

KINERJA TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL (TCP) PADA JARINGAN WIRELESS DI PT.INDOSAT

Rosita Febriani¹, Eka Susanti²
Politeknik Nebegri Sriwijaya, Palembang
e-mail: tata_az@gmail.com : *Eka_susanti76@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Protocol TCP/IP pada awalnya dirancang untuk jaringan kabel sehingga performansinya pada jaringan kabel lebih bagus dibandingkan dengan pada jaringan tanpa kabel (wireless). Namun dengan semakin berkembangnya jaringan wireless mendorong para peneliti untuk mencari solusi bagaimana meningkatkan performansi TCP pada jaringan wireless. Dalam tesis ini diuraikan hasil studi dan analisis mengenai performansi beberapa jenis TCP yang sudah dikenal, dengan berdasarkan pada beberapa data indicator performansi seperti paket loss, delay dan throughput. Adapun data tersebut diambil dengan studi kasus pada jaringan wireless di PT Indosat di Palembang dengan mengambil beberapa sampel. Berdasarkan analisis data tersebut akhirnya disimpulkan bahwa dari beberapa jenis TCP, maka yang memberikan performansi paling bagus adalah TCP Sack yang merupakan singkatan dari TCP Selective Acknowledgment, di mana rata-rata prosentase perbaikan paket loss TCP Sack terhadap TCP lainnya adalah sebesar 3,74 % dan rata-rata prosentase perbaikan delay TCP Sack terhadap TCP lainnya adalah sebesar 2,43%.

Kata kunci : *Wireless wireless, TCP, kinerja, paket loss, delay, throughput.*

ABSTRACT

Protocol TCP/IP was originally designed for wired network so that its performance on the cable network is better than on the network without wires (wireless). But with the growing development of wireless networks encourages researchers to find solution show to improve the performance of TCP in wireless network. In this thesis described the results of the study and analysis of the performance of several types of TCP which are well known, with some data based on performance indicators such as packet loss, delay and throughput. The data were taken with a case study in wireless network in PT Indosat in Palembang by taking several samples. Based on the analysis of the data is finally concluded that of several types of TCP, then that gives the best performance is TCP Sack, which stands for Selective TCP acknowledgment, where the average percentage improvement of TCP packet loss on TCP Sack others amounted to 3.74% and average percentage improvement of TCP Sack TCP delay other is at 2.43%.

Keywords: *Wireless wireless, TCP, kinerja, paket loss, delay, throughput.*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Penggunaan jaringan wireless sebagai bagian dari internetwork semakin pesat sejalan dengan perkembangan teknologi di bidang jaringan wireless. Jaringan selular wireless awalnya didesain untuk mensupport suara, tetapi kemudian digunakan pula untuk komunikasi data. Kelebihan dari jaringan wireless dibandingkan dengan jaringan kabel terutama adalah masalah biaya infrastruktur dan masalah fleksibilitas. Namun di sisi lain, performansi internet protocol pada jaringan wireless masih lebih rendah daripada performansi internet protocol pada jaringan kabel (wired network) menurut beberapa sumber^[6]. Penyebab utamanya adalah bahwa TCP (Transmission Control Protokol) bekerja kurang efisien di dalam jaringan wireless, di mana protocol TCP/IP memang pada awalnya dirancang untuk jaringan kabel, di mana jaringan kabel ini menyediakan komunikasi end to end yang reliable antara node-node dan menjamin urutan paket-paket yang dikirim serta tersedianya mekanisme flow control dan error control. Sejauh mana performansi dari TCP ini di dalam jaringan

wireless menjadi topik yang akan dibahas oleh penulis dengan mengambil contoh kasus pada jaringan wireless di PT. Indosat di Palembang.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah di sini adalah bagaimana tingkat performansi dari TCP (atau beberapa jenis TCP) di dalam jaringan wireless berdasarkan data seperti throughput, delay dan paket loss untuk suatu link melalui suatu router atau gateway, sehingga perlu dilakukan suatu penelitian untuk mendapatkan TCP yang sesuai pada jaringan wireless dengan contoh kasus di jaringan wireless PT. Indosat.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah meliputi:

1. Menginisialisasi, menganalisa dan menginterpretasikan situasi jaringan yang ada sekarang di PT. Indosat di Palembang.
2. Adanya upaya untuk mengoptimalkan performansi pelayanan jaringan di PT. Indosat di Palembang.

1.4. Tujuan dan Manfaat

– Tujuan

Pada tesis ini, tujuan dari penelitian adalah untuk melakukan uji kinerja TCP pada jaringan wireless dan menganalisa dan membandingkan performansi throughput dan delay end to end protocol dari TCP pada jaringan wireless di PT. INDOSAT untuk berbagai jenis topologi jaringan.

– Manfaat

Menyediakan beberapa pengertian yang mendalam pada tujuan Performansi TCP pada Jaringan wireless di PT.INDOSAT. Selanjutnya mempelajari bagaimana kinerja TCP pada jaringan wireless dengan perbandingan paket loss dan delay end to end.

1.5. Metode Pembahasan

Jaringan tanpa kabel sebenarnya tidak sesulit sistem kable network bahkan lebih mudah. Sistem jaringan WIFI atau Wireless tidak memerlukan penghubung cable network antar computer. Bila jenis coax atau UTP cable memerlukan kabel sebagai media tranfer, dengan Wireless network hanya dibutuhkan ruang atau space di mana jarak jangkau network dibatasi kekuatan pancaran signal radio dari masing masing computer.

Keuntungan dari sistem WIFI, pemakai tidak dibatasi ruang gerak dan hanya dibatasi pada jarak jangkauan dari satu titik pemancar WIFI. Untuk jarak pada sistem WIFI mampu menjangkau area 100feet atau 30M radius. Selain itu dapat diperkuat dengan perangkat khusus seperti booster yang berfungsi sebagai relay yang mampu menjangkau ratusan bahkan beberapa kilometer ke satu arah (directional). Bahkan hardware terbaru, terdapat perangkat dimana satu perangkat Access Point dapat saling merelay (disebut bridge) kembali ke beberapa bagian atau titik sehingga memperjauh jarak jangkauan dan dapat disebar dibeberapa titik dalam suatu ruangan untuk menyatukan sebuah network LAN.

Sebelumnya, perlu diketahui bahwa ada 2 cara menghubungkan antar PC dengan sistem Wireless yaitu Adhoc dimana 1 PC terhubung dengan 1 PC dengan saling terhubung berdasarkan nama SSID (Service Set Identifier). SSID sendiri tidak lain nama sebuah computer yang memiliki card, USB atau perangkat wireless dan masing masing perangkat harus diberikan sebuah nama tersendiri sebagai identitas.

Kedua jaringan paling umum dan lebih mudah saat ini dengan sistem Access point dengan bentuk PCI card atau sebuah unit hardware yang memiliki fungsi Access point untuk melakukan broadcast ke beberapa computer client pada jarak radius tertentu.

Sistem Adhoc

Adalah sistem peer to peer, dalam arti satu computer dihubungkan ke 1 computer dengan saling mengenal SSID. Bila digambarkan mungkin lebih mudah membayangkan sistem direct connection dari 1 computer ke 1 computer lainnya dengan menggunakan Twist pair cable tanpa perangkat HUB.

Jadi terdapat 2 computer dengan perangkat WIFI dapat langsung berhubungan tanpa alat yang disebut access point mode. Pada sistem Adhoc tidak lagi mengenal sistem central (yang biasanya difungsikan pada Access Point). Sistem Adhoc hanya memerlukan 1 buah computer yang memiliki nama SSID atau sederhananya nama sebuah network pada sebuah card/computer.

Dapat juga menggunakan MAC address dengan sistem BSSID (Basic Service Set Identifier - cara ini tidak umum digunakan), untuk mengenal sebuah nama computer secara langsung. Mac Address umumnya sudah diberikan tanda atau nomor khusus tersendiri dari masing masing card atau perangkat network termasuk network wireless. Sistem Adhoc menguntungkan untuk pemakaian sementara misalnya hubungan network antara 2 computer walaupun disekitarnya terdapat sebuah alat Access Point yang sedang bekerja.

SSID adalah nama sebuah network card atau USB card atau PCI card atau Router Wireless. SSID hanyalah sebuah nama untuk memberikan tanda dimana nama sebuah perangkat berada. BSSID adalah nama lain dari SSID, SSID diberikan oleh pemakai misalnya "pcsayang" pada computer yang sedang digunakan dan computer lainnya dibuatkan nama "pckamu". Sedangkan BSSID menggunakan basis MAC address. Jangan terlalu bingung dengan istilah baru tersebut. Bila sebuah koneksi wireless ingin saling berhubungan, keduanya harus menggunakan setup Adhoc. Bila disekitar ruangan terdapat perangkat Access Point, perlu diingatkan untuk mengubah **band frekuensi** agar tidak saling adu kuat signal yang memancar didalam suatu ruangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Infra Strukutre

Sistem Infra Structure membutuhkan sebuah perangkat khusus atau dapat difungsikan sebagai Access point melalui software bila menggunakan jenis Wireless Network dengan perangkat PCI card. Mirip seperti Hub Network yang menyatukan sebuah network tetapi didalam perangkat Access Point menandakan sebuah sebuah central network dengan memberikan signal (melakukan broadcast) radio untuk diterima oleh computer lain. Untuk menggambarkan koneksi pada Infra Structure dengan Access point minimal sebuah jaringan wireless network

memiliki satu titik pada sebuah tempat dimana computer lain yang mencari menerima signal untuk masuknya kedalam network agar saling berhubungan. Sistem Access Point (AP) ini paling banyak digunakan karena setiap computer yang ingin terhubung kedalam network dapat mendengar transmisi dari Access Point tersebut.

Access Point inilah yang memberikan tanda apakah disuatu tempat memiliki jaringan WIFI dan secara terus menerus mentransmisikan namanya - Service Set Identifier (SSID) dan dapat diterima oleh computer lain untuk dikenal. Bedanya dengan HUB network cable, HUB menggunakan cable tetapi tidak memiliki nama (SSID). Sedangkan Access point tidak menggunakan cable network tetapi harus memiliki sebuah nama yaitu nama untuk SSID.

2.2. Transmission Control Protocol (TCP)

TCP secara de facto telah menjadi protokol standard untuk memsatkan pengiriman paket end-to-end yang handal (reliable). Protokol TCP merupakan protokol layer yang mempunyai tugas untuk fungsi *flow control*, *congestion control* dan *error control*. *Flow control* adalah algoritma control untuk mencegah pengirim membanjir (*overrun*) penerima dengan informasi. Kontrol kongesti (*Congestion control*) adalah algoritma control untuk mencegah pengirim membuat *overload* jaringan atau merespon kondisi *overload* jaringan. Sedangkan *error control* adalah algoritma control untuk pemulihan karena kehilangan paket. Ketika sumber mengirimkan informasi maka *flow control* menjamin penerima dapat menerima informasi secepat yang dikirim, *congestion control* menjamin jaringan mengirimkan paket ke penerima dan *error control* akan meminta sumber mentransmisi ulang jika informasi rusak atau tidak diterima.

Algoritma control kongesti TCP untuk pertama kali diperkenalkan oleh Van Jacobson yang kemudian dikenal dengan TCP Tahoe. TCP ini berdasarkan mekanisme *sliding window* yang menerapkan algoritma AIMD (*Additive Increase Multiplicative Decrease*) untuk pembaharuan laju transmisi dari sumber daya jaringan yang tersedia. Dua variabel, yaitu *congestion window* (cwnd) dan *slow start threshold* (ssthresh), digunakan untuk menyamakan laju masukan TCP dengan *bandwidth* jaringan yang tersedia. Algoritma control kongesti ini memanfaatkan mekanisme AIMD, yang mana secara aditif meningkatkan cwnd untuk merebut *bandwidth* yang tersedia dan tiba-tiba cwnd berkurang ketika kapasitas jaringan habis dan mengalami kongesti yang ditunjukkan oleh kehilangan segmen, yaitu setelah waktu

habis (*timeout*) atau penerimaan duplikasi ACK (*acknowledgement*). Penerima menyediakan umpan balik ACK, dan dipakai oleh pengirim untuk mendeteksi *segments losses* dan sebagai konsekwensinya memperbaharui rate transmission. Pada awalnya TCP dirancang untuk laju jaringan kawat (*wired*) dengan laju kesalahan rendah, dengan asumsi bahwa semua packet losses disebabkan kongesti jaringan. Algoritma AIMD memastikan stabilitas jaringan tetapi tidak menjamin pembagian sumber daya jaringan adil.

Vegas TCP merupakan penelitian selanjutnya yang berusaha untuk meninggalkan paradigma *loss-driven* TCP dengan memperkenalkan mekanisme pendeteksian kongesti sebelum terjadinya kehilangan segmen. Vegas TCP menghitung perbedaan antara laju masukan aktual (cwnd/RTT) dan laju yang diharapkan (cwnd/RTTmin), dimana RTT adalah *round trip time* minimum yang diukur, untuk menyimpulkan atau menduga jaringan mengalami kongesti. Jika perbedaan adalah lebih kecil dari ambang batas α maka cwnd secara aditif ditingkatkan, sedangkan jika perbedaan adalah lebih besar dari batas β maka cwnd secara aditif dikurangi; akhirnya, jika perbedaan lebih besar dari α dan lebih kecil dari β maka jaringan dijaga tetap. Vegas TCP memastikan stabilitas jaringan tetapi tidak mampu mengambil *bandwidth* yang di *share* ketika berinteraksi dengan algoritma sehingga secara sistematis bentuk antrian yang menumpuk di jaringan.

Dalam dunia komputer dan era komunikasi seperti sekarang ini, protokol adalah hal terpenting yang mengatur bagaimana sebuah computer dapat berkomunikasi dengan computer lain. Dalam hal ini diperlukan dua protokol yang sama untuk menghubungkan antara kedua computer tersebut. Protokol ini pada dasarnya berfungsi sebagai bahasa yang digunakan oleh computer agar dapat berkomunikasi antar sesamanya.

Selain itu ada istilah lain yang selalu didengar sehubungan dengan jaringan, yaitu TCP (*Transmission Control Protocol*). TCP merupakan sekelompok protokol yang mengatur komunikasi data computer yang ada di internet. Komputer-komputer tersebut saling terhubung dan berkomunikasi melalui protokol ini. Karena menggunakan bahasa yang sama, yaitu TCP maka perbedaan jenis computer dan system operasi yang digunakan tidak menjadi kendala dalam komunikasi.

Dalam perkembangannya protokol TCP telah menjadi standar dalam jaringan komputer. TCP memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Protokol TCP dikembangkan dengan menggunakan standar protokol yang terbuka.

2. Standar protokol TCP dalam bentuk RFC (*Request For Comment*) dapat diambil oleh siapapun tanpa biaya.
3. TCP dikembangkan tidak tergantung pada sistem operasi dan perangkat keras tertentu.
4. Pengembangan TCP dilakukan dengan konsensus dan tidak tergantung pada vendor tertentu.
5. TCP bersifat inndependen terhadap perangkat keras dan dapat dijalankan pada jaringan Ethernet, Token Ring, jalur telepon dial-up, jaringan X.25 dan pada jenis media transmisi apa pun.
6. Pengalamatan TCP bersifat unik dalam skala global.
7. TCP memiliki fasilitas routing yang memungkinkan untuk diterapkan pada interneteorking.
8. TCP memiliki banyak jenis layanan.

2.3. Network Access(Physical dan Data link layer pada model OSI)

Pada lapisan ini TCP/IP tidak mendefinisikan protokol yang spesifik. Artinya TCP/IP mendukung semua standar dan proprietary protokol lain. Adapun beberapa protokol – protokol pada model OSI adalah sebagai berikut:

PPP (Point to Point Protokol) merupakan protokol yang digunakan untuk Point to Point pada suatu network.

SLIP (Serial Line Interenet Protokol) merupakan protokol yang digunakan untuk sambungan serial.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengambil tempat di Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya dengan alamat Jl. Sriwijaya Negara - Bukit Besar - Palembang. Sedangkan waktu penelitian adalah dari bulan Oktober 2010 sampai dengan Januari 2011. Jenis penelitian ini tergolong *action research*, yaitu penelitian yang non hipotesa (tidak menguji hipotesa). Penelitian ini berusaha menyajikan secara jelas pokok-pokok persoalan yang diteliti yaitu memberikan suatu uraian yang deskriptif yang menggambarkan secara jelas, faktual, sistematis dan cermat pokok-pokok persoalan yang dijumpai dan akibat-akibatnya, dan kemudian mencari jalan keluarnya bagi pemecahan masalah-masalah yang dijumpai. Jenis data yang diperoleh adalah data primer dan data sekunder. Teknik analisis data yang digunakan adalah dengan analisa kuantitatif. Untuk data hasil pengukuran langsung, data dianalisis berdasarkan perhitungan statistik dan grafis, sedangkan data hasil kuesioner dianalisis secara statistik antara lain dengan menghitung rata-rata, distribusi frekuensi dan sebagainya,

yang pada akhirnya memberikan indikator yang membantu dalam mengambil kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Data Netflow dari PT. Indosat Palembang yang diamati selama 5 menit setiap hari selama hampir satu tahun yaitu dari tanggal 1 Januari 2010 sampai dengan 20 Oktober 2010 dikelompokkan berdasarkan jenis protokol, di antaranya adalah DNS, FTP, HTTP, ICMP, IMAP, IRC, NETBIOS, POP3, RDP, SMTP, SNMP, SSH dan TELNET dan yang lainnya. Dari data tersebut, hanya tiga kelompok yang memperlihatkan nilai data netflow yang tidak nol yaitu ICMP, DNS, dan yang dikelompokkan sebagai Other. Adapun yang dikelompokkan dengan nama Other di sini adalah protokol lainnya selain yang disebutkan di atas, dan inilah yang cukup mewakili netflow data di PT. Indosat. Bila diamati satu per satu, maka grafik netflow untuk ICMP, DNS dan Other.

ICMP (Internet Control Message Protocol) adalah mekanisme pelaporan error (erro reporting mechanism). ICMP hanya digunakan untuk melaporkan error ke original source. Jadi ICMP hanya memberi tahu original source mengenai error yang muncul. Dengan harapan network administrator akan memperbaiki kesalahan yang ada. Dari data yang ada, ICMP cukup bervariasi, dan bila diambil rata-ratanya adalah sebesar 31,525 Kbps.

DNS (Domain Name System) adalah sebuah sistem yang menyimpan informasi tentang nama host maupun nama domain dalam bentuk basis data tersebar (distributed database) di dalam jaringan komputer, misalkan: Internet. DNS menyediakan alamat IP untuk setiap nama host dan mendata setiap server transmisi surat (mail exchange server) yang menerima surat elektronik (email) untuk setiap domain. DNS menyediakan servis yang cukup penting untuk Internet, bilamana perangkat keras komputer dan jaringan bekerja dengan alamat IP untuk mengerjakan tugas seperti pengalamatan dan penjaluran (routing), manusia pada umumnya lebih memilih untuk menggunakan nama host dan nama domain, contohnya adalah penunjukan sumber universal (URL) dan alamat e-mail. DNS menghubungkan kebutuhan ini. Dari data yang ada, DNS hanya ada sebesar 603,469 Kbps pada tanggal 29 Juni 2011, sehingga bila dirata-ratakan selama waktu pengamatan memberikan nilai rata-rata sebesar 2,060 kbps.

Sedangkan kelompok Other memperlihatkan aliran data netflow yang sangat bervariasi selama masa pengamatan. Nilai rata-ratanya dapat dihitung sebesar 1.170,784 kbps. Dari ketiga

kelompok di atas, nilai rata-ratanya netflow datanya adalah sebesar 1.204,369 Kbps.

4.2. PEMBAHASAN

4.2.1. Analisis Paket Loss

Berdasarkan data sebelumnya,, khususnya untuk parameter paket loss, secara kasar dapat terlihat bahwa tcp yang memberikan performansi paling bagus di mana paket lossnya paling kecil adalah tcp sack. Sebagai contoh, pd link 1 (Lebong Siarang - Pusri), terlihat bahwa TCP yang memberikan performansi paling bagus yaitu paket loss paling kecil adalah tcp sack dengan nilai paket loss hanya 32,45283 paket. Sedangkan yang memberikan paket loss paling besar adalah TCP Reno yaitu sebesar 37,847222.

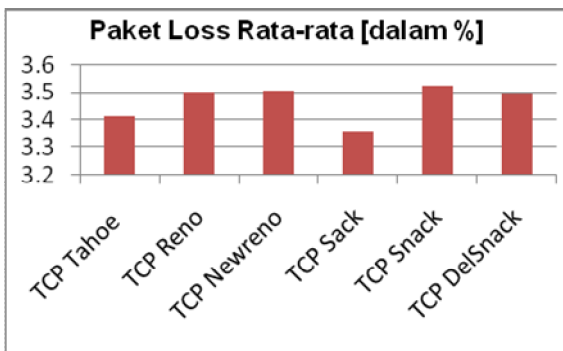
Untuk lebih akuratnya, dapat dihitung rata-rata paket loss masing-masing tcp dari kesembilan link yang diambil datanya.

Rata-rata paket loss untuk TCP Tahoe adalah
 $= (33,457249 + 33,457249 + 33,457249 + 34,513333 + 34,448085 + 34,499156 + 34,468085 + 34,468085 + 34,468085) / 9 = 34,13739733$

Dengan perhitungan yang serupa, maka rata-rata paket loss dari masing-masing TCP akan dihasilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Paket Loss Rata-rata

Link	PacketLoss [%]					
	TCP Tahoe	TCP Reno	TCP Newreno	TCP Sack	TCP Snack	TCP DelSnack
Link 1	3.345725	3.784722	3.645632	3.245283	3.556432	3.567833
Link 2	3.345725	3.484722	3.584722	3.245283	3.784722	3.684722
Link 3	3.345725	3.584722	3.684722	3.245283	3.763066	3.614722
Link 4	3.451333	3.458333	3.428333	3.404255	3.448333	3.423333
Link 5	3.444809	3.446809	3.436809	3.418803	3.439809	3.426809
Link 6	3.449916	3.459916	3.439916	3.404255	3.433116	3.441916
Link 7	3.446809	3.436809	3.439809	3.418803	3.431809	3.436809
Link 8	3.446809	3.442809	3.441309	3.418803	3.435209	3.431809
Link 9	3.446809	3.442309	3.441009	3.418803	3.431209	3.436709
Rata-rata paket loss	3.41374	3.504572	3.504696	3.35773	3.524856	3.496073



4.2.2. Analisis Delay Rata-rata

Berdasarkan data pada bab 4, khususnya untuk parameter delay, dapat terlihat bahwa tcp yang memberikan performansi paling bagus di mana paket lossnya paling kecil adalah tcp sack. Sebagai contoh, pada link 1 (Lebong Siarang -

Pusri), terlihat bahwa TCP yang memberikan performansi paling bagus yaitu paket loss paling kecil adalah tcp sack dengan nilai paket loss hanya 32,45283 paket. Sedangkan yang memberikan paket loss paling besar adalah TCP Reno yaitu sebesar 37,847222.

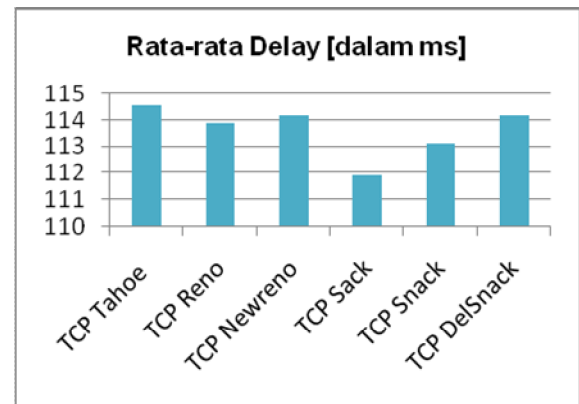
Untuk lebih akuratnya, dapat dihitung rata-rata paket loss masing-masing tcp dari kesembilan link yang diambil datanya.

Rata-rata paket loss untuk TCP Tahoe adalah
 $= (33,457249 + 33,457249 + 33,457249 + 34,513333 + 34,448085 + 34,499156 + 34,468085 + 34,468085 + 34,468085) / 9 = 34,13739733$

Dengan perhitungan yang serupa, maka rata-rata paket loss dari masing-masing TCP ditunjukkan pada lampiran.

Tabel 2 Delay Rata-rata [ms]

	Delay [ms]					
	TCP Tahoe	TCP Reno	TCP Newreno	TCP Sack	TCP Snack	TCP DelSnack
Link 1	110.8547	112.0545	114.0543	108.7176	113.1043	111.1043
Link 2	110.8687	113.0843	115.1043	108.7176	112.1043	114.1043
Link 3	110.8687	113.1043	112.1043	108.7176	114.1043	113.1003
Link 4	125.4323	120.6323	118.6323	113.0565	108.6323	118.6323
Link 5	113.0104	114.0101	112.0004	113.6104	113.0404	113.0054
Link 6	121.647	113.647	117.647	116.647	118.547	119.647
Link 7	105.7973	105.6973	105.7573	105.7763	105.7803	105.7743
Link 8	114.0076	114.0043	114.0072	114.0053	114.0044	114.0048
Link 9	118.5792	118.5372	118.4782	117.5792	118.4272	118.4102
Rata-rata delay	114.5629	113.8635	114.1984	111.8697	113.0827	114.1981



Tabel berikut memperlihatkan perbandingan hasil penelitian ini dengan standar yang ada.

Tabel 3 Perbandingan Data Tesis dengan Standar Rekomendasi

No.	Data Tesis	Standar	Ket.	
1	Delay	Delay		
	[dalam ms]	[dalam ms]		
	TCP Tahoe	114.5629	100 – 120	memenuhi
	TCP Reno	113.8635		memenuhi
	TCP New Reno	114.1984		memenuhi
	TCP Sack	111.8697		memenuhi
	TCP Snack	113.0827		memenuhi
	TCP DelSnack	114.1981		memenuhi
Rata-rata	113.6292	memenuhi		
2	Packet Loss	Packet Loss		
	[dalam %]	[dalam %]		
	TCP Tahoe	3.4137	5	memenuhi
	TCP Reno	3.5046		memenuhi
	TCP New Reno	3.5047		memenuhi
	TCP Sack	3.3577		memenuhi
	TCP Snack	3.5249		memenuhi
	TCP DelSnack	3.4961		memenuhi
Rata-rata	3.4669	memenuhi		
3	Throughput	Throughput		
	[dalam Kbps]	[dalam Kbps]		
	Others	1170.784	600 – 800	memenuhi
	ICMP	31.525		tdk memenuhi
	DNS	2.06		tdk memenuhi
	Sum	1,204.369		memenuhi

Tabel 4 Prosentase perbaikan Delay TCP Sack terhadap TCP yang lain

% Perbaikan Delay TCP Sack terhadap TCP Tahoe	2.35%
% Perbaikan Delay TCP Sack terhadap TCP Reno	1.75%
% Perbaikan Delay TCP Sack terhadap TCP Newreno	2.04%
% Perbaikan Delay TCP Sack terhadap TCP Snack	1.07%
% Perbaikan Delay TCP Sack terhadap TCP DelSnack	2.04%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

– Kesimpulan

1. Uji kinerja TCP pada jaringan wireless dengan studi kasus di PT. Indosat di Palembang memperlihatkan hasil yang cukup bagus, yaitu terlihat dari parameter berupa throughput, paket loss maupun delay.
2. Hasil analisis perbandingan performansi paket loss dan delay end to end protocol dari TCP pada jaringan wireless di PT. INDOSAT untuk berbagai link jaringan memperlihatkan nilai yang bervariasi untuk berbagai link dan jenis TCP.
3. Berdasarkan hasil analisis paket loss maka dapat disimpulkan bahwa TCP Sack memberikan performansi yang paling bagus karena paket loss-nya paling kecil. Adapun rata-rata prosentase perbaikan paket loss TCP Sack terhadap TCP lainnya adalah sebesar 3,74 %. Sedangkan berdasarkan hasil analisis delay maka dapat disimpulkan bahwa TCP Sack memberikan performansi yang paling bagus karena delay-nya paling kecil. Adapun rata-rata prosentase perbaikan delay TCP Sack terhadap TCP lainnya adalah sebesar 2,43%.
4. Berdasarkan perhitungan dan analisis terhadap data netflow selama hampir satu tahun pada

PT Indosat, dapat disimpulkan bahwa rata-rata data netflow adalah sebesar 1.204,369 Kbps, dan ini menggambarkan nilai throughput.

– Saran

Disini penulis menyarankan pengembangan lebih lanjut, dari rekan rekan sekalian agar dapat bermanfaat bagi perkembangan teknologi dimasa mendatang .

Daftar Pustaka

- [1] Bradner, S., & J. McQuaid. 1999, *Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices*. RFC 2544. Internet Engineering Task Force. March.
- [2] Cisco System. Inc, "Understanding Delay in Packet Voice Networks", USA, 2004.
- [3] Convery, S., D. Miller. 2001. *SAFE: Wireless LAN security in Depth*. Cisco Systems, Inc. December. Davies, J., 2001."Virtual Private Networking with windows 2000: Deploying Remote Access VPNs. Microsoft. August.
- [4] DelRe, M. 2000. *Microsoft Windows 2000 Server TCP/IP Core Networking Guide*". Redmond, Washington.
- [5] Erristhya Darmawan¹, Indra Purnama², Tomy Ihromi Rohmat Mahardika³, I Wayan S. Wicaksana⁴. *Bandwidth Manajemen Queue Tree vs Simple Queue*. Bekasi. 2011.
- [6] Gast, M. 2002, *Network Deployem, 802.11 Wireless Network: The definitive Guide*. O'Reilly. ISBN 0-596-00183-5.
- [7] Halpern, J., S. Convery, & R. Saville. 2001. *SAFE VPN: IPsec Virtual Private Network in Depth*. Cisco System Inc.
- [8] Hamzeh, K., G. Pall, W. Verthein , J. Taarud, W. Little, & G. Zorn. 1999. *Point to Point Tunneling Protocol (PPTP)*. RFC 2637, IETF. July.
- [9] Held, G. 2001. *The ABCs of IEEE 802.11*. IT professional, IEEE, Inc. Page(s):49-52. November.
- [10] Irma Noviandari¹, Rendy Munadi², Hafidudin³. *Implementasi Video Conference pada Jaringan SST Telkom dengan Protokol H.323 Berbasis Web*. Yogyakarta. 2007.
- [11] Iyad Al Khatib. 2003. *Performance Analysis of Wireless LAN Access Points*. Stockholm, Sweden.
- [12] Julie K. Petersen. 2002. *The Telecommunication ILLUSTRATED DICTIONARY*. CRC Press LLC.

- [13] P. Insap Santosa, 2002. "*Komunikasi Data*", Penerbit Andi Yogyakarta.
- [14] Riri Fitri Sari, Abdusy Syarif, dan Bagio Budiardjo. *Analisis Kinerja Protokol Routing Ad-hoc On-demand Distance Vector (AODV) pada Jaringan Ad-hoc Hybrid: Perbandingan Hasil Simulasi dengan NS-2 dan Implementasi pada Testbed dengan PDA*. Depok. 2008.
- [15] Windha Mahyaastuty. 2007. *Evaluasi Performansi Throughput dan Delay-end- to end pada transmission control protokol (TCP) dalam wireless mesh network (WMN)*, In Proceeding ITB, Bandung.