

**STUDI MIGRASI *PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK (PSTN)*
MENUJU JARINGAN TELEKOMUNIKASI BERBASIS PAKET
NEXT GENERATION NETWORK (NGN) DENGAN TEKNOLOGI *SOFTSWITCH***

Andrias Danang Suseno
Warsun Najib
Samiyono

Abstrak

Public Switched Telephone Network (PSTN) adalah sistem telekomunikasi berbasis *circuit-switched*. Pada awalnya PSTN hanya menyediakan layanan *voice*. PSTN sekarang telah berkembang ke arah pelayanan komunikasi data yang didorong oleh berkembangnya dunia *internet* dengan *Internet Protokol (IP)*-nya. Telah muncul teknologi *Voice over IP (VoIP)* yang mampu melewati trafik *voice* pada jaringan data dengan mengubah *voice* menjadi paket. VoIP telah mendorong trend/kecenderungan terjadinya konvergensi antara PSTN dengan *Public Switched Data Network (PSDN)* menjadi satu jaringan masa depan yang berbasis *packet-switched* yang disebut *Next Generation Network (NGN)*.

Softswitch telah muncul sebagai sebuah teknologi yang mampu menghubungkan PSTN dengan PSDN. *Softswitch* dirancang untuk dapat memberikan layanan VoIP, data, dan multimedia. *Softswitch* dengan protokol yang dimilikinya dapat memberikan seluruh fungsi layanan PSTN, baik secara *trunk* maupun lokal. Arsitektur *softswitch* terdiri atas 4 layer, yaitu: *Application Layer*, *Control Layer*, *Transport Layer*, dan *Access Layer*. Hal ini mengacu pada arsitektur NGN.

PT. Telkom Divre IV Semarang melakukan migrasi terhadap jaringan PSTN-nya pada level *trunk (class 4)* dengan mengintegrasikan *Trunk Gateway Softswitch* yang berbasis *packet-switched* sebagai pengganti sentral *trunk SM1T* yang masih berbasis *circuit-switched*. Pekerjaan integrasi ini dilakukan dengan memigrasikan trafik dari sentral *local exchange* yang semula dibebankan terhadap sentral *trunk SM1T* yang berpijak pada *Time Division Multiplexing (TDM) backbone* ke *Trunk Gateway Softswitch (SM2T)* yang berpijak pada *IP backbone*.

Kata kunci : PSTN, *Softswitch*, NGN , *Trunk Gateway*, Integrasi, Migrasi, Paket.

Pendahuluan

Sejak berkembangnya telepon internet (*Voice over Internet Protocol - VoIP*) maka layanan komunikasi suara bukan hanya bisa dilewatkan oleh jaringan sirkit namun juga oleh jaringan paket yang berbasis IP (*Internet Protocol*). Dengan teknik paket suara, suara akan dikonversi menjadi bentuk digital, kemudian dimampatkan (*compress*) dan akhirnya dibagi menjadi beberapa paket suara untuk kemudian dikirim ke penerima melalui jaringan paket, ternyata memberikan kualitas bagus. Hal ini membuka peluang untuk

mengirimkan informasi suara lewat jaringan paket, dalam bentuk paket suara. Melihat fakta dan aspek teknis di atas, tampaknya jaringan masa depan (*Next Generation Network-NGN*) akan berbasis paket. Penggelaran jaringan NGN dengan mengganti seluruh jaringan sirkit dengan jaringan paket akan membutuhkan biaya yang sangat besar, oleh karena itu muncul solusi dengan melakukan migrasi antar jaringan secara bertahap. Dalam proses ini, jaringan sirkit tetap akan bisa berfungsi dan bahkan berhubungan dengan jaringan paket secara simultan. Untuk mendukung solusi itu, telah muncul satu alat

yang bernama *softswitch*. Alat ini mampu menghubungkan antara jaringan sirkit dengan jaringan paket, termasuk di dalamnya adalah jaringan telepon tetap (*Public Switched Telephone Network* - PSTN), *internet* yang berbasis IP, kabel TV dan juga jaringan seluler yang telah ada selama ini.

PT. Telkom Divre IV Semarang pada saat ini sedang melakukan proses pengintegrasian *softswitch* terhadap jaringan PSTN-nya. Tahap pertama proses tersebut dilakukan pada masing-masing sentral *Local Exchange* dan pada level sentral *Trunk/Tandem (class 4)*. Seperti pada sentral Johar C (JHR C), sentral Johar D (JHR D), sentral Majapahit (MJP), sentral Simpang Lima (SPL), sentral Tugu (TGU), serta sentral *trunk/tandem* Semarang (SM1T).

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti sebagai berikut.

1. Bagaimana proses migrasi PSTN menuju NGN pada level sentral *trunk (class 4)* dengan *Trunk Gateway Softswitch* secara deskriptif ?
2. Bagaimana analisis kebutuhan *bandwidth* pada proses migrasi PSTN menuju NGN dengan teknologi *softswitch* secara kuantitatif ?

Batasan Masalah

Batasan masalah yang kemudian akan menjadi acuan dalam penulisan penelitian ini adalah :

1. Proses migrasi PSTN menuju NGN pada level sentral *trunk (class 4)* dengan *Trunk Gateway Softswitch* secara deskriptif.
2. Analisis kebutuhan *bandwidth* pada proses migrasi kuantitatif.
3. Perhitungan tidak termasuk perencanaan biaya.

4. Data-data yang digunakan adalah data yang diambil dari PT. Telkom Divre IV Semarang.

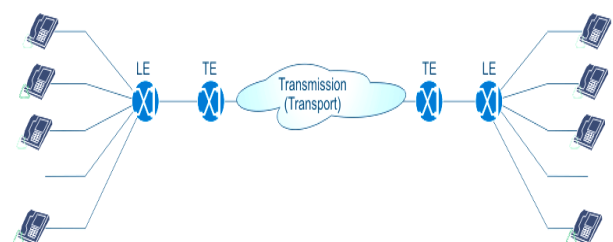
Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui proses migrasi PSTN menuju NGN pada level sentral *Trunk (class 4)* dengan *Trunk Gateway Softswitch* secara deskriptif.
2. Untuk mengetahui tingkat kebutuhan *bandwidth* pada proses migrasi PSTN menuju NGN secara kuantitatif.

Public Switched Telephone Network (PSTN)

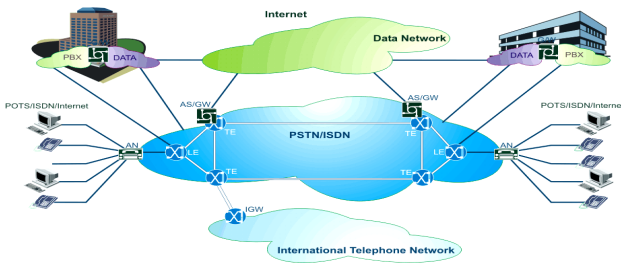
PSTN adalah jaringan telekomunikasi suara yang berbasis pada *circuit-switched* atau sering disebut jaringan telepon rumah. Pada awalnya jaringan ini hanya berfungsi sebagai jaringan telekomunikasi suara, namun seiring dengan perkembangan teknologi transmisi, PSTN dapat melayani telekomunikasi data. Dari Gambar 1. diilustrasikan bahwa pada awalnya PSTN konvensional hanya menyediakan layanan untuk komunikasi suara dengan jaringan transmisi yang terhubung dengan telepon saja sehingga belum mampu melayani telekomunikasi data seperti pada saat sekarang.



Gambar 1.
Public Switched Telephone Network
untuk layanan komunikasi suara
[Trans Komunikasi Data, 2005]

Pada saat ini PSTN telah berkembang pada arah pelayanan komunikasi data mencakup

di dalamnya *internet* dan *fax*, serta telepon seluler (*mobile phone*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.
Jaringan Telekomunikasi Kini
[Trans Komunikasi Data, 2005]

Sentral Tandem/Sentral Trunk

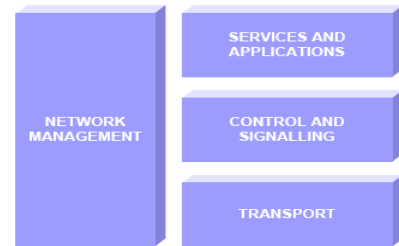
Sentral tandem berfungsi untuk melayani hubungan antar sentral lokal. Bila dalam suatu wilayah lokal yang terdapat banyak sekali sentral telepon maka tidak efektif jika dibangun hubungan kanal antar masing-masing sentral hingga terbentuk hubungan dari seluruh sentral, untuk mengatasi ketidakefektifan tersebut maka dibangun sentral tandem. Sentral tandem juga berfungsi untuk menghubungkan antara sentral lokal dengan sentral toll.

Common Channel Signalling System 7 (CCS7) atau Signalling System 7 (SS7)

Signalling System 7 (SS7) merupakan suatu arsitektur (protokol) untuk melakukan *out of band signalling* (pensinyalan yang tidak terjadi pada jalur yang sama dengan jalur percakapan) dalam rangka menunjang fungsi-fungsi penyelesaian proses panggilan (*call setup*), *billing*, *routing*, dan pertukaran informasi pada jaringan telepon PSTN. CCS7 adalah protokol yang siap untuk mendukung proses migrasi PSTN menuju NGN, khususnya dalam menghubungkan node-node PSTN dengan *softswitch* pada *network layer*, atau menghubungkan *Media Gateway Controller* (MGC) dengan *circuit network*.

Next Generation Network (NGN)

NGN disusun dalam blok-blok kerja atau layer yang terbuka, dan bersifat *open system*, seperti diilustrasikan dalam Gambar 3. Empat blok utama adalah: *Services and Applications*, *Control and Signalling*, *Transport*, dan *Network Management*.



Gambar 3.
Arsitektur *Next Generation Network*
[Wastuwibowo, 2003]

1. *Services and Applications Layer*

Services and Applications merupakan blok yang berisi aplikasi-aplikasi jaringan dalam bentuk *software* yang mendefinisikan layanan yang diberikan, *feature* yang disediakan serta pengaturan *billing*.

2. *Control and Signalling Layer*

Control and Signalling Layer adalah bagian jaringan yang berfungsi sebagai pengendali proses pembangunan hubungan yang melibatkan elemen-elemen jaringan pada layer yang lain berdasarkan *signalling message* yang diterima dari *Transport Layer*.

3. *Transport Layer*

Transport Layer bertugas membawa bukan hanya bagian media yang berupa data, suara, dan gambar dari pelanggan, tetapi juga membawa sinyal-sinyal dari blok-blok lainnya.

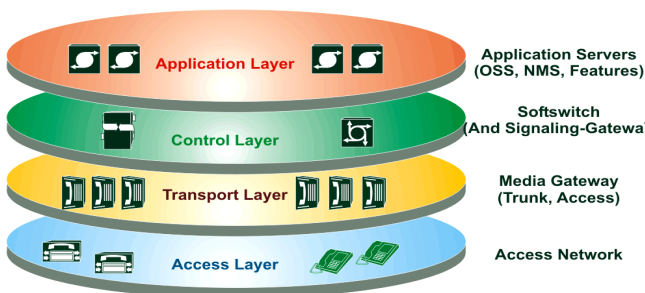
4. *Network Management Layer*

Network Management Layer merupakan bagian jaringan yang berfungsi untuk memberikan fungsi-fungsi dari *Operating Support System* (OSS) yaitu; fungsi sistem operasi dan pemeliharaan jaringan, provisioning layanan, *network management* serta sistem *billing*.

Softswitch

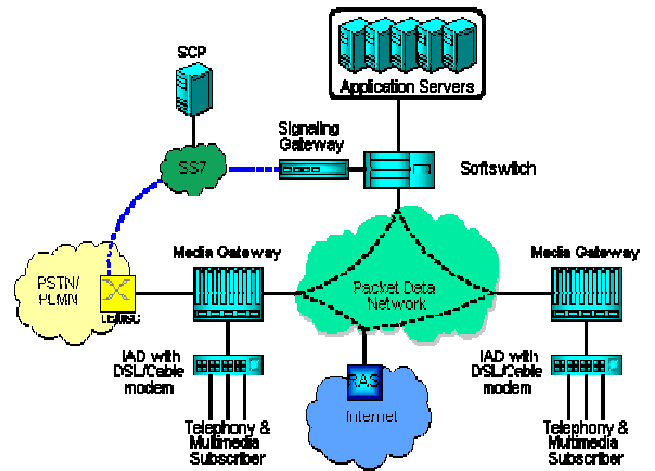
Softswitch merupakan konsep komunikasi yang dikembangkan dari pendekatan PSTN, VoIP dan jaringan data. Sistem komunikasi ini dirancang untuk dapat memberikan layanan VoIP, data dan multimedia, disamping dirancang juga untuk melakukan penetrasi terhadap PSTN dalam bermigrasi ke jaringan data. Secara harfiah, *softswitch* adalah *switching* berbasis *software*. Secara umum sistem *softswitch* merupakan suatu sistem komunikasi yang menggunakan elemen jaringan berupa *software* sebagai pusat pengendali panggilannya. Elemen jaringan ini disebut *softswitch*, atau sering disamakan dengan *Call Agent*, *Call Server*, atau *Media Gateway Controller* (MGC).

Dari sudut pandang PSTN, sistem *softswitch* merupakan perwujudan sistem *switching* dalam lingkungan jaringan paket. Fungsi-fungsi sirkit diwujudkan menjadi elemen-elemen jaringan tersendiri yang secara independen membentuk jaringan *softswitch*. *Softswitch* dengan jajaran protokol yang dimilikinya mampu memberikan seluruh fungsi layanan PSTN, baik sebagai *trunk* maupun lokal. Arsitektur jaringan *softswitch* mengacu pada arsitektur NGN yang membagi jaringan menjadi empat layer yaitu; *Application Layer*, *Control Layer*, *Transport Layer*, dan *Access Layer*. Pembagian layer pada *softswitch* dapat dilihat pada Gambar 4.



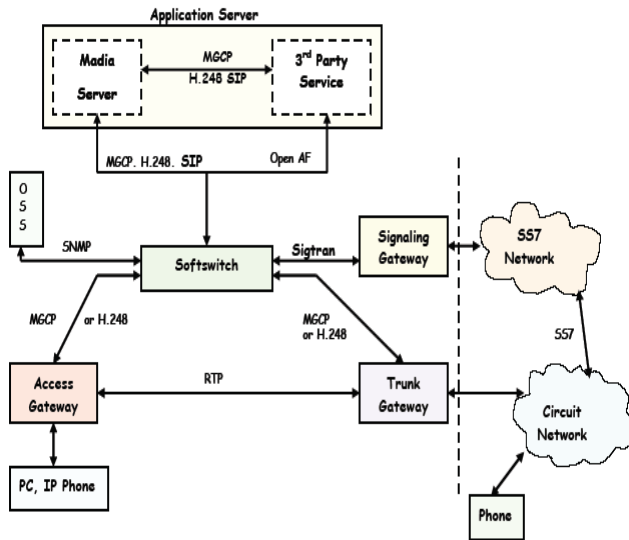
Gambar 4.
 Arsitektur Layer *Softswitch*
 [Trans Komunikasi Data, 2005]

Untuk lebih jelasnya hubungan untuk masing-masing elemen diwujudkan dalam Gambar 5.



Gambar 5.
 Arsitektur Jaringan *Softswitch*
 [Widodo, 2005]

Media Gateway (MG) trunk menghubungkan sistem *softswitch* ke PSTN pada tingkat *trunk* atau tandem. Dalam hal ini MG menggantikan fungsi tandem atau *trunk* pada sistem sirkit. MG akan meneruskan panggilan jarak jauh dari PSTN ke tujuan pelanggan PSTN atau paket lain dengan menggunakan jaringan data atau *Public Switched Data Network (PSDN)* sebagai transportnya. MG ini juga dapat menghubungkan MG Lokal dengan PSTN. Fungsi ini untuk menyediakan hubungan antara pelanggan pada MG Lokal dengan pelanggan sentral lokal sirkit.



Gambar 6. Protokol-protokol pada *Softswitch* [Ludfy, 2005]

Softswitch sebagai pendukung NGN mengadopsi berbagai protokol standar terbuka (*open*). Pada Gambar 6. di bawah ini dapat dilihat protokol-protokol yang diadopsi oleh *softswitch* yang terintegrasi dalam semua layer.

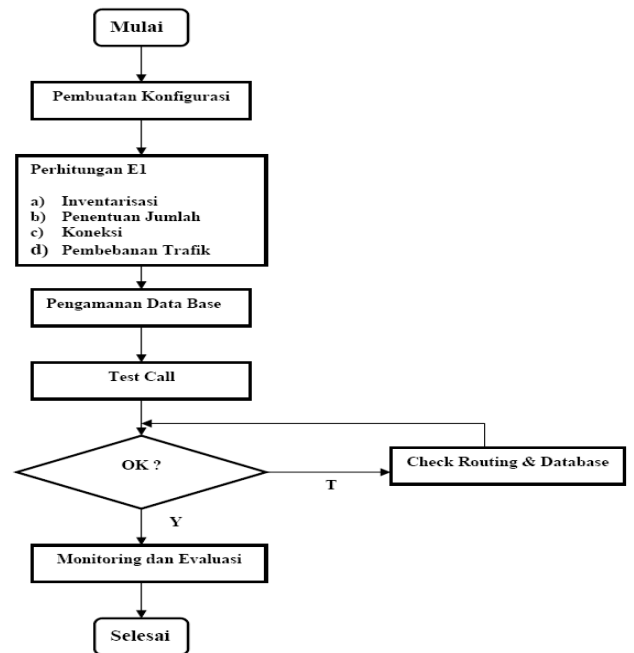
Obyek Penelitian

Studi integrasi SM2T di PT. Telkom Divre IV Semarang ini menggunakan lima sentral *local exchange* dan satu sentral *trunk circuit-switched*. Lima sentral *local exchange* itu adalah sentral Johar C (JHRC), sentral Johar D (JHRD), sentral Majapahit (MJP), sentral Simpang Lima (SPL), sentral Tugu (TGU), serta satu sentral *trunk* SM1T, yang selanjutnya akan diintegrasikan dengan jaringan paket (IP *backbone*) menggunakan SM2T.

Strategi Pelaksanaan Integrasi Trunk Gateway Softswitch (TGW SM2T) di Semarang

Strategi integrasi dirancang sebelum pelaksanaan program di lapangan. Strategi integrasi yang diilustrasikan dalam diagram alir digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan integrasi *Trunk Gateway Softswitch* (TGW SM2T) dalam migrasi PSTN menuju jaringan data.

Strategi pelaksanaan integrasi meliputi pembuatan konfigurasi, perhitungan E1, pengamanan *database*, test *call*, monitoring dan evaluasi, serta *check routing* dan *database*. Strategi pelaksanaan integrasi TGW SM2T dapat dilihat pada Gambar 7.



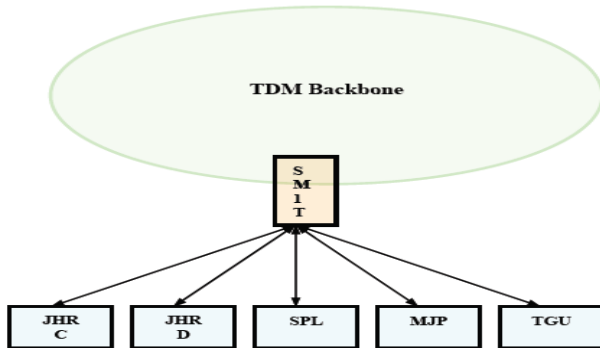
Gambar 7. Diagram alir strategi pelaksanaan integrasi TGW SM2T Semarang [PT. Telekomunikasi Indonesia, 2005]

Konfigurasi Jaringan

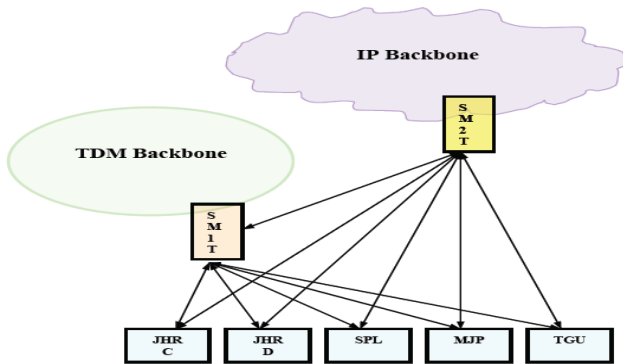
Pembuatan konfigurasi jaringan yang terintegrasi dimulai dengan pembuatan konfigurasi awal jaringan PSTN eksisting sehingga akan dapat diperkirakan letak *Trunk Gateway Softswitch* yang terintegrasi pada jaringan. Konfigurasi jaringan PSTN eksisting dan konfigurasi jaringan PSTN dengan *Trunk Gateway Softswitch* yang telah terintegrasi dapat dilihat pada Gambar 8. dan Gambar 9.

PSTN eksisting masih perpijak pada *Time Division Multiplex* (TDM), sehingga sentral *trunk/tandem* SM1T masih terhubung dengan

TDM backbone. Untuk *Trunk Gateway Softswitch* SM2T akan menghubungkan sentral lokal dan juga sentral *trunk* SM1T dengan IP backbone yang berarti terhubung dengan jaringan IP.



Gambar 8.
 Topologi Jaringan PSTN Eksisting Semarang.
 [PT. Telkom, 2005]



Gambar 9.
 Topologi Jaringan PSTN dengan *Trunk Gateway Softswitch* yang terintegrasi
 [PT. Telkom, 2005]

Sentral SM2T akan menggantikan fungsi dari sentral *trunk* SM1T sebagai sentral PSTN sekaligus sebagai penghubung antara jaringan eksisting PSTN dengan IP network. Pada saat pelaksanaan integrasi sentral *trunk* SM1T akan tetap diaktifkan karena dapat berfungsi sebagai *load balancing*, yang dapat mengatasi masalah *overload* jaringan, khususnya pelayanan *voice* pada jam sibuk untuk pelanggan yang masih menggunakan layanan konvensional yang berbasis *circuit-switched*.

Inventarisasi E1, Penentuan Jumlah E1, Koneksi E1 dan Pembebanan Trafik

E1 adalah antarmuka yang menghubungkan sentral dengan *Trunk Gateway Softswitch* (TGW dengan TDM) maupun sentral dengan sentral. Jumlah E1 (transport, sentral lokal, SM1T) yang akan diintegrasikan dengan *Trunk Gateway Softswitch* SM2T dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
 Jumlah E1 tiap sentral lokal yang akan diintegrasikan
 [PT. Telkom, 2005]

No	Sentral	Jumlah E1
1	JHR C	4
2	JHR D	4
3	SPL	6
4	MJP	1
5	TGU	2
6	SM1T	10
Total		27

Perhitungan jumlah kanal dan trafik dari masing-masing sentral dilakukan dengan memperhatikan GOS yang telah direkomendasikan oleh PT. Telkom (sesuai ketentuan CCITT) yaitu sebesar 1%, yang berarti bahwa setiap 100 panggilan yang datang hanya ada 1 panggilan yang boleh untuk ditolak atau digagalkan.

Tabel 2.
 Jumlah kanal dan trafik sentral lokal dan sentral SM1T

No	Sentral	$\sum E1$	\sum Kanal	\sum Trafik (Erlang)
1	JHR C	4	128	110,5
2	JHR D	4	128	110,5
3	SPL	6	192	172
4	MJP	1	32	22
5	TGU	2	64	50,6
6	SM1T	10	320	296,7
Total		27	864	762,3

Pengamanan Database dan Test Call

Pengamanan *database* jaringan eksisting dilakukan dengan mem-*back up* semua data yang ada di *Operations and Maintenance Terminal* (OMT) yang berupa *Personal Computer* (PC) atau komputer yang bertindak sebagai *server* dengan OMT lain yang mempunyai kemampuan sama seperti OMT eksisting. Dengan demikian apabila terjadi *error* pada OMT dapat teratasi dengan *back up* tersebut.

Test call dilakukan untuk memonitor dan mengevaluasi kemampuan *Trunk Gateway Softswitch* SM2T, apakah teknologi tersebut mampu menggantikan fungsi sentral *trunk* lokal konvensional PSTN yang masih *circuit-switched* dalam hal ini adalah sentral *trunk* SM1T. Untuk *test call* dilakukan dengan melakukan panggilan telepon antar sentral lokal untuk panggilan lokal, kemudian sentral lokal dengan sentral lokal yang terletak di luar kota (Jakarta (JKT) dan Bandung (BDG)) untuk panggilan SLJJ. Semua panggilan yang dilakukan dalam *test call* ini melalui *Trunk Gateway Softswitch* SM2T.

Tabel 3. Hasil *test call* integrasi [PT. Telkom, 2005]

A	B	J H R C	J H R D	S P L	M J P	T G U	J K T	B D G
JHR C		y	y	y	y	y	y	y
JHR D	y		y	y	y	y	y	y
SPL	y	y		y	y	y	y	y
MJP	y	y	y		y	y	y	y
TGU	y	y	y	y		y	y	y
JKT	y	y	y	y	y			

BDG	y	y	y	y	y		
-----	---	---	---	---	---	--	--

Keterangan:

Y : Panggilan berhasil

A dan B : Panggilan dari dan ke sentral A atau B

Monitoring dan Evaluasi

Menurut hasil *test call* pada Tabel 3. semua panggilan, baik panggilan keluar maupun panggilan masuk dari masing-masing sentral berhasil dilewatkan (dilayani) oleh SM2T. Dengan demikian proses integrasi SM2T berhasil dilaksanakan di PT. Telkom Divre IV Semarang khususnya wilayah Semarang.

Check Routing dan Database

Pendeteksian terhadap gangguan harus dilakukan dengan urut, mulai dari perangkat yang ada di dalam, kemudian perangkat luar. Semua perangkat penyusun infrastruktur jaringan dapat dimonitor melalui OMT termasuk juga semua gangguan yang ada di jaringan, sehingga penanganan terhadap gangguan relatif cepat dan tepat sesuai dengan lokasi dan jenis gangguan/kerusakan. OMT melakukan koordinasi terhadap semua perangkat termasuk didalamnya penanganan *database* jaringan.

Check database dilakukan bersamaan dengan *check routing*. Dapat dicontohkan untuk *check database* biasanya dilakukan alokasi ulang nomor telepon (untuk jaringan telepon) dan pengalamatan *Uniform Resource Locator* (URL) untuk jaringan internet.

Perhitungan Kapasitas Jaringan

1. Perhitungan Kapasitas Softswitch

Besarnya kapasitas *softswitch* masing-masing sentral dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.
 Kapasitas *softswitch* masing-masing sentral dalam BHCA

No.	Sentral	Kapasitas <i>Softswitch</i> (BHCA)
1	JHR C	3.315
2	JHR D	3.315
3	SPL	5.190
4	MJP	660
5	TGU	1.518
6	SM1T	8.901
Total		22.899

2. Perhitungan Kapasitas *Signalling Gateway*

Kapasitas *Signalling Gateway* merupakan kapasitas *Signalling Data Link* (SDL) dari CCS7. Dalam perhitungan ini dilakukan dengan dua tahap yaitu menentukan kebutuhan SDL ke CCS7, dan kemudian menentukan kapasitas IP ke *softswitch*.

Tabel 5.
 Kebutuhan SDL ke CCS7 dan Kapasitas *Link IP* ke *Softswitch*

No.	Sentral	Kanal <i>Signalling</i> (Buah)	Kapasitas SDL ke CCS7 (Kbps)	Kapasitas IP ke <i>Softswitch</i> (Kbps)
1	JHR C	47	7072	3.008
2	JHR D	47	7072	3.008
3	SPL	47	11.008	3.008
4	MJP	47	1408	3.008
5	TGU	47	3238,4	3.008
6	SM1T	47	18988,8	3.008
Total		282	48787,2	18048

3. Perhitungan kapasitas *link Trunk Gateway* ke IP *network*

Perhitungan kebutuhan kapasitas *link Trunk Gateway* dengan jaringan IP dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan *full rate* dan CRTP. Kedua cara tersebut menggunakan codec G.729 dengan *payload* sebesar 20 bytes.

Hasil perhitungan kapasitas *link Trunk Gateway* ke IP *network* dengan *full rate* disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Kapasitas *link Trunk Gateway* ke IP *network* dengan *full rate*

No.	Sentral	Kapasitas <i>full rate</i> (Kbps)
1	JHR C	2917,2
2	JHR D	2917,2
3	SPL	4540,8
4	MJP	580,8
5	TGU	1335,84
6	SM1T	7832,88
Bandwidth Total		20124,72

Berdasarkan Tabel 6. total kapasitas *link Trunk Gateway* ke IP *network* dengan *full rate* adalah 20124,72 Kbps. Hasil ini merupakan kapasitas IP *backbone* yang ada di Semarang.

Hasil perhitungan kapasitas *link Trunk Gateway* ke IP *network* dengan CRTP dan codec G.729 disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7.
 Kapasitas *link Trunk Gateway* ke IP *network* dengan CRTP

No.	Sentral	Kapasitas CRTP (Kbps)
1	JHR C	1237,6
2	JHR D	1237,6
3	SPL	1926,4
4	MJP	246,4
5	TGU	566,72
6	SM1T	3323,04
Bandwidth Total		8537,76

Kapasitas *link Trunk Gateway* ke jaringan IP dengan CRTP secara total adalah 8537,76 Kbps.

4. Perhitungan Efisiensi Kapasitas Jaringan

Perhitungan efisiensi kapasitas jaringan dilakukan dengan menghitung kapasitas PSTN eksisting, kemudian hasilnya akan digunakan dalam menghitung penghematan *bandwidth* dalam IP *network*.

Perhitungan *Bandwidth* PSTN

1 kanal PSTN mempunyai kapasitas 64 Kbps.

Total jumlah kanal PSTN terintegrasi = 864

$$\begin{aligned} \text{Bandwith PSTN} &= \sum \text{Kanal} \times 64 \text{ Kbps} \\ &= 864 \times 64 \text{ Kbps} \\ &= 55.296 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

Perhitungan penghematan bandwidth dalam IP network

Dengan full rate

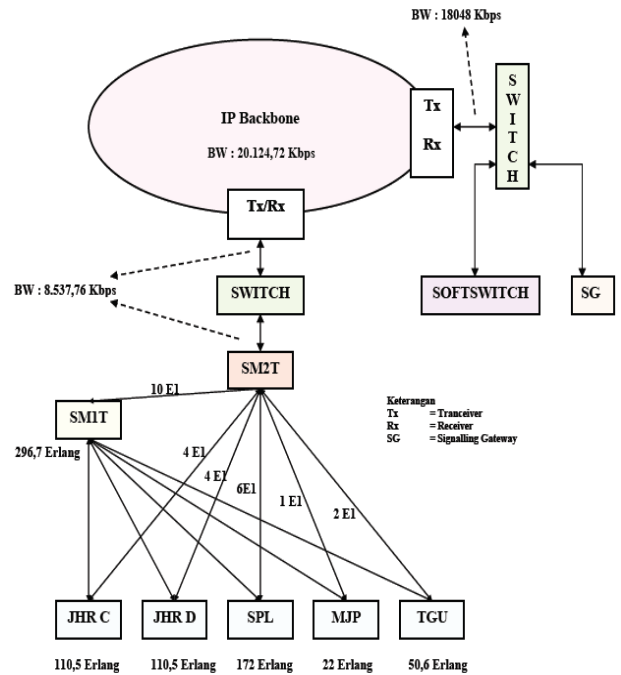
$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\text{BW PSTN} - \text{BW Full rate}}{\text{BW PSTN}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{55.296 - 20.124,72}{55.296} \times 100\% \\ \eta &= 63,60\% \end{aligned}$$

Dengan CRTP

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\text{BW PSTN} - \text{BW CRTP}}{\text{BW PSTN}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{55.296 - 8.537,76}{55.296} \times 100\% \\ \eta &= 84,55\% \end{aligned}$$

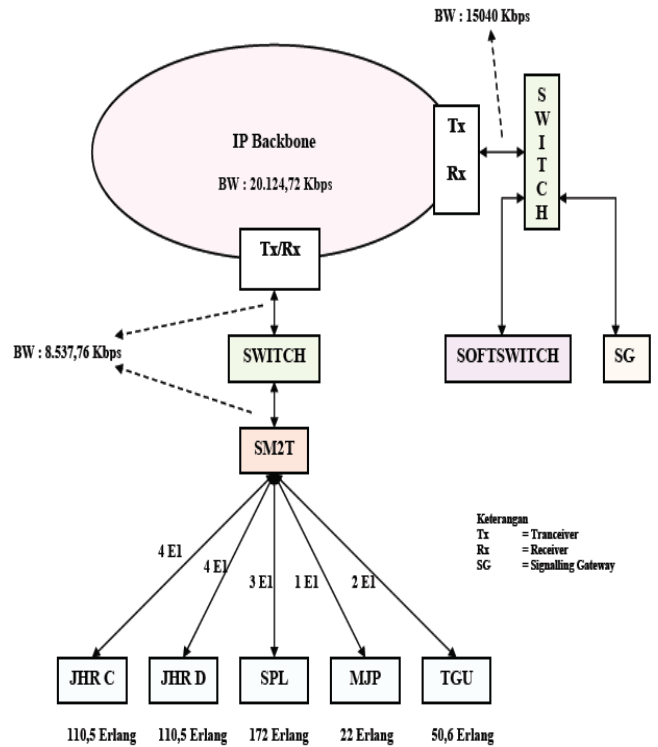
Dari hasil perhitungan efisiensi kapasitas jaringan dapat diketahui perbandingan penghematan penggunaan bandwidth antara full rate dengan CRTP yaitu 84.55 : 63,60. Dapat disimpulkan bahwa CRTP menghasilkan penghematan bandwidth yang lebih besar dibandingkan full rate.

Hasil proses integrasi Trunk Gateway Softswitch SM2T Semarang dapat diwujudkan dalam Gambar 10. yang merupakan konfigurasi jaringan terintegrasi softswitch yang ada di Semarang sekarang.



Gambar 10.
Konfigurasi Jaringan Terintegrasi Softswitch Semarang

Jaringan NGN yang sesungguhnya diilustrasikan dalam Gambar 11. dimana sentral trunk circuit-switched SM1T sudah dihilangkan (tidak aktif) dari konfigurasi jaringan.



Gambar 4.4.

Kesimpulan

Dari studi migrasi PSTN menuju NGN pada level *trunk* dengan *Trunk Gateway Softswitch* (SM2T) di PT. Telkom Divre IV Semarang dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Proses migrasi PSTN menuju NGN dilakukan dengan mengintegrasikan SM2T pada jaringan PSTN eksisting.
2. Integrasi SM2T berhasil dilakukan.
3. Dari perhitungan kapasitas jaringan didapatkan kanal PSTN total adalah 864 kanal dengan trafik 762,3 Erlang dengan total *bandwidth* 55.296 Kbps, kapasitas total *softswitch* adalah 23.469 BHCA, kapasitas total *link IP* ke *softswitch* adalah 18048 Kbps, *bandwidth softswitch* secara *full rate* adalah 20.124,72 Kbps, dan secara CRTP adalah 8.537,76 Kbps, serta perbandingan penghematan penggunaan *bandwidth* antara *full rate* dengan CRTP yaitu 84.55 : 63,60.
4. Jaringan terintegrasi SM2T lebih hemat *bandwidth* daripada PSTN eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

- Edy Laksono, Ian Yosef, 2000. *Common Channel Signalling (CCS#7)*. LPM ITB dan PT. Telkom : Bandung.
- Hendrawan, Ian Yosef, 2000. *Sentral*. LPM ITB dan PT. Telkom : Bandung.
- Iskandarsyah, H., 2003. *Dasar-dasar Jaringan VoIP*. Dokumen Kuliah Berseri, <http://www.ilmukomputer.rad.net.id/>
- Ohrman, JR. Franklin D., 2003. *Softswitch Architecture for VoIP*. Mc Graw-Hill Networking : New York.
- Suhono H S., Ian Yosef, 2000. *Pensinyalan*. LPM ITB dan PT. Telkom : Bandung.
- Wastuwibowo, Kuncoro, 2005. *Next Generation Network*. Artikel, <http://www.ikc.dephan.go.id/> dan <http://www.ilmukomputer.rad.net.id/>

[ITB IT Center 04] Fitrianto, Arif, 2004. *Softswitch Kunci Menuju Next Generation Network (NGN) Dunia Telekomunikasi*. Artikel, <http://www.itcenter.or.id/> Bandung.

[PT. Telkom 05] Situmorang, Luhut, 2005. *Procedure Integrasi dan migrasi Trafik TGW – Semarang (SM2T)*. Dokumen, PT. Telkom Indonesia No. C. TEL. 144/TK-000/DLD- 71/2005 : Semarang.

[RisTI PT. Telkom 05] Gunawan, Iwan, 2005. *Parameter Performansi Layar Fisik Pada Jaringan Telekomunikasi Masa Depan (NGN)*. Artikel, <http://www.ristishop.com/> Bandung.

[RisTI PT. Telkom 02] Widodo, Aji, 2002. *Softswitch Konsep Jaringan Telekomunikasi Masa Depan*. Artikel, <http://www.gematel.com/edisi33/> Bandung.

[Trans Komunikasi Data 05] Priyono, Rahmatullah Sugeng, 2005. *Histografi Perkembangan Teknologi Telekomunikasi dan Produk/Solusi Softswitch TKD*. Dokumen presentasi untuk PT. Telkom Indonesia. TKD : Bandung.

Biografi

Andrias Danang Suseno, lulusan mahasiswa Universitas Negeri Semarang (UNNES) jurusan Teknik Elektro S1

Warsun, dosen Teknik Elektro UGM

Samiyono, dosen Teknik Elektro UNNES