

## ANALISIS OPTIMASI KINERJA QUALITY OF SERVICE PADA LAYANAN KOMUNIKASI DATA MENGGUNAKAN NS-2 DI PT. PLN (PERSERO) JEMBER

**Yohanes Andri Pranata, Ike Fibriani, Satryo Budi Utomo**  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember  
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121, Jawa Timur  
e-mail: viona32joss@gmail.com

**Abstrak** -- *Quality of Service merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan yang terpasang dan juga merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu layanan. Dengan dibuatnya sistem pembayaran online yang terdapat di PT. PLN (Persero) Jember, layanan internet yang digunakan hendaknya harus memenuhi standar TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks). Maka diperlukan optimasi kinerja QoS sebagai salah satu cara untuk mengetahui seberapa besar kualitas layanan data yang harus dipenuhi. Parameter QoS yang digunakan untuk analisis layanan komunikasi data adalah jitter, packet loss, throughput, dan delay. Dari hasil analisis data menunjukkan bahwa pada jam sibuk (09.00-11.00 WIB) dan non sibuk (11.00-13.00 WIB) mendapatkan hasil rata – rata indeks QoS sebesar 2,125 dalam kategori “kurang memuaskan”. Dengan kapasitas bandwidth yang disediakan sebesar 3 Mbps. Kemudian dari hasil perhitungan optimasi bandwidth yang diperlukan sebesar 7,154 Mbps dan disimulasikan mendapatkan rata-rata indeks QoS yang sebesar 3,5 dalam kategori “sangat memuaskan”.*

**Kata kunci:** *Bandwidth, Delay, Internet, Jitter, Packet Loss, Quality of Service (QoS), TIPHON, Throughput*

**Abstract** -- *Quality of Service is a method of measurement of how well the network is attached and is also an attempt to define the characteristics and nature of the service. We make online payment system that is contained in the PT. PLN (Persero) Jember, internet services used should have to meet the standards TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks). It is necessary QoS performance optimization as one way to find out how much the quality of data services that must be met. QoS parameters used for the analysis of data communication services is jitter, packet loss, throughput, and delay. Data analysis showed that during peak hours (9:00 to 11:00 a.m. GMT) and the non-busy (11:00 to 13:00 GMT) to get the average QoS index of 2.125 in the category "less than satisfactory". Bandwidth capacity is provided by 3 Mbps. Then from the calculation of the necessary bandwidth optimization amounted to 7.154 Mbps and simulated get average QoS index of 3.5 in the category of "very satisfactory".*

**Keywords:** *Bandwidth, Delay, Internet, Jitter, Packet Loss, Quality of Service (QoS), TIPHON, Throughput*

### PENDAHULUAN

Komunikasi data merupakan salah satu teknologi telekomunikasi yang berkembang sangat pesat, khususnya pada implementasi IP (Permana, 2014) (Sanchi dan Tyagi, 2013). Layanan berbasis IP juga ikut merasakan dampaknya. Oleh karena itu komunikasi data juga mengalami akselerasi yang terus berkembang pesat. Dalam hal ini pengembangan juga dilakukan pada segala sistem yang membutuhkan layanan komunikasi berbasis internet. Salah satu sistem yang saat ini sedang dikembangkan adalah sistem pembayaran *online* yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Jember.

Pada sistem ini, pelanggan dengan mudah melakukan transaksi ataupun melakukan pengecekan status. Untuk menikmati layanan berbasis *online* tersebut dibutuhkan sebuah

jaringan *backbone* pendukung yang baik dan selalu tersedia setiap saat (Megawan, 2013). Jaringan *backbone* yang dimaksud adalah penyedia layanan *internet* yang mendukung proses pembayaran *online* ini dengan kapasitas yang diperlukan. Maka perlu tinjauan terhadap kualitas layanan *internet* yang sedang digunakan alam sistem tersebut dengan menggunakan standarisasi TIPHON, terutama pada parameter *Quality of Service (QoS)* (Yan, 2015) (Lubis dan Pinem, 2014) (Bahaweres et al., 2015).

QoS merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan yang terpasang dan juga merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu layanan (Yan, 2015). QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu

layanan. Parameter QoS yang digunakan untuk analisis layanan komunikasi data adalah *jitter*, *packet loss*, *throughput*, dan *delay*. Dengan menggunakan parameter QoS diatas akan diketahui kategori nilai indeks QoS layanan komunikasi data di PT. PLN (Persero) Jember saat ini. Hasil tersebut akan dilakukan pengukuran jaringan *internet* dan ditentukan nilai indeks parameternya. Kemudian hasilnya akan dianalisis agar dapat dioptimasi dan disimulasikan menggunakan NS-2. Sehingga nantinya akan ada saran untuk kualitas komunikasi data di PT. PLN (Persero) Jember.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Media Transmisi**

*Guided* media menyediakan jalur transmisi sinyal yang terbatas secara fisik, meliputi *twisted-pair cable*, *coaxial cable* dan *fiber optic cable*. Sinyal yang melewati media-media tersebut diarahkan dan dibatasi oleh batas fisik media. *Twisted-pair* dan *coaxial cable* menggunakan konduktor logam yang menerima dan mentransmisikan sinyal dalam bentuk aliran listrik. *Optical fiber* mentransmisikan sinyal data dalam bentuk cahaya.

Kabel *twisted-pair* terdiri atas dua jenis yaitu *shielded twisted pair* biasa disebut STP dan *unshielded twisted pair* (tidak memiliki selimut) biasa disebut UTP. *Shielded Twisted-Pair* memiliki spesifikasi sebagai berikut: kecepatan dan keluaran: 10-100 Mbps, biaya rata-rata per *node*: mahal media dan ukuran konektor: *medium* dan panjang kabel maksimum yang diizinkan 100 m (pendek). Sedangkan *Unshielded Twisted-Pair (UTP)* spesifikasi adalah sebagai berikut: kecepatan dan keluaran: 10-100 Mbps, biaya rata-rata per *node* murah, media dan ukuran kecil dan panjang kabel maksimum yang diizinkan 100m (pendek).

Sementara itu, *Coaxial Cable*, juga selalu digunakan dengan spesifikasi Kabel koaksial sebagai berikut: kecepatan dan keluaran 10 -100 Mbps, biaya rata-rata per *node* murah, media dan ukuran konektor: *medium* serta panjang kabel maksimum 200m (disarankan 180m) untuk *thin coaxial* dan 500m untuk *thick-coaxial*.

Terakhir adalah *Fiber Optic Cable*. Beberapa keuntungan kabel serat optic adalah Kecepatan jaringan-jaringan *fiber optic* beroperasi pada kecepatan tinggi mencapai *gigabits per second*, *bandwidth* mampu membawa paket-paket dengan kapasitas besar, sinyal-sinyal dapat ditransmisikan lebih jauh tanpamerlukan perlakuan “refresh” atau “diperkuat”, daya tahan kuat terhadap imbas elektromagnetik yang dihasilkan perangkat-perangkat elektronik seperti radio, motor, atau

bahkan kabel-kabel transmisi lain di sekelilingnya serta kabel-kabel *fiber optic* memakan biaya perawatan relatif murah.

**Topologi Jaringan**

Topologi jaringan komputer adalah suatu cara menghubungkan komputer yang satu dengan komputer lainnya sehingga membentuk jaringan. Jenis topologi yang dipilih akan mempengaruhi kecepatan komunikasi. Untuk itu perlu dicermati kelebihan/keuntungan dan kekurangan/kerugian dari masing-masing topologi berdasarkan kateristiknya.

Jenis topologi jaringan yaitu: Topologi *Ring*, Topologi *Bus*, Topologi *Star*, Topologi *Mesh* dan Topologi *Tree*.

**Quality of Service (QoS)**

*Quality of Service (QoS)* adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter QoS adalah *latency*, *jitter*, *packet loss*, *throughput*, *MOS*, *echo cancellation* dan PDD.

Untuk tabel kualitas QoS seperti dibawah ini:

Tabel 1. Indeks parameter QoS

Nilai	Persentase (%)	Indeks
3,8 – 4	95 – 100	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75 – 95,75	Memuaskan
2 – 2,99	50 – 74,75	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25 – 49,75	Buruk

(Sumber: TIPHON)

**Parameter – parameter Quality of Service (QoS)**

Untuk menentukan kualitas QoS dibutuhkan beberapa parameter pendukung diantaranya.

**Packet Loss**

Merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah bandwidth cukup tersedia untuk aplikasi aplikasi tersebut.

Tabel 2. Kategori Packet loss

Kategori Throughput	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Buruk	25	1

(Sumber: TIPHON)

Adapun persamaan yang digunakan adalah

$$Packet Loss = \frac{Y}{A} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

Y = *Packet* data dikirim – *Packet* data diterima

A = *Packet* data dikirim

### Delay

*Delay* adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Menurut TIPHON (Subekti, 2015), besarnya *delay* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 3. Kategori *Delay*

Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Buruk	>450	1

(Sumber: TIPHON)

Untuk persamaannya adalah sebagai berikut.

$$Delay = \frac{Packet Length}{Link Bandwidth} \quad (2)$$

### Jitter

*Jitter* atau variasi *delay*, berhubungan erat dengan *latency*, yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan. *Delay* antrian pada *router* dan *switch* menyebabkan *jitter*. Hal ini diakibatkan oleh variasi-variasi panjang antrian, waktu pengolahan data, dan waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan *jitter*. Terdapat empat kategori penurunan performansi jaringan berdasarkan nilai *peak jitter* sesuai.

Tabel 4. Kategori *Jitter*

Kategori Degradasi	Peak <i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 s/d 75	3
Sedang	75 s/d 125	2
Buruk	125 s/d 225	1

(Sumber: TIPHON)

Adapun persamaan yang digunakan adalah

$$Jitter = \frac{Total\ variasi\ Delay}{Total\ Paket\ diterima} \quad (3)$$

dan Total variasi *delay* = *Delay* – (rata – rata *delay*)

### Throughput

Yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu

tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut.

Tabel 5. Kategori *Throughput*

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<25	1

(Sumber: TIPHON)

Untuk persamaannya adalah sebagai berikut.

$$Throughput = \frac{Paket\ Data\ Diterima}{Lama\ Pengamatan} \quad (4)$$

### Mean Opinion Source (MOS)

Kualitas sinyal yang diterima biasanya diukur secara subjektif dan objektif. Metode pengukuran subjektif yang umum dipergunakan dalam pengukuran kualitas *speech coder* adalah ACR (*Absolute Category Rating*) yang akan menghasilkan nilai MOS. Tes subyektif ACR meminta pengamat untuk menentukan kualitas suatu *speech coder* tanpa membandingkannya dengan sebuah referensi. Skala rating umumnya mempergunakan penilaian yaitu berurutan – turut: *Excellent*, *Good*, *Fair*, *Poor* dan *Bad* dengan nilai MOS berturut – turut: 5, 4, 3, 2 dan 1. Kualitas suara minimum mempunyai nilai setara MOS 4.0.

Tabel 6. Kategori MOS

Kategori <i>Throughput</i>	Nilai	Indeks
Sangat Baik	5	4
Baik	4	3
Cukup	3	2
Kurang Baik	2	1
Buruk	1	0

(Sumber: TIPHON)

### Echo Cancellation

Untuk menjamin kualitas layanan *voice over packet* terutama disebabkan oleh *echo* karena *delay* yang terjadi pada jaringan paket maka perangkat harus menggunakan teknik *echo cancellation*. Persyaratan performansi yang diperlukan untuk *echo canceller* harus mengacu standar internasional ITU G.165 atau G.168.

### Post Dial Delay (PDD)

PDD (Post Dial Delay) yang diijinkan kurang dari 10 detik dari saat digit terakhir yang dimasukkan sampai mendapatkan *ringing back*.

### Faktor yang mempengaruhi QoS

Terdapat beberapa faktor pengganggu dalam jaringan yaitu, redaman, distorsi, dan *noise*.

**Model Perbaikan QoS**

Terdapat beberapa Perbaikan dalam meningkatkan performansi QoS yaitu, *best-effort service*, *integrated service*, dan *differential service*.

**Software Pengukuran**

Terdapat beberapa *Software* yang digunakan untuk proses pengukuran diantaranya, a. *Wireshark (32 bit)* (Banerjee et al., 2010) b. *Axence NetTools Pro. 5.0*

**Software Simulasi**

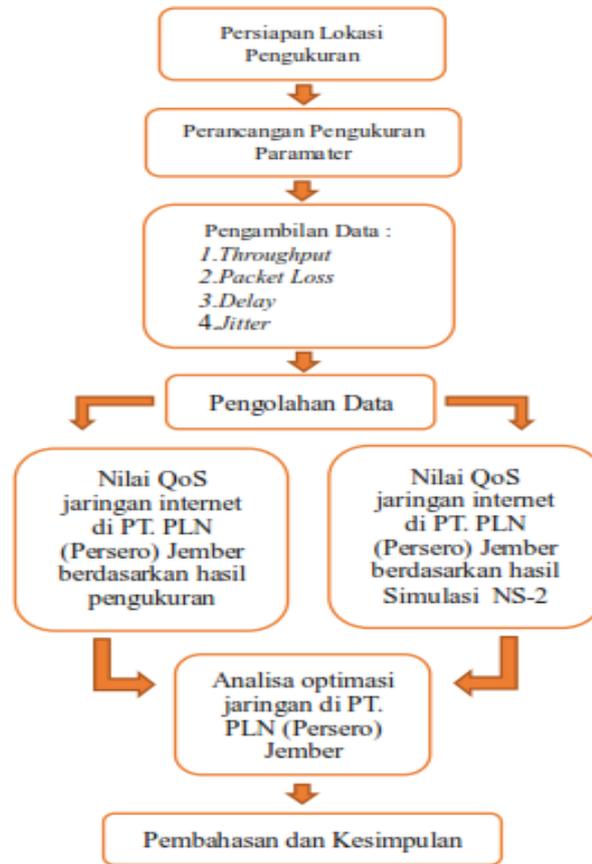
Untuk *software* simulasi yang digunakan adalah NS-2.31

**METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini pengambilan data dilakukan di PT. PLN (Persero) Jember pada bulan maret 2016. Prosedur penelitian yang dilakukan diperlihatkan pada Gambar 1.

Analisis kualitas jaringan internet dilakukan dengan membandingkan nilai QoS hasil penghitungan dengan nilai standart QoS yang telah baku (standart TIPHON) (NN, 2002). Data primer hasil pengukuran setiap parameter akan dianalisis dan dihitung sehingga didapatkan nilai rata-rata untuk setiap parameter.

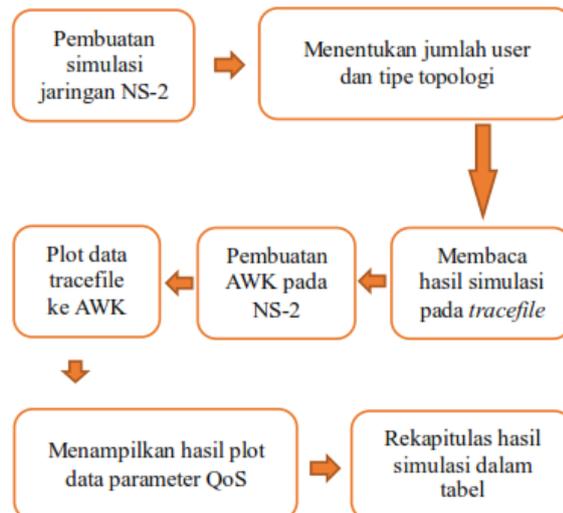
Pada awalnya, penghitungan dilakukan untuk masing-masing tempat pengambilan data. Setelah itu, akan dikalkulasi untuk mendapatkan rata-rata total untuk setiap parameter uji. Kemudian ditentukan nilai QoS total dengan cara mencari rata-rata dari akumulasi nilai QoS setiap parameter uji. Langkah selanjutnya adalah menentukan kualitas jaringan internet dengan cara membandingkan nilai QoS hasil penghitungan dengan nilai standard QoS yang telah baku (standart TIPHON). Kemudian nilai hasil perbandingan akan dilakukan optimasi dengan simulasi NS-2. Dengan memperhatikan hasil perhitungan kapasitas *bandwidth* yang diinginkan.



Gambar 1. Blok diagram penelitian

**Tahap Pengujian Simulasi NS-2**

Prosedur pengujian simulasi pada NS-2 diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan simulasi NS-2



Tabel 10. Rekapitulasi hasil parameter QoS pada jam sibuk (09.00-11.00 WIB) dan non sibuk (11.00-13.00 WIB)

Rekapitulasi Hasil Pengukuran QoS jam Sibuk dan Non sibuk				
No.	Kategori	Hasil Pengukuran QoS	Indeks	Standar TIPHON
1.	Sibuk	2,303119443	2	Kurang memuaskan
2.	Non Sibuk	0,946826378	2,25	Kurang memuaskan
<b>Total rata-rata</b>		<b>1,624972911</b>	<b>2,125</b>	<b>Kurang memuaskan</b>

Dari Tabel 10 diatas dapat diketahui bahwa semua tergolong dalam kategori kurang memuaskan sesuai versi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*)(Joesman 2008). Hasil nilai rata – rata indeks parameter yang dihasilkan sebesar 2,125.

Ada beberapa penyebab buruknya QoS (*Quality of Service*) jaringan internet di PT. PLN (Persero) Jember.

1. Tipe topologi

Berdasarkan topologi jaringan internet di PT. PLN (Persero) Jember yang menggunakan topologi *star*. Topologi ini mempunyai kelemahan dalam segi antrian trafik data. Ini disebabkan oleh *line transmission* yang digunakan untuk aliran data hanya terdapat satu kabel saja untuk setiap penghubung *hub*. Jadi, banyak data yang harus menunggu dan ditolak bila kapasitas *bandwidth* terpenuhi.

2. Distorsi

Pembagian *bandwidth* dari ICON (+) Mitra PLN alokasi sekitar 3 *Mbps* ke PT. PLN (Persero) Jember dengan pembatasan setiap *node* percabangan. Jika *user* yang aktif melebihi kuota *bandwidth*, maka pengurangan alokasi limit (*up to*) terjadi dan jika *user* selanjutnya ingin *login*, maka *bandwidth* yang didapatkan adalah sisa dari jumlah pemakaian *user* sebelumnya. Tak heran jika lalu lintas jaringan internet pada saat padat *user* maka *user* biasa diminta *me-reload page browser*, bahkan ada yang sampai gagal *login*.

**Optimasi QoS PT. PLN (Persero) Jember**

Dalam optimasi ini akan dilakukan perhitungan kebutuhan kapasitas Bandwidth yang seharusnya digunakan pada jaringan internet yang ada di PT. PLN (Persero) Jember.

a. *Bandwidth*

Hasil pengukuran *bandwidth* di PT. PLN (Persero) Jember saat ini diketahui sebesar 53,75 %, maka optimasi *bandwidth* yang dianjurkan adalah

$$\frac{3}{53,75} = \frac{x}{95}$$

$$x = 5,37 \text{ Mbps}$$

b. *Delay*

Hasil pengukuran *Delay* di PT. PLN (Persero) Jember saat ini diketahui sebesar 25%, maka optimasi *bandwidth* yang dianjurkan adalah

$$\frac{3}{25} = \frac{x}{95}$$

$$x = 11,4 \text{ Mbps}$$

c. *Jitter*

Hasil pengukuran *Jitter* di PT. PLN (Persero) Jember saat ini diketahui sebesar 75%, maka optimasi *bandwidth* yang dianjurkan adalah

$$\frac{3}{75} = \frac{x}{95}$$

$$x = 3,8 \text{ Mbps}$$

d. *Throughput*

Hasil pengukuran *Throughput* di PT. PLN (Persero) Jember saat ini diketahui sebesar 25%, maka optimasi *bandwidth* yang dianjurkan adalah

$$\frac{3}{25} = \frac{x}{95}$$

$$x = 11,4 \text{ Mbps}$$

e. *Packet Loss*

Hasil pengukuran *Packet Loss* di PT. PLN (Persero) Jember saat ini diketahui sebesar 75%, maka optimasi *bandwidth* yang dianjurkan adalah

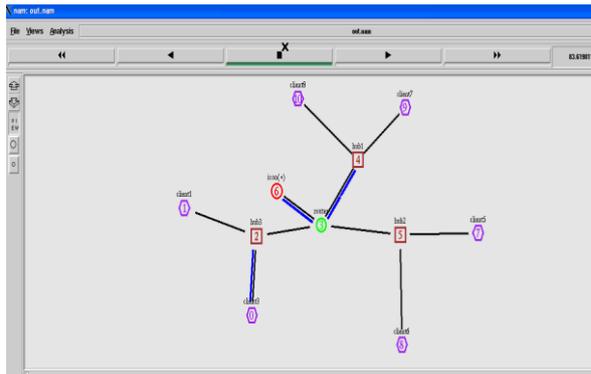
$$\frac{3}{75} = \frac{x}{95}$$

$$x = 3,8 \text{ Mbps}$$

Rata – rata total kapasitas *bandwidth* yang diharuskan untuk optimasi jaringan internet di PT. PLN (Persero) Jember adalah sebesar 7,154 *Mbps*.

**Pengujian Hasil Simulasi NS-2**

Dalam pengujian hasil simulasi NS-2 ini menggunakan data kapasitas *bandwidth* dari hasil perhitungan optimasi berdasarkan pengukuran di PT. PLN (Persero) Jember. Untuk simulasi ini juga memperhatikan dalam segi topologi dan faktor – faktor penghambat seperti *noise*. Karena dalam simulasi untuk menghasilkan data yang akurat maka harus mengkondisikan antara simulasi dengan keadaan nyata harus sama, meskipun dalam simulasi rugi – rugi redaman kabel tidak ada.

Gambar 4. Tampilan *Interface NAM* pada NS-2

Berdasarkan Gambar 4 diperoleh tiga keluaran hasil yang terdiri dari *out trace file*, *out nam*, dan *Monitorqueue*. Dari ketiga hasil keluaran yang dapat digunakan untuk bahan analisa adalah bagian *out trace file* dan *monitorqueue*. Untuk pengambilan data parameter QoS akan diperoleh dengan melakukan perhitungan terhadap hasil keluaran dan direkapitulasi dalam Tabel 11.

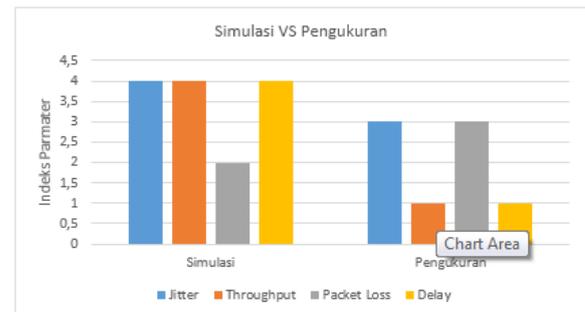
Tabel 11. Hasil Rekapitulasi Parameter – parameter QoS Hasil simulasi di NS-2

Sample Data (ke-)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Packet Loss (%)	Throughput (%)
1.	0,002119	0,795762	18,9	61,2
2.	0,797881	0,795762	19,9	81,5
3.	0,002119	0,094689	19,2	88,4
4.	0,096808	0,095764	19,7	90,8
5.	0,001044	0,000001	24,5	92,6
6.	0,001045	0	19,7	93,7
7.	0,001045	0	19,6	94,2
8.	0,001045	0	19,5	95
9.	0,001044	0,000001	19,5	95,5
10.	0,001045	0,000001	19,6	94,2
<b>Total Rata-rata</b>	<b>0,0905195</b>	<b>0,178198</b>	<b>20,01</b>	<b>88,71</b>
<b>Indeks Parameter</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Standar TIPHON</b>	<b>sangat bagus</b>	<b>sangat bagus</b>	<b>sedang</b>	<b>sangat bagus</b>

Berdasarkan Tabel 11 tentang rekapitulasi hasil simulasi data sample yang diambil sekitar 10 sample data. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil parameter yang diinginkan. Kemudian hasil itu menunjukkan indeks parameter yang sangat memuaskan dengan tinjauan standar TIPHON. Untuk indeks yang dihasilkan setiap parameter hanya pada bagian *Packet loss* saja yang mengalami kurang maksimal. Jika di persentasekan hanya mencapai 20,01% ini masih termasuk dalam kategori sedang. Sebagai dasar acuan pada hasil simulasi ini adalah kapasitas *bandwidth* yang digunakan setiap *link node*, yang diperoleh dari hasil perhitungan optimasi sebesar 7,154 Mbps. Faktor yang mempengaruhi nilai *packet loss* tidak

dapat maksimal adalah nilai batas *delay* yang dimasukkan dalam *script NS-2* sangat berpengaruh terhadap besarnya nilai persentase *packet loss*, begitupun sebaliknya. Besarnya nilai batas *delay* yang digunakan adalah sebesar 1ms dengan tipe penerimaan paket *Droptail*.

Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi NS-2 dengan hasil pengukuran dan perhitungan di PT. PLN (Persero) Jember saat ini.



Gambar 5. Grafik perbandingan hasil simulasi dan pengukuran

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan. Pertama, untuk pengukuran pada jam sibuk (09.00-11.00 WIB) didapatkan hasil rata-rata setiap parameter uji adalah *delay* sebesar 1,026361112s; *jitter* sebesar 0,042708333s; *packet loss* sebesar 7,5833333%; *throughput* sebesar 0,56 Mbps. Kemudian untuk pengukuran pada jam Non sibuk (11.00-13.00 WIB) didapatkan hasil rata-rata untuk setiap parameter uji adalah *delay* sebesar 1,017055551s; *jitter* sebesar 0,01391667s; *packet loss* sebesar 2,0833333%; *throughput* sebesar 0,6725 Mbps. Setelah itu, dapat dikatakan bahwa *Bandwidth* yang dibutuhkan berdasarkan hasil optimasi perhitungan QoS adalah sekitar 7,154 Mbps yaitu untuk setiap bagian *node* yang terhubung dengan ICON (+) berdasarkan rata-rata hasil dari parameter uji. Hasil perbandingan hasil simulasi dengan hasil pengukuran menunjukkan bahwa dengan perhitungan optimasi yang diperoleh dari hasil pengukuran di PT. PLN (Persero) Jember kemudian di simulasikan diperoleh hasil yang sangat memuaskan. Jadi antara perhitungan *bandwidth* yang dibutuhkan dengan hasil simulasi sangat *compatible*.

Pada hasil simulasi terdapat parameter uji yang mendapatkan hasil yang kurang maksimal adalah *Packet loss*. Ini dikarenakan tipe aliran paket yang digunakan oleh peneliti yaitu tipe *Droptail*. Paket ini mengalir dengan membuat antrian panjang, dimana untuk paket terakhir

yang tidak dapat antrian akan di buang. Selain itu, model perbaikan QoS yang cocok adalah *Integrated Service (IntServ)*. Dimana Model *Integrated Service (IntServ)* merupakan sebuah model QoS yang bekerja untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan QoS berbagai perangkat dan berbagai aplikasi dalam sebuah jaringan yang peka terhadap *delay* dan keterbatasan *bandwidth*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bahaweres, R., T. R. Budiman dan A. Adriansyah, Analisis Kinerja ISCSI Target pada Wireless LAN memakai Standar LIO. *SINERGI*. 2015; 19 (1): 25-30.
- Banerjee, U., A. Vashishtha, and M. Saxena. Evaluation of the Capabilities of WireShark as a tool for Instruction Detection. *International Journal of Computer Application*. 2010; 6 (7): 1-5.
- Lubis, Rahmad Saleh dan Maksum Pinem. Analisis *Quality of Service (QoS)* Jaringan Internet Di SMK Telkom Medan. *Jurnal Singuda Ensikom* 2014; 7 (3): 131-136.
- Megawan, Sunario. Pengaruh Densitas *Wireless Mobile Node* dan Jumlah *Wireless Mobile Node* Sumber Terhadap *PATH Discovery Time* Pada Protokol *Routing AODV*. *Jurnal SIFO Mikroskil*. 2013; 14 (1): 31-38.
- NN, TIPHON. *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON General Aspects of Quality of Service (QoS))*. 2002.
- Permana, Wahidin Huda. Analisis Layanan Kualitas Video *Streaming Multi service Acces Node (MSAN)* Pada PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. Area Network Jember. Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Jember. 2014.
- Sanchi, Pandey and V. Tyagi. 2013. *Performance Analysis of Wired and Wireless Network Using NS-2 Simulator*. *International Journal of Computer Application*. 2013; 72 (21): 38-44.
- Yan, J. QoS analysis based on ACO in WMSNs. *International Conference on Communication Technology*. 2015: 525-528.