

ANALISIS KONTRIBUSI TEKNIK ALOKASI KANAL DDCA/PC DALAM MENEKAN PROBABILITAS KEGAGALAN PANGGILAN DAN MENINGKATKAN KAPASITAS SISTEM PADA CDMA

Yuni Mariana, L2F099654

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

Abstrak - Dengan semakin meningkatnya pengguna dari komunikasi bergerak yang menggunakan sistem CDMA menyebabkan ketersediaan kanal menjadi terbatas. Berbagai macam teknik alokasi kanal seperti Fixed Channel Assignment (FCA), Dynamic Channel Assignment (DCA), dan Hybrid Channel Assignment (HCA) digunakan untuk mengalokasikan frekuensi pada sel dengan tujuan untuk memperbesar kemampuan dari frequency reuse. Hal ini untuk melayani banyaknya call simultan yang mungkin muncul pada dunia telekomunikasi bergerak sekarang ini.

Salah satu teknik alokasi kanal adalah dengan Distributed Dynamic Channel Assignment Under Power Control (DDCA/PC) yang menggunakan kontrol daya untuk menekan nilai probabilitas kegagalan panggilan dan memperbesar kapasitas sistem. Dimana secara teori dengan DDCA/PC mampu mengurangi nilai probabilitas kegagalan panggilan lebih besar daripada teknik FCA dan HCA.

Pada Tugas Akhir ini dibuat simulasi tentang analisis kontribusi teknik alokasi kanal DDCA/PC dalam menekan probabilitas kegagalan panggilan dan meningkatkan kapasitas sistem pada CDMA yang bertujuan menganalisis hasil perhitungan nilai probabilitas kegagalan panggilan dan kapasitas sistem dari masing-masing teknik alokasi kanal yaitu DDCA/PC, FCA dan HCA. Teknik DDCA/PC mampu menekan nilai probabilitas kegagalan panggilan dengan nilai eksponen path loss yang besar serta mengurangi jumlah kanal, jumlah sel, rata-rata kedatangan call dan holding time. Teknik DDCA/PC mampu meningkatkan kapasitas sistem dengan nilai rata-rata kedatangan call dan eksponen path loss yang besar serta mengurangi jumlah kanal, jumlah sel dan holding time. Dari simulasi diperoleh hasil untuk jumlah sel 3, jumlah kanal 4, jari-jari sel 25 km, ΔG 5 dB, eksponen path loss 0,4, holding time 360 sekon dan nilai rata-rata kedatangan call sebesar 100 call/jam/sel dengan teknik DDCA/PC menghasilkan nilai probabilitas kegagalan panggilan sebesar 0,041427 dan kapasitas sistem sebesar 9,5857 Erlang, dengan FCA menghasilkan probabilitas kegagalan panggilan sebesar 0,12267 dan kapasitas sistem sebesar 8,7733 Erlang, dan dengan HCA menghasilkan probabilitas kegagalan panggilan sebesar 0,08872 dan kapasitas sistem sebesar 9,1128 Erlang.

Kata kunci : Fixed Channel Assignment (FCA), Distributed Dynamic Channel Assignment/Power Control (DDCA/PC), Hybrid Channel Assignment (HCA), probabilitas kegagalan panggilan, kapasitas sistem

1. PENDAHULUAN

Teknik alokasi kanal merupakan suatu metoda untuk mengalokasikan kanal frekuensi dalam suatu sistem, sehingga penggunaan ulang dari kanal-kanal frekuensi (*frequency reuse*) dapat meningkat. Ada beberapa jenis teknik alokasi kanal yaitu Fixed Channel Assignment (FCA), Distributed Dynamic Channel Assignment/Power Control (DDCA/PC), dan Hybrid Channel Assignment (HCA). Teknik alokasi kanal ini untuk mengatasi banyaknya call simultan yang mungkin muncul atau tingkat trafik yang padat.

Salah satu teknik alokasi kanal adalah Distributed Dynamic Channel Assignment/Power Control (DDCA/PC) yang menggunakan kontrol daya untuk menekan nilai probabilitas kegagalan panggilan dan meningkatkan kapasitas sistem CDMA. Kapasitas sistem CDMA adalah jumlah trafik/call yang dapat dilayani secara simultan oleh sebuah sel CDMA, sedangkan probabilitas kegagalan panggilan adalah nilai probabilitas dari call yang diblok sehingga tidak masuk dalam sistem. Sistem akan semakin baik jika probabilitas kegagalan panggilannya semakin kecil. Teknik DDCA/PC menghasilkan nilai

probabilitas kegagalan panggilan lebih rendah dan kapasitas sistem CDMA lebih besar daripada teknik FCA dan HCA.

1.1. Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk menganalisa kemampuan teknik alokasi kanal DDCA/PC dalam menekan nilai probabilitas kegagalan panggilan dan meningkatkan kapasitas sistem pada CDMA.

1.2. Pembatasan Masalah

Kriteria hasil uji kinerja diukur dalam bentuk nilai P_B (probabilitas kegagalan panggilan) dan kapasitas sistem (C_p), serta kemampuan metode DDCA/PC ini dalam menekan nilai probabilitas kegagalan panggilan dan meningkatkan kapasitas sistem CDMA lebih besar dari metode FCA dan HCA.

2. Sistem Komunikasi Bergerak CDMA

Sistem selular dewasa ini berkembang cukup pesat. Bila dilihat dari metode akses yang digunakan, pada dasarnya ada tiga sistem selular, yaitu sistem selular yang menggunakan metode akses FDMA (*Frequency Division Multiple*

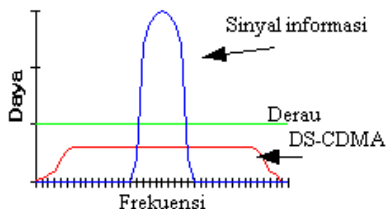
access), metode akses TDMA (*Time Division Multiple access*), dan metode akses CDMA (*Code Division Multiple access*).

CDMA adalah teknik modulasi dan *multiple access* berdasarkan teknik *spread spectrum direct sequence* dimana pengiriman sinyal menduduki lebar pita frekuensi melebihi spektrum minimal yang dibutuhkan.

2.1. Teknik Spread Spectrum

CDMA menggunakan kode digital yang unik untuk membedakan pelanggan. Kode tersebut dibedakan untuk *mobile station* dan *base station*, dan dinamakan "*Pseudo-Random Code Sequences*." Semua *user* berbagi spektrum radio dengan *range* yang sama.

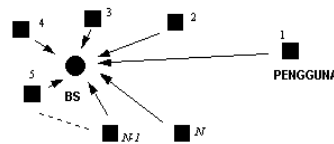
Teknologi CDMA memfokuskan diri pada teknologi *direct sequence spread spectrum*. Dengan teknologi ini sinyal informasi ditransmisikan melalui lebar pita yang jauh lebih lebar dari lebar pita sinyal informasi. Perbedaan antara *Narrowband-CDMA* dengan *Wideband-CDMA* adalah terletak pada kecepatan kode penyebar yaitu *N-CDMA* sebesar 1,23 Mbps sedangkan *W-CDMA* sebesar 5 sampai 20 Mbps. Perbedaan ini menyebabkan lebar pita transmisi *W-CDMA* lebih lebar dari lebar pita transmisi *N-CDMA*.



Gambar 2.1. Bentuk Spektrum Sinyal DS-SS.

Untuk menghitung kapasitas sistem CDMA satu sel, diasumsikan sistem yang digunakan adalah *star* dimana *base station* berkomunikasi dengan semua kanal/pengguna dan setiap kanal/pengguna akan menempati seluruh alokasi spektrum frekuensi yang sama. Perbandingan sinyal dan derai kanal/pengguna nomor satu pada penerima di BS diperlihatkan oleh persamaan 2.2 dimana S adalah daya yang diterima dan η adalah *white noise gaussian* serta N adalah jumlah terminal/kanal yang dapat diperlihatkan oleh Gambar 2.2.

$$S_1 / N_1 = \frac{S_1}{\sum_2^N S_j + \eta} \quad (2.1)$$



Gambar 2.2. Sistem *Star* dengan Satu BS dan N Kanal/Pengguna

2.2. Kontrol Daya

Power Control atau kontrol daya meliputi kontrol daya *uplink* dan kontrol daya *downlink*. Kontrol daya *downlink* digunakan untuk memperbesar kapasitas sistem, sedangkan *uplink* digunakan untuk mengontrol hubungan dan batas *threshold* penerimaan MS. Pada kanal *uplink* kontrol daya yang digunakan kombinasi kontrol daya loop tertutup dan loop terbuka mendeteksi daya sinyal yang diterima dari MS.

2.3. Kapasitas Selular CDMA

2.3.1. Kapasitas Sel Tunggal CDMA

Kapasitas sel tunggal CDMA dapat dianalisa dengan tanpa memperhatikan interferens dari sel-sel lain. Dengan mengasumsikan kontrol daya ideal, seluruh sinyal yang diterima *Mobile Unit* berada pada level yang sama. Untuk n buah *Mobile Unit* yang aktif, *Base Station* akan menerima sinyal yang diinginkan dengan daya S dan sebanyak $(n-1)$ sinyal *noise* dengan daya sebesar S pula.

Sehingga kapasitas sel tunggal CDMA diberikan oleh persamaan :

$$n = \frac{W / R}{(E_b / N_o)} - (\eta / S) + 1 \quad (2.2)$$

Dengan :

n = Kapasitas sel

X = *Voice Activator*

W = *Bandwidth*

R = *Bit rate*

E_b/N_o = Energi bit pernoise

S = level sinyal penerimaan

η = Background thermal noise

2.3.2. Kapasitas Multisel CDMA

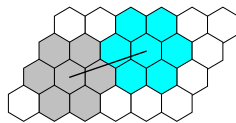
Untuk menghitung kapasitas multisel CDMA, interferens dari sel lain (I) serta interferens dari sel sendiri harus diperhitungkan yang dapat dinyatakan dengan :

$$n = \frac{W / R}{(E_b / N_o)} - (\eta / S) - (I / S) + 1 \quad (2.3)$$

dengan I adalah interferens eksternal dari sel-sel sekitarnya.

2.4. Teknik Alokasi Kanal

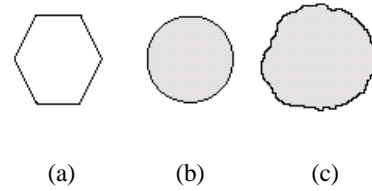
Pada sistem komunikasi selular bergerak area yang dilayani dibagi menjadi sel-sel. Sel-sel tersebut dimaksudkan untuk membagi area servis sehingga saat tertentu dapat ditentukan penggunaan kanal dan *base station* yang meliputi area dimana pemakai membutuhkan kanal. Kumpulan dari kanal yang tersedia pada saat sistem diberikan kepada *group* yang terdiri dari beberapa sel yang disebut *cluster*. Kumpulan kanal yang sama hanya dapat digunakan kembali pada *cluster* lain dengan jarak tertentu sehingga interferens yang terjadi masih dalam tingkat yang bisa diterima.



Gambar 2.3. Sistem Sel yang Terdiri dari Cluster-Cluster

Pada gambar tersebut ditunjukkan dua buah *cluster* masing-masing dengan jumlah 7 sel tiap *cluster*. Antar pusat *cluster* dipisahkan oleh jarak yang sama disebut dengan *reuse distance*. Pada dasarnya semakin kecil jumlah sel/*cluster* maka jumlah kanal yang dapat digunakan tiap sel akan semakin banyak. Di lain pihak bila jumlah sel tiap *cluster* kecil maka *co-channel* interferens yang terjadi semakin besar.

Kanal adalah suatu saluran untuk *Mobile Station* (MS) agar dapat berkomunikasi dengan MS lain. Kanal dapat juga diartikan sebagai *bandwidth* pada FDMA, *time slot* pada TDMA, dan *code* pada CDMA. Jika antena pemancar isotropik, maka bentuk ideal dari sel adalah lingkaran. Jika suatu daerah terdiri dari beberapa sel maka akan terjadi perpotongan/terjadi celah antar sel yang mengakibatkan bentuk sel menjadi segienam.



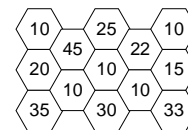
Gambar 2.4. (a) Sel Secara Teori (b) Sel Ideal (c) Sel Setelah Ada Trafik

2.4.1. Fixed Channel Assignment (FCA)

Teknik FCA menyediakan sejumlah kanal pada area tertentu (dalam komunikasi bergerak digambarkan sebagai sel segienam) yang menjadi milik sel tersebut, sehingga penggunaan kanal saat dibutuhkan terbatas pada jumlah kanal yang ada pada sel tersebut.

Pada teknik FCA sejumlah kanal diberikan secara permanen pada suatu sel menurut kepadatan pemakai pada area tersebut, sehingga suatu *call* akan dilayani oleh kanal yang dimiliki oleh sel dimana *call* tersebut terjadi. Pembagian kanal pada FCA memenuhi kriteria *reuse distance*. Syarat ini juga berlaku saat pembagian kanal pada teknik DCA.

Teknik FCA membutuhkan kanal menurut kepadatan pemakai yang berbeda-beda sehingga jumlah kanal yang dimiliki oleh masing-masing sel berbeda pula. Pada Gambar 2.5 bilangan didalam sel merupakan jumlah kanal yang menjadi milik sel tersebut.



Gambar 2.5. Teknik Fixed Channel Assignment (FCA)

2.4.2. Distributed Dynamic Channel Assignment/Power Control (DDCA/PC)

Teknik DDCA/PC tidak menyediakan kanal untuk suatu sel tertentu, melainkan akan memberi kanal yang dibutuhkan dengan mempertimbangkan faktor interferens dimana penggunaan kanal yang sama harus dipisahkan oleh jarak tertentu sehingga interferens yang terjadi masih dalam tingkat yang bisa diterima dan tidak mengganggu pemakaian kanal. Unjuk kerja semakin baik apabila probabilitas kegagalan panggilan yang dihasilkan rendah.

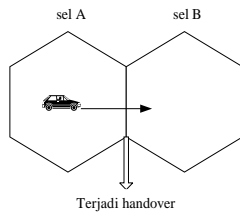
Teknik DDCA/PC tidak memberikan kanalnya pada sel manapun melainkan akan memberikan kanal bila suatu saat pemakai membutuhkannya, dengan syarat kanal yang telah dipakai oleh suatu sel hanya dapat digunakan kembali pada sel lain dengan jarak minimal sebesar *reuse distance*.

Teknik DDCA dapat dibagi menjadi:

- *Traffic Adaptation* DDCA (TA-DDCA): merupakan teknik DDCA dengan menyesuaikan dengan kepadatan trafik.
- *Interference Adaptation* DDCA (IA-DDCA): merupakan teknik DDCA dengan menyesuaikan dengan besarnya nilai interferens.

2.4.2.a. Handover

Perpindahan pemakai kanal yang sedang aktif dari satu sel ke sel yang lain disebut *handover*. Bila *handover* terjadi saat pemakai kanal berpindah dari sel A ke sel B maka harus disediakan kanal yang baru pada sel B untuk menghindari pemutusan hubungan pada sel A dan terjadi *call* baru pada sel B dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 2.6. Handover

Apabila pada sel B tidak ada kanal yang tersedia maka *handover* gagal, dan *call* yang sedang berlangsung terputus. Beragam teknik untuk *handover* telah dibuat, beberapa diantaranya lebih memprioritaskan untuk menolak *call* yang akan masuk, daripada pemutusan hubungan untuk *call* yang sedang berlangsung.

2.4.2.b. Kontrol Daya

DDCA/PC menggunakan *cost function* untuk mengalokasikan kanal diikuti dengan *power control* untuk mengurangi *co-channel interference*. Pengalokasian kanal dari keseluruhan jumlah kanal didasarkan atas nilai *cost function* untuk memperkirakan level interferens, sehingga salah satu kanal dapat digunakan untuk melayani *call* yang datang.

Nilai dari *cost function* dapat dirumuskan sebagai berikut: ^[13]

$$F_k = \sum_{i \in I_c} (C_{ki} q_{ki}) + q_c C_k \quad (2.4)$$

Dengan :

F_k = nilai interferens kanal untuk kanal k

I_c = nilai *co-channel* interferens untuk sel C

C_{ki} = status biner dari I_c

$C_{ki} = 0$, jika kanal k terdapat dalam sel i

$C_{ki} = 1$, jika kanal k dipakai dalam sel i

q_{ki} = jarak antara sel penginterferens i dan sel C

C_k = status biner dari sel C

$C_k = 1$, jika tidak ada kanal dalam sel C

$C_k = 0$, jika ada kanal dalam sel C

q_c = tingkat ketersediaan kanal

$q_c = 1$, jika kanal sedang dipakai dalam sel C

Pada FCA nilai gain S/I dengan batas ambang γ dirumuskan sebagai berikut: $\Delta G_{FCA} = S/I_{FCA} - \gamma$ dengan S/I_{FCA} adalah nilai median dari SIR. Sedangkan pada sistem DDCA/PC nilai gain S/I nya dirumuskan $\Delta G_{DCA} = S/I_{DCA} - \gamma$ dengan S/I_{DCA} adalah nilai median dari SIR sistem DCA. Nilai resultan DCA dirumuskan $\Delta G = \Delta G_{FCA} - \Delta G_{DCA}$ dengan ΔG dalam dB. Maka resultan dari gain interferens adaptasi pada DDCA/PC yang berhubungan dengan FCA dirumuskan sebagai berikut:

$$g_{IA} = \min (N, 2^{\frac{\Delta G}{1.5\alpha}}) \quad (2.5)$$

Dengan :

g_{IA} = rasio daya

N = jumlah sel dalam *cluster*

Faktor *reuse* N_p dirumuskan sebagai berikut:

$$N_p = \frac{N}{g_{IA}} \quad (2.6)$$

Jika P_i adalah probabilitas dari i jumlah kanal, maka berdasarkan rumus Erlang-B nilai distribusi probabilitas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P_i = \frac{(N_p \lambda)^i}{i! \mu^i} P_0, \quad 0 < i \leq L \quad (2.7)$$

$$\text{dan } P_0 = \left(\sum_{k=0}^L \frac{(N_p \lambda)^k}{k! \mu^k} \right)^{-1} \quad (2.8)$$

Dengan :

L = jumlah kanal dalam sistem

λ = rata-rata kedatangan *call* / sel

$1/\mu$ = rata-rata *holding time call*

Jika L adalah kanal dalam *cluster* berukuran N_p nilai probabilitas kegagalan panggilan adalah P_L pada DDCA/PC, *call* baru akan diblok jika jumlah kanal dalam *cluster* N_p lebih kecil dari L . Jika $b(m)$ adalah probabilitas dari kanal yang tersedia, dan kanal tidak dapat dialokasikan karena adanya interferens yaitu jika ($S/I < 10\text{dB}$) dengan m adalah jumlah kanal yang

tersedia dalam *cluster* N_p . Maka $b(m)$ untuk DDCA/PC dapat dituliskan sebagai berikut:

$$b(m) = \left(\frac{(1 - P_L)D}{(g + 1)L / N_p} \right)^{\lfloor \frac{L-m}{N_p} \rfloor} \quad (2.9)$$

Dengan :

$$D = \frac{\lambda}{\mu} \left(1 + \frac{g}{N_p} \right) \quad (2.10)$$

$$g = 2(N_p - 1) \quad (2.11)$$

Jika D adalah trafik yang ditawarkan pada kanal dinamik, $[(1 - P_L)D] / [(g + 1)L / N_p]$ adalah trafik yang dapat dibawa oleh masing-masing kanal /sel dan $\lfloor (L - m) / N_p \rfloor$ adalah rata-rata jumlah dari kanal yang tidak dipakai/sel dalam *cluster* N_p , dengan g adalah jumlah dari sel *co-channel* interferens dengan menggunakan *reuse factor*. Maka rata-rata kedatangan *call* λ_m untuk m kanal dalam *cluster* N_p dapat dituliskan:

$$\lambda_m = N_p \lambda \{1 - b(m)\} \quad (2.12)$$

Probabilitas distribusi dari DDCA/PC dengan j adalah jumlah kanal yang dapat tersedia dalam *cluster* N_p dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P_j = \frac{\prod_{m=0}^{j-1} \lambda_m}{j! \mu^j} P_0 \quad (2.13)$$

$$P_0 = \left(1 + \sum_{k=1}^L \frac{\prod_{m=0}^{k-1} \lambda_m}{k! \mu^k} \right)^{-1} \quad (2.14)$$

Probabilitas kegagalan panggilan dari sistem adalah :

$$PB = \frac{N_r}{N_o} \quad (2.15)$$

$$\begin{aligned} N_o &= N_c + N_r \\ &= a.T \end{aligned} \quad (2.16)$$

Dengan :

N_r = jumlah *call* yang diblok

N_o = jumlah *call* yang ditawarkan

N_c = jumlah *call* yang terlayani

a = rata-rata kedatangan *call* (call/jam/sel)

T = lama waktu tertentu

Kapasitas sistem dirumuskan sebagai berikut :

$$C_p = (1 - P_B) N_o \quad (2.17)$$

Dengan :

P_B = probabilitas kegagalan panggilan

N_o = jumlah trafik yang ditawarkan (Erlang)

2.4.3. Hybrid Channel Assignment (HCA)

Teknik ini merupakan perpaduan antara teknik FCA dan DCA. Dengan total kanal yang tersedia dibagi menjadi dua group/kelompok yaitu :

- *Fixed* : berisi kanal yang dialokasikan untuk sel seperti pada teknik FCA.
- *Dynamic*: berisi kanal yang dialokasikan untuk sel seperti pada teknik DCA.

Algoritma Pengalokasian Kanal :

- *Cost function* digunakan untuk menentukan prioritas kanal.
- Kanal dengan nilai *cost function* paling rendah mempunyai prioritas paling tinggi.
- Tiap sel mempunyai daftar prioritas untuk masing-masing kanal.
- Prioritas dari kanal yang tersedia pada tiap *base station* selalu di *update* setelah *call* itu diterima atau diterminasi pada sel-sel penginterferens.

Rasio dari *fixed* dan *dynamic* kanal adalah parameter untuk menunjukkan performansi sistem. Dimana sistem dengan kanal *dynamic* lebih besar mempunyai probabilitas kegagalan panggilan (P_B) paling kecil. Hal ini disebabkan karena jika semua kanal *fixed* penuh, sel akan meminjam kanal dari sel tetangga. Sehingga dengan teknik HCA dapat menghasilkan probabilitas kegagalan panggilan lebih rendah dan jumlah frekuensi yang dapat diaktifkan menjadi lebih banyak dengan kata lain kapasitas sistem menjadi lebih besar. Sistem yang banyak mempunyai kanal *dynamic* mempunyai performansi sistem yang paling baik.

Probabilitas *kegagalan panggilan* dalam tiap sel dengan rumus Erlang-B sebagai berikut:

$$P_B[\text{blocking}] = \frac{\frac{A^c}{c!}}{\sum_{k=0}^c \frac{A^k}{k!}} \quad (2.18)$$

Dengan :

c = jumlah kanal dalam sel

A = trafik yang ditawarkan dalam sel

Dan probabilitas kegagalan panggilan total adalah sebagai berikut:

$$P_{B\text{total}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{Bi} l_i}{l_{\text{total}}} \quad (2.19)$$

Dengan :

P_{Bi} = probabilitas kegagalan panggilan dalam sel i

I_i = beban yang ditawarkan dalam sel
 N = jumlah sel dalam *cluster*
 I_{total} = beban total yang ditawarkan dalam semua sel

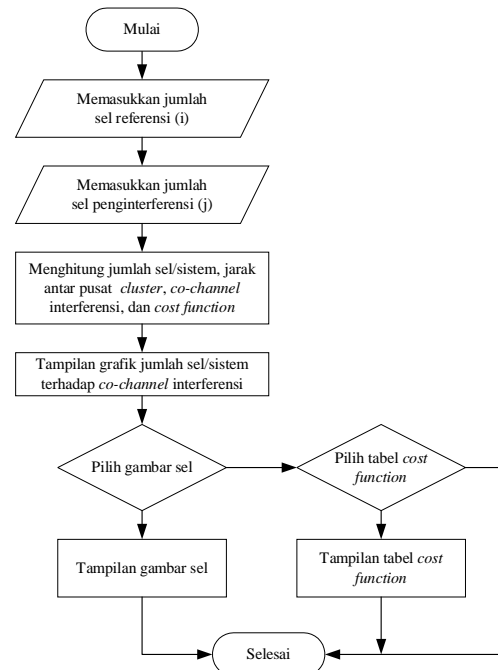
3. PERANCANGAN SISTEM ANALISIS TEKNIK ALOKASI KANAL DALAM MENGHITUNG PROBABILITAS KEGAGALAN PANGGILAN DAN KAPASITAS SISTEM PADA CDMA

Pada menu utama simulasi terdapat tiga pilihan jenis teknik alokasi kanal yang dipakai yaitu DDCA/PC, FCA dan HCA. Dari masing-masing teknik alokasi kanal tersebut terdapat tiga menu utama yaitu perhitungan level interferens, perhitungan probabilitas kegagalan panggilan dan kapasitas sistem serta perbandingan ketiga teknik alokasi kanal dalam bentuk tabel dan grafik.

3.1. Perhitungan Level Interferens

Pada menu perhitungan level interferens dimasukkan nilai jari-jari sel (R), jumlah sel referensi (i) dan jumlah penginterferens (j), kemudian dilakukan perhitungan nilai jumlah sel/sistem, jarak antar pusat *cluster*, *co-channel* interferens, *cost function* serta plot grafik antara nilai *co-channel* interferens terhadap jumlah sel/sistem. Bila tombol Skema Sel ditekan maka akan ditampilkan skema sel sesuai dengan jumlah sel referensi dan sel penginterferens yang dimasukkan, tombol Tabel Cost Function untuk menampilkan tabel nilai *cost function* sesuai dengan nilai jari-jari sel (R) yang dimasukkan.

Diagram alir dari perhitungan level interferens adalah seperti pada Gambar 3.1.

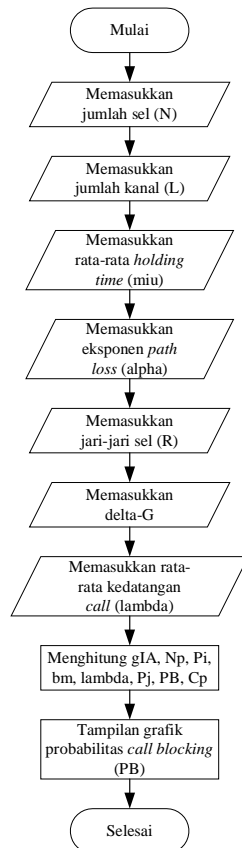


Gambar 3.1. Diagram Alir Perhitungan Level Interferens

3.2. Perhitungan Probabilitas Kegagalan Panggilan (P_B) dan Kapasitas Sistem (C_p) dengan DDCA/PC, FCA dan HCA

Pada menu perhitungan probabilitas kegagalan panggilan (P_B) dan kapasitas sistem (C_p) dengan DDCA/PC, FCA dan HCA terdapat masukan jumlah sel (N), jumlah kanal (L), rata-rata *holding time* (μ), eksponen *path loss* (α), jari-jari sel (R), ΔG , rata-rata kedatangan *call* (λ), setelah itu dilakukan perhitungan nilai gain interferens adaptasi (gIA), faktor *reuse* (N_p), distribusi probabilitas jumlah kanal mula-mula (P_i), probabilitas kanal yang tersedia (bm), rata-rata kedatangan *call* (λ), distribusi probabilitas setelah ada *call* (P_j), probabilitas kegagalan panggilan (P_B), dan kapasitas sistem (C_p) serta grafik probabilitas kegagalan panggilan (P_B) terhadap rata-rata kedatangan *call* (λ).

Diagram alir dari perhitungan probabilitas kegagalan panggilan (P_B) dan kapasitas sistem (C_p) ditunjukkan oleh Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Alir Perhitungan Probabilitas Kegagalan Panggilan (P_B) dan Kapasitas Sistem (C_p) dengan DDCA/PC, FCA dan HCA

3.3. Perbandingan Teknik Alokasi Kanal DDCA/PC, FCA dan HCA

Didalam menu perbandingan teknik alokasi kanal DDCA/PC, FCA dan HCA terdapat dua menu pilihan untuk memilih perbandingan ketiga teknik tersebut dalam bentuk tabel atau grafik. Dari kedua menu pilihan tersebut ada dua parameter yang dibandingkan yaitu probabilitas kegagalan panggilan (P_B) dan kapasitas sistem (C_p). Dari nilai parameter utama yang dimasukkan, maka dapat diketahui secara otomatis perbandingan nilai P_B dan C_p dari ketiga teknik DDCA/PC, FCA dan HCA.

4. ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Pengujian dilakukan dengan metode analisis terhadap hasil perhitungan probabilitas kegagalan panggilan (P_B) dan kapasitas sistem (C_p) dari ketiga teknik alokasi kanal DDCA/PC, FCA, dan HCA. Parameter-parameter masukan

berupa jari-jari sel (R), jumlah sel referensi (i), sel penginterferens (j), jumlah sel (N), jumlah kanal (L), eksponen *path loss* (α), jari-jari sel (R), delta-G, rata-rata kedatangan *call* (λ), dan *holding time* (μ) yang nilainya dapat diubah-ubah sehingga dapat dihitung nilai probabilitas kegagalan panggilan (P_B) dan kapasitas sistem (C_p). Pada teknik alokasi kanal parameter-parameter yang dihitung adalah gain interferens adaptasi (gIA), faktor *reuse* (N_p), distribusi probabilitas mula-mula (P_i), probabilitas kanal yang tersedia (bm), rata-rata kedatangan *call* (λ), distribusi probabilitas setelah ada *call* (P_j), probabilitas kegagalan panggilan (P_B) dan kapasitas sistem (C_p).

4.1. Perhitungan Level Interferens

Perhitungan level interferens untuk ketiga teknik alokasi kanal yang dipakai adalah sama yaitu jika dipilih jari-jari sel (R), sel referensi (i), dan sel penginterferens (j) maka akan dilakukan perhitungan jumlah sel/sistem, jarak antar pusat *cluster*, *co-channel* interferens dan nilai *cost function* serta penggambaran grafik *co-channel* interferens terhadap nilai jumlah sel/sistem.

Untuk nilai i dan $j = 1$ dan jari-jari sel (R) = 5 km, maka :

- Jumlah sel/sistem (N)

$$\begin{aligned}
 N &= i^2 + j^2 + i \cdot j \\
 &= 1^2 + 1^2 + 1 \cdot 1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

Dengan N adalah bilangan bulat positif.

- Jarak antar pusat *cluster* (D)

$$\begin{aligned}
 D &= R\sqrt{3N} \\
 &= 5\sqrt{3 \cdot 3} \\
 &= 15 \text{ km}
 \end{aligned}$$

- *Co-channel* interferens (Q)

$$\begin{aligned}
 Q &= D / R \\
 &= 15 / 5 \\
 &= 3 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

- *Cost function* (F_k)

$$\begin{aligned}
 F_k &= \sum_{i \in I_c} (C_{k_i} q_{k_i}) + q_c C_k \\
 &= D + 1 \\
 &= 15 + 1 \\
 &= 16
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.1, 4.2, 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.1. Jumlah Sel/Sistem untuk Nilai R = 5 km, 25 km, dan 50 km

i	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7
1	3	7	13	21	31	43	57
2	7	12	19	28	39	52	67
3	13	19	27	37	49	63	79
4	21	28	37	48	61	76	93
5	31	39	49	61	75	91	109
6	43	52	63	76	91	108	127
7	57	67	79	93	109	127	147

Tabel 4.2. Jarak Antar Pusat Cluster (km) untuk Nilai R = 5 km

i	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7
1	15	22,913	31,25	39,686	48,218	56,789	65,383
2	22,913	30	37,749	45,826	54,083	62,45	70,887
3	31,225	37,749	45	52,678	60,622	68,739	76,974
4	39,686	45,826	52,678	60	67,639	75,498	83,516
5	48,218	54,083	60,622	67,639	75	82,614	90,416
6	56,789	62,45	68,739	75,498	82,614	90	97,596
7	65,383	70,887	76,974	83,516	90,416	97,596	105

Tabel 4.3. Co-Channel Interferens (dB) untuk Nilai R = 5 km

i	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7
1	3	4,5826	6,245	7,9373	9,6437	11,358	13,077
2	4,5826	6	7,5498	9,1652	10,817	12,49	14,177
3	6,245	7,5498	9	10,536	12,124	13,748	15,395
4	7,9373	9,1652	10,536	12	13,528	15,1	16,703
5	9,6437	10,817	12,124	13,528	15	16,523	18,083
6	11,358	12,49	13,748	15,1	16,523	18	19,519
7	13,077	14,177	15,395	16,703	18,083	19,519	21

Tabel 4.4. Cost Function untuk Nilai R = 5 km

i	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7
1	16	23,9129	32,225	40,6863	49,2183	57,7891	66,3835
2	23,9129	31	38,7492	46,8258	55,0833	63,45	71,8872
3	32,225	38,7492	46	53,6783	61,6218	69,7386	77,9740
4	40,6863	46,8258	53,6783	61	68,6387	76,4983	84,5165
5	49,2183	55,0833	61,6218	68,6387	76	83,6136	91,4157
6	57,7891	63,45	69,7386	76,4983	83,6136	91	98,5961
7	66,3835	71,8872	77,974	84,5165	91,4157	98,5961	106

Perhitungan *cost function* dari suatu kanal merupakan suatu cara untuk menentukan level interferens dan menentukan urutan prioritas penggunaan kanal untuk melayani *call* yang datang. Kanal dengan nilai *cost function* yang paling rendah dari keseluruhan jumlah kanal mempunyai urutan prioritas penggunaan yang pertama dalam melayani *call* yang masuk. Sedangkan kanal dengan nilai *cost function* yang paling besar mempunyai urutan penggunaan yang paling terakhir. Tabel *cost function* dari kanal yang dimiliki oleh masing-masing sel selalu *diupdate* sesuai dengan rata-rata trafik yang diterima oleh sistem. Hal ini menghindari

penggunaan kanal yang sama oleh sel yang berbeda sehingga akan mengurangi nilai *co-channel* interferens.

4.2. Perhitungan Probabilitas Kegagalan Panggilan (P_B) dan Kapasitas Sistem (C_p) dengan DDCA/PC

Dengan masukan parameter utama yaitu jumlah sel ($N=1$), jumlah kanal ($L=1$), eksponen *path loss* ($\alpha=0,1$), jari-jari sel ($R=5$ km), delta-G ($\Delta G=1$ dB), rata-rata kedatangan *call* ($\lambda=10$ call/jam/sel), dan *holding time* ($\mu=10$ s) diperoleh hasil dengan perhitungan sebagai berikut :

- Gain Interferens Adaptasi
 $g_{IA} = 2^{((2 \times \text{deltaG})/1,5 \times \text{alpha})}$
 $= 1,0968 \text{ dB}$
 - Faktor *Reuse*
 $N_p = N / g_{IA}$
 $= 0,9117$
 - Distribusi Probabilitas Jumlah Kanal Mula-Mula
 Dengan :
 $i = 10$
 $i! = 3628800$, maka :

$$P_0 = \left(\sum_{k=0}^L \frac{(N_p \lambda)^k}{k! \mu^k} \right)^{-1}$$
 $= 0,53137$

$$P_i = \frac{(N_p \lambda)^i}{i! \mu^i} P_0$$
 $= 0,89163$
 - Probabilitas Jumlah Kanal yang Tersedia
 $m = L - 1$
 $= 0$
 $g = 2 \times (N_p - 1)$
 $= 0,17656$

$$D = \frac{\lambda}{\mu} \left(1 + \frac{g}{N_p} \right)$$
 $= 1,1936$
 $a = [(1 - P_L)D] / [(g + 1)L / N_p]$
 $= 0,10024$
 $b = \lfloor (L - m) / N_p \rfloor$
 $= 1,0968$

$$b(m) = \left(\frac{(1 - P_L)D}{(g + 1)L / N_p} \right)^{\lfloor \frac{L-m}{N_p} \rfloor}$$
 - Rata-Rata Kedatangan *Call*
 $\lambda_m = N_p \lambda \{1 - b(m)\}$
 $= 8,3858 \text{ call/jam/sel}$
 - Distribusi Probabilitas Jumlah Kanal Setelah Ada Trafik
 Jika: $j=1$

$$P_0 = \left(1 + \sum_{k=1}^L \frac{\prod_{m=0}^{k-1} \lambda_m}{k! \mu^k} \right)^{-1}$$
 $= 0,53137$
 $P_j = (\lambda / 362880 \times \mu^j) P_0$
 $= 0,00012279$
 - Probabilitas Kegagalan Panggilan
 $A = a.H$
 $= 0,0278 \text{ E}$
 $N_r = A.P_j$
 $= 3,4109 \times 10^6 \text{ E}$
 $P_B = N_r / A$
 $= 0,00012279$
 - Jumlah Trafik yang Dapat Dilayani
 $C_p = A(1 - P_B)$
 $= 0,27774 \text{ E}$
- Dengan perhitungan yang sama didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4.5. Probabilitas Kegagalan Panggilan Dengan Teknik DDCA/PC dengan $\lambda=10-100$ call/jam/sel dan $\mu = 10,75,180,480,1000$ sekon

λ	Rata-Rata <i> Holding Time</i> (sekon)				
	10	75	180	480	1000
10	0,00012279	0,0016774	0,0043032	0,011835	0,024897
20	0,00016718	0,0030253	0,0082097	0,023236	0,049349
30	0,00019011	0,004132	0,011772	0,034227	0,073366
40	0,00020411	0,005057	0,015033	0,044829	0,09696
50	0,00021355	0,0058416	0,018031	0,055063	0,12014
60	0,00022034	0,0065156	0,020794	0,064948	0,14292
70	0,00022547	0,0071007	0,023351	0,074501	0,16532
80	0,00022947	0,0076135	0,025723	0,083739	0,18733
90	0,00023268	0,0080667	0,02793	0,092677	0,20897
100	0,00023531	0,0084699	0,029988	0,10133	0,23024

Tabel 4.6. Jumlah Trafik yang Dapat Dilayani Dengan Teknik DDCA/PC dengan $\lambda=10-100$ call/jam/sel dan $\mu=10,75,180,480,1000$ sekon

λ (call/jam/sel)	Rata-Rata <i> Holding Time</i> (sekon)				
	10	75	180	480	1000
10	0,27774	2,0798	4,9785	13,176	27,086
20	0,27773	2,077	4,959	13,024	26,407
30	0,27772	2,0747	4,9411	12,877	25,74
40	0,27772	2,0728	4,9248	12,736	25,084
50	0,27772	2,0712	4,9098	12,599	24,44
60	0,27772	2,0698	4,896	12,467	23,808
70	0,27772	2,0685	4,8832	12,34	23,186
80	0,27771	2,0675	4,8714	12,217	22,574
90	0,27771	2,0665	4,8603	12,098	21,973
100	0,27771	2,0657	4,8501	11,982	21,382

4.3. Perhitungan Probabilitas Kegagalan Panggilan (P_B) dan Kapasitas Sistem (C_p) dengan FCA

Dengan masukan parameter utama yaitu jumlah sel ($N=1$), jumlah kanal ($L=1$), eksponen *path loss* ($\alpha=0,1$), jari-jari sel ($R=5$ km), delta-G ($\Delta G=1$ dB), rata-rata kedatangan *call* ($\lambda=10$ call/jam/sel), dan *holding time* ($\mu=10$ s) diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

- Gain Interferens Adaptasi

$$g_{IA} = 2^{((0,5 \times \text{deltaG}) / 1,5 \times \alpha)}$$

$$= 1,0234 \text{ dB}$$
- Faktor *reuse*

$$N_p = N / g_{IA}$$

$$= 0,97716$$
- Distribusi Probabilitas Jumlah Kanal Mula-Mula
 Dengan :
 $i = 10$
 $i! = 3628800$, maka :

$$P_o = \left(\sum_{k=0}^L \frac{(N_p \lambda)^k}{k! \mu^k} \right)^{-1}$$

$$= 0,51778$$

$$P_i = \frac{(N_p \lambda)^i}{i! \mu^i} P_o$$

$$= 0,8988$$
- Probabilitas Jumlah Kanal yang Tersedia
 $m = L-1$
 $= 0$
 $g = 2(N_p-1)$
 $= 0,04568$

$$D = \frac{\lambda}{\mu} \left(1 + \frac{g}{N_p} \right)$$

$$= 1,0467$$

$$a = [(1 - P_L)D] / [(g + 1)L / N_p]$$

$$= 0,098989$$

$$b = \left[(L - m) / N_p \right]$$

$$= 1,0234$$

$$b(m) = \left(\frac{(1 - P_L)D}{(g + 1)L / N_p} \right)^{\left[\frac{L-m}{N_p} \right]}$$

$$bm = a^b$$

$$= 0,09378$$

- Rata-Rata Kedatangan *Call*

$$\lambda_m = N_p \lambda \{ 1 - b(m) \}$$

$$= 8,85522 \text{ call/jam/sel}$$

- Distribusi Probabilitas Jumlah Kanal Setelah Ada Trafik

Jika: $j=1$

$$P_o = \left(1 + \sum_{k=1}^L \frac{\prod_{m=0}^{k-1} \lambda_m}{k! \mu^k} \right)^{-1}$$

$$= 0,51778$$

$$P_j = (\lambda / 362880 \times \mu^j) P_o$$

$$= 0,00012635$$

- Probabilitas Kegagalan Panggilan

$$A = a.H$$

$$= 0,0278 \text{ E}$$

$$N_r = A.P_j$$

$$= 3,5098 \times 10^5 \text{ E}$$

$$P_B = N_r / A$$

$$= 0,00012635$$

- Jumlah Trafik yang Dapat Dilayani

$$C_p = A(1 - P_B)$$

$$= 0,27774 \text{ E}$$

Dengan perhitungan yang sama didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.7 dan 4.8.

Tabel 4.7. Probabilitas Kegagalan Panggilan untuk Teknik FCA dengan $\lambda=10-100$ call/jam/sel dan $\mu=10,75,180,480,1000$ sekon

λ	Rata-Rata <i> Holding Time</i> (sekon)				
	10	75	180	480	1000
10	0,00012635	0,001783	0,0045957	0,012667	0,026667
20	0,00017045	0,0031959	0,0087402	0,024838	0,052823
30	0,00019292	0,0043432	0,012497	0,036541	0,078481
40	0,00020653	0,0052932	0,015918	0,047803	0,10366
50	0,00021567	0,0060929	0,019046	0,058649	0,12836
60	0,00022222	0,0067753	0,021918	0,069101	0,15261
70	0,00022715	0,0073644	0,024563	0,07918	0,17642
80	0,00023099	0,0078782	0,027007	0,088906	0,1998
90	0,00023407	0,0083302	0,029273	0,098297	0,22275
100	0,00023659	0,008731	0,03138	0,10737	0,2453

Tabel 4.8. Jumlah Trafik yang Dapat Dilayani untuk Teknik FCA dengan $\lambda=10-100$ call/jam/sel dan $\mu=10,75,180,480,1000$ sekon

λ (call/jam/sel)	Rata-Rata <i> Holding Time</i> (sekon)				
	10	75	180	480	1000
10	0,27774	2,0796	4,977	13,164	27,037
20	0,27773	2,0767	4,9563	13,002	26,31
30	0,27772	2,0743	4,9375	12,846	25,598
40	0,27772	2,0723	4,9204	12,696	24,898
50	0,27772	2,0706	4,9048	12,551	24,212
60	0,27772	2,0692	4,8904	12,412	23,538
70	0,27771	2,068	4,8772	12,278	22,877
80	0,27771	2,0669	4,865	12,148	22,228
90	0,27771	2,066	4,8536	12,023	21,59
100	0,27771	2,0651	4,8431	11,902	20,964

4.4. Perhitungan Probabilitas Kegagalan Panggilan (P_B) dan Kapasitas Sistem (C_p) dengan HCA

Dengan masukan parameter utama yaitu jumlah sel ($N=1$), jumlah kanal ($L=1$), eksponen *path loss* ($\alpha=0,1$), jari-jari sel ($R=5$ km), delta-G ($\Delta G=1$ dB), rata-rata kedatangan *call* ($\lambda=10$ call/jam/sel), dan *holding time* ($\mu=10$ s) diperoleh hasil dengan perhitungan sebagai berikut :

- Gain Interferens Adaptasi
 $g_{IA} = 2^{(\Delta G)/1,5 \times \alpha}$
 $= 1,0473$ dB
- Faktor *Reuse*
 $N_p = N / g_{IA}$
 $= 0,9548$
- Distribusi Probabilitas Jumlah Kanal Mula-Mula
 Dengan :
 $i=10$
 $i!=3628800$, maka :

$$P_o = \left(\sum_{k=0}^L \frac{(N_p \lambda)^k}{k! \mu^k} \right)^{-1}$$

$$= 0,51961$$

$$P_i = \frac{(N_p \lambda)^i}{i! \mu^i} P_o$$

$$= 0,89646$$

- Probabilitas Jumlah Kanal yang Tersedia

$$m = L-1$$

$$= 0$$

$$g = 2(N_p-1)$$

$$= 0,090317$$

$$D = \frac{\lambda}{\mu} \left(1 + \frac{g}{N_p} \right)$$

$$= 1,0946$$

$$a = [(1 - P_L)D] / [(g + 1)L / N_p]$$

$$= 0,099247$$

$$b = [(L - m) / N_p]$$

$$= 1,0473$$

$$b(m) = \left(\frac{(1 - P_L)D}{(g + 1)L / N_p} \right)^{\left[\frac{L-m}{N_p} \right]}$$

$$b_m = a^b$$

$$= 0,088975$$

- Rata-Rata Kedatangan *Call*

$$\lambda_m = N_p \lambda \{ 1 - b(m) \}$$

$$= 8,6988 \text{ call/jam/sel}$$

- Distribusi Probabilitas Jumlah Kanal Setelah Ada Trafik

$$\text{Jika: } j=1$$

$$P_o = \left(1 + \sum_{k=1}^L \frac{\prod_{m=0}^{k-1} \lambda_m}{k! \mu^k} \right)^{-1}$$

= 0,52223

$P_j = (\lambda / 362880 \times \mu^j) P_o$
 = 0,00012519

- Probabilitas Kegagalan Panggilan
 $A = a.H$

= 0,0278 E

$N_r = A.P_j$

= 3,4774 x 10⁵ E

$P_B = N_r / A$

= 0,00012519

- Jumlah Trafik yang Dapat Dilayani

$C_p = A(1-P_B)$

= 0,27774 E

Dengan perhitungan yang sama didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.9 dan 4.10.

Tabel 4.9. Probabilitas Kegagalan Panggilan untuk Teknik HCA dengan $\lambda=10-100$ call/jam/sel dan $\mu=10,75,180,480,1000$ sekon

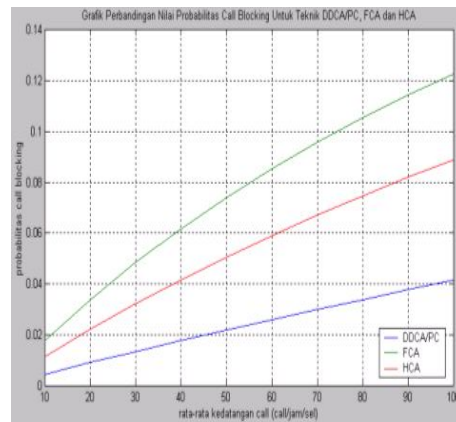
λ	Rata-Rata <i> Holding Time</i> (sekon)				
	10	75	180	480	1000
10	0,00012519	0,0017472	0,0044962	0,012383	0,026064
20	0,00016939	0,0031383	0,0085601	0,024292	0,051639
30	0,00019201	0,0042721	0,012251	0,035754	0,076739
40	0,00020575	0,005214	0,015619	0,046792	0,10138
50	0,00021498	0,0060088	0,018703	0,057431	0,12557
60	0,00022161	0,0066885	0,021539	0,067691	0,14932
70	0,0002266	0,0072765	0,024155	0,077593	0,17264
80	0,0002305	0,0077901	0,026576	0,087155	0,19556
90	0,00023362	0,0082426	0,028822	0,096393	0,21807
100	0,00023618	0,0086443	0,030913	0,10533	0,24018

Tabel 4.10. Jumlah Trafik yang Dapat Dilayani untuk Teknik HCA dengan $\lambda=10-100$ call/jam/sel dan $\mu =10,75,180,480,1000$ sekon

λ (call/jam/sel)	Rata-Rata <i> Holding Time</i> (sekon)				
	10	75	180	480	1000
10	0,27774	2,0797	4,9775	13,168	27,054
20	0,27773	2,0768	4,9572	13,009	26,343
30	0,27772	2,0744	4,9387	12,857	25,646
40	0,27772	2,0725	4,9219	12,709	24,962
50	0,27772	2,0708	4,9065	12,568	24,29
60	0,27772	2,0694	4,8923	12,431	23,63
70	0,27771	2,0682	4,8792	12,299	22,982
80	0,27771	2,0671	4,8671	12,171	22,346
90	0,27771	2,0662	4,8559	12,048	21,72
100	0,27771	2,0653	4,8454	11,929	21,106

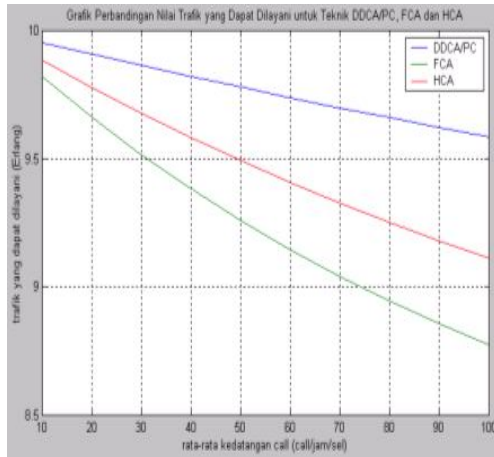
4.5. Perbandingan Nilai Probabilitas Kegagalan Panggilan (P_B) dan Kapasitas Sistem (C_p) dari Teknik DDCA/PC, FCA dan HCA

Berdasarkan hasil simulasi untuk parameter utama yaitu jumlah sel ($N=3$), jumlah kanal ($L=4$), eksponen *path loss* ($\alpha=0,4$), jari-jari sel ($R=25$ km), delta-G ($\Delta G=5$ dB), rata-rata kedatangan *call* ($\lambda=50$ call/jam/sel), dan *holding time* ($\mu=360$ s) dapat dibandingkan nilai probabilitas kegagalan panggilan (P_B) dan kapasitas sistem (C_p) seperti terlihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Nilai Probabilitas Kegagalan Panggilan untuk $N=3$, $L=4$, $\alpha=0,4$, $R=25$ km, $\Delta G=5$ dB, $\lambda=50$ call/jam/sel, dan $\mu=360$ s

Dari grafik Gambar 4.1 dan 4.2 terlihat bahwa untuk teknik DDCA/PC nilai probabilitas kegagalan panggilannya paling kecil dibandingkan dengan teknik HCA dan FCA. Sedangkan nilai kapasitas sistemnya paling besar daripada teknik HCA dan FCA.



Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Nilai Kapasitas Sistem untuk $N=3$, $L=4$, $\alpha=0,4$, $R=25$ km, $\Delta G=5$ dB, $\lambda=50$ call/jam/sel, dan $\mu=360$ s

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil simulasi didapatkan untuk nilai parameter utama yaitu jumlah sel ($N=1$), jumlah kanal ($L=1$), eksponen *path loss* ($\alpha=0,1$), jari-jari sel ($R=5$ km), delta-G ($\Delta G=1$ dB), rata-rata kedatangan *call* ($\lambda=10$ call/jam/sel), dan *holding time* ($\mu=10$ s) dengan teknik DDCA/PC menghasilkan nilai probabilitas kegagalan panggilan paling kecil yaitu sebesar 0,041427, dengan HCA menghasilkan probabilitas kegagalan panggilan sebesar 0,08872 dan dengan FCA menghasilkan probabilitas kegagalan panggilan paling besar yaitu sebesar 0,12267.
2. Dari hasil simulasi didapatkan untuk nilai parameter utama yaitu jumlah sel ($N=1$), jumlah kanal ($L=1$), eksponen *path loss* ($\alpha=0,1$), jari-jari sel ($R=5$ km), delta-G ($\Delta G=1$ dB), rata-rata kedatangan *call* ($\lambda=10$ call/jam/sel), dan *holding time* ($\mu=10$ s) dengan teknik DDCA/PC menghasilkan kapasitas sistem paling besar yaitu sebesar 9,5857 Erlang, dengan HCA menghasilkan kapasitas sistem sebesar 9,1128 Erlang dan dengan FCA menghasilkan kapasitas sistem paling kecil yaitu sebesar 8,7733 Erlang.

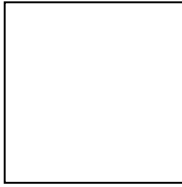
5.2. Saran

Penentuan nilai probabilitas kegagalan panggilan (P_B) dan kapasitas sistem yang dibahas pada Tugas Akhir ini dapat dikembangkan

dengan teknik alokasi kanal yang lain yaitu misalnya dengan teknik BDCL (*Borrowing With Directional Channel Locking*) dan teknik TPB (*Two Phase Borrowing*) untuk dibandingkan hasilnya, sehingga didapatkan suatu teknik alokasi kanal yang paling baik yang dapat menghasilkan probabilitas kegagalan panggilan (P_B) paling kecil dan kapasitas sistem paling besar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Blake, Roy, *Wireless Communication Technology*, Delmar Thomson Learning, Amerika, 2001.
2. Boucher, N.J, *The Cellular Radio Handbook*, Quantum Publishing, California, 1990.
3. Flood, J.E, *Telecommunications Switching Traffic and Networks.*, Prentice Hall, 1995.
4. Garg, V.K dan Wilkes, J.E, *Wireless and Personal Communications Systems*, Prentice Hall, 1996.
5. Hanselman, D dan B. Littlefield, *Matlab Bahasa Komputasi Teknis*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2000.
6. K. Ioannou, dan S. Kotsopoulos, *Hybrid Frequency Allocation Model Based On Offered Traffic for G3G Systems*, IEEE Vol. COM-26, No.4, hal 432-438, 1978.
7. Lee, W.C.Y, *Mobile Communications Design Fundamental*, John Willy-Interscience Publication, Singapura, 1993.
8. Lee, W.C.Y, *Mobile Cellular Telecommunication*, Mc-Graw Hill, Singapura, 1995.
9. Ni, Shaoji, *Distributed Channel Allocation Algorithm with Power Control*, IEEE, Mei, 1997.
10. Prasad, Ramjee, *CDMA for Wireless Personal Communication*, Artech House Boston, London, 1996.
11. Rappaport, T.S, *Wireless Communication*, Prentice Hall, Amerika, 1996.
12. The Student Edition of Matlab High Performance Numeric Computation and Visualization Software, The Math Works, Inc, 1995.
13. Zheng, Z.H dan W. H. Lam, *Capacity Analysis for Mobile Cellular Systems with Distributed Dynamic Channel Assignment*, IEEE, Vol.1, pp 164-168, September, 1996.



Yuni Mariana
(L 2F0 99 654)
Mahasiswi Jurusan Teknik
Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Diponegoro
Semarang, dengan pilihan
konsentrasi Elektronika
Telekomunikasi.

Mengetahui/Mengesahkan :

Pembimbing I

Pembimbing II

Wahyul Amien Syafei, ST. MT
NIP.132 137 934

Imam Santoso, ST. MT
NIP.132 162 546