



UNIVERSITAS INDONESIA

**SIMULASI DAN ANALISIS IP TRANSPORT
KONEKSI GPRS**

SKRIPSI

REZA FIRDAUS

0606074275

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

TEKNIK ELEKTRO

DEPOK

Juni 2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**SIMULASI DAN ANALISIS IP TRANSPORT
KONEKSI GPRS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana

REZA FIRDAUS

0606074275

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

TEKNIK ELEKTRO

DEPOK

JUNI 2010

i

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Reza Firdaus

NPM : 0606074275

Tanda Tangan :

Tanggal : 14 Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Reza Firdaus
NPM : 0606074275
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Simulasi dan Analisis IP Transport koneksi GPRS.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Muhamad Asvial M.Eng. ()
Penguji : Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan M.Eng ()
Penguji : Aji Nurwidiyanto, ST, MT ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal :

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur Saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku skripsi ini. Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada Saya untuk menyelesaikan buku skripsi ini;
2. Bapak Dr. Ir. Muhamad Asvial M.Eng. selaku pembimbing skripsi saya;
3. Kakak saya Alief Firmansah yang ikut membantu mencari bahan dalam pembuatan skripsi ini ;
4. Para peneliti sebelum ini yang menjadi referensi dalam penulisan buku seminar ini ;
5. Teman – teman satu bimbingan dan satu angkatan dengan saya: Fauzi, Fuadi, Rio, Ricky, dan Ivan ;
6. Teman saya Ewaldo Zihan dan Teddy Febrianto yang juga membantu dalam pembuatan buku skripsi ini.
6. Orang tua dan keluarga saya yang selalu mendoakan dan membangunkan setiap pagi untuk beribadah via telepon ;
7. Seluruh keluarga besar Civitas Akademika Fakultas Teknik Universitas Indonesia khususnya karyawan Departemen Teknik Elektro yang telah banyak memberikan bantuan dalam urusan administrasi seminar.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga seminar ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 14 Juni 2010

Reza Firdaus

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reza Firdaus
NPM : 0606074275
Program studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Nonoksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

SIMULASI DAN ANALISIS IP TRANSPORT KONEKSI GPRS

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta sebagai pemegang Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 14 Juni 2010
Yang menyatakan

Reza Firdaus

ABSTRAK

Nama : Reza Firdaus
Program studi : Teknik Elektro
Judul : Simulasi dan analisis IP Transport koneksi GPRS.

Perkembangan bentuk layanan penyediaan GPRS, menuntut infrastruktur yang fleksibel dalam adaptasi jaringan, pengembangan jaringan dan kapasitas, serta sistem redundancy yang lebih baik. BSC ke SGSN mendapat titik penting dalam pengembangan kemampuan GPRS, karena pada titik inilah, satu-satunya titik hambat pada jaringan GPRS. Solusi penggunaan IP sebagai *transport* menggantikan *Frame Relay* muncul pada keterhubungan BSC dengan SGSN (Gb), hal ini karena IP memiliki kemampuan *routing*. Penggunaan IP membutuhkan *device* PCU (RPP) lebih sedikit daripada *Frame Relay*, sehingga akan menekan dalam biaya dalam mendirikan BSC. *Throughput* yang dihasilkan 'Gb over IP'-pun lebih besar daripada *Frame Relay*, sehingga layanan GPRS akan lebih optimal. Penggunaan IP sebagai *transport* menggantikan *Frame Relay* pada Gb dapat menjadi solusi.

Kata kunci : *protocol*, IP, *Fame Relay*, GPRS, Gb, *transport*, *throughput*.

ABSTRACT

Name : Reza Firdaus
Study program: Electrical Engineering
Title : Simulation and analysis of IP Transport for GPRS connection.

The development of GPRS, demanding flexible's infrastructure, network and capacity development, and a better redundancy system. The weakness of GPRS services is the connection between BSC-SGSN. The solution is using IP replacing Frame Relay Logical as a transport for GPRS's connection between BSC-SGSN (Gb). The solution of that problem is using IP as a replacement at BSC-SGSN (Gb), that's because IP could do routing. IP needs fewer PCU devices (RPP) than Frame Relay, so it would be much cheaper when build BSC. Gb over IP produce more throughput than Frame Relay. So the using of IP as a transport replacing Frame Relay at Gb can be a solution.

Keyword : protocol, IP, Fame Relay, GPRS, Gb, transport, throughput.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 GPRS.....	4
2.1 GPRS.....	4
2.2 Perkembangan GPRS.....	5
2.2.1 Perkembangan GPRS di Indonesia.....	6
2.3 Arsitektur Jaringan GPRS.....	6
2.3.1 SGSN.....	8
2.3.2 GGSN.....	9
2.3.3 Koneksi antara SGSN dengan GGSN.....	9
2.3.4 HLR.....	10
2.4 GB over IP.....	10
2.5 Perbandingan Fame relay dengan IP pada transport GPRS.....	13
2.5.1 Perbedaan Lapisan Protocol GPRS.....	14
BAB 3 Perencanaan Gb over IP.....	16
3.1 Kebutuhan Sistem.....	16

3.2 Perancangan Simulasi.....	16
3.2.1 Data perancangan Gb.....	17
3.2.2 Perhitungan untuk Gb.....	18
3.2.2.1 Perhitungan untuk Gb melalui frame relay	18
3.2.2.2 Perhitungan untuk Gb melalui IP.....	19
3.2.3 Simulasi Routing untuk Gb melalui IP	20
3.2.3.1 Kondisi yang diamati	21
3.2.3.2 Skenario Simulasi	21
3.3 Perangkat yang digunakan.....	24
3.3.1 Perangkat Keras yang digunakan	24
3.3.2 Perangkat Lunak yang digunakan.....	24
3.3.3 Parameter dalam Gb over IP.....	25
BAB 4 HASIL SIMULASI DAN ANALISA.....	26
4.1 Simulasi Perancangan Perhitungan Sumber Daya Untuk Koneksi Gb ..	26
4.1.1 Hasil Simulasi.....	30
4.2 Simulasi Network routing.....	34
4.2.1 Hasil Simulasi Network routing	34
BAB 5 KESIMPULAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
DAFTAR REFERENSI	41
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel perbandingan penghitungan Gb melalui IP dan frame relay.....31



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

GPRS (*General Packet Radio Service*) adalah suatu teknologi yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan data lebih cepat jika dibandingkan dengan penggunaan teknologi *Circuit Switch Data* atau CSD. GPRS sendiri berupa *packet switch data*. GPRS merupakan jembatan menuju teknologi 3G, sering disebut pula dengan teknologi 2,5G.

Pada awal-nya GPRS menggunakan *Frame Relay Logical* sebagai penghubung antara BSC dengan SGSN (Gb). Frame Relay adalah protokol *packet-switching* yang menghubungkan perangkat-perangkat telekomunikasi pada satu *Wide Area Network* (WAN) [1]. Protokol ini bekerja pada lapisan Fisik dan *Data Link* pada model referensi OSI [1].

Selang waktu berlangsung, penggunaan Frame Relay ini dirasakan memiliki kekurangan yang fatal seperti tidak dapat untuk *routing*, karena pada dasar-nya Frame Relay adalah *end to end*. Kekurangan ini menyebabkan koneksi antara BSC-SGSN menjadi terputus sama sekali bila terjadi kerusakan pada *tunnel* BSC-SGSN dan tidak ada *tunnel* alternative, sehingga pengguna jasa tidak dapat menggunakan layanan sama sekali. Berdasarkan hal tersebut, operator akan mengalami kerugian yang cukup besar, mengingat BSC mencakup area yang relatif besar. Hal ini yang menjadi pertimbangan untuk menggunakan system transport jenis lain.

Penghubung yang akan digunakan selanjut-nya haruslah dapat mengatasi permasalahan bilamana terjadi kerusakan yang menyebabkan jalur BSC-SGSN (Gb) putus. Untuk itu protokol penghubung yang baru harus memiliki syarat kemampuan mutlak, yaitu *routing*. *Routing* adalah kemampuan yang bersifat *point to point*, bila terdapat jalur yang putus, maka akan dialihkan pada jalur yang lain. Sehingga jalur tidak akan terputus sama sekali dan layanan kepada pelanggan dapat terus berjalan walaupun pada saat perbaikan pada jalur yang rusak. Selain

itu, penghubung yang baru diharapkan memiliki *throughput* yang lebih baik dibandingkan Frame Relay.

IP (*Internet Protocol*) adalah standar komunikasi data yang digunakan dalam proses tukar-menukar data dari satu komputer ke komputer lain di dalam jaringan [2]. IP sendiri bukanlah teknologi baru, namun dengan adanya kemampuan *routing*, IP dapat memenuhi syarat sebagai pengganti dari Frame Relay. Penggunaan IP sebagai transport menggantikan *Frame Relay* pada Gb dapat menjadi solusi.

Seperti yang telah disebutkan di atas, IP memiliki kemampuan untuk melakukan *routing*. Kemampuan ini memberikan manfaat seperti kapasitas yang lebih besar. IP juga menanggulangi permasalahan ketika terjadi kerusakan pada salah satu jaringan. Bila terjadi kerusakan, sehingga tidak akan terputus begitu saja. Selain lebih sederhana, penggunaan IP juga akan lebih mudah dalam perbaikan bila terjadi kerusakan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan gambaran diatas maka masalah pokok yang akan dibahas pada skripsi ini adalah :

- a. Bagaimanakah kinerja *routing* dari IP pada Gb saat melakukan transfer data?
- b. Adakah pengaruh pada optimasi dari GPRS bila dibandingkan dengan protokol lama (Frame Relay)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan skripsi mengenai penggunaan IP *transport* koneksi GPRS ini adalah untuk:

- a. Membuat *Protocol* pengganti (IP) sebagai pengganti Frame Relay pada layanan GPRS, sehingga layanan tetap berjalan walaupun jalur utama Gb putus.
- b. Mempelajari peningkatan optimasi pada penggunaan layanan GPRS apabila digunakan *protocol* pengganti.

1.4 Batasan Masalah

Pada skripsi ini masalah dibatasi pada perancangan IP sebagai pengganti Frame Relay pada jalur Gb. Kemudian akan dilakukan simulasi optimasi dengan menggunakan MATLAB berdasarkan rumus dan selanjutnya akan diamati kinerjanya.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan ini akan dibagi menjadi empat Bab, dimana pada masing-masing Bab akan menjelaskan sebagai berikut :

1. Bab 1 : Pendahuluan

Bab 1 berisi tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan, Ruang Lingkup, serta Sistematika Penulisan.

2. Bab 2 : Konsep GPRS

Bab 2 berisi tentang konsep dari GPRS, perkembangan GPRS , dan network arsitekturnya

3. Bab 3 : Perancangan Simulasi Gb dengan melalui IP

Bab 3 berisi tentang penjelasan konsep dasar perancangan *Gb over IP*.

4. Bab 4 : Simulasi dan Analisa

Bab 4 berisi hasil dari simulasi yang dibuat beserta analisa..

5. Bab 5 : Kesimpulan

Bab 5 berisi kesimpulan hasil simulasi.

BAB II

GPRS

2.1. GPRS

GPRS (*General Packet Radio Service*) adalah suatu teknologi yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan data lebih cepat jika dibandingkan dengan penggunaan teknologi *Circuit Switch Data* atau [CSD](#). GPRS sering disebut pula dengan teknologi [2,5G](#)

Sistem GPRS dapat digunakan untuk transfer data (dalam bentuk paket data) yang berkaitan dengan [e-mail](#), data gambar ([MMS](#)), dan penelusuran (*browsing*) [internet](#). Layanan GPRS dipasang pada jenis ponsel tipe [GSM](#) dan [IS-136](#), walaupun jaringan GPRS saat ini terpisah dari GSM. Kecepatan transfer data GPRS dapat mencapai hingga 171,2 kbps [3]. Teknologi GPRS memiliki 3 fitur keunggulan, yaitu [3]:

a. *Always Online*

GPRS menghilangkan mekanisme dial kepada pengguna pada saat ingin mengakses data, sehingga dikatakan GPRS selalu online karena transfer data dikirim berupa paket dan tidak bergantung pada waktu koneksi.

b. *An Upgrade to existing networks (GSM dan TDMA)*

Adopsi sistem GPRS tidak perlu menghilangkan sistem lama karena GPRS dijalankan di atas infrastruktur yang telah ada.

c. *GSM operator Costs*

Jaringan penyedia GSM tidak perlu memulai dari awal untuk membangun jaringan GPRS. GPRS adalah suatu upgrade yang cukup didirikan di sepanjang sisi jaringan GSM. Hal ini mempermudah dalam pembangunan dari sisi perangkat keras, dan tidak akan mengganggu jaringan GSM yang ada. Pembaharuan yang utama adalah dari perangkat lunak, dan dapat

dilakukan dari tempat lain. GPRS memberikan nilai lebih dari sisi ekonomi dengan harga yang relatif kecil.

d. *An Integral part of EDGE and WCDMA*

GPRS merupakan inti dari mekanisme pengiriman paket data untuk teknologi 3G selanjutnya.

2.2 Perkembangan GPRS

GPRS merupakan teknologi yang memungkinkan para operator jaringan komunikasi bergerak menawarkan layanan data dengan laju bit yang lebih tinggi dengan tarif rendah, sehingga membuat layanan data menjadi menarik bagi pasar massal.

GPRS merupakan sistem transmisi berbasis paket untuk GSM yang menggunakan prinsip *'tunnelling'*. Ia menawarkan laju data yang lebih tinggi. Laju datanya secara kasar hingga 160 kbps dibandingkan dengan 9,6kbps yang dapat disediakan oleh rangkaian tersakelar GSM. Kanal-kanal radio ganda dapat dialokasikan bagi seorang pengguna dan kanal yang sama dapat pula digunakan secara berbagi (*sharing*) di antara beberapa penggunaan sehingga menjadi sangat efisien.

Para operator jaringan komunikasi bergerak di luar negeri melihat GPRS sebagai kunci untuk mengembangkan pasar komunikasi bergerak menjadi pesaing baru di lahan yang pernah menjadi milik jaringan kabel, yakni layanan internet. Kondisi ini dimungkinkan karena ledakan penggunaan internet melalui jaringan kabel (telepon) dapat pula dilakukan melalui jaringan bergerak. Sebagai gambaran kecil, layanan bergerak yang kini menjadi sukses di pasar (bagi operator di luar maupun dalam negeri) misalnya adalah, laporan cuaca, pemesanan makanan, berita olah raga sampai ke informasi seperti berita-berita penting harian. Dari segi biaya, pentarifan diharapkan hanya mengacu pada volume penggunaan. Penggunaanya ditarik biaya dalam kaitannya dengan banyaknya *byte* yang dikirim atau diterima, tanpa memperdulikan panggilan, dengan demikian dimungkinkan

GPRS akan menjadi lebih cenderung dipilih oleh pelanggan untuk mengaksesnya daripada layanan-layanan IP.

2.2.1. Perkembangan GPRS di Indonesia

Perkembangan GPRS di Indonesia saat ini sedang mengacu kepada migrasi menuju penggunaan IP untuk koneksi BSC-SGSN menggantikan peran *Frame Relay Logical*. Hal ini dilakukan untuk mempermudah operator dalam memberikan layanan kepada pengguna.

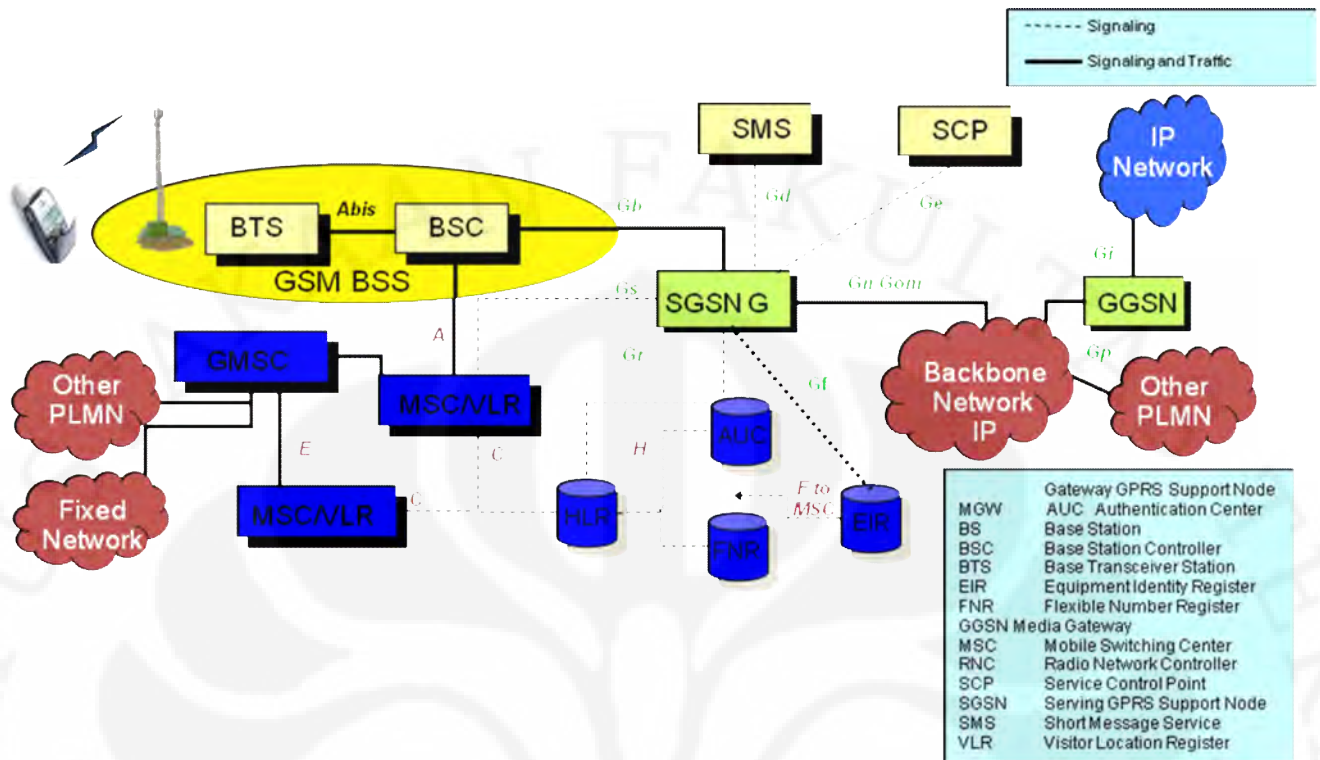
Dengan menggunakan IP, pengguna GPRS dapat selalu menggunakan layanan ini walaupun terjadi kerusakan pada suatu koneksi BSC-SGSN (Gb). Hal ini dapat terjadi karena penggunaan IP dapat memungkinkan penggunaan koneksi Gb yang lain. Sehingga Pengguna tidak terganggu bila terjadi kerusakan.

Migrasi dari *Frame Relay Logical* menuju IP di Indonesia dimulai pada tahun 2007 [11]. Hal ini dilakukan untuk menanggulangi keluhan pengguna bila terjadi kerusakan. Mengapa operator dapat begitu memperhatikan pengguna GPRS ini? Jawab-nya adalah kebanyakan pengguna dari GPRS itu sendiri adalah perusahaan. Beberapa perusahaan yang biasa melakukan pengiriman produk, selalu menggunakan GPRS sebagai komunikasi antara kendaraan pengiriman dengan gudang. Perusahaan-perusahaan ini merasa sangat terganggu bila terjadi kerusakan jaringan GPRS. Karena kerusakan ini dapat mengakibatkan keterlambatan. Tentu saja operator tidak ingin kehilangan pengguna yang merupakan lahan penghasilan utama. Untuk itulah migrasi dilakukan.

Hingga kini belum semua Gb di Indonesia menggunakan IP sebagai koneksi BSC-SGSN. Mengingat kondisi geografis Negara Indonesia yang luas, dan terdiri dari kepulauan, sehingga cukup memakan waktu untuk melakukan migrasi ini.

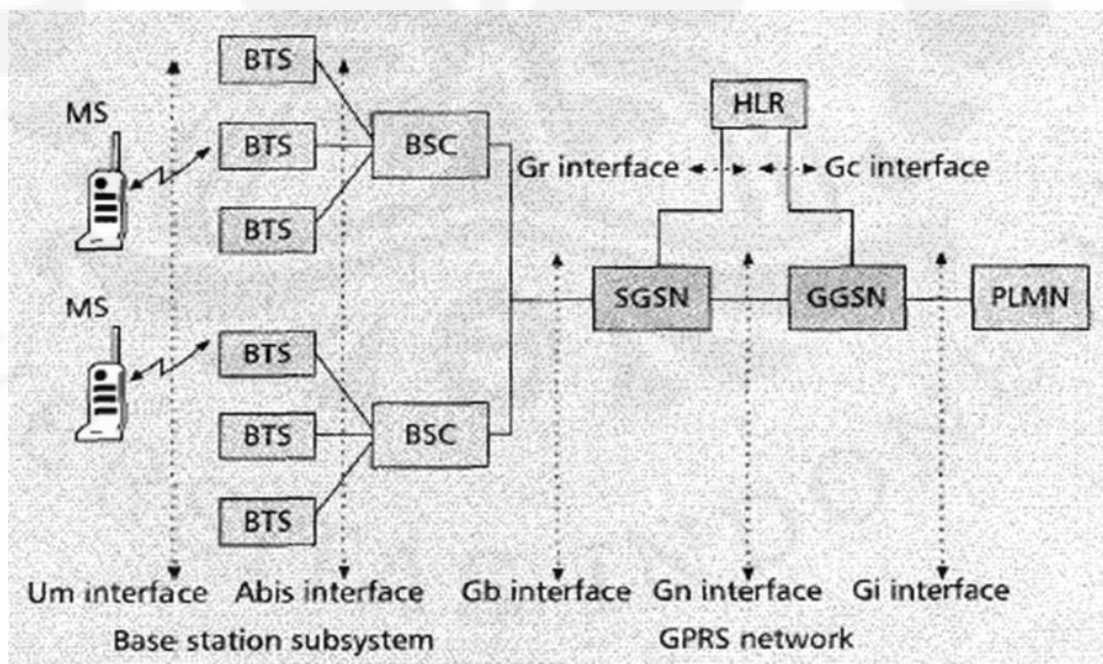
2.3. Arsitektur Jaringan GPRS

Seperti yang disebutkan sebelum-nya, GPRS bukanlah jaringan yang terpisah dengan GSM. Beberapa dari komponen seperti *Base transceiver stations* (BTS) ataupun *Base Station Controller* (BSC) masih digunakan. Beberapa dari komponen memang perlu di-*upgrade* baik *software* maupun *hardware*.



Gambar 2.1. Arsitektur GPRS [9]

Gambar 2.1. menunjukkan arsitektur dari GPRS secara penuh. Gambar 2.1 bila disederhanakan maka akan menjadi seperti gambar 2.2 di bawah.



Gambar 2.2. Arsitektur sederhana GPRS [5]

Gambar 2.2 memperlihatkan komponen-komponen yang dibutuhkan untuk infrastruktur GPRS. Terdapat dua fungsi yang utama pada 2 komponen GPRS. Komponen tersebut adalah *Serving GPRS Support Node* (SGSN) dan *Gateway GPRS support node* (GGSN). Penjelasan dari fungsi dua komponen ini akan dibahas pada subbab berikut-nya.

Sebelum membahas komponen dari GPRS ada baik-nya juga perbedaan jaringan GSM (*circuit*) dengan GPRS (*packet*) dijelaskan. Pada setiap jaringan GSM terdapat beberapa BSC (*Base Station Controllers*). Saat membangun jaringan GPRS, tentu-nya *software* maupun *hardware* yang baru akan dibutuhkan. Penambahan *hardware* seperti *Packet Control Unit* (PCU). PCU ini berfungsi untuk membedakan data untuk GSM (*Circuit Switched Data*) dengan data untuk GPRS (*Packet Switched Data*). Mengenai fungsi dari komponen-komponen akan dijelaskan pada sub-bab di bawah.

2.3.1. SGSN

SGSN (*Serving GPRS Support Node*) memiliki fungsi yang utama diantaranya :

1. *Routing*
2. *Handover*
3. *IP address assignment.*

SGSN adalah komponen yang memiliki koneksi logical untuk ke pengguna GPRS.

SGSN berfungsi untuk menentukan BSC mana yang akan mengatur koneksi. Jika pengguna pindah ke jaringan yang dilayani SGSN lain, maka akan dilakukan handoff ke SGSN yang melayani, dan ini dilakukan dengan cepat hingga pengguna tidak menyadari. Contoh, jika Anda bepergian jauh dan browsing dengan menggunakan GPRS, tentu-nya akan melewati beberapa *cell* yang

berbeda. Fungsi dari SGSN di sini adalah memastikan koneksi internet Anda tidak terganggu saat melewati *cell-cell* lain. Semua paket yang hilang pada saat proses berlangsung akan dikirim ulang. SGSN mengubah mobile data menjadi IP dan terkoneksi dengan GGSN via *tunnelling protocol*.

2.3.2. GGSN

Gateway GPRS Support Node (GGSN) adalah “last port of call” pada jaringan GPRS sebelum koneksi antara ISP atau corporate network’s router terjadi. Pada dasarnya fungsi dari GGSN adalah sebagai :

1. *Gateway*
2. *Router*
3. *Firewall*

GGSN juga memberikan info mengenai pengguna pada wilayah yang tercakupi oleh server tersebut. Hal ini untuk menjaga keamanan, yang biasa-nya terjadi pada jaringan IP dan di luar jaringan GPRS.

2.3.3. Koneksi antara SGSN dengan GGSN

Koneksi antara dua *GPRS Support Nodes* berlangsung dengan menggunakan protocol yang disebut *GPRS Tunnelling Protocol* (GTP). GTP berkedudukan pada bagian puncak dari TCP/IP dan juga merupakan penengah dari koneksi. GTP juga tempat ada-nya informasi dari tarif. Tarif dari GPRS berdasarkan jumlah data yang dikirim (berupa byte) tidak seperti GSM. Secara sederhana dua komponen GPRS ini (SGSN dan GGSN) dapat dikatakan sebagai satu kesatuan.

Lalu bagaimana cara-nya SGSN mengetahui GGSN mana yang sedang terhubung dengan pelanggan? Sebuah *mobile device* terprogram dengan satu atau lebih *Access Point Names* (APN’s). Sebuah APN terdiri dari *DNS name* yang terdaftar seperti : “gmail.com”. Saat divais GPRS ingin terhubung dengan jaringan “gmail.com’s”, SGSN melakukan pencarian DNS dan menghubungkan

GGSN yang tepat. Pengguna memiliki beberapa APN's yang terprogram dalam *mobile device*, sehingga pengguna tidak terbatas dengan satu layanan maupun GGSN.

2.3.4. HLR

HLR (*Home Location Register*) adalah database yang berisi informasi dari seluruh pelanggan. Saat pengguna sedang terhubung dengan jaringan, MSISDN mereka berisi tentang layanan yang digunakan, informasi status pengguna, dan terkadang *IP addresses*.

2.4 GB over IP

Sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya, perkembangan bentuk layanan penyediaan GPRS, menuntut infrastruktur yang fleksibel dalam adaptasi jaringan, pengembangan jaringan dan kapasitas, serta sistem *redundancy* yang lebih baik.

Tahun 2006 – 2007 operator – operator telekomunikasi seluler di Indonesia telah serius mempertimbangkan hal ini, yang kemudian dibarengi dengan munculnya solusi penggunaan IP sebagai transport menggantikan *Frame Relay* pada keterhubungan BSC dengan SGSN.

Mengapa link antara BSC ke SGSN mendapat titik penting dalam pengembangan kemampuan GPRS, karena pada titik inilah, satu – satunya titik hambat pada jaringan GPRS, yang mana link selain titik ini, memiliki koneksi IP yang mendukungnya.

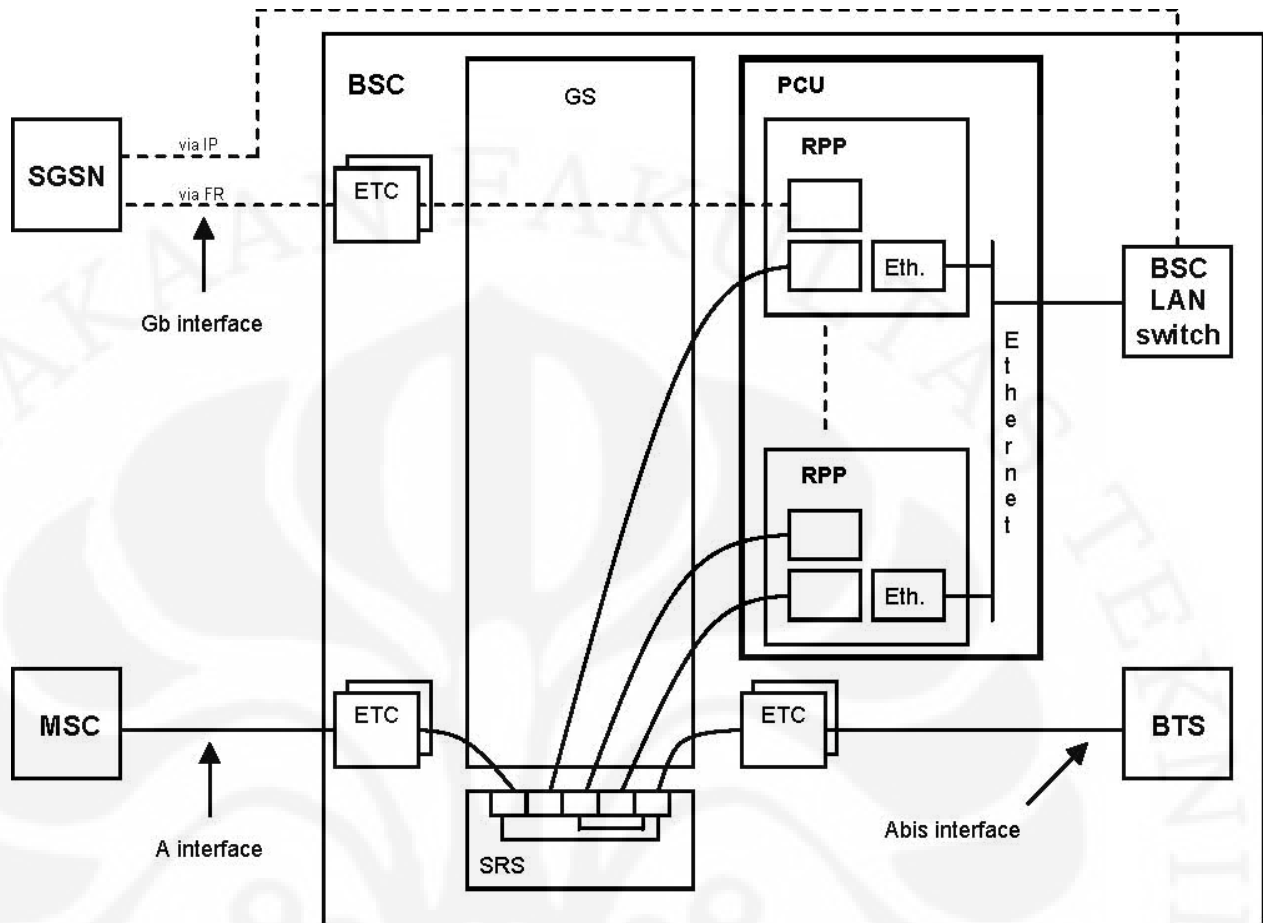
Semua komponen pada gambar 2.3 menggunakan IP kecuali pada jalur Gb (koneksi antara BSC dan SGSN) yang masih menggunakan Frame Relay. Akibatnya terdapat kekurangan – kekurangan antara lain :

1. Adaptasi jaringan bagi pengembangannya, mengingat *frame relay* hanya mengenal *end to end point* dalam koneksinya.
2. Kapasitas *bandwith* yang mampu disediakan, mengingat komunikasi BSC dengan *network* masih menggunakan *frame relay* yang diadaptasikan dengan TDM, dimana besarnya *bandwith* berbanding lurus dengan *time slot* yang digunakan, mengingat BSC menerjemahkan paket data sebagai PCU (*Packet Control Unit*) unit yang dimilikinya.

Berangkat dari hal ini, logikal *frame relay* yang tadinya digunakan seperti kebutuhan adanya parameter PVC (*permanent virtual circuit*), NS-VCI (*Network service – virtual connection identifier*, adaptasi untuk DLCI pada *frame relay*).

Parameter – parameter tersebut tergantikan dengan parameter – parameter IP seperti *Ip address*, *IP device* dan *port* , sementara yang tetap adalah parameter NSEI (*Network service entity identifier*).

Sebagai akibat dari penggunaan IP inipun, memunculkan pengenalan perangkat keras baru bagi BSC yang memungkinkan adanya komunikasi antara PCU (*Packet Control Unit*) unit dengan jaringan IP. Perangkat ini berfungsi layaknya gateway bagi perangkat PCU BSC dengan jaringan IP yang diwakili *router / switch* didepan BSC. *Gateway* / perangkat ini bisa dinamakan EPS pada beberapa vendor tertentu.

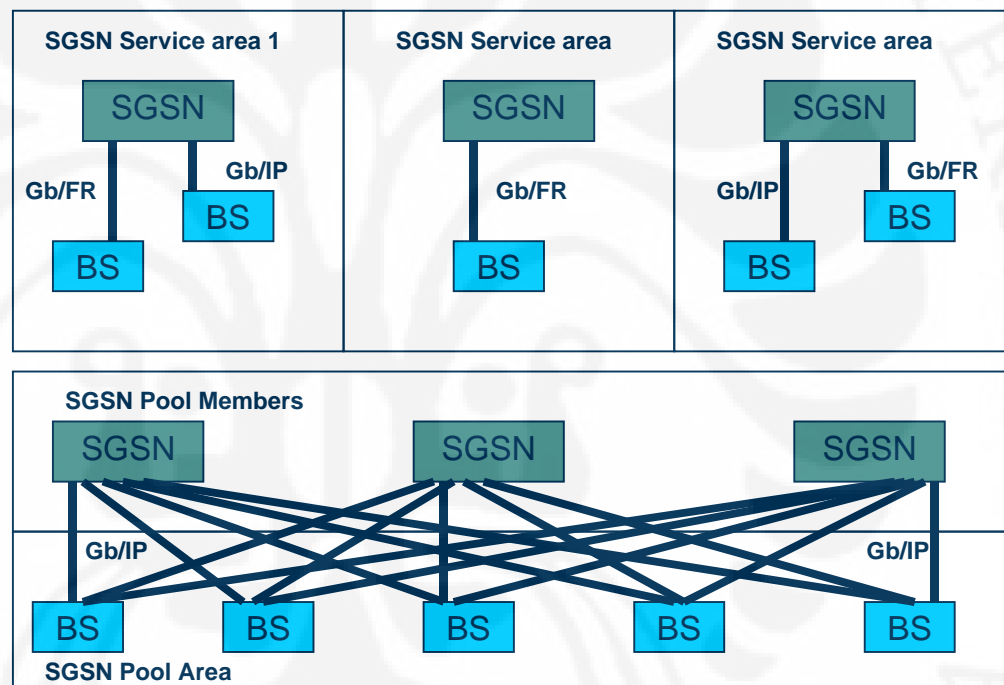


Gambar 2.3 Koneksi pada PCU di BSC [6]

Gambar 2.5 memperlihatkan perbedaan komponen Gb *interface* yang menggunakan IP dengan Frame Relay pada PCU. Berdasarkan gambar, pada Frame Relay data harus melalui RPP pertama baru kemudian menuju RPP yang lain. Penggunaan IP dapat membagi data secara merata dan efisien pada tiap RPP dengan menggunakan BSC LAN Switch. EPS diwakili sebagai koneksi ethernet antara RPP sebagai unit PCU dengan *switch* sebagai penghubung BSC ke jaringan IP.

2.5 Perbandingan *Frame relay* dengan IP pada transport GPRS

Kesederhanaan jaringan, yang memungkinkan jaringan mesh yang dikenal lazim digunakan sebelumnya akibat koneksi yang hanya bisa point to point, akan hilang seiring dengan kelebihan IP yang memungkinkan penggunaan *single end point* bagi BSC untuk pool area dalam *IP backbone*. Selain itu, kelebihan IP yang memungkinkan dalam hal konfigurasi yang dinamis serta kapasitas yang mampu dibawanya, menjadi salah satu pertimbangan bagi penggunaan IP untuk transport pada koneksi BSC ke SGSN.



Gambar 2.4 Perbedaan adaptasi jaringan antara frame relay dengan IP sebagai transport pada koneksi BSC – SGSN [6]

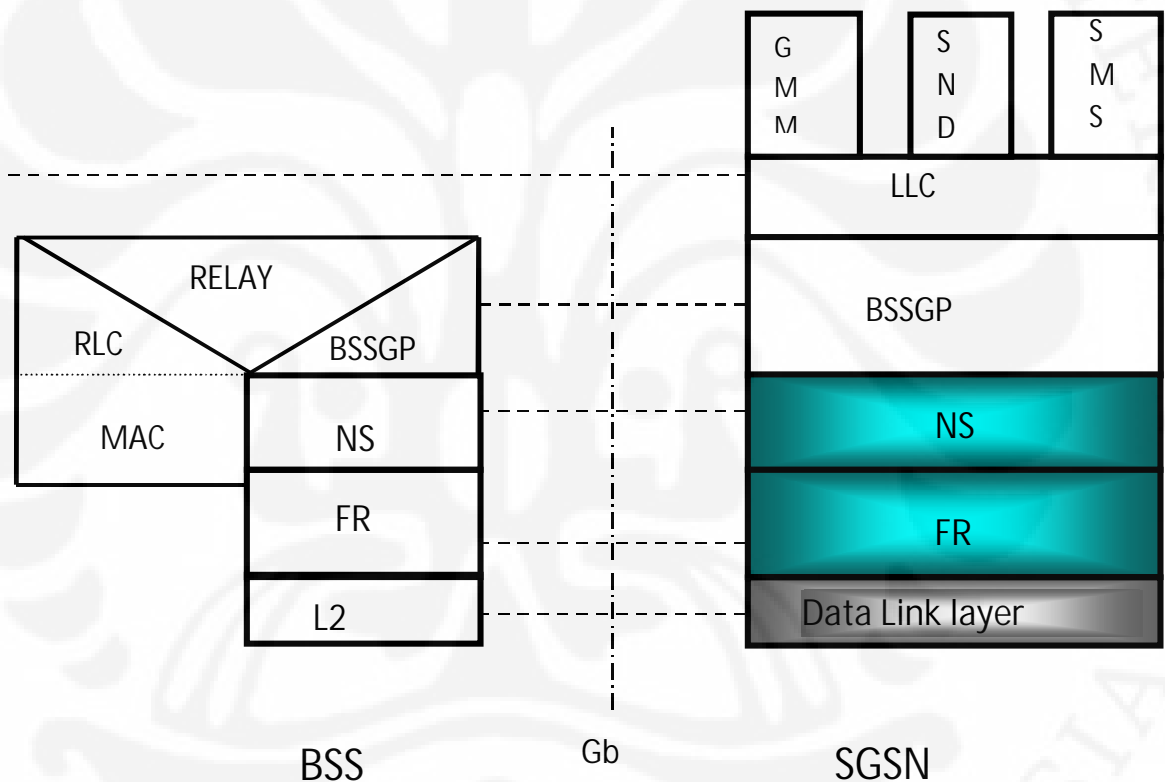
Gambar 2.6 memperlihatkan perbedaan *non-pooled network* (Frame Relay/IP) dengan *Pooled network* (IP). Berdasarkan gambar 2.6 terlihat bahwa pada *pooled network*, suatu BSC tidak terpaku pada satu SGSN, sehingga bila terjadi kerusakan dapat dialihkan ke SGSN yang lain. Lain hal-nya pada *Non-*

Universitas Indonesia

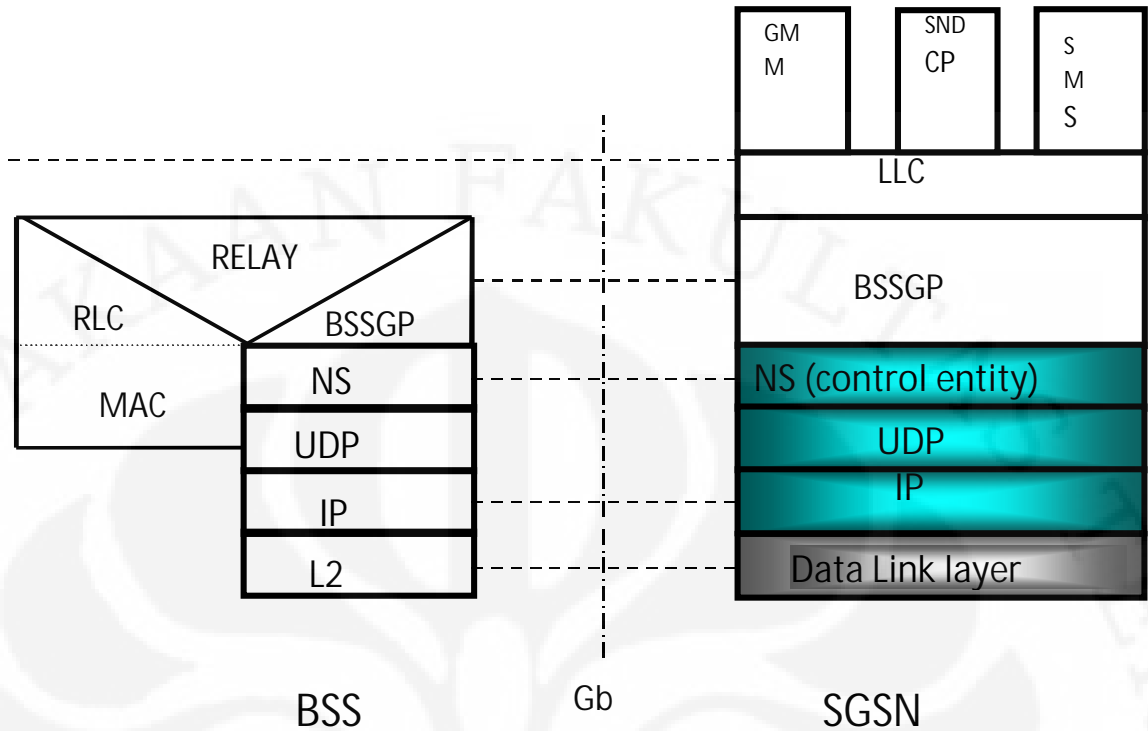
pooled network, suatu BSC hanya terpaku pada satu SGSN, sehingga bila terjadi kerusakan maka akan terputus sama sekali.

2.5.1 Perbedaan Lapisan *Protocol* GPRS

Sebagai akibat adanya penggunaan IP ini, membuat adanya perbedaan pada lapisan protokol GPRS tersebut. Perbedaan lapisan protokol antara Frame Relay dengan IP diperlihatkan oleh gambar 2.5 dan gambar 2.6.



Gambar 2.5 Lapisan protokol pada koneksi GPRS dengan frame relay[6]



Gambar 2.6 Lapisan protokol pada koneksi GPRS dengan IP[6]

Gambar 2.5 dan gambar 2.6 memperlihatkan perbedaan lapisan pada Frame Relay dibandingkan dengan IP. Perbedaan yang terlihat adalah penggunaan TCP / UDP pada *transport* dari koneksi BSC – SGSN. *Tunnel* atau *virtual circuit* yang sebelumnya digunakan pada koneksi Frame Relay tergantikan dengan UDP sebagaimana IP bekerja. Jadi, secara garis besar, ia memiliki *layer* 3 dan 4 yang berbeda, tergantikan dengan IP dan TCP/UDP.

BAB III

Perencanaan Gb over IP

3.1 Kebutuhan Sistem

Tujuan dari implementasi IP untuk sistem antar muka pada GPRS adalah menjembatani sistem GPRS yang telah ada (BSC, SGSN, GGSN) dengan menggunakan IP sebagai media menggantikan *frame relay* pada teknologi sebelumnya.

Sebagai akibat dari implementasinya, seperti telah dijelaskan pada bab – bab sebelumnya, akan memunculkan perbedaan pada perangkat, serta protocol. Perbedaan ataupun penambahan ini menyebabkan adanya kelebihan – kelebihan tertentu yang menyertainya, antara lain :

1. Menggantikan kebutuhan akan frame relay pada jaringan.
2. *Dynamic routing* pada jaringan membuat ia memiliki kemampuan untuk *SGSN in pool*.
3. Efisiensi dalam hal pembiayaan dan kemudahan dalam ekspansinya
4. Unjuk kerja yang lebih baik dengan adanya QOS pada jaringan IP.

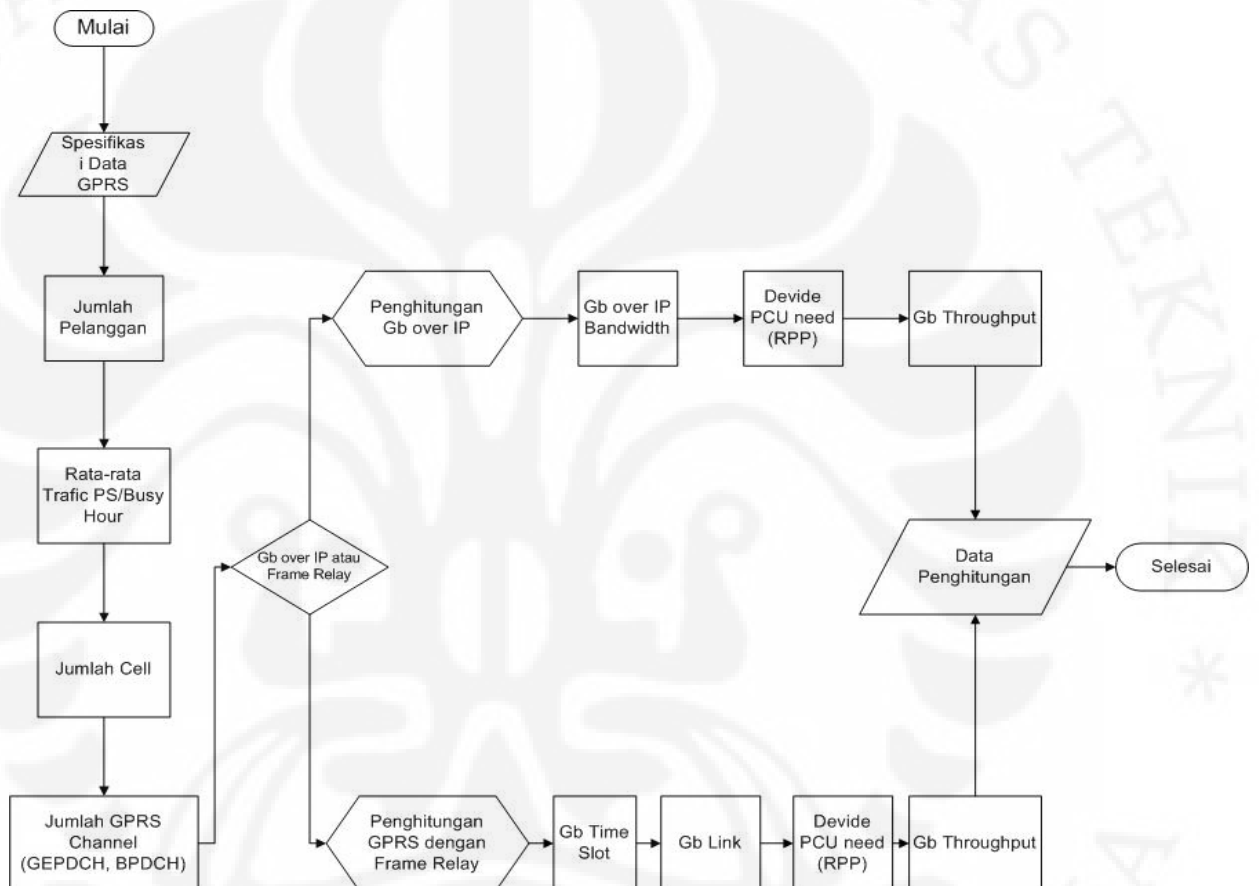
Skripsi ini mensimulasikan perbedaan perancangan koneksi Gb melalui IP dan frame relay. Simulasi tersebut akan menjelaskan perbedaan formula dan pendekatan dalam perancangannya disertai aplikasi routing dari BSC ke arah SGSN sesuai dengan media *transport-nya*.

3.2 Perancangan Simulasi

Simulasi ini menjelaskan perancangan GPRS pada sisi BSC sesuai dengan masukan dari parameter radio yang dibutuhkan. Simulasi ini memperlihatkan

perbedaan pendekatan yang digunakan antara frame relay dan IP sebagai transpotnya.

Hasil yang diperoleh dari simulasi tersebut akan memperlihatkan perbedaan optimasi diantar dua media transpot tersebut. Simulasi tersebut juga akan dilengkapi dengan permodelan *routing dynamic* yang dimiliki oleh Gb melalui IP sebagai kelebihannya.



Gambar 3.1 Tata Alur Simulasi perancangan GPRS

Berdasarkan gambar 3.2, dapat terlihat perbedaan alur perancangan antara Gb melalui IP dan frame relay. Pada penghitungan Frame Relay terdapat *Gb Time Slot* (penghitungan time slot) dan *Gb Link* (menentukan jenis kabel penghubung), sedangkan pada Gb over IP, kedua hal tersebut digantikan oleh *Gb over IP bandwidth*.

3.2.1 Data perancangan Gb

Tata alur diatas memperlihatkan dibutuhkannya masukan data dari sisi radio untuk perancangan GPRS. Data – data tersebut adalah :

1. Jumlah Pelanggan (Nsubs)
2. Rata – rata trafik PS pada jam padat (R)
3. Jumlah cell
4. Jumlah channel yang diinginkan (GEPDCH / BPDCH)

GEPDCH dan BPDCH adalah bentuk variasi dari *Packet Data Channel* perbedaan GEPDCH dan BPDCH terletak pada skema pengkodean yang dipakai. BPDCH adalah GPRS biasa, sedangkan GEPDCH adalah GPRS tipe *Edge* (E-GPRS).

3.2.2 Perhitungan untuk Gb

Diagram alir diatas memperlihatkan perbedaan antara perhitungan Gb melalui IP dengan melalui frame relay secara mekanisme penghitungannya, meskipun memiliki masukan data yang sama. Perhitungan tersebut, nantinya akan memperlihatkan perbedaan optimasi diantara keduanya.

3.2.2.1 Perhitungan untuk Gb melalui frame relay

Formulasi yang digunakan untuk Gb melalui frame relay adalah :

- $GBTS \text{ (time slot)} = (N_{subs} * R * P * OH) / 64$ (3.1)
 - Nsubs : Jumlah pelanggan GPRS/EGPRS di BSC
 - R = Rata-rata trafik PS pada jam padat (kbps)

- $P = \text{Peak factor ratio} = \text{besar data rate per PCU antara kondisi saat peak dengan rata-rata trafik PS} = 1.2$
- $\text{OH} = \text{besar Overhead payload untuk Gb Interface} = 1.22$ (untuk Frame Relay)

- $\text{GB link (E1)} = \text{GBTS}/24$ (3.2)

- 1 E1 GB link merekomendasikan 24 TS. Rekomendasi ini untuk mengurangi delay pada saat proses pengenalan pada *signaling* yang dilakukannya.

- $\text{RPPdev} = \text{Roundup} ((\text{GEPDCH} + \text{BPDCH}/4 + \text{GBTS})/62)$ (3.3)

- $\text{GEPDCH} = \text{Total GPDCH}/\text{EPDCH Time slot di BSC}$
- $\text{BPDCH} = \text{Total BPDCH Time slot di BSC}$
- $\text{GBTS} = \text{Total GB frame relay time slot}$

- $\text{RPP based PDCH load:}$ (3.4)

- $\text{RPPload} = \text{Roundup} ((1.1 * \text{GEPDCH} + \text{BPDCH})/150)$
- $\text{GEPDCH} = \text{Total GPDCH}/\text{EPDCH Time slot di BSC}$
- $\text{BPDCH} = \text{Total BPDCH Time slot di BSC}$

- Total RPP needed:

- $\text{RPP} = \text{Max} (\text{RPPdev}, \text{RPPload}) + 1$ (3.5)

- $\text{Troughput / keluaran : (3.6)}$

$$\text{Gb}_{\text{TrDL}} = \text{N}_{\text{BSC}} * \text{P}_{\text{PS}} * \text{r}_{\text{DL}} * \text{Rp} * 1.22$$
 (3.6)

$$\text{Gb}_{\text{TrDL}} = \text{N}_{\text{BSC}} * \text{P}_{\text{PS}} * \text{r}_{\text{UL}} * \text{Rp} * 1.22$$
 (3.7)

RPP pada penghitungan diatas adalah board atau bagian BSC yang memiliki fungsi sebagai Packet control unit. Formula tersebut menjelaskan bagaimana merancang kebutuhan total PCU yang akan digunakan sesuai masukan parameter dari radio.

3.2.2.2 Perhitungan untuk Gb melalui IP

Formula yang digunakan untuk Gb melalui IP adalah :

- $GBoIP = (N_{subs} * R * P * OH)$ (3.8)

- N_{subs} : Jumlah pelanggan GPRS/EGPRS di BSC
- R = Rata – rata trafik PS pada jam padat (kbps)
- P = *Peak factor ratio* = besar data rate per PCU antara kondisi saat peak dengan rata-rata trafik PS = 1.2
- OH = besar *Overhead payload* untuk *Gb Interface* = 1.37 (untuk *Gb over IP*)

- $RPP_{dev} = \text{Roundup} ((GEPDCH + BPDCH/4) / 62)$ (3.9)

- $GEPDCH$ = Total GPDCH/EPDCH *Time slot* di BSC
- $BPDCH$ = Total BPDCH *Time slot* di BSC

- RPP based PDCH load:

- $RPP_{load} = \text{Roundup} ((1.1 * GEPDCH + BPDCH) / 150)$ (3.10)

- $GEPDCH$ = Total GPDCH/EPDCH *Time slot* di BSC
- $BPDCH$ = Total BPDCH *Time slot* di BSC

- Total RPP needed:

- $RPP = \text{Max} (RPP_{dev}, RPP_{load}) + 1$ (3.11)

- Troughput / keluaran :

$$G_{b_{TrDL}} = N_{BSC} * P_{PS} * r_{DL} * R_p * 1.37$$
 (3.12)

$$G_{bTrDL} = N_{BSC} * P_{PS} * r_{UL} * R_p * 1.37 \quad (3.13)$$

3.2.3 Simulasi Routing untuk Gb melalui IP

Selain simulasi perhitungan perancangan diatas, skripsi ini mensimulasikan routing pada topologi IP yang dimungkinkan untuk Gb melalui IP.

Simulasi dilakukan dengan real time yang ditekankan pada daerah *Backbone* IP antara BSC-SGSN. Daerah *backbone* IP yang dimaksud adalah untuk menguji *routing dynamic* pada layanan GPRS. Pada daerah ini akan dibedakan bagaimana fungsi dari routing static dengan routing dynamic.

3.2.3.1 Kondisi yang diamati

a) Kondisi *idle*

Kondisi ini adalah kondisi dimana bila tidak ada pengguna yang mengirimkan informasi (layanan GPRS tidak digunakan).

b) *Transmission*

Kondisi ini adalah kondisi bila pengguna menggunakan layanan dengan jaringan yang normal.

c) Kondisi rusak

Pada kondisi ini akan terlihat bagaimana *routing dynamic* mengatur daerah yang rusak, laju pengguna akan di arahkan ke backbone IP yang tidak rusak, sehingga komunikasi dari pengguna layanan tetap dapat berjalan.

Perbandingan Gb melalui IP dengan menggunakan Frame Relay juga akan diperlihatkan dalam simulasi. Jadi, dapat dilihat bila terjadi kerusakan maka yang menggunakan Frame Relay hanya akan terputus begitu saja, sehingga komunikasi dari pengguna layanan akan terputus sama sekali.

3.2.3.2 Skenario Simulasi

Simulasi dilakukan secara *real time* dan dibandingkan antara menggunakan *simulator* dengan kondisi nyata. Agar simulasi berjalan sesuai harapan, maka perlu disusun skenario dari kondisi *real* yang terjadi di dunia nyata. Simulasi dilakukan dengan berbagai kondisi seperti yang telah disebutkan di atas.

Simulasi yang akan dibuat mengacu pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 perancangan Gb over IP

Area 2 adalah area untuk daerah BSC, Area 0 adalah area untuk daerah *Backbone*, Area 1 adalah area untuk daerah SGSN. Seluruh jalur diatas akan menggunakan *routing Dynamic* kecuali jalur antara BSC-router A dan SGSN-router F. Jalur tersebut akan menggunakan *routing static*. Hal ini dilakukan karena Rute Statik berguna untuk membuat gateway untuk semua paket yang tidak bisa di-routing.

Pada dasarnya inti Algoritma dari perancangan adalah sebagai berikut

I. Define IP

Dilakukan untuk mengidentifikasi masing-masing alamat dari IP pada masing-masing perangkat. Pada gambar 3.2 alamat IP akan disimbolkan

dengan huruf A-J. Pensimbolan adalah sebagai berikut: (BSC=A), (*switch* BSC=B), (*router gateway* 1=C), (*router* 1=D),(*router* 2=E), (*router* 3=F),(*router* 4=G), (*router gateway* 2=H),(*switch* SGSN=I), (SGSN = J), (*router gateway* untuk *internet network* = K).

II. Define Routing Table per Node

Dilakukan untuk mengidentifikasi masing-masing routing yang akan dijalankan. Langkah-langkah yang akan dilaksanakan untuk simulasi adalah sebagai berikut :

- 1) Dapat kita lihat pada gambar 3.2 pensimbolan berbagai perangkat yang digunakan. Pensimbolan ini kita anggap sebagai *IP addres*. Setelah itu *routing* yang akan dijalankan akan direncanakan yaitu,

- Pada ruang lingkup A (BSC):

A ke C via B ;

A ke J via C

- Pada ruang lingkup J (SGSN):

J ke A via H ;

J ke H via I

Untuk ruang lingkup *router gateway*, karena berupa *route dynamic*, maka terdapat 2 jalur pada Gb. Jalur ke-1 (C-D-E-H) akan memiliki alamat 0.0.2 ; sedangkan untuk jalur ke-2 (C-F-G-H) memiliki alamat 0.0.4. alamat ini juga berlaku untuk jalur yang sebaliknya. Pada ruang lingkup C dan H bukanlah merupakan *Load Sharing* melainkan *redundancy*, dimana bila jalur utama down ataupun penuh maka jalur kedua kan dibuka.

- Pada ruang lingkup C (*router gateway* 1):

Primary point 0.0.2 ;

secondary point 0.0.4

- Pada ruang lingkup H (*router gateway* 2):

Primary point 0.02 ;

secondary point 0.0.4

Untuk ruang lingkup K, karena K sendiri berupa *router gateway*, maka untuk *routing* ke jaringan IP akan diserahkan sepenuhnya pada *router gateway* tersebut, sedangkan untuk perintah pada ruang lingkup K tidak jauh berbeda dengan *route dynamic* pada ruang lingkup C maupun H.

III. *Execute Routing Plan*

Mengeksekusi/menjalankan *routing* yang telah direncanakan.

3.3 Perangkat yang digunakan

3.3.1 Perangkat Keras yang digunakan

Implementasi sistem ini menggunakan spesifikasi perangkat keras antara lain :

- BSC : PCU board, EPS board.
EPS (*Ethernet Packet Switch Board*), adalah perangkat baru yang dikenalkan bagi implementasi sistem ini. Ia seperti dijelaskan pada bab – bab terdahulu, merupakan *gateway* bagi sistem *legacy* ke jaringan IP.
- SGSN
- *Switch* (L2) dan *Router* (L3)

3.3.2 Perangkat Lunak yang digunakan

a) MATLAB 7.0

MATLAB adalah bahasa pemrograman komputer tingkat tinggi dan merupakan aplikasi bagi pengembangan algoritma, visualisasi data, analisa data, dan pemodelan *numeric*. Menggunakan MATLAB kita dapat menyelesaikan masalah permodelan tehnik dengan lebih cepat dan mudah dibandingkan menggunakan bahasa lain seperti C, C++, ataupun FORTRAN.

MATLAB dapat digunakan untuk berbagai hal seperti pemrosesan *signal*, desain *control*, komunikasi, pengukuran, dan permodelan lainnya. Melalui kelebihan – kelebihannya, ia mampu mensupport sistem permodelan seperti fungsi matematika, grafik 2D dan 3D, diagram alir untuk pemecahan masalah, serta aneka fungsi kontrol.

b) Boson Network Simulator 5.27

Boson NetSim adalah *software* yang digunakan sebagai media permodelan dan simulasi bagi perancangan *GB over IP* tersebut. Program ini memiliki kelengkapan atas penggunaan *switch*, *router* dan perangkat jaringan IP lainnya..

Program ini juga memungkinkan adanya simulasi konfigurasi jaringan berupa *IP addressing*, *routing* baik statik maupun dinamik, dan monitoring paket data yang berjalan dibantu dengan perangkat lunak untuk menganalisa *protocol* yang lewat.

3.3.3 Parameter dalam *Gb over IP*

Seperti yang telah dijelaskan pada bab – bab sebelumnya, perbedaan mendasar pada penggunaan *Gb over IP* dibandingkan dengan logical frame relay di teknologi sebelumnya adalah hilangnya parameter adaptasi dari frame relay tersebut yaitu : *NSVC*, *DLCI*. Yang tetap hanyalah *NSEI* yang disertai parameter IP lainnya. Parameter – parameter yang digunakan antara lain :

- *NSEI* : *Network state entity identifier*, penanda sistem GPRS bagi SGSN untuk mengenali jaringan GPRS disistemnya.

1. - *IP address* : Ip yang digunakan sebagai pengenal untuk system *GB over IP*, digunakan pada dua sisi yaitu BSC dan SGSN. IP tersebut antara lain *GBIP*, *OM PCU*, *IP supervisi PCU*.

BAB 4

SIMULASI DAN ANALISA

4.1 Simulasi Perancangan Perhitungan Sumber Daya Untuk Koneksi Gb

Simulasi ini menggunakan formula perhitungan yang telah dibahas pada bab 3. Menggunakan MATLAB 7.0 sebagai perangkat untuk simulasinya, skripsi ini memodelkan perhitungan sesuai diagram alir yang dirancang.

The screenshot shows a MATLAB window titled "Gb" with the following layout:

- input data:** Fields for R, Nsubs, Ncell, GEPDCH, BPDCH, P, R_DL, and R_UP.
- Frame Relay:** Fields for RPP need, Time Slot, GbTr DL, Gb Link, and GbTr UP.
- Over IP:** Fields for RPP need, GbTr DL, GbolP, and GbTr UP.
- A central **proses** button.

Gambar 4.1 Tampilan Simulasi perhitungan koneksi Gb

Gambar 4.1 memperlihatkan tampilan simulasi untuk data tunggal. Data yang ada dimasukkan ke dalam kolom input data. dan kemudian diproses untuk memperlihatkan perbedaan antara Frame Relay dengan IP berupa angka. Untuk kolom P nilai-nya akan selalu 1.2 karena merupakan *konsanta*.

keterangan dari input data adalah :

- R = *Average PS traffic/busy hour* (Kbps)
- Nsubs = Jumlah pelanggan yang dicakup
- Ncell = Jumlah cell yang digunakan
- GEPDCH / BPDCH = Jumlah channel yang diinginkan, GEPDCH adalah cs-3, cs-4; BPDCH adalah cs-1, cs-2.
- P = *peak factor* (1.2(nilai ini akan selalu tetap karena merupakan konstanta))
- R_DL = *average downlink rate* (Kbps)
- R_UL = *average uplink rate* (Kbps)

Keterangan *output* Frame Relay :

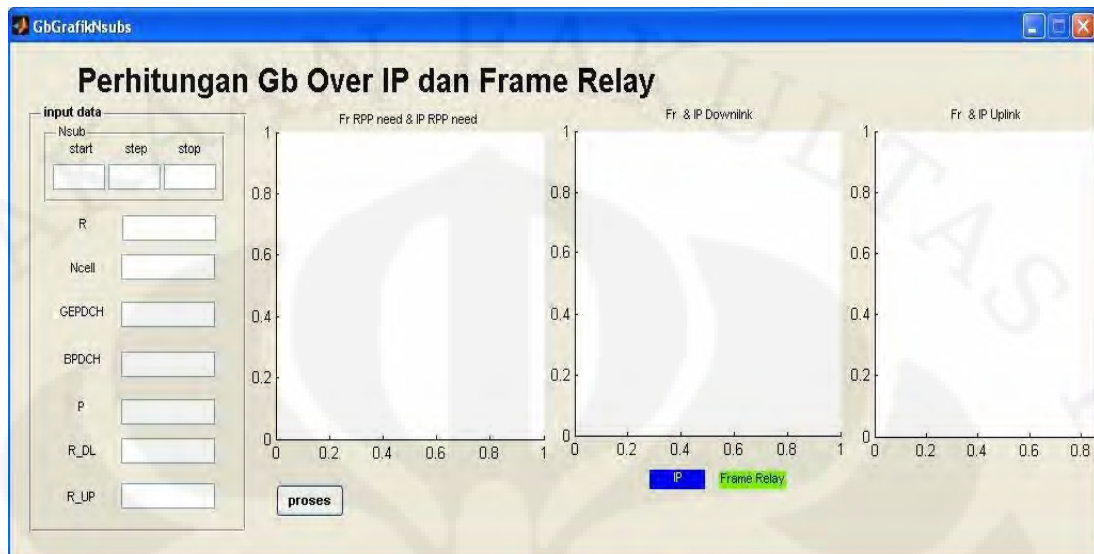
- RPP need = perangkat RPP di dalam PCU yang dibutuhkan
- GbTrDL = *throughput* untuk *downlink* (Mbps)
- GbTRUL = *throughput* untuk *uplink* (Mbps)
- Timeslot = *timeslot* yang didapat
- Gblink = E1(kabel yang dibutuhkan untuk data sebesar E1)

Keterangan *output* over IP :

- RPP need = perangkat RPP di dalam PCU yang dibutuhkan
- GbTrDL = *throughput* untuk *downlink* (Mbps)
- GbTRUL = *throughput* untuk *uplink* (Mbps)
- GboIP = *bandwidth* yang dihasilkan (Mbps)

Setelah diproses, maka akan diperlihatkan perbedaan hasil berupa angka pada *output* Frame Relay dengan IP.

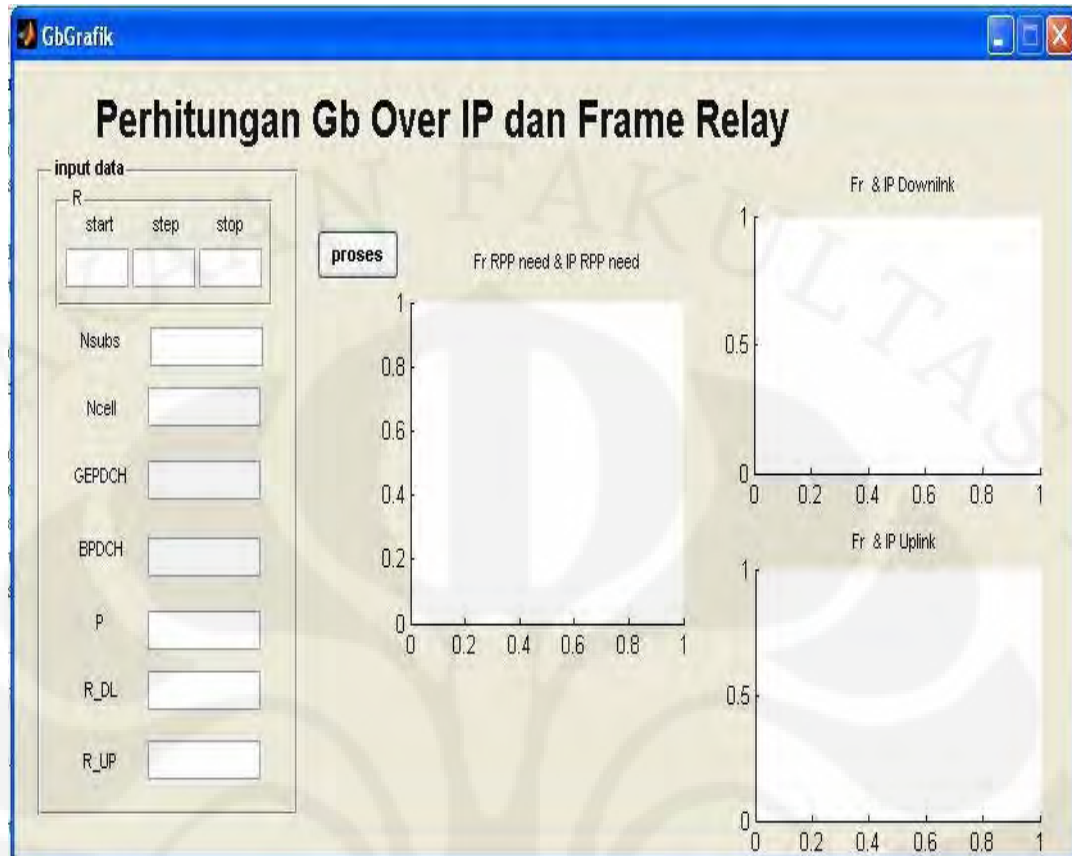
Simulasi pada gambar 4.1 selanjutnya mengalami modifikasi menjadi simulasi pada gambar 4.2 dan gambar 4.3.



Gambar 4.2 Tampilan Simulasi grafik koneksi Gb terhadap jumlah pelanggan

Simulasi pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 tidak mengalami perubahan pada rumus maupun inputan. Perubahan-nya adalah jenis *input* yang berupa *variabel* dengan *inputan* : *start*, *step*, *stop*. *Start* adalah angka untuk data yang akan dimulai, lalu *stop* adalah angka dari data saat proses penghitungan berakhir, dan *step* adalah perbedaan angka yang diinginkan dari data sebelumnya. Lalu hasil dari perhitungan akan langsung disajikan dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada gambar 4.2 maupun 4.3. Grafik tersebut akan langsung membandingkan hasil dari RPP *need* (*device* PCU yang dibutuhkan) dan *throughput* antara Frame Relay dengan IP. Sumbu-x merupakan inputan yang berupa *variabel*, sedangkan sumbu-y merupakan hasil penghitungan (RPP *need*, *throughput* *downlink* (GbTRDL), dan *throughput* *uplink* (GbTRUL))

Simulasi pada Gambar 4.2 menjadikan *input* Nsubs berupa *variabel*, Nsubs sendiri merupakan jumlah pelanggan yang akan dicakup. Grafik ini mencoba memperlihatkan perbedaan optimasi antara *legacy* (Frame Relay) dengan IP bila Nsubs berubah-ubah.



Gambar 4.3 Tampilan Simulasi grafik koneksi Gb terhadap besaran trafik

Simulasi pada Gambar 4.3 menjadikan input R berupa variabel, R sendiri merupakan rata-rata trafik *packet switch* per jam padat dengan satuan Kbps. Grafik ini mencoba memperlihatkan perbedaan optimasi antara *legacy* (Frame Relay) dengan IP bila R berubah-ubah.

Perbedaan optimasi pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 ditunjukkan pada grafik yang dihasilkan. Pada simulasi terdapat tiga grafik yang dihasilkan, yaitu grafik RPP *need* (menentukan jumlah IP yang dibutuhkan), grafik FR & IP *downlink* (menentukan jumlah *throughput downlink* yang dihasilkan), dan grafik FR & IP *uplink* (menentukan jumlah *throughput uplink* yang dihasilkan). Pada grafik 'RPP *need*', Semakin rendah nilai yang dihasilkan maka akan semakin baik, karena menentukan jumlah *device PCU* yang dibutuhkan. Pada grafik 'FR & IP *downlink*' dan 'FR & IP *uplink*', semakin besar nilai yang dihasilkan maka akan semakin baik, karena menentukan *throughput* yang dihasilkan

4.1.1 Hasil Simulasi

Hasil simulasi dari permodelan diatas terlihat pada gambar 4.4 dan gambar 4.5.

Section	Parameter	Value
input data	R	5
	Nsubs	1000
	Ncell	225
	GEPDCH	4
	BPDCH	0
	P	1.2
	R_DL	64
	R_UP	15
Frame Relay	RPP need	18
	GbTr DL	65.5872
	GbTr UP	15.372
	Time Slot	115
	Gb Link	5
Over IP	RPP need	16
	GbTr DL	73.6512
	GbTr UP	17.262
	GboIP	8.22

Gambar 4.4 Tampilan simulasi perhitungan Gb

Berdasarkan simulasi pada gambar 4.4 terlihat bahwa Frame Relay membutuhkan 18 buah sedangkan IP hanya membutuhkan 16 buah. Nilai ini ditentukan berdasarkan rumus yang terdapat pada bab 3. Gb over IP hanya membutuhkan RPP *need* lebih sedikit daripada bila menggunakan Frame Relay. Hal ini dapat menekan biaya dalam mendirikan sebuah BSC. Hasil perhitungan *throughput* sendiri juga memperlihatkan bahwa untuk *downlink* maupun *uplink*, Gb over IP menunjukkan hasil yang lebih baik daripada Frame Relay. Hal ini membuktikan bahwa optimasi pada Gb over IP lebih baik daripada Frame Relay walaupun menggunakan *device* PCU yang lebih sedikit.

Apabila simulasi pada tersebut menggunakan input data tetap seperti ini :

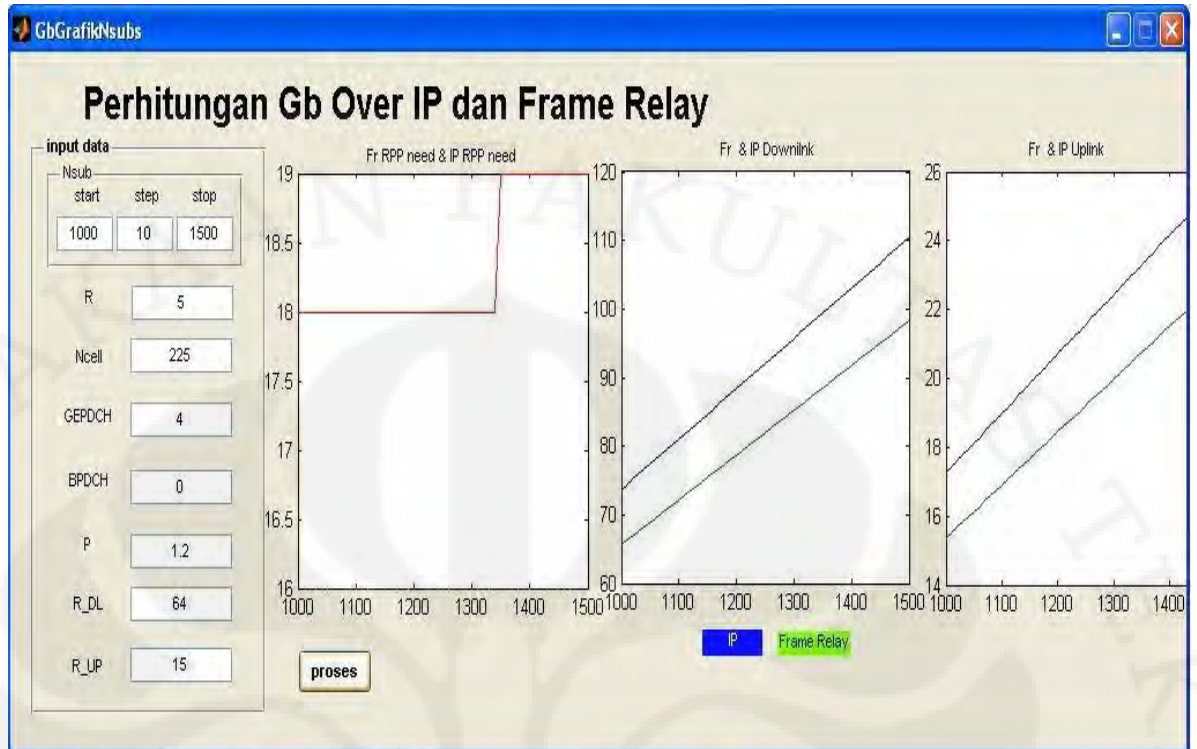
r	= 5kbps	p	= 1.2
ncell	= 225	r_dl	= 64kbps
gepdch	= 4	r_up	= 15kbps
bpdch	= 0		

Sedangkan untuk Nsubs berisi data yang berubah-ubah dari 100-1000 hingga 10 data, maka akan menghasilkan data seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel perbandingan penghitungan Gb melalui IP dan frame relay

no.	nsubs	frame relay			ip		
		rpp	dl (throughput) (Mbps)	ul (throughput) (Mbps)	rpp	dl (throughput) (Mbps)	ul (throughput) (Mbps)
1	100	16	6.55872	1.5372	16	7.36512	7.36512
2	200	16	13.1174	3.0744	16	14.7302	3.4524
3	300	17	19.6762	4.6116	16	22.0954	5.1786
4	400	17	26.2349	6.1488	16	29.4605	6.9048
5	500	17	32.7936	7.686	16	36.8256	8.631
6	600	17	39.3523	9.2232	16	44.1907	10.3572
7	700	17	45.911	10.7604	16	51.5558	12.0834
8	800	17	52.4698	12.2976	16	58.921	13.8096
9	900	18	59.0285	13.8348	16	66.2861	15.5358
10	1000	18	65.5872	15.372	16	73.6512	17.262

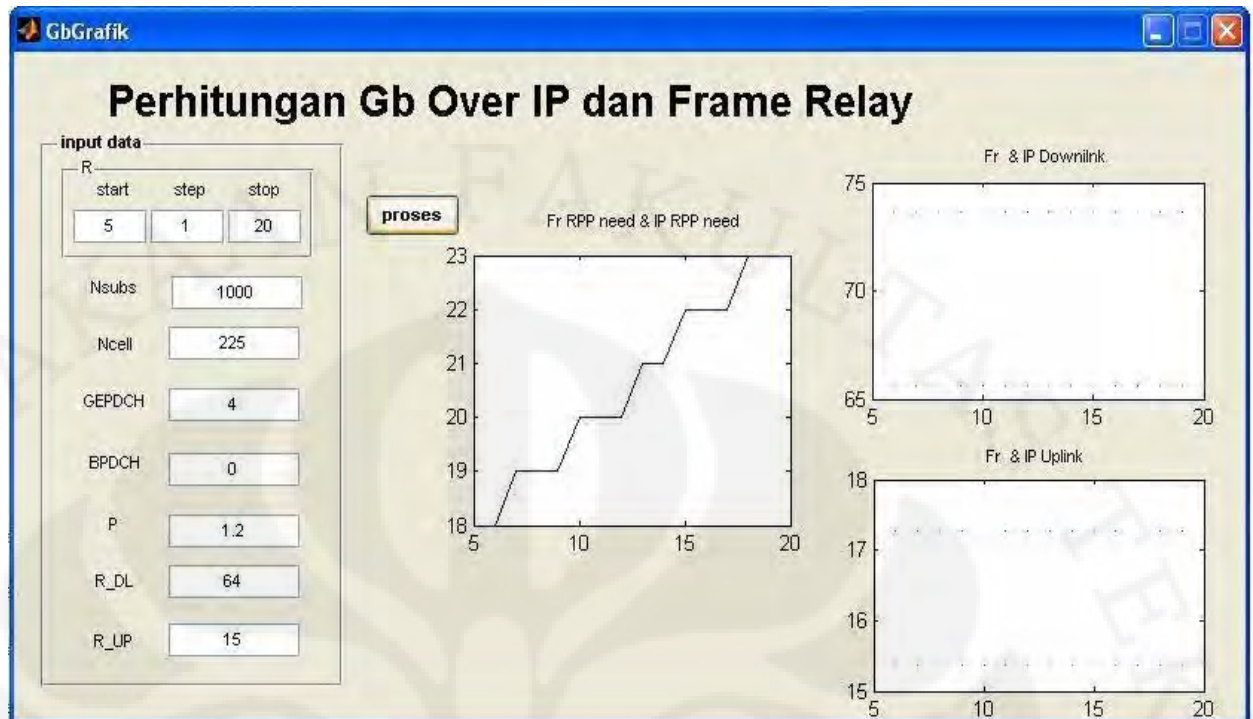
Melalui tabel 4.1, kesimpulan yang disebutkan pada paragraf sebelumnya yang menyatakan tingkat optimasi Gb melalui IP lebih baik dibandingkan melalui frame relay dapat terlihat. Apabila diambil nilai rata-rata, maka didapatkan nilai *throughput* untuk Frame Relay sebesar 36.07296 Mbps (*downlink*), dan 8.4546 Mbps (*uplink*), sedangkan nilai *throughput* untuk IP sebesar 40.50816 Mbps (*downlink*), dan 10.05799 Mbps (*uplink*). Berdasarkan nilai rata-rata, terlihat bahwa *Gb over IP* memiliki nilai *throughput* yang lebih besar daripada Frame Relay. Parameter kunci pada Gb melalui IP seperti yang telah disebutkan, terlihat pada tabel 4.1, adalah besaran *bandwith* yang disediakan antara SGSN dan BSC (Gb).



Gambar 4.5 Tampilan simulasi perhitungan Gb terhadap jumlah pelanggan

Simulasi pada gambar 4.5 memperlihatkan hasil penghitungan yang berupa grafik. Berdasarkan grafik 'FR RPP need & IP RPP need', konfigurasi Frame Relay untuk data Nsubs antara 1000 – 1500 membutuhkan RPP sebanyak 18 sampai 19 buah, sedangkan untuk IP hanya membutuhkan 16 buah (garis untuk IP menyatu pada sumbu x pada grafik RPP need). RPP pada IP tidak akan berubah nilai-nya karena Nsubs sendiri tidak perlu diperhitungkan dalam rumus, sedangkan RPP pada Frame Relay, nilai dari Nsubs selalu diperhitungkan. Pada gambar grafik *Downlink* maupun *Uplink* menunjukkan bahwa semakin besar nilai Nsubs maka perbedaan *throughput* antara Frame Relay dengan IP akan menjadi semakin besar.

Gambar 4.6 menjelaskan perbedaan hasil antara Gb over IP dengan Frame Relay bila dibandingkan berdasarkan perbedaan *input R* (rata-rata trafik *packet switch* per jam padat (Kbps)).



Gambar 4.6 Tampilan simulasi perhitungan Gb terhadap trafik

Berdasarkan grafik 'FR RPP need & IP RPP need', konfigurasi Frame Relay untuk data R antara 5 Kbps sampai 20 Kbps dengan *step* sebesar 1 Kbps membutuhkan RPP sebanyak 18 sampai 23 buah, sedangkan untuk IP hanya membutuhkan RPP dengan jumlah tetap 16 buah (garis untuk IP menyatu pada sumbu x pada grafik RPP need). Hal ini dapat terjadi karena R pada IP tidak diperhitungkan, sebaliknya dengan RPP pada Frame Relay, R selalu diperhitungkan. Pada gambar grafik *Downlink* maupun *Uplink* menunjukkan bahwa nilai R yang berubah-ubah tidak akan mempengaruhi hasil dari *throughput*, sehingga nilai-nya tetap konstan. Hanya saja grafik tetap membuktikan bahwa nilai *throughput* dari IP lebih besar daripada Frame Relay.

Dapat terlihat dari simulasi yang dilakukan, dengan perbandingan terhadap jumlah pelanggan dan PCU yang sama, Gb melalui IP memiliki tingkat optimasi jaringan yang lebih baik. Ini dibuktikan dengan penerimaan *throughput* Gb melalui IP yang lebih besar dibandingkan Gb melalui *frame relay*.

Demikian pula dengan optimasi penggunaan perangkat PCU. Gb melalui IP memiliki tingkat optimasi yang lebih baik dibandingkan Gb melalui *frame*

relay. Melalui jumlah pelanggan, trafik, *cell*, dan *channel* yang sama, Gb melalui IP, membutuhkan sumber daya PCU yang lebih *optimum*. Parameter kunci untuk Gb melalui IP dalam hal ini adalah besaran *bandwith* yang disediakan untuk koneksi antara BSC ke SGSN, karena hal tersebut berpengaruh pada optimasi penggunaan perangkat PCU.

4.2 Simulasi *Network routing*

Selain simulasi penghitungan sumber daya Gb, pada skripsi ini juga dilakukan simulasi *routing* atas Gb melalui IP.

Simulasi yang dilakukan menggunakan *router cisco* seri 3800. Tipe *router* ini dipilih karena kapasitas *port* yang disediakan, serta penggunaannya yang jamak.

4.2.1 Hasil Simulasi *Network Routing*

Simulasi ini memperlihatkan kelebihan *routing* dinamik yang dimiliki untuk masalah ketahanan jaringan. Metode *routing* yang digunakan adalah OSPF. OSPF memiliki mekanisme untuk memilih jalur terdekat sebagai *routing* algoritma. Selain itu mekanisme OSPF dapat digunakan oleh *router* selain cisco. Semua bagian pada simulasi menggunakan *Dynamic routing* kecuali kecuali jalur antara BSC-*router* A dan SGSN- *router* F. Jalur tersebut akan menggunakan *routing static*. Hal ini dilakukan karena Rute Statik berguna untuk membuat *gateway* untuk semua paket yang tidak bisa di-*routing*.

- Simulasi apabila koneksi *router* B ke *router* A melalui *Ethernet* 0/0 jatuh

```

File Modes Devices Tools Ordering Language Window Help
eRouters eSwitches eStations Lab Navigator NetMap Remote Control

B#sh ip int brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0        175.10.1.2     YES unset    up          up
Ethernet0/1        200.10.1.1     YES unset    up          up
Ethernet0/2        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet0/3        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/0        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/1        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/2        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/3        unassigned     YES unset    administratively down down

B#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
B(config)#int ethernet0/0
B(config-if)#shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/0, changed state to administratively down
B(config-if)#^Z
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

B#sh ip int brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0        175.10.1.2     YES unset    administratively down down
Ethernet0/1        200.10.1.1     YES unset    up          up
Ethernet0/2        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet0/3        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/0        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/1        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/2        unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/3        unassigned     YES unset    administratively down down

%LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/0, changed state to down
B#
Status 6/11/2010 12:36 PM

```

Gambar 4.8 Tampilan Boson Netsim saat *Ethernet* 0/0 jatuh (B ke A)

Gambar 4.8 memperlihatkan keadaan jaringan saat *routing* dari B ke A melalui *Ethernet* 0/0 jatuh. Pada gambar 4.8 terlihat bahwa *Ethernet* 0/0 sedang dalam keadaan *down*. Walaupun *Ethernet* 0/0 jatuh, *routing* tetap dapat berjalan, karena dialihkan ke *router* yang lain sehingga komunikasi tetap berjalan seperti yang terlihat pada *ping* gambar 4.9.

```

IPCONFIG [/ip] [/dg]
/ip          Adds the ip address and subnet mask to the workstation
/dg          Adds the default gateway to the workstation

Examples:
C> ipconfig /ip 157.1.1.12 255.0.0.0
C> ipconfig /dg 157.1.1.1

Boson BOSS 5.0 IP Configuration
Ethernet adapter Local Area Connection:
    Connection-specific DNS Suffix . . : boson.com
    IP Address. . . . . : 160.10.1.99
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 160.10.1.1

You can also use winipcfg to configure the IP Address

C:>ping 192.10.1.99
Pinging 192.10.1.99 with 32 bytes of data:

Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241
Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241
Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241
Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241
Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241

Ping statistics for 192.10.1.99:    Packets: Sent = 5, Received = 5, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 50ms, Maximum = 60ms, Average = 55ms

C:>

```

Gambar 4.9 Tampilan Ping pada Boson Netsim saat Ethernet 0/0 jatuh (B ke A)

Test ping pada gambar 4.9 memperlihatkan bahwa *packets* tetap dapat terkirim walaupun routing B ke A melalui *Ethernet 0/0* jatuh. Hal ini membuktikan simulasi berjalan sesuai mekanisme dari OSPF, bila terdapat dua atau beberapa jalur, maka routing akan diarahkan kepada jalur lain antara BSC dengan SGSN.

- Simulasi apabila koneksi *router* E ke *router* D melalui *Ethernet* 0/0 jatuh

```

Boson NetSim™ v 5.27 -- Control Panel - [E]
File Modes Devices Tools Ordering Language Window Help
eRouters eSwitches eStations Lab Navigator NetMap Remote Control

E#sh ip int brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0    215.10.1.2     YES unset    up          up
Ethernet0/1    197.10.1.1     YES unset    up          up
Ethernet0/2    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet0/3    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/0    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/1    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/2    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/3    unassigned     YES unset    administratively down down

E#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
E(config)#int ethe0/0
E(config-if)#shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/0, changed state to administratively down
E(config-if)#^Z
%SYS-5-CONFIG I: Configured from console by console

E#sh ip int brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0    215.10.1.2     YES unset    administratively down down
Ethernet0/1    197.10.1.1     YES unset    up          up
Ethernet0/2    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet0/3    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/0    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/1    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/2    unassigned     YES unset    administratively down down
Ethernet1/3    unassigned     YES unset    administratively down down

%LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/0, changed state to down
E#
Status 6/11/2010 12:40 PM

```

Gambar 4.10 Tampilan Boson Netsim saat *Ethernet* 0/0 jatuh (E ke D)

Gambar 4.10 memperlihatkan keadaan jaringan saat *routing* dari E ke D melalui *Ethernet* 0/0 jatuh. Pada gambar 4.10 terlihat bahwa *Ethernet* 0/0 sedang dalam keadaan *down*. Kemudian system ini dicoba dengan *test ping* yang menghasilkan keadaan *routing* seperti pada gambar 4.11.


```

IPCONFIG [/ip] [/dg]
/ip          Adds the ip address and subnet mask to the workstation
/dg         Adds the default gateway to the workstation

Examples:
C> ipconfig /ip 157.1.1.12 255.0.0.0
C> ipconfig /dg 157.1.1.1

Boson BOSS 5.0 IP Configuration
Ethernet adapter Local Area Connection:
    Connection-specific DNS Suffix . . : boson.com
    IP Address . . . . . : 160.10.1.99
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 160.10.1.1

You can also use winipcfg to configure the IP Address

C:>ping 192.10.1.99
Pinging 192.10.1.99 with 32 bytes of data:

Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241
Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241
Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241
Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241
Reply from 192.10.1.99: bytes=32 time=60ms TTL=241

Ping statistics for 192.10.1.99:    Packets: Sent = 5, Received = 5, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 50ms, Maximum = 60ms, Average = 55ms

C:>

```

Gambar 4.11 Tampilan Ping pada Boson Netsim saat Ethernet 0/0 jatuh (E ke D)

Saat *test ping* dilakukan, walaupun *Ethernet 0/0* jatuh, *routing* tetap dapat berjalan, karena dialihkan ke *router* yang lain sehingga komunikasi tetap berjalan seperti pada gambar 4.11. Hal ini membuktikan simulasi berjalan sesuai mekanisme dari OSPF.

Hasil Tes *ping* menunjukkan apabila salah satu link jatuh, maka *redundancy* atau *link backup* akan bekerja, sehingga OSPF *routing* memastikan *network* tidak jatuh dan tetap bekerja

Hasil simulasi menunjukkan bahwa *routing* berjalan sesuai dengan mekanisme OSPF, yaitu bila terdapat dua atau beberapa jalur, maka *routing* akan diarahkan kepada jalur terdekat antara BSC dengan SGSN. Tetapi, apabila terdapat jalur yang terputus, maka *routing* akan diarahkan kepada jalur alternatif, sekalipun jalur itu panjang. Hal ini dilakukan agar hubungan tidak terputus sama sekali, sehingga pengguna jasa tersebut dapat tetap menggunakan layanan GPRS saat dilakukan perbaikan.

BAB 5

Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi, pengolahan data, dan analisis data, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. *Gb over IP* hanya membutuhkan *device* PCU (RPP) lebih sedikit daripada bila menggunakan Frame Relay. Apabila Frame Relay membutuhkan RPP sebanyak 18 sampai 23 buah, maka IP hanya membutuhkan RPP dengan jumlah tetap 16 buah. Hal ini dapat menekan biaya dalam mendirikan sebuah BSC.
2. Apabila jumlah pelanggan dibuat berubah-ubah maka RPP pada IP tidak akan berubah nilai-nya karena Nsubs sendiri tidak perlu diperhitungkan dalam rumus, sedangkan RPP pada Frame Relay, nilai dari Nsubs selalu diperhitungkan, sehingga RPP yang dibutuhkan semakin banyak.
3. *Throughput* yang dihasilkan *Gb over IP* lebih besar daripada Frame Relay. Apabila diambil nilai rata-rata, didapatkan nilai *throughput* untuk Frame Relay sebesar 36.07296 Mbps (downlink), dan 8.4546 Mbps (uplink), sedangkan nilai *throughput* untuk IP sebesar 40.50816 Mbps (downlink), dan 10.05799 Mbps (uplink). Hal ini membuktikan bahwa optimasi pada *Gb over IP* lebih baik daripada Frame Relay walaupun menggunakan *device* PCU yang lebih sedikit.
4. Grafik *throughput Downlink* maupun *Uplink* yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin besar nilai Nsubs maka perbedaan *throughput* IP akan semakin besar dibandingkan dengan frame relay. Nilai *throughput* yang dihasilkan untuk Nsubs antara 1000-1500 pada Frame Relay adalah sebesar 65.5872 Mbps - 98.3808 Mbps, dan 15.372 Mbps - 23.058 Mbps, sedangkan untuk IP sebesar 73.6512 Mbps - 110.477 Mbps, dan 17.262 Mbps - 25.893 Mbps.
5. *Routing* berjalan sesuai dengan mekanisme OSPF, yaitu bila terdapat dua atau beberapa jalur, maka *routing* akan diarahkan kepada jalur terdekat

6. antara BSC dengan SGSN. Tetapi, apabila terdapat jalur yang terputus, maka routing akan diarahkan kepada jalur alternatif, sekalipun jalur itu panjang.



DAFTAR REFERENSI

- [1] Wikipedia. *Frame Relay*.(27 September 2009).
http://id.wikipedia.org/wiki/frame_relay.
- [2] Wikipedia. *TCP-IP*.(27 September 2009).
<http://id.wikipedia.org/wiki/tcp-ip>.
- [3] Wikipedia. *Model OSI*.(27 September 2009).
http://id.wikipedia.org/wiki/model_OSI.
- [4] __, __. (2001). *tm2110eu01tm_0003 Technology GPRS Introduction*, Germany :Siemens AG.
- [5] __, __. (2005). *GPRS overview*. Sweden : Ericsson Radio Systems AB.
- [6] Amery, Luke. (2008). *Migration Gb over FR to IP*. Sweden : Ericsson Radio Systems AB.
- [7] Amery, Luke. (2008). *GB IP Planning and Design*. Sweden : Ericsson Radio Systems AB.
- [8] __, __. (2008). *GPRS/EGPRS Guideline, GB, PCU and Abis Dimensioning*, Ericsson Confidential.
- [9] Dey, Santanu. (2009). *AXE GPRS OPERATION, GB, PCU and Abis Dimensioning*, Ericsson Confidential.
- [10] __, __. (2010). *Gb interface & remote OMT over IP*, Ericsson Internal
- [11] (2010) wawancara dengan staff PT. Ericsson Indonesia.

LAMPIRAN

Bahasa Routing yang digunakan :

Router A :

```
A#
A#
A#sh ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Sending updates every 90 seconds, next due in 10 seconds
  Invalid after 30 seconds, hold down 0, flushed after 60
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing:  ospf 1
    Routing for Networks:
      160.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      175.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      195.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      200.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      201.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      192.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      215.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      197.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    Routing Information Sources:
      Gateway         Distance      Last Update
      160.10.1.1      110          00:00:00
    Distance: (default is 110)
A#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route

Gateway of last resort is not set
C    160.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
C    175.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
O    200.10.1.0/24 [110/101] via 175.10.1.2, 00:00:48, Ethernet0/0
O    201.10.1.0/24 [110/301] via 175.10.1.2, 00:00:18, Ethernet0/0
O    197.10.1.0/24 [110/501] via 175.10.1.2, 00:00:44, Ethernet0/0
O    215.10.1.0/24 [110/701] via 175.10.1.2, 00:00:44, Ethernet0/0
O    195.10.1.0/24 [110/901] via 175.10.1.2, 00:00:43, Ethernet0/0

A#
A#
```

Router B :

```
B#
B#sh ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Sending updates every 90 seconds, next due in 10 seconds
  Invalid after 30 seconds, hold down 0, flushed after 60
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing:  ospf 1
    Routing for Networks:
      175.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      200.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      160.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      201.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      192.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    Routing Information Sources:
      Gateway         Distance      Last Update
```

```

200.10.1.1          110          00:00:00
Distance: (default is 110)
B#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route

Gateway of last resort is not set
C    175.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
C    200.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
O    201.10.1.0/24 [110/101] via 200.10.1.2, 00:00:26, Ethernet0/1
O    197.10.1.0/24 [110/301] via 200.10.1.2, 00:00:18, Ethernet0/1
O    215.10.1.0/24 [110/501] via 200.10.1.2, 00:00:31, Ethernet0/1
O    195.10.1.0/24 [110/701] via 200.10.1.2, 00:00:27, Ethernet0/1

```

B#

Router C :

```

C#
C#sh ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Sending updates every 90 seconds, next due in 10 seconds
  Invalid after 30 seconds, hold down 0, flushed after 60
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing:  ospf 1
    Routing for Networks:
      200.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      201.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      175.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      160.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      192.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    Routing Information Sources:
      Gateway         Distance      Last Update
      200.10.1.2         110           00:00:00
      201.10.1.1         110           00:00:00
  Distance: (default is 110)
C#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route

Gateway of last resort is not set
C    200.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
C    201.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
O    175.10.1.0/24 [110/101] via 200.10.1.1, 00:00:24, Ethernet0/0
O    197.10.1.0/24 [110/101] via 201.10.1.2, 00:00:28, Ethernet0/1
O    215.10.1.0/24 [110/301] via 201.10.1.2, 00:00:31, Ethernet0/1
O    195.10.1.0/24 [110/501] via 201.10.1.2, 00:00:25, Ethernet0/1

```

C#

Router D:

```

D#
D#sh ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Sending updates every 90 seconds, next due in 10 seconds
  Invalid after 30 seconds, hold down 0, flushed after 60
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing:  ospf 1
    Routing for Networks:
      195.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      215.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      160.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      197.10.1.0 0.0.0.255 area 0

```

```

192.10.1.0 0.0.0.255 area 0
Routing Information Sources:
  Gateway         Distance      Last Update
  215.10.1.1      110           00:00:00
Distance: (default is 110)
D#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route

Gateway of last resort is not set
C    215.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
C    195.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
O    197.10.1.0/24 [110/101] via 215.10.1.2, 00:00:45, Ethernet0/1
O    201.10.1.0/24 [110/301] via 215.10.1.2, 00:00:39, Ethernet0/1
O    200.10.1.0/24 [110/501] via 215.10.1.2, 00:00:44, Ethernet0/1
O    175.10.1.0/24 [110/701] via 215.10.1.2, 00:00:39, Ethernet0/1
D#

```

Router E :

```

E#
E#SH IP PROTOCOLS
Routing Protocol is "ospf 1"
  Sending updates every 90 seconds, next due in 10 seconds
  Invalid after 30 seconds, hold down 0, flushed after 60
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing:  ospf 1
  Routing for Networks:
    215.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    197.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    195.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    160.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    192.10.1.0 0.0.0.255 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    215.10.1.2      110           00:00:03
    197.10.1.1      110           00:00:03
  Distance: (default is 110)
E#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route

Gateway of last resort is not set
C    215.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
C    197.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
O    195.10.1.0/24 [110/101] via 215.10.1.1, 00:00:41, Ethernet0/0
O    201.10.1.0/24 [110/101] via 197.10.1.2, 00:00:28, Ethernet0/1
O    200.10.1.0/24 [110/301] via 197.10.1.2, 00:00:45, Ethernet0/1
O    175.10.1.0/24 [110/501] via 197.10.1.2, 00:00:37, Ethernet0/1
E#

```

Router F :

```

F#
F#sh ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Sending updates every 90 seconds, next due in 10 seconds
  Invalid after 30 seconds, hold down 0, flushed after 60
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing:  ospf 1
  Routing for Networks:
    197.10.1.0 0.0.0.255 area 0

```

```

201.10.1.0 0.0.0.255 area 0
215.10.1.0 0.0.0.255 area 0
195.10.1.0 0.0.0.255 area 0
160.10.1.0 0.0.0.255 area 0
200.10.1.0 0.0.0.255 area 0
175.10.1.0 0.0.0.255 area 0
Routing Information Sources:
  Gateway         Distance      Last Update
  197.10.1.2      110           00:00:03
  197.10.1.2      110           00:00:03
Distance: (default is 110)
F#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route

Gateway of last resort is not set
C    201.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
C    197.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
C    192.10.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/2
O    215.10.1.0/24 [110/101] via 197.10.1.1, 00:00:20, Ethernet0/1
O    195.10.1.0/24 [110/301] via 197.10.1.1, 00:00:32, Ethernet0/1
O    200.10.1.0/24 [110/101] via 201.10.1.1, 00:00:39, Ethernet0/0
O    175.10.1.0/24 [110/301] via 201.10.1.1, 00:00:39, Ethernet0/0
F#

```