

ANALISIS PERFORMANSI SGSN UNTUK LAYANAN SMS OVER GPRS (PERFORMANCE ANALYSIS SGSN FOR SMS OVER GPRS SERVICE)

Dodo Zaenal Abidin, M.Kom
Dosen Tetap STIKOM Dinamika Bangsa

Abstraksi

Kehadiran GPRS, tidak membuat SMS ditinggalkan oleh para pengguna GSM. Dari hasil survey dikatakan bahwa layanan SMS akan tetap dicari dan digunakan secara luas oleh pelanggannya. Bahkan dengan menggunakan fitur-fitur kelebihan GPRS, SMS dapat ditingkatkan kualitas layanannya seperti kecepatan, waktu pengiriman dan jumlah paket SMS yang dikirimkan. Penelitian ini membahas mengenai sebuah model matematis untuk menganalisis performansi SGSN dalam layanan SMS over GPRS, dimana pada SGSN dimodelkan kedalam bentuk matematis yaitu dengan menggunakan antrian kendall. Data yang diperoleh adalah data real yang diambil dari operator TELKOMSEL Bandung, kemudian data yang diperoleh akan diolah dan digunakan sebagai inputan dalam simulasi perhitungan yaitu dengan menggunakan Microsoft excel 2003. Analisis dilakukan terhadap 1 sel, agar terlihat pengaruhnya terhadap kinerja jaringan GPRS maka performansi dilihat dari jumlah user rata-rata GPRS pada layanan SMS untuk 1 selnya yang dibuat berbeda. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semakin besar jumlah paket yang dikirimkan maka kanal yang diperlukan untuk pengiriman paket akan semakin besar. Selama jumlah kanal yang dipergunakan tetap sedangkan user bertambah maka delay yang terjadi dalam sistem akan semakin besar.

Kata Kunci : SGSN, SMS, GPRS, GSM.

PENDAHULUAN

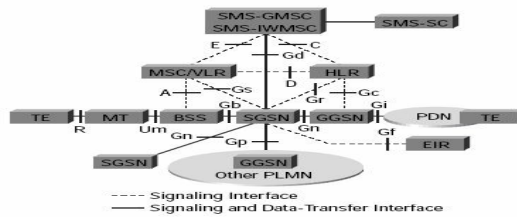
Aplikasi SMS telah diakui merupakan aplikasi *messaging* yang paling populer di dunia. Hal ini dibuktikan berdasarkan kenaikan jumlah pengguna SMS hingga dua tahun terakhir sebesar 100 milyar per tahunnya^[23]. SMS telah menjadikan lahan yang menjanjikan untuk meraih peluang bisnis dipasar konsumen maupun industri di dunia. Dari jumlah kiriman SMS di dunia, 90% masih merupakan kiriman jenis *person to person*. namun demikian SMS sangat potensial untuk dikembangkan menjadi aplikasi berbasis industri dengan berbagai macam layanan seperti *m-commerce, location-based service, voting, games, entertainment*, dan sebagainya.

SMS over GPRS (*General Packet Radio Service*) merupakan salah satu pengembangan dari teknologi SMS yang sudah ada, dimana GPRS akan mengurangi kelemahan SMS yang telah ada sebelumnya, seperti : *delay*, kecepatan transmisi data (*bitrate*), dan mampu menghantar SMS sebagai data paket. Selain itu GPRS akan memecahkan permasalahan beban jaringan yang ditimbulkan akibat meningkatnya

penggunaan aplikasi SMS. Dalam hal ini GPRS akan menjadi jalur alternative SMS dan akan dilewatkan dalam jaringan sebagai data paketGPRS

Arsitektur GPRS.

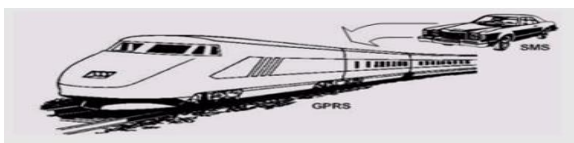
Arsitektur sistem GPRS seperti terlihat pada Gambar 1, adalah pengembangan dari arsitektur sistem GSM dengan dengan beberapa elemen tambahan yaitu *Serving GPRS Support Node (SGSN)*, *Gateway GPRS Support Node (GGSN)*, *GPRS Register (Gr)* dan *Packet Control Unit (PCU)*.



Gambar 1. Arsitektur GPRS.

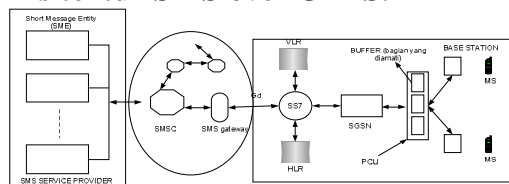
PEMODELAN TRAFIK DAN SISTEM PADA SGSN.

Dengan kemampuan secara dinamis untuk memilih layanan penghantar antara GPRS atau penghantar dengan *circuit switched* maka SMS akan dapat langsung memilih menggunakan jalur GPRS untuk transmisi datanya apabila berada dalam jangkauan jaringan GPRS, dan selanjutnya akan memilih jalur *circuit-swithed* biasa apabila berada di luar jangkauan. Gambar 2. menggambarkan analogi situasi di atas, di mana digambarkan mobil “SMS” akan ditumpangkan di atas kereta api “GPRS” karena lebih cepat, namun akan menggunakan jalanan biasa apabila jalur kereta api tidak ada.



Gambar 2. Analogi penggambaran prioritas jalur SMS dengan menggunakan GPRS.

1. Arsitektur SMS over GPRS.

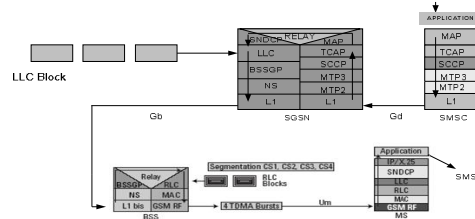


Gambar 3. Arsitektur SMS over GPRS.

Gambar 3. merupakan gambar arsitektur SMS yang terintegrasi dengan jaringan GPRS. Antara SMSC dan jaringan GPRS terhubung dengan interface Gd. SGSN memiliki fungsi

yang hampir sama dengan MSC pada jaringan GSM yaitu berfungsi dalam *Mobility Management, Chipping, kompresi data, paging, perhitungan trafik, charging, security* dan mengatur proses pengaksesan data. PCU diletakan dalam BSC sebagai bagian dari *Base Station Subsystem*. PCU bertanggung jawab atas semua protokol radio GPRS dan komunikasi dengan SGSN. PCU juga menangani *frame relay, Network Service Signalling, Routing Of signaling messages, Radio Link Control (RLC) dan Medium Acces Control (MAC)* serta transer data pelanggan.

2. Proses Pengiriman SMS over GPRS.

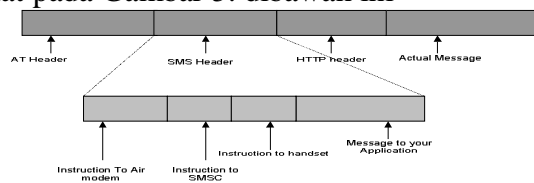


Gambar 4. Transfer SMS over GPRS.

Setelah mendefinisikan fungsi dari masing-masing protokol pada bab 2, pada bagian ini akan dijelaskan mengenai proses pengiriman SMS over GPRS (terlihat pada Gambar 4.) melalui tahapan sebagai berikut:

1. Transmisi di SMSC.

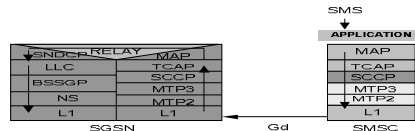
Pada layer aplikasi (dalam hal ini SMS yang dikirimkan melalui handphone) enkapsulasi SMS terjadi dengan cara menambahkan header yang berisi informasi SMSC, MS dan informasi lainnya yang diperlukan untuk pengiriman SMS ke dalam jaringan GPRS. Enkapsulasi ini terjadi karena pada saat pengiriman SMS ada 3 parameter penting yang sekaligus harus dikirimkan yaitu : pengirim, type SMS, dan data SMS .Format Enkapsulasi SMS terlihat pada Gambar 5. dibawah ini



Gambar 5. Enkapsulasi SMS

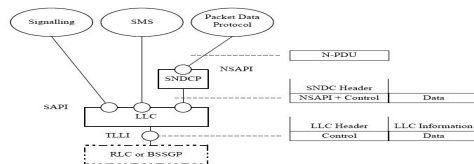
Pada Gambar 6. dijelaskan mengenai transmisi SMS dari SGSN ke SMSC. MAP yang merupakan rancangan SMS dikirimkan ke TCAP, kemudian TCAP menterjemahkan suatu pesan dan protokol dari MAP yang akan digunakan untuk komunikasi data. TCAP menggunakan SCCP untuk mengirim pesan. Kemudian pesan dikirim ke MTP3, dimana MTP3 memperluas fungsi yang disediakan oleh MTP2 . MTP3 memastikan bahwa pesan dapat dikirimkan antara bagian yang terhubung oleh SS7, MTP3 memiliki kemampuan seperti pengalamatan, routing, dan alternative routing, kemudian pesan masuk ke MTP2 disini dipastikan bahwa pesan dapat dikirimkan atau tidak. MTP2 memiliki kemampuan untuk mengecek *error, flow control, sequence checking*. Setelah pesan diperiksa dan bebas

dari kesalahan kemudian pesan dikirimkan melalui layer fisik dengan interface Gd ke SGSN



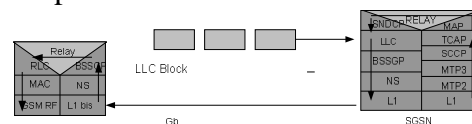
Gambar 6. hubungan antara SMSC dan SGSN.

2. Transmisi di SGSN.



Gambar 7. Multiplexing of network protocol.

Pada SGSN pesan diterima oleh LLC (seperti terlihat pada Gambar 7.) .Pada layer ini LLC mengenkapsulasi SN-Data / SN-Unit Data PDU ke dalam LLC block, dengan cara memisahkan header SMS dan header frame lainnya (didalam LLC semua frame yang masuk akan sekaligus dijadikan paket), kemudian LLC akan menggantinya dengan header LLC sendiri. Header LLC ini menambahkan informasi control (pada *mode acknowledge*), frame check sequence dan SAPI (Service Access Point identifier). SAPI berfungsi sebagai penyedia service untuk PDP yang diantaranya untuk Mobility Management GPRS (GMM), menentukan level dari parameter QOS seperti delay, retransmission dan buffer. BSSGP yang terletak dibawah LLC menyediakan informasi routing ke NS (Network Service) yang diperlukan untuk mengirim blok LLC, yang berisi informasi routing untuk RLC/MAC layer termasuk parameter-parameter seperti prioritas, TLLI (Temporary Logical Link Identifier), dan sebagainya seperti terlihat pada Gambar 8 dibawah ini :

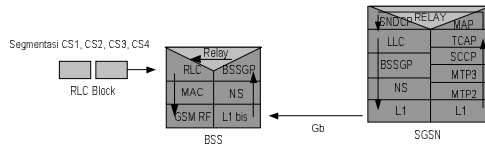


Gambar 8. Transmisi di SGSN.

3. Transmisi di BSS.

Data yang sudah berbentuk paket dikirimkan melalui layer fisik, yang menghubungkan antara SGSN dan BSS. Kemudian BSSGP pada BSS mengirimkan informasi routing ke RLC. RLC memiliki tugas mensegmentasi block LLC menjadi block RLC yang lebih kecil. Serangkaian blok LLC yang telah disegmentasi dinamakan TBF (Temporary Block Flow). Tiap-tiap TBF dialokasikan kedalam PDTCH. Sebagai catatan TBF ini bersifat sementara dan dipertahankan selama transfer data, setelah transfer data TBF berubah menjadi TFI (Temporary Flow Identity). RLC menambahkan header pada blok data yang berisi TFI, RLC block sequence number, TLLI dan informasi lainnya. RLC block dikodekan dengan 4 coding scheme untuk GPRS yaitu CS1, CS2, CS3, CS4. Pemilihan Coding Scheme ini akan

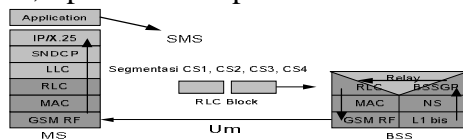
menentukan throughput dan kecepatan transmisi data seperti terlihat pada Gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. Hubungan antara SGSN dan BSS.

4. Transmisi melalui Medium Udara.

Setelah Segmentasi RLC dan penambahan header, blok RLC ditransmisikan melalui medium udara. Paket ditransmisikan melalui udara ke MS dengan menggunakan layer fisik (GSM RF) kemudian paket bergerak menuju MAC, dimana protocol MAC, RLC, memiliki fungsi untuk mengatur penggunaan kanal fisik untuk pengiriman paket, kemudian paket masuk ke LLC disini paket dipisah-pisah (demultiplexing), untuk SMS langsung dapat diterima pada layer aplikasi di MS, sedangkan untuk paket yang lain akan masuk ke SNDCP disini paket-paket dipetakan, dekompresi paket, kemudian paket dapat diterima, seperti terlihat pada Gambar 10. dibawah ini :



Gambar 10. Transmisi melalui medium udara.

3. Pemodelan Trafik dan Sistem pada SGSN.

- Pemilihan trafik model ditentukan oleh jumlah pelanggan GPRS, beban trafik yang ditawarkan, panjang paket data (SDU/busy hour), dan *mean data packet throughput*, model trafik yang digunakan adalah pengembangan dari model trafik Siemens^[4], dengan asumsi seluruh pelanggan untuk SMS over GPRS adalah aktif. Berikut ini pada Tabel 1. adalah trafik model yang digunakan :

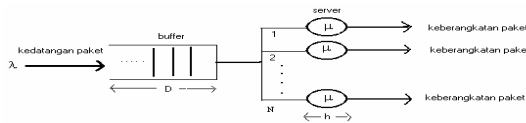
Tabel 1. GPRS Trafik Model.^[4]

<i>GSM/ GPRS trafik model untuk pelanggan GPRS aktif</i>	
<i>Beban trafik per pelanggan per busy hour:</i>	
- downlink	: 50 Kbytes
- uplink	: 5 Kbytes
- Panjang paket (SDU)	: 1024 octets
- Proses Attach / detach	: 1 x
<i>Mean throughput per pelanggan per busy hour :</i>	
- downlink	: ~ 111 bit/s,
- uplink	: ~ 8,8 bit/s.

- Pola kedatangan paket terdistribusi *erlang*, yaitu kedatangan semua jenis panggilan bersifat *random* (acak).

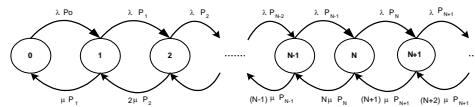
4. Pemodelan Sistem pada SGSN.

Pemodelan sistem pada SGSN dibuat dengan menggunakan model antrian kendall dimana jumlah kanal yang disediakan untuk seluruh pelanggan GPRS dalam satu sel sebanyak N kanal. Pola kedatangan paket (λ) *markovian* dengan distribusi *uniform* dan pola waktu pendudukan *exponensial negatif* ($h = 1/\mu$). Berikut adalah model sistem tunggu yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 11 dibawah ini :



Gambar 11. Sistem delay dengan N server dan buffer infinity.

Berdasarkan pemodelan diatas, sistem memiliki notasi Kendal M/M/N dengan N adalah jumlah server, sehingga dapat dibuat state diagramnya pada Gambar 12.sebagai berikut :



Gambar 12.

State Transition Diagram M/M/N.

Dengan λ sebagai rate kedatangan dan μ sebagai rate kematian. Seluruh *server* identik, sehingga kapasitas layanan sama untuk setiap *server*. Dalam keadaan kesetimbangan statistik, ada dua persamaan yang terjadi yaitu :

$\lambda P(n) = \mu (n+1) P(n+1)$; untuk $n = 0$ s/d $N-1$ $\lambda P(n) = \mu N P(n+1)$; untuk $n = N$ s/d ∞ Dengan menurunkan kedua rumus diatas untuk tiap kondisi nilai n , dan diketahui bahwa intensitas trafik (A) = λ / μ maka diperoleh:

$$P(n) = \frac{A^n}{n!} P(0) \quad ; \text{ untuk } n = 0 \text{ s/d } N-1$$

$P(n) = \left[\frac{A}{N} \right]^n \frac{N^N}{N!} P(0)$; untuk $n = N$ s/d ∞ Dari persamaan tersebut akan diperoleh persamaan untuk $P(0)$ sebagai berikut :

$$P(0) = \left[\sum_{n=0}^{N-1} \frac{A^n}{n!} + \frac{A^N}{N!} \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{A}{N} \right]^k \right]^{-1}$$

$$P(0) = \left[\sum_{n=0}^{N-1} \frac{A^n}{n!} + \frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A} \right]^{-1}$$

Probabilitas paket menunggu dalam antrian apabila seluruh kanal atau *server* telah diduduki dinyatakan sebagai D_N (probabilitas Erlang C) dengan persamaan :

P_r (paket menunggu) =

$$\begin{aligned} D_N &= P(N) + P(N+1) + P(N+2) + \dots + P(\infty) = \frac{A^N}{N!} P(0) + \frac{A^{N+1}}{N \cdot N!} P(0) + \frac{A^{N+2}}{N^2 \cdot N!} P(0) + \dots = \frac{A^N}{N!} \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{A}{N} \right]^k \cdot P(0) \\ &= \frac{A^N}{N!} \cdot \frac{N}{N-A} \cdot P(0) \\ &= \frac{A^N}{N!} \cdot \frac{N}{N-A} \cdot \left[\sum_{n=0}^{N-1} \frac{A^n}{n!} + \frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A} \right]^{-1} \\ &= \frac{A^N}{\left(A^N + N! \left(\frac{N-A}{N} \right) \cdot \sum_{n=0}^{N-1} \frac{A^n}{n!} \right)} \end{aligned}$$

Jika tidak ada kanal yang kosong maka paket akan terdelay dan menunggu di antrian, Probabilitas paket menunggu dalam antrian lebih dari t sekon dinyatakan dengan persamaan :

$$Pr(\text{wait} > t | \text{paket}) = e^{-\frac{(N-A)t}{h}}$$

Jika N adalah total kanal yang tersedia, t adalah waktu tunggu paket dalam antrian dan h adalah rata-rata waktu pendudukan kanal. Probabilitas paket data yang menunggu dalam antrian selama lebih dari t sekon dinyatakan sebagai berikut :

$$P_r[\text{wait} > t] = P_r(\text{paket menunggu}).$$

Delay rata-rata seluruh paket dalam antrian dinyatakan dengan :

$$\begin{aligned} D &= \int_0^{\infty} Pr(\text{paket menunggu}) \cdot e^{-\frac{(N-A)t}{h}} dt \\ &= Pr(\text{paket menunggu}) \cdot \frac{h}{N-A} \\ &= \frac{A^N}{\left(A^N + N! \left(\frac{N-A}{N} \right) \cdot \sum_{n=0}^{N-1} \frac{A^n}{n!} \right)} \cdot \frac{h}{N-A} \end{aligned}$$

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 :

$$T = D + h$$

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

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

5. Parameter Performansi pada SGSN.

Untuk melihat pengaruh trafik SMS terhadap kinerja SGSN, dilakukan beberapa pengamatan terhadap parameter performansi, yaitu:

1. Jumlah kanal yang dibutuhkan N (GPRS-TCH) dengan memperhitungkan delay yang terjadi dengan menggunakan formula erlang C, memperhitungkan jumlah user (berdasarkan data yang diperoleh) yang menggunakan SMS over GPRS, mempertimbangkan faktor kualitas Qos dan kelas delay yang telah ditetapkan menggunakan persamaan :

$$\Pr(\text{wait} > t | \text{paket}) = e^{-\frac{(N-A)}{h}t}, \text{ maka diperoleh : } N = A - (h \ln \Pr)/t$$

Ket:

N = Kanal yang dipakai dalam pengiriman paket

A = intensitas trafik (erlang)

h = holding time (s)

Pr = Probabilitas paket data yang menunggu dalam antrian

t = waktu tunggu paket dalam antrian (s)

2. Waktu tunggu rata-rata yang dihasilkan ketika paket berada didalam antrian dan waktu tunggu secara keseluruhan sistem, dimana rumus yang dipakai:

$$D = \frac{A^N}{\left(A^N + N! \left(\frac{N-A}{N} \right) \cdot \sum_{n=0}^{N-1} \frac{A^n}{n!} \right)} \cdot \frac{h}{N-A}$$

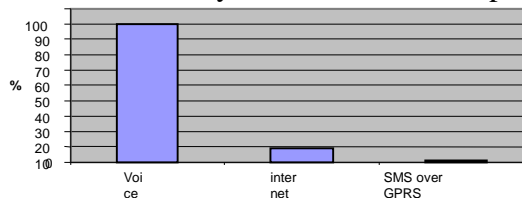
$$h = \text{SDU-size} / \text{data-rate}_{\text{GPRS-TCH}}$$

untuk waktu genggam rata-rata diambil dari besarnya paket yang dikirimkan dibagi dengan data-rate GPRS yang digunakan (coding scheme yang dipakai CS-1)

ANALISIS PERFORMANSI PADA SGSN UNTUK LAYANAN SMS OVER GPRS.

Dalam sub bagian III. di bahas bagaimana layanan SMS (*Short message Service*) dapat diaplikasikan kedalam sistem seluler GPRS, melihat performansi SGSN dengan memperhitungkan jumlah kanal rata-rata yang dipergunakan untuk pengiriman paket GPRS. Dengan demikian dapat dianalisa bagaimana pengaruh dari trafik SMS terhadap performansi pada jaringan GPRS, khususnya pada SGSN.

Analisis dilakukan dengan mengambil rata-rata trafik SMS yang terjadi pada saat jam sibuk (diambil dari GPRS Network Description and Dimensioning, Siemens), jumlah user yang menggunakan fasilitas GPRS terutama SMS untuk 1 sel di wilayah Bandung. Dari data yang diperoleh didapatkan bahwa penggunaan layanan GSM lebih besar daripada penggunaan layanan GPRS, hal ini ditunjukkan pada Grafik 1. terlihat bahwa prosentase untuk penggunaan layanan pada jaringan GSM sebesar 90%, 9% untuk layanan internet dengan menggunakan GPRS, dan 1% untuk layanan lainnya pada GPRS. Pada kasus ini SMS over GPRS termasuk kedalam layanan selain internet pada GPRS yaitu berkisar 1%.

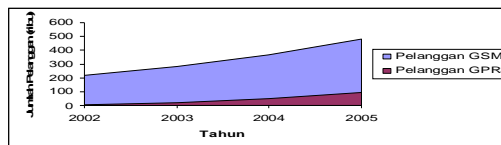


Grafik 1. Prosentase Jenis Layanan GSM/GPRS.

Prioritas pengiriman paket pada GPRS berdasarkan pada besarnya paket yang dikirimkan dan kecenderungan pengiriman paket, layanan internet merupakan layanan yang banyak dipergunakan oleh pelanggan GPRS, disamping itu paket yang dikirimkan jauh lebih besar dibandingkan dengan layanan SMS ataupun lainnya, sehingga prioritas dalam pengiriman paket yang lebih kecil (SMS) lebih diutamakan .

1. Perhitungan Jumlah User.

Dari data yang diperoleh dari salah satu operator GSM di wilayah Bandung yaitu Telkomsel dapat dihitung jumlah user untuk pengguna GPRS di wilayah Bandung. Wilayah Bandung memiliki 232 sel dengan total user pelanggan GSM/GPRS sebesar 479.177 user dimana untuk pelanggan GPRS sendiri yaitu sebesar sekitar 95.835 user, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Grafik 2. dibawah ini.



Grafik 2. Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Telkomsel

Untuk perhitungan dalam menganalisa performansi SMS over GPRS, maka dari data yang diperoleh dapat diambil jumlah rata-rata user pengguna SMS over GPRS, dimana dalam perhitungan diasumsikan semua user GPRS aktif. Jumlah rata-rata User pengguna SMS over GPRS untuk 1 sel dapat diperhitungkan sebagai berikut:

- Jumlah pelanggan GPRS total = 95.835 user
- Jumlah pelanggan GPRS untuk 1 sel yaitu $95.835 \text{ user} / 232 \text{ sel} = 414 \text{ user GPRS}$
- Jumlah pelanggan GPRS yang menggunakan fasilitas internet / 1 sel adalah sekitar :
 $90\% * 414 \text{ user} = 373 \text{ user}$
- Jumlah pelanggan GPRS yang menggunakan fasilitas SMS over GPRS sekitar: $414 - 373 = 41 \text{ user}$.

Dari perhitungan diperoleh bahwa untuk pelanggan SMS over GPRS sebesar 41 orang untuk 1 selnya. Dalam perhitungan performansi akan dilihat pengaruh dari jumlah user pengguna SMS over GPRS dimana user yang digunakan dalam perhitungan yaitu dari 20 user sampai dengan 80 user.

2. Perhitungan Holding Time.

Rata-rata *holding time* per paket diperoleh dengan cara membagi jumlah paket data yang dikirimkan dengan data rate GPRS sesuai dengan tabel *Coding scheme*, panjang paket data (SDU size) yang digunakan dalam perhitungan simulasi yaitu sebesar 128 octets dan 1024 octets. Didalam perhitungan analisa Performansi SMS over GPRS coding scheme yang digunakan yaitu dengan menggunakan CS-1 yaitu dengan data rate = 9.05 Kbps.

Contoh untuk Perhitungan *holding time* ketika panjang paket (SDU) = 128 octets dan channel coding yang digunakan CS-1

$$h = \text{SDU-size} / \text{data-rate}_{\text{GPRS-TCH}}$$
$$= (128 * 8) \text{ bit} / 9,05 \text{ kbps} = 0,113 \text{ second}$$

Tabel 2. Tabel Perhitungan Holding Time

SDU size	Coding Scheme			
	CS-1 (Kbps)	CS 2 (Kbps)	CS 3 (Kbps)	CS 4 (Kbps)
128 octets	0.113 s	0.076 s	0.065 s	0.048 s
1024 octets	0.905 s	0.611 s	0.525 s	0.383 s

Tabel 2.

merupakan perhitungan untuk *holding time*, dimana pada tabel 4.2 terlihat bahwa semakin besar panjang paket yang dikirimkan maka holding time akan semakin besar, semakin besar data-rate GPRS yang digunakan (CS-1 sampai dengan CS-4) maka holding time yang dihasilkan akan semakin kecil.

3. Perhitungan Jumlah Kanal yang dipergunakan dalam Pengiriman.

Dari Grafik 3.-8. hasil simulasi perhitungan terlihat bahwa besarnya *delay* ditentukan oleh banyaknya kanal yang digunakan, besarnya trafik data yang ditawarkan dan jumlah user yang menggunakan layanan GPRS. Kualitas layanan dari sisi trafik ditentukan oleh kelas probabilitas *delay* dan panjang paket data yang digunakan. Sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 3. Kelas Probabilitas Delay Untuk Layanan GPRS.

Class	128 byte packet		1024 byte packet	
	Mean delay	95% delay	Mean delay	95% delay
1	<0.5s	<1.5s	<2s	<7s
2	<5s	<25s	<15s	<75s
3	<50s	<250s	<75s	<375s
4	Best effort	Best effort	Best effort	Best effort

Dengan asumsi distribusi pelanggan seragam untuk setiap sel dan seluruh pelanggan GPRS adalah pelanggan aktif yang memiliki rata-rata trafik yang sama dalam mengakses layanan SMS. Perhitungan jumlah kanal dilakukan berdasarkan model trafik dan skema coding yang digunakan serta kelas *delay* yang digunakan yaitu kelas 1. Untuk mencari kanal yang digunakan dalam pengiriman GPRS pengkodean dan kelas delay yang digunakan yaitu dengan menggunakan skema coding CS-1 dengan *typical data rate* 9,05 kbit/s, *delay* kelas 1 sebesar $P(>7 \text{ sec}) = 5\%$ untuk SDU 1024 octets dan $P(>1.5 \text{ sec}) = 5\%$ untuk panjang paket 128 Byte. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk mencari kanal yang dipergunakan dalam pengiriman paket SMS:

- Rata-rata pelanggan GPRS/sel = 40
- Mean Throughput per pelanggan selama *busy hour* = 111 bit/s
- Panjang paket rata-rata / SDU = 1024 octets = 8192 bit
- Data rate GPRS-TCH (CS-1) = 9,05 kbps Probabilitas *delay* kelas 1 $P(>7 \text{ sec}) = 5\%$.

Berdasarkan data diatas diperoleh pendimensian sebagai berikut :

a. Trafik per pelanggan :

$$\begin{aligned} \text{Erl}/\text{subs}_{\text{GPRS}} &= \text{data-rate}_{\text{subs}} / \text{data-rate}_{\text{GPRS-TCH}} \\ &= 111 \text{ bit/s} / 9.05 \text{ kbps} = 12,265 \text{ mErlang} \end{aligned}$$

b. Total trafik yang ditawarkan:

$$\begin{aligned} A &= \text{Erl}/\text{subs}_{\text{GPRS}} \times \text{subs}_{\text{GPRS}} \\ &= 12,265 \text{ mErlang} \times 40 = 0,4906 \text{ Erlang} \end{aligned}$$

c. Rata-rata *holding time* per paket dengan asumsi aliran burst RLC-frames di udara seperti satu paket dengan panjang paket IP pelanggan GPRS.

$$\begin{aligned} h &= \text{SDU-size} / \text{data-rate}_{\text{GPRS-TCH}} \\ &= 8192 / 9,05 \text{ kbps} = 0,9052 \text{ sekon} \end{aligned}$$

d. Tentukan jumlah kanal yang dibutuhkan untuk *delay* kelas 1 $P(>7 \text{ sec}) = 5 \%$ dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Pr}(\text{wait} > t | \text{paket}) = e^{-\frac{(N-A)t}{h}}, \text{ maka diperoleh :}$$

$$\begin{aligned} N &= A - (h \ln \text{Pr})/t \\ &= 0,4906 - (0,9052 (\ln 0,05)/7) = 0,878 \approx 1 \text{ kanal} \end{aligned}$$

e. Dengan menggunakan persamaan *delay* diperoleh besarnya waktu *delay* rata-rata paket dalam antrian (D) serta *delay* paket dalam sistem (T):

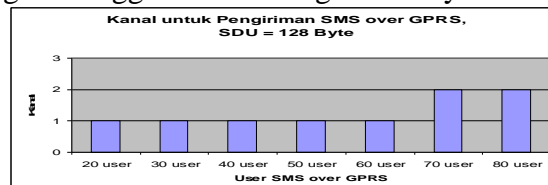
$$\begin{aligned} D &= 0,5776 \text{ sekon, dan} \\ T &= 1,4828 \text{ sekon} \end{aligned}$$

4. Analisis Grafik Hasil Perhitungan.

Dari perhitungan yang telah dilakukan dalam performansi SMS over GPRS, maka ada 3 jenis grafik yang dihasilkan yaitu: grafik rata-rata kanal yang dipergunakan dalam pengiriman paket, grafik waktu tunggu rata-rata paket dalam antrian, grafik waktu tunggu rata-rata paket dalam sistem. Ketiga parameter ini akan dianalisa berdasarkan perbedaan User (20 sampai dengan 80 user) dan perbedaan jumlah paket data yang dikirimkan yaitu sebesar 128 byte dan 1024 byte.

4.1. Grafik jumlah rata-rata kanal yang dibutuhkan dalam pengiriman paket SMS dengan Panjang Paket 128 Byte.

Parameter masukan berupa jumlah user pengguna SMS over GPRS, user dianggap semuanya aktif yaitu antara 20 sampai dengan 80 user, paket data yang dikirimkan sebesar 128 Byte = 1024 bit, kelas *delay* yang dipergunakan adalah kelas 1 yaitu $P(>1,5 \text{ sec}) = 5 \%$, dan data rate GPRS dengan menggunakan coding scheme yaitu CS1 = 9.05 Kbps

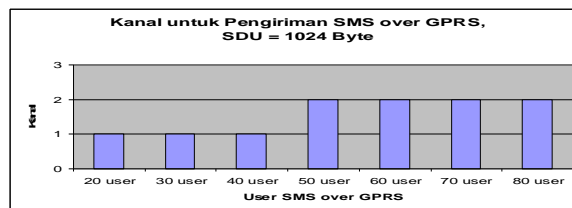


Gambar 3. Grafik jumlah kanal rata-rata untuk pengiriman SMS over GPRS

Dari Grafik 3. menunjukkan bahwa semakin besar user maka kanal yang dipergunakan akan semakin besar, sample pada saat User = 60 maka kanal yang dibutuhkan untuk pengiriman paket SMS sebesar 1 kanal, User = 70 maka kanal yang dibutuhkan sebesar 2 kanal. Hasil analisa didapatkan bahwa jumlah kanal yang dipergunakan dalam pengiriman paket data bergantung pada panjang paket data yang dikirimkan, jumlah user pengguna layanan SMS over GPRS, *coding scheme* yang digunakan serta kelas *delay* yang dipergunakan.

4.2. Grafik jumlah rata-rata kanal yang dibutuhkan dalam pengiriman paket SMS dengan Panjang Paket 1024 byte.

Parameter masukan berupa jumlah user pengguna layanan SMS over GPRS, user dianggap semuanya aktif yaitu antara 20 sampai dengan 80 user, paket data yang dikirimkan sebesar 1024 Byte = 8192 bit, kelas *delay* yang dipergunakan adalah kelas 1 $P(>7 \text{ sec}) = 5 \%$, dan data rate GPRS yang digunakan dengan menggunakan *coding scheme* yaitu CS1 = 9.05 Kbps

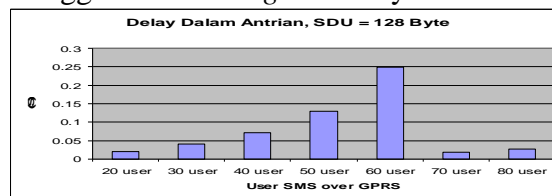


Grafik 4. Jumlah kanal rata-rata untuk pengiriman SMS over GPRS.

Dari Grafik 4. terlihat bahwa semakin besar user GPRS maka jumlah kanal yang dipergunakan akan semakin besar, sample pada saat User = 40 maka kanal yang dibutuhkan untuk pengiriman paket sebesar 1 kanal, User = 50 maka kanal yang dibutuhkan sebesar 2 kanal. Hasil analisa didapatkan bahwa kanal yang digunakan untuk pengiriman paket dipengaruhi oleh jumlah user pengguna layanan SMS over GPRS, paket data yang dikirimkan, skema *coding* yang digunakan serta kelas *delay* yang dipakai.

4.3. Grafik Waktu Tunggu Rata-Ratata paket dalam antrian dengan Panjang Paket 128 Byte.

Parameter masukan berupa jumlah user pengguna SMS over GPRS, user dianggap semuanya aktif yaitu antara 20 sampai dengan 80 user, paket data yang dikirimkan sebesar 128 Byte = 1024 bit, kelas *delay* yang dipergunakan adalah kelas 1 $P(>1,5 \text{ sec}) = 5 \%$, dan data rate GPRS dengan menggunakan *coding scheme* yaitu CS1 = 9.05 Kbps

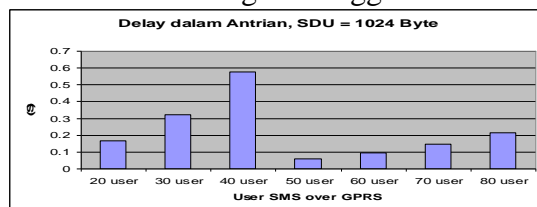


Grafik 5. Waktu Tunggu Rata-Rata dalam Antrian

Dari Grafik 5. menunjukkan waktu tunggu paket dalam buffer dibandingkan dengan user SMS over GPRS. Semakin besar user maka waktu tunggu yang dihasilkan akan semakin besar. Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu tunggu dipengaruhi oleh jumlah kanal yang dipergunakan dan jumlah user GPRS, sample pada saat user = 60 mempergunakan 1 buah kanal sehingga *delay* yang dihasilkan sebesar 0.25s, ketika user ditambah menjadi 70 user kanal yang dipergunakan menjadi sebesar 2 kanal sehingga karena penggunaan kanal bertambah maka *delay* yang dihasilkan akan menjadi lebih kecil yaitu 0,02 s. Hasil analisa didapatkan bahwa waktu tunggu rata-rata paket didalam antrian akan dipengaruhi oleh panjang paket data yang dikirimkan, jumlah user pengguna layanan SMS over GPRS, dan jumlah kanal yang dipakai dalam pengiriman paket.

4.4. Grafik Waktu Tunggu Rata-Rata Paket dalam Antrian dengan Panjang Paket 1024 Byte.

Parameter masukan berupa jumlah user pengguna SMS over GPRS, user dianggap semuanya aktif yaitu antara 20 sampai dengan 80 user, paket data yang dikirimkan sebesar 1024 Byte = 8192 bit, kelas *delay* yang dipergunakan adalah kelas 1 $P(>7 \text{ sec}) = 5 \%$, dan data rate GPRS dengan menggunakan *coding scheme* yaitu CS1 = 9.05 Kbps

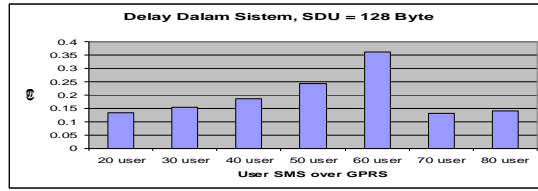


Grafik 6. Waktu Tunggu Rata-Rata dalam Antrian.

Dari Grafik 6. menunjukkan waktu tunggu paket dalam buffer dibandingkan dengan user SMS over GPRS. Semakin besar user maka waktu tunggu yang dihasilkan akan semakin besar. Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu tunggu dipengaruhi oleh jumlah kanal yang dipergunakan dan jumlah user GPRS, sample pada saat user = 20 maka kanal yang dipergunakan sebesar 1 buah kanal sehingga *delay* yang dihasilkan sebesar 0,16 s, untuk 30 user maka kanal yang dipergunakan untuk pengiriman tetap 1 kanal tetapi *delay* yang dihasilkan lebih besar yaitu 0,32 s karena jumlah kanal yang dipergunakan tetap tetapi jumlah user pengguna layanan SMS over GPRS bertambah, beda kasus pada saat user = 40 dan user = 50. Pada saat user= 40 jumlah kanal yang digunakan sebesar 1 kanal dan ketika user ditambah menjadi 50 jumlah kanal yang digunakan bertambah menjadi 2 kanal, akibatnya waktu tunggu didalam bufer akan lebih kecil. Hasil analisa didapatkan bahwa waktu tunggu rata-rata paket dalam antrian dipengaruhi oleh panjang paket yang dikirimkan, jumlah user dan jumlah kanal yang dipakai dalam pengiriman paket.

4.5. Grafik Waktu Tunggu Rata-Rata Paket dalam Sistem dengan Panjang Paket 128 Byte.

Parameter masukan berupa jumlah user pengguna SMS over GPRS, user dianggap semuanya aktif yaitu antara 20 sampai dengan 80 user, paket data yang dikirimkan sebesar 128 Byte = 1024 bit, kelas *delay* yang dipergunakan adalah kelas 1 $P(>1,5 \text{ sec}) = 5 \%$, dan data rate GPRS dengan menggunakan *coding scheme* yaitu CS1 = 9.05 Kbps

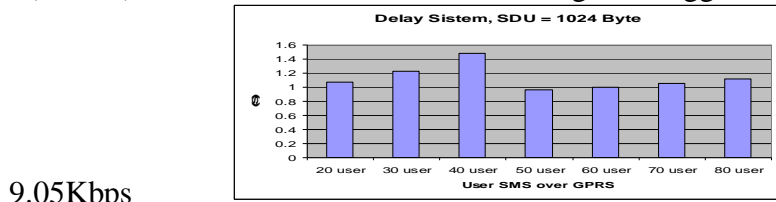


Grafik 7. Waktu Tunggu Rata-Rata dalam Sistem

Grafik 7. menunjukkan grafik waktu tunggu rata-rata paket dalam sistem dibandingkan dengan jumlah user SMS over GPRS, semakin tinggi user maka waktu tunggu dalam sistem akan semakin besar. *Delay* sistem didapatkan dengan cara menambahkan antara waktu tunggu didalam buffer dan waktu genggam rata-rata, sampel pada saat user= 20 maka kanal yang dipergunakan sebesar 1 kanal waktu tunggu rata-rata paket dalam sistem yaitu sebesar 0.13s, untuk 30 user kanal yang dipergunakan tetap sebesar 1 kanal tetapi waktu tunggu yang dihasilkan lebih besar yaitu 0,16 s, beda kasus pada saat user sebesar 60 dan 70, pada saat user= 60 kanal yang dipergunakan sebesar 1 kanal sehingga waktu tunggu yang dihasilkan sebesar 0,36s, tetapi ketika user= 70 maka kanal yang dipergunakan dalam pengiriman sebesar 2 kanal, sehingga akibat jumlah kanal yang dipergunakan bertambah maka waktu tunggu didalam sistem akan menjadi lebih kecil. Sehingga dapat diambil analisa bahwa waktu tunggu paket dalam sistem dipengaruhi oleh waktu tunggu rata-rata dalam antrian, *holding time*, jumlah kanal yang dipergunakan, jumlah user, jumlah paket yang dikirimkan.

4.6. Grafik Waktu Tunggu Rata-Rata Paket dalam sistem dengan Panjang Paket 1024 Byte

Parameter masukan berupa jumlah user pengguna SMS over GPRS, user dianggap semuanya aktif yaitu antara 20 sampai dengan 80 user untuk 1 sel, paket data yang dikirimkan sebesar 1024 Byte = 8192 bit, kelas *delay* yang dipergunakan adalah kelas 1 $P(>7 \text{ sec}) = 5 \%$, dan data rate GPRS dengan menggunakan *coding scheme* yaitu CS1 =



9.05Kbps

Grafik 8. Waktu Tunggu Rata-Rata dalam Sistem

Grafik 8. menunjukkan grafik waktu tunggu rata-rata paket dalam sistem dibandingkan dengan jumlah user SMS over GPRS, semakin tinggi user maka waktu tunggu dalam sistem akan semakin besar. *Delay* sistem didapatkan dengan cara menambahkan antara waktu tunggu didalam buffer dan waktu genggam rata-rata (T_h), sampel pada saat user = 40 maka kanal yang dipergunakan sebesar 1 kanal sehingga delay paket total sebesar 1,45 s, ketika user ditambah menjadi 50 user maka kanal yang dipergunakan sebesar 2 kanal sehingga waktu tunggu yang dihasilkan lebih kecil yaitu 0,95 s, sehingga dapat diambil analisa bahwa waktu tunggu rata-rata paket dalam sistem dipengaruhi oleh waktu tunggu rata-rata dalam antrian, *holding time*, jumlah kanal yang dipergunakan, jumlah user dan jumlah paket yang dikirimkan.

5. Tabel Hasil Simulasi Keseluruhan.

Secara keseluruhan hasil dari simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3. dengan kriteria bahwa kelas *delay* yang dipergunakan adalah kelas 1, $P(>1.5 \text{ sec}) = 5\%$ untuk SDU= 128 byte, $P(>7) = 5\%$, data rate GPRS yang digunakan dengan menggunakan *coding scheme* CS1 = 9.05 Kbps.

Tabel 3. Tabel Hasil Keseluruhan Simulasi

128 Byte	20	0.2453	1	0.0209	0.1341
	30	0.3679	1	0.0404	0.1535
	40	0.4906	1	0.0722	0.1854
	50	0.6132	1	0.1294	0.2425
	60	0.7359	1	0.2495	0.3625
	70	0.8585	2	0.0183	0.1314
	80	0.9812	2	0.0267	0.1398
1024 Byte	20	0.2453	1	0.1677	1.0728
	30	0.3679	1	0.3229	1.2281
	40	0.4906	1	0.5776	1.4828
	50	0.6132	2	0.0614	0.9666
	60	0.7359	2	0.0969	1.0021
	70	0.8585	2	0.1461	1.0514
	80	0.9812	2	0.2138	1.1191

Pada

Tabel 3. merupakan hasil simulasi secara keseluruhan, dimana terlihat bahwa delay yang dihasilkan pada antrian dan pada sistem dipengaruhi oleh banyaknya paket yang dikirimkan, jumlah user, jumlah kanal yang dipakai dalam pengiriman, data rate yang dipergunakan (*coding scheme* yang dipergunakan).

Dari Tabel 3. didapatkan analisa sebagai berikut:

1. Semakin besar paket data yang dikirimkan maka waktu tunggu rata-rata pada sistem akan

- semakin besar
2. Semakin besar user maka jumlah kanal yang diperlukan untuk pengiriman paket semakin bertambah hal ini terlihat pada sampel:
 3. Semakin besar jumlah kanal maka waktu tunggu rata-rata dalam sistem semakin kecil, hal ini terlihat pada sampel:

DAFTAR PUSTAKA

C.Lindemann and Axel Thummler, "Performance Analysis of General Packet Radio Service", Germany, 2000.

Christian Bettstetter, Hans-Jorg Vogel and Jorg Eberspacher, " GSM Phase 2+ General Packet Radio Service GPRS: Architecture, Protocols, and Air Interface", Technische Universitat Munchen, 1999.

Charlotta Baat, "SMS over GPRS", Department of Microelectronics and Information Technology (IMIT), Royal Institute of Technology (KTH), Sweden. April, 2003.

G.Karagiannis, "QOS in GPRS", Ericsson, 2000