

Analisis SWOT untuk Implementasi *Voice over Internet Protocol (VoIP)* pada *Powerline Communication (PLC)*

Lintang Dwi Febridiani
Pusat Penelitian Informatika LIPI,
Jalan Cisitu Sangkuriang No 154D/21
Bandung
lintang@informatika.lipi.go.id

Gunawan Wibisono
Departemen Elektro Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
gunawan@ee.ui.ac.id

Abstrak

Salah satu penyebab kesenjangan penetrasi sambungan telepon tetap di Indonesia adalah terbatasnya infrastruktur telematika yang ada. Untuk itu, penelitian ini diadakan untuk menganalisa potensi dari *Voice over Internet Protocol (VoIP)* dengan mengimplementasikan *Powerline Communication (PLC)* sebagai solusi alternatif untuk menyediakan layanan sambungan telepon tetap. Penelitian ini menggunakan metoda analisis SWOT untuk melihat dari aspek teknis bagaimana PLC mendukung VoIP, dan juga dari aspek non-teknis atas bagaimana potensi pengimplementasian VoIP untuk memberikan layanan sambungan telepon tetap. Dari kedua aspek analisa tersebut, disimpulkan bagaimana VoIP dapat diimplementasikan untuk mengatasi kesenjangan penetrasi telepon tetap di Indonesia.

Kata kunci: *powerline communication, voice over internet protocol*

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi telekomunikasi dan informatika (telematika) tidak bisa disangkal merupakan salah satu faktor yang mempercepat terjadinya pertumbuhan ekonomi. Ketersediaan infrastruktur telematika Indonesia memiliki kontribusi sebesar 17% terhadap indeks daya saing bangsa. Dari data *World Economic Forum* tahun 2005, indeks daya saing Indonesia di tahun 2004, berada pada peringkat ke-69 dari 104 negara[1]. Rendahnya tingkat penetrasi telekomunikasi Indonesia ini ternyata juga tidak terdistribusi secara merata ke seluruh kepulauan Indonesia. Di tahun 2005, sebesar 86% infrastruktur telematika terpusat di pulau Sumatra dan Jawa[1]. Untuk itu, perlu didorong upaya untuk mengatasi kesenjangan penetrasi telematika dan keterbatasan infrastruktur di wilayah pelosok dengan mengoptimalkan infrastruktur yang telah ada.

Jaringan listrik adalah jaringan yang cukup matang dan tersebar merata ke hampir

seluruh wilayah Indonesia. Selain untuk distribusi daya listrik, jaringan listrik ini juga dapat digunakan untuk komunikasi data. Metode ini sudah sejak lama digunakan PLN untuk mengontrol jaringan listriknya. Beberapa tahun belakangan ini di Indonesia terus dikaji dan dikembangkan komunikasi data melalui jaringan listrik. Dan telah digunakan untuk layanan internet dan jaringan LAN dalam gedung.

Dengan *Powerline Communication (PLC)*, sinyal data dimodulasikan pada sinyal listrik. Sinyal data inilah yang akan membawa sinyal suara dengan komunikasi protokol Internet atau biasa dikenal dengan *Voice over Internet Protocol (VoIP)*.

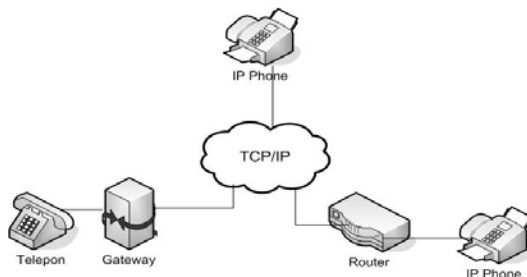
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi VoIP sebagai alternatif sambungan telepon tetap dengan menggunakan infrastruktur yang telah memadai, yaitu jaringan listrik dengan teknologi PLC.

Penelitian ini menggunakan metoda analisis SWOT (*SWOT Analysis*), yaitu suatu metoda analisis yang digunakan untuk menganalisis kekuatan, kekurangan, potensi

dan kendala, baik yang berasal dari kondisi internal maupun eksternal. Sehingga dapat menggambarkan posisi permasalahan untuk menentukan alternatif tindakan yang harus diambil.

2. Voice over Internet Protocol (VoIP)

Voice Over Internet Protocol adalah layanan komunikasi suara pada jaringan komunikasi data dengan menggunakan aturan komunikasi (protokol) Internet[2]. Sinyal suara diubah menjadi sinyal data untuk dapat dikirimkan melalui jaringan internet (*voice-data-data-voice*). Untuk mengubah sinyal suara (analog) menjadi data ataupun sebaliknya digunakan *gateway*. *Gateway* dapat berbentuk *card* yang harus diinstal pada PC ataupun *smart terminal* yang tidak memerlukan PC. Saat ini, juga tersedia terminal telepon berbasis IP yang dapat langsung dihubungkan ke jaringan data. Arsitektur VoIP seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur Voice Over Internet Protocol (VoIP)

Untuk menjamin interoperabilitas VoIP dengan jaringan komunikasi lain, ditetapkan sebuah standar yaitu H.323. Standar ini memungkinkan VoIP terintegrasi dengan media lain, termasuk dengan PLC. Standar H.323 terdiri atas komponen, protokol, dan prosedur yang menyediakan komunikasi.

Ada beberapa parameter *Quality of Service* (QoS) pada layanan VoIP agar didapatkan hasil suara yang minimal sama dengan layanan telepon tradisional (*Public Switch Telephone Network/PSTN*). Parameter tersebut antara lain : pemenuhan kebutuhan lebar pita (lebar pita), *delay*, keterlambatan data (*latency*), paket yang hilang (*packet loss*) dan *desequencing*, jenis

kompresi data, interoperabilitas peralatan, dan jenis standar multimedia yang digunakan (H.323/SIP/MGCP). Di antara parameter tersebut, lebar pita dan *delay* memiliki pengaruh besar terhadap unjuk kerja layanan VoIP.

Lebar pita adalah kecepatan maksimum yang dapat digunakan untuk melakukan transmisi data antar komputer pada jaringan IP atau internet. Untuk menghindari terjadinya paket yang hilang karena adanya penumpukan data akibat kapasitas kanal tidak mencukupi, maka perlu diperhatikan kebutuhan lebar pita pada layanan VoIP. Mengetahui kebutuhan lebar pita juga bermanfaat untuk menghitung jumlah peralatan yang di butuhkan untuk merancang jaringan yang efisien.

Kebutuhan lebar pita dipengaruhi oleh jenis kompresi yang digunakan dan besar *bit rate*. Setiap paket IP *defaultnya* dapat membawa 4 *frame* data *payload* dan ditambah *overhead header* (IPv4, UDP, IP) sebesar 66 byte [3](berdasarkan model *frame* IEEE 802.3). Maka kebutuhan lebar pita untuk setiap paket data VoIP dapat dihitung dengan persamaan (1) dimana *t* adalah durasi *sampling* dalam detik :

$$\text{Lebar pita} = 4 (\text{Bit rate} \times t) \text{byte} + 66 \text{ byte} \dots (1)$$

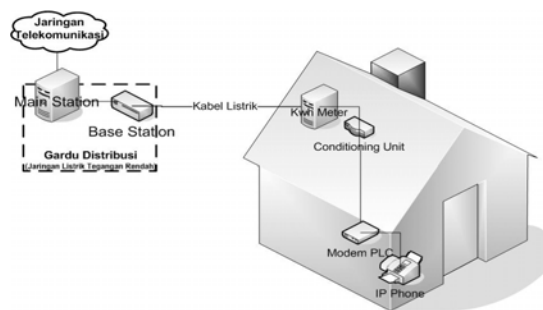
Delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber (pengirim) ke tujuan (penerima). *Delay* sangat mempengaruhi kualitas suara pada VoIP. *International Telecommunication Union* (ITU) merekomendasikan *delay* maksimum untuk aplikasi suara adalah 150 ms, sedangkan *delay* minimum agar suara masih dapat diterima pengguna adalah 250 ms[3].

Delay juga dipengaruhi oleh lebar pita. Penambahan *voice payload* dapat meminimalisasi kebutuhan lebar pita secara keseluruhan. Tetapi peningkatan *payload* ini , juga akan meningkatkan *delay*. Jika ukuran *payload* dinaikkan 2 kali lipat, maka paket akan berkurang menjadi setengahnya.

3. Powerline Communication (PLC)

Arsitektur *Powerline Communication* (PLC) terdiri atas 4 elemen perangkat keras, yaitu *Main station*, *Base station*, *Conditioning Unit*, dan *Customer Premises Equipment* (CPE) yaitu perangkat pada pengguna akhir yang berupa modem PLC[4]. Gambar 2 menunjukkan *layout* tipikal dari komponen-komponen PLC.

Main station menghubungkan infrastruktur komunikasi dengan gardu distribusi tegangan rendah induk (240-415 volt). *Main station* bekerja sebagai pengkonsentrasi kinerja tinggi dari lalu lintas protokol Internet (IP). Sinyal-sinyal diinjeksikan ke dalam jaringan tegangan rendah dari jaringan data konvensional eksternal (kabel tembaga koaksial, kabel optik fiber, jaringan nirkabel, atau bahkan jaringan satelit). Prinsip dasarnya adalah menginjeksikan sinyal-sinyal data ke dalam saluran daya listrik pada frekuensi 10 juta kali frekuensi dasar arus listrik (atau sekitar 500/600MHz). Jadi meskipun komunikasi data dapat dipropagasi melalui kabel listrik, beberapa jaringan konvensional harus tetap ada atau diinstal ke gardu distribusi.



Gambar 2 Layout tipikal dari komponen-komponen PLC

Base station, menginjeksikan sinyal-sinyal data ke dalam sisi tegangan rendah dari transformator daya. *Conditioning Unit* (CU), modul di sisi pelanggan yang memisahkan kembali frekuensi rendah (listrik) dengan frekuensi tinggi (data); Peranti ini diinstal di tempat pelanggan, umumnya berdekatan dengan meter listrik yang telah ada. Alat ini menerima dan mentransmisikan semua data melalui kabel listrik tegangan rendah dan disambungkan

ke Modul PLC. Peranti ini menyediakan isolasi elektrik antara peranti-peranti data (komputer, telepon, dll) dan listrik induk. dan *Customer Premises Equipment* (CPE) adalah antarmuka yang langsung berhadapan dengan divais user (PC atau *IP phone*), yaitu modem PLC.

Secara khusus, frekuensi sinyal daya listrik adalah dalam range 50/60Hz. Kemudian sinyal data ini dinaikkan ke frekuensi ultra tinggi dalam kisaran 500/600MHz, sehingga data dapat dilapiskan ke atas kabel utama listrik tanpa terjadi kondisi saling melemahkan. Interferensi diminimalkan dengan memecah arus data ke bentuk paket-paket sebelum diinjeksikan ke dalam jaringan listrik.

Teknologi PLC mempunyai kecepatan akses sampai 14 Mbps dibagi untuk semua pemakai. Jarak maksimum antar dua perangkat 100 meter dan maksimum bisa dipasang 16 titik (perangkat) dalam satu segmen[5].

4. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian analisis deskriptif kualitatif yaitu dengan metode analisis SWOT. Mencakup analisis internal yang mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi kekuatan (*strenght*) dan kelemahan (*weakness*) teknologi VoIP dengan menggunakan PLC, dan analisis eksternal yang mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi peluang (*opportunity*) dan ancaman (*threat*) bagi implementasi teknologi. Melalui analisis SWOT ini dapat diketahui posisi teknologi ini untuk diimplementasikan dan dikembangkan.

Aspek yang dianalisa dengan SWOT meliputi aspek teknis dan non-teknis. Pada aspek teknis meliputi analisa terhadap *delay* dan pemenuhan kebutuhan lebar pita sebagai parameter yang sangat menentukan kualitas suara VoIP. Sedangkan pada aspek non-teknis dianalisa potensi implementasi teknologi dalam peluang memperkecil kesenjangan dan optimalisasi jaringan yang tersedia.

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan data sekunder, yaitu hasil pengkajian literatur dan artikel-artikel jurnal-jurnal ilmiah, serta data-data dari laporan tahunan PLN dan PT. Telkom sebagai penyelenggara layanan listrik dan telepon tetap.

5. Hasil dan pembahasan

5.1. Aspek Teknis

Rata-rata *delay* yang terjadi pada setiap metode kompresi masih berada di bawah batas maksimal yang ditetapkan ITU, yaitu sebesar 150 ms. Artinya kualitas suara dengan VoIP cukup baik.

Kebutuhan lebar pita untuk layanan VoIP dihitung dari data yang terdapat pada tabel 1. Contoh salah satu perhitungan kebutuhan lebar pita dengan jenis kompresi data G.726 ADPCM (*Analog-digital Pulse Code Modulation*) dengan *bit rate* 40 Kbps dan durasi *sampling* 0,125 ms. G.726 merupakan teknik pengkodean suara ADPCM dengan hasil pengkodean pada 40, 32, 24, dan 16 Kbps. Metode kompresi ini biasanya digunakan juga pada pengiriman paket data pada telepon publik maupun peralatan PBX yang mendukung ADPCM.

Tabel 1 menunjukkan besar *delay* dan kualitas suara dalam uji coba layanan VoIP pada beberapa metode kompresi[6].

Tabel 1 Delay dan kualitas suara pada beberapa metode kompresi dan *bit rate*

Dengan persamaan (1) dihasilkan besar *payload* data adalah $(40.000 \text{ bit} \times 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ detik}) = 5 \text{ bit} = 0,625 \text{ byte}$. Setiap paket IP dapat membawa 4 *frame* data *payload*. Jadi besar total data *payload* dalam satu paket IP adalah 2,5 *byte*. Ditambah *header overhead* sebesar 66 *byte*, maka total lebar pita yang dibutuhkan dalam setiap paket data adalah 68,5 *byte*. Kebutuhan lebar pita sebesar ini dapat diakomodir oleh PLC dengan baik, sehingga tidak akan terjadi kehilangan paket.

Selain *delay* dan lebar pita, hal lain yang menjadi pertimbangan dalam digunakannya jaringan listrik sebagai media transmisi untuk VoIP adalah karena memiliki

beberapa kelebihan, diantaranya tidak perlu menarik kabel dari rumah ke rumah, bisa merupakan metode distribusi jaringan RT-RW-Net yang sederhana, dan semua rumah yang memiliki kabel listrik secara teoritis bisa dipasang perangkat PLC.

Namun, terdapat juga kelemahan yaitu jaraknya yang masih terlalu pendek (100 meter) sehingga hanya bisa mengakomodasi beberapa rumah saja. Tetapi hal ini dapat diatasi dengan menggunakan *repeater* untuk menguatkan sinyal setiap jarak 100 m, jumlah perangkat yang dipasang masih terbatas (maksimal 16 perangkat dalam jarak 100 meter), dan harga unitnya masih cukup mahal, yaitu diatas USD 100.

Hal lain yang mempengaruhi unjuk kerja layanan VoIP adalah kualitas jaringan listrik sebagai media penghantarnya. Bila terjadi pemadaman listrik, otomatis VoIP tidak dapat bekerja. Hal ini menyebabkan rendahnya rasio kesuksesan sambungan */success call ratio* (SCR). Selain itu perangkat PLC saat ini belum bisa mengatasi transmisi data nirkabel pada beda tegangan. Artinya PLC hanya bekerja terbatas dalam sebuah wilayah gardu distribusi yang sama.

5.2. Aspek non-teknis

Sebaran pemakai sambungan telepon tetap yang ada belum merata. Masih terkonsentrasi di Divisi Regional (Divre) II, IV dan I (DKI Jakarta, Jawa Timur dan Sumatra). Sedangkan wilayah Indonesia lainnya, seperti Divre IV (Kalimantan) dan

Standard	Algorithm	Bit Rate (Kbit/s)	Typical end-to-end delay (ms) (excluding channel delay)	Resultant Voice Quality
G.711	PCM	48, 56, 64	<<1	Excellent
G.723.1	MPE/ACELP	5.3, 6.3	67-97	Good(6.3), Fair(5.3)
H.728	LD-CELP	16	<<2	Good
G.729	CS-ACELP	8	25-35	Good
G.729 annex A	CS-ACELP	8	25-35	Good
G.722	Sub-band ADPCM	48, 56, 64	<<2	Good
G.726	ADPCM	16,24,32,40	60	Good(40), Fair(24)
G.727	AEDPCM	16, 24, 32, 40	60	Good(40), Fair (24)

Divre lain masih sangat minim. Perbandingan penetrasi satuan sambungan telepon tetap pada beberapa Divre ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan Kapasitas Terpakai (satuan sambungan tetap) Infrastruktur telekomunikasi di beberapa daerah di Indonesia[7]

Divisi Regional	Jumlah sambungan telepon tetap (dalam unit)			
	2000	2001	2002	2003
Sumatera (Divre I)	897.323	1.007.468	1.115.875	1.239.409
DKI Jakarta (II)	2.412.221	2.632.521	2.824.556	3.036.372
Jawa Barat (III)	639.913	645.479	672.597	733.462
Jawa Tengah (IV)	579.647	618.101	646.701	668.261
Jawa Timur (V)	1.198.142	1.317.384	1.427.660	1.594.827
Kalimantan (VI)	302.948	320.336	342.336	425.979
KTI lainnya (VII)	632.411	677.649	720.310	780.805
Total	6.662.605	7.218.938	7.750.035	8.479.115

Sebesar 86% dari sambungan tetap tersebut berada di daerah perkotaan terutama di Jakarta, Surabaya, Semarang, Bandung, Medan dan Denpasar. Ketersediaan infrastruktur telekomunikasi di keenam kota besar ini mencapai 50% dari kapasitas tersedia[7].

Dengan kondisi seperti ini, maka perlu ada solusi untuk meningkatkan tingkat penetrasi telepon tetap tanpa bergantung dari jumlah infrastruktur yang masih jauh dari memadai. Sehingga kesenjangan digital antar daerah di Indonesia dapat dikurangi. Salah satunya adalah dengan VoIP melalui PLC, yaitu dengan menggunakan jaringan listrik yang telah ada.

Jaringan listrik saat ini telah menjangkau sampai ke pelosok daerah Indonesia. Saat ini, jaringan listrik telah menjangkau hingga ke pelosok daerah. Dengan pertumbuhan pelanggan sebesar 4,5% pertahun (berdasarkan pada Laporan Tahunan PLN tahun 2000) maka pada periode 2010 dapat diperkirakan jumlah pelanggan PLN akan mencapai angka 158 juta[8]. Dengan berdasarkan data tahun 1999 jumlah pelanggan PLN di pedesaan sebesar 18.683.181. Jumlah tersebut telah mencakup 48.675 desa yang telah dialiri listrik dari keseluruhan 58.545 desa yang ada di wilayah Indonesia. Mayoritas pelanggan

PLN tersebut memang masih berada di pulau Jawa, kondisi ini merupakan konsekuensi terkonsentrasinya kepadatan penduduk Indonesia di pulau ini (sekitar 60% dari jumlah penduduk Indonesia). Potensi pelanggan yang besar dan terdistribusi merata ke seluruh wilayah Indonesia ini menjadi kekuatan pengembangan teknologi PLC.

Meskipun penyediaan dan permintaan terhadap daya listrik di setiap daerah tidak sama, tetapi infrastruktur jaringan telah tergelar. Penggunaan jaringan listrik sebagai tulang punggung jaringan komunikasi dapat memberikan nilai lebih tersendiri. Karena dapat meningkatkan penetrasi jaringan telepon tetap pada daerah-daerah yang belum terjangkau oleh jaringan komunikasi, baik nirkabel maupun dengan kabel, namun sudah terjangkau oleh jaringan listrik. Hal ini juga dapat memperkecil kesenjangan digital antara wilayah urban dengan rural yang masih banyak terdapat di Indonesia.

Pemanfaatan sumber daya yang sama (*resource sharing*) mampu menekan biaya investasi untuk instalasi infrastruktur. Dan pengurangan biaya ini seharusnya mampu mengurangi tarif percakapan telepon. Sebagai pembanding, tarif percakapan melalui PSTN di Amerika Serikat adalah Rp 6.000/menit atau US\$ 66 sen, sedangkan tarif VoIP berkurang hingga 60% yaitu sekitar Rp 1.300/menit atau US\$ 14 sen[2]. Beberapa penyelenggara VoIP di Indonesia menawarkan tarif flat Rp. 150.000-200.000/bulan untuk penggunaan Internet telepon dan menelepon ke manapun di seluruh dunia ini.

Tetapi mayoritas pelanggan PLN merupakan masyarakat Indonesia yang tinggal di daerah pedesaan, dimana kemampuan membayar tagihan PLN masih sangat rendah. Sehingga untuk implementasinya di daerah pedesaan ini perlu pertimbangan matang, salah satunya adalah harga perangkat *last-mile* serta tarif yang harus terjangkau masyarakat desa atau ada solusi dari teknologi ini.

Karena itu, Implementasi PLC sebenarnya berpotensi untuk menunjang penggelaran kewajiban pelayanan universal (KPU) atau *Universal Service Obligation* (USO) terutama untuk desa-desa yang belum memiliki sarana telekomunikasi. Dalam penentuan daerah pemasaran maka harus mempertimbangkan keterjangkauan jaringan SO dan keterjangkauan layanan penyelenggara PLC terhadap daerah pemasaran tersebut.

Adanya duopoli penyelenggaraan layanan telepon tetap juga merupakan salah satu kendala bagi pengembangan VoIP melalui PLC. Karena tidak adanya dukungan regulasi terhadap VoIP, maka akan menimbulkan hambatan bagi pengembangan teknologi ini sebagai salah satu alternatif. Kecuali bila ada kebijakan baru yang mendukung adanya penyelenggaraan untuk layanan VoIP melalui PLC.

Manufacturing untuk perangkat PLC di Indonesia sudah dipersiapkan. Agar tidak ada *delay* waktu pengiriman barang, terhindar dari bea masuk barang import dan harga untuk perangkat *last-mile* ini. Permintaan akan jasa ini diperkirakan sangat besar karena tingkat teledensitas telekomunikasi Indonesia masih sangat rendah. Sehingga produk yang dihasilkan dari *manufacturing* ini sebaiknya hanya perangkat PLC untuk *telephony*.

Sumber daya manusia yang penting dalam bisnis ini adalah tenaga-tenaga yang terkait dengan teknologi PLC, informasi, telekomunikasi dan kelistrikan serta tenaga-tenaga yang terkait dengan pemasaran. Kedua kategori sumber daya manusia ini akan sangat menentukan kualitas pelayanan dan penetrasi jasa PLC.

6. Kesimpulan

Analisa potensi VoIP sebagai telepon tetap dengan menggunakan PLC antara lain: Aspek kekuatan (*strength*): teknologi PLC mampu menyediakan layanan untuk VoIP dengan kualitas yang cukup baik, adanya optimalisasi jaringan distribusi listrik, tidak perlu instalasi infrastruktur baru, efisiensi

biaya investasi, tarif yang lebih murah, memperkecil kesenjangan penetrasi telepon tetap, potensi pelaksanaan kewajiban pelayanan universal (KPU) dan menjangkau sampai pelosok daerah yang belum terjangkau jaringan telematika namun sudah dialiri listrik; Aspek kelemahan (*weakness*): memiliki *delay*, perangkat PLC masih terbatas dalam satu wilayah gardu distribusi, jarak layanan terbatas, jumlah pengguna yang dapat dilayani dalam satu jaringan terbatas dan sangat tergantung pada jaringan listrik; Aspek peluang (*opportunity*): potensi pelanggan PLN yang cukup besar, infrastruktur telah terpasang dan tersebar sampai ke desa-desa seluruh Indonesia; Aspek Ancaman (*threat*): infrastruktur listrik belum memenuhi persyaratan PLC, dan berkembang pesatnya teknologi telekomunikasi nirkabel.

Melihat hasil analisa di atas, VoIP dengan menggunakan PLC dapat dijadikan sebuah alternatif solusi penyedia layanan telepon tetap untuk mengatasi kesenjangan digital antara daerah di Indonesia. Namun masih perlu adanya perbaikan unjuk kerja untuk meningkatkan kualitas dan jangkauan layanan, yaitu untuk meminimalkan delay pada VoIP dan pengembangan modem PLC yang mampu melintasi gardu *step-up/step-down*.

7. Daftar pustaka

- [1] Gumilar. "Potensi Pemanfaatan Infrastruktur Non Telekomunikasi Secara Luas Dalam Pemyediaan Jasa Telekomunikasi". *Roundtable Discussion : Menggali Potensi Meraih Peluah Pemanfaatan Infrastruktur Alternatif Dalam Penyediaan Jasa Telekomunikasi*, Jakarta, 8 Desember 2006.
- [2] Hartanto, Sri. Mengenal Teknologi VoIP dan Implementasinya. www.m.domaindlx.com., diakses tanggal 30 Juni 2008.
- [3] Iskandarsyah, Muhammad. *Dasar-dasar Jaringan VOI*, 2003,

- www.ilmukomputer.com., diakses tanggal 30 Juni 2008.
- [4] Febridiani, Lintang Dwi. "Analisa Potensi Implementasi PLC Sebagai Alternatif Sambungan Telepon Tetap dan Internet Kecepatan Tinggi", *Skripsi*. Program Sarjana Universitas Indonesia, Depok, 2006.
- [5] Murtako, Amir. "VoIP dan Rt/Rw Net di Indonesia", 2004, www.infonugie.com, diakses tanggal 3 Juli 2008.
- [6] Yik, Hoh Yong. "IP Telephone", 2002. www.innovexpo.itee.uq.edu.au, diakses tanggal 5 Juli 2008.
- [7] PT. Telkom. *Laporan Tahunan Telkom*. Jakarta, 2000-2004.
- [8] Perusahaan Listrik Negara, *Laporan Tahunan PLN*, Jakarta, 2000.