

PERBANDINGAN PENEMPATAN *NODE B* UMTS900 PADA BTS *EXISTING* MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS* DAN *FUZZY SUBTRACTIVE CLUSTERING*

Selfina Angraini^[1] Mila Kusumawardani^[2] Hendro Darmono^[3]
Mahasiswa PS. Jaringan Telekomunikasi Digital^[1] Dosen Pembimbing^[2] Dosen Pembimbing^[3]
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

ABSTRAK

Teknologi informasi dan telekomunikasi merupakan teknologi seluler yang mengalami perkembangan cukup pesat. Saat ini sistem seluler telah memasuki generasi ketiga yang mana pada generasi ini fasilitas yang disediakan tidak hanya untuk komunikasi suara saja tetapi juga untuk akses data dan multimedia. *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS) merupakan sebuah sistem yang menggantikan *Global System for Mobile Communication* (GSM) pada jaringan generasi ketiga (3G). Teknologi UMTS ini dinilai mampu memberikan layanan dengan kapasitas dan kualitas yang tinggi sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Kecepatan transmisi datanya hingga mencapai 2 Mbps.

Pada mulanya alokasi frekuensi kerja UMTS berada di frekuensi 2100 MHz. Namun pada frekuensi tersebut jangkauan *coverage*-nya sangat kecil, sehingga penggunaan *Node B* dinilai kurang efisien. Maka dari itu munculah UMTS pada pita frekuensi 900 MHz untuk meningkatkan kapasitas pelanggan dan *coverage*. Karena semakin rendah nilai frekuensi, maka jangkauan *coverage* sebuah *Node B* akan semakin luas sehingga mampu menyediakan *cellarea* yang lebih besar dan dapat meningkatkan kecepatan data.

Tujuan penelitian kali ini yaitu untuk melakukan perbandingan perencanaan penempatan *Node B* jaringan UMTS900 pada BTS *existing* salah satu operator di area Malang menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*. Karena disini terdapat data BTS *existing* dengan jumlah yang banyak, maka dari itu dilakukan pengelompokan dengan menggunakan *Fuzzy Clustering* yang terdiri dari *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*. Sehingga dapat diketahui metode yang sesuai untuk menempatkan *Node B* agar tersebar merata pada setiap kecamatan dari 5 kecamatan di Kota Malang. Penempatan *Node B* pada BTS *existing* ini diharapkan dapat mengurangi maraknya jumlah menara BTS dan meningkatkan efisien biaya.

Berdasarkan dari hasil penelitian diketahui untuk perencanaan penempatan *Node B* UMTS900 pada tahun 2019 dibutuhkan *Node B* sebanyak 15 untuk wilayah *urban* dan sebanyak 2 untuk wilayah *sub urban* yang tersebar pada 5 kecamatan di kota Malang. *Node B* tersebut ditempatkan pada 36 BTS *existing* berdasarkan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*. *Fuzzy Subtractive Clustering* menghasilkan penyebaran penempatan *Node B* lebih merata pada setiap kecamatan dari 5 kecamatan di kota Malang dibandingkan dengan *Fuzzy C-Means*. Parameter yang digunakan untuk *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering* yaitu nilai radius dan kemampuan setiap BTS untuk menampung *user* yang dalam proses perhitungannya didukung dengan aplikasi MATLAB. Kemudian hasil penempatan *Node B* ditampilkan menggunakan *MapInfo*.

Kata kunci: UMTS900, *Fuzzy C-Means*, *Fuzzy Subtractive Clustering*, *MapInfo*, MATLAB

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) merupakan sebuah sistem yang menggantikan *Global System for Mobile Communication* (GSM) pada jaringan generasi ketiga (3G). Hal ini disebabkan karena jaringan GSM tidak mampu lagi untuk memenuhi kebutuhan layanan data sehingga perlu dilakukan penggantian teknologi yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Teknologi UMTS ini dinilai mampu memberikan layanan dengan kapasitas dan kualitas yang tinggi sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Kecepatan transmisi datanya hingga mencapai 2 Mbps.

Pada teknologi jaringan UMTS ini terdapat istilah *Node B* yang mana untuk menandakan sebuah BTS (*Base Transceiver Station*). Pada mulanya alokasi frekuensi kerja UMTS berada di frekuensi 2100 MHz. Namun pada frekuensi tersebut jangkauan *coverage*-nya sangat kecil

sehingga penggunaan *Node B* dinilai kurang efisien. Maka dari itu munculah UMTS pada pita frekuensi 900 MHz untuk meningkatkan kapasitas pelanggan dan *coverage*. Karena semakin rendah nilai frekuensi, maka jangkauan *coverage* sebuah *Node B* akan semakin luas sehingga mampu menyediakan *cellarea* yang lebih besar dan dapat meningkatkan kecepatan data.

Berdasarkan paparan di atas, maka perlu dilakukan perencanaan penempatan *Node B* UMTS900 pada BTS *existing*. Penempatan *Node B* pada BTS *existing* ini diharapkan dapat mengurangi maraknya jumlah menara BTS dan meningkatkan efisien biaya. Karena jumlah data BTS *existing* yang ada pada saat ini dinilai cukup banyak, maka dari itu perlu dilakukan pengelompokan dengan menggunakan *Fuzzy Clustering* yang terdiri dari *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*.

Pada penelitian kali ini dilakukan perbandingan perencanaan penempatan *Node B* jaringan UMTS900 agar tersebar merata pada setiap kecamatan di kota Malang dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan kapasitas dan *coverage area Node B* UMTS900 ?
2. Bagaimana menerapkan perencanaan penempatan *Node B* UMTS900 pada jaringan seluler dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* ?
3. Bagaimana menerapkan perencanaan penempatan *Node B* UMTS900 pada jaringan seluler dengan menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering* ?
4. Bagaimana perbandingan penempatan *Node B* UMTS900 pada jaringan seluler dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering* ?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui cara menentukan kapasitas dan *coverage area Node B* UMTS900 pada daerah layanan *provider*.
2. Mengetahui penerapan perencanaan penempatan *Node B* UMTS900 pada jaringan seluler dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.
3. Mengetahui penerapan perencanaan penempatan *Node B* UMTS900 pada jaringan seluler dengan menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering*.
4. Mengetahui perbandingan antara penempatan *Node B* UMTS900 pada jaringan seluler menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*.

1.4 Batasan Masalah

1. Data diperoleh dari operator Indosat area Malang tahun 2015.
2. Data pelanggan menggunakan data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik Malang tahun 2014.
3. Data yang dibutuhkan berupa data jumlah penduduk, data lokasi dan parameter pada BTS GSM *existing*.
4. Perencanaan untuk wilayah Kota Malang yang terdiri dari 5 kecamatan.
5. Hasil peletakkan *Node B* ditampilkan menggunakan *MapInfo*.

1.5 Manfaat Penelitian

Bagi Operator

1. Untuk memperoleh perkiraan banyak *Node B* yang akan dipasang agar jaringan UMTS900 dapat bekerja dengan baik.

2. Untuk memperoleh perbandingan lokasi perencanaan penempatan *Node B* jaringan UMTS900 menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*.
3. Meningkatkan efisiensi biaya karena tidak perlu membangun menara BTS baru. Bagi Masyarakat
 1. Untuk memberikan layanan kepada pelanggan dengan kecepatan akses yang lebih tinggi.
 2. Untuk mengurangi maraknya jumlah pembangunan menara BTS yang dapat mengganggu estetika lingkungan.

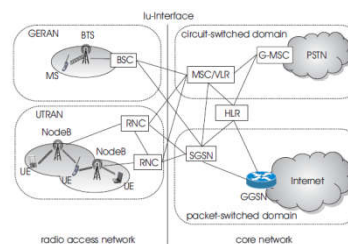
II. TIJAUAN PUSTAKA

2.1 UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)

merupakan salah satu teknologi telepon bergerak generasi ketiga (3G). Menggunakan WCDMA sebagai standar pokoknya [3]. Teknologi

UMTS dipandang sebagai sebuah sistem impian yang menggantikan *Global System for Mobile Communication* (GSM). Berikut perbedaan nama elemen antara UMTS dan GSM.



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan UMTS

- **UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network)** merupakan jaringan akses dalam UMTS.
- **Node B** fungsinya sama dengan *Base Station* di dalam jaringan GSM.
- **RNC (Radio Network Controller)** bertanggung jawab mengontrol radio resources pada UTRAN yang membawahi beberapa *Node B*.
- **MSC (Mobile Switching Center)** didesain sebagai *switching* untuk layanan berbagai *circuit switch* seperti video, video call.
- **VLR (Visitor Location Register)** merupakan *database* yang berisi informasi tentang pelanggan.
- **HLR (Home Location Register)** merupakan *database* yang berisi data-data pelanggan tetap.
- **SGSN (Serving GPRS Support Node)** merupakan perangkat penghubung jaringan BSS/BTS ke jaringan GPRS.
- **GGSN (Gateway GPRS Support Node)** berfungsi sebagai perangkat penghubung

arijaringan GPRS ke jaringan paket data standard (PDN).

- **GMSC** merupakan perangkat penghubung antara UMTS dengan jaringan luar seperti PSTN, VLR.
- **UE (User Equipment)** merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk dapat memperoleh layanan komunikasi bergerak.

2.2 UMTS900

Performa
komunikasi seluler dinilai melalui cakupan wilayah (*coverage area*) dan tingkat layanan trafik BTS.

Untuk meningkatkan kapasitas pelanggan dan *coverage*,

maka ditambahkan frekuensi kerja untuk jaringan UMTS, yaitu UMTS900. UMTS900 dapat mengurangi jumlah *base station* yang diperlukan sebesar 60% dan meningkatkan kecepatan data dalam ruangan lebih dari 50% dibandingkan dengan UMTS2100 [7].

Dalam penerapan teknologi UMTS tidak perlu menggantinya dengan jaringan GSM yang sudah ada, disini kita dapat menggunakan band dari pita frekuensi 900 MHz untuk jaringan UMTS atau yang biasa disebut dengan proses *refarming*. Jadi disini dilakukan pembagian spektrum pita frekuensi 900 MHz untuk UMTS900 dan GSM900.

Langkah-langkah dalam perencanaan jaringan UMTS meliputi penentuan area layanan, kepadatan penduduk, kepadatan trafik, kapasitas kanal per BTS, perhitungan *radio link budget*, *path loss*, dan model propagasi yang digunakan.

Penentuan area layanan

Dilihat dari data kepadatan penduduk yang ada, wilayah dapat dibagi menjadi dua yaitu wilayah *urban* dan *sub urban*. Wilayah *urban* yaitu wilayah yang mempunyai tingkat kepadatan penduduk tinggi, yaitu seperti perkotaan. Sedangkan wilayah *sub urban* yaitu wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang rendah, yaitu seperti pedesaan.

Perhitungan estimasi jumlah pelanggan

Tingkat kepadatan penduduk menentukan berapa besar trafik yang harus disediakan sebuah *provider*. Estimasi pertumbuhan pelanggan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$U_n = U_o(1 + f_p)^n \quad (1)$$

Dengan:

U_n = Jumlah *user* total setelah tahun ke- n

U_o = Jumlah *user* saat perencanaan

f_p = Faktor pertumbuhan

n = Jumlah tahun prediksi

Perhitungan estimasi kebutuhan trafik

Estimasi total kebutuhan trafik yang perlu disediakan dapat diperoleh dengan persamaan OBQ (*Offered Bit Quantity*) sebagai berikut:

$$OBQ = \frac{\sigma \times p \times d \times BHCA \times BW}{3600} \quad (2)$$

Dengan:

Σ = Porsensial kepadatan pelanggan dalam suatu daerah (*user/Km²*)

p = Penetrasi pengguna tiap layanan

d = Durasi panggilan efektif (s)

BHCA = *Busy Hour Call Attempt* (call/s)

BW = *Bandwidth* tiap layanan (Kbps)

Perhitungan kapasitas kanal

Yang dimaksud dengan kapasitas adalah jumlah pelanggan yang dapat dilayani dalam satu sel/*Node B*. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah kanal per sel:

$$N_{sel} = \frac{W/R}{\left[\frac{E_b}{N_o} \right]^{\alpha(1+f)}} \quad (3)$$

Dengan:

R = *Data rate* (Kbps)

E_b/N_o = Energi bit per *noise* (dB)

W = *Bandwidth* (Mbps)

α = *Activity factor*

β = *Gain* sektorisasi antena

f = Faktor interferensi

Perhitungan jumlah sel yang dibutuhkan

Untuk menghitung jumlah sel/*Node B* yang dibutuhkan, terlebih dahulu perlu menghitung total luas *coverage area* dengan persamaan:

$$\text{Luas coverage area} = \frac{\text{kapasitas kanal}}{\Sigma OBQ} \quad (4)$$

Perhitungan Radius Site

Radius *site* :

$$R_{site} = \sqrt{\frac{\text{Luas site urban}}{2.59}} \quad (5)$$

Perhitungan Jumlah Kebutuhan Node B

$$\text{Jumlah Node B} = \frac{\text{Luas wilayah}}{\text{Luas coverage area}} \quad (6)$$

Model Propagasi

Performansi jaringan dipengaruhi oleh model propagasi yang digunakan, karena model propagasi digunakan untuk memprediksi besarnya interferensi yang terjadi. Dua model yang paling banyak digunakan adalah model Hata-Okumura dan model Walfisch-Ikegami.

Model Hata-Okumura

Wilayah *urban*:

$$L_{PL} = 69,55 + 26,16 \log_{10}(f) - 13,82 \log_{10}(H_b) - a(H_m) + [44,9 - 6,55 \log_{10}(H_b)] \log_{10}(r) \text{ dB} \quad (7)$$

Wilayah *sub urban*:

$$L_{PL} = L_{Urban} - 2 \left[2 \log_{10} \left(\frac{f}{28} \right)^2 - 5,4 \right] \text{ dB} \quad (8)$$

Dengan:

L_{PL} = *Mean Path Loss* (dB)

f_c = Frekuensi (MHz)

h_b = Tinggi antena *base station* (Km)

r = Jarak dari *base station* (Km)

$a(H_m)$ = Koreksi tinggi antenna penerima terhadap tinggi standar (dB)

Model COST 231 Walfisch-Ikegami

$$L_{PL} = L_o + L_{rst} + L_{ms} \quad (9)$$

Dengan:

L_{PL} = Mean Path Loss (dB)

L_o = free space loss

L_{rst} = rooftop-to-street diffraction and scatter loss

L_{ms} = multiscreen loss

Perhitungan Area Cakupan Layanan

Wilayah Urban

$R =$

$$10^{\frac{(MAPL-69.55-26.16\log f)+13.82\log hb+a_{hm}}{(44.9-6.55\log hb)}} \quad (10)$$

Wilayah Sub Urban

$$R = 10^{\frac{(MAPL-69.55-26.16\log f+13.82\log hb+P)}{(44.9-6.55\log hb)}} \quad (11)$$

Dengan:

$$P = 2 \left(\log \left(\frac{f}{28} \right) \right)^2 + 5.4 \quad (12)$$

MAPL = Maximum Allowable Path Loss (dB)

(p)t = Daya Output BS (dBm)

L_c = Feeder Loss Transmision (dB)

G_{tx} = Gain Antena (dB)

S_c = Sensitivitas cell (dB)

FM = Fading Margin (dB)

IM = Interference Margin (dB)

L_b = Loss Body (dB)

f = Frekuensi (MHz)

hb = Tinggi Antena Sektoral (meter)

ahm = Faktor koreksi untuk antena MS

hm = Tinggi Antena MS (meter)

Intesitas Trafik

$$\text{Intensitas Trafik (A)} = \frac{V}{T} \quad (13)$$

Dengan:

A = Besarnya intensitas trafik (mErlang)

V = Volume trafik (menit)

T = Periode pengamatan (menit)

2.3 Metode Fuzzy Clustering

Fuzzy Clustering adalah salah satu teknik untuk menentukan cluster optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal euclidian untuk jarak antar vektor. Fuzzy clustering sangat berguna bagi pemodelan fuzzy terutama dalam mengidentifikasi aturan-aturan fuzzy. Metode clustering merupakan pengelompokan data beserta parameternya dalam kelompok-kelompok sesuai kecenderungan sifat dari masing-masing data tersebut (kesamaan sifat). Fuzzy Clustering terbagi menjadi 2 macam, yaitu Fuzzy C-Means dan Fuzzy Subtractive Clustering.

Fuzzy C-Means adalah suatu teknik peng-cluster-an yang mana keberadaannya tiap-tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaan.

Fuzzy Subtractive Clustering adalah suatu teknik peng-cluster-an yang didasarkan atas ukuran densitas (potensi) titik-titik data dalam suatu ruang (variabel).

2.4 MATLAB

MATLAB merupakan singkatan dari Matrix Laboratory, yang pertama kali dikenalkan oleh University of New Mexico dan University of Stanford pada tahun 1970. Software ini pertama kali digunakan untuk keperluan analisis numerik, aljabar linier dan teori tentang matriks. Namun saat ini kemampuan dan fitur yang dimiliki oleh MATLAB sudah jauh lebih lengkap dengan ditambahkannya toolbox-toolbox yang sangat luar biasa.

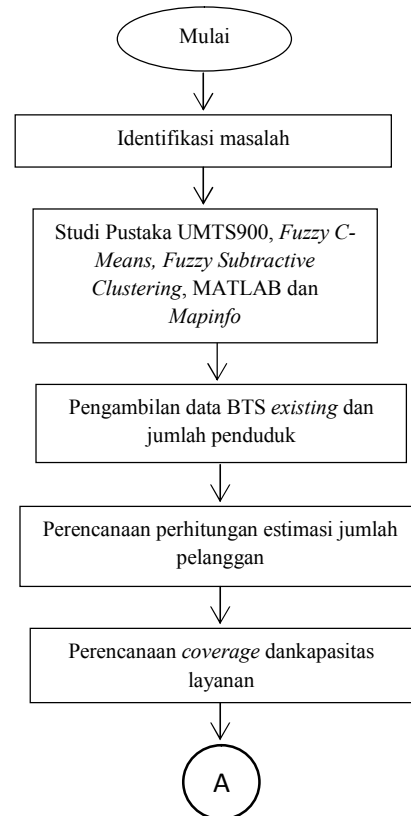
2.5 MapInfo

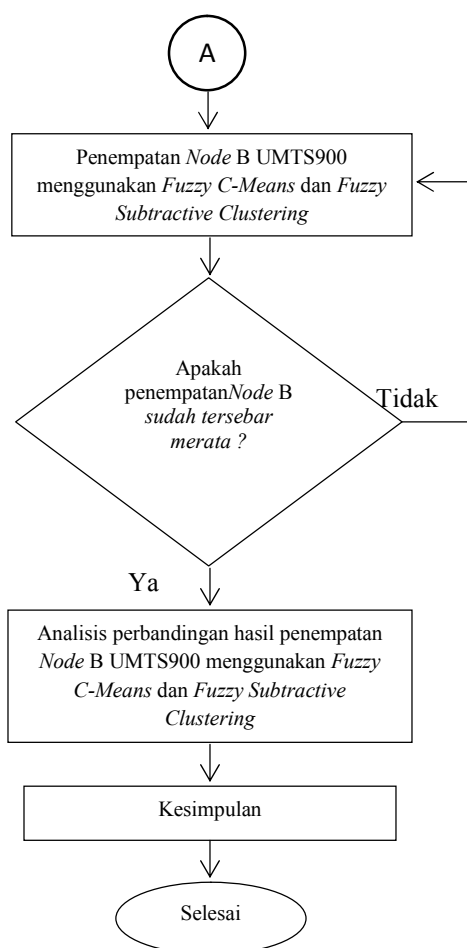
MapInfo adalah salah satu software (perangkat lunak) yang digunakan untuk mengelola, mengedit, serta memberikan informasi tambahan yang dibutuhkan dari suatu peta (map), data raster (image) sehingga menjadi suatu peta yang mempunyai informasi yang berguna.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ditunjukkan dalam Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian

Tahap Pertama adalah melakukan proses identifikasi masalah berdasarkan judul penelitian. Awal dirumuskannya suatu permasalahan yaitu karena adanya kekurangan-kekurangan pada suatu sistem sehingga butuh pengembangan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

Tahap Kedua adalah melakukan studi pustaka tentang sistem teknologi UMTS900, *Fuzzy Clustering*, Matlab dan *Mapinfo*.

Tahap Ketiga adalah melakukan proses penentuan *provider* dan data, area layanan serta estimasi jumlah pelanggan. Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan data lokasi posisi BTS *existing* sebagai acuan untuk perencanaan peletakan *Node B* jaringan UMTS900 serta parameter yang terdapat pada setiap BTS pada salah satu *provider*. Dan dilakukan perhitungan estimasi jumlah pelanggan berdasarkan data

jumlah penduduk dan jumlah *user* yang berpotensi menggunakan layanan UMTS.

Tahap Keempat adalah melakukan perhitungan estimasi jumlah pelanggan.

Tahap Kelima adalah melakukan perhitungan untuk perencanaan *coverage area* dan kapasitas pelanggan dengan memasukkan data yang telah diperoleh dari *provider* menggunakan rumus berdasarkan teori yang ada.

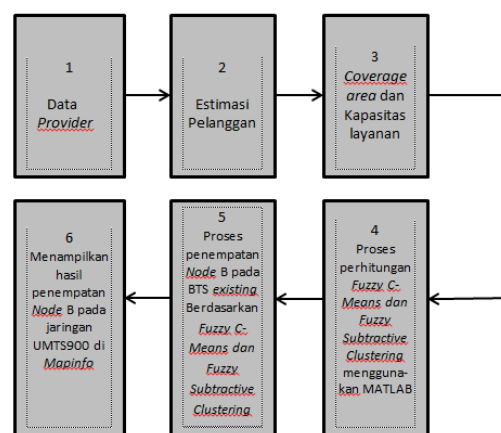
Tahap Keenam adalah melakukan perencanaan peletakan *Node B* untuk jaringan seluler UMTS900 pada BTS *existing* menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering* agar tersebar secara merata.

Tahap Ketujuh adalah melakukan analisa terhadap hasil perbandingan perencanaan penempatan *Node B* menggunakan *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering* yang telah diperoleh.

Tahap Kedelapan adalah membuat kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

3.2 Perencanaan

Rancangan yang akan dibuat pada tugas akhir ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Blok Diagram Susunan Perencanaan

Blok diagram nomor 1, 2 dan 3 merupakan proses tahap ketiga, keempat dan kelima dalam *flowchart*.

1. Memilih *provider* Indosat area Malang yang akan menjadi objek perencanaan. Jadi peneliti akan mengambil data seputar parameter dan lokasi posisi BTS *existing* dari *provider* Indosat di area Malang.
2. Menentukan estimasi jumlah pelanggan dengan cara menghitung jumlah *user* yang berpotensi menggunakan layanan UMTS berdasarkan data yang ada.
3. Menentukan *coverage area* dan kapasitas layanan dengan cara melakukan perhitungan estimasi kebutuhan trafik, kapasitas kanal, jumlah kanal, radius site, jumlah kebutuhan *Node B* serta nilai *Path Loss* pada layanan UMTS900.

Blok diagram nomor 4, 5 dan 6 merupakan proses tahap keenam dalam *flowchart*.

4. Melakukan perhitungan *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering* untuk menentukan perencanaan penempatan *Node B* berdasarkan estimasi perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.
5. Melakukan penempatan *Node B* UMTS900 pada *BTS existing* berdasarkan proses *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*.
6. Penempatan posisi *Node B* UMTS900 pada *BTS existing* daerah Malang di *MapInfo*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Daerah Layanan

Wilayah Malang terdiri dari 5 kecamatan, yaitu kecamatan Kedungkandang yang termasuk ke dalam wilayah *sub urban*, serta kecamatan Sukun, kecamatan Klojen, kecamatan Blimbing dan kecamatan Lowokwaru termasuk ke dalam wilayah *urban*. Luas wilayah *urban* sebesar 70.17 Km² dan wilayah *sub urban* sebesar 39.89 Km².

4.2 Hasil dan Pembahasan Estimasi Jumlah Pelanggan

Pada tahun 2019 estimasi pengguna seluler sebesar 773,147 *user*, untuk pengguna Indosat sendiri sebesar 231,944 *user*, serta pengguna UMTS sebesar 99,121 *user* untuk wilayah *urban* dan 12,931 *user* untuk wilayah *sub urban*.

4.3 Hasil dan Pembahasan Estimasi Kebutuhan Trafik

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui bahwa OBQ pada wilayah *urban* sebesar 573.39 Kbps/Km² dan OBQ pada wilayah *sub urban* sebesar 128.4 Kbps/Km². Dengan asumsi pada wilayah *urban* pelanggan *Building* 30%, *Pedestrian* 40%, *Vehicular* 30%. Dan asumsi pada wilayah *sub urban* *Building* 25%, *Pedestrian* 45%, *Vehicular* 30%.

4.4 Hasil dan Pembahasan Kapasitas Kanal

Berdasarkan perhitungan didapatkan kapasitas kanal sebesar 11.9145 kanal/sel atau 45775.168 Kbps/sel. Dengan pembebanan acuan awal 60%, maka kapasitas yang disediakan sebesar 2745.1 Kbps/sel.

4.5 Hasil dan Pembahasan Jumlah Sel/Node B

Jumlah sel atau *Node B* yang dibutuhkan untuk setiap wilayah adalah sebanyak 15 *Node B* untuk wilayah *urban* dan sebanyak 2 *Node B* untuk wilayah *sub urban*. Dengan luas *coverage area* sebesar 4.79 Km²/sel untuk wilayah *urban* dan sebesar 21.38 Km²/sel untuk wilayah *sub*

urban. Dan radius *site* 1.36 Km untuk wilayah *urban* dan 2.87 Km untuk wilayah *sub urban*.

4.6 Hasil dan Pembahasan *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering*

Dari hasil perbandingan penempatan *Node B* pada *BTS existing* menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering* diketahui bahwa metode *Fuzzy Subtractive Clustering* lebih menghasilkan penyebaran yang merata pada setiap kecamatan dari 5 kecamatan yang ada di kota Malang dibandingkan dengan *Fuzzy C-Means*. Hal ini dapat diketahui dari hasil proses *Fuzzy C-Means* bahwa di kecamatan Sukun tidak terdapat penempatan *Node B* pada *BTS existing*. Sedangkan dari hasil proses *Fuzzy Subtractive Clustering* di kecamatan Sukun terdapat sebanyak 2 penempatan *Node B* pada *BTS existing*, yaitu pada *BTS RAYATIDAR* dan *GITAFM*. Dan pada 4 kecamatan lainnya, yaitu kecamatan Klojen, kecamatan Blimbing, kecamatan Lowokwaru dan kecamatan Kedungkandang terdapat penempatan *Node B* pada *BTS existing*.

Padapenelitianini, untukmendapatkanhasilmaksimaldari proses *Fuzzy C-Means* pada wilayah *urban* dibentuk *cluster* sebanyak 5 dan pada wilayah *sub urban* dibentuk *cluster* sebanyak 2 dengan nilai parameter awal sebagai batasan dalam proses perhitungan, seperti berikut: pangkat= 2, maksimum iterasi= 100, *error* terkecil yang diharapkan= 10⁻⁵, fungsi objektif awal = P₀ = 0, dan iterasi awal= t = 1. Sedangkan pada proses *Fuzzy Subtractive Clustering* untuk hasil maksimal terbentuk sebanyak 2 *cluster* dengan jari-jarisebesar 0.2 pada wilayah *urban* maupun *sub urban* dengan nilai parameter awalsebagai batasan dalam proses perhitungan, sebagai berikut: *Accept ratio*= 0.5, *Reject ratio*= 0.15, *Squash factor* (q)= 1.25, Batas bawah (Xmin)= [0;0] dan Batas atas (Xmax)= [3000;5000] untuk wilayah *urban* dan Batas atas (Xmax)= [800;4000] untuk wilayah *sub urban*. Hasil tersebut dipengaruhi oleh kondisi data parameter masukan yang berupa nilai radius setiap *site* dan kemampuan setiap *BTS* dalam penampung *user*. Kedua parameter tersebut dinilai berpengaruh dalam penempatan *Node B* karena menunjukkan kemampuan yang dimiliki oleh setiap *site* atau *BTS existing* berdasarkan data dari operator. Proses perhitungan kedua metode *Fuzzy Clustering* ini dibantu dengan *MATLAB*.

Pemilihan penempatan *Node B* UMTS900 pada *BTS existing* ini berdasarkan anggota dari setiap *cluster* dan anggota yang memiliki parameter nilai radius dan kemampuan *BTS* dalam penampung *user* terdekat dengan titik pusat *cluster*. Jadi dalam metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering* ini

terdapat *cluster* yang mempunyai anggota dan titik pusat. Yang mana titik pusat *cluster* tersebut dijadikan sebagai acuan dari penyebaran anggota *cluster*. Yang dimaksud dengan anggota *cluster* disini yaitu BTS *existing* yang akan dipasang *Node B*.

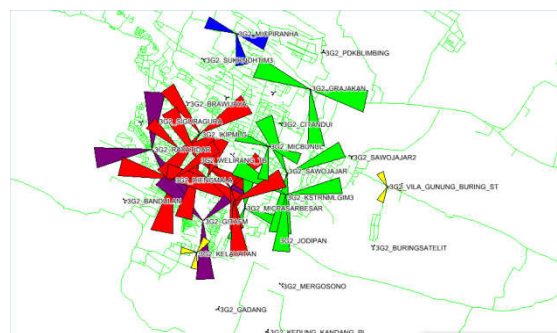
Berikut hasil penempatan 15 *Node B* UMTS900 pada BTS *existing* dari 28 BTS yang ada di wilayah *urban* dan 2 *Node B* UMTS900 pada BTS *existing* dari 8 BTS yang ada di wilayah *sub urban* berdasarkan perencanaan kebutuhan *Node B* untuk teknologi UMTS900 pada tahun 2019:

Tabel 4.1 Hasil Penempatan Node B UMTS900 Pada BTS Existing Wilayah Urban

NO	SITE NAME	KECAMATAN
1	MICPIRANHA	LOWOKWARU
2	MICBUNUL	BLIMBING
3	MICPASARBESAR	BLIMBING
4	MICGALUNGGUNG	KLOJEN
5	MOGMALANG	KLOJEN
6	ARHAKIM	KLOJEN
7	SAWOJAJAR	BLIMBING
8	DIENGMALA	KLOJEN
9	KARANGLO	KLOJEN
10	IKIPMLG	KLOJEN
11	KSTRNMLGIM3	BLIMBING
12	RAYATIDAR	SUKUN
13	GRAJAKAN	BLIMBING
14	GITAFM	SUKUN
15	WELIRANG_TB	KLOJEN

Tabel 4.2 Hasil Penempatan Node B UMTS900 Pada BTS Existing Wilayah Sub Urban

NO	SITE NAME	KECAMATAN
1	VILA_GUNUNG_BURING_ST	KEDUNGKANDANG
2	KELAYATAN	KEDUNGKANDANG



Gambar 4.1 Hasil Tampilan Penempatan Node B UMTS900 Pada MapInfo

Gambar di atas menunjukkan hasil tampilan penempatan *Node B* pada BTS *existing* pada *MapInfo*. Warna merah merupakan wilayah kecamatan Klojen, warna hijau merupakan wilayah kecamatan Blimbing, warna biru merupakan wilayah kecamatan Lowokwaru, warna ungu merupakan wilayah kecamatan Sukun dan warna kuning merupakan wilayah kecamatan Kedungkandang. Simbol warna tersebut merupakan nilai radius dari setiap *site* atau BTS *existing*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perencanaan perhitungan kebutuhan jumlah *Node B* UMTS900 pada tahun 2019 diperoleh luas *coverage area* sebesar 4.79 Km²/sel untuk wilayah *urban* dan sebesar 21.38 Km²/sel untuk wilayah *sub urban*. Dengan kapasitas kanal yang disediakan sebesar 2745.1 Kbps/sel. Sehingga dibutuhkan sebanyak 15 *Node B* untuk wilayah *urban* dan sebanyak 2 *Node B* untuk wilayah *sub urban*.
2. Berdasarkan hasil penempatan *Node B* UMTS900 menggunakan *Fuzzy C-Means* didapatkan penempatan sebanyak 7 *Node B* di kecamatan Klojen, 6 *Node B* di kecamatan Blimbing, 2 *Node B* di kecamatan Lowokwaru dan 2 *Node B* di kecamatan Kedungkandang.
3. Berdasarkan hasil penempatan *Node B* UMTS900 menggunakan *Fuzzy Subtractive Clustering* didapatkan penempatan sebanyak 2 *Node B* di kecamatan Sukun, 7 *Node B* di kecamatan Klojen, 5 *Node B* di kecamatan Blimbing, 1 *Node B* di kecamatan Lowokwaru dan 2 *Node B* di kecamatan Kedungkandang.
4. Hasil penempatan *Node B* UMTS900 pada BTS *existing* menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering* lebih tersebar merata dibandingkan dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* pada setiap kecamatan dari 5 kecamatan di kota Malang, seperti di kecamatan Sukun pada metode *Fuzzy C-Means* tidak terdapat penempatan *Node B* sedangkan pada metode *Fuzzy Subtractive*

Clustering terdapat penempatan *Node B* pada BTS RAYATIDAR dan GITAFM.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan perencanaan penempatan *Node B* pada BTS *existing* dengan metode *Algoritma Fuzzy* yang berbeda.
2. Dapat dilakukan perencanaan pada wilayah lain dengan nilai parameter masukan yang berbeda, tidak hanya menggunakan nilai radius dan kemampuan BTS, dapat ditambahkan dengan parameter lain atau dapat juga diganti dengan parameter yang lain.

- [12] ITU-R M 1390, "Methodologi for The Calculation of IMT-2000 Terrestrial Spectrum Requirements", 1999.
- [13] Ovum-Cosulting, "Market Study for UMTS900", A report to GSMA, Project Number CLW28 Version – VI.1, vol 44, 2007.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryanti Pancawati Dessy, "Optimasi Penempatan *Node B* UMTS900 pada BTS *Existing* Menggunakan Algoritma Genetika", Teknik Elektro Universitas Brawijaya, 2013.
- [2] Muthmainnah, Mauludiyanto, "Optimasi Penempatan Lokasi Potensial Menara Baru Bersama pada Sistem Telekomunikasi Seluler dengan Menggunakan *Fuzzy Clustering* di daerah Sidoarjo", Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), 2015.
- [3] Wiley John & Sons Ltd, England, "Advanced Cellular Network Planning And Optimisation", 2007.
- [4] eBook "UMTS Radio Network Planning, Optimization and Qos Management", For Practical Engineering Tasks, 2003.
- [5] Santoso Gatot, "Sistem Seluler WCDMA", Edisi Pertama, 2006.
- [6] Sugiyanto Yanto, "Arsitektur Jaringan UMTS", 2011.
- [7] Holma H., Ahonpaa T., Prieur E., "UMTS900 Co-Existence With GSM900", Vehicular Technology Conference, VTC2007-Spring, IEEE 65th, 2007.
- [8] Kusumadewi Sri, Purnomo Hari, "Aplikasi Logika Fuzzy Pendukung Keputusan", Edisi Kedua, 2013.
- [9] Muzid Syafiful, Kusumadewi Sri, "Membangun *Toolbox* Algoritma Evolusi *Fuzzy* Untuk MATLAB", Sekolah Pascasarjana Magister Ilmu Komputer, Universitas Gadjah Mada dan Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, 2007.
- [10] BPS Kota Malang "Kota Malang Dalam Angka 2015".
- [11] KOMINFO "Buku Saku Survey Indikator Akses dan Penggunaan TIK Pada Rumah Tangga Tahun 2014".