringan Harjo (ALT 3) dan alternatif di jalan Diponegoro (ALT 4).
- Hasil akhir dengan menggunakan metode AHP diperoleh bobot pada masing-masing alternatif sebagai berikut : untuk ALT 4 mempunyai nilai tertinggi dengan bobot 0,358; ALT 2 mempunyai bobot nilai 0,319 ; ALT 1 mempunyai bobot 0,213 dan ALT 3 mempunyai bobot 0,110.
- Kriteria bisnis mempunyai sumbangan terbesar terhadap pemilihan lokasi BTS dengan bobot 0,688; kriteria teknis 0,238 dan kriteria support 0,074.

## Daftar Pustaka

- Akinci, H., Ozalp, A. Y., & Turgut, B. (2013). Agriculture Land Use Suitability Analysis Using GIS and AHP tehniqe. *Science Direct, Procedia - Social and Behavioral Sciences* 99, 391 – 402 .
- Arunraj, N., & Maiti, J. (2010). Risk-Based Maintenance Policy Selection Using AHP adn Goal Programing. *Science Direct, Safety Science* 48 , 238–247.
- Barredo, J., & Bosque-Sendra, J. (2006). *Comparison of Multi-Criteria Evaluation Methods Integrated in Geographical Information Systems to Allocate Urban Areas*. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences.
- D, K., III, S., & Adam, A. (2008). *Design and Supporting Computer Networks, CCNA Discovery Learning Guide*. Indianapolis: Cisco Press.
- Dynastya, & Sulistyarso, H. (2013). Model Lokasi Menara BTS Ditinjau dari Faktor-faktor Penentu Lokasi Menara BTS di Surabaya. *Jurnal Teknik POMITS, Vol. 2, No. 1*.
- Fachrie, M., Widowati, S., & Hanuranto, A. T. (2012). Implementasi Fuzzy Evolutionary Algorithm untuk Penentuan Base Station Transceiver Station (BTS). *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012 (SNATI 2012)*, (pp. 15-16 Juni ). Yogyakarta.
- Gacovski, Z., & Cvetanoski, I. (2006). Fuzzy Decision-Making for Selection of Mobile Base Station Location. *28th Int. Conf. Information Technology ITI 2006*, (pp. 19-22 Juni 2006). Cavtat, Croatia.
- Gadi, H. D., Murthy, R. V., Shankar M., R., & V, N. (March 2014). Antennae Location Methodology for a Telecom Operator in India. *Indian Institute of Management Bangalore* , 454
- Ge, Y., Xu, Q., & Li, H. (2008). The Design and Application of a Generic AHP Evaluation System. *IEEE* , 978-1-4244-2108-4.
- Janke, J. R. (2010). Multicriteria GIS Modeling of Wind Solar Farms in Colorado. *Science Direct, Renewable Energy* 35 , 2228-2234.
- Khan, S., & Butt, U. F. (2011). GIS as a planning tool for the USF Co rural telecom and E-service Project in Pakistan. *Science Direct , Procedia Social and Behavioral Sciences* 19, 11–20.
- Kumar, K., & Kumanan, S. (2011). Integrated Integrated Fuzzy QFD and AHP Approach for Facility Location Selection. *67 UP Journal of Supply Chain, Management, Vol. VIII, No. 4*.
- Kusumadewi, S. (2004). Penentuan Lokasi Pemancar Televisi Menggunakan Fuzzy Multi Criteria Decisiom Making. *Media Informatika, Vol. 2, No. 2*, 57-64.
- Lu, X.-x., Yang, S.-w., & Zheng, N. (2011). Location - Selection of Wireless Network Based on Restricted Steiner Tree Algorith. *Science Direct, Procedia Environmental Sciences* 10, 368 – 373.

- Mohajeri, N., & Amin, G. R. (2010). Railway station site selection using analytical hierarchy process and data envelopment analysis. *Science Direct, Computers & Industrial Engineering* 59, 107-114.
- Nugraha, L. A., & Sudarsono, B. (2007). Survei Topografi untuk Menentukan Garis Tampak Pandang Base Transceiver Station (BTS). *TEKNIK – Vol. 28 No. 1 Tahun 2007, ISSN 0852-1697, –Vol. 28 No. 1 Tahun 2007, ISSN 0852-1697, No. 1*.
- Purbo, O. W., Tanuhandaru, P., Noertam, N., & Djajadikara, M. R. (2007). *Jaringan Wireles di Dunia Berkembang*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Puspitorini, O., Siwandari, N. A., & Arifin. (2011). Analisa Pathloss Exponent pada daerah Urban dan Sub Urban untuk Mendukung Pembangunan Infrastruktur Telekomunikasi dan Informasi di Surabaya. *SNaPP 2011 Sains, Teknologi dan Kesehatan* (pp. Vol 2, No. 1). LPPM UNISBA ISSN: 2089-3582.
- Saaty, T. L. (2008). Decision Making with The Analytic Hierarchy Process. *Int. J. Services Sciences, Vol 1, No. 1*.
- Saaty, T. L. (1990). How To Make a Decision : The Analytic Hierarchy Process. *European Journal Of Operational Research, 48, 9-26*.
- Tavakkoli-Moghaddam, T., Amin, S. H., & Zhang, G. (2010). A Proposed Decision Support System for Location Selection using Fuzzy Quality Function Deployment. *INTECH, Decision Support Systems*, pp. 342.
- Tiba, C., Candeias, A., Fraidenraich, N., Barbosa, E. d., de Carvalho Neto, P., & de Melo Filho, J. (2010). A Gis-Based Decision Support Tool for Renewable Energy Management and Planning in Semi-Arid Rural Environments of Northeast of Brazil. *Science Direct, Renewable Energy* 35, 2921-2932.
- Turhan, G., Akalin, M., & Cemal, Z. (2013). Literature Review on Selection Criteria of Store Location Based On Performance Measures. *Science Direct, Procedia - Social and Behavioral Sciences* 99, 391 – 402.
- Uyan, M. (2013). GIS - Based Solar Farms Site Selection Using Analytic Hierarchy Process (AHP) in Karapinar Region, Konya/Turkey. *Science Direct, Renewable and Sustainable Energy Reviews* 28, 11–17.