

ANALISIS DATA SHARING TERDISTRIBUSI BERDASAR POLA JUMLAH N-USER UNTUK TEKNIK MANAJEMEN JARINGAN

S.N.M.P. Simamora¹, R. P. Butarbutar²

¹Departemen T. Telekomunikasi, STEI (Sekolah Teknik Elektro dan Informatika), ITB
Jl. Ganesha No. 10, Bandung 40116

²PUSDITEK (Pusat Studi Teknologi Nirkabel dan Bergerak) Politeknik TELKOM
Jl. Telekomunikasi No.1, Ters. Buah Batu, Bandung 40257
Email : snmpsimamora@students.itb.ac.id¹, puseditekpolitel@gmail.com²

ABSTRACT

A network management techniques are needed to obtain regularity and equitable access in appropriate area of computer network usage rules set, so that the resources provided by the network properly distributed to each client computer-host terminal. One simple method for implementing network management technique is to divide the average every resource available to a number of client computer-host. In this research has been carried out using naturally distribution model in network management techniques for each increment n- number patterned of users. The methods used in this research is a quantitative measurement with utilizing the tools that have the ability to be able to observe the data traffic in real-time. The results showed a significant change in line with changes in the amount of n-user throughput parameter values and end-to-end delay.

Keywords : End-To-End Delay, Throughput, Network Management, N-Users Pattern Model

ABSTRAK

Teknik manajemen jaringan dibutuhkan untuk mendapatkan keteraturan dan akses merata dalam suatu area jaringan komputer sesuai rules yang ditetapkan sehingga pemakaian sumber daya yang disediakan oleh jaringan terdistribusi dengan baik ke setiap terminal host-computer client. Salah satu metode yang sederhana untuk implementasi teknik manajemen jaringan adalah dengan membagi rata setiap sumber daya yang tersedia kepada sejumlah host-computer client. Dalam penelitian ini telah dilakukan teknik manajemen jaringan menggunakan model distribusi secara alamiah untuk setiap pertambahan n-jumlah user secara terpola. Dan metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif dengan pengukuran memanfaatkan tools yang memiliki kemampuan untuk dapat mengamati trafik data secara real-time. Hasilnya menunjukkan ada perubahan signifikan seiring dengan perubahan jumlah n-user terhadap nilai parameter throughput dan end-to-end delay.

Kata kunci : End-To-End Delay, Throughput, Manajemen Jaringan, Model Pola N-Jumlah User

PENDAHULUAN

Efisiensi dan efektivitas penggunaan kanal data sangat dibutuhkan untuk mendapatkan penggunaan kanal dan akses setiap layanan berjalan secara optimal. Optimal dalam arti distribusi layanan disajikan berdasar kebutuhan dengan memperhatikan kapasitas dan kapabilitas penyediaan layanan dan infrastruktur jaringan. Berdasar [1], untuk sejumlah *host-computer* yang sedang

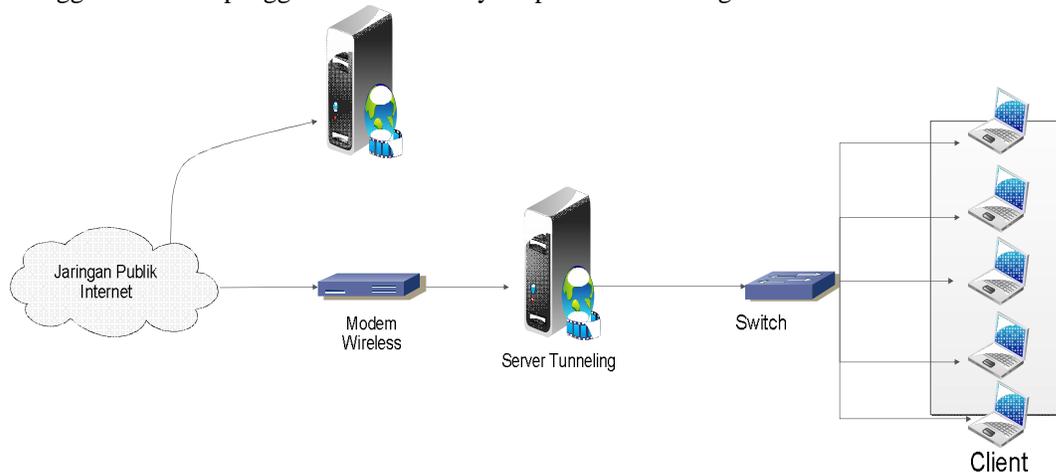
mengakses pada suatu jaringan komputer maka beban jaringan meningkat secara linier dengan setiap penambahan n *host-computer*. Artinya, dibutuhkan teknik untuk mengatur dan merencanakan penyediaan layanan serta penggunaan kanal data oleh *end-user* dalam *local area network* yang disajikan.

Dasar Teori

Teknik pengalamatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah IPv6, dengan maksud untuk melakukan penelitian lebih lanjut pengembangan IPv6 terlebih dengan penerapan manajemen *bandwidth* dalam jaringan privat yang dibangun. Jumlah *host-computer* yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak lima *client*, dimana dilakukan *policy scenario* pembagian *bandwidth* secara terpola berdasar jumlah *client*. Alhasil nantinya jumlah *client* semakin banyak, maka QoS yang dihasilkan di sisi *end-user* juga semakin kecil.

Dalam penelitian ini, ada dua parameter QoS yang digunakan yakni *throughput* dan *delay*. Setiap pengujian dilakukan terpisah untuk masing-masing QoS yang digunakan. Berdasar [2], *throughput* berbanding terbalik dengan *delay*; *delay* yang dimaksud pada penelitian adalah *end-to-end delay*, yakni waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan *packet-data* dari satu *node* ke satu *node* tujuan yang diamati di sisi penerima. *Tools* yang digunakan untuk mendapatkan kedua nilai parameter ini adalah Wireshark. Untuk melakukan translasi antar IPv4 dan IPv6, digunakan *tunneling* Tunnel Broker GogoClient v1.1; sedangkan *tools* yang bertanggung jawab dalam pengalamatan IPv6 di sisi *client* digunakan Radvd. Skenarionya adalah mengambil koneksi layanan *live TV-streaming* dari *internet*, lalu mendistribusikannya ke sejumlah terminal *client* dalam area jaringan privat.

Kelebihan IPv6 dibandingkan dengan IPv4 terletak pada besar serta lebarnya *overhead* dan *IP header*; ini memberi manfaat dalam teknik pengalamatan yang bersifat dinamis [3]. Disamping itu juga untuk lebih mengakomodir jumlah *client* yang semakin bertambah. Seperti telah diketahui bahwa tuntutan melayani jumlah *host-computer* yang semakin bertambah seiring dengan semakin ‘menjamur’-nya *hotspot* di setiap tempat hiburan, kampus, dan institusi kelembagaan lainnya. Oleh sebab itu dibutuhkan juga teknik distribusi layanan jaringan dan model pembagian koneksi pada area jaringan privat; tujuannya optimalisasi penggunaan kanal data dan layanan data yang diberikan sehingga efektivitas penggunaan sumber daya dapat terkelola dengan baik.



Gambar 1. Model dan Arsitektur Jaringan Yang Dikembangkan

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam hirarki tipe data multimedia yang umum digunakan dalam layanan jaringan, dikenal empat jenis (dimana semakin ke kanan, ukuran dan kompleksitas semakin besar):

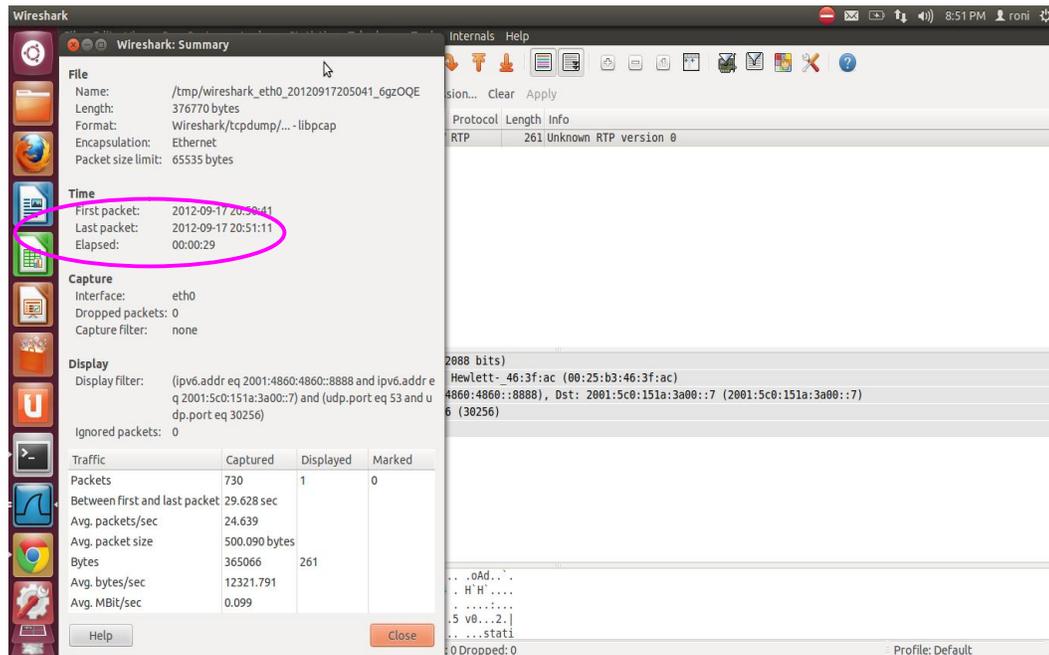
text << *audio* << *image* << *video*. Tipe data dasar pada *live TV-streaming* adalah *video*; *video* sendiri terenkapsulasi utama dari tipe data *audio* dan *image*. Dan kadangkala ada yang menyebutkan *video* merupakan *moving-image*. Saat sebuah data di-*streaming* maka dibutuhkan *resource* sebesar i bps (*bit per second*) untuk dialokasikan dalam menampung selebar z *bandwidth* kanal data. Jika i bps merepresentasikan tingkat *bit-rate* suatu data, maka berdasar [4] $i_{\text{text}} >> i_{\text{audio}} >> i_{\text{image}} >> i_{\text{video}}$ untuk z yang sama. Pada penelitian ini alasan dipilih *TV-streaming* sebagai layanan yang diujicoba adalah untuk mendapatkan nilai proporsional hasil pengujian jika menggunakan tipe data multimedia pada hirarki tertinggi kompleksitasnya.

```

root@berlian-HP-ProBook-4420s:/home/berlian# ifconfig eth0 up
root@berlian-HP-ProBook-4420s:/home/berlian# ping 6 2001:0:db8:beef:53::1
ping: unknown host 2001:0:db8:beef:53::1
root@berlian-HP-ProBook-4420s:/home/berlian# ping6 2001:0:db8:beef:53::1
PING 2001:0:db8:beef:53::1(2001:0:db8:beef:53::1) 56 data bytes
^[[A^[[A^[[B^X^Z
[1]+  Stopped                  ping6 2001:0:db8:beef:53::1
root@berlian-HP-ProBook-4420s:/home/berlian# ping6 2001:0:db8:beef:53::1
PING 2001:0:db8:beef:53::1(2001:0:db8:beef:53::1) 56 data bytes
^[[A^X^Z
[2]+  Stopped                  ping6 2001:0:db8:beef:53::1
root@berlian-HP-ProBook-4420s:/home/berlian# ping6 ipv6.google.com
PING ipv6.google.com(2404:6800:4003:802::1011) 56 data bytes
64 bytes from 2404:6800:4003:802::1011: icmp_seq=1 ttl=59 time=1055 ms
64 bytes from 2404:6800:4003:802::1011: icmp_seq=2 ttl=59 time=118 ms
64 bytes from 2404:6800:4003:802::1011: icmp_seq=3 ttl=59 time=119 ms
64 bytes from 2404:6800:4003:802::1011: icmp_seq=4 ttl=59 time=112 ms
^Z
[3]+  Stopped                  ping6 ipv6.google.com
root@berlian-HP-ProBook-4420s:/home/berlian#

```

Gambar 2. Ping IPv6 di Sisi Client



Gambar 3. Hasil Tampilan Capture Wireshark

Dalam hal pengambilan nilai dari Wireshark, untuk skenario jumlah *n-client*, setiap *client* melakukan akses secara bersama-sama dan Wireshark memiliki kemampuan untuk men-*capture* setiap trafik data yang berjalan secara real-time dan direkam per *session* sesuai kebutuhan.

Seperti sebelumnya telah disampaikan bahwa metode pengujian yang digunakan adalah kuantitatif melibatkan *tools* untuk mengukur parameter *throughput* dan *end-to-end delay*. Wireshark dijalankan di setiap terminal *client* dan akan secara *real-time* mengukur trafik *packet-data* yang melintas datang dan keluar dari *node* yang diamati.

Pola pembagian n-jumlah *user* yang diuji adalah 1, 3, dan 5; sehingga hipotesisnya ditetapkan, untuk jumlah n *user* semakin besar, maka nilai *throughput* semakin kecil dan *end-to-end delay* semakin besar. Setiap hasil untuk masing-masing parameter disajikan dalam bentuk tabel yang diukur masing-masing sebanyak lima kali pengujian. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil nilai yang lebih objektif, dan menghindari nilai ambigu serta bias.

Level keamanan yang ditawarkan pada IPv6 lebih baik khususnya pada *Network Layer*, sehingga dapat mencakup semua level aplikasi; dan hal ini berbeda dengan IPv4 yang terbatas bekerja pada lapisan aplikasi. Disamping itu IPV6 mendukung penyusunan *address* secara terstruktur sehingga memungkinkan jumlah *node* yang terhubung ke *internet* bisa terus meningkat dan berkembang dengan penyediaan kemampuan *routing* baru; dan hal ini tidak terdapat pada IPv4 [5]. Untuk diketahui bersama bahwa setiap layer-layer dalam model komunikasi data baik model OSI maupun model TCP/IP memiliki sifat dan karakteristik independen (tidak saling ketergantungan) antara lapisan satu dan yang lain [4][5][6].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan satu *client* sebanyak lima *host-computer*, masing-masing diukur parameter *throughput* dan *end-to-end delay* sebanyak lima kali pengujian, disajikan pada tabel 1 s.d 5.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Throughput Untuk Client-A

Pengukuran ke-i	Throughput (Kbps)
1	78.25
2	66.97
3	46.89
4	66.34
5	73.25
Rata-rata	66.34

Tabel 2. Hasil Pengukuran Throughput Untuk Client-B

Pengukuran ke-i	Throughput (Kbps)
1	67.49
2	58.105
3	57.06
4	28.11
5	79.76
Rata-rata	58.105

Tabel 3. Hasil Pengukuran Throughput Untuk Client-C

Pengukuran ke-i	Throughput (Kbps)
1	68.97
2	62.35
3	76.22
4	69.18
5	69.19
Rata-rata	69.182

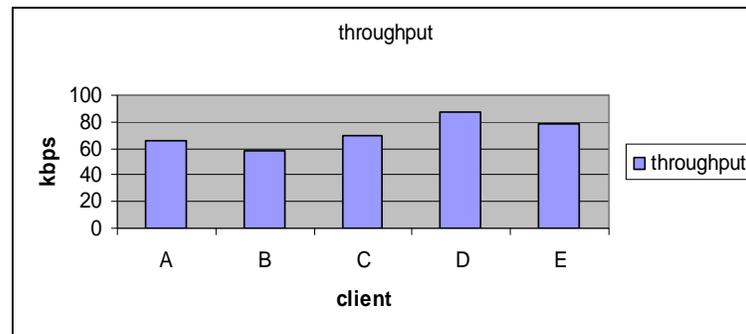
Tabel 4. Hasil Pengukuran Throughput Untuk Client-D

Pengukuran ke-i	Throughput (Kbps)
1	78.3
2	87.36
3	96.59
4	87.4
5	87.198
Rata-rata	87.3696

Tabel 5. Hasil Pengukuran Throughput Untuk Client-E

Pengukuran ke-i	Throughput (Kbps)
1	81.58
2	99.31
3	76.99
4	56.61
5	78.62
Rata-rata	78.622

Jika direpresentasikan kelima hasil *throughput* tersebut dalam grafik, maka terlihat pada gambar 2, nilai terendah *client-B* dan tertinggi *client-D*; dan rata-rata didapatkan 71.92Kbps.

**Gambar 4. Perbandingan Nilai Throughput Untuk Single-Client**

Selanjutnya pada tabel 6 s.d 10 menampilkan nilai *end-to-end delay* untuk satu *client* sebanyak lima dilakukan pengujian, dan hasilnya secara keseluruhan ditampilkan pada grafik gambar 5.

Tabel 6. Hasil Pengukuran End-To-End Delay Untuk Client-A

Pengukuran ke-i	end-to-end delay (detik)
1	0.322
2	0.477
3	0.477
4	0.528
5	0.454
Rata-rata	0.4516

Tabel 7. Hasil Pengukuran End-To-End Delay Untuk Client-B

Pengukuran ke-i	end-to-end delay (detik)
1	0.483
2	0.45
3	0.44
4	0.455
5	0.414
Rata-rata	0.4484

Tabel 8. Hasil Pengukuran End-To-End Delay Untuk Client-C

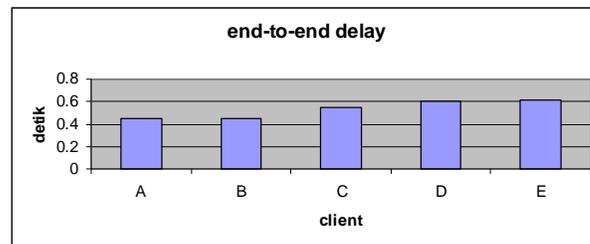
Pengukuran ke-i	end-to-end delay (detik)
1	0.437
2	0.969
3	0.475
4	0.405
5	0.449
Rata-rata	0.547

Tabel 9. Hasil Pengukuran End-To-End Delay Untuk Client-D

Pengukuran ke-i	end-to-end delay (detik)
1	0.535
2	0.449
3	0.461
4	0.779
5	0.8
Rata-rata	0.6048

Tabel 10. Hasil Pengukuran End-To-End Delay Untuk Client-E

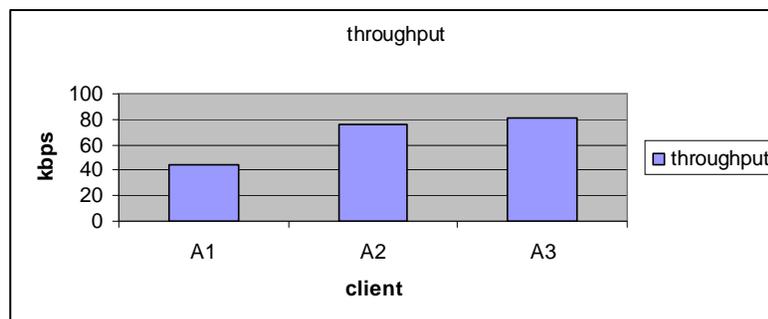
Pengukuran ke-i	end-to-end delay (detik)
1	0.637
2	0.24
3	0.449
4	1.385
5	0.333
Rata-rata	0.6088

**Gambar 5. Perbandingan End-To-End Delay Untuk Single-Client**

Jika direpresentasikan kelima hasil *end-to-end delay* tersebut dalam grafik, maka terlihat pada gambar 5, nilai terendah *client-B* dan tertinggi *client-E* (relatif sama dengan *client-D*); dan rata-rata didapatkan 0.53 detik. Namun keadaan ini tidak bisa dibandingkan dengan gambar 4, seolah-olah *throughput* dan *end-to-end delay* tidak masuk dalam hubungan berbanding terbalik; hal ini beralasan karena kedua parameter ini tidak bersumber pada relasi yang memiliki hubungan satu dengan yang lain saat diambil menggunakan Wireshark. Semata-mata tujuannya untuk memperlihatkan perubahan nilai pada pola n-jumlah *client*.

Tabel 11. Hasil Pengukuran Throughput Untuk Tiga Client

Pengukuran ke-i	Throughput (Kbps)		
	Client-A1	Client-A2	Client-A3
1	69.74	41.96	66.22
2	71.61	59.39	60.39
3	33.93	102.81	117.32
4	39.5	81.08	87.24
5	4.47	94.72	74.31

**Gambar 6. Perbandingan Nilai Throughput Untuk Tiga Clients**

Tabel 12. Hasil Pengukuran End-To-End Delay Untuk Tiga Client

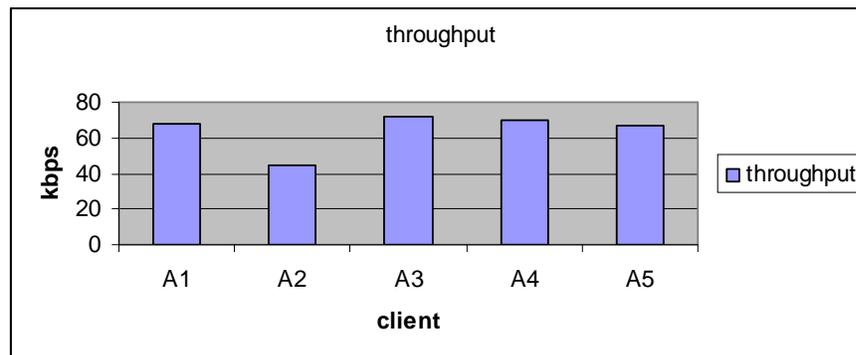
Pengukuran ke-i	end-to-end delay (detik)		
	Client-A1	Client-A2	Client-A3
1	0.475	0.468	0.602
2	0.687	1.943	0.488
3	0.539	0.46	0.435
4	0.458	0.461	0.426
5	0.859	0.45	0.551

Nilai rata-rata yang didapatkan dari tabel 12 sebesar 0.62 detik. Bila dibandingkan dengan hasil pada gambar 5, maka terjadi kenaikan nilai *end-to-end delay*, walaupun perubahannya tidak terlalu signifikan, setelah layanan dan jaringan dibagi penggunaannya secara bersama-sama pada sejumlah *client*. Berdasar [6] banyak faktor yang mempengaruhi fluktuasi *delay* pengiriman sebuah transfer data, dan salah satu terbesar adalah *congestion* dan *collision* (di sisi kanal data) dan beban komputasi (di sisi *node/terminal client*). Beban komputasi dinyatakan dalam satuan detik (*second*).

**Gambar 7. Perbandingan End-To-End Delay Untuk Tiga Clients****Tabel 13. Hasil Pengukuran Throughput Untuk Lima Client**

Pengukuran ke-i	Throughput (Kbps)				
	Client-A1	Client-A2	Client-A3	Client-A4	Client-A5
1	57.78	36.8	51.93	67.83	90.25
2	92.22	44.3	67.58	62.71	53.1
3	89.2	47.57	104.02	63.09	56.1
4	36.79	49.11	70.02	88.05	65.19
5	64.48	46.28	64.43	66.61	70.59

Nilai rata-rata yang didapatkan dari tabel 13 sebesar 64.24 Kbps. Bila dibandingkan dengan hasil pada gambar 6, maka terjadi penurunan nilai *throughput* setelah layanan dan jaringan dibagi penggunaannya secara bersama-sama untuk jumlah *client* yang lebih banyak dibandingkan sebelumnya.

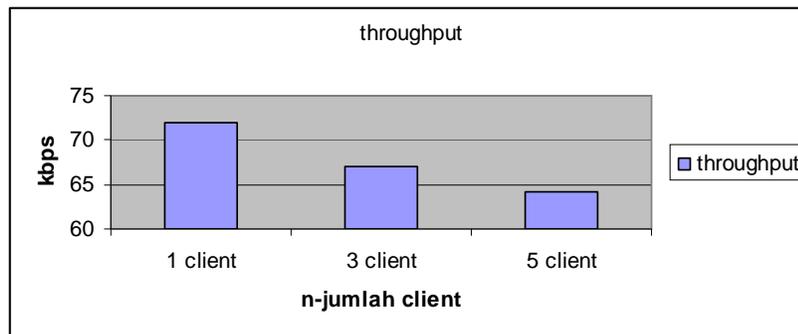
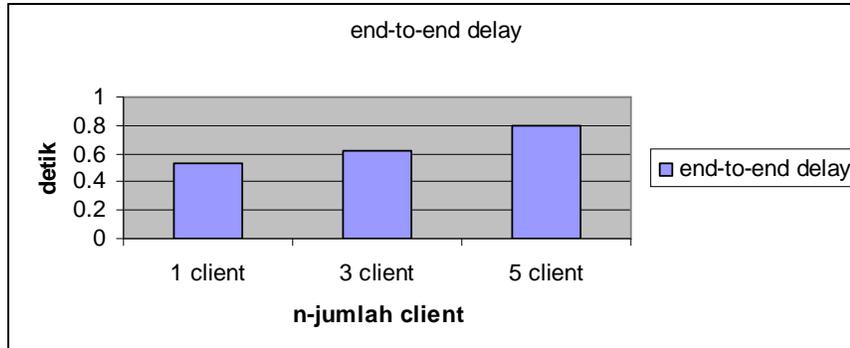
**Gambar 8. Perbandingan Nilai Throughput Untuk Lima Clients**

Tabel 14. Hasil Pengukuran End-To-End Delay Untuk Lima Client

Pengukur an ke-i	end-to-end delay (detik)				
	Client-A1	Client-A2	Client-A3	Client-A4	Client-A5
1	0.754	0.466	0.546	1.469	0.862
2	0.941	0.466	0.656	1.028	0.926
3	0.799	0.502	0.54	0.638	0.489
4	0.854	0.623	0.805	1.428	0.466
5	0.737	0.544	1.236	1.664	0.453

Nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 0.80 detik; bila dibandingkan dengan gambar 7 cukup memberi peningkatan signifikan dengan kondisi penambahan jumlah *client*.

Untuk memperlihatkan perbandingan nilai *throughput* dan *end-to-end delay* dengan pola penambahan n-jumlah *client*, ditunjukkan pada gambar 9 dan 10.

**Gambar 9. Perbandingan Throughput Untuk Pola Penambahan Jumlah N-Client****Gambar 10. Perbandingan End-To-End Delay Untuk Pola Penambahan Jumlah N-Client**

Apabila diperhatikan hasil akhir dari pengujian yang dilakukan menggunakan teknik distribusi data untuk pola jumlah *n-user* didapatkan hubungan relasi sesuai teori [7] antara *throughput* dan *delay*; dimana untuk n-jumlah *client* semakin meningkat menyebabkan *throughput* semakin kecil dan *delay* semakin besar. Namun jika berdasar nilai yang didapatkan pada *end-to-end delay*, secara khusus memberi perbedaan < 0.1 detik; dan ini jika didekati menggunakan level pengamatan *end-user*, waktu tersebut sangat mendekati singkat; namun untuk lapisan *hardware* ini memberi arti tidak sesingkat di sisi *end-user*. Terlebih bila disadari bahwa laju *bit-rate* kanal data sudah mendekati satuan dasar Mbps (*Mega bit per second*). Penerapan IPv6 pada pengujian ini menunjukkan hasil yang baik terlebih layanan *live TV-streaming* 'di-linking' menggunakan IPv4 dari jaringan publik *internet* dan didistribusikan menggunakan pengalamatan bersifat privat dengan IPv6. walaupun dalam penerapan di lapangan tidak serta-merta setaktis dan sesederhana penerapan IPv4 pada jaringan privat; namun hasilnya menunjukkan layanan dapat berjalan dengan baik dan terdistribusi ke setiap terminal-*client* dalam jaringan.

Hal ini juga telah sesuai dengan [4][6] bahwa trafik kanal data semakin menurun seiring dengan penambahan jumlah *host-computer client* secara linier, sehingga dibutuhkan *policy* lebih lanjut untuk pengaturan jumlah *bandwidth* yang dialokasikan kepada setiap *user*.

KESIMPULAN

Untuk menerapkan pengalamatan IPv6 pada pengalamatan jaringan jenis privat harus membutuh elemen translasi apabila layanan jaringan diambil dari jaringan publik *internet*. Dan untuk menerapkan pengalamatan IPv6 tersebut, maka dibutuhkan satu *node* khusus sebagai titik temu pusat dari sejumlah *node-node* jaringan yakni *gateway* yang akan mempertemukan pengalamatan IPv6 yang digunakan oleh *client*. Oleh sebab itu sejauh ini kemampuan translasi secara langsung antara IPv4 dan IPv6 tidak dapat dilakukan, namun harus menggunakan *node* mediasi yang disebut dengan model *tunneling*.

Untuk mendapatkan nilai *throughput* pada suatu kanal data jaringan dapat menggunakan parameter UDP-streaming jika layanan yang diamati bersifat *multimedia-streaming* seperti: *audio* atau *video*; atau parameter lain sepanjang satuan pengukuran dinyatakan dalam *bit per second (bps)*. Hal ini dapat dilakukan sepanjang hasil akhir yang diinginkan adalah pola pengamatan perubahan parameter tersebut dihubungkan dengan penambahan atau pengurangan dari jumlah *node* dalam jaringan; dan hal ini demikian juga berlaku pada parameter QoS sejenis seperti *delay* bahkan *jitter*.

Fluaktuasi nilai pada *throughput* dan *end-to-end delay* rentan terjadi selama layanan yang berjalan secara streaming dan bersifat cenderung *real-time*. Hal ini berdasar disebabkan kondisi fluaktuasi dipengaruhi oleh trafik kanal data atau jaringan serta kondisi *state* dari *node* pada jaringan tersebut.

Dibutuhkan kebijakan pengaturan ukuran sumber daya (*resources*) yang teralokasikan kepada setiap terminal-*client* apabila jaringan harus mengakomodir dan melayani jumlah permintaan layanan yang semakin besar; sehingga teknik manajemen jaringan menjadi solusi optimal untuk pendistribusian dan pembagian setiap permintaan layanan yang dikirimkan oleh *client* kepada *server*. Namun nilai QoS yang didapatkan di sisi *end-user* bergantung kepada besaran *bandwidth* yang dapat diperoleh oleh *gateway* jaringan dari *provider internet*. Dan yang pasti hubungannya adalah perubahan nilai *bandwidth* pada *gateway* jaringan bersifat linier dengan nilai QoS di sisi kanal jaringan dan terminal-*client*.

SARAN

Keterbatasan penelitian ini terdapat pada jumlah terminal-*client* yang belum representatif dan perbedaan spesifikasi NIC (*Network Identification Card*) yang dimiliki; walaupun secara teori diakui perbedaan spesifikasi teknis *hardware* tidak memberi pengaruh terlalu signifikan terhadap nilai dan jalannya sistem yang dikembangkan. Di samping itu juga dalam tahapan pengukuran membutuhkan alokasi tenaga dan waktu yang tidak sedikit agar nilai yang didapatkan terhindari dari faktor humanitas dan bias pengamatan; walaupun dalam pengukurannya melibatkan *tools* yang bekerja secara digital. Lalu untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa diterapkan pada topologi bersifat dinamis seperti MANET (*Mobile Ad-hoc Network*), VANET (*Vehicular Ad-hoc Network*), atau WSN (*Wireless Sensor Network*); dan membandingkan hasilnya menggunakan *tools* simulator seperti: NS2 atau OMNET.

Di samping itu kondisi ideal pada setiap terminal jaringan, baik perangkat *backwarding/fowarding devices* (dalam hal ini *modem, switch*) dan *host-computer* disadari belum terpenuhi, seperti: bebas dari *trojan, worm*, atau sejenisnya. Hal ini memungkinkan akan mempengaruhi skenario hasil pengujian yang dilakukan.

ACKNOWLEDGMENT - Ucapan terima kasih disampaikan kepada anggota PUSDITEK (Pusat Studi Teknologi Nirkabel dan Bergerak) Politeknik TELKOM untuk dukungan infrastruktur dan tenaga dalam pengerjaan penelitian ini khususnya pada saat pengujian dan implementasi dilakukan; juga kepada Laboratorium Elektronika Politeknik TELKOM Bandung.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] D. G. Reina, etc. "Route duration improvement in wireless sensor and actuator networks based on mobility parameters and flooding control". EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking. 2012.
- [2] S.N.M.P. Simamora, F. Sofyan, A. Sularsa. "Teknik Manajemen Jaringan pada Distribusi Layanan Informasi & Komunikasi serta FTP sebagai Dukungan Business-Solution untuk WARNET". Proceedings, SITIA2012 T.Elektro-ITS Surabaya. ISSN : 2087-331X
- [3] R. Mazumder, M. B.. M iah Alam, Md. A. Habib. "Comparative Study of IPv4 and IPv6". International Journal of Mobile & Adhoc Network Vol1 issue 3 Nov 2011: hal.334-338.
- [4] A. Capone, J. Elias, F. Martignon, G. Pujolle. "Dynamic Resource Allocation in Communication Networks". International Federation for Information Processing. 2006: hal.892-903.
- [5] S. Rajan, etc. "Advanced Routing Technology For Fast Internet Protocol Network Recovery". (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, Vol. 9, No. 7, July 2011.
- [6] M. Chaitou, G. Hebuterne, H. Castel. "Improving Bandwidth Efficiency in a Multi-service Slotted Dual Bus Optical Ring Network". International Federation for Information Processing. 2006: 765-777.
- [7] I. Peksens, V. Zagursky. "Computer Network and System Remote Management". IEEE Journal 2003: hal.535-540.