

Model Sistem Pentarifan dan Optimasi Jaringan berdasarkan Karakteristik Jaringan pada Komunikasi VoIP dan Multimedia-IP (NGN)

Sinung Suakanto

Electrical Engineering Department, Insititut Teknologi Harapan Bangsa

Jl. Dipati Ukur 80-84 Bandung

Tel:62-22-70298693

sinung@ithb.ac.id

Abstrak— Pada saat ini, telekomunikasi telah berkembang dengan cepat baik dari segi evolusi teknologi, segi pengguna maupun segi content. Pertumbuhan ini juga tentunya akan semakin menaikkan tingkat efisiensi operasional perangkat telekomunikasi sehingga tarif penggunaan komunikasi diprediksi semakin turun. Namun di sisi lain, perkembangan dari penentuan tarif telekomunikasi ini mengakibatkan persaingan yang kurang sehat. Untuk mengejar penurunan tarif, beberapa operator harus melakukan trade-off dengan sedikit menurunkan Qos (Quality of Service). Di sisi lain terdapat faktor pendorong teknologi yaitu perkembangan teknologi komunikasi yang telah mencapai konvergensi teknologi hingga generasi ke-4 (4G) dimana semua komunikasi berbasis Internet Protocol (IP). Komunikasi voice yang akan terus dikembangkan adalah Voice over Internet Protocol (VoIP) maupun Multimedia-IP. Penentuan tarif untuk komunikasi berbasis IP tentunya sedikit berbeda dibandingkan dengan komunikasi berbasis *circuit switching* seperti pada PSTN terutama jika terdapat interkoneksi dengan jaringan lain. Penelitian ini mengembangkan model perhitungan sistem pentarifan untuk komunikasi berbasis IP dimana salah satu karakteristik yang diperhatikan adalah karakteristik dari trafik jaringan. Pembahasan dilanjutkan pada metode optimasi jaringan untuk memperoleh tarif yang minimum dan OoS yang terjamin. Hasil penelitian ini dapat menjadi rekomendasi bagi operator telekomunikasi maupun badan regulasi telekomunikasi dalam menentukan tarif komunikasi berbasis protokol IP dan pengembangan jaringan telekomunikasinya.

Kata kunci— tarif, optimasi jaringan, *self-similarity*, NGN, VoIP, Internet Protocol (IP)

I. LATAR BELAKANG PENELITIAN

Pada saat ini, sistem pentarifan telekomunikasi rata-rata menggunakan tarif flat karena dianggap lebih mudah dalam implementasi (billing) dan skema pentarifan yang paling mudah. Sistem pentarifan flat seperti ini sebenarnya dianggap menghasilkan penggunaan resource jaringan yang kurang efisien. [9]. Demikian halnya juga untuk sistem pentarifan internet.

Pentarifan pada jaringan telekomunikasi berbasis *circuit switching* secara umum didasarkan atas penggunaan elemen jaringan dalam hal jumlah dan lokasi termasuk untuk interkoneksi. Salah satu metode perhitungan tarif yang telah digunakan oleh operator telekomunikasi hampir seluruh

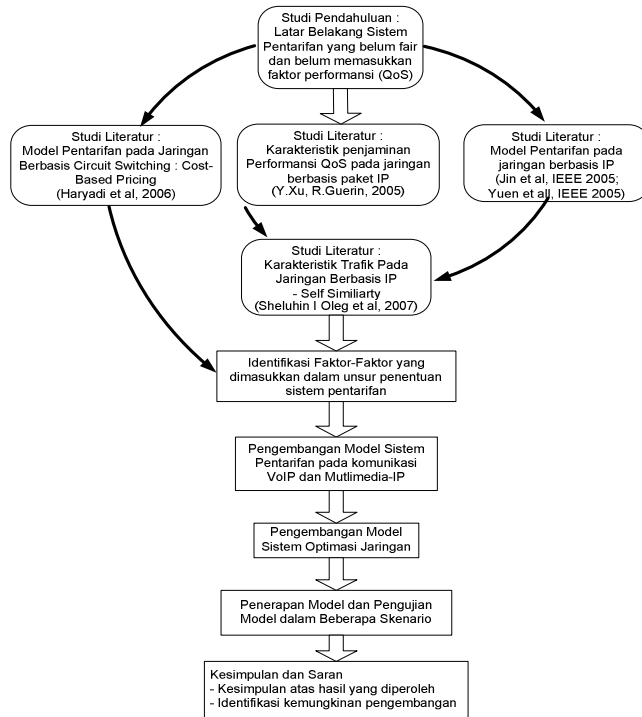
negara di dunia adalah menggunakan *cost-based formula* [1] yang direkomendasikan oleh ITU-D. Manfaat utama dari pendekatan ini adalah akan terdapat optimalisasi jaringan milik operator-operator telekomunikasi yang dapat memberikan pelayanan yang lebih murah dengan tetapi disertai kinerja yang lebih baik [1].

Seiring dengan perkembangan jaman, arah konvergensi teknologi telekomunikasi telah menuju pada "All IP-Network" seperti yang menjadi konsep utama dari NGN (*Next-Generation-Network*). Komunikasi voice dan multimedia ke depan adalah semuanya menggunakan jaringan berbasis IP. VoIP (*Voice over Internet Protocol*) akan terus dikembangkan sebagai media komunikasi voice pada jaringan berbasis IP. Salah satu karakteristik jaringan berbasis *internet protocol* adalah aliran data yang *bursty* sehingga memerlukan protokol untuk menjamin bahwa data bisa sampai secara *real time* dengan QoS (*Quality of Service*) yang baik. Berbeda dengan jaringan telekomunikasi berbasis *circuit switching* Qos leboh dapat terjamin karena terdapat kanal yang *dedicated* untuk suatu percakapan. Penurunan kualitas layanan (Qos) pada CS terjadi jika probabilitas blocking semakin tinggi yaitu kemungkinan subscriber susah untuk masuk kanal karena semua kanal telah terpakai.

Transmisi data pada jaringan *IP-Based* memiliki karakteristik bersifat *sharing* atau berbagi dengan yang lain. Untuk itu perlu dibangun lagi protokol atau mekanisme untuk menjamin pengiriman secara *real time*. Beberapa protokol di atas protokol IP yang dikembangkan memenuhi salah satu hal ini yaitu protokol RTP. *Real-Time Transport Prototocol* (RTP) merupakan protokol transport seperti TCP atau UDP yang merupakan protokol pengiriman paket data untuk audio dan video secara *real time* pada jaringan internet. Akan tetapi, protokol RTP ini tidak menjamin pengiriman yang tepat waktu. Selain itu protokol ini tidak menjamin atas *Quality of Service (QoS)*. Mekanisme seperti tentunya akan dikerjakan oleh mekanisme lain di luar protokol ini.

Adapun pada penelitian ini memasukkan faktor performansi atau QoS sebagai paramater yang memberikan kontribusi dalam penentuan tarif selain unsur *cost* atau penggunaan elemen jaringan. Ibaratnya dalam penggunaan jalan tol, jika ternyata lalu lintas tol padat atau kualitas layanan jalan tol kurang, maka apakah semua pengguna harus

tetap di-charge dengan tarif yang sama berdasarkan jarak yang ditempuh. Untuk memberikan sistem pentarifan yang lebih realistis maka jika ingin mendapatkan akses free toll atau ekstra cepat maka dapat melakukan pembayaran tarif yang lebih mahal dan begitu sebaliknya. Nilai ini tentunya tidak serta merta berbanding lurus dengan jarak tetapi berbanding dengan kondisi trafik dan kualitas layanan yang diberikan.



Gambar 1 Metodologi Penelitian

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mengembangkan penelitian dalam pengembangan model sistem pentarifan ini digunakan metodologi penelitian seperti yang terlihat pada gambar 1.

A. Model Cost-Based Formula untuk Perhitungan Tarif Jaringan Telekomunikasi Circuit Switching

Untuk perhitungan tarif jaringan telekomunikasi terdapat beberapa metode perhitungan tarif salah satunya adalah yang direkomendasikan oleh ITU-D yaitu *Cost-Based*. Untuk interkoneksinya maka digunakan pendekatan *Cost-Based Interconnect Pricing*. Secara teoritis, pendekatan *Cost-based Interconnect Pricing* memiliki ciri sebagai berikut :

- Penentuan tarif interkoneksi berdasarkan pada biaya yang dikeluarkan operator dengan mengacu ROR yang layak untuk mengembalikan biaya investasi awal dan masih memperoleh keuntungan yang wajar [1].
- Tarif hubungan = $x + y + c.t$

Dimana

x = faktor biaya investasi dan produksi

y = faktor biaya operasi dan pemeliharaan

$c.t$ = faktor biayar hubungan telekomunikasi berdasarkan zoning, time-band dan durasi hubungan

Jenis layanan interkoneksi yang dihitung adalah seluruh layanan interkoneksi yang pengoperasiannya menduduki elemen-elemen jaringan. Pendekatan *cost-based* mempersyaratkan adanya keterbukaan dan kejujuran dua operator yang berinterkoneksi. Hal ini bisa menjadi kelebihan dan kekurangan dari penggunaan metode pentarifan *cost-based*. *Cost-based formula* berdasarkan pada penggunaan elemen jaringan yang digunakan. Sehingga optimisasi dalam interkoneksi dapat dilakukan dengan mengoptimalkan dalam hal ini meminimasi penggunaan jumlah dan lokasi dan elemen jaringan yang tergabung dalam proses interkoneksi.

Pendekatan ini cukup cocok bagi layanan berbasis *dedicated line* seperti pada komunikasi *circuit switching*. Pentarifan dibebankan ketika pengguna melewati elemen-elemen jaringan yang digunakan. Nilai ini tentunya berbanding lurus dengan biaya investasi dan biaya operasional. Sehingga salah satu teknik untuk melakukan penurunan tarif adalah dengan melakukan pemilihan teknologi elemen jaringan yang memiliki biaya investasi dan operasional yang rendah. Selain itu penurunan tarif dapat dikerjakan dengan melakukan optimasi jaringan terutama dalam hal routing agar jalan (jumlah dan jarak) yang dilalui pada elemen jaringan semakin sedikit. Beberapa penelitian telah mengembangkan metode optimasi elemen jaringan seperti yang telah dikerjakan oleh Haryadi pada jaringan FWA menggunakan *Robust-Branch-Cut-and-Price algorithm*. [2]

B. Model Pentarifan Jaringan Internet

Model bisnis yang dikembangkan pada jaringan telekomunikasi berbasis *circuit switching* dengan jaringan internet sedikit berbeda. Sehingga dalam penentuan tarifnya juga berbeda. Salah satunya adalah dikarenakan adalah pemilik jaringan yang cukup banyak dan tidak didominasi operator besar (*incumbent*) sehingga aturan interkoneksi dan pembagian hasil dari interkoneksi tersebut tidak ada. Sistem bisnis yang dikembangkan dalam jaringan internet adalah suatu ISP A (*Internet Service Provider*) akan menyewa terhadap penggunaan jaringan dan interkoneksi kepada ISP yang lebih besar. ISP A tersebut akan memberikan layanan kepada penggunaannya dengan memberikan tarif tertentu. Sehingga sistem pentarifan untuk jaringan internet ditentukan dari ISP atau penyedia jaringan yang lebih besar. Penurunan tarif terjadi apabila ISP yang lebih besar melakukan efisiensi sehingga harga sewa jaringan menjadi turun maka biaya tarif internet juga semakin turun.

Untuk sistem penentuan tarif internet yang telah digunakan adalah tarif flat yaitu :

1. Berdasarkan waktu (*Time Based*)
2. Berdasarkan volume atau banyak trafik baik itu trafik masuk maupun trafik keluar
3. Berdasarkan kontrak penggunaan satu atau lebih jalur/bandwidth selama periode tertentu.

Sistem Pentarifan jaringan Internet ini yang sebenarnya masih digunakan sebagai acuan untuk penentuan tarif VoIP hingga saat ini. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan VoIP hingga saat ini adalah gratis, sedangkan yang harus

dibayar hanya sewa jaringan. Masalah QoS atau kondisi trafik dari jaringan juga dianggap diabaikan dalam penentuan tarif. Tidak ada jaminan bahwa ketika menelpon menggunakan VoIP pada waktu-waktu tertentu akan memperoleh QoS yang baik pula.

III. MEKANISME PENJAMINAN QOS PADA JARINGAN BERBASIS INTERNET PROTOCOL (IP)

Seperti yang telah diuraikan di atas bahwa pada jaringan IP tidak ada jaminan QoS. IP disebut protokol tanpa koneksi (*connectionless*). IP mengandalkan protokol di layer lain untuk keperluan penjaminan OoS, dan juga keperluan seperti pemeriksaan dan perbaikan kesalahan. Dalam proses routing IP, tidak terdapat mekanisme pemeliharaan QoS. Salah satu protokol yang sering digunakan di atas IP, yaitu TCP, memiliki feature yang memungkinkan jaminan validitas data. Namun TCP tidak bersifat universal, karena memiliki banyak kelemahan untuk diaplikasikan pada paket suara atau multimedia karena dianggap kurang *real time*. Dengan mulai digunakannya IP sebagai infrastruktur informasi global, mulai digagas berbagai cara untuk mewujudkan jaringan IP dengan QoS.

QoS adalah hasil kolektif dari berbagai kriteria performansi yang menentukan tingkat kepuasan penggunaan suatu layanan. Umumnya QoS dikaji dalam kerangka pengoptimalan kapasitas jaringan untuk berbagai jenis layanan, tanpa terus menerus menambah dimensi jaringan. Berbagai aplikasi memiliki jenis kebutuhan QoS yang berbeda. Misalnya transaksi data bersifat sensitif terhadap distorsi tetapi kurang sensitif terhadap delay. Sebaliknya, komunikasi suara bersifat sensitif terhadap tundaan dan kurang sensitif terhadap kesalahan. Tabel berikut [Dutta-Roy 2000] memaparkan tingkat kepekaan performansi yang berbeda untuk jenis layanan network yang berlainan [11].

TABEL 1 KEPEKAAN PERFORMANSI TERHADAP LAYANAN

LAYANAN	KEPEKAAN PERFORMANSI			
	BAND WIDTH	LOSS	DELAY	JITTER
Voice	Rendah	Medium	Tinggi	Tinggi
Transaksi Data	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah
Email	Rendah	Tinggi	Rendah	Rendah
Browsing Biasa	Rendah	Medium	Medium	Rendah
Browsing Serious	Medium	Tinggi	Tinggi	Rendah
Transfer File	Tinggi	Medium	Rendah	Rendah
Video Conference	Rendah	Medium	Tinggi	Tinggi
Multicasting	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi

Beberapa skema telah diajukan untuk mengelola QoS dalam jaringan IP. Dua skema utama adalah *Integrated Services* (IntServ) dan *Differentiated Services* (DiffServ). IntServ bertujuan menyediakan sumberdaya seperti bandwidth untuk trafik dari ujung ke ujung. Sementara DiffServ bertujuan membagi trafik atas kelas-kelas yang kemudian diberi perlakuan yang berbeda.

1. *IntServ* (RFC-1633) terutama ditujukan untuk aplikasi yang peka terhadap tundaan dan keterbatasan bandwidth, seperti videoconference dan VoIP. Arsitekturnya berdasar sistem pencadangan sumberdaya per aliran trafik. Setiap

aplikasi harus mengajukan permintaan bandwidth, baru kemudian melakukan transmisi data. Dua model layanan IntServ adalah:

- *Guaranteed-service* (RFC-2212), layanan dengan batas bandwidth dan delay yang jelas
- *Controlled-load service* (RFC-2211), yaitu layanan dengan persentase delay statistic yang terjaga
- Layanan *best-effort*, yang hanya memberikan routing terbaik, tetapi tanpa jaminan sama sekali.

Sistem pemesanan sumber daya memerlukan protokol tersendiri. Salah satu protokol yang sering digunakan adalah RSVP (RFC-2205). Penggunaan RSVP untuk IntServ dijelaskan dalam RFC-2210.

Masalah dalam IntServ adalah skalabilitas (RFC-2998). Setiap node di network harus mengenali dan mengakui mekanisme ini. Juga protokol RSVP berlipat untuk setiap aliran trafik. Maka IntServ menjadi baik hanya untuk voice dan video, tetapi sangat tidak tepat untuk aplikasi semacam web yang aliran trafiknya banyak tapi datanya kecil.

2. *DiffServ* (RFC-2475) menyediakan diferensiasi layanan, dengan membagi trafik atas kelas-kelas, dan memperlakukan setiap kelas secara berbeda. Identifikasi kelas dilakukan dengan memasang semacam kode DiffServ, disebut DiffServ code point (DSCP), ke dalam paket IP. Ini dilakukan tidak dengan header baru, tetapi dengan menggantikan field TOS (*type of service*) di header IP dengan DS field, seperti yang dispesifikasikan di RFC-2474. Dengan cara ini, klasifikasi paket melekat pada paket, dan bisa diakses tanpa perlu protokol persinyalan tambahan. Untuk aplikasi yang kritis seperti *voice* dan *video over IP* maka protokol routing yang mendukung QoS juga diperlukan untuk mendapatkan jalur komunikasi yang memenuhi kebutuhan QoS serta kehandalan pengiriman paket data dari ujung ke ujung [9].

Salah satu mekanisme tersebut akan direalisasikan pada jaringan NGN dengan topologi MPLS. MPLS, *multi-protocol label switching*, adalah arsitektur jaringan yang didefinisikan oleh IETF untuk memadukan mekanisme *label swapping* di layer 2 dengan *routing* di layer 3 untuk mempercepat pengiriman paket. MPLS yang berfungsi sebagai sistem yang efisien dalam hal routing, forwarding, dan switching dari aliran trafik yang mengalir pada jaringan.

MPLS merupakan salah satu bentuk konvergensi vertikal dalam topologi jaringan. MPLS memberikan dukungan terhadap peningkatan performansi jaringan paket tanpa harus menjadi rumit seperti ATM. Metode MPLS mengubah paradigma routing di layer-layer jaringan yang ada

selama ini, dan mengkonvergensikannya ke dalam sebuah metode, yang dinamai GMPLS. GMPLS melakukan forwarding data menggunakan VC tingkat rendah dan tingkat tinggi di SDH, dan panjang-gelombang di WDM, dan serat-serat dalam FO; terpadu dengan routing di layer IP. Jaringan MPLS terdiri atas sirkuit yang disebut *label-switched path* (LSP), yang menghubungkan titik-titik yang disebut *label-switched router* (LSR). LSR pertama dan terakhir disebut ingress dan egress. Setiap LSP dikaitkan dengan sebuah *forwarding equivalence class* (FEC), yang merupakan kumpulan paket yang menerima perlakuan forwarding yang sama di sebuah LSR. FEC diidentifikasi dengan pemasangan label. Untuk membentuk LSP, diperlukan suatu protokol persinyalan. Protokol ini menentukan forwarding berdasarkan label pada paket. Label yang pendek dan berukuran tetap mempercepat proses forwarding dan mempertinggi fleksibilitas pemilihan path. Hasilnya adalah network datagram yang bersifat lebih *connection-oriented*.

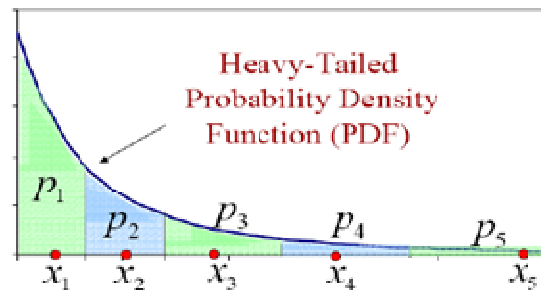
A. Karakteristik Self-Similarity pada Trafik Jaringan Berbasis IP

Pembahasan pada penelitian ini dilanjutkan kepada analisa karakteristik trafik pada transmisi voice pada jaringan IP. Beberapa penelitian telah melihat distribusi kedatangan trafik dengan berbagai distribusi statistik seperti Distribusi Erlang pada jaringan telekomunikasi *circuit switching*. Akan tetapi pada jaringan IP terutama untuk komunikasi VoIP ternyata memiliki kecenderungan memiliki distribusi dan karakteristik *self-similarity*.

Self-similarity merupakan bagian terpenting dari konsep fractal yang berasal dari ide Benoit B. Mandelbrot, konsep ini mendeskripsikan fenomena dimana sifat tertentu objek adalah mempertahankan dengan baik skala dalam jarak maupun waktu. Maksudnya ada suatu fenomena dimana bila kita memotong suatu objek pada bagian yang kecil tubuhnya, memiliki bentuk yang serupa dirinya. Proses self-similar dapat didefinisikan menggunakan distribusi *heavy-tailed*, juga biasa disebut distribusi long-tailed. Distribusi *heavy-tailed* dapat digunakan untuk menggambarkan probability density yang mendeskripsikan proses trafik seperti waktu interarrival paket dan panjang *burst*.

Self-Similar ini muncul karena berasal dari pengiriman data yang berkarakter ON-OFF karena faktor proses encoding-decoding (CODEC). Voice CODEC pada jaringan komputer atau jaringan berbasis IP dapat ditransmisikan menggunakan 2 teknik:

1. Kecepatan bit rate yang konstan (G.711)
2. *Pause suppression circuit - active-passive method* (Metode ON-OFF)
 - pause mode with zero bit intensity
 - active mode with the compressed digital flow rate.

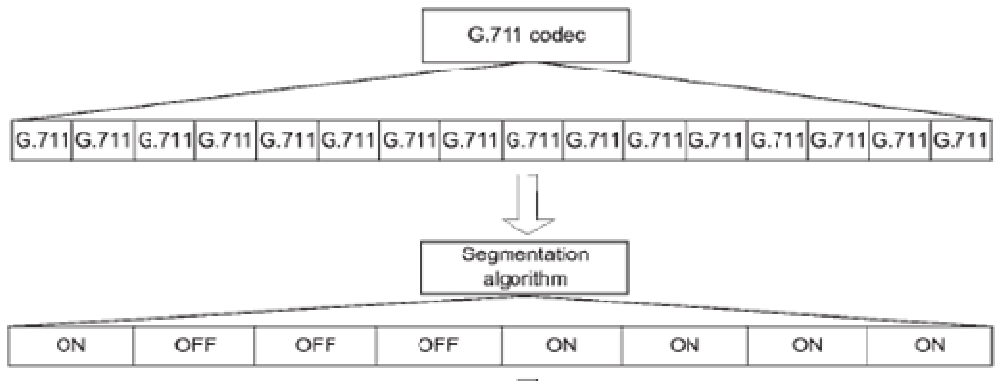


Gambar 3 Distribusi *Heavy-Tailed* pada *Self Similar*

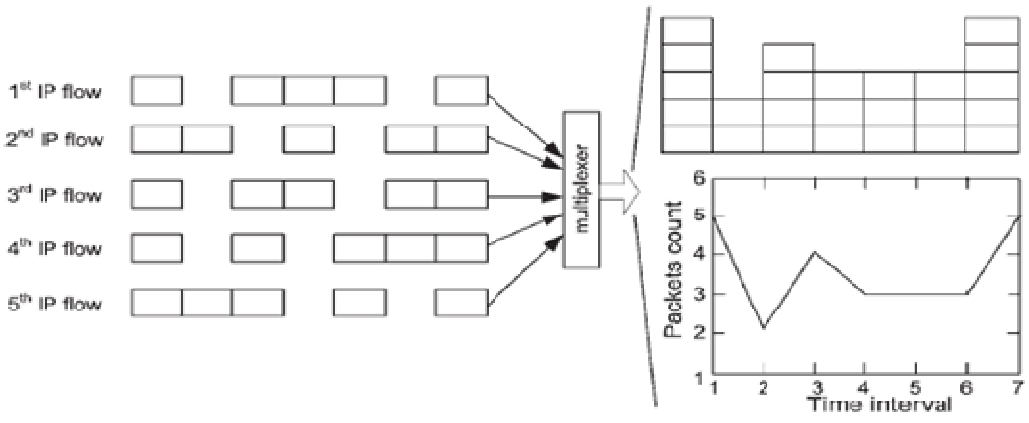
Pada jaringan *Internet Telephony*, CODEC yang sering digunakan adalah *hybrid codecs* seperti GSM6.10, G.723.1 dan G.729A. Sehingga VOIP dengan metode *on-off type codec* menjadi analisis utama dalam penelitian ini. Sehingga aliran data pada komunikasi VoIP akan lebih mendekati kepada aliran ON – OFF seperti yang terlihat pada gambar 4.

Agregasi trafik suara dapat dianggap sebagai superposisi dari banyak sumber ON/OFF yang berbeda seperti yang terlihat pada gambar 5. Yang dikirim dengan intensitas yang sama tetapi memiliki distribusi *heavy tail distribution*. Jika jumlah sumber ON/OFF tidak terbatas (*Infinite*) maka model mendekati atau konvergen menjadi FGN (Fractional Gaussian Noise). Fractional Gaussian Noise dapat digunakan untuk simulasi trafik VOIP agregat.

Beberapa penelitian telah melakukan pengukuran dan pengujian terhadap komunikasi data VoIP pada jaringan IP. Hasil penelitian yang mereka lakukan ternyata menunjukkan bahwa karakteristik trafik yang berdistribusi Poisson tidak lagi relevan. Adapun pada kriteria tertentu karakteristik trafik IP lebih mendekati pada konsep *self-similarity*. Hasil pengujian yang dilakukan oleh Rahmana [8] dapat terlihat pada gambar 6.



Gambar 4 Aliran Data Hasil Proses CODEC yang mendekati model ON-OFF

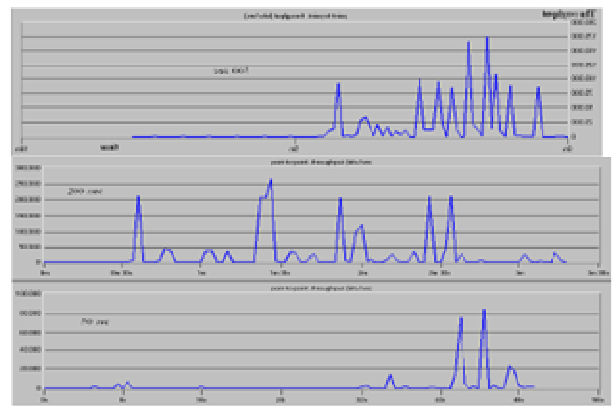


Gambar 5 Aliran Data Hasil Proses CODEC yang mendekati model ON-OFF

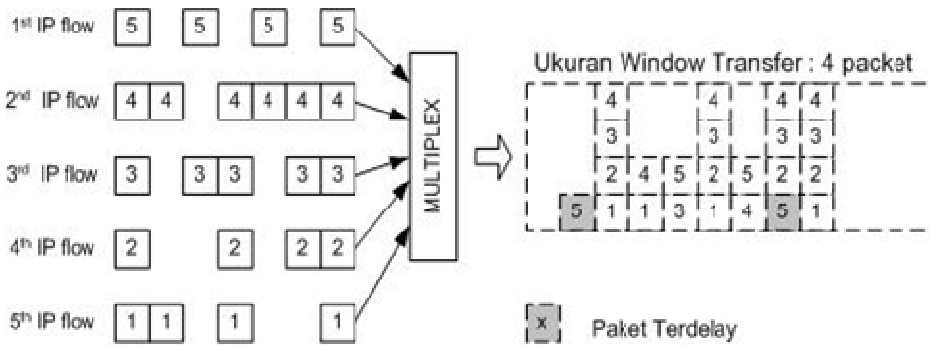
B. Model Penentuan Tarif untuk Jaringan Berbasis IP

Penelitian ini mengembangkan metode penentuan tariff dari *cost-based pricing* menuju ke arah *traffic-based pricing*. Salah satu alasan dari penggunaan *traffic-based pricing* mengingat bahwa dalam proses interkoneksi antar jaringan IP dimana elemen jaringan yang terlibat tidak lagi milik salah satu pihak tetapi lebih dari satu pihak. Pada metode ini diasumsikan bahwa metode penjaminan kualitas suara atau kompresi suara tergantung pada CODEC yang digunakan. Gambaran dari model penentuan tariff ini dapat dilihat seperti pada gambar 7.

Pada gambar 7 terlihat terdapat 5 pengguna yang akan diswitch dan dimultiplexing untuk dikirakan secara serial. Asumsi ukuran window pengiriman paket adalah sebanyak 4 paket.



Gambar 6 Hasil Pengukuran Trafik yang menunjukkan Konsep *Self Similarity*



Gambar 7 Model Penentuan Tarif Berdasarkan Karakteristik Jaringan

Secara teoritis model penentuan tariff ini mengasumsikan bahwa pengguna yang mendapatkan layanan terbaik akan mendapatkan harga normal. Yang dimaksud layanan terbaik dalam konteks ini adalah antara lain :

- Tidak terdapat paket yang tertunda / terdelay karena kapasitas window dari perangkat switch. Parameter ini dapat disebut sebagai *delay* dalam QoS.
- Tidak terdapat paket yang hilang karena tidak tertampung dalam buffer yang dimiliki oleh perangkat switch. Parameter ini dapat disebut sebagai *loss*.

Prinsip selanjutnya adalah pengguna akan mendapatkan diskon atau pengurangan harga jika terdapat paket yang mengalami *delay* dan/atau paket yang mengalami *loss*. Sehingga formula penentuan tariff yang berlaku adalah :

$$T = N.R - \sum_{d \in D} t_D \cdot C_D \cdot R - L \cdot C_L \cdot R \quad (1.1)$$

T = tarif (uang)

N = jumlah paket yang terkirim dan berhasil (paket)

R = harga/rate untuk tiap paket yang dikirim secara normal (uang/paket)

$\sum_{d \in D} t_D$ = total paket yang terdelay selama selang waktu tertentu (paket)

L = jumlah paket yang hilang atau loss (paket)

C_D = besarnya potongan harga per paket jika paket mengalami delay (%)

C_L = besarnya potongan harga per paket jika paket mengalami loss (%)

Sebagai contoh jika diberikan tarif dasar Rp 10,00 / per paket dan diskon untuk paket delay adalah 20% sedangkan untuk paket loss adalah 40%. Maka pengguna 1,2,3 yang mengirimkan 5 paket akan membayar sebanyak 5 x Rp 10,00 = Rp 50,00 untuk percakapan yang ia kerjakan. Dan untuk pengguna 4 yang mengirimkan 6 paket akan membayar sebesar Rp 60,00. Berbeda dengan pengguna 5, yang mengirimkan 4 paket seharusnya membayar Rp 40,00. Tetapi karena tidak mendapatkan jaminan layanan yang bagus maka pengguna tersebut akan mendapatkan keringan harga sehingga tarif yang dibayar hanya sebesar :

$$2 \times \text{Rp } 10,00 + (80\% \times 2 \times \text{Rp } 10,00) = \text{Rp } 20,00 + \text{Rp } 16,00 = \text{Rp } 36,00.$$

Dilihat dari pembagian, pentariffan semacam ini lebih realistis dan adil terutama bagi pengguna 5 karena kurang mendapatkan kualitas layanan yang bagus maka ia berhak mendapatkan tariff yang lebih murah.

Bagi sisi operator, secara pendapatan operator mengalami kerugian karena terdapat pengurangan. Tetapi hal ini akan menjadi bahan pertimbangan operator untuk lebih memberikan service level yang lebih baik. Terlihat juga bahwa utilitas jaringan semakin baik tetapi belum menjamin akan memberikan service level yang baik. Salah satu hal yang dapat dikerjakan oleh operator untuk meningkatkan kualitas layanan adalah dengan menaikkan ukuran window atau dalam praktisnya adalah dengan meningkatkan kecepatan rate transmisi data pada switchingnya.

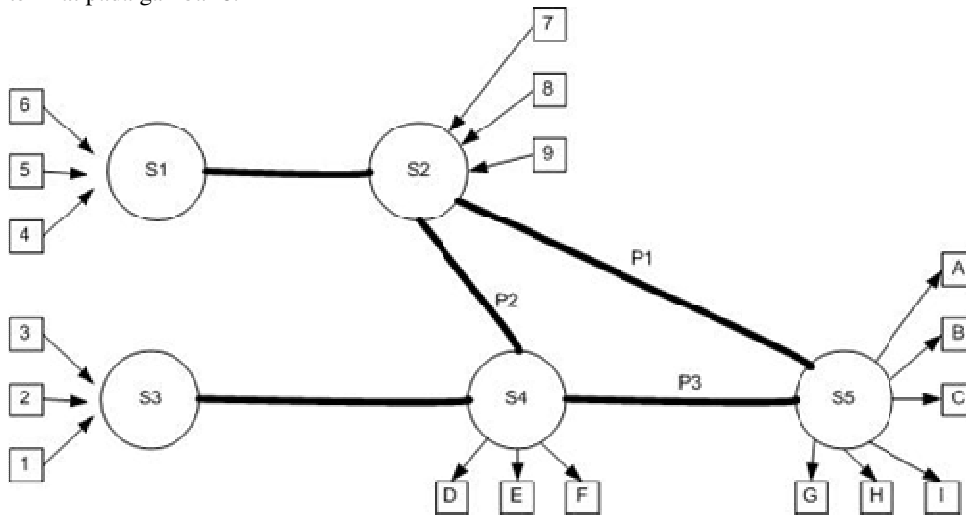
Model perhitungan ini mengkombinasikan antara banyak paket yang dikirimkan dengan parameter performansi jaringan. Adapun jika dikaitkan dengan metode *time-based* maka jika diasumsikan bahwa semakin lama percakapan akan semakin banyak menggenerate paket maka faktor waktu dapat dikatakan mempunyai hubungan linear juga dengan tarif.

C. Model Optimasi Jaringan

Jika pada teknik *cost-based* optimisasi dilakukan dengan cara mencari jalur dalam hal ini jalur terpendek dengan tujuan untuk meminimasi elemen jaringan yang dilewati untuk mengurangi biaya penggunaan jaringan.

Adapun untuk metode yang dikembangkan dalam penelitian ini sama juga berupaya untuk mencari rute tetapi rute alternatif dengan tujuan untuk meminimasi tingkat delay dan/atau *packet loss*. Dalam hal ini beberapa protokol routing yang bisa mengamati jalur sibuk dan mencari rute alternative dapat digunakan.

Teknik *load balancing* untuk routing untuk membagi sumber daya jaringan ke banyak pengguna dengan pembagian yang seimbang sangat diperlukan untuk memperoleh tariff yang semakin murah. Sebagai contoh jika jalur P1 ternyata sedang sibuk maka perangkat S2 akan mengarahkan percakapan dari S1 lewat jalur alternative P2-P3 seperti yang terlihat pada gambar 8.



Gambar 8 Contoh Optimasi Jaringan

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan model penentuan tarif yang lebih mengacu kepada kondisi trafik dibandingkan harus melihat berapa banyak atau berapa jauh elemen jaringan yang dilewati. Model yang digunakan adalah tetap mempertimbangkan banyak paket yang dikirimkan tetapi juga menambahkan faktor performansi dari jaringan yang digunakan. Model penentuan tariff ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bahwa dalam penentuan tariff tidak hanya bergantung kepada faktor volume, waktu atau jumlah elemen jaringan yang digunakan tetapi juga memperhatikan faktor performansi. Jika mendapatkan layanan yang bagus maka berhak untuk memperoleh trafik yang wajar begitu sebaliknya. Metode ini akan mendorong persaingan layanan yang lebih sehat dan menguntungkan pelanggan dibanding tariff flat.

REFERENSI

- [1] Haryadi S, "An Exact Approach for Cost-Based FWA Networks Optimization", Proceeding of TSSA 2006 Seminar ISSN 1907-9591, p.44-51, (2006)
- [2] Haryadi S, "Cost-Based FWA Networks Optimization", Proceeding of MoMM 2006 Symposium ISBN 9783-85603-216-8, 585-590, (2006)
- [3] Haryadi S, "Telecommunication Network Operator Charging Plan Strategy To Cope With Cost Based Interconnection Regulation", Proceeding of the International Conference on Electrical Engineering and Informatics ISBN 978-979-16338-0-2
- [4] Haryadi S, "Mobile Switching Centre Processing Capacity Computations", Seminar Proceeding-International Wireless Symposium, 21 September 2005, Allborg, Denmark.
- [5] Haryadi S, "Mobile Multimedia Teletraffic Switching Processing Time", Seminar Proceeding - Mobile Multi Media, 19 September 2005, Kuala Lumpur - Malaysia
- [6] Haryadi S, "Evaluasi Optimasi Jaringan Antrian M/M/N pada backbone Interkoneksi dengan Pendekatan Cost-Based". Proceeding Electrical Power, Electronics, Communication, Control and Information Seminar, 16 Mei 2006.
- [7] Hamatos J, Jutner A, Szentesi, A, "Cost-Based UMTS Transport Network Topology Optimisation", Traffic Lab-Ericsson Telecommunication Ltd., Budapest-Hungary, 1 April 1999
- [8] Jin. N et al, "Dynamic Congestion-Based Pricing of Bandwidth and Buffer", IEEE Journal Transaction on Networking, December 2005 Volume 13, ISSN 1063-6692, p 1233-1246
- [9] Jin. N et al, "Dynamic of Usage-Priced Based Pricing Communication Networks: The Case of Single Bottleneck Resources", IEEE Journal Transaction on Networking, October 2005 Volume 13, ISSN 1063-6692, p 1041-1053
- [10] Mitra D, Wang.Q, "Stochastic Traffic Enggining for Demand Uncertainty and Risk-Aware Network Revenue Management", IEEE Journal Transaction on Networking, April 2005 Volume 13, ISSN 1063-6692, p 221-233
- [11] Rahmana Nana, Praditya Dhata, "Analisis dan Simulasi Model Trafik Next Generation Network",
- [12] Roy A - Dutta (2000). The Cost of Quality in Internet-style Networks. IEEE Spectrum, September 2000.

- [13] Suhardi et al, "Peningkatan Jaminan QoS dengan Penerapan Routing Adaptive pada Jaringan Generasi Lanjut Mesh Networks"
- [14] Shi et al, "Load Balancing for Parallel Forwarding", IEEE Journal Transcation on Networking, August 2005 Volume 13, ISSN 1063-6692. p 790-801
- [15] Sheluhin I Oleg et al, "Self-Similiar Process in Telecommunications", John Wiley & Sons
- [16] Weber S et al, "Rate Adaptive Mutlimedia Streams : Optimization and Adminisstion Control", IEEE Journal Transcation on Networking, December 2005 Volume 13, ISSN 1063-6692. p 1275-1288
- [17] Yuen et al, "Price-Based Rate Control in Random Access Network", IEEE Journal Transcation on Networking, October 2005 Volume 13, ISSN 1063-6692. p 1027-1040
- [18] Y.Xu, R.Guerin, "Individual QoS Versus Aggregate QoS : A Loss Performance Study", IEEE Journal Transcation on Networking, October 2005 Volume 13, ISSN 1063-6692. p 1027-1040