

## BAB IV

### PEMBAHASAN DAN HASIL

#### 4.1 Umum

Pada bab ini akan dilakukan kajian dan pembahasan terhadap performansi *video conference* pada jaringan *Wide Area Network* (WAN). Kajian yang dilakukan meliputi konfigurasi jaringan WAN Chevron Indonesia Company dan teknologi *video conference* yang dimiliki Chevron Indonesia Company. Pembahasan dilanjutkan dengan menghitung parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi *delay end-to-end* dan *packet loss*.

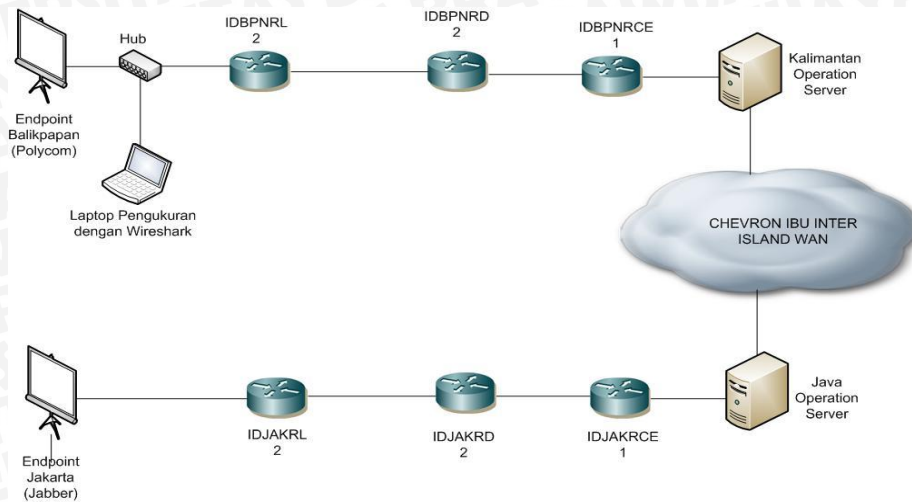
Dari besarnya *delay* dan *packet loss* yang didapat, maka kemudian dihitung faktor penurunan kualitas transmisi yang disebabkan oleh *delay* ( $I_d$ ) dan *packet loss* ( $I_f$ ). Setelah itu dilakukan perhitungan nilai *Mean Opinion Score* (MOS) secara matematis dengan metode pendekatan faktor kualitas transmisi (faktor R) yang kemudian dibandingkan dengan hasil penilaian MOS dari perspektif responden (*end user*).

#### 4.2 Spesifikasi Perangkat dan Skenario Pengukuran Performansi

- Beberapa spesifikasi yang menunjang skripsi ini meliputi:
  - Konfigurasi jaringan WAN Chevron Indonesia Company
  - Teknologi *video conference* milik Chevron Indonesia Company.
  - CODEC audio menggunakan Siren14 (standar G.722.1) dengan *delay* 40 ms.
  - CODEC video menggunakan H.264 dengan *delay* 150 ms.
- Skenario pengukuran performansi *video conference*.

Pengukuran performansi *video conference* dilakukan di Kantor Utama Chevron Indonesia Company Kalimantan Operation di Balikpapan. Pengukuran menggunakan *software Wireshark* yang ter-*install* pada *laptop* yang dihubungkan dengan menggunakan perangkat *hub*.

Pengukuran peformansi dilakukan dua kali. Pengukuran pertama dilakukan pada tanggal 8 November 2013 dan yang kedua pada 15 November 2013. Pengukuran melibatkan dua buah *endpoints*, masing-masing berada di Jakarta (Jabber) dan Balikpapan (Polycom). Gambar 4.1 merupakan konfigurasi dan perangkat yang digunakan pada proses pengukuran performansi *video conference*.



**Gambar 4.1** Konfigurasi Layanan *Video Conference* dan Pengukuran yang Dilakukan  
**Sumber: Perancangan**

Dari hasil pengukuran selama 15 menit, maka diperoleh data dari *software Wireshark* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	3016	1501	49.768%	0	0.000%
Between first and last packet	932.491 sec	931.215 sec			
Avg. packets/sec	3.234	1.612			
Avg. packet size	66.930 bytes	69.784 bytes			
Bytes	201861	104746	51.890%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	216.475	112.483			

**Gambar 4.2** Hasil *Summary Wireshark* Pada Pengukuran Pertama  
**Sumber: Wireshark**

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	3013	1487	49.353%	0	0.000%
Between first and last packet	898.392 sec	895.864 sec			
Avg. packets/sec	3.354	1.660			
Avg. packet size	70.952 bytes	75.806 bytes			
Bytes	213777	112724	52.730%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	237.955	125.827			

**Gambar 4.3** Hasil *Summary Wireshark* Pada Pengukuran Kedua  
**Sumber: Wireshark**

Dari kedua percobaan dan hasil *Summary* yang diperoleh, maka dapat diambil hasil *captured* rata-rata yang tertera pada Tabel 4.1.



**Tabel 4.1** Data Hasil Pengukuran dengan *Wireshark*

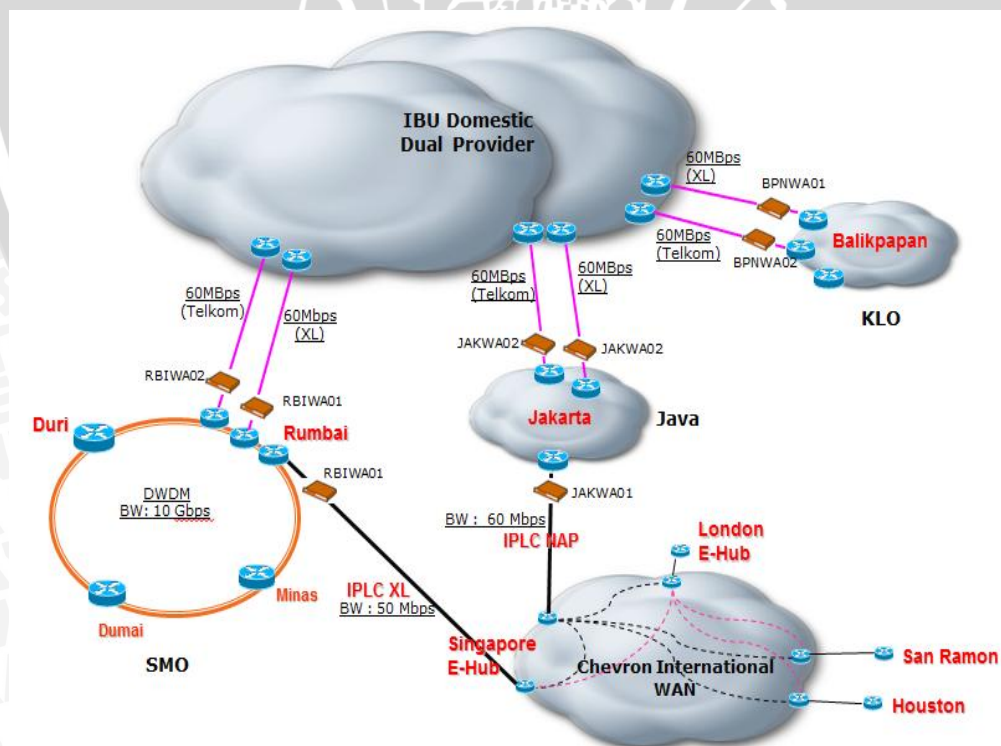
Parameter	Nilai
<i>Average Packets</i>	3015
<i>Average Between First and Last Packet</i>	915,415 s
<i>Average Packet Size</i>	137,882 bytes
<i>Average Bytes</i>	207819 bytes

Sumber: Wireshark

#### 4.3 Jaringan *Wide Area Network* (WAN) Chevron Indonesia Company

Jaringan WAN Chevron Indonesia Company menghubungkan seluruh wilayah operasional di Indonesia, yang mencakup Sumatera (SMO), Kalimantan (KLO) dan Jawa (JVO). Ketiga wilayah operasional ini disebut sebagai *IndoAsia Business Unit* (IBU). Masing-masing wilayah operasional disediakan *bandwidth* dari 2 *provider* sebagai *backup* pemakaian.




Dengan adanya WAN, dapat terlihat bahwa hubungan komunikasi antara wilayah operasional dengan kantor pusat di Amerika maupun kantor cabang di luar negeri sangat memungkinkan untuk dilakukan. Gambar 4.4 menggambarkan jaringan WAN Chevron secara umum.



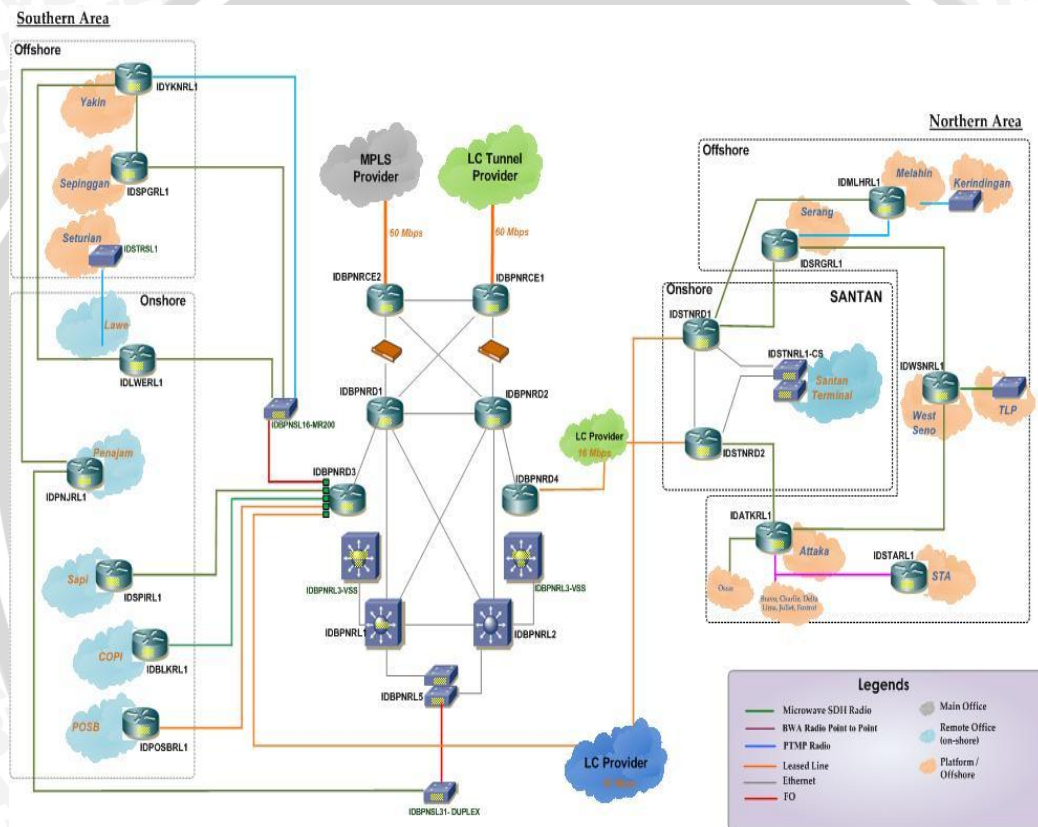
**Gambar 4.4** Jaringan IBU *Inter-Island* WAN Chevron Indonesia Company

Sumber: Chevron Indonesia Company

Keterangan gambar:

-  = router
-  = WAN accelerator (steelhead)
-  = jaringan milik provider atau WAN wilayah operasional





Untuk lebih spesifik dalam membahas jaringan WAN milik Chevron Indonesia Company, Gambar 4.5 menunjukkan konfigurasi dari jaringan WAN untuk wilayah operasional Kalimantan.,



Gambar 4.5 Konfigurasi WAN Chevron-Kalimantan Operation (KLO)

Sumber: Chevron Indonesia Company

Keterangan gambar:

-  = router
-  = switch
-  = Virtual Switch
-  = WAN accelerator (steelhead)



= jaringan milik *provider* atau LAN

- *Internet Service Provider (ISP)*

Untuk wilayah operasional Kalimantan, kebutuhan *bandwidth* untuk layanan teknologi informasi disuplai oleh 2 *provider*, PT Telekomunikasi Indonesia dan PT XL Axiata, yang masing-masing menyediakan *bandwidth* sebesar 60 Mbps.

- *Router Customer Edge*

Dengan menggunakan *leased line*, *provider* menghubungkan jaringan ke wilayah operasional Kalimantan melalui *router customer edge*. *Router* ini dikodekan dengan IDBPNRCE1 dan IDBPNRCE2. Produk yang digunakan adalah Cisco Router 7301.

- *WAN Accelerator (Steelhead)*

Dari *router customer edge*, trafik kemudian melewati perangkat *steelhead*. Perangkat ini berfungsi untuk meningkatkan performa jaringan WAN dan menstabilkan *bandwidth* berdasarkan fungsi *caching*, kompresi, reduksi dan penyatuan data. Produk yang digunakan adalah Riverbed.

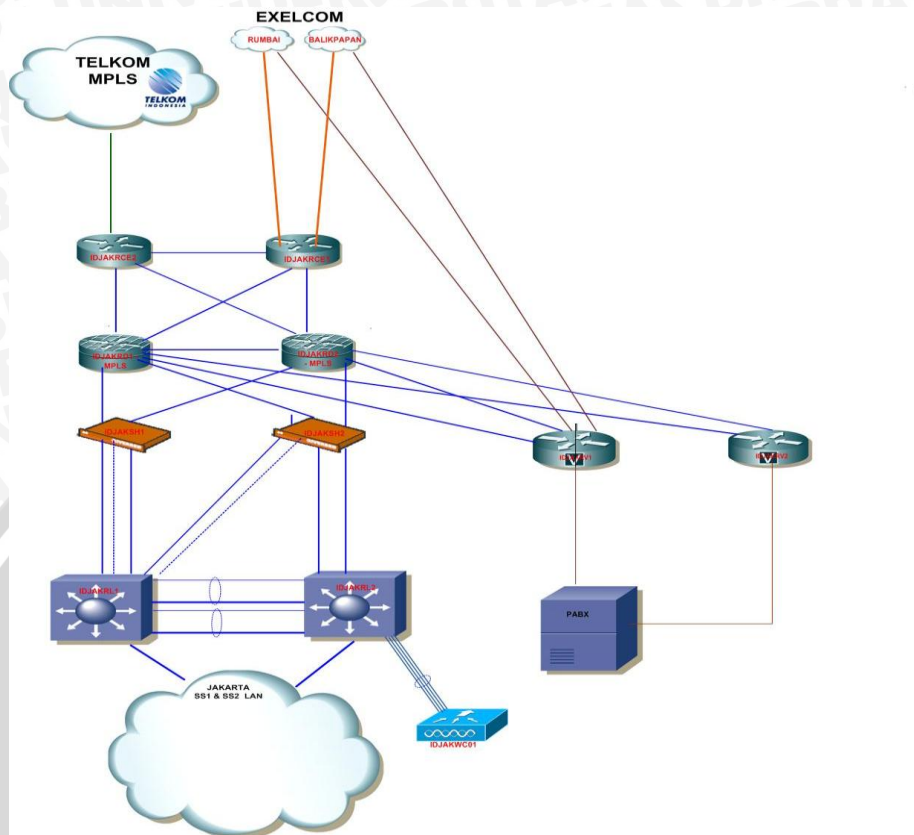
- *Router Distributor*

Dari perangkat *steelhead*, trafik dihubungkan menuju *router distributor*. Terdapat 4 buah *router distributor* yang digunakan pada wilayah operasional Kalimantan, yang dikodekan dengan IDBPNRD1-4. *Router* IDBPN1 dan IDBPN2 menjadi kunci pembagian trafik untuk kantor utama dan *Northern/Southern Area*. *Router* IDBPNRD1 terhubung ke kantor utama dan ke IDBPNRD3 yang bertanggungjawab atas jaringan untuk *Southern Area*. Sementara *router* IDBPNRD2 terhubung ke kantor utama dan ke *router* IDBPNRD4 yang mengurus jaringan untuk *Northern Area*. *Router* IDBPNRD1 dan IDBPNRD2 menggunakan produk Cisco Router 7604.

- *Router Locator*

Setelah dari *router distributor*, trafik kemudian dihubungkan menuju *router locator*. *Router* inilah yang menjadi titik akhir dari pembagian trafik di masing-masing area. *Router locator* ini dikodekan dengan IDBPNRL1-5. Untuk jaringan di kantor utama diatur oleh IDBPNRL1 dan IDBPNRL2. Teknologi yang digunakan pada *router* ini adalah *Virtual Switch*, yang menggabungkan dua perangkat Cisco Catalyst seri 6500 dengan *Virtual Switching Supervisor*.

Dengan konfigurasi dan fungsi yang serupa, Gambar 4.6 menggambarkan jaringan WAN untuk wilayah operasional Jawa (Jakarta):

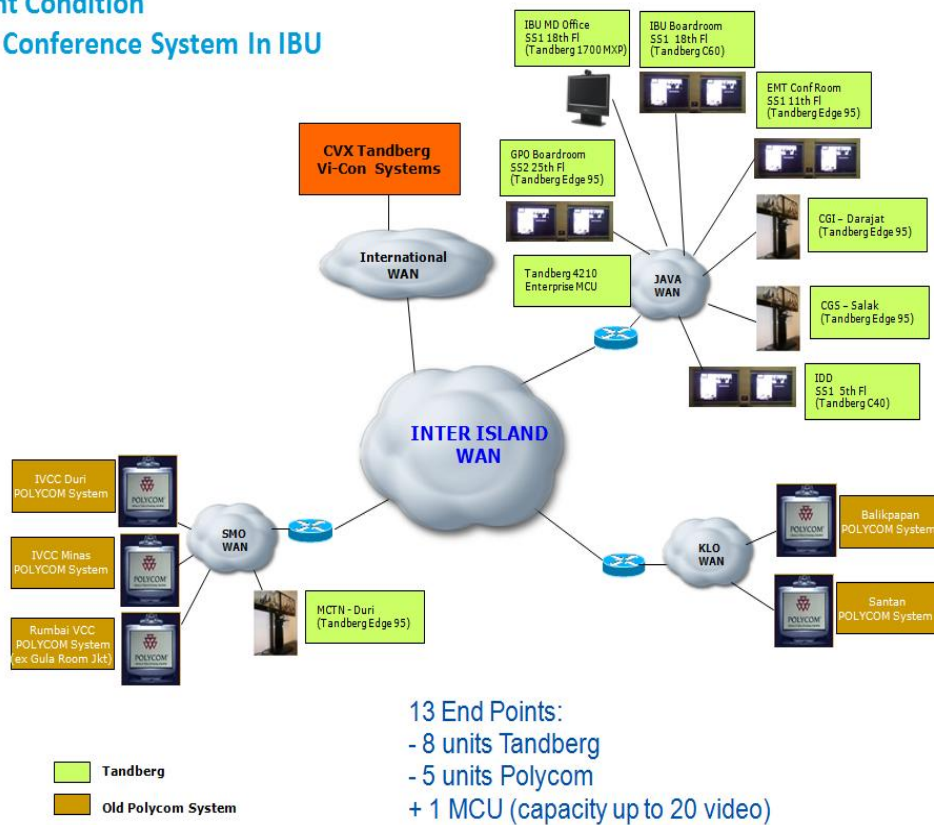


**Gambar 4.6** Konfigurasi WAN Chevron-Jakarta  
Sumber: Chevron Indonesia Company

#### 4.4 Teknologi Video Conference di Chevron Indonesia Company

Chevron Indonesia Company menggunakan teknologi *video conference* guna menunjang aktivitas perkantoran. Di setiap wilayah operasional dilengkapi perangkat teknologi *video conference* sehingga antar satu dengan yang lain dapat saling terhubung. Gambar 4.7 menjelaskan teknologi *video conference* terkini yang dimiliki oleh Chevron Indonesia Company.

**Current Condition  
Video Conference System In IBU**



**Gambar 4.7** Teknologi *Video Conference* Terkini Di Chevron Indonesia Company  
**Sumber: Chevron Indonesia Company**

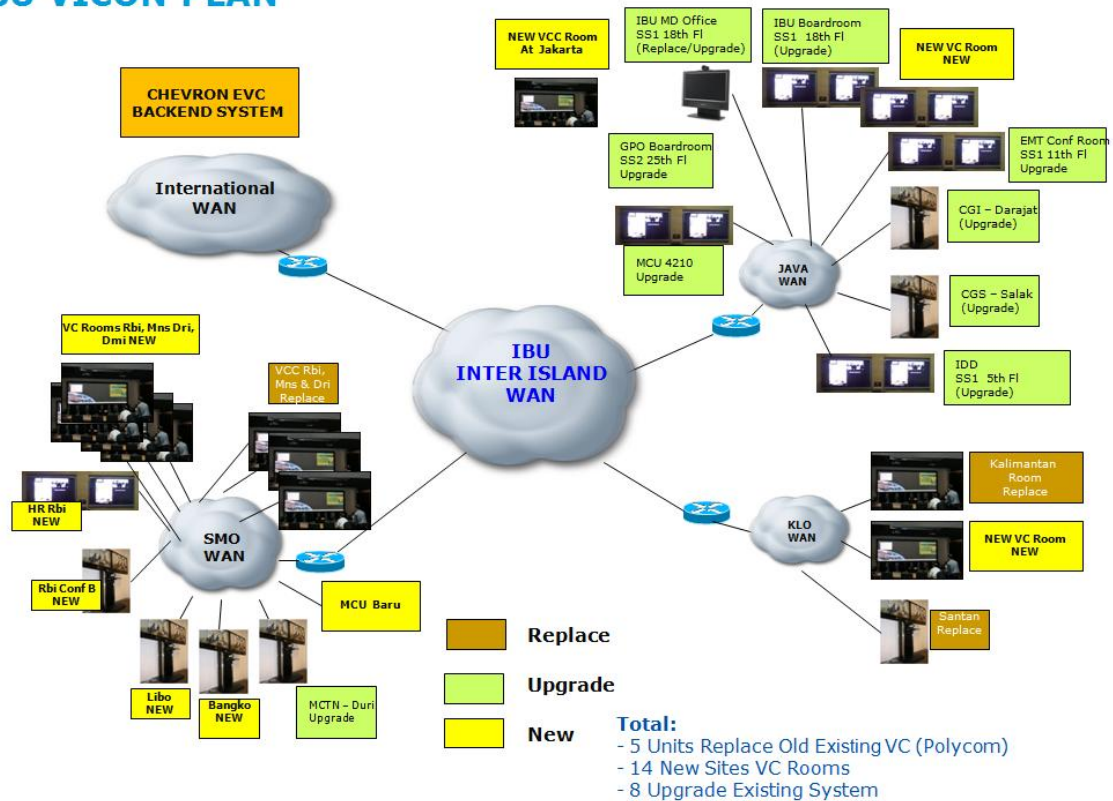
Mengacu pada Gambar 4.7, teknologi *video conference* terkini di Chevron Indonesia Company menggunakan 13 *endpoints* di seluruh wilayah operasional, yang masing-masing terdiri atas 8 unit perangkat Tandberg dan 5 unit perangkat Polycom. Untuk melakukan *video conference* secara *multipoint*, Chevron Indonesia menggunakan 1 unit *Multipoint Control Unit* (MCU) yang dapat mengakomodir hingga 20 video dalam satu sesi.

Untuk pengembangan teknologi kedepannya, Chevron Indonesia Company telah mengajukan proposal pengembangan teknologi *video conference*. Beberapa aspek yang menjadi perhatian adalah:

- Penggantian 5 perangkat Polycom lama
- Penambahan 14 *conference rooms* baru
- Melakukan 8 *upgrade* teknologi yang saat ini digunakan
- Mengembangkan teknologi selain *room-to-room*.

Rencana pengembangan teknologi *video conference* di Chevron Indonesia Company digambarkan pada Gambar 4.8.

## IBU VICON PLAN



**Gambar 4.8** Rencana Pengembangan Teknologi *Video Conference* Chevron Indonesia Company

Sumber: Chevron Indonesia Company

Salah satu langkah dalam mengembangkan teknologi selain *room-to-room* adalah penerapan teknologi *Personal Video*. Teknologi ini memungkinkan terjadinya *video conference* secara *desktop-to-room*. Sehingga partisipan yang sibuk tidak perlu harus datang ke *conference room* untuk melakukan *video conference*.

### 4.5 Analisis Parameter *Quality of Service* (QoS)

*Quality of Service* (QoS) digunakan sebagai ukuran baik atau buruknya kinerja jaringan dan layanan internet. Pada skripsi ini parameter QoS yang digunakan meliputi *delay end-to-end* dan *packet loss*.

#### 4.5.1 Perhitungan *Delay End-to-End*

*Delay end-to-end* pada layanan *video conference* meliputi *delay CODEC* dan *delay jaringan*. *Delay jaringan* meliputi *delay enkapsulasi*, *transmisi*, *propagasi*, *antrian* dan *dekapsulasi*. Sehingga besarnya *delay end-to-end* dapat dihitung dengan persamaan 2-13.



$$t_{end\ to\ end} = t_{CODEC} + t_{network}$$

$$t_{end\ to\ end} = t_{CODEC} + (t_{enc} + t_t + t_p + t_w + t_{dec})$$

### ➤ Delay CODEC

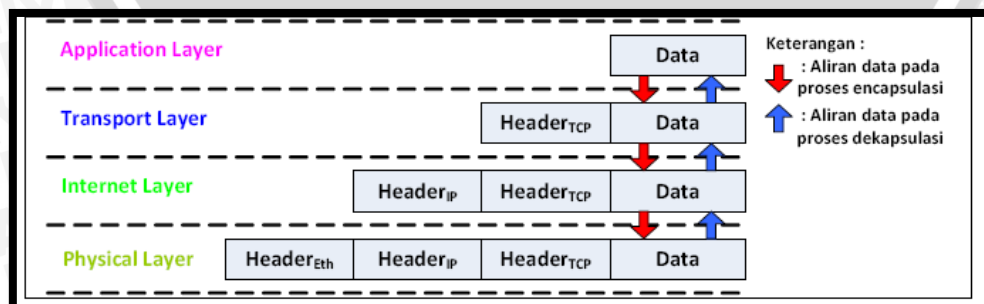
*Delay* CODEC adalah *delay* yang disebabkan oleh pengkodean dari CODEC yang digunakan. *Delay* CODEC terdiri atas *delay* CODEC audio ( $t_a$ ) dan video ( $t_v$ ) Masing-masing CODEC memiliki besaran *delay* audio dan video yang berbeda-beda. Pada Tabel 2.7 dijelaskan beberapa jenis CODEC audio dan video beserta *delay*-nya

Komunikasi bersifat *full-duplex* dengan jenis CODEC yang digunakan adalah H.264 untuk video dan G.722.1 untuk audio dengan besar *delay* masing-masing CODEC, menurut Tabel 2.7, adalah 150 ms dan 40 ms. Sehingga *delay* CODEC dapat dihitung dengan persamaan 2-12.

$$\begin{aligned} t_{CODEC} &= 2 \times (t_a + t_v) \\ &= 2 \times (40\ \text{ms} + 150\ \text{ms}) \\ &= 380\ \text{ms} \end{aligned}$$

### ➤ Delay Enkapsulasi dan Dekapsulasi

*Delay* enkapsulasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk proses pemaketan data dan penambahan header sebelum dikirim ke tujuan. Enkapsulasi terjadi ketika sebuah protokol yang berada pada lapisan yang lebih rendah menerima data dari protokol yang berada pada lapisan yang lebih tinggi dan meletakkan data ke format data yang dipahami oleh protokol tersebut. Sedangkan *delay* dekapsulasi adalah kebalikan dari proses enkapsulasi, sehingga data dapat terbaca di tujuan. Kedua *delay* ini dipengaruhi oleh panjang data, panjang *header* protokol yang digunakan, lapisan yang dilewati dan kecepatan pemrosesan data. Gambar 4.9 menggambarkan proses *delay* ini.



**Gambar 4.9** Proses *Delay* Enkapsulasi dan Dekapsulasi

Sumber: <http://www.citap.com/documents/tcp-ip/tcpip011.htm>

Dari proses pengukuran menggunakan Wireshark dan studi literatur maka didapat:

- Besarnya data = 207.819 byte = 1.662.552 bit
- Panjang header =  $L_{\text{headerRTP}} + L_{\text{headerUDP}} + L_{\text{headerIP}} + L_{\text{headerEth}}$   
= 12 + 8 + 20 + 14 = 54 byte = 432 bit
- Waktu pengiriman total rata-rata = 915,4415 s
- Kecepatan pemrosesan data pada *server* diasumsikan standar *gigabit Ethernet* (1 Gbps) (Heywood, 1999)
- *Endpoint* menggunakan standar *fast Ethernet* (100 Mbps)

Maka didapatkan *delay* enkapsulasi dan dekapsulasi dapat dihitung dengan persamaan 2-3 dan 2-4.

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

$$= \frac{1662984}{10^9} = 0,001662984 \text{ s} = 1,662984 \times 10^{-3} \text{ s}$$

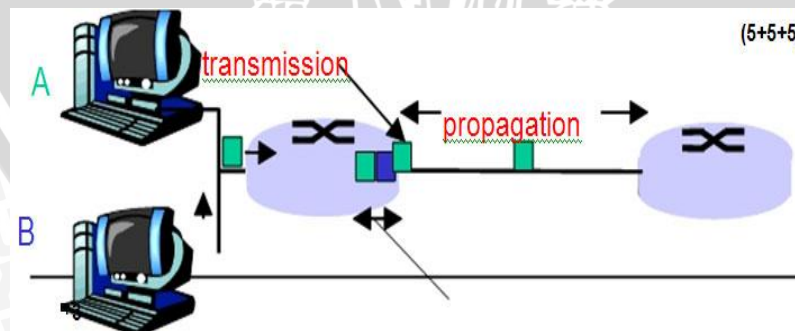
Sedangkan besarnya *delay* dekapsulasi adalah:

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

$$= \frac{1662984}{10^8} = 0,01662984 \text{ s} = 16,62984 \times 10^{-3} \text{ s}$$

#### ➤ *Delay transmisi*

*Delay transmisi* adalah waktu yang dibutuhkan untuk meletakkan sebuah paket *multimedia* ke media transmisi. *Delay transmisi* dipengaruhi ukuran paket data dan kecepatan media transmisi. Gambar 4.10 merupakan proses dari *delay transmisi*.



Gambar 4.10 Proses *Delay Transmisi*

Sumber: <http://www.engarena.com/electronics-engineering/simulations-for-transmission-delay.html>

Dari hasil pengukuran dengan menggunakan *Wireshark* dan studi literatur, data yang didapatkan adalah:

- Panjang paket data rata-rata total ( $L$ ) = 137,882 Byte = 1103,056 bit
- Panjang *header* =  $L_{\text{headerRTP}} + L_{\text{headerUDP}} + L_{\text{headerIP}} + L_{\text{headerETH}}$   
= (20 + 20 + 14) = 54 Byte = 432 bit
- Kecepatan media transmisi *fast ethernet* = 100 (Mbps) = 100000000 bps

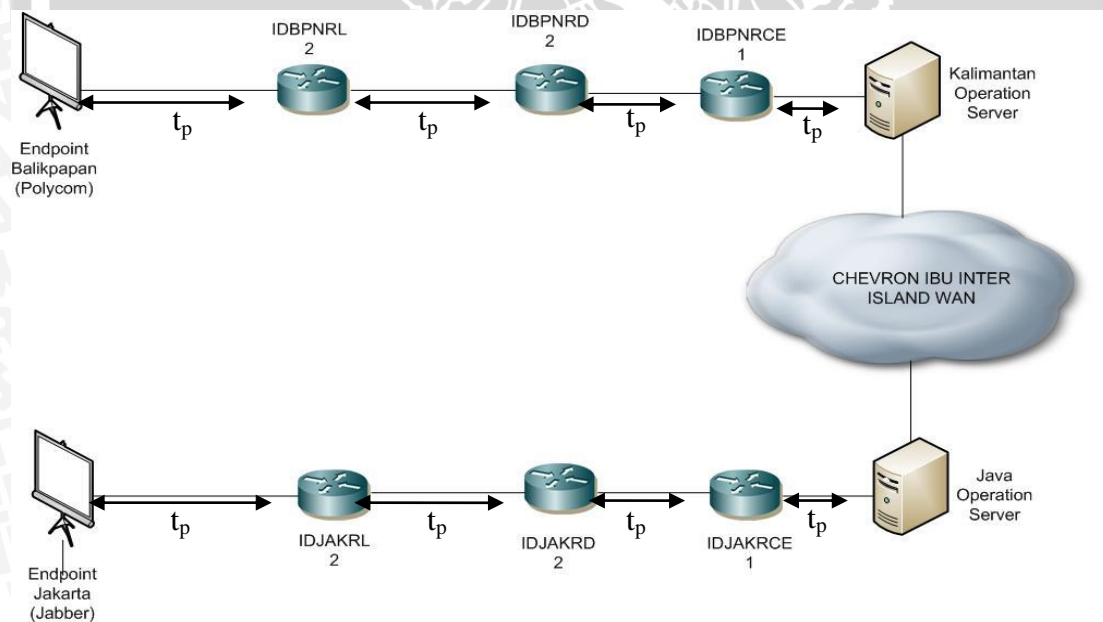
Maka besarnya delay transmisi dapat dihitung dengan persamaan 2-5.

$$t_t = \frac{(L+L')}{c}$$

$$t_t = \frac{1103,056+432}{100000000} = 0,0000153506 \text{ s} = 0,00153506 \times 10^{-3} \text{ s}$$

### ➤ Delay propagasi

*Delay propagasi* adalah waktu yang dibutuhkan untuk merambatkan paket *multimedia* melalui media transmisi dari *node* sumber ke tujuan. *Delay propagasi* dipengaruhi perbedaan kecepatan propagasi setiap bahan media transmisi dan panjang saluran transmisi.



**Gambar 4.11** Proses *Delay Propagasi*

**Sumber: Perancangan**

Mengacu pada Gambar 4.11, maka 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*.
- Jarak antara *router locator* Jakarta ke *endpoint* Jakarta adalah 40 meter, dengan menggunakan kabel *fast Ethernet*.

Kecepatan propagasi berbeda-beda, tergantung media apa yang digunakan. Pada Tabel 2.11 dijelaskan berbagai macam media dan kecepatan propagasinya.

- Kecepatan propagasi serat optik =  $0.66 \times 3.10^8 = 198.10^6$  m/s
- Kecepatan propagasi *Ethernet* =  $0.64 \times 3.10^8 = 192.10^6$  m/s

Sehingga besarnya *delay* propagasi untuk wilayah operasional Kalimantan ( $t_p KLO$ ) dapat ditentukan dengan persamaan 2.6.

$$t_p KLO = \frac{Lk_1}{V_{propFO}} + \frac{Lk_2}{V_{propEt h}}$$

$$Lk_1 = L_{server-RCE} = 300 \text{ km} = 300.000 \text{ m}$$

$$t_{p1} = \frac{300000}{198000000} = 0,001515 \text{ s}$$

$$Lk_2 = L_{RCE-RL} + L_{RL-RD} + L_{RD-endpoint} \\ = 40 + 5 + 5 = 50 \text{ m}$$

$$t_{p2} = \frac{50}{192000000} = 0,0000002604 \text{ s}$$

$$t_p KLO = 0,001515 + 0,0000002604 = 0,0015152604 \text{ s} = 1,5152604 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Sedangkan untuk besarnya *delay* propagasi untuk wilayah operasional Jawa ( $t_p JVO$ ) adalah

$$t_{pJVO} = \frac{Lk1}{V_{propFO}} + \frac{Lk2}{V_{propEt h}}$$

$$Lk1 = L_{server-RCE} = 10 \text{ km} = 10.000 \text{ m}$$

$$t_{p1} = \frac{10000}{198000000} = 0,0000505 \text{ s}$$

$$Lk2 = L_{RCE-RL} + L_{RL-RD} + L_{RD-endpoint}$$

$$= 40 + 5 + 5 = 50 \text{ m}$$

$$t_{p2} = \frac{50}{192000000} = 0,0000002604$$

$$t_{pJVO} = 0,0000505 + 0,0000002604 = 0,0000507604 \text{ s} = 0,050764 \times 10^{-3} \text{ s}$$

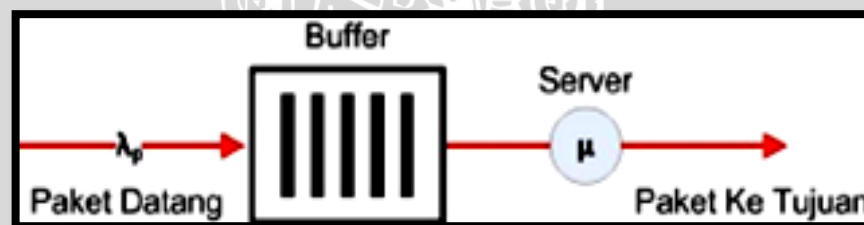
Sehingga total besarnya *delay* propagasi adalah:

$$t_p = t_{pKLO} + t_{pJVO}$$

$$= 1,5152604 + 0,050764 = 1,5660244 \times 10^{-3} \text{ s}$$

#### ➤ Delay antrian

*Delay* antrian adalah waktu di mana paket data berada dalam antrian untuk diproses oleh *server* dan *router*. Lamanya waktu antrian bergantung pada kecepatan saluran dan kondisi antrian.



Gambar 4.12 Proses *Delay* Antrian  
Sumber: Mischa Schwartz, 1987:22

Dari proses pengukuran didapatkan data primer diantaranya adalah :

- Total paket data rata-rata yang dikirimkan *endpoint* (N) = 3015 paket
- Waktu pengiriman paket total rata-rata (T) = 915,4415 s
- Panjang paket data rata-rata total (L) = 137,882 Byte = 1103,056 bit
- *Server* diasumsikan menggunakan standar *gigabit ethernet* dengan kecepatan 1 Gbps (Heywood,1999)

- Router menggunakan *fast Ethernet*, seperti yang tertera pada konfigurasi WAN, dengan kecepatan 100 Mbps
- Kapasitas Kanal (C) *server* = 1 Gbps = 1000000000 bps
- Kapasitas Kanal (C) *router* = 100 Mbps = 100000000 bps

Perhitungan *delay* antrian pada *server* sesuai dengan persamaan 2-7 dan 2-8 adalah sebagai berikut:

- Kecepatan kedatangan paket dari *endpoint* pada *server* ( $\lambda_p$ )

$$\lambda_p = \frac{N}{T}$$

$$\lambda_p = \frac{3015}{915,4415} = 3,293492812 \text{ paket/s}$$

- Kecepatan pelayanan *server* ( $\mu$ )

$$\mu_s = \frac{C}{L_t}$$

$$\mu_s = \frac{10^9}{1103,056} = 906572,2864 \text{ paket/s}$$

Dengan menggunakan persamaan 2-11, maka besar *delay* antrian pada *server* adalah sebagai berikut:

$$(t_w)_s = \frac{1}{\mu_s - \lambda_p}$$

$$(t_w)_s = \frac{1}{906572,2864 - 3,293492812} = \frac{1}{906568,993} = 0,001103060007 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Paket data melewati 2 *server*, Java Operation *server* dan Kalimantan Operation *server*. Sehingga total *delay* antrian pada *server* adalah

$$t_{ws} = 2 \times 0,001103060007 \times 10^{-3} \text{ s} = 0,002206120014 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Perhitungan *delay* antrian pada *router* sesuai dengan persamaan 2-7 dan 2-8 adalah sebagai berikut:

- Kecepatan kedatangan paket dari *endpoint* pada *router* ( $\lambda_p$ )

$$\lambda_p = \frac{N}{T}$$

$$\lambda_p = \frac{3015}{915,4415} = 3,293492812 \text{ paket/s}$$

- Kecepatan pelayanan *router* ( $\mu$ )

$$\mu_R = \frac{C}{L_t}$$

$$\mu_R = \frac{10^8}{1103,056} = 90657,22864 \text{ paket/s}$$

Dengan menggunakan persamaan 2-11, maka besar *delay* antrian pada *router* adalah sebagai berikut:

$$(t_w)_R = \frac{1}{\mu_R - \lambda p_R}$$

$$(t_w)_R = \frac{1}{90657,22864 - 3,293492812} = \frac{1}{90653,93515} = 0,01103096074 \times 10^{-3} s$$

*Router* terdiri atas 2 *router customer edge*, 2 *router distributor* dan 2 *router locator*, maka *delay* antrian pada *router* adalah

$$t_{wR} = 6 \times 0,01103096074 \times 10^{-3} s = 0,066185764 \times 10^{-3} s$$

Sehingga total *delay* antrian menjadi:

$$t_w = t_{wS} + t_{wR} \\ = 0,002206120014 + 0,066185764 = 0,068391884 \times 10^{-3} s$$

#### ➤ **Perhitungan Delay End-to-End Total**

*Delay end-to-end* terdiri dari *delay* CODEC dan *delay* jaringan. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dengan persamaan 2-13 besarnya *delay end-to-end* dapat dihitung.

$$t_{end\ to\ end} = t_{CODEC} + t_{network}$$

$$t_{end\ to\ end} = t_{CODEC} + (t_{enc} + t_t + t_p + t_w + t_{dec})$$

$$= 380 + (1,662984 + 0,00153506 + 1,5660244 + 0,068391884 + 16,62984)$$

Dari hasil perhitungan *delay end-to-end* diketahui bahwa besarnya *delay end-to-end* adalah 399,9287753 ms. Pada proses *delay* propagasi dijelaskan bahwa hasil *delay end-to-end* ini mengabaikan kondisi jaringan pada *cloud* Chevron IBU Inter-Island WAN. Untuk mengetahui bagaimana kondisi *cloud* tersebut, maka dilakukan PING dari Balikpapan ke Jakarta.

```

C:\Users\nakgg>ping -t
Pinging [redacted] with 32 bytes of data:
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=32ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=35ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=33ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=33ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=31ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=30ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246
Reply from [redacted]: bytes=32 time=29ms TTL=246

```

Gambar 4.13 Hasil PING Dari Balikpapan Ke Jakarta

Sumber: Perancangan

Dari Gambar 4.13 diketahui bahwa untuk mengirimkan data sebesar 32 bytes dari Balikpapan ke Jakarta membutuhkan waktu rata-rata 30 ms. Dengan hasil perhitungan *delay* propagasi sebesar 1,5660244 ms maka *delay* pada *cloud* dapat diketahui.

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

Sehingga total *delay end-to-end* ditambah dengan *delay* pada *cloud* Chevron Inter-Island WAN adalah

$$399,9287753 \text{ ms} + 28,4339756 \text{ ms} = 428,3627509 \text{ ms}$$

Menurut standar ITU-T G.114 yang tercantum pada Tabel 2.11, besarnya *delay end-to-end* total yang dihasilkan dari layanan *video conference* pada jaringan WAN Chevron (428,3627509 ms) dikategorikan **Buruk** karena *delay* yang terjadi > 400 ms.



#### 4.5.1.1 Perhitungan Faktor Penurunan Kualitas yang Disebabkan Oleh *Delay*

Dalam layanan multimedia, tingkat penurunan kualitas yang diakibatkan oleh pentransmisian data memegang peranan penting terhadap kualitas gambar dan suara yang dihasilkan. Hal yang menyebabkan penurunan kualitas tersebut antara lain adalah besarnya *delay* dan *packet loss* yang terjadi. Salah satu pendekatan matematis untuk menentukan faktor kualitas transmisi (R) adalah dengan menghitung faktor penurunan kualitas yang disebabkan *delay* dan *packet loss*.

Besar *delay* yang diizinkan untuk mempengaruhi kualitas gambar dan suara adalah maksimal 500 ms (ITU-T G.107: 8, 2011).  $I_d$  adalah faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *delay*, dihitung dengan persamaan 2-15.

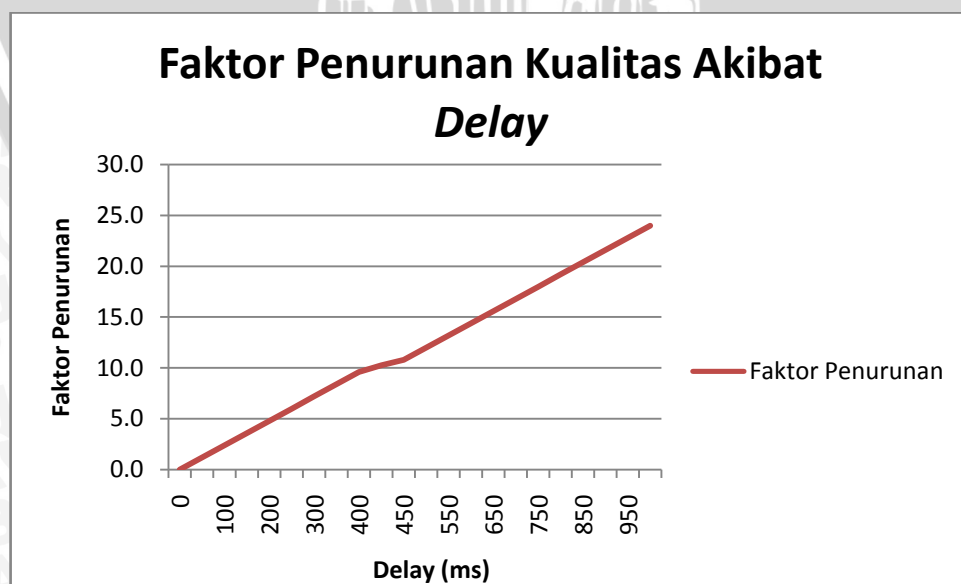
$$\begin{aligned}
 I_d &= 0,024t_{end-to-end} + 0,11 (t_{end-to-end} - 177,3) H (t_{end-to-end} - 177,3) \\
 &= 0,024(428,3627509) + 0,11 (428,3627509 - 177,3) H (428,3627509 - 177,3) \\
 &= 10,28070602 + 0,11 (428,3627509 - 177,33) 0 (428,3627509 - 177,3) \\
 I_d &= 10,28070602
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *delay*, diketahui bahwa besar nilai  $I_d$  adalah 10,28070602. Sebagai perbandingan, pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil perhitungan nilai  $I_d$  dengan besar *delay* yang bervariasi. Grafik hubungan antara nilai *delay* dengan nilai  $I_d$  digambarkan pada Gambar 4.14

**Tabel 4.2** Perhitungan Faktor Penurunan Kualitas dengan Nilai *Delay* yang Bervariasi

<i>Delay</i> (ms)	Faktor Penurunan Kualitas ( $I_d$ )
0	0
50	1,2
100	2,4
150	3,6
200	4,8
250	6
300	7,2
350	8,4
400	9,6
428,3627509	10,28070602
450	10,8
500	12
550	13,2
600	14,4
650	15,6
700	16,8
750	18
800	19,2
850	20,4
900	21,6
950	22,8
1000	24

Sumber: Perhitungan



**Gambar 4.14** Grafik Hubungan Faktor Penurunan Kualitas Dengan *Delay*

Sumber: Perhitungan

Dari grafik pada Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai *delay* yang terjadi. Maka faktor penurunan kualitas akibat *delay* akan semakin meningkat. Sehingga nilai *delay* yang tinggi akan memperburuk nilai *Mean Opinion Score* (MOS).

#### 4.5.2 Perhitungan *Packet Loss*

*Packet Loss* pada skripsi ini didapat dari hasil *Statistic* pada perangkat *endpoint* Polycom, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15 dan 4.16.

Media	Control
Receive stream AAC-LD 64k, 20 ms	RTCP receive address [REDACTED]
Receive address [REDACTED]	Receiver reports 343
Received jitter 5.8 ms (buffer=374.5 ms)	Packet loss reported 7 (0%)
Received energy -21 dB	Sender reports 343

**Gambar 4.15** Tampilan *Packet Loss* Dari Paket Audio  
Sumber: Polycom

Media	Control
Receive stream H.264, 512 x 288	RTCP receive address [REDACTED]
Receive address [REDACTED]	Receiver reports 343
Channel bit rate 384 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 4.16** Tampilan *Packet Loss* Dari Paket Video  
Sumber: Polycom

Diketahui bahwa jumlah paket audio yang hilang sebanyak 7 paket dan paket video yang hilang sebanyak 1. Total paket rata-rata, dari hasil Wireshark, adalah sebesar 3015 paket. Dengan menggunakan persamaan 2-1 maka persentase *packet loss* yang terjadi adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Packet Loss } (\rho) &= \frac{N_{\text{packet loss}}}{N_{\text{packet}}} \times 100\% \\
 &= \frac{8}{3015} \times 100\% = 0,265339966 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *packet loss*, persentase *packet loss* yang terjadi adalah 0,265%. Besarnya persentase ini, menurut standar TIPHON pada Tabel 2.10, dikategorikan **Baik**, karena masih dalam rentang 0-3 %.

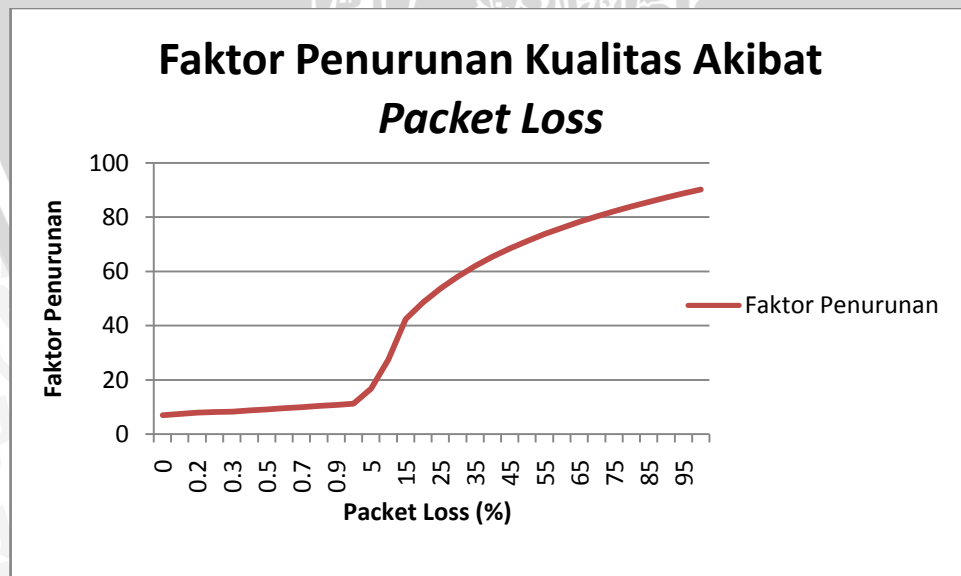
#### 4.5.2.1 Perhitungan Faktor Penurunan Kualitas yang Disebabkan Oleh *Packet Loss*

Pengaruh *packet loss* juga berperan dalam kualitas gambar dan suara yang dihasilkan.  $I_f$  adalah faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *packet loss*, dihitung dengan persamaan 2-16.

$$\begin{aligned}
 I_f &= 7 + 30 \ln(1 + 15\rho) \\
 &= 7 + 30 \ln(1 + 15(0,00265)) \\
 &= 7 + 30 \ln(1 + 0,03975) \\
 &= 7 + 30 \ln(1,003975) \\
 &= 7 + 1,1694
 \end{aligned}$$

$$I_f = 8,1694$$

Dari hasil perhitungan faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *packet loss*, diketahui bahwa besar nilai  $I_f$  adalah 8,1694. Grafik hubungan antara nilai *packet loss* dengan nilai  $I_f$  digambarkan pada Gambar 4.17. Pada Tabel 4.3 menunjukkan hasil perhitungan nilai  $I_f$  dengan besar *packet loss* yang bervariasi.



**Gambar 4.17** Grafik Hubungan Penurunan Kualitas Dengan *Packet Loss*

Sumber: Perhitungan

**Tabel 4.3** Perhitungan Faktor Penurunan Kualitas dengan Nilai *Packet Loss* yang Bervariasi

<i>Packet Loss</i> (%)	<i>Packet Loss</i> dalam Desimal ( $\rho$ )	Faktor Penurunan Kualitas ( $I_f$ )
0	0	7
0,1	0,001	7,4466583748
0,2	0,002	7,8867640672
0,265	0,00265	8,169408989
0,3	0,003	8,320506563
0,4	0,004	8,748067244
0,5	0,005	9,169619847
0,6	0,006	9,585330887
0,7	0,007	9,995360049
0,8	0,008	10,39986056
0,9	0,009	10,79897953
1	0,01	11,19285827
5	0,05	16,78847364
10	0,1	27,48872196
15	0,15	42,35964989
20	0,2	48,58883083
25	0,25	53,74433854
30	0,3	58,14244277
35	0,35	61,97744391
40	0,4	65,37730447
45	0,45	68,4307853
50	0,5	71,2019849
55	0,55	73,73870655
60	0,6	76,07755279
65	0,65	78,24717264
70	0,7	80,27041106
75	0,75	82,16577811
80	0,8	83,94848072
85	0,85	85,63116472
90	0,9	87,22445948
95	0,95	88,73738509
100	1	90,17766167

Sumber: Perhitungan

Dari grafik pada Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai *packet loss* maka faktor penurunan kualitas akibat *packet loss* akan semakin meningkat. Sehingga nilai *packet loss* yang tinggi akan memperburuk nilai MOS.

#### 4.6 Perhitungan Nilai *Mean Opinion Score* (MOS) Dengan Metode Kuesioner

*Mean Opinion Score* (MOS) merupakan rekomendasi ITU P.800 yang digunakan untuk mengukur kinerja dari suatu layanan multimedia melalui jaringan berdasarkan pandangan dari *end user*. Nilai MOS merepresentasikan kualitas gambar dan suara dari layanan *video conference*.

Perhitungan MOS ini adalah berdasarkan perspektif responden (*end user*). Responden akan memberikan penilaian dengan *range* angka 1-5 dengan ketentuan:

**Tabel 4.4** Ketentuan Nilai MOS

Nilai MOS	Keterangan
1	<b>Sangat buruk.</b> Secara keseluruhan responden tidak puas dan menganggap <i>video conference</i> di Chevron tidak layak digunakan
2	<b>Buruk.</b> Responden tidak puas dengan layanan <i>video conference</i> di Chevron
3	<b>Cukup, dapat diterima.</b> Beberapa aspek sedikit tidak memuaskan responden, namun secara umum <i>video conference</i> di Chevron masih layak akan tetapi perlu pengembangan di beberapa aspek
4	<b>Baik.</b> Beberapa aspek membuat responden puas. Layanan <i>video conference</i> di Chevron dianggap layak
5	<b>Sempurna.</b> Secara keseluruhan responden puas dan menganggap <i>video conference</i> di Chevron sangat memuaskan

**Sumber: Perancangan**

Perhitungan nilai MOS ini dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang disebar di kantor utama Chevron-KLO Balikpapan. Terdapat 3 objek penilaian:

- Kejelasan gambar dan suara
- Keutuhan (kecacatan) gambar dan suara
- *Delay* dari gambar dan suara

Sebanyak 16 responden turut berpartisipasi dalam pengisian kuesioner ini. Rekapitulasi data yang didapat adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 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
<b>Rata-rata</b>	3,5625	4,0625	3,625
<b><math>\Sigma</math> Rata-rata nilai MOS</b>			3,75

Sumber: Perancangan

Dari Tabel 4.5 diketahui bahwa nilai MOS dari opini responden di Chevron-KLO Balikpapan mengenai layanan *video conference* pada jaringan WAN milik Chevron adalah 3,75.

#### 4.7 Perhitungan Nilai *Mean Opinion Score* (MOS) Dengan Metode Matematis

Nilai MOS yang didapat dari hasil kuesioner bersifat subjektif, karena berdasarkan opini individu. Sehingga perlu pendekatan matematis untuk membuktikan hasil kuesioner tersebut.

Pendekatan matematis yang dapat dilakukan untuk menentukan nilai MOS secara matematis adalah dengan menggunakan *E-Model*. Hasil akhir estimasi *E-Model* disebut faktor kualitas transmisi (Faktor R) yang dipengaruhi  $I_d$  (faktor penurunan kualitas layanan akibat *delay*) dan  $I_f$  (faktor penurunan kualitas layanan akibat *packet loss*) dengan menggunakan persamaan 2-14.

$$R = 94,2 - I_d - I_f$$

$$= 94,2 - 10,28070602 - 8,1694$$

$$R = 75,74989398$$

Hasil perhitungan mendapatkan nilai faktor R adalah 75,74989398 maka nilai MOS dengan pendekatan faktor R dapat ditentukan sesuai dengan persamaan 2-18 .

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

$$= 1 + 0,035 (75,74989398) + 7 \times 10^{-6} (75,74989398)(75,74989398-60)(100-75,74989398)$$

$$= 1 + 2,651246289 + 7 \times 10^{-6} (75,74989398) (15,74989398)(25,010602)$$

$$= 1 + 2,651246289 + 7 \times 10^{-6} (75,74989398) (393,9143299)$$

$$= 1 + 2,651246289 + 0,2088727811$$

$$\text{MOS} = 3,86011907$$

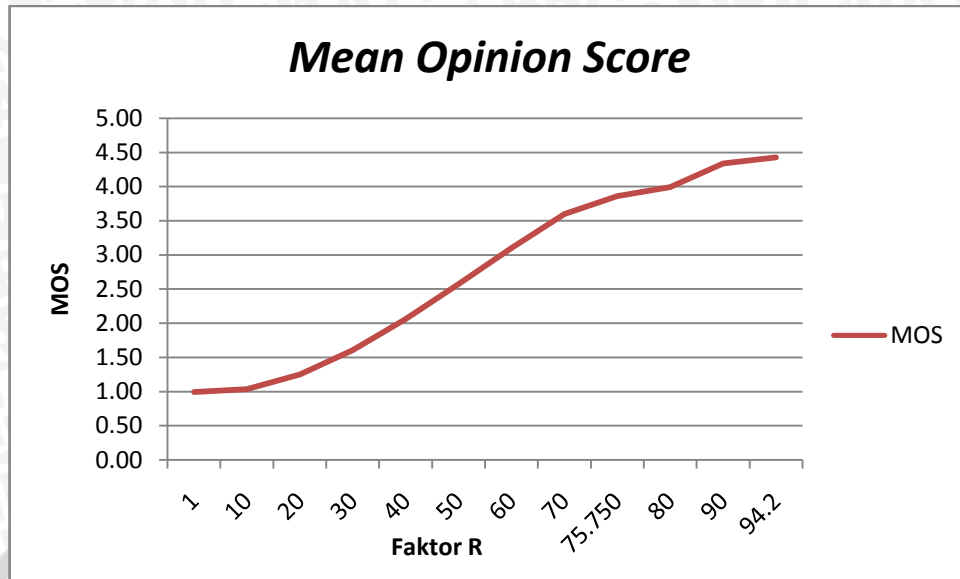
Secara matematis dengan menggunakan pendekatan faktor kualitas transmisi (faktor R) yang dipengaruhi *delay* dan *packet loss*, didapat nilai MOS sebesar 3,882717626. Sebagai perbandingan, pada Tabel 4.6 menunjukkan hasil perhitungan nilai MOS dengan nilai faktor R yang bervariasi. Grafik hubungan anatara nilai MOS dengan nilai faktor R digambarkan pada Gambar 4.18.

**Tabel 4.6** Perhitungan Nilai MOS dengan Nilai Faktor R yang Bervariasi

Faktor R	Nilai MOS
1	0,994113
10	1,035
20	1,252
30	1,609
40	2,064
50	2,575
60	3,1
70	3,597
75,74989398	3,86011907
80	3,992
90	4,339
94,2	4,427798584

Sumber: Perhitungan





**Gambar 4.18** Grafik Hubungan MOS Dengan Faktor R

Sumber: Perhitungan

Dari grafik pada Gambar 4.18 dapat disimpulkan bahwa hubungan antara besar nilai faktor R dengan nilai MOS adalah semakin tinggi nilai faktor R, nilai MOS akan semakin tinggi pula.

#### 4.8 Analisis Perbandingan Nilai MOS

Dari hasil perhitungan nilai MOS secara matematis dan langsung, terjadi perbedaan nilai. Hasil perhitungan matematis dengan pendekatan metode pencarian faktor R menunjukkan nilai MOS sebesar 3,86011907. Sementara hasil perhitungan secara langsung dengan metode kuesioner menunjukkan nilai MOS sebesar 3,75. Terdapat selisih nilai sebesar 0,13 dimana hasil perhitungan secara matematis menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan hasil kuesioner.

**Tabel 4.7** Perbandingan Nilai MOS

E- Model (R)	MOS	Grade	Nilai MOS Matematis	Nilai MOS Hasil Kuesioner
$89 \leq R \leq 100$	$4,2 \leq M \leq 5$	A		
$79 \leq R < 89$	$3,9 \leq M < 4,2$	B		
$70 \leq R < 79$	$3,5 \leq M < 3,9$	C	3,86011907	3,75
$59 \leq R < 70$	$3 \leq M < 3,5$	D		
$49 \leq R < 59$	$2,5 \leq M < 3$	E		
$0 \leq R < 49$	$0 \leq M < 2,5$	F		

Sumber: Perancangan

Menurut perbandingan dengan standar ITU-T P800 yang tertera pada Tabel 4.7, hasil perhitungan nilai MOS secara matematis dan metode kuesioner termasuk dalam kategori C atau *Acceptable*. Dengan hasil perhitungan nilai faktor R mencapai 75,74989398, atau masih dalam *range*  $70 \leq R < 79$ . Sementara nilai MOS hasil perhitungan matematis dan metode kuesioner masih dalam *range*  $3,5 \leq M < 3,9$ .

Kategori ini menjelaskan bahwa *video conference* dengan menggunakan teknologi *Personal Video*, yang dilakukan pada jam aktif kantor dimana terdapat kemungkinan seluruh layanan teknologi informasi di Chevron Indonesia Company sedang digunakan pada saat yang bersamaan, akan mengalami beberapa gangguan, yang berupa adanya sedikit ketidaksinkronan antara gambar dan suara, dan juga gambar yang kurang *smooth*. Namun kondisi tersebut tidak mempengaruhi kinerja layanan lainnya, seperti IP *telephony* dan *conference phone* yang tetap berfungsi dengan baik.

#### 4.9 Analisis Peningkatan Nilai MOS

Untuk memperbesar nilai MOS dapat ditempuh dengan menekan nilai *delay*. Dari Tabel 4.2 dijelaskan bahwa semakin kecil nilai *delay* yang dihasilkan maka faktor penurunan kualitas akibat *delay* akan semakin kecil pula. Nilai faktor penurunan kualitas akibat *delay* yang kecil akan memperbesar nilai faktor R sehingga nilai MOS akan meningkat.

*Delay* yang terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: penggunaan CODEC, karakteristik *user* dan kepadatan trafik saat jam aktif kantor yang menyebabkan kongesti pada jaringan. Sehingga cara yang dapat ditempuh untuk menekan tingginya *delay* adalah:

- Menggunakan jenis CODEC lainnya yang memiliki nilai *delay* yang lebih kecil.
- Menerapkan sistem pengaturan *bandwidth* agar *user* tidak dapat menggunakan layanan melebihi alokasi *bandwidth* yang disediakan.