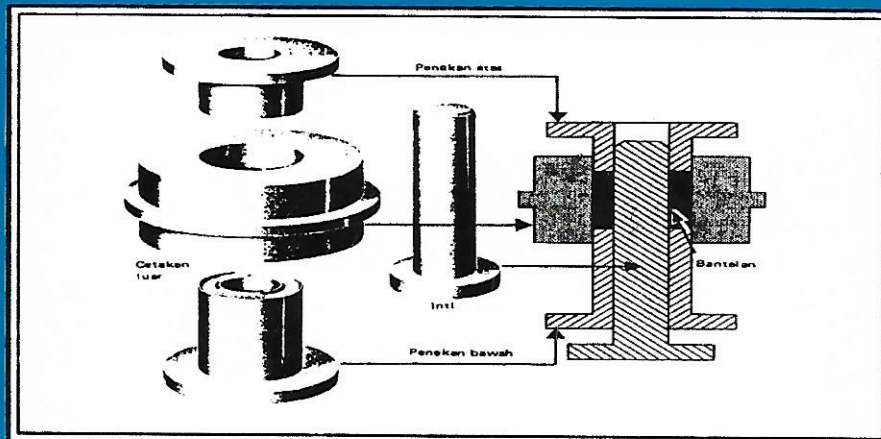


NO. 27 VOL. 3 THN XIV APRIL 2007

ISSN : 0854 - 8471

TEKNIKA

Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Andalas



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS PADANG**

Jurnal Teknik4
No.27 Vol.3 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..Jafril Tanjung
Dr.-Ing. Agus Sutanto
Dr.-Eng. Rahmadi Kurnia
Mas Mera, PhD
Yossyafra, PhD
Henmaidi, PhD

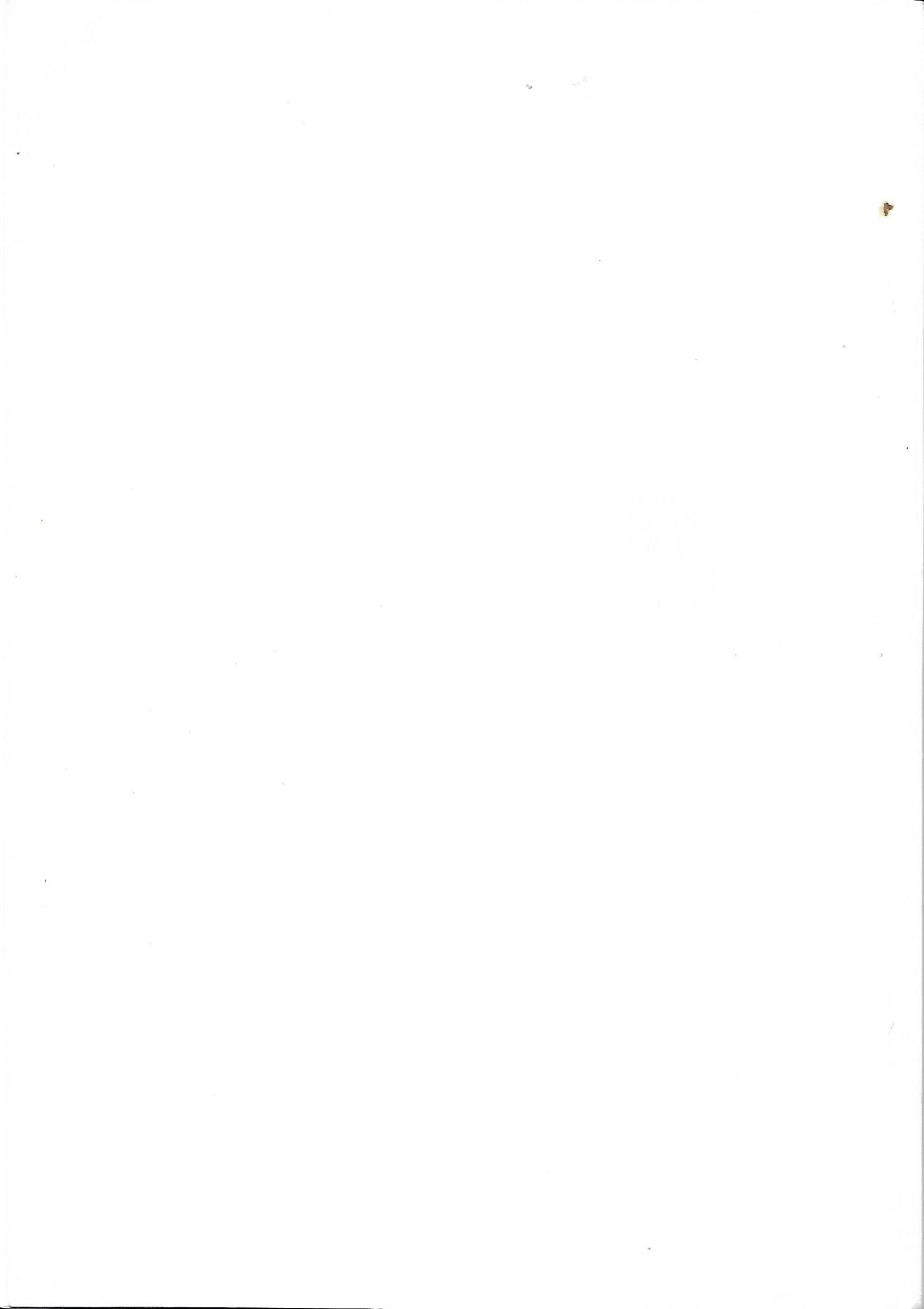
Pimpinan Redaksi
Dr.Eng.Gunawarman

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
Maya Andrianti

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
Perbandingan Metoda Newton Raphson dan Metoda Fast Decouple pada Studi Aliran Daya (Aplikasi PT. PLN Sumbar-Riau 150 KV) (Heru Dibyo Laksono)	1
Studi Aliran Daya dengan Metoda Fast Decouple (Aplikasi PT. PLN Sumbar-Riau 150 KV) (Heru Dibyo Laksono)	11
Pengkodean Suara Pita Lebar (Ikhwana Elfitri)	19
Analisis Rugi Propagasi Indoor Coverage pada Sistem DCS 1800 (Tuti Anggraini, Baharuddin)	23
Kompresi Citra Digital <i>Grayscale</i> Original dengan Menggunakan Metoda <i>Discrete Cosine Transform</i> Sebagai Standar Algoritma <i>Jpeg Compression</i> (Baharuddin)	28
A Stabilize Angle Position of Arm Robot (Syarkawi Syamsuddin, Darmawan)	35
Uji Perilaku Mengembang pada Tanah Lempung Aie Pacah dengan Metoda <i>Free Swell Test</i> (Rina Yuliet , Andriani, Hendra Utama)	38
Pengaturan Suhu Ruangan Berbasis Komputer (Syarkawi Syamsudin, Darmawan)	45
Pemodelan Tarikan Perjalanan pada Rumah Sakit di Kota Padang (Hendra Gunawan,Titi Kurniati ,Dedi Arnaldi)	49
The Application of State Feed Back Control System For Stabilize Inverter Pendulum (Syarkawi Syamsuddin,Darmawan)	57
Analisa Throughput pada Layanan Data di Jaringan GPRS (Rudy Fernandez)	61
Tinjauan Penetapan Tarif Taksi di Kota Padang (Titi Kurniati)	66



ANALISA THROUGHPUT PADA LAYANAN DATA DI JARINGAN GPRS

Rudy Fernandez

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Andalas

ABSTRAK

Throughput menyatakan kecepatan pengiriman data yang secara aktual sukses diterima oleh user. Analisa throughput dilakukan dengan menggunakan pendekatan model matematis pada teori trafik. Hasil menunjukkan bahwa laju kedatangan paket yang tinggi dan delay transfer paket yang besar membuat nilai throughput menjadi rendah. Nilai throughput yang diperoleh berdasarkan penerapan skema pengkodean CS-2, CS-3 dan CS-4, dengan jumlah kanal yang dialokasikan sebanyak satu buah masing-masing adalah sebesar 11.759 Kbps, 13.693 Kbps dan 18.783 Kbps. Penggunaan kanal secara maksimal yaitu 8 kanal dan penggunaan skema pengkodean terbesar yaitu CS-4 merupakan solusi peningkatan throughput agar kinerja jaringan GPRS meningkat.

1. PENDAHULUAN

GPRS dikembangkan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan frekuensi radio, menyediakan fleksibilitas layanan dengan biaya rendah serta penyediaan waktu akses yang cepat. Untuk mengatasi kebutuhan akan *mobile internet* yang meningkat, sistem layanan GPRS merupakan solusi alternatif untuk meningkatkan kapabilitas dari jaringan GSM yang ada.

Seiring dengan berkembangnya penggunaan [12] dari *mobile internet*, masalah trafik akan menjadi suatu kendala mempertahankan kinerja jaringan GPRS yang tengah dikembangkan. Untuk itu penelitian ini akan menganalisis *throughput* melalui model trafik layanan data paket, sebagai parameter untuk mengetahui kinerja jaringan GPRS.

2. METODE ANALISA TRAFIK SISTEM GPRS

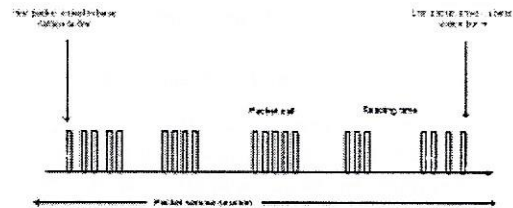
Untuk menganalisa trafik pada sistem GPRS, metode pendekatan yang digunakan adalah dengan menggunakan model trafik layanan data paket dengan teori antrian *M/M/N*. [6]

2.1 Model Trafik Data Paket pada Jaringan GPRS

Model trafik internet pada jaringan GPRS dapat direpresentasikan melalui sebuah sel tunggal yang terintegrasi dengan jaringan penyedia layanan data paket GPRS.

Setelah terjadi proses kedatangan sebuah GPRS *call*, maka akan dimulailah proses GPRS *session*. GPRS *user* menerima data-data paket berdasarkan pada model trafik tertentu.

Aliran kedatangan data paket pada jaringan GPRS digambarkan oleh Gambar 2.1 berikut :

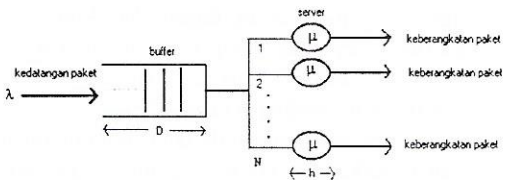


Gambar-2.1 Aliran kedatangan data paket

Selama proses *packet call* beberapa data paket dihasilkan. Dengan kata lain, sebuah *packet call* merupakan suatu urutan dari data-data paket. Aliran data paket selama *packet call* merupakan karakteristik dari penransmision paket yang diambil ke dalam perhitungan model trafik yang akurat.

2.2 Teori Antrian M/M/N

Antrian *M/M/N* pada sistem GPRS permodelan sistem dibuat berdasarkan ketentuan satu *frame* TDMA yang terdiri dari 8 kanal (*timeslot*), sehingga jumlah *N* kanal adalah sebanyak 8 buah. Pada Gambar 2.2 berikut adalah model antrian tunggal *M/M/N* untuk sistem GPRS :



Gambar -2.2 Model antrian tunggal M/M/N

Besarnya *delay* total yang dialami paket (waktu paket dalam sistem) merupakan penjumlahan waktu tunggu paket dalam antrian ditambah lamanya rata-

rata waktu pelayanan (*holding time*). *Delay* total dinotasikan sebagai *T* dengan persamaan :

$$T = D + h \tag{2.1}$$

Lamanya servis/pendudukan data paket pada sistem GPRS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$h = \frac{8 * Data}{R} \tag{2.2}$$

Dimana :

- h* = waktu servis/pendudukan (detik)
- Data* = banyaknya data pada saat *downlink* (byte)
- R* = data rate (bps)

Dengan menggabungkan persamaan akan diperoleh persamaan umum *delay* sebagai fungsi *A* dan *N* :

$$T = \left[\frac{A^N}{\left(A^N + M! \binom{N-A}{N} \cdot \sum_{n=0}^{N-1} \frac{A^n}{n!} \right)} \cdot \frac{h}{N-A} \right] + h \tag{2.3}$$

Dengan :

- T* = *delay* total paket (detik)
- N* = jumlah kanal yang tersedia untuk transfer data
- A* = intensitas trafik/utilitas sistem
- n* = jumlah *user* di dalam sistem

2.3 Throughput pada Sistem GPRS

Aspek utama *throughput* yaitu berkisar pada ketersediaan *bandwidth* yang cukup untuk menjalankan suatu aplikasi. Hal ini menentukan besarnya trafik yang dapat diperoleh suatu aplikasi saat melewati jaringan. Pada suatu aplikasi tertentu dapat terjadi pengurangan laju trafiknya sebagai respon terhadap indikasi *throughput* yang rendah, yang disebabkan oleh kurangnya ketelitian dari skema pengkodean.

2.3.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Throughput

Berikut ini akan diuraikan beberapa faktor yang mempengaruhi *throughput* pada sistem GPRS, yaitu meliputi faktor adaptasi *link* transmisi dan faktor penggunaan kanal.

2.4.1.1.1 Throughput Berdasarkan Adaptasi Link Transmisi

Untuk keperluan mempertahankan *throughput* yang diinginkan terhadap faktor kualitas transmisinya, diperlukan adaptasi *code rate* pada data yang merupakan fungsi dari kondisi saluran transmisi tersebut. Fungsi ini merupakan adaptasi terhadap kanal dengan menggunakan skema pengkodean (*coding scheme*, CS).

Skema pengkodean digunakan untuk mendeteksi dan mengoreksi *error* yang terjadi selama proses transmisi. Masing-masing skema pengkodean memiliki *code rate* yang berbeda. Tabel 2.1 berikut ini merupakan karakteristik skema pengkodean yang digunakan di dalam sistem GPRS.

Tabel -2.1 Karakteristik skema pengkodean

CHANNEL CODING SCHEMES	CS-1	CS-2	CS-3	CS-4
Code Rate	1/2	2/3	3/4	1
Information per Radio Block (bit)	181	268	312	428
Data Rate (Kbps)	9.05	13.4	15.6	21.4

Code rate menyatakan jumlah bit informasi yang sebenarnya ketika bit-bit tersebut ditransmisikan. Jika *code rate* yang diterapkan pada sistem GPRS semakin besar, maka *data rate* (*throughput*) yang dihasilkan akan semakin besar pula.

2.3.1.2 Throughput Berdasarkan Penggunaan Kanal

Selain dipengaruhi oleh banyaknya kanal yang disediakan oleh jaringan, *throughput* juga dapat dipengaruhi oleh GPRS *multislot class*, yaitu berhubungan dengan kemampuan sebuah MS dalam mengatur kanal (*timeslot*) pada saat transfer data baik *uplink* maupun *downlink*. GPRS *multislot class* akan menentukan *data rate* (*throughput*) maksimum yang dapat dicapai. Tabel 2.2 dibawah ini adalah pengelompokan GPRS *multislot class* yang berlaku bagi MS yang ada saat ini :

Tabel- 2.2 GPRS Multislot Class

Type	Multislot Class	Max No. of Receive Time Slots	Max No. of Transmit Time Slots	Sum Rx + Tx
1	1	1	1	2
1	2	2	1	3
1	3	2	2	3
1	4	2	1	4
1	5	2	2	4
1	6	3	2	4
1	7	3	3	4
1	8	4	1	5
1	9	3	2	5
1	10	4	2	5
1	11	4	3	5
1	12	4	4	5
2	13	3	3	N/A
2	14	4	4	N/A
2	15	5	5	N/A
2	16	6	6	N/A
2	17	7	7	N/A
2	18	8	8	N/A
1	19	6	2	N/A
1	20	6	3	N/A
1	21	6	4	N/A
1	22	6	4	N/A
1	23	6	6	N/A
1	24	8	2	N/A
1	25	8	3	N/A
1	26	9	4	N/A
1	27	9	4	N/A
1	28	8	6	N/A
1	29	8	8	N/A

2.4 Perhitungan Throughput

Untuk menghitung banyaknya bit data per detik maka akan mengacu pada struktur "52-multiframe" yang digunakan di dalam sistem GPRS. Pada struktur "52-multiframe" ini akan terdapat 12 blok radio yang berisi data. Jika panjang satu frame TDMA adalah 4,613 ms, maka 12 blok radio tersebut dihasilkan 240 ms yang diperoleh dari perhitungan 52 x 4,614. Dengan demikian, dalam satu detik akan terdapat 12/240 ms = 50 blok radio. Berdasarkan hal tersebut nilai *throughput* dapat diperoleh dengan mengalikan jumlah blok radio dengan jumlah *timeslot* yang dialokasikan untuk layanan GPRS.

Tabel- 2.5 Throughput Blok Radio GPRS

CS	Information per Radio Block (bit)	Radio Block Throughput (bit/s)
CS-1	181	181 x 50 = 9050
CS-2	268	268 x 50 = 13400
CS-3	312	312 x 50 = 15600
CS-4	428	428 x 50 = 21400

3. PENGOLAHAN DATA

3.1 Perhitungan Waktu Pendudukan (Holding Time)

Lamanya servis/pendudukan data paket pada sistem GPRS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2). *R* adalah karakteristik *data rate* berdasarkan pada skema pengkodean yang diterapkan oleh jaringan GPRS.

Sebagai contoh, jika beban data sebesar 740 *byte* dilewatkan pada jaringan GPRS dengan *data rate* masing-masing sebesar 13.4 Kbps untuk CS-2 dan 15.6 Kbps untuk CS-3, maka dapat dihitung waktu pendudukannya sebagai berikut :

$$h = \frac{8 \times 740}{13400} = 0.4418 \text{ detik (CS-2 dengan } R = 13400)$$

$$h = \frac{8 \times 740}{15600} = 0.3794 \text{ detik (CS-3 dengan } R = 15600)$$

Selanjutnya, perhitungan waktu pendudukan untuk sampel data akan disajikan pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Waktu Pendudukan

Persentil	Data(byte)	Waktu Pendudukan (detik)		
		CS-2	CS-3	CS-4
5%	0	0	0	0
10%	0	0	0	0
15%	295	0.1761	0.1512	0.1102
20%	452	0.2698	0.2317	0.1689
25%	537.5	0.3208	0.2756	0.2009
30%	606	0.3617	0.3107	0.2265
35%	660	0.3940	0.3384	0.2467
40%	684	0.4083	0.3507	0.2557
45%	730	0.4358	0.3743	0.2728
50%	740	0.4418	0.3794	0.2766
55%	780	0.4656	0.4000	0.2915
60%	816	0.4871	0.4184	0.3050
65%	850	0.5074	0.4358	0.3177
70%	920	0.5492	0.4717	0.3439
75%	1060.25	0.6329	0.5437	0.3963
80%	1180	0.7044	0.6051	0.4411
85%	1630	0.9731	0.8358	0.6093
90%	2450	1.4626	1.2564	0.9158
95%	5845	3.4895	2.9974	2.1850

3.2 Perhitungan Laju Pendudukan (Service Rate)

Setelah lamanya waktu pendudukan diketahui, maka besar laju pendudukan (*service rate*) dapat dihitung. Tabel 3.2 di bawah ini adalah hasil perhitungan dari laju pendudukan :

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Laju Pendudukan

Persentil	Data(byte)	Laju Pendudukan (detik)		
		CS-2	CS-3	CS-4
5%	0	0	0	0
10%	0	0	0	0
15%	295	5.6785	6.6137	9.0744
20%	452	3.7064	4.3159	5.9206
25%	537.5	3.1172	3.6284	4.9776
30%	606	2.7647	3.2185	4.4150
35%	660	2.5380	2.9950	4.0535
40%	684	2.4491	2.8514	3.9108
45%	730	2.2946	2.6716	3.6656
50%	740	2.2634	2.6357	3.6153
55%	780	2.1477	2.5000	3.4305
60%	816	2.0529	2.3901	3.2786
65%	850	1.9708	2.2946	3.1476
70%	920	1.8208	2.1199	2.9078
75%	1060.25	1.5800	1.8392	2.5233
80%	1180	1.4196	1.6526	2.2670
85%	1630	1.0276	1.1964	1.6412
90%	2450	0.6837	0.7959	1.0919
95%	5845	0.2865	0.3336	0.4576

3.3 Perhitungan Laju Kedatangan Paket (ArrivalRate)

Laju kedatangan paket dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $\lambda = A \times \mu$. Untuk $A = 0.1412$ dan $\mu = 2.2634$, dengan menggunakan persamaan dibawah, maka besar laju kedatangan paketnya dapat dihitung sebagai berikut :
 $\lambda = 0.1412 \times 2.2634 = 0.3195$ perdetik

Dengan menggunakan cara yang sama maka hasil perhitungan laju kedatangan paket dapat disajikan pada Tabel 3.3 sebagai berikut :

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Laju Kedatangan paket

Utilitas Sistem	Laju Kedatangan Paket (detik) di 740 byte		
	CS-2 $\mu=2.2634$	CS-3 $\mu=2.6357$	CS-4 $\mu=3.6153$
0.1412	0.3195	0.3721	0.5104
0.2017	0.4565	0.5316	0.7292
0.2022	0.4576	0.5329	0.7310
0.1571	0.3555	0.4140	0.5679
0.1431	0.3238	0.3771	0.5173
0.1467	0.3320	0.3866	0.5303
0.1530	0.3463	0.4032	0.5531
0.0864	0.1955	0.2277	0.3123
0.0845	0.1912	0.2227	0.3054
0.2039	0.4615	0.5374	0.7371
0.0823	0.1862	0.2169	0.2975
0.0821	0.1858	0.2163	0.2968
0.0820	0.1855	0.2161	0.2964
0.0940	0.2127	0.2477	0.3398
0.0822	0.1860	0.2166	0.2971
0.0821	0.1858	0.2163	0.2968
0.0825	0.1867	0.2174	0.2982
0.1435	0.3247	0.3782	0.5187
0.1436	0.3250	0.3784	0.5191
0.0835	0.1889	0.2200	0.3018
0.0950	0.2150	0.2503	0.3434
0.0830	0.1878	0.2187	0.3000
0.1413	0.3198	0.3724	0.5108
0.1408	0.3186	0.3711	0.5090

3.4 Perhitungan Delay Transfer Paket

Besar *delay* total yang dialami paket merupakan penjumlahan waktu tunggu paket dalam antrian ditambah dengan lamanya waktu pendudukan. Berdasarkan persamaan (2.3) maka besarnya *delay* total yang dialami paket dapat dihitung dengan persamaan tersebut. Untuk setiap beban data pada sampel maka besarnya *delay* transfer paket dapat ditabelkan pada Tabel 3.4 sebagai berikut :

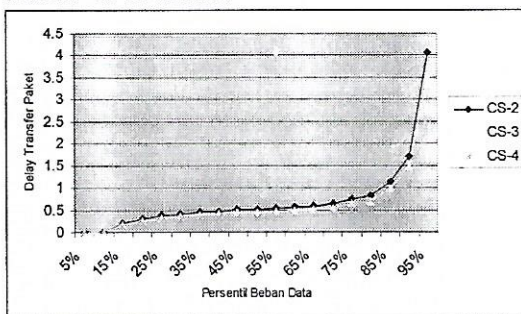
Tabel -3.4 Perhitungan *Delay* Transfer Paket

Persentil	Data(byte)	Delay Transfer Paket (detik)		
		CS-2	CS-3	CS-4
A = 0.1412; N = 1				
5%	0	0	0	0
10%	0	0	0	0
15%	295	0.2050	0.1760	0.1283
20%	452	0.3141	0.2697	0.1966
25%	537.5	0.3735	0.3209	0.2333
30%	606	0.4211	0.3617	0.2637
35%	660	0.4597	0.3940	0.2972
40%	684	0.4754	0.4083	0.2977
45%	730	0.5074	0.4358	0.3176
50%	740	0.5144	0.4417	0.3220
55%	780	0.5421	0.4657	0.3394
60%	816	0.5671	0.4871	0.3551
65%	850	0.5908	0.5074	0.3699
70%	920	0.6394	0.5492	0.4004
75%	1060.25	0.7369	0.6330	0.4614
80%	1180	0.8202	0.7045	0.5136
85%	1630	1.1330	0.9732	0.7094
90%	2450	1.7030	1.4629	1.0663
95%	5845	4.0632	3.4902	2.5442

4. HASIL ANALISA

4.1 Analisa Pengaruh *Delay* Terhadap *Throughput*

Berdasarkan Tabel 3.4, diketahui bahwa beban data akan berpengaruh terhadap besarnya *delay*. Dengan demikian untuk menunjukkan pengaruh tersebut maka dapat dibuat grafik *delay* terhadap kenaikan beban data seperti yang terlihat pada Gambar 4.1 di bawah :

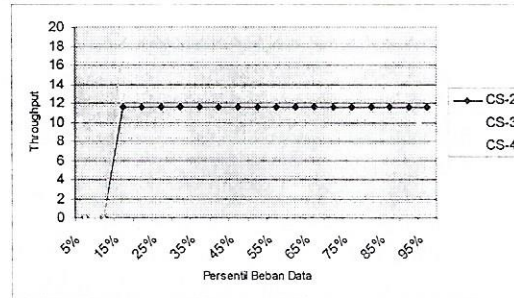


Gambar- 4.1 Grafik *Delay* Transfer Paket vs Persentil Beban Data

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa kurva paling atas adalah kurva *delay* untuk skema pengkodean CS-2 yang selanjutnya diikuti oleh kurva *delay* untuk CS-3 dan CS-4. Hal ini mengidentifikasi bahwa dengan menerapkan CS-2 pada jaringan,

maka *delay* yang terjadi adalah yang paling besar dibandingkan dengan menerapkan skema pengkodean CS-3 dan CS-4.

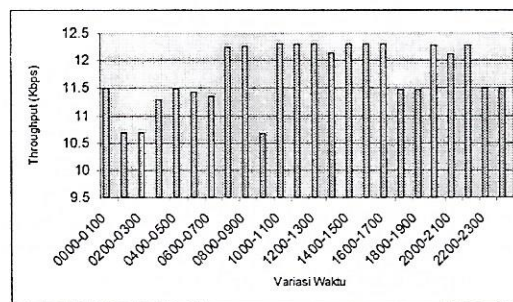
Hal ini juga menunjukkan bahwa dengan semakin besarnya beban data yang ditransfer oleh jaringan, maka *throughput* tidak mengalami peningkatan akibat dari *delay* transfer paket yang juga besar. Gambar 4.2 berikut ini adalah grafik untuk menunjukkan pengaruh *delay* terhadap *throughput* tersebut.



Gambar-4.2 Pengaruh *delay* terhadap *throughput*

4.2 Analisa Pengaruh Laju Kedatangan Paket Terhadap *Throughput*

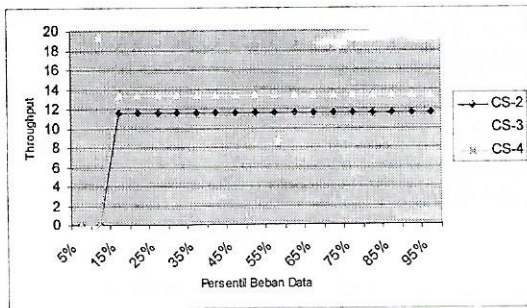
Intensitas trafik yang rendah pada sistem menyebabkan setiap *user* mendapatkan *throughput* yang tinggi. Sebaliknya, apabila intensitas trafik pada sistem tinggi maka *throughput* yang didapatkan oleh setiap *user* adalah rendah. Hal ini dapat dianalogikan bahwa saat jaringan GPRS pada kondisi waktu *peak* yaitu ketika laju kedatangan paket tinggi maka data paket yang diterima oleh *user* akan lebih kecil dibandingkan dengan paket yang diterima pada kondisi *off-peak*. Gambar 4.3 berikut ini menunjukkan kenyataan tersebut :



Gambar-4.3 Variasi *throughput* berdasarkan waktu

4.3 Analisa *Throughput* Berdasarkan Skema Pengkodean

Berdasarkan pengolahan data dapat diperlihatkan perbandingan besarnya data terhadap besarnya *throughput* yang dihasilkan dengan menerapkan tiga buah skema pengkodean, CS-2, CS-3 dan CS-4 seperti pada gambar 4.4 berikut.

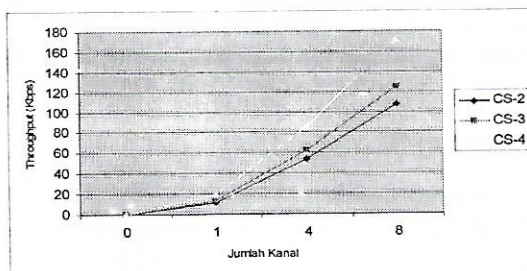


Gambar- 4.4 Variasi throughput berdasarkan skema pengkodean

Dari Gambar 4.4 juga terlihat nilai *throughput* yang dihasilkan oleh CS-4 tampak paling besar dibandingkan dengan nilai *throughput* yang dihasilkan oleh CS-2 dan CS-3.

4.4 Analisa *Throughput* Berdasarkan Jumlah Pengalokasian Kanal

Pada analisa *throughput* berdasarkan jumlah penggunaan kanal, dilakukan perhitungan nilai *throughput* terhadap jumlah kanal-kanal berbeda. dengan $N=0, 1, 4$ dan 8 seperti pada gambar .4.5.



Gambar- 4.5 Throughput berdasarkan jumlah kanal

Dari hasil perhitungan didapat bahwa nilai *throughput* yang dihasilkan ketika jumlah kanal yang digunakan sebanyak satu buah adalah sebesar 11.759 Kbps; 13.693 Kbps dan 18.783 Kbps masing-masing untuk CS-2, CS-3 dan CS-4. Secara teoritis, *throughput* seharusnya berada pada angka 13.4 Kbps (CS-2); 15.6 Kbps (CS-3) dan 21.4 Kbps (CS-4). Dan jika penggunaan kanal lebih dari satu buah maka nilai *throughput* akan mendekati nilai teoritisnya.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan *throughput* yang diperoleh berdasarkan penerapan skema pengkodean CS-2, CS-3 dan CS-4 dengan jumlah kanal satu buah pada jaringan akan menghasilkan nilai *throughput* 11.759 Kbps, 13.693 Kbps dan 18.783 Kbps.
2. Laju kedatangan paket akan berpengaruh terhadap nilai *throughput*, apabila semakin besar nilai laju kedatangan maka nilai

throughput akan menurun dan bila laju kedatangan paket bernilai kecil maka nilai *throughput* akan tinggi.

3. Nilai *delay* transfer paket juga berpengaruh terhadap nilai *throughput*, apabila nilai *delay* transfer paket bernilai tinggi maka akan didapat nilai *throughput* yang rendah dan bila nilai *delay* transfer paket kecil maka nilai *throughput* akan tinggi.
4. Rendahnya intensitas trafik jaringan akan berdampak pada peningkatan nilai *throughput*. Dan nilai *throughput* yang didapat tersebut akan mendekati nilai teoritisnya berdasarkan penerapan skema pengkodean.
5. Penerapan skema pengkodean CS-4 dan penggunaan kanal secara maksimal yaitu 8 kanal juga merupakan solusi untuk meningkatkan nilai *throughput* pada jaringan GPRS.

DAFTAR PUSTAKA

1. Timo Halonen, Javier Romero, Juan Melero, *GSM, GPRS and EDGE Performance*, John Wiley & Sons Ltd, 2003
2. Xiayon Fang dan Dipak Ghosal, *Analyzing Packet Delay Across A GSM/GPRS Network*, IEEE Journal 2003
3. Fernandez, Rudy, *Perbandingan Kinerja Skema Channel Sharing pada Jaringan GSM/GPRS dengan Model Antrian Erlang*, Jurnal Teknik No.27 Vol.2 Thn XIV April, 2007
4. Gunnar Heine dan Holger Sakob. *GPRS Gateway to Third Generation Mobile Networks*, Artech House Inc, 2003
5. Ricky Pun Keung, *Simulation of General Packet Radio Service Network*, Thesis, 2002
6. Xiaohua Chen, David J. Goodman, *Theoretical Analysis of GPRS Throughput and Delay*, Polytecnic University, Brooklyn, 2004
7. PT.TELKOMSEL, *GPRS System Overview* Bahan Presentasi GSM. Semarang, 2004
8. Supranto, J., *Statistik Teori dan Aplikasi*, Erlangga, Jakarta, 2000.