

Performansi Layanan *Video Conference* Pada Jaringan *Wide Area Network* (WAN) Di Chevron Indonesia Company

Ardent Religian Putra,¹ Ir. Wahyu Adi P., M.Sc.², Dwi Fadilla K., ST., MT.²

¹Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, ²Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono167, Malang 65145, Indonesia

Email: ardent.religian@gmail.com

Abstrak -- Jaringan *Wide Area Network* (WAN) sangat cocok digunakan pada perusahaan sebesar Chevron Indonesia Company untuk menunjang layanan pertukaran informasi yang dapat diandalkan. Jaringan WAN mampu menghubungkan seluruh wilayah operasional Chevron Indonesia Company. Salah satu layanan yang digunakan oleh adalah *video conference*. Teknologi *video conference* yang sedang dikembangkan oleh Chevron Indonesia Company adalah *Personal Video*, dimana *video conference* dapat dilakukan dari ruang kerja dengan menggunakan PC.

Parameter *Quality of Service* (QoS) yang berupa *delay end-to-end* dan *packet loss* diukur pada saat sesi *video conference* antara Balikpapan dan Jakarta selama 15 menit, dengan bantuan *software Wireshark* dan hasil *Statistic* pada perangkat Polycom. Nilai *Mean Opinion Score* (MOS) diperoleh dengan dua metode: metode kuesioner berdasarkan opini *end user* dan metode matematis dengan pendekatan faktor kualitas transmisi (faktor R) berdasarkan faktor penurunan kualitas akibat *delay* (*Id*) dan *packet loss* (*If*) yang terjadi.

Dari hasil perhitungan didapat nilai *delay end-to-end* mencapai 428,3627509 ms, nilai tersebut dikategorikan buruk menurut standar ITU-T G.114, sehingga butuh pengembangan yang mendalam dalam penerapan teknologi ini kedepannya. Sedangkan nilai *packet loss* sebesar 0,265339966 % dan dikategorikan baik menurut standar TIPHON. Nilai MOS yang diperoleh dari hasil kuesioner adalah sebesar 3,75. Sebagai pembuktian, nilai MOS matematis adalah sebesar 3,86011907.

Menurut standar ITU-T P800, kedua hasil perhitungan MOS ini termasuk kategori C atau *acceptable*, yaitu kualitas *video conference* akan mengalami beberapa gangguan namun secara umum layanan lainnya akan baik-baik saja.

Kata Kunci— WAN, *Video Conference*, QoS, MOS

I. PENDAHULUAN

Wide Area Network (WAN) adalah konsep jaringan yang tidak dibatasi oleh keadaan geografis. Jaringan ini menghubungkan beberapa jaringan *Local Area Network* (LAN) yang meliputi area metropolitan, regional ataupun internasional

Chevron Indonesia Company menggunakan jaringan WAN untuk menyelenggarakan pertukaran data dan informasi antar kantor pusat hingga ke kantor cabang yang handal, cepat dan ekonomis. Salah satu layanan pertukaran informasi yang digunakan dalam perkantoran adalah *video conference*. *Video conference* merupakan layanan *real-time* yang mempertemukan dua pihak atau lebih dengan menggunakan jaringan internet, sehingga *user* yang saling terpisah lokasi dapat melakukan *meeting* secara *face-to-face*.

Salah satu teknologi *video conference* yang dikembangkan Chevron Indonesia Company adalah

teknologi *Personal Video*, dimana teknologi ini memungkinkan peserta *video conference* cukup melakukannya dalam ruang pribadi atau dimana saja dengan menggunakan PC *desktop* ataupun *laptop* pribadi.

Pada penelitian ini dilakukan analisis performansi teknologi *Personal Video* untuk *video conference* melalui jaringan WAN milik Chevron Indonesia Company. Parameter yang diukur meliputi *delay end-to-end* dan *packet loss*. Setelah itu kemudian dihitung besarnya nilai *Mean Opinion Score* (MOS) sesuai dengan standar ITU-T P800, baik secara langsung menurut opini responden (*end user*) dan juga menurut perhitungan matematis dengan menggunakan pendekatan *E-Model*.^[1]

Pengukuran parameter dilakukan dengan bantuan *software Network Analyzer Wireshark* pada salah satu *endpoint*. Penelitian ini dilakukan terbatas hanya pada *video conference* jenis *point-to-point*.

A. Konsep *Wide Area Network* (WAN)

Jaringan WAN menghimpun beberapa jaringan kecil dibawahnya, dalam hal ini adalah jaringan lokal pada daerah operasi Chevron Indonesia Company. Beberapa keuntungan dari penggunaan jaringan WAN adalah:

- Mencakup area yang luas hingga seluruh dunia
- *File transfer* dalam bentuk *e-mail* dapat dilakukan dengan cepat walaupun lokasi antara pengirim dan penerima saling terpisah jauh
- Membutuhkan waktu yang singkat dan biaya yang relatif murah untuk menghubungkan komputer yang berbeda area
- Pusat data (*server*) berada di satu lokasi

Perangkat yang digunakan untuk menyusun jaringan WAN meliputi:

1. *Router*: perangkat yang meneruskan paket data, menghubungkan dua atau lebih saluran data yang berbeda jaringan dan melakukan *routing*.



Gambar 1 Simbol *Router*
(Sumber: Cisco Module)

2. *WAN Optimizer (Steelhead)*: perangkat untuk meningkatkan performa pada jaringan WAN dan menjaga kestabilan *bandwidth* yang berkerja berdasarkan fungsi *caching*, kompresi, reduksi dan penyatuan data.



Gambar 2 Simbol Steelhead
(Sumber: Riverbed.com)

3. *Switch*: perangkat yang menghubungkan dua atau lebih komputer yang berada dalam satu segmen jaringan.



Gambar 3 Simbol Switch
(Sumber: Cisco Module)

4. *Virtual switch*: konsep yang digunakan pada jaringan Cisco dengan menggabungkan perangkat switch dengan *Virtual Switch Supervisor* (VSS).



Gambar 4 Simbol Virtual Switch
(Sumber: Cisco Module)

B. Teknologi Video Conference

Video conference adalah satu rangkaian dari perangkat interaktif yang memungkinkan dua atau lebih pengguna yang berlokasi terpisah untuk berkolaborasi dengan menggunakan kamera video serta melakukan percakapan suara dan pertukaran data secara *real-time*.^[2]

Teknik kompresi data dalam *video conference* disebut *CODEC*. *CODEC* terdiri atas *CODEC* audio dan video. Salah satu jenis *CODEC* yang digunakan adalah G.722.1 untuk audio dan H.264 untuk video.^[3]

Tabel 1 CODEC Audio dan Video

Audio Codec	Delay Codec
G.722.1	40 ms
Video Codec	Delay Codec
H.264/AVC	150 ms

(Sumber: Tandberg Module dan Cisco System, 2006)

C. Parameter Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan.^[4]

QoS dapat dijadikan sebagai ukuran untuk menentukan baik atau buruknya kinerja suatu jaringan internet. Parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur kinerja QoS adalah *packet loss* dan *delay end-to-end*.

1. Packet Loss

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya jumlah paket yang hilang atau tidak sampai ke tujuan ketika melakukan pengiriman data dari sumber ke tujuan.^[5]

Semakin kecil nilai *packet loss* dalam suatu jaringan maka semakin baik pula kinerja yang dimiliki jaringan tersebut. *Packet loss* dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Packet Loss (\%)} = \frac{N_{\text{paketloss}}}{N_{\text{paket}}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

$N_{\text{paket loss}}$ = jumlah paket *multimedia* yang hilang (paket)

N_{paket} = jumlah paket *multimedia* rata-rata (paket)

2. Delay end-to-end

Delay end-to-end adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber ke tujuan.^[6]

Delay end-to-end ditentukan berdasarkan arsitektur sistem dan merupakan penjumlahan *delay-delay* yang ada dalam perjalanan paket dari sumber ke tujuan, yang disebut *delay jaringan* (t_{network}) yang meliputi

$$t_{\text{network}} = t_{\text{enc}} + t_t + t_p + t_w + t_{\text{dec}} \quad (2)$$

Keterangan:

t_{enc} = *delay* enkapsulasi (ms); t_t = *delay* transmisi (ms); t_p = *delay* propagasi (ms); t_w = *delay* antrian (ms); t_{dec} = *delay* dekapsulasi (ms)

Pada aplikasi *video conference* diperhatikan juga pengaruh *delay* akibat *coding* audio maupun video yang disebut *delay CODEC* (t_{CODEC}).

$$t_{\text{CODEC}} = t_a + t_v \quad (3)$$

Keterangan:

t_a = *delay coding* audio (ms); t_v = *delay coding* video (ms)

Sehingga *delay end-to-end* dirumuskan:

$$t_{\text{end-to-end}} = t_{\text{CODEC}} + t_{\text{network}} \quad (4)$$

Delay-delay tersebut meliputi:

- **Delay enkapsulasi dan dekapsulasi**

Delay enkapsulasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk proses pemaketan dan penambahan *header*. Enkapsulasi terjadi ketika sebuah protocol yang berada pada lapisan yang lebih rendah menerima data dari protocol yang berada pada lapisan yang lebih tinggi. Sedangkan dekapsulasi adalah kebalikan dari proses enkapsulasi.

Persamaan *delay* enkapsulasi:

$$t_{\text{enc}} = \frac{L_{\text{data}} + L_{\text{headerRTP}} + L_{\text{headerUDP}} + L_{\text{headerIP}} + L_{\text{headerEth}}}{C_{\text{pros}}} \quad (5)$$

Persamaan *delay* dekapsulasi:

$$t_{\text{dec}} = \frac{L_{\text{data}} + L_{\text{headerRTP}} + L_{\text{headerUDP}} + L_{\text{headerIP}} + L_{\text{headerEth}}}{C_{\text{pros}}} \quad (6)$$

Keterangan:

L_{data} = besar data *video conference* (bit); C_{pros} = kecepatan pemrosesan pada terminal pengirim (bps); $L_{\text{headerRTP}}$ = panjang *header* RTP (96 bit); $L_{\text{headerUDP}}$ = panjang *header* UDP (64 bit); L_{headerIP} = panjang *header* IP (160 bit); $L_{\text{headerEth}}$ = panjang *header* Ethernet (112 bit);

- **Delay transmisi**

Delay transmisi adalah waktu yang dibutuhkan untuk meletakkan sebuah paket *multimedia* ke media transmisi.

$$t_t = \frac{(L+L')}{C} \quad (7)$$

Keterangan:

L = panjang paket data (bit); L' = panjang *header* (bit); C = kecepatan media transmisi (bps)

- **Delay propagasi**

Delay propagasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk merambatkan paket *multimedia* dari *node* sumber ke tujuan.

$$t_p = \frac{L_k}{V_{\text{prop}}} \quad (8)$$

Keterangan:

L_k = Panjang Kabel (m); V_{prop} = Kecepatan perambatan sinyal (m/s)

- **Delay antrian**

Delay antrian adalah waktu di mana paket data berada dalam antrian untuk diproses oleh *server*, lamanya waktu antrian bergantung pada kecepatan saluran dan kondisi antrian^[7].

$$E(T) = \frac{1}{\mu - \lambda p} \quad (9)$$

dimana,

$$\lambda p = \frac{N}{T} \quad (10)$$

$$\mu = \frac{C}{Lt} \quad (11)$$

Keterangan:

$E(T)$ = delay antrian pada *server/router* (s); λp = kecepatan kedatangan paket pada *server* (paket/s); μ = kecepatan pelayanan *server* (paket/s); N = total paket yang dikirim (paket); T = waktu pengiriman paket total (s); C = kapasitas kanal (bps); Lt = panjang paket data (bit/paket)

D. Perhitungan Mean Opinion Score (MOS)

Nilai MOS digunakan untuk menentukan kualitas suara dan gambar pada *video conference*. Nilai MOS dapat ditentukan dengan metode langsung, berupa kuesioner untuk mengetahui opini responden, dan metode pendekatan matematis. Salah satu pendekatan matematis yang dapat dilakukan untuk menentukan nilai MOS adalah dengan pendekatan *E-Model* yang dihitung berdasarkan faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *delay* (I_d) dan *packet loss* (I_f) dirumuskan

$$I_d = 0,024t_{end-to-end} + 0,11 (t_{end-to-end} - 177,3) H(t_{end-to-end} - 177,3) \quad (12)$$

$$I_f = 7 + 30 \ln(1 + 15\rho) \quad (13)$$

Hasil akhir dari estimasi *E-Model* disebut faktor kualitas transmisi (faktor R). Faktor R didefinisikan sebagai berikut:^[8]

$$R = 94,2 - I_d - I_f \quad (14)$$

Hubungan antara besarnya faktor R dan nilai MOS dihitung dengan persamaan:

$$MOS = 1 + 0,035 R + 7 \times 10^{-6} R(R-60)(100-R) \quad (15)$$

Keterangan:

R = faktor kualitas transmisi; I_d = faktor penurunan kualitas transmisi akibat *delay*; I_f = faktor penurunan kualitas transmisi akibat *packet loss*; H = fungsi tangga; dengan ketentuan $H(x)=0$ jika $x < 0$; $H(x)=1$ jika $x \geq 0$; ρ = probabilitas *packet loss* dalam decimal; MOS = nilai *Mean Opinion Score*.

Hasil akhir perhitungan nilai MOS akan disesuaikan dengan standar ITU-T P800 pada Tabel 2.

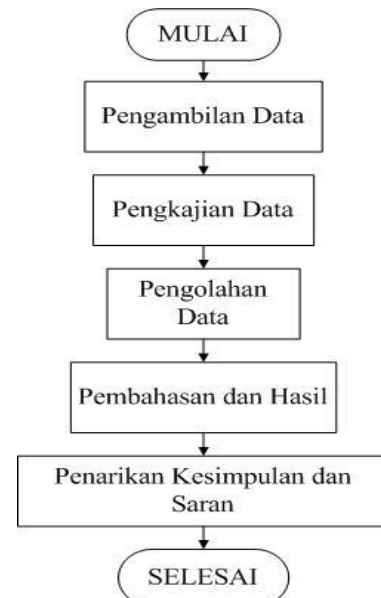
Tabel 2 Kriteria Nilai MOS

E- Model (R)	MOS	Grade	Keterangan
$89 \leq R \leq 100$	$4,2 \leq M \leq 5$	A	Excellent
$79 \leq R < 89$	$3,9 \leq M < 4,2$	B	Very Good
$70 \leq R < 79$	$3,5 \leq M < 3,9$	C	Acceptable
$59 \leq R < 70$	$3 \leq M < 3,5$	D	Concerning
$49 \leq R < 59$	$2,5 \leq M < 3$	E	Poor
$0 \leq R < 49$	$0 \leq M < 2,5$	F	Very Poor

(Sumber: pingtest.net)

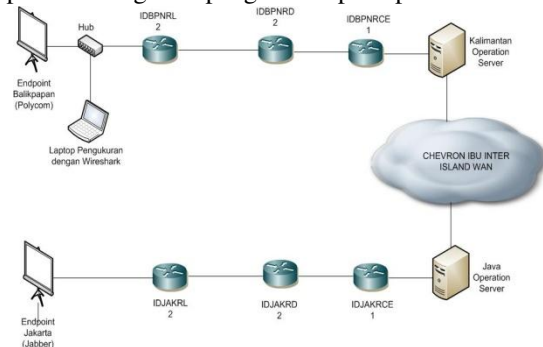
II. METODOLOGI

Langkah-langkah dalam penelitian ini dijelaskan pada diagram alir yang terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5 Diagram Alir Utama Penelitian (Sumber: Perancangan)

Pengambilan data meliputi data primer yang berupa konfigurasi jaringan, spesifikasi perangkat dan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan Wireshark. Data sekunder berupa standar dan teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini, yang diperoleh dari buku referensi dan jurnal. Gambar 6 merupakan konfigurasi pengukuran pada penelitian ini.



Gambar 6 Konfigurasi Pengukuran (Sumber: Perancangan)

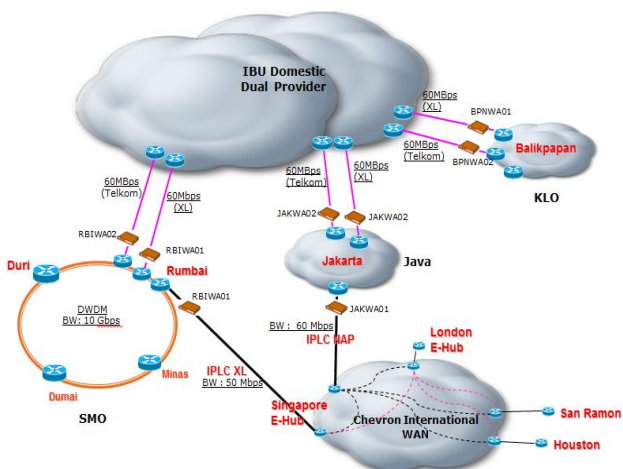
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dianalisis mengenai pembahasan dan kajian mengenai jaringan WAN dan teknologi *video conference* di Chevron Indonesia Company. Kemudian perhitungan parameter QoS yang meliputi *delay end-to-end* dan *packet loss*. Setelah itu menghitung nilai MOS berdasarkan pendekatan matematis E-Model yang kemudian dibandingkan dengan hasil nilai MOS dari opini responden (*end user*).

A. Jaringan WAN di Chevron Indonesia Company

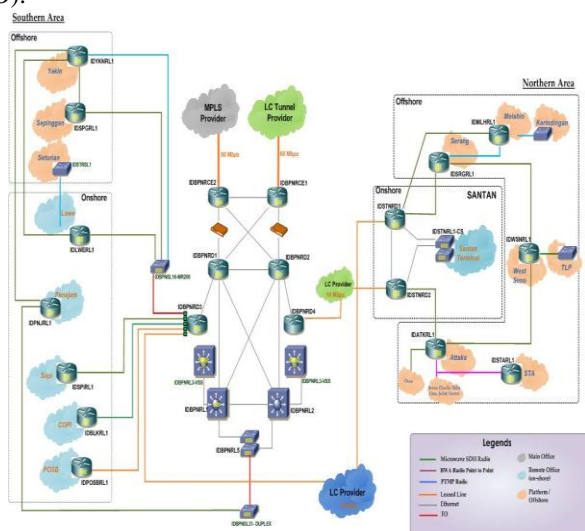
Chevron Indonesia Company mempunyai 3 wilayah operasional, yang mencakup Sumatera (SMO), Jawa (JVO) dan Kalimantan (KLO). Ketiganya menghimpun wilayah operasi yang disebut *IndoAsia Business Unit* (IBU).

Jaringan WAN untuk menghubungkan ketiga wilayah operasional. Secara umum, jaringan tersebut dijelaskan pada Gambar 7.



Gambar 7 Jaringan Chevron Indonesia Company (Sumber: Chevron Indonesia Company)

Untuk lebih spesifik mengenai konfigurasi jaringan WAN, berikut pada Gambar 8 menggambarkan konfigurasi jaringan pada WAN untuk wilayah operasional Kalimantan (KLO).



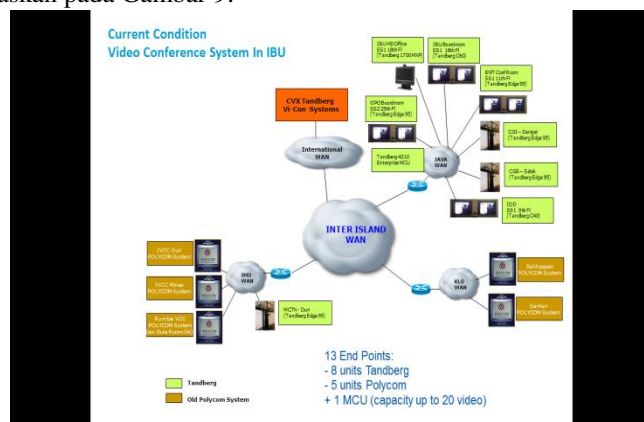
Gambar 8 Konfigurasi Jaringan WAN Chevron-KLO (Sumber: Chevron Indonesia Company)

Chevron Indonesia Company menggunakan 2 provider, PT Telekomunikasi Indonesia dan PT Excelcomindo Pratama, untuk menyuplai bandwidth guna menunjang kebutuhan teknologi informasi di wilayah operasional Kalimantan.

Leased line dari kedua provider yang terhubung ke wilayah operasional dilewatkan melalui router customer edge (IDBPNRCE1 dan IDBPNRCE2) sebelum melalui perangkat WAN optimizer (steelhead). Setelah melewati steelhead, trafik dilewatkan melalui router distributor (IDBPNRD1 dan IDBPNRD2). Kedua router ini kemudian terhubung dengan router distributor IDBPNR3 dan IDBPNRD4 yang mengatur jaringan di Northern dan Southern Area. Trafik untuk jaringan di kantor utama wilayah operasional Kalimantan kemudian dilewatkan melalui router locator (IDBPNRL1 dan IDBPNRL). Router locator inilah yang mengatur jaringan di kantor utama wilayah operasional Kalimantan di Balikpapan.

B. Teknologi Video Conference di Chevron Indonesia Company

Chevron Indonesia Company memiliki 13 endpoints di seluruh wilayah operasional. Terdiri dari 8 unit perangkat Tandberg dan 5 unit perangkat Polycom. Untuk melakukan video conference secara multipoint, digunakan 1 unit Multipoint Control Unit (MCU) yang dapat mengakomodir hingga 20 video dalam satu sesi. Teknologi tersebut dijelaskan pada Gambar 9.



Gambar 9 Teknologi Video Conference Chevron Indonesia Company

(Sumber: Chevron Indonesia Company)

Sebagai salah satu langkah pengembangan teknologi video conference yang sedang dilakukan adalah mengembangkan teknologi Personal Video yang memungkinkan sesi video conference terjadi secara desktop-to-room.

C. Analisis Parameter Quality of Service (QoS) dan Mean Opinion Score (MOS)

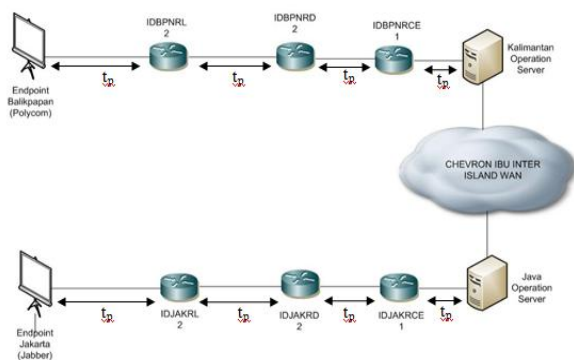
Dari hasil pengukuran dengan menggunakan software Wireshark, didapat data yang digunakan untuk perhitungan.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Wireshark

Parameter	Nilai
Average Packets	3015
Average Between First and Last Packet	915,415 s
Average Packet Size	137,882 bytes
Average Bytes	207819 bytes

(Sumber: Perancangan)

- Perhitungan Delay CODEC
 - Dari Tabel 1 dan menggunakan persamaan (3) maka didapat nilai delay CODEC (t_{CODEC}) sebesar 380 ms.
- Perhitungan Delay Enkapsulasi dan Dekapsulasi
 - Asumsi yang digunakan adalah:
 - Server menggunakan standar Gigabit Ethernet (1 Gbps) (Heywood, 1999).
 - Endpoint menggunakan fast Ethernet 100 Mbps.
 - Dengan menggunakan data Average Bytes dari Tabel 3 yang kemudian dimasukkan ke persamaan (5) dan (6), maka didapat delay enkapsulasi sebesar $1,662984 \times 10^{-3}$ s dan delay dekapsulasi sebesar $16,62984 \times 10^{-3}$ s.
- Perhitungan Delay Transmisi
 - Dengan menggunakan data Average Packet Size dari Tabel 3 yang kemudian dimasukkan ke persamaan (7), maka didapat delay transmisi sebesar $0,00153506 \times 10^{-3}$ s.
- Perhitungan Delay Propagasi
 - Proses delay propagasi terdapat pada Gambar 10:



Gambar 10 Proses *Delay* Propagasi
(Sumber: Perancangan)

Asumsi yang digunakan adalah:

- Jarak antara Kalimantan Operation server (Banjarmasin) ke *router customer edge* (Balikpapan) adalah 300 km, dengan menggunakan serat optik.
- Jarak antara *router customer edge* Balikpapan ke *router distributor* Balikpapan adalah 5 meter, dengan menggunakan kabel *fast Ethernet*.
- Jarak antara *router distributor* Balikpapan ke *router locator* Balikpapan adalah 5 meter, dengan menggunakan kabel *fast Ethernet*.
- Jarak antara *router locator* Balikpapan ke *endpoint* Balikpapan adalah 40 meter, dengan menggunakan kabel *fast Ethernet*.
- Jarak antara Java Operation server (Jakarta) ke *router customer edge* (Jakarta) adalah 10 km, dengan menggunakan serat optik.
- Jarak antara *router customer edge* Jakarta ke *router distributor* Jakarta adalah 5 meter, dengan menggunakan kabel *fast Ethernet*.
- Jarak antara *router distributor* Jakarta ke *router locator* Jakarta adalah 5 meter, dengan menggunakan kabel *fast Ethernet*.

Dengan menggunakan persamaan (8), maka didapat *delay* propagasi sebesar $1,5660244 \times 10^{-3}$ s.

- Perhitungan *Delay* Antrian

Dengan menggunakan data dari Tabel 3 yang kemudian dimasukkan ke persamaan (9) maka didapat *delay* antrian sebesar $0,068391884 \times 10^{-3}$ s.

Sehingga dengan menggunakan persamaan (4), besar nilai *delay end-to-end* adalah 399,9287753 ms. Nilai ini mengabaikan kondisi jaringan pada *cloud* Chevron IBU Inter-Island WAN. Dari hasil PING diketahui bahwa untuk mengirimkan 32 byte data dari Balikpapan ke Jakarta membutuhkan waktu rata-rata 30 ms. Dari hasil perhitungan *delay* propagasi maka didapat:

$$30 \text{ ms} - 1,5660244 \text{ ms} = 28,4339756 \text{ ms}$$

Sehingga besarnya *delay end-to-end* total adalah $399,9287753 + 28,4339756 = 428,3627509$ ms

- Perhitungan *Packet Loss*

Dari Gambar 11 diketahui jumlah paket yang hilang.

Media	Control
Receive stream AAC-LD 64k, 20 ms	RTCP receive address 146.45.128.78:62477
Receive address 146.45.128.78:62476	Receiver reports 343
Received jitter 5.8 ms (buffer=374.5 ms)	Packet loss reported 2 (0%)
Received energy -21 dB	Sender reports 343

Media	Control
Receive stream H.264, 512 x 288	RTCP receive address 146.45.128.78:62473
Receive address 146.45.128.78:62472	Receiver reports 343
Channel bit rate 308 kbit/s	Packet loss reported 1 (0%)
Receive bit rate 320 kbit/s (actual=274 kbit/s)	Sender reports 343
Received jitter 16.1 ms (buffer=24.0 ms)	Other 1400

Gambar 11 *Packet Loss* dari Hasil *Statistics* Polycom
(Sumber: Polycom)

Dengan menggunakan data *Packets* dari Tabel 3 dan persamaan (1), maka didapat persentase *packet loss* sebesar 0,265339966 %.

- Perhitungan Nilai MOS Dengan Metode Matematis

Setelah mendapatkan nilai *delay* dan *packet loss*, maka nilai MOS dengan pendekatan *E-model* dapat diperoleh.

Besar faktor penurunan kualitas akibat *delay* dan *packet loss*, dengan menggunakan persamaan (12) dan (13), didapat $I_d = 10,28070602$ dan $I_f = 8,1694$.

Kemudian dengan menggunakan persamaan (14), didapat faktor kualitas transmisi (faktor R) sebesar 75,74989398.

Setelah mendapatkan faktor R, dengan menggunakan persamaan (15), maka didapat hasil akhir nilai MOS sebesar 3,86011907.

- Perhitungan Nilai MOS Dengan Metode Kuesioner

Perhitungan dengan metode kuesioner ini memperhatikan 3 aspek: kejelasan, kecacatan dan *delay* yang responden alami. Rekapitulasi hasil kuesioner adalah:

Tabel 4.6 Hasil Rekapitulasi Nilai MOS

Responden	Kejelasan	Kecacatan	Delay
1	3	4	4
2	4	4	4
3	4	4	3
4	4	5	4
5	3	3	3
6	3	3	3
7	4	5	4
8	4	5	4
9	4	5	4
10	3	4	3
11	4	4	4
12	3	4	3
13	3	4	4
14	4	4	4
15	3	4	4
16	4	3	3
Rata-rata	3,5625	4,0625	3,625
Σ Rata-rata nilai MOS			3,75

Sumber: Perancangan

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Nilai *delay end-to-end* sebesar 428,3627509 ms, berdasarkan rekomendasi kualitas *delay end-to-end* dari ITU G.114, termasuk dalam kategori Buruk. Maka dapat disimpulkan bahwa teknologi *Personal Video* untuk *video conference* di Chevron Indonesia Company perlu dilakukan pengembangan terhadap nilai *delay* yang terjadi.
2. Hasil perhitungan nilai *packet loss* sebesar 0,265339966 % masih berkisar antara 0 - 3 %. Berdasarkan rekomendasi *packet loss* dari TIPHON,

maka teknologi *Personal Video* direkomendasikan untuk diaplikasikan.

3. Nilai MOS secara matematis mencapai 3,86. Sedangkan hasil MOS dengan metode kuesioner sebesar 3,75 Menurut standar ITU-T P800, kedua nilai ini dikategorikan C atau *Acceptable*. Kategori ini menjelaskan bahwa teknologi *Personal Video* akan mengalami sedikit gangguan, namun tidak mengganggu kerja dari layanan lainnya seperti *IP telephony* atau *conference phone*.

B. Saran

Saran yang diberikan berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Menganalisis performansi untuk *video conference* tipe *multipoint*.
2. Menggunakan jenis *CODEC* audio dan video yang lainnya.
3. Membandingkan dengan hasil perhitungan dan pengukuran pada jam-jam kantor yang relatif tidak sibuk., seperti saat istirahat, jam masuk atau pulang kantor.
4. Menerapkan sistem pengaturan *bandwidth* agar penggunaan layanan tidak melebihi alokasi *bandwidth* yang disediakan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ITU-T. 2008. *The E-model: A Computational Model for Use in Transmission Planning*: Press Release.
- [2] Chevron Indonesia Company. 2008. *Video Conference Implementation*: Confidential.
- [3] Girod, Bernd. 1987. *A Scalable Codec for Internet Video*. Germany: University of Erlangen Publisher.
- [4] TIPHON. 1998. *General aspects of Quality of Service (QoS)*: Press Release.
- [5] ITU-T. 2001. *End-User Multimedia QoS Categories*. Rekomendasi ITU-T G.1010.
- [6] ITU-T. 2001. *End-User Multimedia QoS Categories*. Rekomendasi ITU-T G.1010.
- [7] Schwartz, Mischa. 1997. *Telecommunication Networks: Protocols, Modelling and Analysis*. USA: Addison Wesley Publishing.
- [8] ITU-T. 1999. *Mean Opinion Score (MOS) Terminology*: Press Release.