

**IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL
MENGUNAKAN ASTERISK (STUDI KASUS CV. TRI
SAKTI)**

Skripsi



oleh
RIO KRISTIAN
71120052

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2016

**IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL
MENGUNAKAN ASTERISK (STUDI KASUS CV. TRI
SAKTI)**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh
RIO KRISTIAN
71120052

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL MENGUNAKAN ASTERISK (STUDI KASUS CV. TRI SAKTI)

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 7 Juni 2016



RIO KRISTIAN
71120052

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET
PROTOCOL MENGGUNAKAN ASTERISK (STUDI
KASUS CV. TRI SAKTI)

Nama Mahasiswa : RIO KRISTIAN

N I M : 71120052

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)


Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2015/2016

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 7 Juni 2016

Dosen Pembimbing I


Gani Indriyanta, Ir. M.T.

Dosen Pembimbing II


Junius Karel, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL MENGUNAKAN ASTERISK (STUDI KASUS CV. TRI SAKTI)

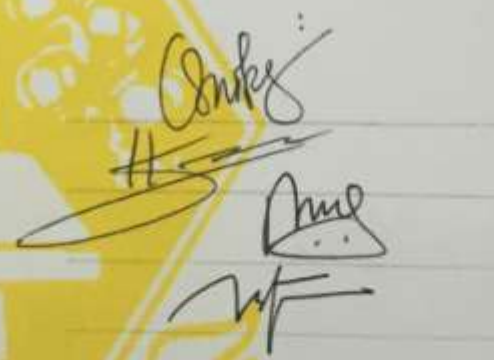
Oleh: RIO KRISTIAN / 71120052

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 24 Mei 2016

Yogyakarta, 7 Juni 2016
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
2. Junius Karel, M.T.
3. Nugroho Agus Haryono, M.Si
4. Restyandito, S.Kom.,MSIS, Ph.D




Dekan

Ketua Program Studi



(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)



(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan kasih-Nya dalam segala hal sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan penelitian Tugas Akhir berjudul “*IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL MENGGUNAKAN ASTERISK (STUDY KASUS CV. TRI SAKTI)*” dengan baik.

Penyusunan Laporan Penelitian Tugas Akhir adalah salah satu persyaratan akademik Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana. Tugas Akhir ini juga bertujuan untuk melatih penulis dalam menyusun suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan berguna untuk masyarakat serta bidang akademik.

Selama pengerjaan penelitian, proses analisa dan penuisan Laporan Tugas Akhir ini banyak pihak yang berperan dalam memberikan masukan, saran, kritik dan dorongan semangat kepada penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Gani Indriyanta, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan dukungan, masukan, kritik dan saran yang membantu penulis selama penelitian.
2. Bapak Junius Karel,S.Si M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan dukungan, masukan, kritik dan saran yang membantu penulis selama penelitian.
3. Bapak Andi selaku pemilik CV. Tri Sakti Magelang yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di CV. Tri Sakti Magelang.
4. Mas Irawan selaku karyawan IT yang telah membantu penulis melakukan penelitian di CV. Tri Sakti Magelang.
5. Mba Amelia selaku alumni UKDW yang telah membantu menjalin kerjasama antara UKDW dan CV. Tri Sakti Magelang.

6. Ayah, Ibu, Kakak dan segenap keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penelitian.
7. Saudari Karlina yang telah memberi semangat dalam pengerjaan ini.
8. Teman-teman KTB Crew dan teman seperjuangan mahasiswa Teknik Informatika angkatan 2012 yang selalu memberi semangat.
9. Dan semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan, baik dalam penelitian ini maupun dalam penulisan laporan penelitian ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam bidang akademik dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 13 Mei 2016

Penulis

MOTTO

“When You Want to Stop, Remember Why You Started”

© UKDWN

INTISARI

IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL MENGGUNAKAN ASTERISK (STUDI KASUS CV. TRI SAKTI)

CV. Tri Sakti adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang *manufacturing* bodi bus. VoIP adalah salah satu layanan panggilan suara. VoIP membuat setiap klien dapat melakukan panggilan yang ditransmisikan menggunakan jaringan *Internet Protocol*.

Infrastruktur jaringan CV. Tri Sakti Magelang memiliki beberapa *Access Point* yang memungkinkan untuk menggunakan fasilitas panggilan VoIP melalui *protocol wireless*. VoIP memiliki beberapa metode kompresi data audio yang disebut dengan *codec* diantaranya *codec G.711* dan *codec Speex*. *Codec G.711* dan *Speex* merupakan *codec* yang akan digunakan pada penelitian ini. Penulis melakukan pengujian dan analisis untuk menentukan *codec* mana yang lebih cocok untuk digunakan di jaringan CV. Tri Sakti Magelang. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Parameter yang didapat akan digunakan untuk menentukan nilai MOS dan akan dibandingkan *codec* mana yang lebih cocok untuk digunakan pada jaringan CV. Tri Sakti

Dari hasil penelitian yang penulis lakukan, data menunjukkan layanan VoIP yang menggunakan *codec G.711* memiliki hasil nilai rata-rata MOS sebesar 3.867225 dan *codec Speex* 4.032087. Data diatas menunjukkan bahwa *codec Speex* lebih cocok digunakan pada jaringan CV. Tri Sakti Magelang karena memiliki nilai MOS yang lebih tinggi.

Kata Kunci: CV. Tri Sakti, VoIP, codec, G.711, Speex, MOS.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iiiv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
MOTTO	viii
INTISARI.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	15
PENDAHULUAN	15
1.1. Latar Belakang.....	15
1.2. Rumusan Masalah	16
1.3. Batasan Sistem.....	16
1.4. Tujuan Penelitian.....	17
1.5. Metodologi Penelitian.....	17
1.6. Sistematika Penulisan	17
BAB II.....	19
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	19
2.1. Tinjauan Pustaka	19
2.2. Landasan Teori	21
2.2.1. Jaringan Komputer	21
2.2.2. Local Area Network.....	22
2.2.3. Voice over Internet Protocol	22
2.2.4. Session Initiation Protocol	23
2.2.5. User Datagram Protocol.....	23
2.2.6. Asterisk	23
2.2.7. <i>Codec</i>	24

2.2.8. Parameter Pendukung.....	25
2.2.9. Mean Opinion Score	26
BAB III	28
ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	28
3.1. Analisis Jaringan Awal.....	28
3.2. Analisis Kebutuhan	29
3.2.1. Perangkat Keras (Hardware).....	29
3.2.2. Perangkat Lunak (Software)	34
3.3. Rancangan Implementasi dan Pengujian.....	35
3.4. Langkah-langkah Pengujian Sistem.....	40
BAB IV	42
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	42
4.1. Implementasi Layanan VoIP	42
4.1.1. Tahap Konfigurasi dan Pengalamatan <i>Device</i>	42
4.2. Analisis Pengambilan Data	47
4.2.1 Pengujian VoIP menggunakan <i>codec</i> G.711 dan Speex dengan <i>Simple Queue</i>	48
BAB V.....	61
KESIMPULAN.....	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil Pengujian Codec dari Jurnal Analyzing of MOS and Codec Selection for Voice over IP Technology	19
Gambar 2. 2 Hasil Nilai MOS menggunakan Sipdroid.....	20
Gambar 2. 3 Hasil Nilai MOS menggunakan Jitsi.....	20
Gambar 2. 4 Hasil Pengujian codec Menggunakan Parameter SNR	21
Gambar 2. 5 Contoh topologi penggunaan server VoIP	24
Gambar 3. 1 Topologi Jaringan CV. Tri Sakti	28
Gambar 3. 2 iPhone 6 Plus (kiri) dan iPhone 5S (kanan)	30
Gambar 3. 3 Mikrotik RB1100	30
Gambar 3. 4 Mikrotik RB951	31
Gambar 3. 5 Mikrotik Sextant.....	32
Gambar 3. 6 Mikrotik 260GS	32
Gambar 3. 7 Linksys E1700 N300.....	33
Gambar 3. 8 VoIP Server	34
Gambar 3. 9 Wireshark	34
Gambar 3. 10 Winbox	35
Gambar 3. 11 Ping	35
Gambar 3. 12 Desain Topologi Penelitian	36
Gambar 3. 13 Grafik Bandwidth Test Backbone ke 10.10.7.1	37
Gambar 3. 14 Grafik Bandwidth Test Backbone ke 10.10.7.33	37
Gambar 3. 15 Kekuatan Sinyal di Ruang Meeting	37
Gambar 3. 16 Kekuatan Sinyal di Ruang Stiker	38
Gambar 3. 17 Server VoIP	39
Gambar 4. 1 Konfigurasi Queue Tree	43
Gambar 4. 2 Pemberian Alamat IP pada Server VoIP	44
Gambar 4. 3 Konfigurasi file sip.conf.....	45
Gambar 4. 4 Konfigurasi file extension.conf	45
Gambar 4. 5 Konfigurasi AP Mikrotik	46

Gambar 4. 6 Pengalamatan IP static pada Smartphone.....	47
Gambar 4. 7 Pendaftaran SIP Account pada aplikasi Zoiper.....	47
Gambar 4. 8 Proses pengambilan data menggunakan Wireshark	49
Gambar 4. 9 Grafik Delay yang ditimbulkan saat melakukan panggilan	50
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan rata-rata delay	51
Gambar 4. 11 Pengambilan nilai Jitter pada aplikasi Wireshark	51
Gambar 4. 12 Grafik Jitter yang dihasilkan masing-masing panggilan.....	52
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan rata-rata Jitter	53
Gambar 4. 14 Pengambilan nilai packet loss menggunakan aplikasi Wireshark..	54
Gambar 4. 15 Grafik Packet loss yang dihasilkan masing-masing panggilan	55
Gambar 4. 16 Grafik Rata-rata packet loss yang dihasilkan setiap kali panggilan	55
Gambar 4. 17 Rata-rata nilai MOS	60

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai kualitas suara berdasarkan nilai MOS menurut ITU-T P.800.....	26
Tabel 3. 1 Spesifikasi Router RB1100.....	31
Tabel 3. 2 Spesifikasi Router RB750.....	31
Tabel 3. 3 Spesifikasi Router Sextant.....	32
Tabel 3. 4 Spesifikasi Switch 260GS.....	32
Tabel 3. 5 Spesifikasi Linksys E1700 N300.....	33
Tabel 3. 6 Konfigurasi Router Sextant.....	38
Tabel 3. 7 Konfigurasi Router AP Linksys.....	38
Tabel 3. 8 Konfigurasi Router RB951.....	39
Tabel 3. 9 SIP Account dengan Codec Speex dan A-law.....	39
Tabel 4. 1 Data delay dalam satuan miliseconds.....	49
Tabel 4. 2 Data Jitter dalam satuan miliseconds.....	51
Tabel 4. 3 Data packet loss dalam satuan persen.....	54
Tabel 4. 4 Data Perhitungan Nilai Id.....	56
Tabel 4. 5 Data Perhitungan Ief.....	57
Tabel 4. 6 Data Perhitungan R-Factor.....	58
Tabel 4. 7 Data konversi R-Factor menjadi MOS.....	59

INTISARI

IMPLEMENTASI VOICE OVER INTERNET PROTOCOL MENGGUNAKAN ASTERISK (STUDI KASUS CV. TRI SAKTI)

CV. Tri Sakti adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang *manufacturing* bodi bus. VoIP adalah salah satu layanan panggilan suara. VoIP membuat setiap klien dapat melakukan panggilan yang ditransmisikan menggunakan jaringan *Internet Protocol*.

Infrastruktur jaringan CV. Tri Sakti Magelang memiliki beberapa *Access Point* yang memungkinkan untuk menggunakan fasilitas panggilan VoIP melalui *protocol wireless*. VoIP memiliki beberapa metode kompresi data audio yang disebut dengan *codec* diantaranya *codec G.711* dan *codec Speex*. *Codec G.711* dan *Speex* merupakan *codec* yang akan digunakan pada penelitian ini. Penulis melakukan pengujian dan analisis untuk menentukan *codec* mana yang lebih cocok untuk digunakan di jaringan CV. Tri Sakti Magelang. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Parameter yang didapat akan digunakan untuk menentukan nilai MOS dan akan dibandingkan *codec* mana yang lebih cocok untuk digunakan pada jaringan CV. Tri Sakti

Dari hasil penelitian yang penulis lakukan, data menunjukkan layanan VoIP yang menggunakan *codec G.711* memiliki hasil nilai rata-rata MOS sebesar 3.867225 dan *codec Speex* 4.032087. Data diatas menunjukkan bahwa *codec Speex* lebih cocok digunakan pada jaringan CV. Tri Sakti Magelang karena memiliki nilai MOS yang lebih tinggi.

Kata Kunci: CV. Tri Sakti, VoIP, codec, G.711, Speex, MOS.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

CV. Tri Sakti adalah sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi bus besar, bus sedang, bus gandeng, dan *double-decker bus*. Perusahaan ini berlokasi di kota Magelang, Jawa Tengah. Perusahaan ini telah berdiri sejak tahun 1993 dan didirikan oleh Widodo. Permasalahan yang ada di perusahaan CV. Tri Sakti adalah sulitnya melakukan komunikasi suara dikarenakan letak antar gedung yang berjauhan.

Pada saat ini CV. Tri Sakti telah memiliki beberapa jaringan komunikasi PABX, namun tidak semua ruangan memiliki jaringan tersebut. Dengan implementasi VoIP beberapa ruangan yang tidak tercakup jaringan *Private Automatic Branch Exchange* (PABX) dalam tetap berkomunikasi.

Voice over Internet Protocol (VoIP) adalah teknologi yang mampu melewatkan trafik suara, video dan data yang berbentuk paket melalui jaringan *Internet Protocol* (IP). Jaringan IP sendiri adalah merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis *packet-switch*, jadi dalam melakukan panggilan telepon menggunakan jalur data dari jaringan IP.

Dikarenakan efisiensi terhadap *bandwidth*, rendahnya biaya pengelolaan, serta berbagai kelebihan yang ditawarkan oleh teknologi VoIP tersebut, berbagai bidang bisnis di dunia secara perlahan mulai mengalihkan pilihan dari sistem telepon kabel tradisional ke VoIP untuk mengurangi biaya telepon perusahaan yang tinggi. Banyak setelan konfigurasi yang dapat mengoptimalkan kualitas VoIP. Salah satunya adalah setelan konfigurasi topologi, dengan topologi yang tepat kualitas VoIP dapat dimaksimalkan. Selain topologi, pemilihan perangkat keras juga menjadi hal penting dalam meningkatkan kualitas VoIP.

Ada beberapa *codec* audio yang dapat digunakan untuk VoIP. Diantaranya adalah *codec* G.711 dan Speex. Pada penelitian ini penulis akan mencoba kedua buah *codec* dan akan mencari *codec* manakah yang paling baik performanya pada jaringan internet CV. Tri Sakti. Parameter yang akan digunakan pada penelitian ini adalah parameter *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, maka akan dilakukan perhitungan matematis E-Model dengan standar ITU-T G.107. Setelah mendapatkan hasil, maka nilai akan dikonversikan untuk mendapat nilai MOS (Mean Opinion Score) layanan VoIP yang di implementasikan pada infrastruktur jaringan internet CV. Tri Sakti.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana kelayakan penggunaan VoIP pada jaringan internet CV. Tri Sakti menggunakan 2 *codec* yang akan digunakan untuk perbandingan yaitu G.711 dan Speex.

1.3. Batasan Sistem

- a. Implementasi VoIP dilakukan pada jaringan CV. Tri Sakti.
- b. Server yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan program Asterisk yang berjalan di Linux.
- c. Client IP Phone menggunakan smartphone dan aplikasi Zoiper.
- d. Smartphone terhubung ke jaringan *Wireless* CV. Tri Sakti.
- e. Parameter yang digunakan untuk pengujian adalah parameter QoS (Quality of Service) yaitu *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.
- f. Penelitian ini menggunakan protokol SIP (Session Initiation Protocol).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi *codec* terbaik untuk digunakan di topologi jaringan CV. Tri Sakti. Penelitian ini akan menguji 2 jenis *codec* yaitu Speex dan G711 dan diambil nilai *delay*, *jitter* dan *packet loss* dari masing-masing *codec* yang nantinya akan diolah menjadi data statistik dan akan dihitung nilai MOS dengan pendekatan matematis E-Model berstandar ITU-T G.107 untuk pengambilan keputusan *codec* mana yang paling baik performanya.

1.5. Metodologi Penelitian

- a. Melakukan site survey di CV. Tri Sakti.
- b. Melakukan studi literatur dari sumber-sumber yang berkaitan dengan VoIP.
- c. Merancang dan membangun layanan VoIP pada jaringan komputer CV. Tri Sakti.
- d. Mengambil data menggunakan aplikasi *Wireshark*..
- e. Melakukan pengolahan data secara statistic berdasarkan parameter *jitter*, *delay* dan *packet loss*.
- f. Menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini ditulis dalam 5 bab, dengan rincian sebagai berikut :

Bab 1 PENDAHULUAN, berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan-batasan pada penelitian, metode penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penulisan dari penelitian.

Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI, bab ini berisi tinjauan pustaka yang menjelaskan tentang penelitian-penelitian yang membahas tentang VoIP, kemudian teori-teori berdasarkan sumber-sumber literature dalam landasan teori berisi mengenai konsep-konsep dan penjabaran dari VoIP, *Codec*, SIP, dan lain-lain.

Bab 3 ANALISI DAN PERANCANGAN PENELITIAN, berisi tentang rancangan layanan VoIP pada jaringan CV. Tri Sakti. Bab ini meneliti 2 *codec* yang akan digunakan sebagai perbandingan yaitu *codec* Speex dan G.711, serta berisi mengenai *software* dan *hardware* yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Bab 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PENELITIAN, berisi penjabaran data hasil implementasi yang dijabarkan menjadi data statistik. Kemudian dari data tersebut dianalisis untuk mencari kesimpulan.

Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN, berisi mengenai kesimpulan serta saran-saran berkaitan dengan implementasi VoIP dan perbandingan *codec* yang diuji yaitu Speex dan G.711 pada jaringan CV. Tri Sakti.

BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka beberapa kesimpulan dapat diambil yaitu :

1. Kedua *codec* yang digunakan memiliki MOS dalam *range* wajar yaitu dalam range 3.5-5.
2. *Codec* Speex merupakan *codec* yang lebih cocok dibandingkan *codec* G.711 untuk digunakan pada infrastruktur jaringan CV. Tri Sakti Magelang karena memiliki nilai MOS lebih tinggi dibandingkan *codec* G.711.
3. *Packet loss* pada pengujian *codec* Speex memiliki jumlah lebih kecil dibandingkan *codec* G.711.
4. Pemilihan *codec* tidak mempengaruhi parameter *delay* pada jaringan CV. Tri Sakti.

5.2. Saran

Penempatan posisi *Access Point* pada tempat yang baik akan memberikan sinyal baik bagi *client* yang akan menggunakan layanan VoIP. Beberapa lokasi juga membutuhkan *Access Point* tambahan agar mendapatkan sinyal yang baik dalam menggunakan VoIP. Pemberian *Access Point* pada posisi yang tepat dapat meminimalisir *packet loss* yang terjadi pada transisi paket data.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Arofah, M. S., Bahtiar, N., & Saputra, R. (2013). Implementasi Server VoIP Berbasis SIP Pada LAN Nirkabel. *Program Studi Teknik Informatika Universitas Diponegoro*, 11.
- Ayokunle, O. O. (2012). Integrating Voice over Internet Protocol Technology as a Communication Tool on a Converged Network in Nigeria. *International Journal of Information and Communication Technology Research*, 1.
- Deka, V., Samar, N., & Gogoi, M. (2013). Design and Development of Asterisk Based Computer Services Accessing Framework for the Visually Impaired. *International Journal of Computational Science and Information Technology Vol. 1*, 2.
- Dye, M. A., McDonald, R., & Ruffi, A. W. (2008). *Network Fundamental CCNA Exploration Companion Guide*. Indianapolis: Paul Boger.
- Fardani, A. Y., Amron, K., & A, S. R. (2013). *Implementasi dan Analisa Kualitas VoIP dengan Codec G.723.1*. Malang.
- Gregory, P., Doria, T., Stegh, C., & Su, J. (2006). *SIP Communications For Dummies*. Hoboken: Willey Publishing.
- Hadiyuwono, D., & Pambudi. (2010). *User Datagram Protocol*. Jakarta.
- Ismail, M. N. (2009). Analyzing of MOS and Codec Selection for Voice over IP Technology. *Anale Seria Informatica Vol. VII*.
- Kamarudin, I. E., Md Sharif, S. A., & Herawan, T. (2013). Performance Analysis on the Effect of G.729, Speex and GSM Speech Codec on 802.11g Wireless Local Area Network over VoIP using Packet Jitter. *International Journal of Control and Automation Vol. 6. No. 4, 7*.
- Kelly, T. (2005). *VoIP For Dummies*. Hoboken: Wiley Publishing.
- Kumar, A. (2006). An Overview Of Voice Over Internet Protocol. *Riviere College Online Academic Journal*, 2.
- Machajewski, S. (2015, September 29). *What is a Computer Network? - Types & Definition*. Retrieved from study.com:
<http://study.com/academy/lesson/what-is-a-computer-network-types-definition-quiz.html#courseInfo>
- nblasgen. (2010, August 10). *Speex*. Retrieved from Voip Info: <http://www.voip-info.org/wiki/view/Speex>

rchandra. (2013, January 14). *ITU G.711*. Retrieved from Voip Info:
<http://www.voip-info.org/wiki/view/ITU+G.711>

Russell Bryant, L. M. (2013). *Asterisk™: The Definitive Guide, Fourth Edition*. Sebastopol: O'Reilly Media.

tenarys. (2016, February 2). *QoS*. Retrieved from Voip Info: <http://www.voip-info.org/wiki/view/QoS>

Uys, L. (2009). Voice over Internet Protocol as a Communications Tool in South African Bussiness. *African Journal of Business Management Vol. 3, 5*.

©UKDWN