

PERENCANAAN SISTEM KOMUNIKASI DATA DENGAN LEASED LINE DI PT CRI PASURUAN

Bain Khusnul Khotimah

Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo

Email: bainkk@trunojoyo.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan media transmisi baik yang bersifat pribadi maupun yang bersifat terbuka untuk umum telah berkembang dengan pesat sesuai kebutuhan masyarakat akan layanan telekomunikasi untuk jaringan komputer aplikasi warnet yang cepat, akurat, berkualitas serta terjangkau dari sisi ekonomi. Layanan jaringan sewa/leased line adalah jasa layanan antara dua tempat yang mempunyai jarak relatif jauh dengan mempergunakan jaringan publik tetapi seolah-olah tetap menggunakan jaringan pribadi. Di Indonesia layanan ini dirintis oleh PT Telkom sebagai perusahaan pengelola jaringan utama di Indonesia. Penggunaan leased line di PT CRI Pasuruan diharapkan bisa menghemat biaya produksi, untuk selanjutnya dapat dikembangkan ke sistem telekomunikasi yang lain seperti Tele Conference atau Video Phone.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur dan protokol komunikasi data yang sangat populer dewasa ini adalah TCP/IP, maka tak jarang perusahaan-perusahaan terkemuka di Indonesia banyak menggunakan protokol ini dalam sistem telekomunikasinya.

Teknologi *Voice over Internet Protocol* sebagai pengembangan lebih lanjut dari TCP/IP sudah selayaknya dipergunakan semaksimal mungkin. PT CRI Pasuruan, sebagai salah satu perusahaan Penanaman Modal Asing di Indonesia, yang mempunyai banyak cabang perusahaan menuntut suatu komunikasi yang cepat, akurat dan berkualitas, seyogyanya dapat mengembangkan sistem VoIP pada jalur *leased line* yang ada dan meminimalisir penggunaan jalur PSTN dalam berkomunikasi antar anak cabang perusahaan mereka yang tersebar di pulau Jawa. Hal ini dikarenakan biaya yang dikeluarkan antara dua layanan itu terpaut jauh. Oleh karena itu perlu direncanakan suatu jaringan komunikasi data yang akan ditumpangkan pada jaringan *leased line* seoptimal mungkin.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana konsep dasar teknologi VoIP dalam merencanakan jaringan *leased line* untuk komunikasi data dengan parameter-parameter antara lain: utilitas jaringan, throughput dan waktu tunda aplikasi *end to end*.
2. Bagaimana perencanaan infrastruktur jaringan komunikasi data dengan *leased line* di PT CRI Pasuruan yang meliputi: kapasitas router, switch dan *leased line* yang dibutuhkan.
3. Bagaimana proses pemanggilan dan sistem penomoran pada jaringan ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknologi VoIP

Voice over IP (VoIP) dapat didefinisikan sebagai sebuah teknologi layanan komunikasi suara *real time* dimana sinyal suara dikirimkan melalui IP datagram ke *end user*. Secara garis besar IP datagram dibungkus sebagai data dalam *physical network frame*. Pengiriman dilakukan dengan pembagian ukuran yang dispesifikasikan oleh *router* pada MTU (*Minimum Transmission Unit*) atau disebut fragmen. Proses ini dilakukan oleh *router* dan disusun di *end user*.

2.2 Delay End to End

Delay end to end adalah *delay* yang dialami oleh *user*. Untuk mendapatkan percakapan yang normal, *delay* ini harus dijaga sebisa mungkin hampir konstan dan besarnya tidak melebihi batas yang telah ditentukan.

Seluruh *delay* pada jaringan tersebut diklasifikasikan menjadi dua jenis *delay*, yaitu:

- Komponen *fixed delay*, yaitu *delay* yang besarnya tetap selama pengiriman paket-paket.
- *Variabel delay*, disebabkan adanya antrian pada *buffer* di interface jaringan. *Buffer* ini menimbulkan *delay* yang disebut *jitter*.

Delay dan *jitter* akan sangat mempengaruhi pada kualitas sambungan/suara di jaringan VoIP.

Tabel 1. *Delay* untuk berbagai macam media perangkat
[Sumber: Breyer and Railey. 1197:86]

Device	Delay/meter	Maksimum delay (μ s)
Two TX or FX DTEs	N/A	100
Two T4 DTEs	N/A	138
One T4 and One TX/FX DTE	N/A	127
Category 3 Cable Segment	1.14	114 (100 m)
Category 4 Cable Segment	1.14	114 (100 m)
Category 5 Cable Segment	1.112	111.2 (100 m)
Shielded Twisted Pair (IBM Type 1)	1.112	111.2 (100 m)
Fiber Optic Cable	1.00	100 (412 m)
Class 1 Repeater	N/A	140
Class 2 Repeater – All ports TX/FX	N/A	92
Class 2 Repeater – Any port T4	N/A	67
100Base TX 100Base FX Converter	N/A	50-100

3. PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Topologi Jaringan

3.1.1 Perencanaan *Workgroup*

Pada daerah layanannya PT CRI Pasuruan akan dibagi menjadi 8 *workgroup*. Kedelapan *workgroup* tersebut adalah:

1. *Workgroup* Main Office 1
Meliputi :IT Department, Finance Department, Bea Cukai, Security Post dan Poliklinik
2. *Workgroup* Main Office 2
Meliputi : Marketing Department, Purchasing Department, EXIM Department dan HRD Department
3. *Workgroup* Dyehouse
Meliputi : Wet Processing Department, Dyehouse Departement, Dyehouse Laboratotium, Thies Machine Area, Drug Store dan General Store.
4. *Workgroup* Core Spun Polyester
Meliputi : Production Department, Core Spun Polyester, New Warehouse, Gear Room, Training Officer, Manager CSP Office, Mill 1 dan Mill 2.

5. *Workgroup Twisting*
Meliputi : *Quality Assurance Department, QA Spinning Twisting, QA Dyeing Finishing, ISO 9002 Center, Steamer, Mill 3 dan Mill 4.*
6. *Workgroup Engineering*
Meliputi : *Engineering Department, Core Filament Twisting, Mill 5, Genset dan Bolier*
7. *Workgroup Finishing*
Meliputi : *Finishing Department, Bonding Department, Logistic Department, Logistic Spinning Twisting, Logistic Dyeing Finishing, Meeting Room, Finishing Product Store, Dyed Thread Store dan Despatch Office,*
8. *Workgroup Warehouse*
Meliputi : *Warehouse Department, Warehouse Spinning Twisting, Warehouse Dyeing Finishing, Warehouse Make Up Material, Pump House dan Waste Water Treatment Plan.*

3.1.2 Perencanaan Workstation

Workstation disini adalah titik-titik pengguna komunikasi di PT CRI Pasuruan baik itu berupa PC Client, machine switch board controler atau engine table diseluruh PT CRI Pasuruan. Penempatan workstation disesuaikan dengan pembagian *workgroup*, dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 2. Perencanaan Jumlah workstation

No.	Nama Workgroup	Jumlah workstation
1.	Main Office 1	20
2.	Main Office 2	20
3.	Dyehouse	15
4.	CSP	15
5.	Twisting	10
6.	Engineering	10
7.	Finishing	15
8.	Warehouse	10
	Total	115

3.1.3 Perencanaan Switch dan Router

Switch mengakses jaringan dari workstation yang berada dalam daerah cakupannya dan ke router utama. Router ditempatkan di main office yaitu di kantor departemen IT karena kantor ini merupakan pusat akses ke internet dan PSTN. Penempatan switch mempertimbangkan faktor kepadatan workstation di seluruh kawasan PT CRI Pasuruan dan efisiensi panjang kabel transmisi di tiap *workgroup*. Juga diusahakan berada di tempat yang strategis, aman, mudah dijangkau dan jauh dari pengaruh medan elektromagnetik mesin-mesin pabrik. Perencanaan penempatan switch dan jaraknya dengan router dapat dilihat di tabel 4.

Tabel 3 Perencanaan Penempatan switch

No.	Nama Workgroup	Penempatan Switch	Jarak Switch ke Router
1.	Main Office 1	IT Office	10 m
2.	Main Office 2	Marketing Office	30 m
3.	Dyehouse	Drug Store	100 m
4.	CSP	CSP Training Office	150 m
5.	Twisting	ISO 9002 Center	130 m
6.	Engineering	Engineering Office	250 m
7.	Finishing	Finished office	350 m
8.	Warehouse	Warehouse Office	390 m

3.1.4 Perencanaan Bandwidth Aplikasi

Alokasi bandwidth data di tiap *workgroup* sebanding dengan jumlah *workstation* yang dialokasikan di *workgroup* tersebut. Sedangkan Bandwidth VoIP yang dibutuhkan untuk satu kanal tergantung pada jenis *codec*, *frame rate* dan protokol yang digunakan.

Jumlah bandwidth data pada masing-masing *workgroup* ditentukan berdasarkan jumlah *work station* yang ada didalamnya. Rata-rata tiap *workgroup* mendapatkan 10 – 20 *workstation* dan bandwidth data untuk tiap 5 *workstation* minimal adalah 32 kbps.

Tabel 4. Perencanaan bandwidth data tiap *workgroup*

No.	Nama <i>Workgroup</i>	Jumlah <i>workstation</i>	Data (kbps)
1.	Main Office 1	20	128
2.	Main Office 2	20	96
3.	Dyehouse	15	96
4.	CSP	15	64
5.	Twisting	10	64
6.	Engineering	10	96
7.	Finishing	15	64
8.	Warehouse	10	64
	Total	115	736

[Sumber: Perencanaan]

2.3.4.1 Perhitungan Bandwidth untuk Satu Kanal VoIP

Aplikasi VoIP yang direncanakan menggunakan jenis *codec* G.729 dengan *bit rate* 8 kbps berlaku untuk semua *workgroup*. Dengan menggunakan persamaan 2.4 – 2.7 dan besar *frame rate* 10 ms maka :

$$PL = B_{\text{codec}} \times FR = 8 \times 10^3 \cdot 10 \times 10^{-3} = 80 \text{ bit}$$

Kemudian didapat besar paket dan bandwidth untuk satu kanal VoIP adalah:

$$P_{\text{size}} = H + 2PL = 368 + 160 = 528 \text{ bit / paket}$$

$$B_{\text{oh}} = \frac{H}{2PL} \cdot B_{\text{codec}} = \frac{368}{160} \cdot 8 \times 10^3 = 18.4 \times 10^3 \text{ bps} = 18.4 \text{ kbps}$$

$$B = B_{\text{codec}} + B_{\text{oh}} = 8 \times 10^3 + 18.4 \times 10^3 = 26.4 \times 10^3 \text{ bps} = 26.4 \text{ kbps}$$

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa bandwidth rata-rata satu kanal suara adalah 26,4 kbps.

3.1.5 Perencanaan Alokasi Bandwidth VoIP Workgroup

Dengan mengalikan jumlah workstation VoIP yang dialokasikan di tiap *workgroup* dengan bandwidth perkanal, dapat diperoleh besar alokasi bandwidth VoIP di tiap *workgroup* sebagai berikut:

Tabel 5. Perencanaan Alokasi Bandwidth VoIP Workgroup

No.	Nama <i>Workgroup</i>	Jumlah node VoIP	Bandwidth VoIP (kbps)
1.	Main Office 1	20	528
2.	Main Office 2	20	528
3.	Dyehouse	15	396
4.	CSP	15	396
5.	Twisting	10	264
6.	Engineering	10	264
7.	Finishing	15	396
8.	Warehouse	10	396
	Total	115	3036

3.1.6 Perencanaan Kapasitas *Bandwidth Workgroup*

Alokasi *bandwidth* pada jaringan ini adalah *bandwidth* untuk voice dan data. Perhitungan-perhitungan di atas telah berhasil memperoleh besar kapasitas *bandwidth* yang dibutuhkan untuk tiap-tiap *workgroup*, namun besarnya *bandwidth* yang dibutuhkan harus disesuaikan dengan *bandwidth* yang ada di lapangan. Pada tabel dibawah ini diberikan besar kebutuhan *bandwidth* dan pendekatan *bandwidth* yang tersedia di lapangan dengan tetap memperhatikan tingkat utilitasnya, sehingga *delay* antrian tetap terjaga dan penggunaan kapasitas yang berlebih dapat dihindari.

Table 6. Kebutuhan *bandwidth* yang dibutuhkan dengan *bandwidth* yang tersedia di lapangan

No.	Nama Workgroup	<i>Bandwidth</i> yang dibutuhkan (kbps)	<i>Bandwidth</i> yang tersedia (kbps)
1.	Main Office 1	656	704
2.	Main Office 2	656	704
3.	Dyehouse	492	512
4.	CSP	492	512
5.	Twisting	328	384
6.	Engineering	328	384
7.	Finishing	492	512
8.	Warehouse	328	384
	Total	3772	4096

3.2 Kapasitas Leased Line

Leased line yang akan dipakai nanti akan dilalui oleh kanal suar ada kanal data. Leased line ini nanti akan menghubungkan antara PT CRI cabang Pasuruan dengan PT CRI cabang-cabang yang lain yaitu cabang Bogor dan cabang Jakarta. Oleh karena itu, *bandwidth* yang dibutuhkan oleh leased line adalah total keseluruhan dari semua *bandwidth* VoIP dan semua *bandwidth* data dari seluruh *workgroup*.

3.2.1 Kapasitas Kanal VoIP

Kapasitas kanal VoIP untuk *leased line* adalah total keseluruhan *bandwidth* VoIP yang dibutuhkan seluruh *workgroup*, yaitu:

$$B_{VoIPLL} = B_{VoIPW1} + B_{VoIPW2} + B_{VoIPW3} + B_{VoIPW4} + B_{VoIPW5} + B_{VoIPW6} + B_{VoIPW7} + B_{VoIPW8}$$

$$B_{VoIPLL} = (528 + 528 + 396 + 396 + 264 + 264 + 396 + 264) \text{ kbps} = 3036 \text{ kbps}$$

3.2.2 Kapasitas Kanal Data

Kapasitas kanal data untuk *leased line* adalah total keseluruhan *bandwidth* data yang dibutuhkan seluruh *workgroup*, yaitu:

$$B_{DataLL} = B_{DataW1} + B_{DataW2} + B_{DataW3} + B_{DataW4} + B_{DataW5} + B_{DataW6} + B_{DataW7} + B_{DataW8}$$

$$B_{DataLL} = (128 + 128 + 96 + 96 + 64 + 64 + 96 + 64) \text{ kbps} = 736 \text{ kbps}$$

3.2.3 Kapasitas Total Leased Line

Kapasitas kanal total leased line adalah total keseluruhan *bandwidth* VoIP dan data yang dibutuhkan seluruh *workgroup*, yaitu:

$$B_{Ltotal} = B_{VoIPLL} + B_{DataLL}$$

$$B_{Ltotal} = (3036 + 736) \text{ kbps} = 3772 \text{ kbps}$$

Kapasitas kanal total *Access Point* adalah *bandwidth* total yang harus bisa disediakan oleh jaringan. Minimal *bandwidth* yang harus disediakan agar aplikasi VoIP ini dapat diterapkan adalah 2024 kbps dan maksimal 4096 kbps.

3.2.4 Kapasitas Total Leased Line

Pembiayaan total *leased line* adalah Rp 2 juta untuk 256 kbps dan kelipatannya maka biaya *leased line* yang harus dikeluarkan oleh PT CRI Pasuruan adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= (B_{LL\text{total}} / 256 \text{ Kbps}) * \text{Rp } 2 \text{ juta} \\ &= (4096 \text{ kbps} / 256 \text{ kbps}) * \text{Rp } 2 \text{ juta} = 32 \text{ juta} \end{aligned}$$

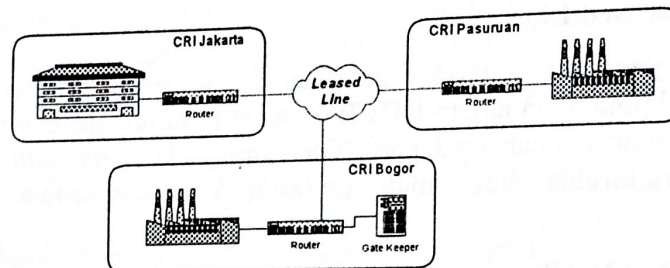
3.3 Perencanaan Infrastruktur LAN untuk Aplikasi VoIP

Jika standar VoIP yang digunakan adalah H.323, maka beberapa infrastruktur untuk mendukung aplikasi VoIP berstandar H.323 perlu ditambahkan pada jaringan. Dalam perencanaan infrastruktur suatu jaringan yang menjadi perhatian adalah kemampuan infrastruktur tersebut untuk menjalankan tugasnya dengan maksimal.

3.3.1 Gatekeeper

Zone H.323 tidak tergantung pada topologi jaringan dan dapat terdiri dari sejumlah segmen jaringan yang terhubung oleh *router* atau perangkat lainnya. Pemrosesan panggilan telepon melalui VoIP jaringan antar cabang PT CRI dikelola dalam satu *zone* oleh suatu *gatekeeper* yang diletakkan di PT CRI cabang Bogor.

Gatekeeper memberikan layanan *huntng* seperti pengalamatan, otorisasi, autentifikasi dari terminal dan *Gateway*, manajemen *bandwidth*, *accounting*, pembiayaan dan rekening serta *zone management*. *Gatekeeper* juga memberikan layanan *call routing*. Rancangan penempatan *gatekeeper* dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Rencana penempatan gatekeeper untuk layanan VoIP di jaringan PT CRI

3.3.2 Infrastruktur Jaringan

3.3.2.1 Router

Parameter yang akan menjadi ukuran kemampuan *router* adalah kapasitas *router*. Kapasitas *router* yang dibutuhkan dapat dihitung dengan cara memprediksi jumlah total paket per detik yang akan melewati semua *interface* pada *router*.

Memprediksi trafik maksimum (dalam paket per detik) aliran tersebut, sesuai dengan persamaan yaitu:

$$C_{R/S} = (B \times 1000) / L_m \quad (\text{pps})$$

Dimana $C_{R/S}$ = kapasitas router untuk satu aliran (pps), B = *bandwidth* satu aliran trafik (kbps) dan L_m = panjang paket minimal yang melewati interface router (byte) dan nilai *bandwidth* aliran maksimum dari tiap *workgroup* menuju *router* dapat dilihat pada tabel 7.

Dari leased line menuju LAN

Kecepatan akses *leased line* yang akan digunakan adalah 4096 kbps dan panjang paket minimum adalah 66 byte (528 bit) sehingga nilai aliran maksimum dari *leased line* menuju LAN berdasar persamaan 2.2 adalah:

$$C_{R/S} = (B \times 1000) / L_m = (4096 \times 1000) / 528 = 7757,576 \text{ pps}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat dihitung kapasitas *router* yang dibutuhkan adalah:

$$C_R = C_{R/S \text{ leased line} - \text{LAN}} + C_{R/S \text{ LAN} - \text{leased line}} = 7.757,576 + 7.757,576 \text{ pps} = 15515,152 \text{ pps}$$

Tabel 7. Perhitungan bandwidth aliran maksimum dari tiap workgroup

No.	Workgroup	Aliran maksimum (kbps)	C_{RS} (pps)
1.	Main Office 1	704	
2.	Main Office 2	704	1333,333
3.	Dyehouse	512	1333,333
4.	CSP	512	969,697
5.	Twisting	384	969,697
6.	Engineering	384	727,273
7.	Finishing	512	727,273
8.	Warehouse	384	969,697
	Total		727,273
			7757,576

3.3.2.2 Switch

Kapasitas switch umumnya diukur dalam *forwarding rate*, yaitu kecepatan switch untuk mem-forward frame yang dilewatkan ke port-portnya, dengan satuan paket per detik (pps). *Forwarding rate* yang diberikan umumnya adalah total *forwarding rate* yang diberikan switch oleh seluruh port yang dimiliki. *Packet per second* maksimum adalah maksimum jumlah paket/frame yang dibangkitkan selama satu detik. Jika topologi LAN yang digunakan adalah 10 Mbps Ethernet, maka *packet per second* (pps) maksimumnya dapat dihitung berdasarkan persamaan, sebagai berikut [Brenton,200:46]:

$$\text{Forwarding rate} = N \times \text{pps maks di tiap port}$$

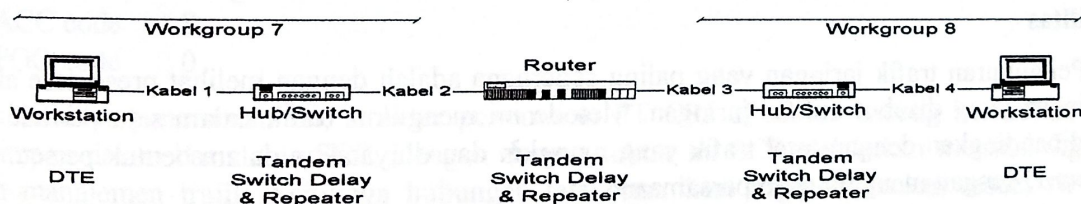
$$\text{Max pps} = (10 \times 10^6) \text{bps} / \{(66 + 8 + 12) \text{Byte} \times 8 \text{ bit/Byte}\} \text{ pps} = 14535 \text{ pps}$$

Jadi *forwarding rate* switch yang dibutuhkan LAN Ethernet agar dapat menjalankan aplikasi VoIP dengan baik adalah 14535 pps per port.

3.4 Delay Aplikasi

Delay aplikasi VoIP disini adalah *delay end to end* satu arah, yang meliputi *delay* jaringan dan *delay* yang disebabkan oleh aplikasi VoIP itu sendiri. Perhitungan yang akan dilakukan meliputi perhitungan *delay* aplikasi end to end antar *workstation* yang berada dalam satu anak cabang perusahaan dan *delay* aplikasi end to end antar *workstation* yang berbeda anak cabang perusahaan.

Delay disini ditentukan oleh peralatan-peralatan yang digunakan dalam perencanaan jaringan. Besar *delay* dari tiap peralatan dapat dilihat dalam Tabel 4 urutan peralatan yang dilewati antara *workgroup* 7 dan *workgroup* 8 ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



Gambar 1. Delay jaringan antar workstation yang berbeda workgroup

Dalam perhitungan *delay* jaringan diatas panjang kabel 1 dan kabel 4 yang menghubungkan antara *workstation* dan *switch* dianggap tidak lebih dari 100m karena berada dalam satu area *workgroup*. Sedangkan kabel 2 yang menghubungkan antara *hub/switch* dan *router* bervariasi tergantung topologi jaringan. Perhitungan secara lengkap *delay* antara *switch* dan *router* pada tiap *workgroup* diperlihatkan pada tabel 8.

Sesuai dengan gambar 2 diatas serta nilai *delay* pada tabel 9 maka perhitungan *delay* jaringan antara *workgroup* 7 dan *workgroup* 8 adalah:

$$\begin{aligned}
 T_{LAN(7-8)} &= 2t_{DTE} + 3t_{repeater} + 3t_{TSD} + t_{kabel1} + t_{kabel2} + t_{kabel3} + t_{kabel4} \\
 &= 2(100\mu s) + 3(92\mu s) + 3(1ms) + 111.2\mu s + 289.2\mu s + 433.68\mu s + 111.2\mu s = 4421.28 \mu s
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Perhitungan Delay Jaringan antara hub/switch dan router

No.	Posisi Switch (Workgroup)	Jarak Switch – Router (m)	Delay jaringan Switch – router (μs)
			11,12
1.	Main Office 1	10 m	33,36
2.	Main Office 2	30 m	111,20
3.	Dyehouse	100 m	166,80
4.	CSP	150 m	144,56
5.	Twisting	130 m	278,00
6.	Engineering	250 m	389,20
7.	Finishing	350 m	433,68
8.	Warehouse	390 m	

3.5 Performasi Jaringan

3.5.1 Troughput Maksimal

Perencanaan *troughput* ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah paket data maksimum yang dapat dikirimkan berdasarkan ukuran paket yang digunakan, BER dan jarak lintasan. Sebagai contoh, diambil *workgroup* 1 yang memiliki jumlah *workstation* paling banyak. Dengan persamaan 2.15 - 2.18 dapat dihitung nilai *troughput*, yaitu:

$$\rho = P_{size} \cdot \rho_b = (P_{voip} + P_{data}) \cdot 10^{-5} = ((20 + 46) + (512 + 46)) \cdot 8 \times 10^{-5} = 0,04992$$

$$\alpha = \frac{\left(\frac{PL}{P_{size}}\right)(1 - \rho)}{\frac{C_{layanan}}{C_{kanal}}} = \frac{\left(\frac{4256}{4992}\right)(1 - 0,04992)}{\frac{656}{704}} = \frac{0,853 \cdot 0,95008}{0,932} = 0,86927$$

$$t_v = \frac{P_{size}}{C_{kanal}} = \frac{4992}{704 \times 10^3} = 7,0909 \times 10^{-3}$$

$$\tau = \frac{(1 - \rho)}{t_v [1 + (\alpha - 1)\rho]} = \frac{(1 - 0,04992)}{7,0909 \times 10^{-3} [1 + (0,86927 - 1)0,04992]}$$

$$= \frac{0,95008}{7,0447 \times 10^{-3}} = 134,8658 \text{ pps} = 673,243 \text{ kbps}$$

3.5.2 Utilitas

Pengukuran trafik jaringan yang paling sederhana adalah dengan melihat presentase aktifitas pada jaringan yang disebut utilitas jaringan. Metode ini mengukur trafik dalam satu periode waktu tertentu dibandingkan dengan total trafik yang mungkin dan dinyatakan dalam bentuk persen. Untuk *workgroup* 1, dengan menggunakan persamaan:

$$U = \frac{\tau}{C} \times 100\% = \frac{673243}{704000} \times 100\% = 95,63\%$$

Workgroup yang lain dihitung dengan metode yang sama.

Dari contoh perhitungan diatas nilai *troughput* dan *utilitas* jaringan dapat ditabulasikan sebagai berikut:

Tabel 9. Perhitungan Troughput dan Utilitas

No.	Workgroup	C _{kanal} (kbps)	C _{layanan} (kbps)	τ (kbps)	U (%)
1.	Main Office 1	656	704	673,250	95,63
2.	Main Office	656	704	673,250	95,63

	2				
3.	Dyehouse	492	512	490,285	95,76
4.	CSP	492	512	490,285	95,76
5.	Twisting	328	384	365,775	95,25
6.	Engineering	328	384	365,775	95,25
7.	Finishing	492	512	490,285	95,76
8.	Warehouse	328	384	365,775	95,25

3.6 Sistem Penomoran

Penyambungan panggilan yang perlu dilakukan adalah mengetahui sistem penomoran, artinya nomor tertentu untuk terminal PSTN sebagai nomor panggilan dalam jaringan. Penomoran yang harus dirancang oleh pelanggan meliputi PNP (*private numbering plan*), ABD (*abbreviated dialing*), ACC telkom, untuk sementara jumlah maksimum anggota adalah 8000 sambungan dengan PT CRI mempunyai kantor pusat di Jakarta dan kantor cabang di Bogor dan Pasuruan.

Secara garis besar, spesifikasi keanggotaan PT CRI adalah sebagai berikut:

- Pelanggan : PT CRI Pasuruan
- Nomor Pelanggan : 345 (diberikan PT Telkom)
- Jumlah Anggota : 7 nomor PSTN
- Perusahaan Tujuan : Jakarta dan Bogor
- Closed User Group* : 1. BM dan dept HRD dapat kesemua tujuan
2. dept EXIM hanya ke Jakarta

Beberapa feature hubungan telekomunikasi yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. PNP (*Private Numbering Plan*)
2. ABD (*Abbreviated Dialling*)
3. ACC (*Account Code*)
4. FOO (*Force On Net*)

Untuk penomoran, dilakukan oleh PT CRI sendiri. Untuk PT CRI Pasuruan, struktur penomerannya adalah sebagai berikut:

1. PNP : 7 digit
2. ABD : 2 digit
3. ABD code : 9
4. ACC : 3 digit
5. ACC code : 8
6. FOO code : 0

Dari struktur penomoran ini, struktur penomoran PT CRI di semua cabang kemudian, struktur ini disimpan dalam basis data SCP. Dengan dasar struktur ini SCP melakukan translasi digit panggilan dan manajemen trafik. Sehingga hubungan telekomunikasi dapat dilakukan sesuai *service feature* yang diberikan pelanggan tersebut.

4. KESIMPULAN

1. Ukuran paket VoIP yang direncanakan sebesar 528 bit/paket dengan *bandwidth* aplikasi sebar 26,4 kbps untuk tiap *workstation*. Sedangkan pada infrastruktur LAN diperhitungkan untuk mendukung aplikasi VoIP di PT CRI Pasuruan yang terbagi dalam 10 *workgroup* yang mencakup 115 *workstation*. Total *bandwidth* maksimum yang dibutuhkan untuk aplikasi VoIP di PT CRI Pasuruan adalah sebesar 4036 kbps yang diperoleh dari penjumlahan *bandwidth* dari kedelapan *workgroup* yang ada.
2. Dari perencanaan jaringan diperlukan penambahan infrastruktur untuk mendukung aplikasi VoIP, yaitu terminal VoIP, *gatekeeper*, *router* dan *switch*. Kapasitas *Switch* yang dibutuhkan berbeda di

setiap *workgroup* adalah 14535 pps per port, dan kapasitas router yang diperlukan adalah 15515,152 pps.

3. Perhitungan performansi jaringan menunjukkan bahwa throughput maksimal adalah 673,243 Kbps pada *workgroup* 1 dan 2 dan throughput minimum adalah 365,775 kbps pada *workgroup* 5, 6 dan 8. Sedangkan utilitas jaringan berkisar antara 95,25% sampai 95,76%. Hal ini menunjukkan penyediaan *bandwidth* jaringan untuk memenuhi kebutuhan *bandwidth* aplikasi sudah cukup efisien. Aplikasi VoIP dengan leased line di PT CRI Pasuruan ini dapat direalisasikan karena berdasarkan perhitungan end to end delay, nilai delay antar *workgroup* bisa diterima karena masih memadai dalam standart ITU/T yaitu tidak melebihi 400 ms.

5. REFERENSI

- Andrew S Tambunan, *Jaringan Komputer Jilid 1 Dan 2*, Prehalindo Jakarta, 1996
- Sidnie Feit, *TCP/IP Architecture, Protocols And Implementation*, Mcgraw Hill International, 1993
- William Stalling, *Data And Computer Communication*, Prentice Hall Inc, 1997
- Mischa Schwartz, *Telecommunication Network: Protocols, Modelling, And Analysis*, USA. Addison Publishing Company, 1987
- Sinema, William. *Electronic Transmissin Technologfy*. Prentice-Hall. USA: 1979.
- Lee, William C. Y. *Mobile Communications design Fundamentals*. John Wiley & Sons. Singapore: 1993.