

Sistem Pendukung Keputusan Perencanaan Penempatan Lokasi Potensial Menara Baru Bersama Telekomunikasi Seluler di Daerah Sidoarjo Menggunakan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW)

Lucyana Angel Christine dan Achmad Mauludiyanto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

email: maulud@ee.its.ac.id

Abstrak- Perkembangan teknologi mengalami peningkatan yang pesat khususnya telekomunikasi misalnya pada teknologi GSM. Semakin berkembangnya teknologi maka semakin banyak juga pengguna sehingga operator akan menambah antena dan kemudian menambah menara untuk menyokong penambahan antena. Banyaknya menara telekomunikasi akan menimbulkan efek yang tidak baik. Oleh karena itu dikeluarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor: 02/PER/M.KOMINFO/03/2008 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Telekomunikasi Bersama dimana dengan satu menara telekomunikasi harus diisi lebih dari satu operator. Melalui implementasi metode *Simple Additive Weighting* dapat ditentukan lokasi potensial untuk membangun menara baru berbasis website yang dapat melihat lokasi penempatan BTS eksisting ataupun menara baru dengan google Maps ataupun image yang telah diolah dari Mapinfo. Hasil yang didapatkan untuk tahun 2014 di Kabupaten Sidoarjo terdapat 469 BTS eksisting yang ditopang oleh 389 menara eksisting. Total jumlah kebutuhan untuk tahun 2019 adalah 774 BTS dan 496 menara. Dengan demikian perlu dilakukan penambahan 305 BTS dan 105 menara bersama yang tersebar di Kabupaten Sidoarjo.

Kata Kunci : GSM, BTS, *Simple Additive Weighting*, *Google Maps*, Mapinfo, Menara Telekomunikasi Bersama.

I. PENDAHULUAN

PERKEMBANGAN teknologi mengalami peningkatan yang pesat khususnya di bidang telekomunikasi misalnya pada GSM dan CDMA. Semakin berkembangnya teknologi maka semakin banyak juga pengguna sehingga operator akan menambah penggunaan antena dan kemudian penambahan menara untuk menyokong penambahan antena. Banyaknya menara telekomunikasi akan menimbulkan banyak efek yang tidak baik, misalnya dapat merusak estetika daerah. Oleh karena itu dikeluarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor : 02/PER/M.KOMINFO/3/2008 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Telekomunikasi Bersama dimana dengan satu menara telekomunikasi harus diisi lebih dari satu operator. Penempatan menara telekomunikasi bersama juga perlu diperhatikan berdasarkan prioritasnya. Salah satu metode yang

paling populer digunakan adalah metode *Simple Additive Weighting* dimana metode ini digunakan untuk penentuan prioritas lokasi yang akan dibangun di daerah Sidoarjo untuk lima tahun ke depan dengan memperhatikan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor : 02/PER/M.KOMINFO/3/2008.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Sistem Komunikasi Seluler

Seluler adalah sistem komunikasi jarak jauh tanpa kabel, seluler adalah bentuk komunikasi modern yang ditujukan untuk menggantikan telepon rumah yang masih menggunakan kabel. Telepon genggam seringkali disebut *handphone* (Hp) disebut juga telepon seluler adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon *fixed line* konvensional., namun dapat dibawa kemana-mana dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telepon melalui kabel,yang fungsinyabisa melakukan dan menrima panggilan, sms, dan banyak fitur yang ditawarkan oleh ponsel. Saat ini di Indonesia mempunyai dua jaringan telepon nirkabel yaitu sistem GSM (*Global System for Mobile Telecommunication*) dan sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*). Teknologi seluler sudah sangat berkembang. 1) *Global System for Mobile Communication (GSM)*

GSM adalah teknologi selular generasi kedua yang menggunakan teknologi modulasi digital, menyediakan kapasitas lebih besar, kualitas suara serta sekuritas yang lebih baik jika dibandingkan dengan teknologi selular generasi pertama.

Global System for Mobile communication (GSM) adalah sebuah standar global untuk komunikasi bergerak digital. GSM adalah nama dari sebuah group standarisasi yang dibentuk di Eropa tahun 1982 untuk menciptakan sebuah standar bersama telpon bergerak selular di Eropa yang beroperasi pada daerah frekuensi 900 MHz. GSM saat ini banyak digunakan di negara-negara di dunia.

2) *Universal Mobile Telecommunications Service (UMTS)*

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS), merupakan teknologi generasi ketiga (3G) untuk GSM. Teknologi ini menggunakan Wideband-AMR (*Adaptive Multi-Rate*) untuk kodifikasi suara sehingga kualitas suara yang didapat menjadi lebih baik dari generasi sebelumnya. Sementara kecepatan UMTS atau WCDMA masih 384 kbps. Frekuensi yang dapat digunakan pada Modem UMTS-TDD tersebut adalah 2053-2082 MHz. Arsitektur jaringan UMTS terdiri dari perangkat-perangkat yang saling mendukung, yaitu *User Equipment (UE)*, *UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)* dan *Core Network (CN)* [1].

B. *Intensitas Trafik*

Trafik diartikan sebagai pemakaian yang diukur dengan waktu sedangkan nilai dari trafik suatu kanal adalah lamanya waktu pendudukan pada kanal tersebut, sedangkan nilai dari trafik suatu kanal adalah lamanya waktu pendudukan pada kanal tersebut. Salah satu tujuan dari perhitungan trafik adalah untuk mengetahui unjuk kerja jaringan dan mutu pelayanan jaringan telekomunikasi. Untuk menggambarkan ukuran kesibukan digunakan istilah Erlang. Yang dimaksud dengan satu erlang adalah intensitas panggilan selama satu periode. Besaran yang dipakai untuk menyatakan besar lalu lintas telekomunikasi (*A Erlang*) adalah banyak dan lamanya pembicaraan.

Sumber trafik adalah pelanggan, kapan dan berapa lama pelanggan mengadakan pembicaraan telepon tidak dapat ditentukan lebih dahulu. Jadi trafik ini besarnya merupakan besar statistik dan kuantitasnya hanya bisa diselesaikan dengan statistik dan teori probabilitas. Jumlah panggilan merupakan fungsi waktu, sedang variasi dari jumlah panggilan tersebut sama dengan variasi trafik. Bila trafik dalam suatu sistem peralatan telekomunikasi diamati, maka akan terlihat bahwa harganya akan berubah-ubah.

Semakin banyak trafik yang dihasilkan, semakin banyak *base station* yang diperlukan untuk melayani pelanggan. Jumlah stasiun dasar untuk jaringan seluler yang sederhana adalah sama dengan jumlah sel. Untuk dapat mencapai tujuan yang memuaskan dengan semakin meningkatnya populasi pelanggan maka harus meningkatkan jumlah sel-sel di daerah yang bersangkutan, sehingga akan meningkatkan jumlah *base station*.

Intensitas Trafik adalah jumlah waktu pendudukan persatuan waktu atau volume trafik dibagi dengan periode waktu pengamatan [1].

$$A = \frac{V}{T}$$

dimana :

- A = Intensitas trafik
- V = Volume trafik
- T = Periode pengamatan

dimana :

- T = total trafik semua pelanggan seluler (E)
- P = jumlah pelanggan seluler
- A = intensitas trafik setiap pelanggan seluler (E)

1) *Pertumbuhan Penduduk*

Dengan rumus pertumbuhan geometrik, angka pertumbuhan penduduk sama untuk setiap tahunnya, untuk memprediksi jumlah penduduk di masa mendatang dapat digunakan rumus :

$$P_t = P_o (1 + r)^t \tag{4}$$

dimana :

- P_t = jumlah penduduk total setelah tahun ke-t
- P_o = jumlah penduduk saat perencanaan
- r = laju pertumbuhan penduduk (%)
- t = jumlah tahun prediksi

2) *Kapasitas Trafik*

Kapasitas trafik di suatu daerah perlu diketahui agar penyelenggara jaringan seluler tidak hanya memastikan kapasitas TRx (*Transceiver and Receiver*) yang dibutuhkan pada keadaan trafik normal tetapi juga dapat mengantisipasi lonjakan trafik pada jam sibuk. Untuk itu terdapat konsep *Grade of Service (GOS)*. Asumsi GOS adalah 2% yang artinya terdapat 2 panggilan yang gagal dari 100 panggilan yang terjadi. Trafik total yang dibangkitkan dapat dilihat pada persamaan 3.3.

$$T = P \times A$$

dimana :

- T = total trafik yang dibangkitkan (Erlang)
- P = jumlah pelanggan seluler (jiwa)
- A = intensitas trafik yang dibangkitkan (Erlang)

C. *Radius Sel*

Daya cakupan tiap-tiap BTS berbeda-beda karena dipengaruhi beberapa faktor misalnya seperti perbedaan ketinggian pada tiap menara telekomunikasi. Semakin tinggi menara maka cakupan layanannya akan semakin luas. Besarnya daya pancar yang dikirimkan oleh antena sektoral dalam mengcover daerah layanan tergantung pada spesifikasi antena tersebut. Jarak dan tinggi peletakan antena juga berpengaruh.

$$P_r = P_t G_t G_r \frac{h_b^2 h_m^2}{d^4}$$

dimana:

- P_r = Daya yang diterima pelanggan (Watt)
- P_t = Daya Pancar BTS (Watt)
- G_t = Penguatan pada BTS (dB)
- G_r = Penguatan pada penerima (dB)
- h_b = Tinggi antena BTS (m)
- h_m = Tinggi antena penerima (m)
- d^4 = jarak antara BTS dengan penerima (m)

D. *Metode Fuzzy Clustering*

Metode SAW sering juga dikenal istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif dari semua atribut (Fishburn, 1967). Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada.

Diberikan persamaan sebagai berikut :

$$r = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\text{Max}(X_{ij})} & \text{jika } j \text{ atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\text{Min}(X_{ij})}{X_{ij}} & \text{jika } j \text{ atribut biaya (cost)} \end{cases} \quad (2.1)$$

Dimana rij adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif Ai pada atribut Cj ; i=1,2,...,m dan j=1,2,...,n. Nilai preferensi untuk setiap alternatif (Vi) diberikan sebagai berikut:

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij}$$

Dengan :

Vi = nilai prefensi

wj = bobot ranking

rij = rating kinerja ternormalisasi

Nilai Vi yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif Ai lebih terpilih. Langkah-langkah dari metode SAW adalah:

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu C.

2. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.

3. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria (C), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan ataupun atribut biaya) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R.

4. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vector bobot sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik (A) sebagai solusi.

III. METODOLOGI PENELITIAN DAN PERENCANAAN

A. Studi Literatur

Kabupaten Sidoarjo adalah daerah yang dihimpit dua sungai besar, sehingga terkenal dengan sebutan Kota Delta. Di sebelah utara melintas Sungai Mas dan di sebelah selatan melintas Sungai Brantas. Luas wilayah Kabupaten Sidoarjo terbentang antara 112,5^o - 112,9^o Bujur Timur dan 7,3^o - 7,5^o Lintang Selatan. Dari total luas wilayah 714,24 km², 40,2 persennya berada di ketinggian 3-10 meter yang berada di wilayah bagian tengah yang berair tawar. Seluas 29,9 persen, memiliki ketinggian 0-3 meter yang terletak di bagian timur yang merupakan wilayah pesisir atau pertambakan dan berair asin. Sedangkan sisanya 29,2 persen terletak pada ketinggian antara 10-20 meter yang berada di wilayah bagian barat.

B. Pengolahan dan Analisa Data

Dalam implementasi metode *Simple Additive Weighting* diperlukan kriteria untuk menentukan prioritas dari sebuah permasalahan misalnya pada penelitian ini untuk menentukan prioritas lokasi potensial menara baru. Kriteria yang digunakan adalah kepadatan penduduk (C1), jumlah BTS eksisting (C2), Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sidoarjo (C3). Untuk kriteria C3 disimbolkan dengan huruf A,B,C,D,E dimana arti dari simbol tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1.
Deskripsi Kriteria C3

RTRW	Keterangan
A	Mayoritas Kawasan Lindung
B	Kawasan Lindung dengan Sedikit Pemukiman
C	Sedikit Pemukiman
D	Sebagian Pemukiman dan Industri / Perdagangan
E	Mayoritas Pemukiman dan Industri / Perdagangan

Untuk inisialisasi masing-masing kriteria terdapat pada tabel 2 dengan 18 alternatif yang merupakan kecamatan di Kabupaten Sidoarjo.

Tabel 2
Inisialisasi Kriteria

No	Kecamatan	Kriteria		
		C1	C2	C3
1	Waru	7690	84	E
2	Sedati	1266	32	E
3	Gedangan	5807	29	E
4	Buduran	2449	16	D
5	Sidoarjo	3316	62	D
6	Candi	4022	36	D
7	Tanggulangin	2762	14	B
8	Porong	2133	7	B
9	Jabon	606	3	B
10	Taman	7010	56	E
11	Sukodono	3907	19	E
12	Wonoayu	2163	15	C
13	Krian	3943	18	C
14	Tulangan	3009	9	B
15	Krembung	1980	12	B
16	Prambon	2024	20	C
17	Balong Bendo	2173	22	C
18	Tarik	1715	15	C

Pembobotan pada masing-masing kriteria perlu dilakukan untuk mengetahui nilai dari tiap alternatif yang ada. Pembobotan dilakukan dengan mengkonversi bilangan *Fuzzy* ke dalam bilangan *Crisp* (bilangan tegas) . Pada tabel 3 dapat dilihat koversi bilangan *fuzzy* ke dalam bilangan *crisp*.

Tabel 3
Konversi Bilangan *Fuzzy* ke dalam Bilangan *Crisp*

Bilangan Fuzzy	Nilai
Sangat Rendah (SR)	0
Rendah (R)	0,2
Sedang (S)	0,4
Tengah (T1)	0,6
Tinggi (T2)	0,8
Sangat Tinggi (ST)	1

Setelah menentukan bilangan *crisp* maka tiap kriteria dapat diberikan pembobotan. Pembobotan pada kriteria C1 terdapat pada tabel 4. Pembobotan untuk kriteria C2 dapat dilihat pada tabel 5 dan pembobotan untuk kiteria C3 dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 4
Pembobotan Kriteria C1

Pembobotan kepadatan penduduk C1		
Range C1	Bilangan Fuzzy	Nilai
0 - 2000	Rendah (R)	0,2
2001 - 4000	Sedang (S)	0,4
4001 - 6000	Tengah (T1)	0,6
6001 - 8000	Tinggi (T2)	0,8
>8000	Sangat Tinggi (ST)	1

Tabel 5
Pembobotan Kriteria C2

Pembobotan Jumlah BTS EKSISTING C2		
Range C2	Bilangan Fuzzy	Nilai
0-20	Rendah (R)	0,2
21-40	Sedang (S)	0,4
41-60	Tengah (T1)	0,6
61-80	Tinggi (T2)	0,8
>80	Sangat Tinggi (ST)	1

Tabel 6
Pembobotan Kriteria C3

Pembobotan RTRW C3		
Range C3	Bilangan Fuzzy	Nilai
A	Sangat Rendah (SR)	0
B	Rendah (R)	0,2
C	Sedang (S)	0,4
D	Tengah (T1)	0,6
E	Tinggi (T2)	0,8

C. Perancangan Website

Perancangan website ini menggunakan perangkat lunak Notepad++. Perancangan Website yang akan dibangun *user* dapat memilih salah satu pilihan yang tersedia pada tampilan website. Tampilan menu website yang akan dirancang adalah sebagai berikut :

1. Home

Home merupakan menu yang digunakan untuk memberikan salam pada user yang mengakses website ini serta kegunaan dari website.

2. Menara

Pada menu menara akan dibagi lagi menjadi dua yaitu :

a. Menara Eksisting

Dalam menu ini akan ditampilkan menara eksisting di setiap kecamatan. *User* dapat memilih untuk melihat menggunakan google maps atau image yang sudah disimpan dari Mapinfo.

b. Menara Baru

Dalam menu menara baru juga akan ditampilkan beberapa pilihan yaitu pembobotan, prioritas lokasi potensial, dan view.

Menu pembobotan berisikan informasi tentang nilai pembobotan kriteria. Menu prioritas lokasi potensial merupakan informasi tentang lokasi potensial dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting*. Menu view berisikan gambar zona menara baru yang dapat dilihat juga dari google maps.

c. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)

Menu ini ditampilkan untuk memberikan informasi kepada *user* tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo.

d. Peramalan Jumlah Penduduk

Menu ini disediakan untuk memberikan informasi kepada *user* tentang peramalan jumlah penduduk hingga 2019.

e. Peramalan Jumlah *User*

Menu ini disediakan untuk memberikan informasi kepada *user* tentang peramalan jumlah *user* seluler hingga tahun 2019.

IV. ANALISA DATA DAN HASIL

A. Metode Simple Additive Weighting (SAW)

Hasil implementasi SAW dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7
Perangkingan Nilai Vi

No	Kecamatan	Kriteria			Pembobotan Vi
		C1	C2	C3	
1	Sukodono	0,50	1,00	1	1,70
2	Taman	1,00	0,60	1	1,67
3	Buduran	0,50	1,00	0,75	1,60
4	Prambon	0,50	1,00	0,75	1,60
5	Waru	1	0,20	1	1,56
6	Gedangan	0,75	0,80	1	1,55
7	Wonoayu	0,50	1,00	0,5	1,50
8	Krian	0,50	1,00	0,5	1,50
9	Candi	0,75	0,80	0,75	1,45
10	Tanggulangin	0,50	1,00	0,25	1,40
11	Porong	0,50	1,00	0,25	1,40
12	Tulangan	0,50	1,00	0,25	1,40
13	Tarik	0,25	1,00	0,75	1,35
14	Balong Bendo	0,50	0,80	0,75	1,20
15	Jabon	0,25	1,00	0,25	1,15
16	Kremlung	0,25	1,00	0,25	1,15
17	Sedati	0,25	0,80	1	1,05
18	Sidoarjo	0,50	0,40	0,75	1,00

Dari 18 alternatif kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo, kecamatan Sukodono memiliki nilai Vi yang paling tinggi yang artinya kecamatan sukodono merupakan kecamatan yang memiliki potensi yang sangat tinggi untuk membangun menara baru, dan Kecamatan Taman merupakan prioritas kedua, sedangkan untuk kecamatan Sidoarjo memiliki prioritas paling terendah. Kecamatan dengan prioritas terendah masih memiliki peluang untuk dibangun menara baru misalnya kecamatan Jabon, Kremlung dan kecamatan lainnya.

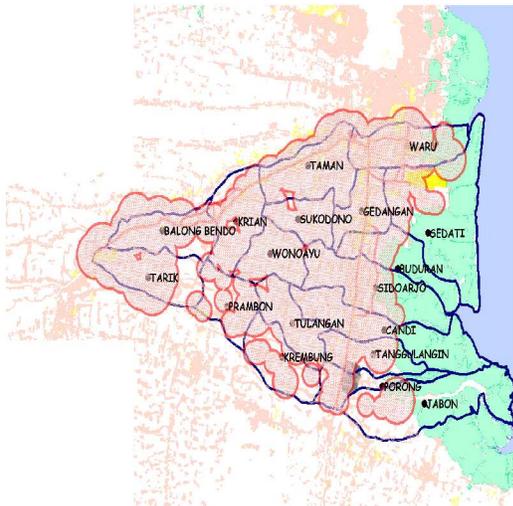
B. Penempatan Lokasi Menara Baru

Kabupaten Sidoarjo dengan luas wilayah 714,26 Km² dan rata-rata kepadatan penduduk 3220,96 jiwa terdapat 389 Menara Eksisting dan 469 BTS yang sudah terpasang.

Visualisasi Menara eksisting dapat dilihat melalui google maps dan mapinfo.

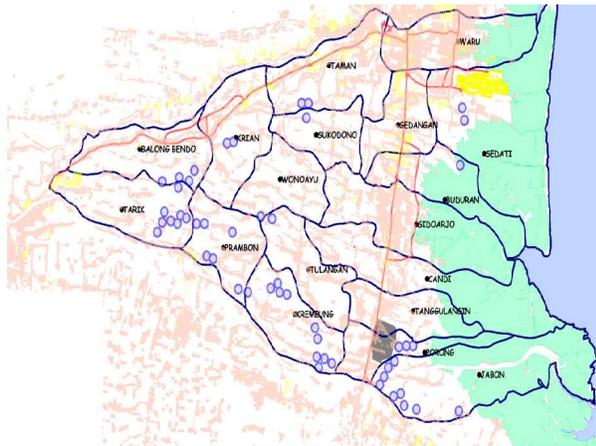


Gambar 1 Visualisasi Zona Menara Eksisting dari Google Maps



Gambar 2 Visualisasi Menara Eksisting dari Mapinfo

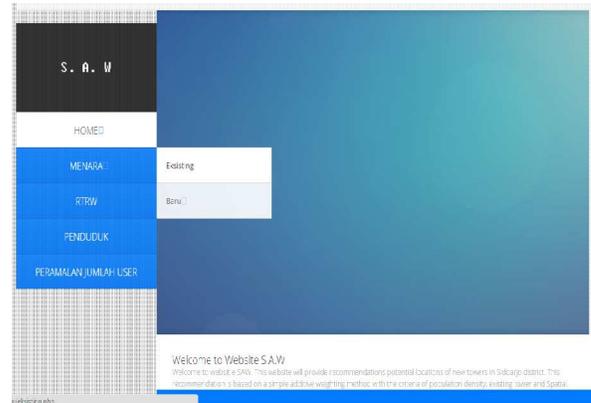
Menurut perhitungan jumlah BTS yang dibutuhkan tahun 2019 di Kabupaten Sidoarjo terdapat 52 zona menara baru dan 102 BTS yang akan dibangun. Menurut perhitungan kecamatan Waru tidak perlu menambah menara baru karena menara eksisting yang telah ada mampu memenuhi kebutuhan penduduk akan layanan seluler. Sementara pada implementasi *simple additive weighting* waru mendapatkan posisi prioritas kelima. Sedangkan kecamatan Sidoarjo mendapatkan posisi prioritas terendah



Gambar 3 Visualisasi Zona Menara Baru

4.3 Tampilan Website

Tampilan Menu website dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Menu Website

V. KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan sel yang dilakukan di Kabupaten Sidoarjo dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Berdasarkan dari hasil pengumpulan data persebaran menara eksisting tahun 2014 terdapat 469 BTS yang ditopang oleh 389 menara. Jumlah BTS 2G sebanyak 339 BTS dan 130 BTS 3G dengan total trafik 42231 Erlang dibutuhkan 774 BTS yang ditopang oleh 496 menara. Dari perbandingan jumlah menara eksisting tahun 2014 dan kebutuhan tahun 2019 maka dibutuhkan sebanyak 102 menara untuk mencukupi kebutuhan menara tahun 2019 dan 51 zona menara baru. Dari implementasi *Simple Additive Weighting* dengan menggunakan 18 alternatif kecamatan dan 3 kriteria yaitu kepadatan penduduk, jumlah BTS eksisting dan Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Sidoarjo, kecamatan Sukodono, Taman, dan Buduran merupakan alternatif lokasi dengan potensi tertinggi dibangun menara baru dan kecamatan Sidoarjo, Sedati dan Krembung merupakan potensi terendah dibangun menara baru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusumadewi, Sri dkk. "Fuzzy Multi - Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)". Graha Ilmu, Yogyakarta. 2006.