

ANALISA PROBABILITAS KELUARAN PADA SISTEM GSM DENGAN DAN TANPA FREKUENSI HOPPING

RAHMA YENNI

L2F 300551

ABSTRAK

Pada saat ini tuntutan masyarakat akan kemudahan dalam berkomunikasi semakin meningkat. Salah satu teknologi yang diterapkan dalam sistem GSM adalah frekuensi hopping. Frekuensi hopping merupakan sistem perpindahan frekuensi dari suatu frekuensi ke frekuensi lain dengan aturan tertentu. Sekarang ini layanan pada sistem GSM tidak hanya pada layanan suara tetapi juga pada layanan data, antara lain pengiriman fax, internet dan layanan multimedia. Adapun layanan data ini ditujukan untuk memanfaatkan kanal-kanal pada layanan suara yang tidak terpakai.

Salah satu metoda yang diterapkan untuk mengetahui kinerja dari sistem GSM adalah dengan menghitung probabilitas keluaran (outage probability). Probabilitas keluaran adalah suatu probabilitas dari sinyal keluaran yang berada dibawah batas ambang SIR.

Dalam Tugas Akhir ini dibahas tentang analisa perbandingan probabilitas keluaran pada sistem GSM dengan dan tanpa frekuensi hopping, yang meliputi:

- * Probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping terhadap batas ambang SIR untuk pengguna kanal data yang berbeda.*
- * Probabilitas keluaran sistem frekuensi hopping terhadap batas ambang SIR untuk pengguna kanal data yang berbeda.*
- * Probabilitas keluaran sistem non frekuensi hopping terhadap faktor pengulangan frekuensi untuk pengguna kanal data yang berbeda.*
- * Probabilitas keluaran sistem frekuensi hopping terhadap faktor pengulangan frekuensi untuk pengguna kanal data yang berbeda.*

Hasil perhitungan dan analisa menunjukkan bahwa pada sistem non frekuensi hopping kenaikan rata-rata probabilitas keluaran sebesar 0,03450 untuk setiap kenaikan batas ambang SIR, penurunan rata-rata probabilitas keluaran sebesar 0,03997 sesuai dengan kenaikan faktor pengulangan frekuensi dan kenaikan probabilitas keluaran sebesar 10% sampai 20% untuk setiap penambahan pengguna kanal data. Sedangkan pada sistem frekuensi hopping kenaikan rata-rata probabilitas keluaran sebesar 0,030742 untuk setiap kenaikan batas ambang SIR, penurunan rata-rata probabilitas keluaran sebesar 0,02647 sesuai dengan kenaikan faktor pengulangan frekuensi dan kenaikan probabilitas keluaran sebesar 5% sampai 15% untuk setiap penambahan pengguna kanal data.

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini tuntutan masyarakat akan kemudahan dalam berkomunikasi semakin meningkat. Hal ini menyebabkan teknologi dalam bidang komunikasi semakin maju pesat, karena terdorong untuk memenuhi permintaan tersebut. Sistem komunikasi ini adalah *Global System for Mobile Communication* (GSM), sehingga teknologi GSM terus dikembangkan untuk meningkatkan kinerjanya. Salah satu teknologi yang diterapkan dalam sistem GSM adalah frekuensi hopping. Frekuensi hopping merupakan sistem perpindahan frekuensi dari suatu frekuensi ke frekuensi lain yang bergerak dengan sangat cepat.

Sekarang ini layanan pada sistem GSM tidak hanya pada layanan suara tetapi juga pada layanan data, antara lain pengiriman fax, internet dan layanan multimedia. Adapun layanan data ini ditujukan untuk memanfaatkan kanal-kanal pada layanan suara yang tidak terpakai.

Salah satu metoda untuk melihat kinerja dari sistem GSM adalah dengan menghitung probabilitas keluaran (*probability outage*). Probabilitas keluaran adalah suatu probabilitas dari sinyal keluaran yang berada dibawah batas ambang SIR. Probabilitas keluaran dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, batas ambang SIR, standar deviasi *power control error* faktor pengulangan frekuensi.

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah menganalisa dan membandingkan pengaruh standar deviasi *power control error*, batas ambang SIR, pengguna kanal dan faktor pengulangan frekuensi terhadap probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping dan sistem frekuensi hopping.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menyederhanakan pembahasan pada tugas akhir ini, penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Perhitungan probabilitas keluaran dalam analisa ini hanya memperhatikan sel-sel kanal bersama pada lapisan pertama (*first tier*), sedangkan sel kanal bersama pada lapisan berikutnya tidak diperhitungkan karena pengaruhnya kecil sehingga dapat diabaikan.
2. Perhitungan probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping dan sistem frekuensi hopping adalah pada lintasan uplink.
3. Dalam analisa probabilitas keluaran ini memperhitungkan standar deviasi fading lambat sebesar 8 dB dan standar deviasi *power control error* sebesar 0 dB dan 2 dB.
4. Antena yang digunakan adalah omnidirektional.
5. Batas ambang SIR sebesar 10 dB dijadikan sebagai acuan perbandingan probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping dan sistem frekuensi hopping.

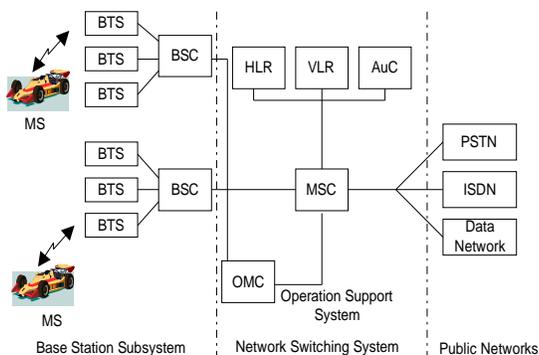
6. Konstanta propagasi (*pathloss exponent*) yang digunakan adalah 4, yaitu konstanta propagasi untuk daerah *urban* (perkotaan).
7. Faktor aktivitas suara sebesar 40 %.
8. Jumlah frekuensi pembawa yang digunakan adalah 4.

II. SISTEM KOMUNIKASI SELULER

Sistem komunikasi bergerak selular adalah sistem komunikasi yang digunakan untuk memberikan layanan jasa telekomunikasi bagi pelanggan bergerak. Disebut sistem selular karena daerah layanannya dibagi-bagi menjadi daerah kecil-kecil yang disebut sel. Pelanggan mampu bergerak secara bebas di dalam area layanan sambil terus berkomunikasi tanpa terjadi pemutusan hubungan, dimana salah satu atau keduanya bergerak atau diam pada suatu lokasi tertentu dan dihubungkan oleh terminal tetap.

2.1 Sistem GSM

Arsitektur jaringan GSM dapat dibagi menjadi 3 bagian pokok subsistem yaitu : *Base Station System*, *Network Switching Subsystem* dan *Mobile Station*, seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan GSM

- * *Mobile Station (MS)* merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan telekomunikasi bergerak yang dapat mengirim dan menerima panggilan.
- * *Base Station Subsystem (BSS)* merupakan perlengkapan yang ditempatkan di *cell site* yang terdiri dari peralatan RF dan digital. BSS terdiri atas dua bagian yaitu; *Base Transceiver Station (BTS)* dan *Base Station Controller (BSC)*.
- * *Network Switching System (NSS)* merupakan salah satu bagian dari jaringan GSM yang bertanggung jawab terhadap fungsi kontrol panggilan. Untuk menangani tugas-tugasnya *NSS* membutuhkan beberapa perlengkapan antara lain, *MSC*, *HLR*, *VLR* dan *AuC*.

2.2 Frekuensi Hopping

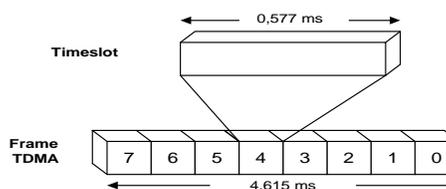
Frekuensi merupakan suatu sistem perpindahan frekuensi dari suatu frekuensi ke frekuensi lain dalam tiap frame TDMA dengan aturan tertentu. Frekuensi Hopping adalah dimana radio frekuensi pada kanal fisik untuk sebuah percakapan diubah secara perioda interval yang diterapkan pada interface udara, yakni lintasan udara ke

MS. Frekuensi hopping bertujuan untuk mengurangi terjadinya interferensi dan *multipath fading*.

Frekuensi hopping ini sangat dibutuhkan dalam suatu pentransmisian sinyal, misalnya pada saat terjadi suatu panggilan dimana sinyal dapat dengan mudah hilang apabila MS berada pada suatu fading untuk frekuensi tertentu atau jika terjadi interferensi. Dengan frekuensi hopping, maka kemungkinan besar sinyal berikutnya dapat diterima, jika dikirim dengan frekuensi yang berbeda.

Frekuensi hopping dapat digunakan untuk proses pensinyalan, pembicaraan, maupun pengiriman data melalui suatu sambungan.

Pada sistem frekuensi hopping hubungan antara MS dengan jaringan dilakukan dengan sistem TDMA. Satu frame TDMA dibagi menjadi 8 slot waktu, 1 slot waktu digunakan untuk signaling dan 7 slot waktu lainnya untuk pembicaraan. Durasi frame TDMA adalah 4,615 ms yang dibagi menjadi 8 slot waktu, sehingga durasi waktunya sebesar 0,577 ms.



Gambar 2.2 Frame TDMA

2.3 Sistem GPRS

General Packet Radio Service (GPRS) merupakan layanan non suara (*non-voice*) yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan informasi melalui jaringan telepon bergerak (*mobile*) *Global System for Mobile communication (GSM)*.

GPRS didesain untuk mengirimkan data paket dan ditujukan untuk memanfaatkan dasar radionya dari kanal-kanal yang tidak terpakai pada layanan suara GSM. Adapun arsitektur GPRS merupakan pengembangan dari arsitektur pada sistem GSM, dimana terdapat beberapa perangkat tambahan yang dipasangkan pada bagian radio yaitu *Serving GPRS Support Node (SGSN)* dan *Gateway GPRS Support Node (GGSN)*.

2.3 Konsep Selular

2.3.1 Pengulangan Frekuensi

Pengulangan kembali frekuensi merupakan konsep yang utama dalam sistem selular. Dalam sistem pengulangan frekuensi ini, pelanggan pada lokasi geografis yang berbeda dapat secara simultan menggunakan kanal frekuensi yang sama. Jarak dari pengulangan frekuensi dapat ditentukan melalui persamaan 2.1

$$D = R\sqrt{3K} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Keterangan:
- D = jarak pengulangan frekuensi atau yang memakai frekuensi sama (Km)
 - K = jumlah sel dalam satu kelompok sel
 - R = jari-jari sel (Km)

2.3.2 Interferensi Radio

Dalam sistem selular, interferensi merupakan faktor utama yang mengurangi kinerja sistem komunikasi selular. Ada dua tipe utama interferensi yang sering terjadi dalam sistem selular, yaitu interferensi kanal bersama (*co-channal interference*) dan interferensi bersebelahan (*adjacent interference*).

Interferensi kanal bersama adalah interferensi antar sel yang menggunakan kanal atau frekuensi yang sama sedangkan interferensi bersebelahan adalah interferensi yang dihasilkan dari sinyal-sinyal yang berasal dari frekuensi yang bersebelahan dengan sinyal yang diinginkan.

Dalam sistem selular yang dilengkapi dengan model heksagonal, selalu terdapat 6 sel interferensi ko-kanal pada baris pertama yang mengelilingi sel referensi, kemudian enam sel pada rantai kedua dan enam sel lainnya pada rantai ketiga.

III PROBABILITAS KELUARAN (OUTAGE PROBABILITY) PADA SISTEM GSM

Probabilitas keluaran adalah suatu probabilitas dari sinyal keluaran yang berada dibawah batas ambang SIR, dilambangkan dengan γ dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{o(keluaran)} = \Pr\{S / I < \gamma\} \dots\dots\dots (3.1)$$

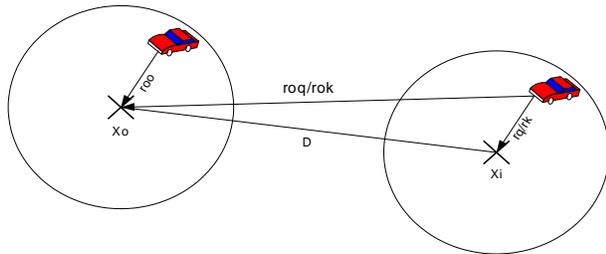
$$P_{o(keluaran)} = \Pr \left\{ \frac{\bar{S} Z_{00}}{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^{N_k} \bar{I}_{ik} Z_{ik} X_{ik}} < \gamma \right\} \dots\dots\dots (3.2)$$

sehingga:

$$P_{o(keluaran)} \left| \bar{S}, \bar{I}, Z, X \right) = \Pr \left\{ Z_{00} < \frac{\gamma}{\bar{S}} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^{N_k} \bar{I}_{ik} Z_{ik} X_{ik} \right\} \dots\dots\dots (3.3)$$

3.1 Probabilitas Keluaran pada Sistem Non Frekuensi Hopping

Probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping tergantung pada lokasi MS, faktor penggunaan kembali frekuensi dan pengisian kanal oleh layanan suara dan data.



Gambar 2.3 Pemodelan Interferensi Uplink pada Non Frekuensi Hopping

$$P_{(keluaran)} = 1 - \pi^{-\frac{1+N_d}{2}} \sum_{l=1}^n w_l \left\{ \prod_{k=1}^{N_v} \left[1 - p_k + \pi^{-\frac{1}{2}} p_k \sum_{j=1}^n w_j \frac{1}{1 + d_k \exp(cx_j - ax_j)} \right] \right\} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan:

$$a = \sqrt{2} \sigma_{00} \ln 10 / 10 \dots\dots\dots (3.5)$$

$$c = \sqrt{2} \sigma_k \ln 10 / 10 \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\sigma_k = \sigma_q = \sqrt{(1 + \alpha^2) \sigma_s^2 + \sigma_e^2} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$r_q = r_k (D^2 + r_{oq}^2 - 2 * r_{oq} * \cos \phi)^{0.5} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$d_k = \gamma (r_{00}^{1-\alpha} r_{ok}^\alpha / r_k)^\eta \dots\dots\dots (3.9)$$

$$d_q = \gamma (r_{00}^{1-\alpha} r_{qk}^\alpha / r_q)^\eta \dots\dots\dots (3.10)$$

keterangan:

σ_e adalah standar deviasi *power control error*

σ_s adalah standar deviasi fading lambat

η adalah pathloss exponent

γ adalah batas ambang SIR

α adalah *power control*

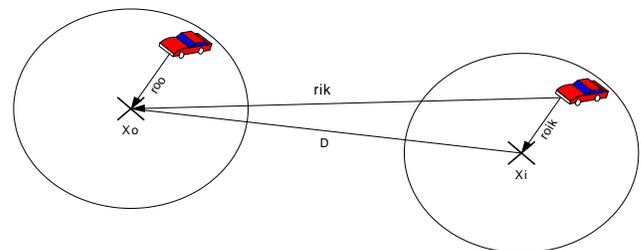
N_v adalah jumlah pengguna kanal suara

N_d adalah jumlah pengguna kanal data

v_f adalah faktor aktifitas suara

3.2 Probabilitas Keluaran pada Sistem Frekuensi Hopping

Probabilitas keluaran pada sistem frekuensi hopping tergantung pada jumlah frekuensi hopping, lokasi MS, faktor penggunaan kembali frekuensi dan pengisian kanal oleh layanan suara dan data.



Gambar 2.4 Pemodelan Interferensi Uplink pada Frekuensi Hopping

$$P_{(keluaran)} = 1 - \pi^{-\frac{1}{2}} \sum_{l=1}^n w_l \left\{ \prod_{k=1}^M \left[1 - p_k + \pi^{-\frac{1}{2}} p_k / N_k \sum_{i=1}^{N_k} \sum_{j=1}^n w_j \frac{1}{1 + d_{ik} \exp(cx_j - ax_j)} \right] \right\} \dots\dots\dots (3.11)$$

Dengan:

$$a = \sqrt{2} \sigma_{00} \ln 10 / 10 \dots\dots\dots (3.12)$$

$$c = \sqrt{2} \sigma_k \ln 10 / 10 \dots\dots\dots (3.13)$$

$$r_{ik} = (D^2 + r_{oik}^2 - 2 * r_{oik} * \cos \phi)^{0.5} \dots\dots\dots (3.14)$$

$$d_{ik} = \gamma (r_{00}^{1-\alpha} r_{oik}^\alpha / r_{ik})^\eta \dots\dots\dots (3.15)$$

$$A_k = \frac{N_v(k) \cdot V_f + N_d(k)}{N_t \cdot N_{hop}(k)} \dots\dots\dots (3.16)$$

$$f_k = \frac{N_{co}(k)}{N_{de}} \times \frac{N_{co}(k)}{N_{hop}(k)} \dots\dots\dots (3.17)$$

$$Pk = Ak * fk \dots\dots\dots (3.18)$$

$$Nk = Nv(k) + Nd(k) \dots\dots\dots (3.19)$$

Keterangan:

N_t adalah jumlah slot waktu per frame TDMA.

N_{hop} adalah jumlah frekuensi pembawa pada sel.

N_{co} adalah jumlah frekuensi pembawa yang diinginkan dan pada sel interferensi

N_{de} adalah jumlah total frekuensi pembawa yang digunakan pada sel yang diinginkan atau sel referensi

M adalah jumlah interferensi

Nilai W_i dan X_i didapatkan dengan menggunakan rumus *Gauss Hermitte*. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} y(x) dx \sim \sum_{i=1}^n A_i y(x_i) \dots\dots\dots (3.20)$$

Dengan argumen-argumen X_i adalah titik-titik nol dari polinomial *Hermitte* ke n , yaitu:

$$H_n(x) = (-1)^n e^{x^2} \frac{d^n}{dx^n} (e^{-x^2}) \dots\dots\dots (3.21)$$

dan koefisien-koefisien w_i adalah:

$$w_i = 2^{n+1} n! \sqrt{\pi} / [H'_n(x_i)]^2 \dots\dots\dots (3.22)$$

IV. ANALISA PROBABILITAS KELUARAN DENGAN DAN TANPA FREKUENSI HOPPING

Analisa yang dilakukan pada bab ini didasarkan pada hasil perhitungan perangkat lunak yang diperoleh dari persamaan-persamaan yang telah diturunkan pada bab II dengan mengacu pada data-data yang menjadi parameter masukan maupun parameter-parameter tertentu yang menjadi asumsi seperti yang telah diuraikan pada bab I.

4.1 Parameter Input

Beberapa parameter input yang akan dimasukkan dalam perhitungan ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

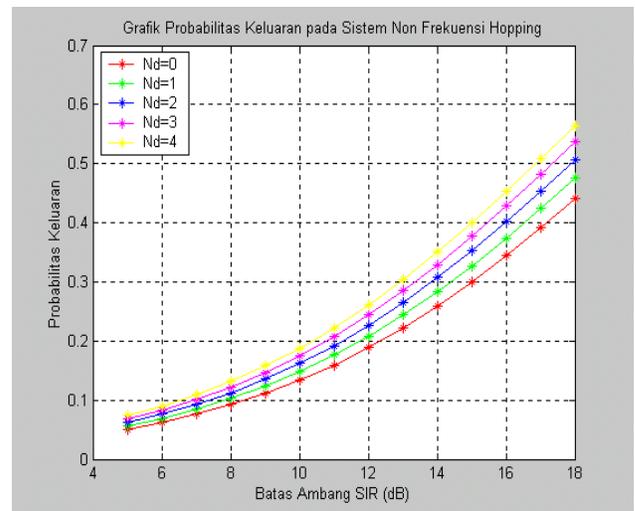
Tabel 4.1 Parameter Input

NO	PARAMETER	NILAI
1	<i>Pathloss exponent</i>	$\eta = 4$
2	Standar deviasi fading lambat	$\sigma_s = 8$ dB
3	Standar deviasi <i>power control error</i>	$\sigma_e = 0$ dB & 2 dB
4	Batas ambang <i>SIR</i>	$\gamma = 10$ dB
5	<i>Power control</i>	$\alpha = 0.5$
6	Probabilitas bloking suara	$Pb = 2$ %
7	Jumlah total kanal suara	$N_V = 21$
8	Faktor aktivitas kanal suara	$V_f = 40$ %

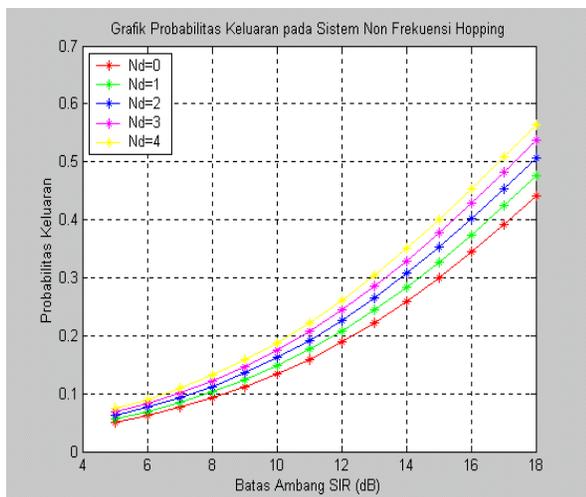
4.2 Analisa Probabilitas Keluaran pada Sistem Non Frekuensi hopping dan Sistem Frekuensi Hopping terhadap Batas Ambang SIR untuk Pengguna Kanal Data yang Berbeda.

4.2.1 Probabilitas Keluaran sistem Non Frekuensi Hopping

Berdasarkan parameter input pada Tabel 4.1 diatas dapat dihitung besar probabilitas keluaran dengan menggunakan rumus pada persamaan 3.3. Nilai X_i dan W_i untuk $n = 20$ sesuai dengan tabel *Gauss Hermitte*.. Disamping parameter input yang terdapat pada Tabel 4.1 juga ada beberapa parameter input antara lain, faktor pengulangan frekuensi ($K = 7$), jari-jari sel ($R = 1$), jarak MS dengan *host base station* pada sel yang diinginkan ($roo = 0,2$ Km), jarak MS dengan *base station* pada sel interferensi ($roq = 0,2$ Km) dan sudut $\phi = 60$. Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat dilihat grafik probabilitas keluaran pada sistem non hopping pada Gambar 4.1 dan 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.1 Grafik Probabilitas Keluaran terhadap Batas Ambang SIR pada Sistem Non Frekuensi Hopping dengan ($\sigma_e = 0$ dB)



Gambar 4.2 Grafik Probabilitas Keluaran terhadap Batas Ambang SIR pada Sistem Non Frekuensi Hopping dengan ($\sigma_e = 2$ dB)

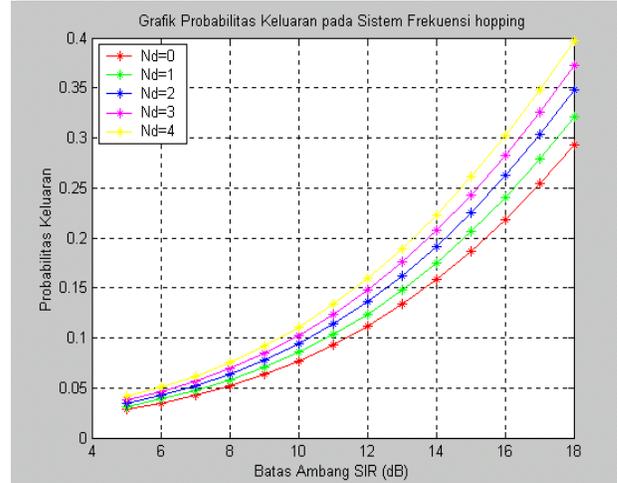
Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1, terlihat untuk batas ambang SIR 10 dB maka pada saat tidak ada pengguna kanal data ($Nd = 0$) probabilitas keluarannya sebesar 0,12786, pada saat pengguna kanal data bertambah 1 ($Nd = 1$) probabilitas keluarannya menjadi 0,14151 dan pada saat pengguna kanal data ($Nd = 2$) probabilitas keluarannya menjadi 0,15485. Terjadi kenaikan probabilitas keluaran sebesar 10 % sampai 20 %. Jadi semakin banyak jumlah pengguna kanal data maka probabilitas keluaran akan semakin besar. Dari kedua grafik pada Gambar 4.1 dan 4.2 diatas dapat juga dilihat bahwa semakin besar nilai batas ambang SIR maka probabilitas keluaran akan semakin besar.

Pengaruh standar deviasi *power control error* terhadap probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping dapat dilihat dari grafik pada Gambar 4.1 dan 4.2 diatas, dengan standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 2$ dB) probabilitas keluarannya lebih besar bila dibandingkan pada sistem non frekuensi hopping dengan standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 0$ dB). Jadi semakin besar standar deviasi *power control error* yang digunakan pada sistem non frekuensi hopping maka probabilitas keluarannya akan semakin besar pula.

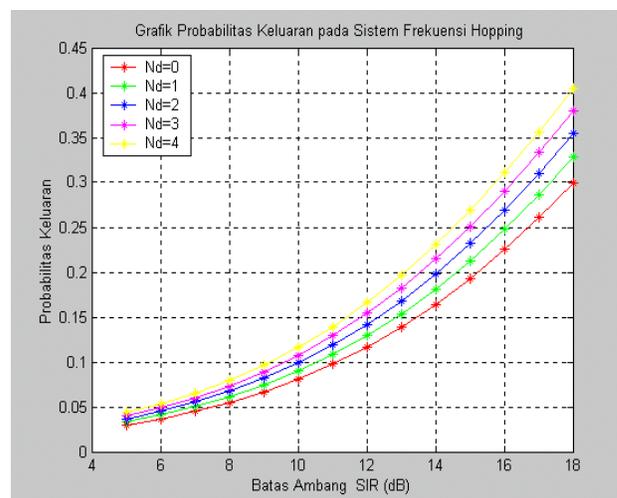
4.2.2 Probabilitas Keluaran pada Sistem Frekuensi Hopping

Perhitungan probabilitas keluaran pada sistem frekuensi hopping dihitung dengan menggunakan persamaan 3.9. Disamping parameter input pada Tabel 4.1 juga terdapat beberapa parameter lain, jumlah interferensi ko-kanal ($M=6$), jumlah frekuensi pembawa pada sel k ($N_{hop} = 4$), jumlah slot waktu per frame TDMA ($Nt = 8$), jumlah total frekuensi pembawa yang digunakan pada sel yang diinginkan ($N_{de} = 4$) dan jumlah frekuensi pembawa yang digunakan pada sel yang diinginkan dan pada sel interferensi ($N_{co} = 7$). Dimana, Nilai X_i dan W_i untuk $n = 2$ sesuai dengan tabel *Gauss Hermite*.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat dilihat grafik probabilitas keluaran pada sistem non hopping pada Gambar 4.3 dan 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik Probabilitas Keluaran terhadap Batas Ambang SIR pada Sistem Frekuensi Hopping dengan ($\sigma_e = 0$ dB)



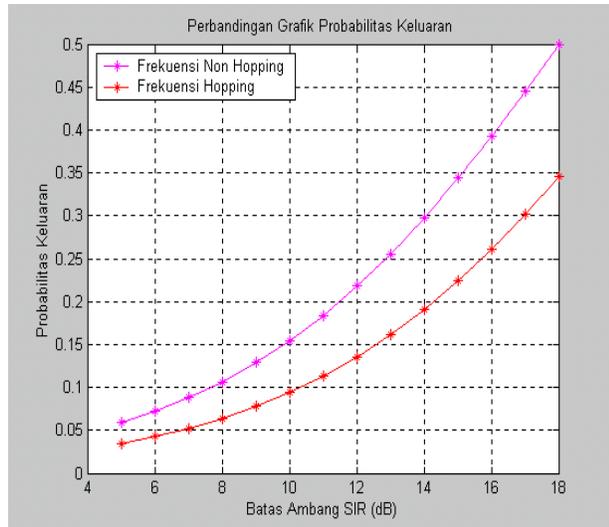
Gambar 4.4 Grafik Probabilitas Keluaran terhadap Batas Ambang SIR pada Sistem Frekuensi Hopping dengan ($\sigma_e = 2$ dB)

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.3 dan 4.4 diatas terlihat bahwa semakin besar batas ambang SIR maka probabilitas keluaran juga akan semakin besar. Grafik probabilitas keluaran pada Gambar 4.3 dengan batas ambang SIR 10 dB, pada saat tidak ada pengguna kanal data ($Nd = 0$) probabilitas keluarannya sebesar 0,07701, pada saat pengguna kanal datanya bertambah 1 ($Nd = 1$) probabilitas keluarannya menjadi 0,08566 dan pada saat pengguna kanal data ($Nd = 2$) probabilitas keluarannya menjadi 0,09421. Terjadi kenaikan probabilitas keluaran sebesar 5 % sampai 15 %.

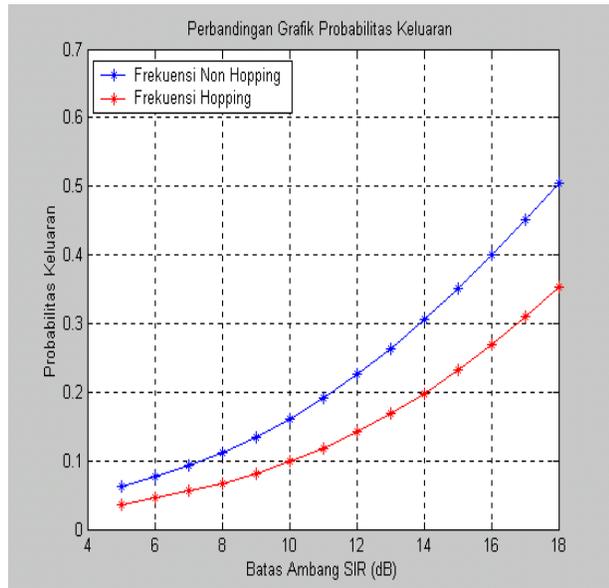
Pengaruh standar deviasi *power control error* terhadap probabilitas keluaran pada sistem frekuensi hopping dapat dilihat dari grafik pada Gambar 4.3 dan 4.4 diatas, dengan standar deviasi *power control error*

($\sigma_e = 2$ dB) probabilitas keluarannya lebih besar bila dibandingkan pada sistem non frekuensi hopping dengan standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 0$ dB). Jadi semakin besar standar deviasi *power control error* yang digunakan pada sistem frekuensi hopping maka probabilitas keluarannya akan semakin besar pula.

Untuk membandingkan grafik probabilitas keluaran antara sistem non frekuensi hopping dengan sistem frekuensi hopping terhadap batas ambang *SIR* dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.5 Perbandingan Grafik Probabilitas Keluaran Sistem Non Frekuensi Hopping dengan Sistem Frekuensi Hopping ($\sigma_e = 0$ dB)



Gambar 4.6 Perbandingan Grafik Probabilitas Keluaran Sistem Non Frekuensi Hopping dengan Sistem Frekuensi Hopping ($\sigma_e = 2$ dB)

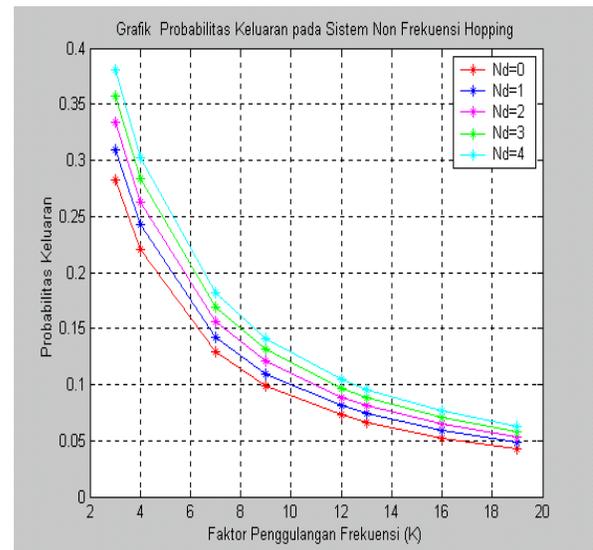
Bila dibandingkan dari grafik probabilitas keluaran antara sistem non frekuensi hopping dengan sistem frekuensi hopping maka probabilitas keluaran pada sistem

frekuensi hopping lebih kecil daripada sistem non frekuensi hopping.

4.3 Analisa Probabilitas Keluaran pada Sistem Non Frekuensi hopping dan Sistem Frekuensi Hopping terhadap Faktor Pengulangan Frekuensi untuk Pengguna Kanal Data yang Berbeda.

4.3.1 Probabilitas Keluaran pada Sistem Non Frekuensi Hopping

Gambar 4.7 menunjukkan grafik probabilitas keluaran sistem non frekuensi hopping terhadap faktor pengulangan frekuensi. Pada analisa ini, diasumsikan batas ambang *SIR* adalah sebesar 10 dB dan faktor pengulangan frekuensi $K = 7$. Dengan menggunakan rumus pada persamaan 3.3 maka akan dapat dihitung besar probabilitas keluarannya. Perhitungkan probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping terhadap faktor pengulangan frekuensi sama dengan perhitungan pada probabilitas keluaran non frekuensi hopping terhadap batas ambang *SIR*.



Gambar 4.7 Probabilitas Keluaran pada Sistem Non Frekuensi Hopping terhadap Faktor Pengulangan Frekuensi

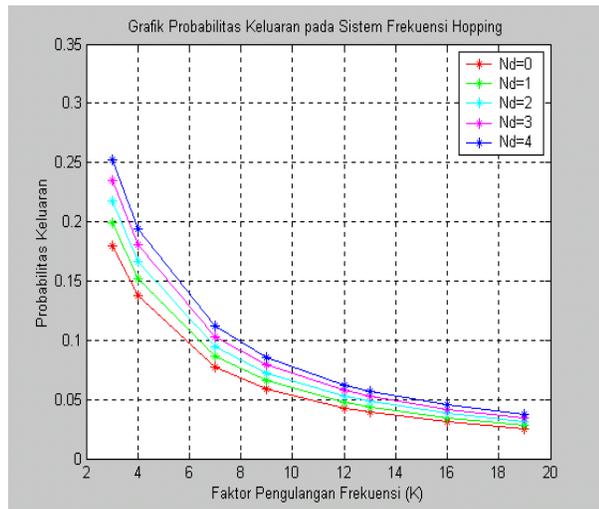
Berdasarkan grafik pada Gambar 4.7 diatas dapat dilihat bahwa semakin kecil faktor pengulangan frekuensi maka probabilitas keluarannya akan semakin besar, karena semakin dekat jarak pengulangan frekuensi kemungkinan kanal yang tidak bisa digunakan akan semakin besar.

Grafik pada Gambar 4.7 juga dapat dilihat probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping untuk $K = 7$, pada saat tidak ada pengguna kanal data ($Nd = 0$) probabilitas keluarannya sebesar 0,12866, pada saat pengguna kanal datanya bertambah 1 ($Nd = 1$) probabilitas keluarannya menjadi 0,14239 dan pada saat pengguna kanal data ($Nd = 2$) probabilitas keluarannya menjadi 0,15580. Terjadi kenaikan probabilitas keluaran sebesar 10 % sampai 20 %.

4.3.2 Probabilitas Keluaran pada Sistem Frekuensi Hopping

Untuk analisa probabilitas keluaran pada sistem frekuensi hopping ini, diasumsikan batas ambang *SIR* adalah serbesar 10 dB dan faktor pengulangan frekuensi $K = 7$. Berdasarkan persamaan 3.9 dapat dihitung besar probabilitas keluarannya.

Perhitungan probabilitas keluaran pada sistem frekuensi hopping terhadap faktor pengulangan frekuensi sama dengan perhitungan pada probabilitas keluaran frekuensi hopping terhadap batas ambang *SIR*.

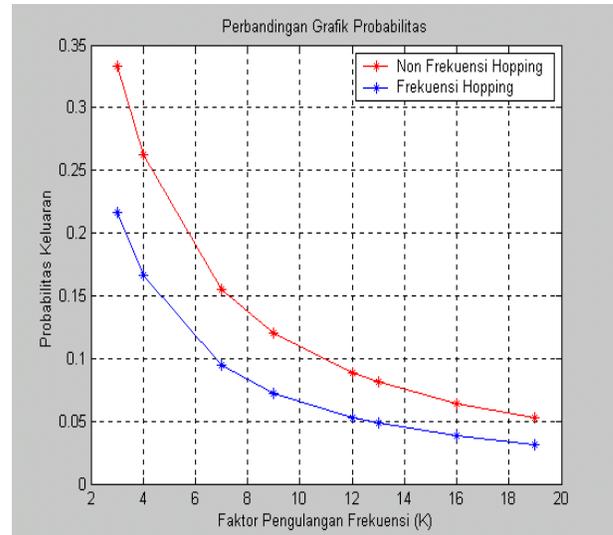


Gambar 4.8 Grafik Probabilitas Keluaran pada Sistem Frekuensi Hopping terhadap Faktor Pengulangan Frekuensi

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.8 diatas dapat dilihat, semakin kecil faktor pengulangan frekuensi maka probabilitas keluarannya akan semakin besar.

Pada grafik diatas juga dapat dilihat probabilitas keluaran pada sistem frekuensi hopping untuk $K = 7$, pada saat tidak ada pengguna kanal data ($Nd = 0$) probabilitas keluarannya sebesar 0,07751, pada saat pengguna kanal datanya bertambah 1 ($Nd = 1$) probabilitas keluarannya menjadi 0,08622 dan pada saat pengguna kanal data ($Nd = 2$) probabilitas keluarannya menjadi 0,09482. Terjadi kenaikan probabilitas keluaran sebesar 5 % sampai 15 %. Jadi semakin banyak jumlah pengguna kanal data maka probabilitas keluarannya akan semakin besar.

Untuk membandingkan grafik probabilitas keluaran antara sistem non frekuensi hopping dengan sistem frekuensi hopping terhadap faktor pengulangan frekuensi dapat dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 Perbandingan Grafik Probabilitas Keluaran pada Sistem Frekuensi Hopping terhadap Faktor Pengulangan Frekuensi

Berdasarkan hasil perhitungan semua diatas baik itu sistem non frekuensi hopping maupun sistem frekuensi hopping, didapatkan bahwa probabilitas keluaran pada sistem frekuensi hopping lebih kecil dari pada probabilitas keluaran pada sistem non hopping. Sehingga dengan menggunakan sistem frekuensi hopping lebih baik dari pada sistem non frekuensi hopping karena semakin kecil probabilitas keluaran pada suatu sistem maka sistem kinerjanya akan baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa perhitungan probabilitas keluaran dengan dan tanpa frekuensi hopping yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada sistem non frekuensi hopping kenaikan rata-rata probabilitas keluaran sebesar 0,03450 untuk setiap kenaikan batas ambang *SIR*.
2. Pada sistem non frekuensi hopping dengan batas ambang *SIR* 10 dB dan standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 0$ dB) setiap kenaikan 1 pengguna kanal data maka terjadi kenaikan probabilitas keluaran sebesar 10 % sampai 20 %. Semakin banyak jumlah pengguna kanal data pada sistem non frekuensi hopping maka probabilitas keluarannya akan semakin besar.
3. Pada sistem non frekuensi hopping dengan standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 2$ dB) probabilitas keluaran yang dihasilkan lebih besar dari pada standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 0$ dB) terlihat pada saat $Nd = 0$ dan batas ambang *SIR* 18 dB, untuk standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 2$ dB) probabilitas keluarannya sebesar 0,44168 dan untuk standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 0$ dB) probabilitas keluarannya sebesar 0,43484.

4. Pada sistem non frekuensi hopping penurunan rata-rata probabilitas keluaran sebesar 0,039974 sesuai dengan kenaikan faktor pengulangan frekuensi.
5. Pada sistem frekuensi hopping kenaikan rata-rata probabilitas keluaran sebesar 0,03074 untuk setiap kenaikan batas ambang *SIR*.
6. Pada sistem frekuensi hopping dengan batas ambang *SIR* 10 dB dan standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 0$ dB) setiap kenaikan 1 pengguna kanal data maka terjadi kenaikan probabilitas keluaran sebesar 5 % sampai 15 %. Semakin banyak jumlah pengguna kanal data pada sistem frekuensi hopping maka probabilitas keluarannya akan semakin besar.
7. Pada sistem frekuensi hopping dengan standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 2$ dB) probabilitas keluaran yang dihasilkan lebih besar dari pada standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 0$ dB) terlihat pada saat $N_d = 0$ dan batas ambang *SIR* 18 dB, untuk standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 2$ dB) probabilitas keluarannya sebesar 0,29958 dan untuk standar deviasi *power control error* ($\sigma_e = 0$ dB) probabilitas keluarannya sebesar 0,29298.
8. Pada sistem frekuensi hopping penurunan rata-rata probabilitas keluaran sebesar 0,02647 sesuai dengan kenaikan faktor pengulangan frekuensi.
9. Dengan sistem frekuensi hopping memungkinkan kinerja sistem yang lebih baik dari pada sistem non frekuensi hopping, terlihat pada sistem frekuensi hopping probabilitas keluaran yang dihasilkan lebih kecil dari pada probabilitas keluaran pada sistem non frekuensi hopping.

5.2 Saran

1. Untuk menghitung probabilitas keluaran pada sistem GSM dengan dan tanpa frekuensi hopping ini, dapat menggunakan metoda dengan simulasi Monte Carlo.
2. Untuk mengetahui pengaruh kualitas layanan suara terhadap layanan data pada jaringan GSM dengan menghitung probabilitas keluaran terhadap radius yang dinormalisasi pada sel yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

1. D Samuel, “*Dasar-dasar Analisis Numerik*”, Prancis Scheid, Ph.D, Erlangga, Jakarta, 1992.
2. Hasan, Damir, I Nengah Paranadiarsa “ *Base Satation sub-Syatem 1* “ , Training Section Admin Cellular Division PT.Satelit Palapa Indonesia (SATELINDO).
3. Ispriyanti, Sudarno “*Statistik Matematika I*”, laboratorium Statistika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNDIP, Semarang, 2003.
4. Lee, William C.Y, “*Mobile Communications Design Fundamenta I*” , Second Edition, Jhon iley & Sons,Inc, 1993.
5. Lee, William C.Y, “*Mobile Cellular Telecommunications Analog and Digital System*” Second Edition, McGraw-Hill, Inc, 1995.
6. Mehrotra, Asha “*GSM System Engineering*”, Artech House Publishers Inc, Boston. London, 1997.
7. Mustafid, “*Statistika Elementer*”, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNDIP, Semarang, Maret 1999.
8. Ni, Shaoji, Yong Liang and Sven-Gustav Haggman, “*Outage Orobability for GPRS over GSM Voice Service*” , Proceeding of IEEE Vehicular Technology Confrence 1999-fall, 19-22 September.
9. Ni, Shaoji, Yong Liang and Sven-Gustav Haggman, “ *Outage Probability in GSM-GPRS Cellular Systems with and without Frequency Hopping* ” , Helsinki University of Tecnology, Institute of Radio Communications, P.O.Box 2300, Otakaari 8, 02015 FIN-HUT, Finland.
10. Ni, Shaoji, “ *Network Capacity and Quality of Service management in FDMA/ TDMA Cellular system* ”, Nokia Networks, IP Mobility Networks, Finland, http://www.lib.hut.fi/dss/2001/isbn_9512253658.
11. Oktario, Ambo, “ *Analisa Trafik dan Performansi Jaringan Sistem selular Berbasis GSM* ”, Laporan Tugas Akhir, ITB, Bandung 2001.
12. S, Theodore, Rappaport, “*Wireless communications*”, Prentice hall PTR, Upper Saddle River, New jersey 07458.
13. Samuel D, “*Dasar-dasar Analisis Numerik*”, Prancis Scheid, Ph.D, Erlangga, Jakarta, 1992.
14., “*Frequency Hopping for GSM Networks*”, Siemens, Mobile Business Network Desing and Consulting, Febraury 2001.
15., “*Frequency Hopping*” , User Description, Ericsson radio Systems AB 2000.
16., “*Pengantar Sistem Telekomunikasi Bergerak*”, Devisi Pelatihan telkom.
17., “*Notes for Chapter 7 Numerical Integration Differention*”, Numerical Methods in EconomicMITPress, 1998,<http://www.ecwed.uccs.edu.hk/~mamu/courses/230/syl.html>.
18., “*Notes for Chapter 5 Differentiation & Integration*”, <http://www.ma.umist.ac.uk/rwt/courses/cis-157section5>.

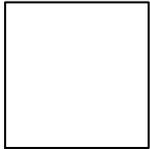


Rahma Yenni, lahir di
Bukittinggi tanggal 22 Maret 1978,
saat ini sedang menyelesaikan
studinya di jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik UNDIP.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II

Achmad Hidayatno, ST, MT
NIP. 132 137 933

Sukiswo, ST
NIP. 132 162 548



Rahma Yenni, lahir di
Bukittinggi tanggal 22 Maret 1978,
saat ini sedang menyelesaikan
studinya di jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik UNDIP.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II

Achmad Hidayatno, ST, MT
NIP. 132 137 933

Sukiswo, ST
NIP. 132 162 548