

PERENCANAAN KEBUTUHAN BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) DAN OPTIMASI PENEMPATAN MENARA BERSAMA TELEKOMUNIKASI

REQUIREMENTS PLANNING BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) PLACEMENT AND OPTIMIZATION OF SHARED TELECOMMUNICATIONS TOWERS

Asyik Fauzi

Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika, Kabupaten Blitar, Indonesia

Emailnafauzi@gmail.com

diterima: 12 November 2013 | direvisi: 5 Januari 2014 | disetujui: 10 Februari 2014

Abstract

A cell phone is no longer a necessity but has become a complete lifestyle. However, not least problems are posed, one is the establishment of cellular relay towers used to hold the Base Transceiver Station (BTS). BTS is a major infrastructure support in telecommunications operations that require the availability of land, buildings and air space, so that if the establishment of tower is not controlled then it will have an impact on the balance-room layout and aesthetics of the surrounding area. This study aims to perform BTS demand planning and telecommunication towers sharing in capacity perspective and optimizing the placement of tower locations using genetic algorithms by considering the existing towers and potential points of spatial plans. For 5 years later, Blitar totally need 754 BTS that are supported by 258 telecom-shared towers. Genetic Algorithm methods can be used to optimize the location of telecommunications towers.

Keywords: Arrangement Of Tower, BTS, Capacity, Cell Planning, Genetic Algorithm, Spatial Plan.

Abstrak

Telepon seluler bukan lagi menjadi kebutuhan tetapi sudah menjadi kelengkapan dan gaya hidup. Namun demikian, persoalan mulai timbul dengan berdirinya menara-menara telekomunikasi yang dipergunakan untuk menampung Base Transceiver Station (BTS) yang merupakan infrastruktur pendukung utama dalam penyelenggaraan telekomunikasi seluler yang memerlukan ketersediaan lahan, bangunan dan ruang udara, sehingga jika pendirian menara tidak dikendalikan maka akan berdampak pada keseimbangan tata-ruang dan estetika kawasan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan kebutuhan BTS dan menara bersama telekomunikasi dengan sudut pandang capacity, dan melakukan optimasi penempatan lokasi menara menggunakan algoritma genetika dengan tetap memperhatikan posisi menara eksisting dan titik-titik rencana tata ruang wilayah. Berdasarkan hasil penelitian, untuk 5 tahun kedepan Kabupaten Blitar membutuhkan 754 BTS yang ditopang oleh 258 menara bersama telekomunikasi, dan metode algoritma genetika dapat digunakan untuk mengoptimalkan lokasi menara bersama telekomunikasi.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, BTS, Capacity, Menara Bersama Telekomunikasi, Penataan Menara, Rencana Tata Ruang Wilayah.

Pendahuluan

Telepon seluler sudah menjadi kelengkapan dan kebutuhan sehari-hari masyarakat. Hal ini didukung pula oleh penetrasi yang luar biasa dari perusahaan penyelenggara jasa telepon seluler yang mampu menyediakan infrastruktur jaringan pelayanan yang luas dan cepat dalam waktu singkat. Permasalahan mulai muncul yaitu keseimbangan tata-ruang dan estetika kawasan sekitar yang merupakan dampak dari dibangunnya menara-menara telekomunikasi sebagai satu infrastruktur pendukung utama dalam penyelenggaraan telekomunikasi yang memerlukan ketersediaan lahan, bangunan dan ruang udara. Untuk itu, pemerintah melalui Kemenkominfo mengeluarkan Peraturan Menteri Kominfo No. 2/PER/M.KOMINFO/3/2008, dimana salah satu pertimbangan

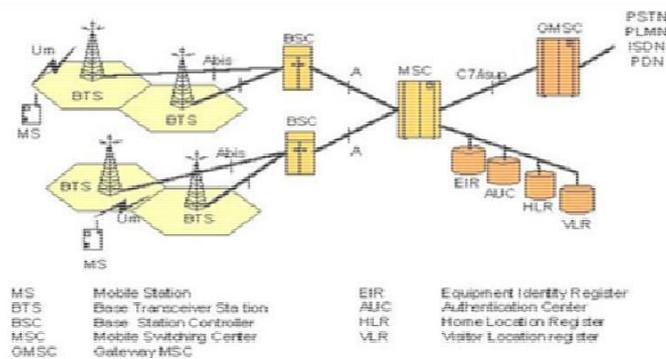
utama peraturan tersebut agar efisiensi dan efektifitas penggunaan menara telekomunikasi memperhatikan faktor keamanan lingkungan, kesehatan masyarakat dan estetika lingkungan. Hal ini ditindak lanjuti pula dengan SKB 4 Menteri tahun 2009, dimana pada pasal 28 ayat 3 menjelaskan bahwa dalam melakukan penataan menara bersama telekomunikasi harus memprioritaskan menara telekomunikasi yang telah dibangun atau menara eksisting sebagai menara bersama apabila menara eksisting ini berada di lokasi yang telah sesuai dengan rencana tata ruang wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan kebutuhan BTS dengan sudut pandang *capacity* (kebutuhan kapasitas pelanggan) dan menara bersama telekomunikasi untuk 5 tahun kedepan, dan melakukan optimasi penempatan lokasi menara bersama telekomunikasi menggunakan

algoritma genetika dengan tetap memperhatikan posisi menara eksisting dan titik-titik rencana tata ruang wilayah. Tiga batasan masalah pada penelitian ini, yaitu: 1) Studi kasus yang digunakan adalah Kabupaten Blitar. 2) Proses perencanaan BTS menggunakan standar BTS GSM. 3) Proses perencanaan dan optimasi penempatan BTS tidak memperhatikan topografi wilayah dan faktor biaya. 4) Kapasitas BTS yang dipakai adalah kapasitas rata-rata BTS yang terpasang di Kabupaten Blitar.

Tinjauan Pustaka

Global System for Mobile Communication (GSM)

Global System for Mobile Communication (GSM) merupakan standar yang diterima secara global untuk komunikasi selular digital. Konfigurasi jaringan GSM ditunjukkan pada Gambar 1. Pada awal pengoperasiannya, GSM telah mengantisipasi perkembangan jumlah pengguna yang sangat pesat dan arah pelayanan per-area yang tinggi, sehingga arah perkembangan teknologi GSM adalah *Digital Cellular System (DCS)* pada alokasi frekuensi 1800 Mhz. Dengan frekuensi tersebut, akan dicapai kapasitas pelanggan yang semakin besar per-satuan sel. Selain itu, dengan luas sel yang semakin kecil akan dapat menurunkan kekuatan daya pancar telepon selular, sehingga bahaya radiasi yang timbul terhadap organ kepala akan dapat dikurangi. Modulasi yang digunakan GSM adalah GMSK (0.3 Gaussian Filter), channel spacing 200 kHz, channel bit rate 270.833 kb/s, jumlah kanal 124 (8 users/channel), metode duplex yang digunakan FDD dan multiple akses menggunakan metode TDMA/FDM. Sedangkan untuk DCS 1800, modulasi yang digunakan GMSK (0.3 Gaussian Filter), channel spacing 200 kHz, channel bit rate 270.833 kb/s, jumlah kanal 374 (8 users/channel), metode duplex yang digunakan FDD dan multiple akses menggunakan metode TDMA/FDM.



Gambar 1.
Konfigurasi Jaringan GSM

Kanal GSM

Konsep dasar dari suatu sistem selular adalah pembagian pelayanan menjadi daerah-daerah kecil yang disebut sel. Setiap sel mempunyai daerah cakupannya masing-masing dan beroperasi secara khusus. Kanal terkait pada pengulangan satu burst pada setiap frame dimana karakteristiknya tergantung pada posisi dan frekuensinya dalam frame. Burst adalah unit waktu terkecil pada TDMA, sedangkan frame adalah kumpulan dari beberapa burst dimana setiap burst dialokasikan ke MS yang berbeda. Tiap sel mengacu pada satu frekuensi pembawa/kanal tertentu. Pada kenyataannya jumlah kanal yang dialokasikan terbatas,

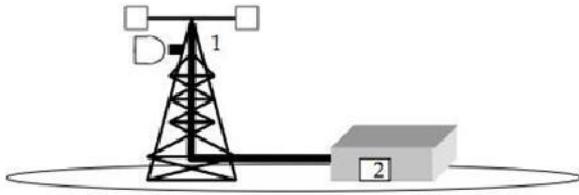
sementara sel bisa berjumlah sangat banyak, sehingga dilakukan teknik *frequency reuse*. Semakin besar jumlah kanal maka semakin sedikit jumlah kanal yang tersedia per-sel sehingga kapasitas sistem menurun. Namun peningkatan jumlah himpunan kanal menyebabkan jarak antara sel yang berdekatan semakin jauh dan mengurangi resiko terjadinya interferensi. Pada kenyataannya, model satu sel dengan satu kanal transceiver (TRx dengan menggunakan antena omni-directional) jarang digunakan. Untuk lebih meningkatkan kapasitas dan kualitas, desainer melakukan teknik sektorisasi. Prinsip dasar sektorisasi ini adalah membagi sel menjadi beberapa bagian (biasanya 3 atau 6 bagian; dikenal dengan sektorisasi 1200 atau 300). Tiap bagian ini kemudian menjadi sebuah BTS (*Base Transceiver Station*).

Kebanyakan vendor memperbolehkan sampai dengan 4 TRx per BTS untuk sektorisasi 1200. Jika digunakan TDMA pada TRx, menghasilkan 8 kanal TDMA tiap TRx, bisa dihitung bahwa dalam satu sel dapat menampung trafik yang setara dengan 3 X 4 X 8 = 96 kanal TDMA atau sebesar 84,1 erlang dengan GoS 2%. (Erlang merupakan satuan trafik dan GoS (*Grade of Service*) menyatakan derajat keandalan layanan, berapa jumlah blocking yang terjadi terhadap panggilan total). Pada prakteknya tidak semua kanal TDMA tersebut bisa digunakan untuk kanal pembicaraan (TCH = Traffic Channel). Dalam sebuah BTS juga diperlukan SDCCH (Stand-alone Dedicated Control Channel) yang digunakan untuk call setup dan location updating serta BCCH (Broadcast Control Channel) yang merupakan kanal downlink yang memberikan informasi dari BTS ke MS mengenai jaringan, sel yang kedatangan panggilan, dan sel-sel di sekitarnya.

Base Transceiver Station (BTS)

Satu sel akan dilayani oleh site. Dalam satu site bisa memiliki lebih dari satu sel. Setiap site biasanya terdiri atas sebuah menara (*tower*), antena dan shelter. Penempatan site biasanya dilakukan di atas tanah, namun untuk daerah yang padat site ditempatkan di atas gedung-gedung yang tinggi.

Tinggi menara disesuaikan dengan kebutuhan. Konfigurasi site dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.
Konfigurasi Jaringan GSM

Menara (1) digunakan untuk meletakkan berbagai macam antena. Seperti antena sektoral, antena dan radio transmisi (minilink). Shelter (2) terbuat dari bahan sejenis besi sebagai tempat untuk menyimpan berbagai komponen site, perangkat transmisi, BFU (*Battery Fuse Unit*), *fan unit*, *cooling unit/air conditioner*, dan *heating unit*. Dalam arsitektur sebuah sistem jaringan selular, BTS adalah sebagai salah satu sub-sistemnya. BTS berfungsi sebagai pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada *Mobile Station/handphone*. Ada juga yang menyebut BTS itu adalah sebuah modem, karena merupakan perangkat interface antara MS dan MSC (*Mobile Switching Centre*).

Algoritma Genetika

Pemecahan sebuah masalah pada hakekatnya adalah menemukan langkah-langkah tertentu yang jika dijalankan akan dapat memecahkan permasalahan tersebut. Urutan langkah-langkah pemecahan masalah tersebut disebut dengan algoritma. Algoritma merupakan langkah-langkah yang dinyatakan dengan jelas dan tidak rancu untuk memecahkan suatu masalah [7]. Algoritma genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Keberagaman pada evolusi biologis adalah variasi dari kromosom antar individu organisme. Variasi chromosome ini akan mempengaruhi laju reproduksi dan tingkat kemampuan organisme untuk tetap hidup. Pada algoritma ini, teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang dikenal dengan istilah populasi. Individu yang terdapat dalam satu populasi disebut dengan istilah chromosome. Kromosom ini merupakan suatu solusi yang masih berbentuk simbol. Populasi awal dibangun secara acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan istilah generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan fungsi fitness. Nilai fitness dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. Generasi berikutnya dikenal dengan istilah anak (*offspring*) terbentuk dari gabungan 2 chromosome generasi sekarang yang

bertindak sebagai induk (*parent*) dengan menggunakan operator penyilangan (*crossover*). Selain operator penyilangan, suatu kromosom dapat juga dimodifikasi dengan menggunakan operator mutasi. Populasi generasi yang baru dibentuk dengan cara menyeleksi nilai fitness dari kromosom induk dan nilai fitness dari kromosom anak, serta menolak kromosom yang lainnya sehingga ukuran populasi (jumlah kromosom dalam suatu populasi) konstan. Setelah melalui beberapa generasi, maka algoritma ini akan konvergen ke kromosom terbaik [2].

Regulasi Menara Telekomunikasi dan Rencana Tata Ruang Wilayah

Konsep menara bersama telekomunikasi diantaranya adalah penggunaan bersama menara telekomunikasi oleh beberapa operator. Sebuah operator telekomunikasi dapat memasang BTS di menara operator lain atau tower provider lain. Dengan demikian, untuk dapat memiliki cakupan yang luas, operator tidak perlu membangun menara telekomunikasi di banyak tempat, cukup membangun menara di daerah-daerah yang memang belum ada menara telekomunikasinya. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 2/PER/M.KOMINFO/ 3/2008 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Bersama Telekomunikasi memberi kewenangan bagi Pemerintah Daerah untuk turut serta mengatur dan bertanggung jawab dalam menyusun rencana pembangunan dan penggunaan menara bersama. Beberapa kewenangan pemerintah daerah tersebut antara lain adalah pemberian Izin Mendirikan Menara Bersama (IMBM), menyusun dan mengatur penempatan lokasi menara telekomunikasi dengan mempertimbangkan aspek-aspek teknis dan prinsip penggunaan menara bersama, dan pemberian sanksi administratif berupa teguran, peringatan, pengenaan denda, atau pencabutan izin sesuai dengan perundang-undangan. Peraturan Bersama Menteri Dalam Negeri, Menteri Pekerjaan Umum, Menteri Komunikasi dan Informatika, dan Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal, No 18, 7, 19, 3 Tahun 2009 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Bersama Menara Telekomunikasi, merupakan peraturan yang lebih detil mengenai menara bersama. Beberapa aturan yang tersurat dalam peraturan bersama ini antara lain memberikan waktu tenggat selama dua tahun bagi menara yang sudah berdiri untuk beralih ke konsep menara bersama, tidak diperbolehkannya monopoli menara bersama di satu wilayah, pemberian kesempatan yang sama untuk semua operator telekomunikasi pada satu menara bersama, dan memprioritaskan menara telekomunikasi eksisting sebagai menara bersama apabila berada di lokasi yang telah sesuai dengan rencana tata ruang wilayah. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) adalah rencana tata ruang yang bersifat umum dari suatu wilayah, yang merupakan penjabaran dari RTRW provinsi, dan yang berisi tujuan, kebijakan,

strategi penataan ruang suatu wilayah, rencana struktur ruang suatu wilayah, rencana pola ruang suatu wilayah, penetapan kawasan strategis wilayah, arahan pemanfaatan ruang suatu wilayah, dan ketentuan pengendalian pemanfaatan ruang suatu wilayah. Untuk Kabupaten Blitar, rencana tata ruang dijabarkan dalam Peraturan Daerah Kabupaten Blitar Nomor 5 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang dan Rencana Wilayah Kabupaten Blitar Tahun 2008-2028.

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Perencanaan Kebutuhan BTS

Dalam melakukan perhitungan kebutuhan BTS yang dibutuhkan dalam masa lima tahun ke depan dan untuk menyediakan layanan seluler dengan kecukupan trafik yang sebanding dengan potensi pelanggan yang mampu meng-cover seluruh area potensial seluler di sebuah area kota atau kabupaten, maka pendekatan yang digunakan adalah menggunakan parameter jumlah penduduk di setiap kecamatan dan menentukan teledensitas penggunaan layanan seluler [1]. Beberapa parameter yang dipergunakan dalam perencanaan jumlah BTS ini ialah:

1. Diasumsikan pelanggan telepon seluler tersebar di seluruh wilayah Kabupaten Blitar, tidak ada pengelompokan pelanggan telepon seluler berdasarkan operator telekomunikasi tertentu pada suatu lokasi.
2. Lama rata-rata panggilan atau menerima panggilan untuk setiap handphone per-hari diasumsikan 2 menit atau setara dengan 33 mErlang.
3. *Grade Of Service* (GOS) = 2%
4. Kapasitas BTS yang digunakan adalah kapasitas rata-rata BTS di Kabupaten Blitar, dengan konfigurasi: menggunakan 3 sektoral antena, dengan susunan TRx 3/3/3, sehingga didapat kapasitas 1 BTS = 44,7 Erlang.

Setelah parameter perencanaan didefinisikan, langkah selanjutnya ialah menghitung kebutuhan BTS untuk beberapa tahun mendatang:

- a. Dari data jumlah penduduk yang telah diperoleh dari proses pengumpulan data, selanjutnya dilakukan prediksi jumlah penduduk pada tahun tertentu (P_t) dengan menggunakan rumus pertumbuhan penduduk secara geometrik (*Geometric Rate of Growth*) - (BPS 2010):

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \dots\dots\dots (1.1)$$

Di mana:

- P_t = jumlah penduduk t tahun
- P_0 = jumlah penduduk awal
- r = tingkat pertumbuhan penduduk
- t = jumlah tahun dari 0 ke t

- b. Dengan asumsi teledensitas seluler sebesar $x\%$, maka dapat diperkirakan jumlah pelanggan seluler sebesar:

$$P = x\% \times P_t$$

Di mana:

P	=	jumlah pelanggan seluler
$x\%$	=	teledensitas seluler (%)
P_t	=	jumlah penduduk t tahun
*teledensitas yang dipergunakan adalah 56.5% (merupakan teledensitas wilayah jawa timur (Indikator TIK Indonesia, Kemenkominfo 2011)		

- c. Jika diasumsikan setiap pelanggan membangkitkan trafik sebesar β mErlang, maka trafik total yang dibangkitkan oleh semua pelanggan adalah sebesar:

$$T = P \times \beta \times 10^{-3}$$

Di mana:

T	=	total trafik yang dibangkitkan pelanggan seluler (Erlang)
P	=	jumlah pelanggan seluler
β	=	Erlang per-pelanggan (mErlang), sebesar 33 mErlang.

- d. Jumlah BTS yang dibutuhkan untuk melayani jumlah pelanggan (P) adalah total trafik yang dibangkitkan pelanggan (T) dibagi dengan kapasitas 1 BTS (A):

$$B = T / A$$

Di mana:

B	= jumlah kebutuhan BTS
T	= total trafik yang dibangkitkan pelanggan seluler (Erlang)
A	= kapasitas 1 BTS

e. Jumlah menara bersama telekomunikasi adalah jumlah BTS hasil perhitungan (B) dibagi 3 (dibulatkan ke atas):

$$M = B / 3$$

Di mana:

M	= jumlah menara bersama telekomunikasi
B	= jumlah kebutuhan BTS
3	= 1 menara bersama menampung 3 BTS

Optimasi Penempatan Menara Bersama Telekomunikasi Menggunakan Algoritma Genetika

Proses penempatan lokasi menara bersama telekomunikasi dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan nilai pada tiap-tiap titik kandidat yang berasal dari titik menara eksisting dan titik rencana tata ruang wilayah. Perhitungan pemberian nilai adalah sebagai berikut:

1) Titik Menara Eksisting

- Nilai ketinggian menara
 1. Ketinggian 41m - 50m = 0,250
 2. Ketinggian 51m - 60m = 0,500
 3. Ketinggian 61m - 70m = 0,750
 4. Ketinggian 71m - 80m = 1,000

- Nilai jumlah BTS yang terpasang

1. 1 BTS = 0,330
2. 2 BTS = 0,500
3. >=3 BTS = 1,000

- Nilai prioritas = nilai ketinggian menara + nilai jumlah bts yang terpasang

2) Titik Alternatif Berdasarkan Tata Ruang Wilayah

- Nilai Prioritas

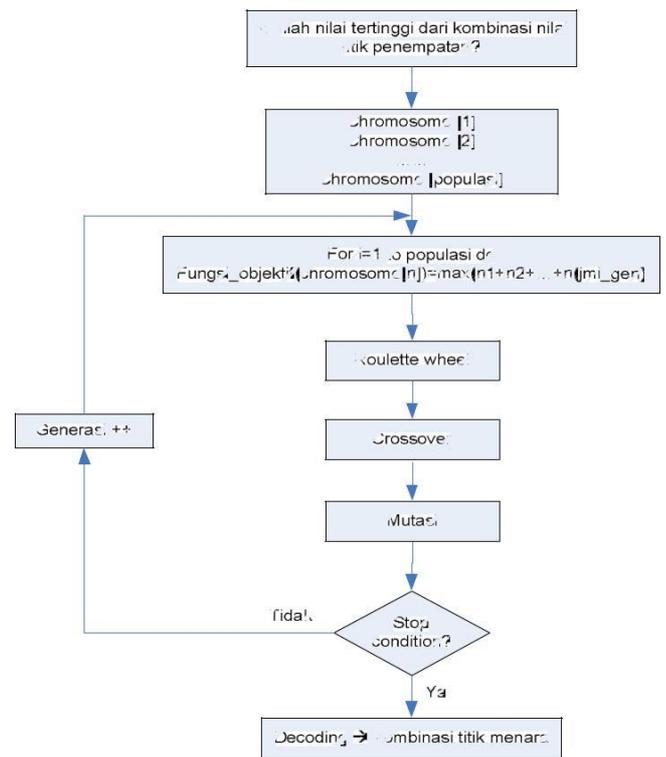
1. Kawasan sosio-kultural = 0,063
2. Kawasan pariwisata = 0,125
3. Kawasan industri = 0,188
4. Pusat pemerintahan = 0,250

5. Kawasan strategis ekonomi = 0,313
6. Pusat pemerintahan = 0,375
7. Pusat pelayanan = 0,438
8. Pemukiman (kelurahan) = 0,500

3) Total Nilai

- Nilai jarak terdekat antar titik = jarak terdekat / total jarak terdekat
- Total Nilai = (2 x nilai prioritas) + nilai jarak

Proses algoritma genetika dilakukan dengan jumlah gen per-chromosome = jumlah menara bersama telekomunikasi hasil perencanaan. Proses algoritma genetika akan berjalan sebanyak jumlah generasi yang sudah ditentukan. Flowchart proses optimalisasi penempatan menara bersama telekomunikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Optimasi Penempatan Menara Bersama Telekomunikasi

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Perencanaan Kebutuhan BTS

Jumlah BTS yang dibutuhkan untuk melayani pengguna seluler merupakan hasil pembagian antara total trafik yang dibangkitkan pelanggan seluler dalam satuan Erlang dibagi dengan kapasitas 1 BTS yang terdapat pada wilayah tersebut. Sebagaimana dijelaskan pada bab sebelumnya, kapasitas BTS yang dipergunakan

adalah kapasitas rata-rata BTS yang ada di Kabupaten Blitar. Kapasitas 1 BTS dengan konfigurasi 3 antena sektoral yang didukung oleh 3 TRX per-antena, adalah 44,7 Erlang. Untuk memenuhi kebutuhan menara telekomunikasi guna mengakomodasi peletakkan BTS, maka ditentukan jumlah kebutuhan menara bersama telekomunikasi. Menara bersama telekomunikasi akan menampung minimal 3 telco operator atau 3 BTS. Jadi untuk mendapatkan jumlah jumlah menara bersama telekomunikasi adalah dengan membagi jumlah BTS hasil perhitungan perencanaan dengan bilangan 3 (dibulatkan ke atas). Hasil perencanaan kebutuhan BTS dan menara telekomunikasi bersama dapat di lihat pada Tabel I di bawah ini.

Tabel I.

Hasil Perencanaan Kebutuhan BTS dan Menara Bersama Telekomunikasi

Kecamatan	Prediksi Jml. Penduduk 2017 (Rumus BPS)	Pengguna Seluler (teledensitas 56,5%)	Kebutuhan Trafik Pelanggan (perpelanggan 33mE)	Jml. Sel (BTS 44.7 Er)	Jml. Mnr Bersama
Bakung	41,147	23,248	767.19	18	6
Wonotirto	58,841	33,245	1,097.08	25	9
Panggungrejo	63,388	35,814	1,181.86	27	9
Wates	47,308	26,729	882.05	20	7
Binangun	68,016	38,429	1,268.17	29	10
Sutojayan	76,247	43,080	1,421.63	32	11
Kademangan	101,688	57,454	1,895.97	43	15
Kanigoro	114,839	64,884	2,141.18	48	16
Talun	93,029	52,561	1,734.52	39	13
Selopuro	63,393	35,817	1,181.96	27	9
Kesamben	80,863	45,687	1,507.69	34	12
Selorejo	57,762	32,635	1,076.97	25	9
Doko	63,829	36,064	1,190.10	27	9
Wlingi	82,098	46,385	1,530.72	35	12
Gandusari	107,091	60,506	1,996.70	45	15
Garum	98,963	55,914	1,845.16	42	14
Nglegok	104,474	59,028	1,947.91	44	15
Sanankulon	82,867	46,820	1,545.05	35	12
Ponggok	148,358	83,823	2,766.14	62	21
Srengat	94,009	53,115	1,752.79	40	14
Wonodadi	73,238	41,380	1,365.53	31	11
Udanawu	62,265	35,180	1,160.92	26	9
Jumlah	1,783,713	###	33,257.32	754	258

Sebagaimana diatur dalam SKB 4 Menteri tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Bersama Telekomunikasi, bahwa penentuan titik menara bersama telekomunikasi harus memperhatikan menara eksisting dan rencana tata ruang wilayah. Maka dalam penelitian ini, penentuan titik menara bersama telekomunikasi menggunakan titik-titik koordinat menara eksisting dan titik-titik koordinat alternatif penempatan menara bersama berdasarkan kelompok kebijakan strategis tata ruang wilayah. Pada penelitian ini, proses penentuan titik menara bersama telekomunikasi disimulasikan terhadap 5 wilayah kecamatan yaitu Kanigoro, Sutojayan, Talun, Garum, dan Selopuro. Sesuai dengan hasil perencanaan, total kebutuhan menara bersama telekomunikasi pada 5 kecamatan tersebut adalah 63 menara. Terdapat 125 titik potensial penempatan menara yaitu 50 titik menara eksisting dan 75 titik berdasarkan tata ruang wilayah. Perbandingan jumlah titik alternatif penempatan Menara Bersama Telekomunikasi dengan jumlah kebutuhan Menara Bersama Telekomunikasi pada 5 wilayah kecamatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

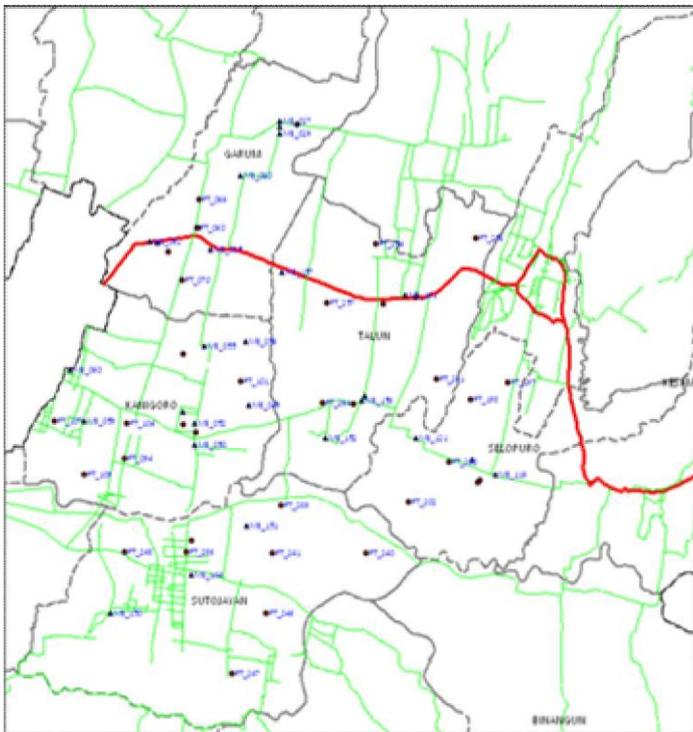
Tabel 2.

Perbandingan jumlah titik alternatif penempatan menara bersama telekomunikasi dengan jumlah kebutuhan menara bersama telekomunikasi pada 5 wilayah kecamatan

Kec.	Luas (km ²)	Kebutuhan Mnr. 2017	Potensial Titik Mnr.		
			Eksisting	RTRW	+/-
Sutojayan	44.2	11	9	14	-12
Kanigoro	55.55	16	13	20	-17
Talun	49.78	13	11	18	-16
Selopuro	39.29	9	7	11	-9
Garum	54.56	14	10	12	-8
Total	243,38	63	50	75	-62

Sesuai dengan hasil pengumpulan data titik menara eksisting dan titik alternatif berdasarkan rencana tata ruang, sebelum dilakukan proses algoritma genetika, data akan diolah dengan memberikan bobot nilai pada setiap titik alternatif penempatan menara bersama telekomunikasi dengan parameter ketinggian menara, jumlah BTS yang terpasang, jarak antar menara dan atau titik alternatif, dan prioritas titik potensial berdasarkan rencana tata ruang wilayah. Setelah didapat bobot nilai, maka data dapat diambil untuk proses penentuan titik menara. Data yang diproses dalam algoritma genetika dapat dilihat pada bagian lampiran. Proses algoritma genetika dijalankan dengan beberapa parameter yaitu jumlah iterasi 150, jumlah populasi 125, jumlah gen 63, menggunakan seleksi *roulette wheel*,

crossover rate 25% dan *mutation rate* 10%. Setelah proses algoritma genetika dijalankan, proses berhenti pada iterasi ke 112 dengan nilai fitness rata-rata 1,8570. Setelah dilakukan proses decoding, maka didapat titik-titik penempatan Menara Bersama Telekomunikasi. Dari hasil proses algoritma genetika telah terpilih 63 titik penempatan menara bersama telekomunikasi dengan komposisi 26 titik menara eksisting dan 37 titik alternatif penempatan menara berdasarkan rencana tata ruang wilayah. Dari titik-titik yang terpilih dapat dilihat bahwa 70% titik terpilih berada di tepi jalan yang merupakan sarana mobilitas penduduk. Terdapat beberapa titik yang saling berdekatan dalam satu kelompok, misalkan di wilayah Kecamatan Kanigoro. Titik-titik tersebut terkumpul di area persimpangan jalan utama kecamatan yang dekat dengan pusat kesehatan, pusat perbelanjaan, sekolah, kantor pemerintahan, pusat peribadatan, dan pasar tradisional. Selain itu, di area titik-titik tersebut juga padat penduduk dan padat bangunan. Sedangkan pemetaan titik potensial penempatan menara bersama telekomunikasi merupakan hasil proses algoritma genetika pada perangkat lunak MapInfo. Plotting titik menara dapat dilihat pada Gambar 4.

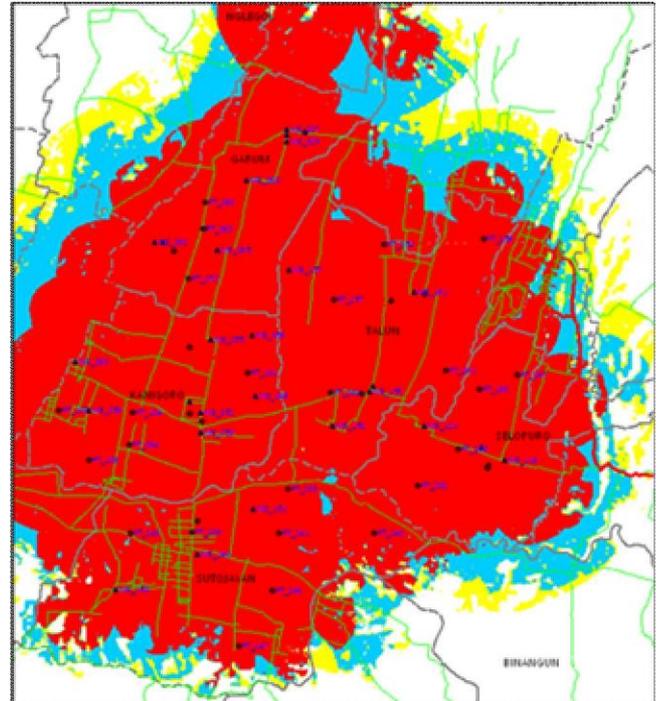


Gambar 4.

Hasil Pemetaan Titik Potensial Penempatan Menara Bersama Telekomunikasi

Sedangkan hasil prediksi *coverage area* pemetaan coverage titik menara hasil penempatan algoritma genetika pada 5 kecamatan setelah diinput pada perangkat lunak Radio Cellular Frequency Planning

(RadEn 2.0) (RadEn 2.0) dapat dilihat pada Gambar 5. Dari hasil pemetaan *coverage* dapat dilihat bahwa hasil penempatan titik menara telekomunikasi telah menjangkau 5 wilayah kecamatan sampel, terutama di daerah-daerah keramaian dengan kondisi jalan utama, jumlah ruas jalan lebih dari satu dan area persimpangan jalan. Terdapat penumpukan *coverage area* pada titik-titik padat penduduk dan pusat keramaian. Penumpukan coverage ini mengindikasikan bahwa daerah-daerah tersebut memerlukan kapasitas trafik yang lebih besar.



Gambar 5.

Prediksi Coverage Menara Bersama Telekomunikasi Hasil Penempatan

Penutup

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Algoritma genetika dapat dipergunakan untuk mengoptimalkan lokasi menara telekomunikasi bersama dengan memilih titik-titik penempatan terbaik dari titik menara eksisting dan titik alternatif berdasarkan rencana tata ruang wilayah.

Hasil optimasi menggunakan algoritma genetika pada 5 kecamatan, telah terpilih 63 titik dari 125 titik alternatif penempatan menara. Komposisi titik menara terpilih adalah 26 titik menara eksisting dan 37 titik menara alternatif berdasarkan tata ruang wilayah.

Berdasarkan perencanaan kebutuhan BTS hingga tahun 2017, untuk melayani pelanggan dengan

perkiraan kapasitas trafik 33.257 Erlang, wilayah Kabupaten Blitar dibutuhkan 754 BTS yang ditopang oleh 258 menara bersama telekomunikasi dan tersebar di seluruh wilayah kecamatan.

Agar diperoleh hasil yang lebih maksimal, maka beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

Jumlah BTS dan menara bersama telekomunikasi yang diperoleh bergantung pada parameter jumlah penduduk, pengguna telepon seluler, dan total trafik pelanggan, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perencanaan jaringan dari spesifikasi alat dan parameter input jaringan secara teknik dengan mempertimbangkan daya pancar, daya terima, *path loss*, sensitivitas alat, dan lain-lain.

Untuk melakukan optimasi penempatan menara bersama telekomunikasi dengan menggunakan algoritma genetika, perlu dilakukan pengembangan dengan menambah variabel penilaian fitness seperti persebaran pengguna seluler dan *coverage area*.

Daftar Pustaka

- Arisandi, Doni. (2009). Master Plan Tower Terpadu Pemerintah Daerah. Sidoarjo: PT. Devan Telemedia.
- Dewi, Sri K. (2003). Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2011), Indikator TIK Indonesia 2011. Jakarta: Kementerian Kominfo.
- Michalewicz, Zbigniew. (1996), "Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs", Springer-Verlag, 1996.
- Pohlheim, Hartmut. (2012), GEA Toolbox: "Genetic and Evolutionary Algorithms: Principles, Methods, and Algorithms", <http://www.geatbx.com/docu/alindex.html>.
- Rappaport, Theodore S. (1996). Wireless Communication, Principle and Practice. New Jersey: Prentice Hall Inc..
- Wahid, Fathul. (2004). Dasar-Dasar Algoritma dan Pemrograman. Yogyakarta: Andi.
- Wibisono G., Usman UK., Hantoro G. D. (2008). Konsep Teknologi Seluler. Bandung: Informatika..

