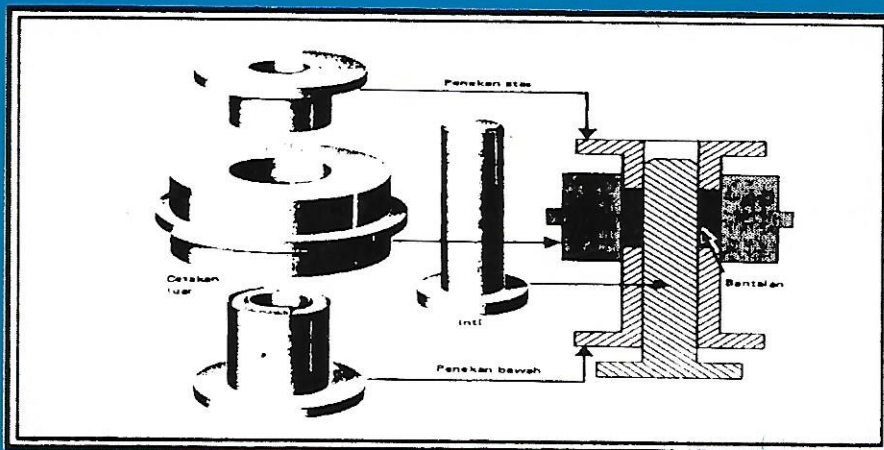


NO. 27 VOL. 1 THN XIV APRIL 2007

ISSN : 0854 - 8471

TEKNIKA

Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Andalas



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS PADANG**

Jurnal TeknikA
No.27 Vol.1 Thn. XIV April 2007
ISSN: 0854-8471

DAFTAR ISI

Penerbit:
 Fakultas Teknik – Universitas
 Andalas

Penasehat
 Rektor Universitas Andalas
 Dekan Fakultas Teknik
 Universitas Andalas

Penyunting Ahli
 Prof.Dr.-Ing. Mulyadi Bur
 Prof. Dr. Eng. Zaidir
 Dr.Eng. Febrin Anas Ismail
 Dr.Eng. Yulman Munaf
 Dr.Ir.Refdinal Nasir
 Dr. Adjar Pratoto
 Dr.-Ing. Uyung Gatot SD
 Dr. Eng. Gunawarman
 Dr.Eng. Jafri Tanjung
 Dr.-Ing. Agus Sutanto
 Dr.-Eng. Rahmadi Kurnia
 Mas Mera, PhD
 Yossyafra, PhD
 Henmaidi, PhD

Pimpinan Redaksi
 Dr.Eng.Gunawarman

Redaksi Pelaksana
 Heru Dibyo Laksono, M.T
 Junaidi, M.Eng
 Benny Dwika L, M.T
 Vera S Bactiar, M.T.
 Dicky Patria, S.T.

Sekretaris Redaksi
 Nurbaiti

Alamat Redaksi
 Fakultas Teknik
 Universitas Andalas
 Kampus Limau Manis
 Padang, 25163
 Telepon : (0751)-72564
 Fax: (0751)-72566
 Email: teknika@ft.unand.ac.id

Daftar Isi	i
Kata Pengantar Dekan Fakultas Teknik	ii
Pengantar Redaksi.....	iii
Campuran Aspal Beton Menggunakan Bahan Agregat Alam (M.Aminsyah)	1
Perencanaan Penggunaan Teknologi DWDM (<i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i>) (Andi Faharuddin, Baharuddin)	8
Studi Perbandingan Kinerja Prosedur Pensinyalan pada Signalling System No. 7 di Sentral Trunk-2 Jakarta (Rully Rukmana, Rudy Fernandez)	15
Analisa Kinerja Transmisi Citra Digital Pada Kanal Additive White Gaussian Noise (Awgn) (Baharuddin)	20
Studi Kinerja Skema Fixed Sharing Pada Jaringan Gsm/Gprs Dengan Model Antrian Erlang (Rudy Fernandez)	25
Analisa Setting Relai Arus Lebih untuk Proteksi Saluran Distribusi 20 KV GIS Simpang Haru (Syafii, Riko Nofendra)	32
Penjadwalan Ekonomis Pembangkit Termal Menggunakan Metoda Iterasi Lambda Dengan memperhitungkan Rugi-Rugi Saluran (Adrianti)	37
Kontrol Suhu Ruangan dengan SMS Berbasis Mikrokontroler (Darwison, Iroldi Febri)	44
Pengaruh Polutan pada Isolator Polimer Dengan Uji Ketahanan Satu Jam (Melda Latif)	54
Analisa Keandalan Sistem Pembangkit Tenaga Listrik PT Pertamina UP II Dumai Menggunakan Metoda LOLP serta Metoda Frekuensi dan Durasi (Adrianti, M Nasir Sonni, Caroline WA)	58
Line Spectral Frequency dan Aplikasinya Pada Pengkode Suara Rpe-Ltp (Ikhwana Elfitri)	65

STUDI KINERJA SKEMA FIXED SHARING PADA JARINGAN GSM/GPRS DENGAN MODEL ANTRIAN ERLANG

Rudy Fernandez

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas

ABSTRAK

Penerapan layanan General Packet Radio Service (GPRS) pada jaringan Global System for Mobile (GSM) menyebabkan kedua sistem ini harus berbagi (*sharing*) sumber daya radio yang sama. Hal ini berakibat menurunnya tingkat kedua layanan tersebut karena pengaruh blocking. Upaya yang dilakukan adalah menggunakan teknik channel sharing yang tepat. Pada penelitian ini dilakukan studi kinerja terhadap salah satu teknik channel sharing, yaitu skema fixed sharing, yang menggunakan model antrian Erlang B untuk GSM dan Erlang C untuk GPRS. Pemodelan matematis digunakan untuk dapat dilakukan simulasi dengan bantuan Matlab. Hasil simulasi menunjukkan parameter tingkat layanan GSM dan GPRS pada fixed sharing channel, yaitu probabilitas blocking suara (P_{BV}) 13,87%, probabilitas blocking paket data (P_B) $4,4637 \cdot 10^{-137} - 7,7376 \cdot 10^{-34}$ dan rata-rata delay paket (EW) $2,4365 \cdot 10^{-3} - 14,078$.

1 PENDAHULUAN

General Packet Radio Service (GPRS) merupakan layanan sistem komunikasi paket data radio yang berbasis *packet switching* dengan memanfaatkan kanal fisik yang ada dalam jaringan GSM. GSM dan GPRS saling bersaing untuk *radio resource* yang sama, sehingga skema *sharing* dari *radio resource* menjadi suatu hal yang penting pada jaringan seluler. *Channel sharing* mampu meningkatkan fleksibilitas layanan GPRS pada sistem GSM karena mampu mengakomodasi kebutuhan QoS pada berbagai aplikasi [1].

Pada penelitian awal digunakan model *Continuous Time Markov Chain* (CTMC) [2] untuk menganalisa kinerja *channel sharing* di jaringan GSM/GPRS. Dari hasil simulasinya diperoleh bahwa karakteristik sumber data dan *voice call load* sangat berpengaruh terhadap rata-rata *delay* paket, dimana tingkat pengaruhnya tergantung dari alokasi kanalnya.

Model Erlang merupakan model antrian dimana jumlah pelanggan tak terbatas tapi jumlah *server* terbatas. Model antrian Erlang yang telah umum digunakan pada sistem GSM adalah Erlang B atau *loss system* dimana jika *server* sibuk, maka panggilan yang datang akan ditolak karena Erlang B tidak menggunakan *buffer*. Pada Erlang C, dengan menambahkan *buffer*, maka panggilan yang datang pada saat *server* sibuk akan menunggu dalam antrian, dan jika *buffer* penuh saat semua *server* sibuk, maka panggilan akan ditolak. Erlang C digunakan pada sistem antrian yang dapat diaplikasikan untuk jaringan paket data [3], sehingga GPRS juga dapat menggunakan Erlang C.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinerja dari penerapan skema *fixed sharing* pada jaringan GSM/GPRS dengan model antrian Erlang.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Global System for Mobile Communication (GSM)

Global System for Mobile Communication (GSM) merupakan sistem komunikasi radio seluler yang digunakan sebagai sarana komunikasi suara atau data yang menggunakan mode transmisi *circuit switched*. Arsitektur jaringan GSM memiliki tiga standar antarmuka, yaitu antarmuka udara (*Um Interface*) yang menghubungkan antara MS dengan BTS, antarmuka Abis (*Abis Interface*) yang menghubungkan antara BTS dengan BSC dan antarmuka A (*A Interface*) yang menghubungkan antara BSC dan MSC dengan menggunakan *line* PCM.

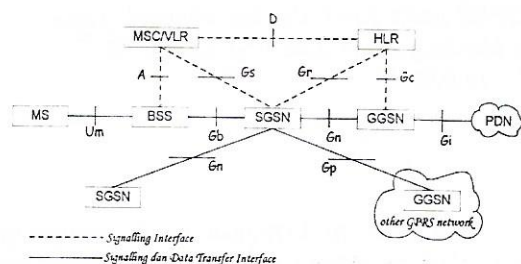
Sistem GSM terbagi menjadi beberapa bagian fungsional, yaitu *mobile station* (MS), *base station subsystem* (BSS) dan *mobile switching center* (MSC). BSS terdiri dari dua elemen, yaitu *base transceiver station* (BTS), yang mengatur antarmuka udara ke MS, dan *base station controller* (BSC), yang menangani sumber radio dan mengontrol *handover*. Sebuah BSC mengontrol beberapa BTS. Sebuah wilayah yang ditangani oleh sebuah MSC disebut dengan *service area*. Melalui GMSC, sistem GSM dapat berkomunikasi dengan jaringan lain, seperti PSTN, PLMN lain, ISDN, dan PDN

2.2 General Packet Radio Service (GPRS)

General Packet Radio Service (GPRS) merupakan layanan baru pada GSM berupa layanan *bearer* yang digunakan untuk mendukung komunikasi paket data dan menggunakan format transmisi *packet switched*. Untuk mentransmisikan paket, sistem GPRS memanfaatkan kanal fisik yang ada dalam jaringan GSM.

2.2.1 Arsitektur dan Antarmuka GPRS

Arsitektur GPRS dalam jaringan GSM dapat dilihat pada gambar 2.1. Dari gambar terlihat bahwa terdapat beberapa komponen dan antarmuka tambahan yang diperlukan untuk komunikasi paket radio, tetapi komponen yang memang telah ada sebelumnya pada sistem GSM mengalami modifikasi agar layanan GPRS dapat diterapkan.



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan GSM/GPRS

2.2.2 Antarmuka Udara GPRS

Sistem GSM/GPRS menggunakan kombinasi akses jamak FDMA dan TDMA pada lapis fisik. Frekuensi *uplink* yang digunakan adalah 890 -915 MHz sedangkan frekuensi *downlink* yang digunakan adalah 935 -960 MHz. Dengan lebar pita sebesar 25 MHz ini, kemudian dibagi menjadi 124 frekuensi *carrier* dengan lebar 200 KHz kanal frekuensi berisi satu *frame* TDMA dengan masing-masing *frame* berisi delapan *time slot*. Durasi sebuah *time slot* adalah 0,577 ms maka satu *frame* memiliki durasi sebesar 4,615 ms.

Tabel 2.1 Struktur *frame* TDMA pada GPRS

	Definisi	Durasi
Timeslot (TS)	Unit dasar	0,577
Frame TDMA	8 x TS	4,615
Multiframe	52x frame TDMA	240
Superframe	8 x multiframe	1920

2.2.2.1 Kanal Fisik GPRS

Kanal fisik yang diperuntukkan untuk trafik paket data disebut *packet data channel* (PDCH). Sebuah sel mengalokasikan satu atau lebih PDCH untuk paket data yang diambil dari kanal fisik dan selebihnya digunakan untuk *traffic channel* (TCH) untuk suara.

2.2.2.2 Kanal Logik GPRS

Pada sistem GPRS, terdapat satu kanal fisik (PDCH) yang bertindak sebagai *master*, yang

berfungsi sebagai pembawa informasi *signalling* seperti informasi *broadcast*, *paging*, sinkronisasi, alokasi kanal dan pengontrol daya. PDCH lain bertindak sebagai *slave* yang hanya membawa paket data.

2.3 Prinsip Radio Resource Management Saat Penggabungan Layanan Voice dan Data

Dua tipe pelayanan ini, *voice* dan *data*, saling bersaing untuk *resource* yang sama pada suatu *overlaid* dengan jaringan *wireless*. Kedua layanan ini memiliki persyaratan QoS yang berbeda, sehingga skema *sharing* dari *Radio Resource* menjadi suatu hal yang sangat penting pada jaringan seluler. Perbedaan model pengiriman informasi telah dipakai pada jaringan seluler sampai saat ini dan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok sebagai berikut :

- *Circuit Switching*, pada mode ini, *channel* trafik dipergunakan sepenuhnya oleh *user* (*voice* atau *data*) untuk layanan komunikasi. Mode ini sesuai untuk aplikasi-aplikasi *real-time* suatu aliran yang terus menerus atau berkelanjutan seperti halnya *video* dan suara (GSM).
- *Message Switching*, yaitu penyimpanan dan pentransferan pesan seperti *voice mail*, informasi data dan faksimile yang disebut *store-and-forward-switching* (penyimpanan dan penerusan pesan). Contohnya adalah *telex*, *telegraph* dan *fax plus*.
- *Packet Switching*, yaitu suatu informasi dibagi menjadi beberapa paket dengan ukuran sama dan kemudian dikirimkan tidak secara bersamaan. Informasi dipotong-potong menjadi paket-paket yang dilengkapi alamat sumber dan tujuan. Paket-paket ini diterima, disimpan, diproses lalu ditransmisikan lagi oleh setiap node dalam jaringan yang dilewati sampai akhirnya mencapai tujuan. Pada mode ini *bandwidth* dialokasikan hanya pada *active period* (ketika ada pengiriman paket data). Mode ini sesuai untuk aplikasi-aplikasi yang memiliki trafik dengan perilaku yang tidak tetap, seperti halnya *internet browsing* (GPRS).

2.4 Pembagian Kelas Kualitas Pelayanan (*Quality of Service, QoS*)

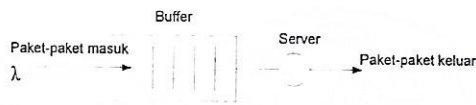
Kelas parameter kualitas pelayanan pada layanan GPRS mengindikasikan jaminan yang harus diberikan oleh operator GPRS dalam pengiriman paket didalam arsitektur jaringan GPRS. Terdapat empat parameter kualitas pelayanan pada layanan GPRS, yaitu

- Precedence (prioritas)
- Realibility (kehandalan)
- Delay (waktu tunda)
- Throughput

2.5 Sistem Antrian

Pada sistem tunggu, panggilan yang baru datang pada saat semua kanal/server sibuk, akan mengakibatkan panggilan tersebut menunggu di suatu tempat sampai ada kanal yang bebas untuk kemudian disalurkan ke tujuan. Panggilan yang baru datang tersebut dikatakan dalam bentuk antrian (*queue*), sedangkan waktu panggilan tersebut menunggu sampai ada kanal bebas (panggilan dilayani) disebut waktu tunggu dalam antrian dan tempat panggilan menunggu disebut *buffer*. Faktor yang mempengaruhi waktu tunggu dalam antrian adalah waktu proses pada *node*, panjang paket, kapasitas saluran transmisi dan disiplin pelayanan yang digunakan sistem.

Model sederhananya terlihat pada gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Model Antrian Sederhana [8]

Oleh D.G. Kendall, sistem tunggu secara umum ditulis dengan simbol sebagai berikut : A / B / C / D Dengan:

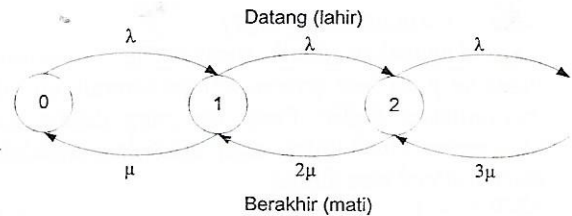
- A : pola kedatangan panggilan (λ)
- B : pola waktu pendudukan ($1/\mu$)
- C : jumlah *server*/kanal/saluran
- D : jumlah *buffer* ditambah dengan jumlah maksimum kanal/ *server*

2.5.1. Diagram Transisi Kondisi

Proses “lahir” (*birth*) adalah proses datangnya panggilan/paket data, sedangkan proses “kematian” (*death*) adalah proses berakhirnya panggilan/paket data. Sifat-sifat trafik digambarkan dengan : distribusi probabilitas, harga rata-rata, variansi, dan lain-lain.

Bila kondisi (*state*) merupakan jumlah saluran (rangkain) dari berkas yang sibuk (diduduki) pada suatu saat tertentu, maka : probabilitas kondisi (*state probability*) merupakan lamanya kondisi tersebut berlangsung dalam interval waktu tertentu (1 jam sibuk).

Bila panggilan datang atau pendudukan berakhir, kondisi berkas dapat berubah : terdapat transisi dari suatu kondisi ke kondisi lainnya. Adanya transisi tersebut dapat pula dinyatakan dengan diagram transisi kondisi (*state transition diagram*), contohnya pada gambar 2.3 :



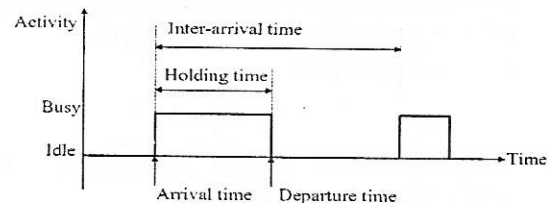
Gambar 2.3 Diagram Transisi Kondisi

Dimana :

- λ = laju rata-rata kedatangan pelanggan ke dalam sistem (*arrival rate*)
- μ = laju pelayanan (*service rate/termination rate*)

2.5.2 Teori Trafik

Secara sederhana trafik dapat diartikan sebagai pemakaian. Pemakaian yang diukur dengan waktu (berapa lama dan kapan) yang tentunya terkait dengan darimana dan kemana. Dalam sistem telepon, permintaan atau panggilan yang datang biasanya tidak dapat ditentukan terlebih dahulu tentang kapan dan berapa lama suatu pembicaraan telepon berlangsung atau berapa lama suatu saluran diduduki [9]. Parameter dasar sumber trafik adalah seperti yang terlihat pada gambar 2.4 berikut :



Gambar 2.4 Parameter sumber trafik

2.5.3. Distribusi Erlang

Kondisi sistem :

- Kedatangan panggilan acak (random arrival) dan independen satu sama lain
- Jumlah sumber panggilan tak terhingga
- Laju rata-rata datangnya panggilan konstan ($a=\lambda$)
- Tak tergantung jumlah pendudukan yang sudah ada karena sumber panggilan tak terhingga
- Jumlah saluran yang melayani terbatas dan merupakan berkas sempurna
- Tidak setiap panggilan yang datang selalu dapat dilayani; panggilan yang datang pada saat semua saluran diduduki akan tidak dapat dilayani; panggilan-panggilan yang tidak dapat dilayani akan dihilangkan (ditolak) → Sistem Rugi
- Pola waktu pendudukan terdistribusi eksponensial negatif
- Waktu pendudukan rata-rata = $h = 1/\mu$

2.5.3.1. Formula Erlang B [3]

Digunakan untuk menghitung probabilitas *blocking* pada *loss system*, artinya formula ini tidak menyediakan *buffer*. Panggilan yang datang pada saat *server* sibuk tidak akan diantrikan melainkan akan di-*block* atau ditolak.

$$Eb(0, t) = 1 \tag{2.5}$$

$$Eb(r, t) = \frac{tEb(r-1, t)}{r + tEb(r-1, t)} \tag{2.6}$$

dimana :

- Eb = probabilitas *blocking*
- r = jumlah *resources* (jumlah *server* atau sirkuit)
- t = jumlah *traffic offered* dalam Erlang

Erlang B bekerja untuk *loss systems* yang bisa diaplikasikan pada sistem telepon, baik yang *fixed* maupun *mobile*.

2.5.3.2. Formula Erlang C [3]

Biasanya digunakan untuk menghitung probabilitas antrian dari *offered traffic*. Pada formula ini diasumsikan bahwa panggilan yang di-*block* tetap berada pada sistem sampai bisa disalurkan.

$$P(> 0) = \frac{\frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A}}{\sum_{x=0}^{N-1} \frac{A^x}{x!} + \frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A}} \tag{2.7}$$

- A = total trafik
- N = jumlah *server* dalam kondisi *full availability*
- P (>0) = probabilitas *delay* besar dari 0
- P = probabilitas *loss*

3. PEMODELAN FIXED SHARING DI JARINGAN GSM/GPRS

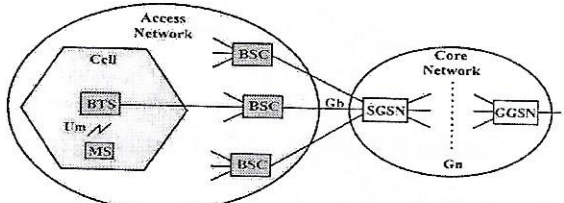
3.1 Skema Fixed Sharing

Pada *fixed sharing*, sel kanal N secara statis dibagi menjadi dua bagian, satu bagian digunakan untuk panggilan suara dan bagian yang lainnya untuk trafik data.

Layanan GPRS sangat bergantung kepada jumlah pemakaian kanal pada GSM. Hal ini dimodelkan pada pemakaian kanal bersama antara GSM dan GPRS. Tahapan pemodelan sistem terdiri dari :

- Proses kedatangan panggilan suara GSM merupakan superposisi dari dua proses Poisson, yaitu kedatangan panggilan baru dan *handover* dengan laju kedatangan rata-rata $\lambda_{GSM} + \lambda_{h,GSM}$.
- Proses kedatangan paket GPRS merupakan proses dengan laju kedatangan rata-rata λ_{GPRS} .
- Karena waktu transmisi yang pendek, maka diasumsikan tidak ada *handover* untuk paket GPRS.
- Waktu pendudukan paket GPRS bersifat acak dengan terdistribusi eksponensial negatif yaitu $1/\mu_{GPRS}$.

- Model pada arah *downlink* dari sel tunggal. Diasumsikan laju pada saat pelanggan bergerak kedalam dan keluar sel sama dan oleh karena itu terdapat jumlah pelanggan yang tetap dalam sel.
- SNR dan BER dianggap ideal oleh karena itu tidak ada retransmisi pada *layer* MAC/RLC.
- Sistem antrian yang digunakan adalah sistem antrian M/M/n/n untuk layanan suara (GSM), dimana n = jumlah *server* untuk *voice*, sedangkan untuk sistem GPRS (untuk layanan data) digunakan sistem antrian M/M/n/K, dimana n = jumlah *server* untuk data dan K = jumlah *buffer* BSC (B) ditambah dengan jumlah maksimum kanal GPRS.
- Waktu pendudukan rata-rata untuk suara (GSM), panggilan baru dan *handover* terdistribusi eksponensial yaitu $1/\mu_{GSM}$



Gambar 3.1 Model Sistem GPRS dalam GSM

3.2 Parameter Sistem

Parameter masukan sistem dibagi menjadi dua bagian, yaitu parameter masukan konstan dan parameter masukan variabel. Parameter masukan yang bersifat variabel adalah intensitas trafik GSM, intensitas trafik GPRS dan laju kedatangan paket GPRS. Parameter masukan yang bersifat konstan adalah : waktu pendudukan paket GPRS $1/\mu_{GPRS} = 0,1914 \text{ second}$, ukuran *buffer* B = 100 paket, jumlah kanal fisik N = 8 dan jumlah sel yang diamati adalah satu sel.

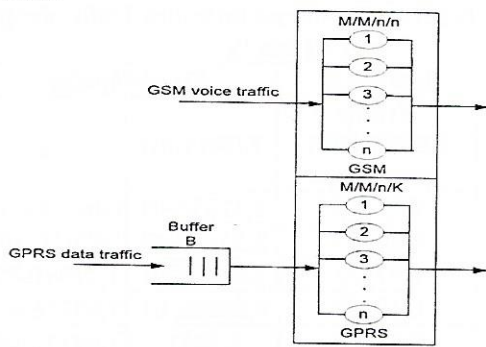
Panjang paket untuk GPRS berdasarkan TCP *segment* adalah 512 *byte*. Data rate GPRS menggunakan *coding scheme* 4 (CS-4) dengan nilai 21,4 Kbps, agar diperoleh bit rate yang tinggi dan waktu pendudukan paket GPRS kecil. Maka *service rate* untuk GPRS adalah $\mu = \frac{21.4kbps}{512bytex8} = 5.225 \text{ s}^{-1}$ atau

$1/\mu = 0.1914 \text{ second}$. Karena waktu transmisi yang pendek, maka diasumsikan tidak ada *handover* untuk paket GPRS. Jumlah *buffer* untuk paket GPRS sebesar 100 paket.

3.3 Model Matematis Fixed Sharing Scheme

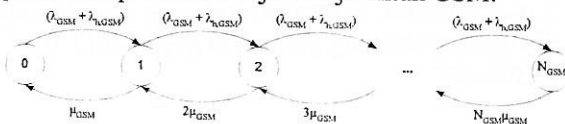
Model matematis dibuat berdasarkan diagram transisi kondisi untuk masing-masing antrian M/M/n/n dan M/M/n/K pada skema *fixed sharing*. Total kanal pada sel dibagi dua bagian; satu bagian untuk trafik *voice* dan bagian lainnya untuk trafik data. $N = N_{GSM} + N_{GPRS}$, panggilan suara

(voice call) dimodelkan dengan antrian M/M/n/n. Untuk panggilan data dimodelkan dengan antrian M/M/n/K.



Gambar 3.2 Model Fixed Sharing Scheme

Mengingat sistem antrian yang digunakan GSM adalah sistem antrian M/M/n/n dengan $n = N_{GSM}$ (jumlah server) untuk voice, dimana nilainya tergantung dengan jumlah PDCH (N_{GPRS}), maka dapat diperoleh diagram transisi kondisi untuk sistem antrian tersebut. Dari gambar tersebut didapat parameter-parameter unjuk kerja untuk GSM.



Gambar 3.3 Diagram Transisi Kondisi Fixed Sharing Scheme dengan Sistem Antrian M/M/n/n

Seluruh server dianggap identik, sehingga kapasitas layanan akan sama untuk setiap server. Persamaan kesetimbangan diagram transisi diatas adalah :

Seluruh server dianggap identik, sehingga kapasitas layanan akan sama untuk setiap server. Persamaan kesetimbangan diagram transisi diatas adalah :

$$(\lambda_{GSM} + \lambda_{h,GSM}) \cdot \pi_{GSM,n} = (n+1) \cdot (\mu_{GSM}) \cdot \pi_{GSM,n+1} \quad 3.1$$

dengan memasukkan nilai intensitas trafik GSM

$$\rho_{GSM} = \frac{\lambda_{GSM} + \lambda_{h,GSM}}{\mu_{GSM}} \quad \text{i, maka akan didapat harga}$$

$$\pi_{GSM,n}$$

$$\pi_{GSM,n} = \pi_{GSM,0} \cdot \frac{\rho_{GSM}^n}{n!} \quad \text{untuk } n = 1, 2, \dots, N_{GSM}$$

(3.2)

dimana harga $\pi_{GSM,0}$:

$$\sum_{n=0}^{N_{GSM}} \pi_{GSM,n} = \pi_{GSM,0} \cdot \left(1 + \rho_{GSM} + \frac{\rho_{GSM}^2}{2!} + \dots + \frac{\rho_{GSM}^{N_{GSM}}}{N_{GSM}!} \right) = 1 \quad (3.3)$$

$$\pi_{GSM,0} = \left(\sum_{n=0}^{N_{GSM}} \frac{\rho_{GSM}^n}{n!} \right)^{-1} \quad (3.4)$$

3.3.1.1. Voice Blocking Probability (P_{Bv})

Voice blocking probability (P_{Bv}) merupakan probabilitas semua server GSM (N_{GSM}) diduduki. Pada saat semua saluran diduduki atau dalam keadaan sibuk, maka saat itu semua panggilan baru yang masuk akan ditolak (hilang/loss).

$$P_{Bv} = \pi_{GSM,N_{GSM}} = \pi_{GSM,0} \cdot \frac{\rho_{GSM}^{N_{GSM}}}{N_{GSM}!} \quad (3.5)$$

Sistem antrian yang digunakan GPRS adalah sistem antrian M/M/n/K dengan $n = N_{GPRS}$ (jumlah kanal GPRS/server) dan $K = \text{jumlah buffer BSC (B)}$ ditambah jumlah maksimum kanal GPRS (N_{GPRS}). Maka dapat diperoleh diagram transisi kondisi untuk sistem antrian tersebut. Dari gambar tersebut didapat parameter-parameter unjuk kerja untuk GPRS.

Seluruh server dianggap identik, sehingga kapasitas layanan akan sama untuk setiap server. Persamaan kesetimbangan diagram transisi diatas adalah :

- Untuk $n = 0, 1, 2, \dots, N_{GPRS}-1$

$$(\lambda_{GPRS}) \cdot \pi_{GPRS,n} = (n+1) \cdot (\mu_{GPRS}) \cdot \pi_{GPRS,n+1} \quad (3.6)$$

- Untuk $n = N_{GPRS}, N_{GPRS}+1, \dots, N_{GPRS}+B$

$$(\lambda_{GPRS}) \cdot \pi_{GPRS,n} = N_{GPRS} \cdot (\mu_{GPRS}) \cdot \pi_{GPRS,n+1} \quad (3.7)$$

dengan memasukkan nilai $\rho_{GPRS} = \frac{\lambda_{GPRS}}{\mu_{GPRS}}$ sebagai

intensitas trafik GPRS, maka akan didapat dua harga $\pi_{GPRS,n}$:

- Untuk $n = 1, 2, \dots, N_{GPRS}-1$

$$\pi_{GPRS,n} = \pi_{GPRS,0} \cdot \frac{\rho_{GPRS}^n}{n!} \quad (3.8)$$

- Untuk $n = N_{GPRS}, N_{GPRS}+1, \dots, N_{GPRS}+B$

$$\pi_{GPRS,n} = \pi_{GPRS,0} \cdot \left(\frac{\rho_{GPRS}}{N_{GPRS}} \right)^n \cdot \frac{N_{GPRS}^{N_{GPRS}}}{N_{GPRS}!} \quad (3.9)$$

dimana harga $\pi_{GPRS,0}$:

$$\sum_{n=0}^{N_{GPRS}+B} \pi_{GPRS,n} = \pi_{GPRS,0} \cdot \left(\sum_{n=0}^{N_{GPRS}-1} \frac{\rho_{GPRS}^n}{n!} + \frac{N_{GPRS}^{N_{GPRS}}}{N_{GPRS}!} \cdot \sum_{n=N_{GPRS}}^{N_{GPRS}+B} \left(\frac{\rho_{GPRS}}{N_{GPRS}} \right)^n \right) = 1 \quad (3.10)$$

$$\pi_{GPRS,0} = \left(\sum_{n=0}^{N_{GPRS}-1} \frac{\rho_{GPRS}^n}{n!} + \frac{\rho_{GPRS}^{N_{GPRS}}}{N_{GPRS}!} \cdot \sum_{x=0}^B \left(\frac{\rho_{GPRS}}{N_{GPRS}} \right)^x \right)^{-1} \quad (3.11)$$

3.3.1.2. Probabilitas Blocking (P_B)

Probabilitas blocking (P_B) merupakan probabilitas semua server GPRS (N_{GPRS}) dan semua buffer BSC (B) telah diduduki. Pada saat semua saluran diduduki atau dalam keadaan sibuk, maka saat itu semua panggilan baru yang masuk akan ditolak (hilang/loss).

$$P_B = \pi_{GPRS,N_{GPRS}+B} = \pi_{GPRS,0} \cdot \left(\frac{\rho_{GPRS}}{N_{GPRS}} \right)^{N_{GPRS}+B} \cdot \frac{N_{GPRS}^{N_{GPRS}}}{N_{GPRS}!} \quad (3.12)$$

3.3.1.3. Average Packet Delay (E[W]) :

Merupakan rata-rata waktu/delay yang dibutuhkan suatu paket untuk menunggu di suatu antrian (buffer).

$$E[W] = \frac{E[N_q]}{\lambda_{GPRS} (1 - P_B)} \tag{3.13}$$

dimana harga E[Nq] :

$$E[N_q] = \sum_{n=N_{GPRS}+1}^{N_{GPRS}+B} (n - N_{GPRS}) \cdot \pi_{GPRS,n} \tag{3.14}$$

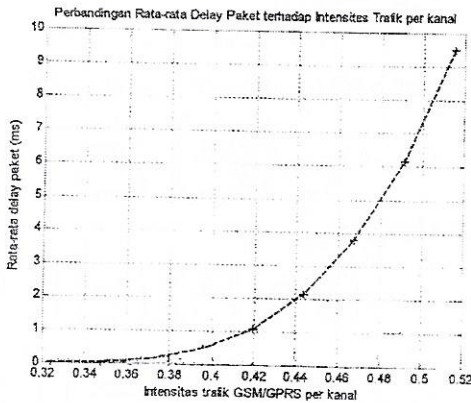
E[Nq] merupakan rata-rata jumlah paket di antrian. dengan memasukkan harga $\pi_{GPRS,n}$ pada persamaan 3.9, maka akan didapatkan harga E[Nq] :

$$E[N_q] = \pi_{GPRS,0} \frac{\left(\frac{\rho_{GPRS}}{N_{GPRS}} \right)^{N_{GPRS}+1} - (B+1) \left(\frac{\rho_{GPRS}}{N_{GPRS}} \right)^{N_{GPRS}+B+1} + B \left(\frac{\rho_{GPRS}}{N_{GPRS}} \right)^{N_{GPRS}+B+1}}{\left(1 - \frac{\rho_{GPRS}}{N_{GPRS}} \right)^{N_{GPRS}+1}} \tag{3.15}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh intensitas trafik pada fixed sharing

Pada simulasi ini, parameter konstan yang digunakan adalah total kanal N = 8, jumlah buffer B = 100 dan service rate GPRS $\mu_{GPRS} = 5,225 \text{ s}^{-1}$. Jumlah kanal GPRS pada fixed sharing $N_{GPRS} = 4$. Parameter variabel yang digunakan adalah intensitas trafik GSM, intensitas trafik GPRS, laju kedatangan paket GPRS seiring dengan kenaikan intensitas trafik, pengaruhnya terhadap rata-rata delay paket menjadi semakin signifikan.



Gambar 4.1. Perbandingan rata-rata delay paket terhadap intensitas trafik GSM/GPRS per kanal

Dari gambar 4.1 terlihat bahwa pada saat intensitas trafik GSM/GPRS per kanal sebesar 0 hingga 0,37177, dapat dikatakan bahwa fixed sharing memiliki kinerja yang lebih baik pada kondisi intensitas trafik yang rendah karena memberikan rata-rata delay paket yang kecil. Sebaliknya pada saat intensitas trafik GSM/GPRS per kanal sebesar 0,32392 hingga 0,53923, menghasilkan nilai E[W] yang relatif tinggi dengan

nilai berkisar $2,4365.10^{-3} - 14,078$, seperti yang ditunjukkan pada hasil simulasi di tabel 4.3

Tabel 4.3 Hubungan Intensitas Trafik dengan E[W] dan P_B

Intensitas Trafik GSM/GPRS per kanal	Fixed Sharing	
	E[W] (ms)	P _B
0,32392	2,4365E-03	4,4637E-137
0,34785	3,5690E-02	7,4764E-106
0,37177	1,6633E-01	1,2706E-87
0,39569	4,8686E-01	1,0337E-74
0,41962	1,1081	1,0223E-64
0,44354	2,1573	1,4475E-56
0,46746	3,7814	1,0932E-49
0,49139	6,155	9,6523E-44
0,51531	9,4939	1,6520E-38
0,53923	14,078	7,7376E-34

Pada tabel 4.3, terlihat bahwa dengan semakin bertambahnya intensitas trafik GSM/GPRS per kanal, probabilitas blocking paket data (P_B) juga bertambah besar. Skema fixed sharing memiliki nilai probabilitas blocking paket data (P_B) $4,4637.10^{-137} - 7,7376.10^{-34}$

4.2. Probabilitas blocking suara

Dari simulasi yang sama juga diperoleh nilai probabilitas blocking suara adalah 13,87%. seperti terlihat pada tabel 4.4 berikut

Tabel 4.4 Voice Blocking Probability untuk Fixed Sharing

Channel Sharing	P _{Bv}
Fixed Sharing Scheme	0,1387

5 KESIMPULAN

- Hasil simulasi menunjukkan fixed sharing memberikan rata-rata delay paket E[W] $2,4365.10^{-3} - 14,078$
- Probabilitas blocking paket data untuk fixed sharing (P_B) $4,4637.10^{-137} - 7,7376.10^{-34}$
- Probabilitas blocking suara untuk fixed sharing adalah 13,87%.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] M. Ermel, K. Begain, T. Muller, J. Schuler, M. Schweigel, "*Analytical Comparison of Different GPRS Introduction Strategies*", 2000.
- [2] Xiayon Fang dan Dipak Ghosal, "*Analyzing Packet Delay Across A GSM/GPRS Network*", IEEE Journal 2003.
- [3] www.wikipedia.org.
- [4] C. Lindemann dan A. Thummler, "*Performance Analysis of General Packet Radio Service*", 2001.
- [5] John Scourias, "*Overview of the Global System for Mobile Communications*", www.shoshin.uwaterloo.ca