

REALISASI CO-LOCATION TOWER/SITE BTS DI MALANG RAYA

Aisah

Abstrak: Pertambahan jumlah operator selular di Malang raya akan menambah jumlah *tower BTS* hal tersebut tidak efisien dan melanggar RTRW, KKOP dan bahaya radiasi, *co-location tower/site BTS* dari berbagai operator untuk mengatur dan mengurangi jumlah *tower dan site BTS*. *Co-location* berdasarkan data *tower/site BTS existing* untuk memperoleh jenis morfologi berdasarkan referensi nilai radius dari *link budget*, data morfologi untuk menentukan titik optimal kandidat *tower/site BTS co-location*, investigasi *tower/site BTS co-location* dengan *software CE4* untuk prediksi *coverage area* dan *final plotting* untuk penempatan *tower/site BTS co-location*. Hasil perhitungan *link budget* nilai radius sel untuk morfologi *urban* antara 1,4-1,8 km, *sub urban* antara 3,1-5,15 km dan *rural* antara 7,9-12,7 km. Kebutuhan *coverage area* daerah *urban* 9 *site*, *sub urban* 14 *site* dan *rural* 9 *site*, dan hasil *co-location* adalah mengatur lokasi dan mengurangi jumlah *site BTS* menjadi 32 (satu *site* dapat didirikan 2 *tower BTS* yang digunakan bersama oleh semua operator, dan total *tower BTS* untuk *co-location* sejumlah 64).

Kata kunci: *BTS existing, morfologi, dan co-location*

Abstract: Increasing number of cellular operator in Malang area will increase number of *BTS Tower*, that is inefficient and cause uncertain city planning, radiation effect. *Co-location* of *tower/BTS site* from various operator in order to reduce the number of *site and tower of BTS*. *Co-location* based on existing *BTS* for getting the morphology type to locate optimal position for *BTS tower/site* by using *CE4* software to investigate *BTS tower/site co-location* to predict the coverage area and the final plotting of the *BTS collocation*. From the *link budget* of the cell radius of urban morphology is between 1,4-1,8 km, sub urban morphology is between 3,1-5,15 km, and rural morphology is between 7,9-12,7 km, the demand of coverage area for urban is 9 sites, 14 sites for sub urban, whereas the rural is 9 sites, and from the collocation the number of *BTS* become 32 and its is relocated (1 site used by all cellular operator, totally the number of *co-location BTS* is 64)

Keywords: *Existing BTS, morphology, and co-location*

Bertambahnya operator selular diiringi dengan peningkatan jumlah *tower/site BTS* di Malang raya, pembangunan *BTS* tanpa perencanaan yang tepat akan menimbulkan pelanggaran terhadap RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah), KKOP (Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan), bahaya radiasi, interferensi dan kerumitan penataan jaringan transmisi gelombang radio. Realisasi *Co-location tower/site BTS* untuk mengatur penempatan dan mengurangi jumlah *tower/site BTS* di Malang raya, *tower/site BTS* semua operator didirikan di satu titik dan digunakan secara bersama. Perencanaan *co-location tower/site BTS*,

meliputi:

- 1) Perhitungan *link budget*.
- 2) Penentuan jenis morfologi *tower/site BTS* di Malang raya.
- 3) Penentuan titik optimal kandidat *site BTS co-location*.

Co-location dilakukan di area Malang raya, terdiri dari empat operator GSM/DCS dan dua operator CDMA.

Tujuan *co-location tower/site BTS*, untuk:

- 1) Memperoleh nilai radius sel pada setiap jenis morfologi.
- 2) Mengelompokkan jenis morfologi setiap *tower BTS*.
- 3) Mendirikan dan menempatkan *site BTS co-location*.

Metode Perencanaan

Perencanaan melalui proses:

- 1) Survei *tower/site BTS existing*.
- 2) *Plotting data BTS existing* menggunakan *software map info* dan peta digital Malang, untuk memperoleh titik *site BTS co-location* yang optimal.
- 3) Pengukuran kualitas sinyal *co-location* dengan *software CE4* untuk mengetahui *coverage*.

Sistem Komunikasi Bergerak

Sistem komunikasi bergerak di Indonesia adalah *GSM, DCS* dan *CDMA*.

1) GSM/DCS

GSM (Global System for Mobile Communication) dan *DCS (Digital Cellular System)* adalah sistem komunikasi bergerak secara *wireless* yang berstandar global untuk komunikasi secara digital. *GSM* mempunyai frekuensi *uplink* 890-915 MHz dan *downlink* 935-960 MHz, spasi *carrier* 200 kHz, sehingga jumlah kanal radio 125 *RFC*. Dan *DCS* mempunyai frekuensi *uplink* 1710-1785 MHz dan *downlink* 1805-1880 MHz, spasi *carrier* 200 kHz, sehingga jumlah kanal radio 375 *RFC*.

2) CDMA

CDMA (Code Division Multiple Acces) adalah teknologi *spread spectrum*, yang menyebarkan informasi ke *bandwidth* 1,25 MHz dari sinyal aslinya. *CDMA* memisahkan panggilan pengguna satu dengan lainnya menggunakan kode, dan *bandwidth CDMA* dapat digunakan semua sel, sehingga meningkatkan jumlah kanal dan kapasitas sistem. Frekuensi *CDMA* sesuai standarnya, untuk IS-95A frekuensi *uplink* 824-849 MHz dan *downlink* 869-894 MHz, spasi kanal radio 1,25 MHz dan *chip rate* 1,2288 Mcps. Dan IS-95B frekuensi *uplink* 1850-1910 MHz dan *downlink*

1930-1990 MHz, spasi kanal radio 1,25 MHz dan *chip rate* 1,2288 Mcps

2.2. Infrastruktur GSM/DCS

Infrastruktur GSM/DCS terdiri dari:

1) MS (*Mobile Station*)

MS adalah terminal pelanggan (*user*) untuk melakukan komunikasi. *MS* terdiri dari *Mobile Equipment (ME)/Handphone (HP)* dan *Subscriber Identification Module (SIM)*. *SIM* menyimpan seluruh informasi *user* dan beberapa *feature GSM*, antara lain *Authentication Key (ki)*, Algoritma A3 (otentikasi) dan A8 (*cipher key*), *IMSI* dan *TMSI*, *Service* tambahan dan *Personal Identity Number (PIN)*.

2) BTS (*Base Transceiver Station*)

BTS adalah *transceiver* yang memberi layanan sinyal kepada pelanggan, *BTS* menyiapkan kanal untuk pelanggan, dan berkomunikasi dengan *MS* menggunakan *Air-interface*.

3) BSC (*Base Station Controller*)

BSC mengontrol beberapa *BTS* yang dicover agar komunikasi dapat berlangsung. *BSC* berfungsi untuk *locating, handover, frekuensi hopping dan dynamic power control*.

4) MSC (*Mobile Service Switching Center*)

MSC melakukan fungsi *switching*, mengatur *A-interface*, sebagai penghubung antar jaringan GSM atau dengan sistem lain melalui *Internetworking Function (IWF)*.

Infrastruktur sistem *CDMA* hampir sama dengan *GSM/DCS* yang membedakan adalah *coverage areanya*.

2.3. Jenis Antena BTS

1) Antena *Omnidirectional*

Pola pancar sinyal ke segala arah dengan daya sama besar, penempatan antena di pusat sel, untuk daerah yang luas, jumlah sel

sedikit dan distribusi pelanggan menyebar dan jumlah *BTS* sedikit.

2) Antena *Directional*

Pola pancaran tertentu, penempatan *BTS* di sudut sel atau di tengah sel, untuk jumlah pelanggan banyak dan trafik padat, sudut sektorisasi 60 dan 120 dan jumlah antenna lebih banyak.

2.4. Propagasi Gelombang Radio

Propagasi gelombang radio pada sistem *GSM/DCS* dan *CDMA*, antara *MS* dan *BTS* atau sebaliknya adalah melalui ruang bebas sehingga rentan terhadap rugi-rugi lintasan, karena adanya pepohonan, perumahan, gedung, perbukitan atau pegunungan. Rugi-rugi propagasi gelombang berupa *path loss*, *shadowing*, *multipath*, *fading*, *delay spread* dan *doppler shift*. Parameter tersebut diperhitungkan dalam perhitungan link budget dalam formula Okumura-Hatta.

2.5. Jenis Morfologi

Morfologi area dibagi 3 jenis:

1) Daerah *Urban*

Daerah *urban* ditandai adanya gedung tinggi dan padat penduduk, jalan-jalan yang sempit dan terdapat sedikit pepohonan, dan penghalang sinyal antara *MS* dan *BTS* tingginya lebih dari 20 meter.

2) Daerah *Sub urban*

Daerah *sub urban* adalah peralihan morfologi *urban* dan *rural* dengan jumlah penduduk yang tidak terlalu padat, ditandai dengan pemukiman penduduk yang berderet, sebelah-menyebelah atau gabungan, terdapat pohon tinggi atau penghalang dengan tinggi antara 10–20 meter.

3) Daerah *Rural*

Daerah *rural* umumnya adalah daerah pedesaan dengan jumlah penduduk sedikit dan tersebar, jumlah bangunan

belum padat, aktivitas penduduk rendah, bangunan rendah kurang dari 10 meter.

2.6. Link Budget

Perhitungan *link budget* untuk memperoleh nilai radius sel, berdasarkan parameter daya *MS* dan *BTS*, dan rugi propagasi gelombang. Untuk *GSM/DCS* dan *CDMA* menggunakan model *Okumura-Hatta*. Pada *range* frekuensi 400-1500 MHz, menggunakan formula sebagai berikut:

1) Daerah *urban*

$$L_{\text{path}} = C1 + C2 \log f - 13.82 \log h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log R \text{ (dB)} \quad [1]$$

$$a(h_m) = (1.1 \log f - 0.7) h_m - (1.56 \log f - 0.8) \quad [2]$$

Dengan jari-jari sel:

$$R = 10^a \quad [3]$$

Dan:

$$a = \frac{13.82 \log hb - C2 - C1 - a(hm)}{[44.9 - 6.55 \log hb]} \quad [4]$$

2) Daerah *sub urban*

$$L_{\text{path}} = L_{\text{path}}(u) - 2[\log(f/28)]^2 - 5.4 \text{ (dB)} \quad [5]$$

$$\text{Dengan jari-jari sel: } R = 10^a \quad [6]$$

Dan:

$$a = \frac{1382 \log hb - C2 - C1 - a(hm) - C_m + 2[\log f / 28]^2 + 5.4}{[449 - 6.55 \log hb]} \quad [7]$$

3) Daerah *rural*

$$L_{\text{path}} = L_{\text{path}}(u) - 4.78[\log f^2 + 8.33 \log f - 40.94] \text{ (dB)} \quad [8]$$

$$\text{Dengan jari-jari sel: } R = 10^a \quad [9]$$

Dan:

$$a = \frac{1382 \log hb - C2 - C1 - a(hm) - C_m + 4.78[\log f^2 + 8.33 \log f - 40.94]}{[449 - 6.55 \log hb]} \quad [10]$$

[10]

Keterangan :

h_b : tinggi antenna *BTS* (m)

h_m : tinggi antenna *MS* (m)

f : frekuensi (MHz)

R : jarak antara *BTS* – *MS* (km)

$C1$: 69.55 untuk $400 < f < 1500$

46.3 untuk $1500 < f < 2000$

$C2$: 26.16 untuk $400 < f < 1500$

33.9 untuk $1500 < f < 2000$

C_m : 3 dB

2.7. Penataan Tower/Site BTS

Penempatan *tower/site BTS* harus sesuai ketentuan, ketetapan dan peraturan yang berlaku, bukan hanya berdasarkan kepentingan teknologi dan ekonomi saja. Berikut adalah acuan penataan *tower/site BTS* yang berlaku di Malang.

2.7.1. RTRW Pemda Malang

RTRW adalah wujud struktural dan pola pemanfaatan ruang wilayah nasional, ruang wilayah Propinsi dan ruang wilayah Kabupaten/Wilayah, yang mencakup kawasan-kawasan perwilayahan, kawasan pedesaan dan kawasan tertentu, baik yang direncanakan maupun tidak, yang menunjukkan hirarki dan keterkaitan pemanfaatan ruang (penyempurnaan rencana tata ruang wilayah kabupaten Malang). RTRW Pemerintah Daerah Malang telah diatur pemanfaatan ruang khusus dan potensial dari segala aspek, seperti penetapan kawasan lindung, kawasan budidaya, kawasan pariwisata, sistem transportasi, rencana pusat pemukiman, pemanfaatan air baku, pengaturan zona kawasan dan sejenisnya. Namun, dalam hal ini belum ada pengaturan tentang tata pendirian *tower*. Maka perencanaan tersebut mengacu dan memperhatikan aturan yang ada, dengan tidak mengganggu atau menyalahi aturan RTRW Pemerintah Daerah Malang.

2.7.2. UU RI No. 36/1999 tentang Telekomunikasi

UU RI No.36/1999 mengatur tentang telekomunikasi di Indonesia.

- 1) Pengguna spektrum frekuensi radio dan orbit satelit wajib mendapat izin pemerintah.

- 2)Penggunaannya harus sesuai peruntukannya dan tidak saling mengganggu.
- 3)Pemerintah melakukan pengawasan dan pengendalian penggunaan spektrum frekuensi radio dan orbit satelit.
- 4)Kewajiban bagi pengguna spektrum frekuensi radio dan orbit satelit untuk membayar biaya penggunaan frekuensi.
- 5)Perangkat telekomunikasi memperhatikan persyaratan teknis dan berdasarkan izin.
- 6)Persyaratan teknis perangkat diatur dengan Peraturan Pemerintah.

2.7.3. Keputusan Dirjen Postel 23/Dirjen/2004

Keputusan Dirjen Postel 23/Dirjen/2004 mengatur tentang persyaratan teknis alat dan perangkat jaringan GSM/DCS.

3. Perencanaan Co-Location Tower/Site BTS

Tahapan *co-location tower/site BTS*:

3.1. Survey BTS Existing

Survey BTS existing adalah mencari data berupa nama *BTS* dan jumlah *BTS* (dari enam operator selular berjumlah 168), koordinat, tinggi *tower*, sektorisasi antena, *azimuth* antena, dan tinggi antena *microwave* di Malang raya.

3.2. Perhitungan Link Budget

Perhitungan *link budget* menggunakan model *Okumura-Hata* untuk memperoleh nilai radius sel pada klasifikasi daerah *urban*, *sub urban* dan *rural*. Hasil lengkap dalam Tabel 1.

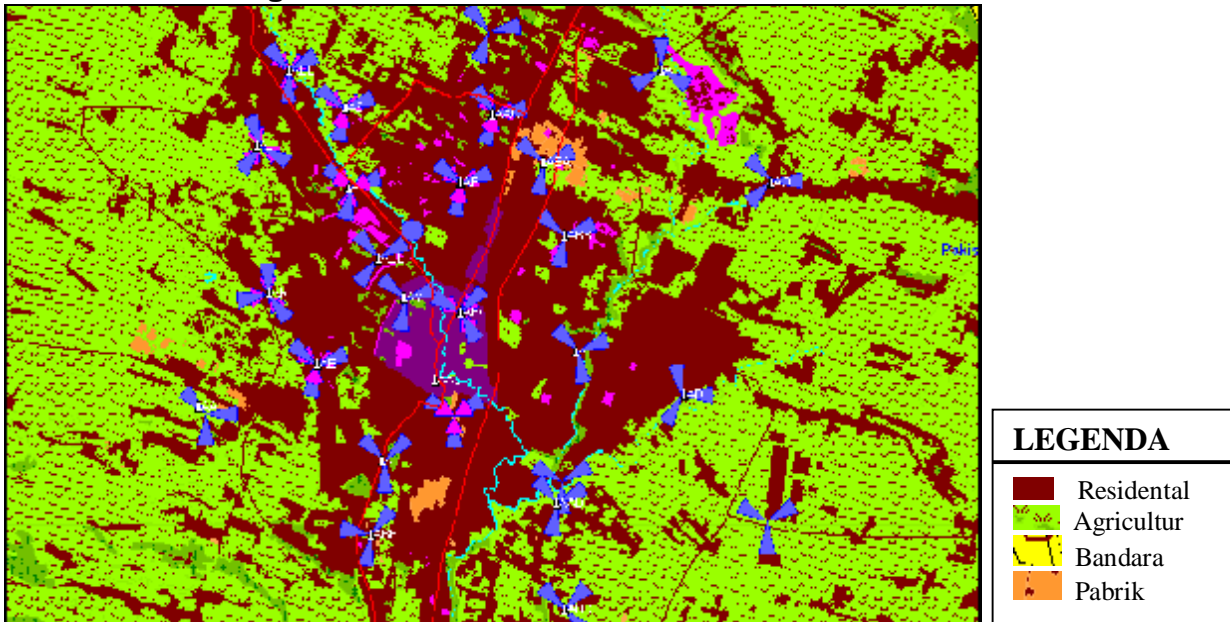
Tabel 1. Klasifikasi radius sel *BTS*

| Sistem | Morfologi | | |
|--------|-----------|-----------|-------|
| | Urban | Sub Urban | Rural |
| | | | |

| | (km) | (km) | (km) |
|------|------|------|------|
| GSM | 1,8 | 4,2 | 12,7 |
| DCS | 1,4 | 3,1 | 7,9 |
| CDMA | 1,4 | 5,15 | 8,02 |

Klasifikasi morfologi *BTS existing* di Malang raya dengan cara *Plotting BTS* menggunakan *software map info 7.5* dan *file* peta digital kota Malang, setiap operator dibedakan tiap *frame*.

3.3. Klasifikasi Morfologi



Gambar 1. Hasil *plotting site existing* dan *azimuth* operator A*)

*) *Software Map Info*

Hasil *plotting* diperoleh nilai radius sel tiap *BTS* (nilai jarak antar *BTS existing* dibagi dua lalu dikurangi 20-30% untuk toleransi *overlapping sel*). Nilai radius sel tersebut diklasifikasikan berdasarkan morfologi *link budget* dalam Tabel 1. Hasil *plotting* menunjukkan:

1) Operator A

Jumlah *BTS* operator A di Malang adalah 21. Morfologi *urban* berjumlah 10 *BTS*, meliputi: *BTS* (AJ/Tlogomas, ABD/Tlogomas, AZ/Sukarno Hatta, AB/Dinoyo, ABE/Veteran, AY/Ijen, ABC/JA Suprpto, AAL/Basuki Rahmat, AH/Sukun dan ABF/Sukun), dan sub urban, meliputi: *BTS* (AP/Arjosari, AC/Sulfat, AQ/JI. Raya Wendit, AD/Kedungkandang, AAN/Karangploso, AU/Jetis, AAE/Kebon Agung, AAC/Gadang)

2) Operator B

Jumlah *BTS* operator B di Malang

Raya berjumlah 41. Dengan cara yang sama, jenis morfologi *urban* berjumlah 22 *BTS*, dan morfologi *sub urban* berjumlah 19 *BTS*.

3) Operator C

Jumlah *BTS* operator C di Malang raya berjumlah 14. Dengan cara yang sama, jenis morfologi *urban* berjumlah 5 *BTS* dan morfologi *sub urban* berjumlah 9 *BTS*.

3.4. Penentuan titik optimal kandidat *co-location*

Penentuan titik optimal *co-location site* berdasarkan *coverage area*, lokasi *BTS existing* tidak dijadikan sebagai acuan untuk menentukan titik optimal kandidat *site*, namun sebagai bahan pertimbangan. Operator baru cenderung mendirikan *BTS* di dekat operator lain yang sudah ada. Titik referensi biasanya

menggunakan tiga operator terbesar di Indonesia berdasarkan hasil plotting. *Coverage area BTS existing* sebagai referensi untuk menentukan arah *azimuth co-location*, berdasarkan potensi *demand*, seperti daerah perumahan, pendidikan, pabrik, *main road*, tempat wisata, dan pertokoan. Dan daerah yang tidak tercover *BTS existing* adalah daerah yang tidak potensi *demand*, seperti daerah persawahan, pegunungan, atau pedesaan. Gambar 1, adalah *plotting site existing* dan *azimuth*, untuk operator A.

Penentuan titik optimal kandidat *site* menggunakan referensi di pusat kota, jarak antara titik referensi dengan titik yang lain berdasarkan nilai radius sel pada setiap jenis morfologi. Untuk kotamadya Malang adalah *urban* dan *sub urban* sedangkan daerah Kabupaten Malang adalah *Rural*. Pertimbangan yang lain adalah lokasi *demand*, kecenderungan penumpukan lokasi *BTS*, dan *main road* (Malang-Pasuruan, Malang-Batu, Malang-Kepanjen, Kepanjen-Gondang Legi, Gondang Legi-Turen) harus ter-cover sinyal. Operator seluler di Malang terdapat 3 sistem dan 6 operator, sehingga satu *site*

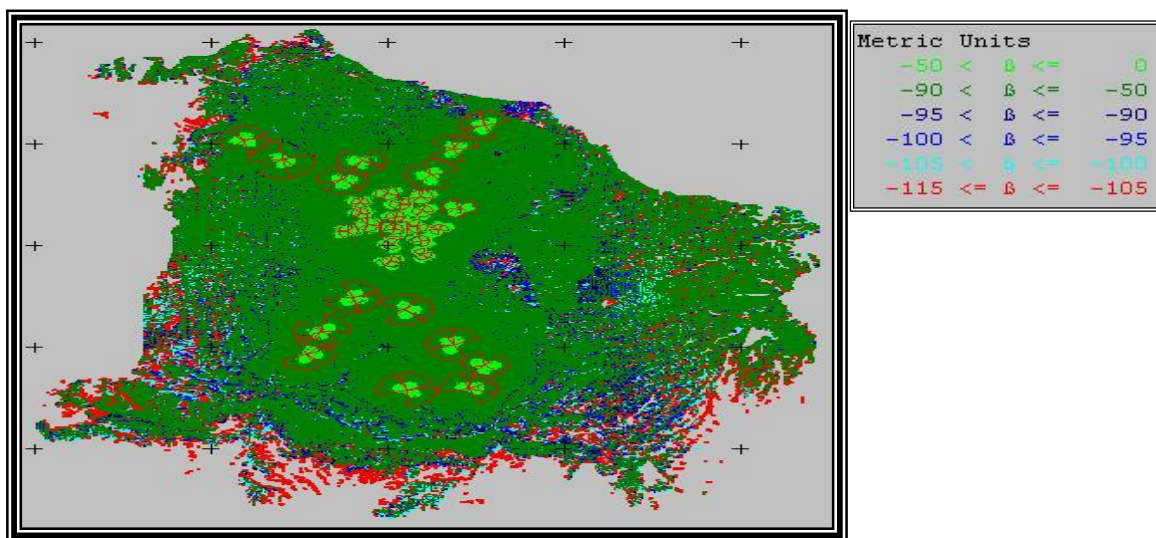
co-location BTS terdapat beberapa antena untuk beberapa sistem dan beberapa operator. Ditinjau dari segi estetika dan kemampuan *tower*, sebuah *tower* maksimal mampu dipakai untuk 3 operator. Hasil *plotting map* info diperoleh *co-location site*, dalam Tabel 2.

5. Investigasi Site

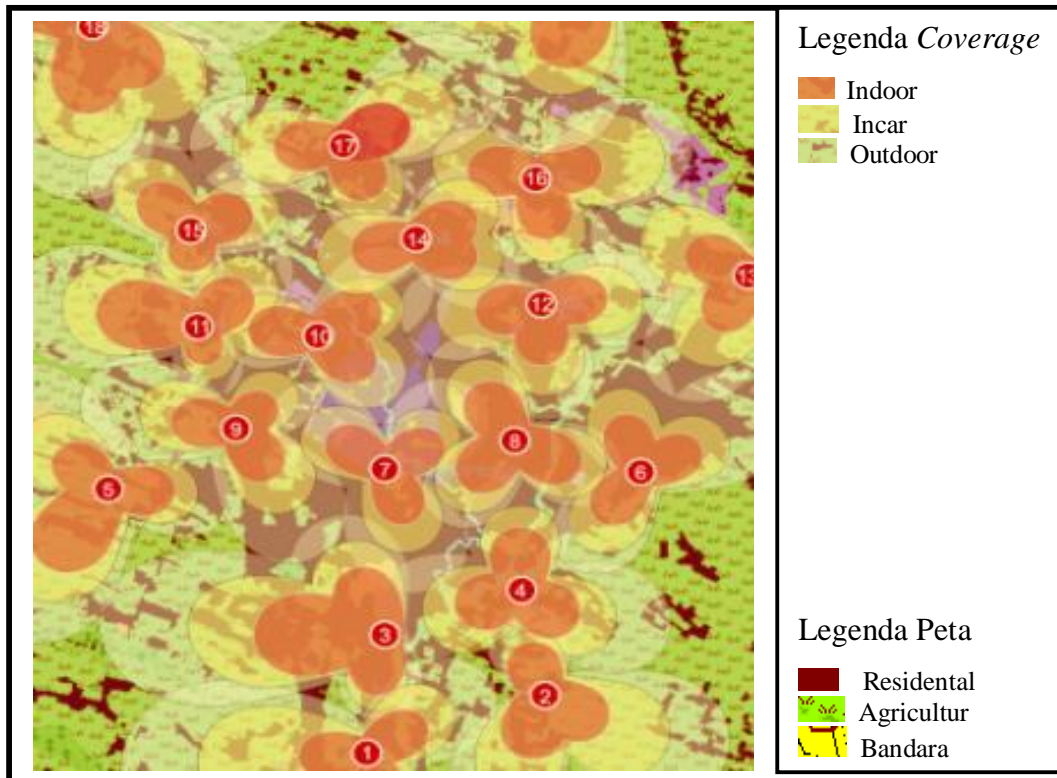
Co-location site memerlukan lahan kosong minimal seluas 15x15 meter dan akses jalan menuju lokasi *site* untuk mempermudah *maintenance BTS*. Prediksi luas *coverage co-location site BTS* menggunakan *software CE4*. Dengan memasukkan parameter-parameter: arah *azimuth*, tinggi antena dan titik koordinat. Hasil tampilan *CE4* berupa luas *coverage* dan level daya terima *MS* seluruh *site*, sehingga level kualitas sinyal dapat ditampilkan seperti dalam Gambar 2.

6. Final Plotting

Final plotting adalah penempatan *site BTS co-location*, yang ditampilkan dalam Gambar 3, menggunakan *map info* berdasarkan radius sel *BTS*



Gambar 2. Hasil generate coverage CE4*)
*) Software CE4



Gambar 3. Hasil *Plotting* prediksi coverage kotamadya Malang*)
 *) *Software Map Info*

4. Pembahasan

Pembahasan hasil *co-location site BTS, link budget* diperoleh nilai radius untuk morfologi *urban, sub urban* dan *rural*, dalam Tabel 1. Pengelompokan jenis morfologi setiap *BTS existing* menggunakan *software map info* dan peta digital, menggunakan referensi nilai radius dalam Tabel 1, kebutuhan *coverage area* morfologi *urban* sebanyak 9 *site*, *sub urban* 14 *site*, dan *rural* 9 *site*. Wilayah daerah *urban* adalah otamadya Malang, *sub urban* adalah perbatasan kotamadya dan kabupaten Malang, dan *rural* adalah kabupaten Malang. Data survei dari 4 operator *GSM/DCS* dan 2 operator *CDMA*, diperoleh jumlah *BTS* di Malang raya sebanyak 168. Realisasi *co-location site BTS* untuk mengatur lokasi *site* dan mengurangi jumlah *BTS* menjadi 32 *site* (satu *site* dapat didirikan dua *tower BTS* yang digunakan secara bersama oleh semua operator), sehingga jumlah total *tower BTS* yang didirikan untuk *co-location*

adalah 64. Hasil perencanaan tersebut dapat digunakan master plan oleh pemda Malang untuk mengeluarkan UU tentang pendirian *tower BTS*. Penempatan *tower* mengacu titik lokasi dalam tabel 2. Toleransi pergeseran radius titik *site* adalah 250 meter untuk daerah *Urban* dan 500 meter untuk *sub Urban* dan *Rural*.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari perencanaan tersebut:

- 1) Nilai radius untuk morfologi *urban* antara 1,4-1,8 km, *sub urban* antara 3,1-5,15 km, dan *rural* antara 7,9-12,7 km.
- 2) Pengelompokan morfologi untuk daerah *urban* 9 *site*, *sub urban* 14 *site* dan *rural* 9 *site*. Masing-masing daerah *urban* di kotamadya Malang, *sub urban* di perbatasan kotamadya dan kabupaten Malang, dan *rural* di kabupaten Malang.
- 3) Realisasi *co-location site BTS* untuk

mengatur lokasi *site* dan mengurangi jumlah *BTS* menjadi 32 *site* (satu *site* dapat didirikan dua *tower BTS* yang digunakan secara bersama oleh semua operator), sehingga total *tower BTS* untuk co-location sejumlah 64.

5.2. Saran

Saran tindak lanjut perencanaan dalam beberapa waktu akan datang jumlah *tower BTS* di Malang raya akan mengalami peningkatan, *co-location site BTS* masih tetap memerlukan perencanaan ulang sesuai jumlah penambahan operator.

6. Daftar Pustaka

Aisah, 2000. *Sistem Komunikasi Bergerak*, Politeknik Negeri Malang: Malang

Anonim, 1995. *Student Manual Desain Workshop I*, LCC

Anonim, 1998. *GSM System Survey*, Ericson Radio System AB.

www.GSMworld.com

www.UMTSworld.com

Nokia ultrasite EDGE BTS

Anonim, 2004. *Konsep Perencanaan Sistem Seluler*, STT Telkom.Modul 13: Bandung

Penyempurnaan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Malang, 2003: Malang

Ketentuan Kawasan Operasi Penerbangan. UU RI No.36/1999 tentang Telekomunikasi

Keputusan Dirjen Postel 23/Dirjen/2004

Tabel 2. Hasil co-location site BTS

| No_site | Alamat | Latitude (°) | Longitude (°) | Tinggi_ant (m) | Azimuth (°) | | |
|---------|---------------|--------------|---------------|----------------|-------------|-------|------|
| | | | | | Alfa | Betha | Gama |
| 1 | Gadang | 8.0195 | 112.6276 | 40 | 60 | 160 | 270 |
| 2 | Buring | 8.0114678 | 112.6498 | 40 | 110 | 190 | 330 |
| 3 | Mergosono | 8.0035 | 112.6298 | 40 | 180 | 270 | 350 |
| 4 | Bu | 7.99714 | 112.6471 | 40 | 130 | 270 | 350 |
| 5 | JL.M.Rasyid | 7.9833 | 112.595 | 40 | 90 | 230 | 310 |
| 6 | Gribig | 7.9812571 | 112.6619 | 40 | 60 | 230 | 340 |
| 7 | Basuki Rahmat | 7.9808677 | 112.63 | 40 | 60 | 150 | 300 |
| 8 | Sawojajar | 7.9769326 | 112.6463 | 40 | 110 | 220 | 330 |
| 9 | Dieng | 7.9753216 | 112.6108 | 40 | 50 | 150 | 280 |
| 10 | Wearnes | 7.96249 | 112.6213 | 40 | 60 | 140 | 280 |
| 11 | Jl.Candi | 7.9613654 | 112.6061 | 40 | 50 | 160 | 280 |
| 12 | Sulfat | 7.9582466 | 112.6496 | 50 | 60 | 180 | 260 |
| 13 | Pakis | 7.9541859 | 112.6757 | 40 | 80 | 210 | 300 |
| 14 | Kalpataru | 7.9496685 | 112.6341 | 40 | 60 | 130 | 260 |
| 15 | UIN | 7.9489028 | 112.6058 | 40 | 60 | 180 | 300 |
| 16 | Blimbing | 7.941 | 112.649 | 40 | 60 | 180 | 300 |
| 17 | SMA 9 | 7.9364405 | 112.625 | 40 | 60 | 160 | 270 |
| 18 | Jetis | 7.9203314 | 112.5934 | 50 | 130 | 180 | 300 |
| 19 | Karangploso | 7.8960413 | 112.6066 | 50 | 80 | 160 | 270 |
| 20 | Junrejo | 7.8949827 | 112.5515 | 60 | 120 | 180 | 310 |
| 21 | Batu | 7.871424 | 112.5226 | 50 | 20 | 120 | 270 |
| 22 | Singosari | 7.9142288 | 112.6558 | 50 | 30 | 200 | 270 |
| 23 | Singosari | 7.8822152 | 112.6724 | 50 | 40 | 200 | 340 |
| 24 | Lawang | 7.8527155 | 112.6939 | 50 | 30 | 200 | 300 |

| | | | | | | | |
|----|-----------------|-----------|----------|----|-----|-----|-----|
| 25 | Pakisaji | 8.0644294 | 112.6006 | 60 | 20 | 120 | 220 |
| 26 | Bululawang | 8.0795421 | 112.6376 | 70 | 90 | 180 | 340 |
| 27 | Sudimoro | 8.1227929 | 112.6716 | 50 | 130 | 200 | 310 |
| 28 | Kepanjen | 8.1054198 | 112.5787 | 60 | 50 | 190 | 260 |
| 29 | Kepanjen | 8.1343373 | 112.5677 | 60 | 30 | 90 | 200 |
| 30 | Gondanglegi | 8.16979 | 112.6398 | 60 | 90 | 200 | 260 |
| 31 | Talangsuko | 8.1475767 | 112.6937 | 60 | 90 | 180 | 300 |
| 32 | Sedayu Turen | 8.176115 | 112.6802 | 60 | 50 | 110 | 300 |