

STUDI PENGGUNAAN LOGIKA *FUZZY* UNTUK PENGALOKASIAN KANAL DINAMIK PADA KOMUNIKASI SELULER

Sony E Naibaho⁽¹⁾, Rahmad Fauzi⁽²⁾

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: sony_e.n@students.usu.ac.id or ynosseven@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tuntutan komunikasi nirkabel yang handal dan kapasitas sistem yang tinggi tidak terlepas dari ketersediaan *resource* berupa kanal frekuensi yang cukup. Dalam tulisan ini dibahas penggunaan Logika *Fuzzy* (*fuzzy logic*) dan *Frequency Exhaustive Assignment* (FEA) sebagai metode alokasi kanal. Pemanfaatan kanal secara efisien yang semaksimal mungkin dengan interferensi yang bisa ditoleransi adalah tujuan penting dari alokasi kanal. Permasalahannya adalah mendapatkan alokasi kanal yang tepat untuk dapat memaksimalkan kapasitas penggunaan kanal dengan tetap memperhatikan kualitas sinyal yang baik. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh rata-rata probabilitas bloking dengan *fuzzy logic* adalah 26,94275% jauh lebih rendah dari FEA.

Kata kunci : Alokasi kanal dinamik, *frequency exhaustive assignment*, *fuzzy logic*.

1. PENDAHULUAN

Seiring semakin berkembangnya teknologi membuat kebutuhan akan teknologi semakin meningkat juga. Karena kebutuhan akan komunikasi seluler semakin tinggi, maka timbul satu permasalahan yaitu kanal yang terbatas yang mengakibatkan banyak panggilan yang diblok atau tidak dilayani. Dari keterbatasan kanal tersebutlah diperlukan upaya untuk mengatasinya yaitu dengan pengalokasian kanal. Pengalokasian kanal dimaksudkan untuk mendapatkan alokasi kanal yang tepat, guna untuk meminimalkan panggilan yang ditolak dengan memperhatikan kualitas sinyal yang tetap terjaga baik (bebas dari interferensi).

Ada banyak cara yang diusulkan untuk alokasi kanal radio dalam sistem seluler yang dapat dikategorikan dalam *Fixed Channel Allocation* (FCA), *Dynamic Channel Allocation* (DCA) ataupun gabungan dari keduanya. FCA dan DCA ataupun gabungan keduanya memerlukan metode ataupun algoritma untuk dapat mengoptimalkan pengalokasian kanal pada sistem komunikasi seluler[1]. Salah satu metode yang akan digunakan yaitu penggunaan Logika *Fuzzy* (*fuzzy logic*) dan *Frequency Exhaustive*

Assignment (FEA) sebagai proses penyelesaiannya dan akan dianalisis hasil kerja dari penggabungan tersebut. Dasar teori himpunan *fuzzy* adalah pengenalan adanya batas yang tidak jelas (*Imprecise boundary*) atau batas yang tidak tegas (*Unsharp boundary*), logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah yang cocok diimplementasikan pada sistem. Logika *Fuzzy* menggambarkan “sesuatu” yang samar atau kabur atau belum pasti kondisinya, dan bagaimana cara untuk memetakannya menjadi kondisi yang pasti sehingga dapat dibuat keputusan yang tegas[2].

Dalam tulisan ini dianalisis penggunaan metode *fuzzy logic* untuk mengoptimalkan pengalokasian kanal pada sistem komunikasi seluler GSM.

2. CHANNEL ASSIGNMENT

2.1 Prinsip Kerja *Channel Assignment*

Secara umum strategi penempatan kanal adalah untuk peningkatan kapasitas kanal dari setiap sel dan meminimalkan interferensi sesuai dengan yang diinginkan. Strategi penempatan kanal yang telah dikembangkan untuk memenuhi tujuan mengurangi panggilan yang ditolak dan meminimalkan interferensi, dapat dikelompokkan menjadi *fixed* atau *dynamic*.

Pemilihan strategi penempatan kanal dapat mempengaruhi kinerja dari sistem, terutama pengaturan panggilan saat sebuah pengguna berpindah dari satu sel ke sel yang lain [3].

Channel assignment dapat dibagi menjadi *Fixed Channel Allocation (FCA)* dan *Dynamic Channel Allocation (DCA)*.

a. *Fixed Channel Allocation (FCA)*

FCA adalah teknik pengalokasian kanal dimana pada setiap sel dialokasikan secara tetap. Karena setiap sel dialokasikan secara tetap maka dalam sistem ini diperlukan *management* kanal yang tetap. Bila seluruh kanal terduduki maka sel akan diblok dan kadang digunakan strategi peminjaman kanal dari sel tetangga [1].

b. *Dynamic Channel Allocation (DCA)*

DCA adalah teknik yang tidak ada kanal yang dialokasikan secara tetap di dalam sel. DCA merupakan salah satu strategi untuk mengatasi penambahan beban trafik dalam sistem seluler. Konsep dasar dari strategi DCA adalah bila beban trafik tidak merata dalam tiap sel maka pemberian kanal frekuensi pada tiap sel akan sering tidak terpakai dalam sel yang kurang padat, dan terjadi bloking pada sel dengan beban trafik padat. Teknik DCA dapat mengalokasikan kanal frekuensi bila hanya beban trafik meningkat dan melepaskan kanal frekuensi bila beban trafik menurun [1].

2.2 Perumusan *Channel Assignment Problem*

Permasalahan *channel assignment (CAP)* muncul dalam jaringan telepon seluler yakni rentang frekuensi diskrit dengan spektrum frekuensi radio tersedia yang disebut sebagai kanal, dipelukan untuk dialokasikan ke daerah lain guna meminimumkan bentangan frekuensi total, tergantung pada permintaan (*demand*) dan pembatas bebas interferensi (*interference-free constraint*).

Umumnya, penugasan kanal harus memiliki beberapa batasan *electromagnetic compatibility (EMC)*, yang ditentukan melalui jarak minimum dimana dua kanal harus dipisahkan agar rasio S/I diterima kuat dalam wilayah yang salurannya telah ditugaskan. Hal tersebut dapat ditunjukkan melalui matrik $N \times N$ yang disebut matriks C .

Ada tiga jenis kendala (*constraint*) dalam penugasan kanal, yaitu [4][5] :

a. *Cochannel Constraint (CCC)* – c_{ij} dengan nilai = 1 atau 0

Dimana kanal pada sel yang berjauhan dapat dialokasikan pada satu kanal yang sama atau dengan jarak 1 kanal dengan kanal selanjutnya.

b. *Adjacent Channel Constraint (ACC)* - c_{ij} dengan nilai = 2

Dimana kanal yang berdekatan tidak dapat dialokasikan untuk sel radio yang berdekatan secara bersamaan.

c. *Cosite Constraint (CSC)* - c_{ii} dengan nilai = α

Dimana setiap pasangan kanal yang ditetapkan dalam sel yang sama harus memiliki jarak kanal minimum α . Nilai α merupakan nilai positif mulai dari 0 ditugaskan ke sel i . Nilainya tergantung pada standar komunikasi yang digunakan. Pada umumnya nilai α dimulai dengan 5 untuk menyatakan jarak antar kanal dalam satu sel.

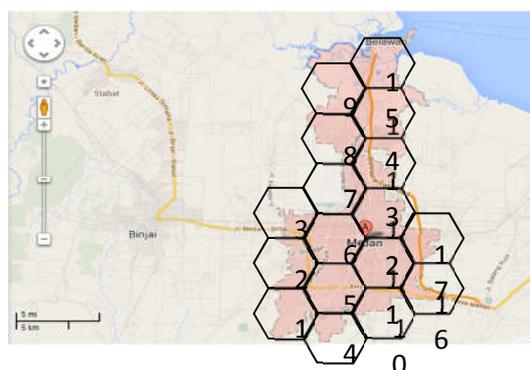
Nilai c_{ij} merupakan jarak pemisah kanal antara kanal pada sel a dengan kanal pada sel b (jarak kanal pada sel yang berlainan). Sedangkan c_{ii} merupakan nilai jarak pemisah antar kanal dalam satu sel.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam optimasi alokasi kanal ini antara lain:

1. Memetakan *Layout* Sel

Layout sel yang digunakan diambil dari peta kota Medan untuk dapat melihat contoh lebih sederhana karena penulis berdomisili di daerah Medan, sehingga dapat melihat dan mengetahui daerah yang digunakan. Daerah yang digunakan untuk pemodelan *layout* ini hanya 15 kecamatan dari kota Medan. Tidak semua daerah dimasukkan sebagai input untuk membuat *layout* selnya. Sel yang dimodelkan pada *layout* sel Medan sekitar 17 sel, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Layout* Sel yang Digunakan

Pembagian *layout* sel ini jelas sangat berbeda dengan *layout* di lapangan. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengalokasian kanal yang tidak memiliki terlalu banyak sel, yaitu 17 sel.

2. Pola Interferensi Sel

Dari *layout* sel yang digunakan dapat dihasilkan pola interferensi sel.

3. Matriks Cij

Matriks Cij didapatkan setelah melihat *layout* yang digunakan dan telah disesuaikan dengan kaidah EMC.

4. *Call demand*

Call demand yang digunakan pada optimasi alokasi kanal dinamik ini merupakan panggilan yang ditawarkan pada setiap sel. *Call demand* pada setiap sel berbeda-beda.

5. *Fuzzy* Dengan Metode Tsukamoto

Secara umum bentuk model *fuzzy* Tsukamoto adalah [1] :

If (X is A) and (Y is B) then (Z is C)

Dimana A, B, dan C adalah himpunan *fuzzy*.

Misalkan diketahui 2 *rule* berikut :

if (x is A₁) and (y is B₁) then (z is C₁)

if (x is A₂) and (y is B₂) then (z is C₂)

Dalam inferensi *fuzzy* metode Tsukamoto menggunakan tahapan berikut (Gambar 2) :

a. *Fuzzifikasi*

b. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*rule* dalam bentuk *IF THEN*)

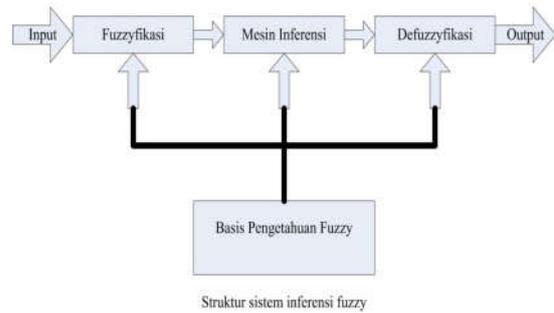
c. Mesin inferensi

Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots \alpha_n$). Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing *rule* ($Z_1, Z_2, Z_3, \dots Z_n$).

d. *Defuzzifikasi*

Menggunakan metode rata-rata (*average*)

$$z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \quad (1)$$



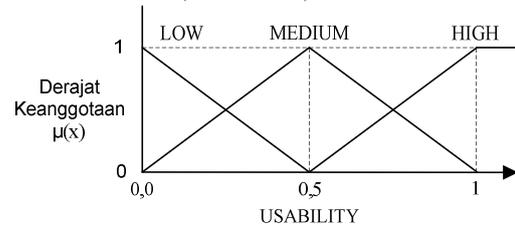
Gambar 2. Struktur Sistem Inferensi *Fuzzy*

Variabel yang dipakai untuk penugasan kanal pada logika *fuzzy* adalah :

1. *Fuzzifikasi*

Fuzzifikasi variabel dan himpunan pada proses alokasi kanal frekuensi ini meliputi :

- a. Variabel *Usability*, yaitu : ketersediaan kanal pada tiap-tiap sel. Himpunannya dibagi menjadi 3, yaitu : *LOW*, *MEDIUM*, dan *HIGH* (Gambar 3).



Gambar 3. Kurva Variabel *Usability*

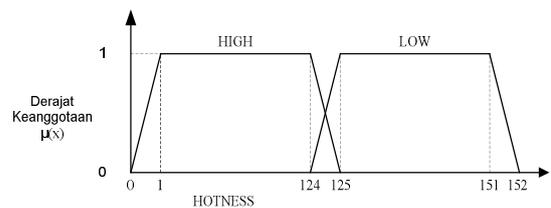
Nilai untuk setiap himpunan *usability* yaitu :

$$\mu_{USABILITY\ LOW}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 0,0 \\ 0,5 - x; & 0,0 \leq x \leq 0,5 \\ 0; & x \geq 0,5 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{USABILITY\ MEDIUM}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0,0\ \text{atau}\ x \geq 1 \\ 0,5 - x; & 0,0 \leq x \leq 0,5 \\ \frac{1-x}{0,5}; & 0,5 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{USABILITY\ HIGH}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0,5 \\ \frac{x-0,5}{0,5}; & 0,5 \leq x \leq 1 \\ 1; & x \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

- b. Variabel *Hotness*, yaitu : tingkat kepadatan trafik panggilan. Himpunannya dibagi menjadi 2, yaitu : *LOW* dan *HIGH* (Gambar 4).



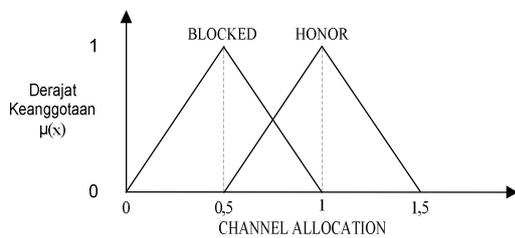
Gambar 4. Kurva Variabel *Hotness*

Nilai untuk setiap himpunan *hotness* yaitu :

$$\mu_{HOTNESS\ HIGH}(y) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 125 \\ \frac{x-0}{1}; & 0 \leq x \leq 1 \\ 1; & 1 \leq x \leq 124 \\ \frac{125-x}{1}; & 124 \leq x \leq 125 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{HOTNESS\ LOW}(y) = \begin{cases} 0; & x \leq 124 \text{ atau } x \geq 152 \\ \frac{x-124}{1}; & 124 \leq x \leq 125 \\ 1; & 125 \leq x \leq 151 \\ \frac{152-x}{1}; & 151 \leq x \leq 152 \end{cases} \quad (6)$$

- c. Variabel *Channel Allocation*, yaitu : keputusan untuk mengalokasikan panggilan pada kanal yang tersedia. Himpunannya dibagi menjadi 2, yaitu : *HONOR* dan *BLOCKED* (Gambar 5).



Gambar 5. Kurva Variabel *Channel Allocation*

Nilai untuk setiap himpunan *channel allocation* yaitu :

$$\mu_{ALOKASI\ BLOCKED}(z) = \begin{cases} 0; & x \leq 0,0 \text{ atau } x \geq 1 \\ \frac{x-0,0}{0,5}; & 0,0 \leq x \leq 0,5 \\ \frac{1-x}{0,5}; & 0,5 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{ALOKASI\ HONOR}(z) = \begin{cases} 0; & x \leq 0,5 \text{ atau } x \geq 1,5 \\ \frac{x-0,5}{0,5}; & 0,5 \leq x \leq 1 \\ \frac{1,5-x}{0,5}; & 1 \leq x \leq 1,5 \end{cases} \quad (8)$$

2. Pembentukan Basis Pengetahuan
Adapun *rule-rule* yang akan dibentuk untuk setiap statemen adalah :

R1 : *if(usability is LOW) then (alokasi kanal is BLOCKED)*

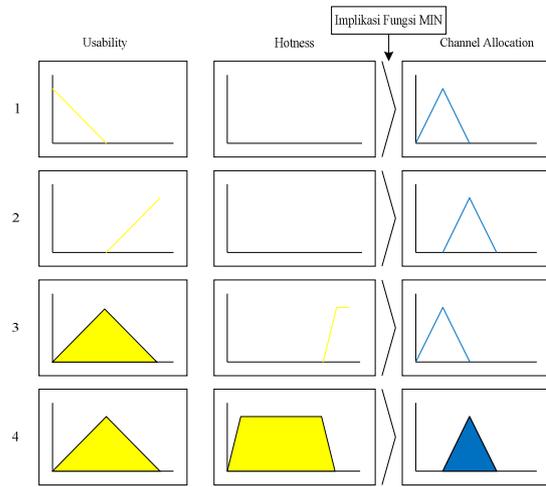
R2 : *if(usability is HIGH) then (alokasi kanal is HONOR)*

R3 : *if(usability is MEDIUM) and (hotness is LOW) then (alokasi kanal is BLOCKED)*

R4 : *if(usability is MEDIUM) and (hotness is HIGH) then (alokasi kanal is HONOR)*

3. Pembentukan Mesin Inferensi

Mesin inferensi atau logika pengambil keputusan berguna untuk memudahkan kita dalam melihat hasil secara visual, kemudahan yang dimaksud adalah pergeseran garis pada setiap kurva yang berarti menunjukkan seberapa besar perubahan yang dihasilkan oleh kurva tersebut. Seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Inferensi Metode Implikasi MIN

4. HASIL ANALISIS

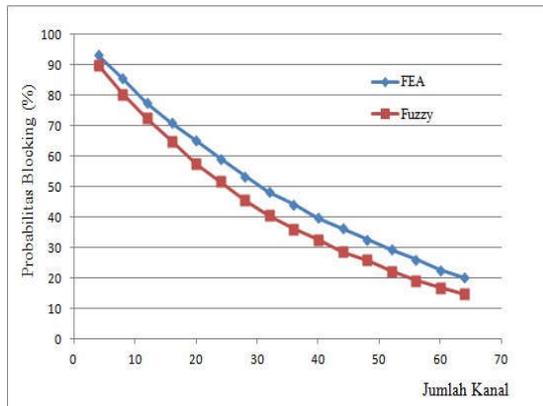
Tabel 1 merupakan tabel hasil pengalokasian kanal dengan menggunakan $c_{ii}=6$. Dari tabel 1 dapat dilihat semua kanal dapat dialokasikan tanpa melanggar batasan matriks yang ada.

Tabel 1. Hasil Alokasi Kanal Untuk $c_{ii}=6$

Sel	Jumlah Kanal	Nomor Kanal
1	14	3,9,15,21,27,33,39,45,51,57,63,69,75,81
2	15	1,7,13,19,25,31,37,43,49,55,61,67,73,79,85
3	18	5,11,17,23,29,35,41,47,53,59,65,71,77,83,89,95,101,107
4	17	1,7,13,19,25,31,37,43,49,55,61,67,73,79,85,91,97
5	22	5,11,17,23,29,35,41,47,53,59,65,71,77,83,89,95,101,107,113,119,125,131
6	25	3,9,15,21,27,33,39,45,51,57,63,69,75,81,87,93,99,105,111,117,123,129,135,141,147
7	16	1,7,13,19,25,31,37,43,49,55,61,67,73,79,85,91
8	20	5,11,17,23,29,35,41,47,53,59,65,71,77,83,89,95,101,107,113,119
9	21	3,9,15,21,27,33,39,45,51,57,63,69,75,81,87,93,99,105,111,117,123
10	10	3,9,15,21,27,33,39,45,51,57
11	26	1,7,13,19,25,31,37,43,49,55,61,67,73,79,85,91,97,103,109,115,121,127,133,139,145,151
12	24	5,11,17,23,29,35,41,47,53,59,65,71,77,83,89,95,101,107,113,119,125,131,137
13	7	3,9,15,21,27,33,39
14	13	1,7,13,19,25,31,37,43,49,55,61,67,73
15	12	5,11,17,23,29,35,41,47,53,59,65,71
16	8	5,11,17,23,29,35,41,47
17	19	3,9,15,21,27,33,39,45,51,57,63,69,75,81,87,93,99,105,111

Gambar 7 menunjukkan perbandingan kinerja antara FEA dengan *Fuzzy Logic* dan hasil yang didapat menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan yaitu probabilitas *blocking* dengan metode *Fuzzy Logic* lebih

kecil dibandingkan dengan FEA. Ini menggambarkan bahwa kinerja metode *Fuzzy Logic* lebih baik dibandingkan dengan FEA.



Gambar 7. Grafik Kinerja FEA dan *Fuzzy Logic*

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan, antara lain :

1. Hasil *output* pada *fuzzy* tidak menunjukkan persentase dari kinerja logika *fuzzy* tetapi hanya menunjukkan hasil perhitungan dari variabel-variabel *input*.
2. Semakin banyak variabel dan himpunan yang dibuat pada *input* FIS maka hasil yang didapat akan semakin bagus.
3. Probabilitas *blocking* yang didapat dengan metode *Fuzzy Logic* lebih kecil dibandingkan dengan metode FEA.
4. Kinerja *Fuzzy Logic* lebih baik dibandingkan dengan FEA.
5. Semakin besar jumlah *call demand* maka semakin banyak kanal yang digunakan dan semakin kecil jumlah *call demand* maka semakin sedikit juga kanal yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sivaranjan, K. N., McEliece, R. J.: Channel Assignment in Cellular Radio, Proceedings IEEE Vehicular Technology Conference, 1989, pp. 846-850. Diakses pada 10 Oktober 2013.Medan.
- [2] Kusumadewi Sri, Purnomo Hari, 2004. "Aplikasi LOGIKA FUZZY Untuk Pendukung Keputusan," ISBN : 979-3289-50-3, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [3] Mufti,Nachwan.2003."Modul 3: Sistem Komunikasi Bergerak". Diakses pada 3 Oktober 2013.Medan.
- [4] He. Zhenya,Yifeng Zhang, Chengjian Wei, and Jun Wang , "A Multistage Self-Organizing Algorithm Combined Transiently Chaotic Neural Network for Cellular Channel Assignment, " *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol.51, November 2002. Diakses pada 10 Oktober 2013.Medan.
- [5] G.Chakraborty, An Efficient Heuristic Algorithm for Channel Assignment Problem in Cellular Radio Networks, *IEEE Trans on Veh Technology*, vol.50, no.6, pp. 1528-1539, Nov 2001. Diakses pada 11 November 2013.Medan.