

**VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA JARINGAN
IP CAMERA UKDW DENGAN CODEC GSM DAN ILBC**

SKRIPSI



Oleh:

ALOYSIUS HANANG DWI HANATARA

71110056

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

YOGYAKARTA

2015

**VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA JARINGAN
IP CAMERA UKDW DENGAN CODEC GSM DAN ILBC**

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:

ALOYSIUS HANANG DWI HANTARA

71110056

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

YOGYAKARTA

2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA JARINGAN IPCAM UKDW DENGAN CODEC GSM DAN ILBC

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, 23 Juli 2015



**ALOYSIUS HANANG DWI
HANTARA**

71110056

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP)
PADA JARINGAN IPCAM UKDW DENGAN
CODEC GSM DAN ILBC

Nama Mahasiswa : ALOYSIUS HANANG DWI HANTARA

N I M : 71110056

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2014/2015

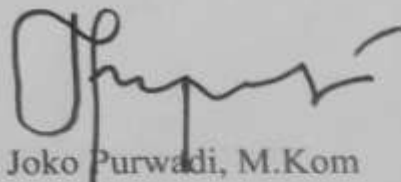
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 23 Juli 2015

Dosen Pembimbing I



Gani Indriyanta, Ir. M.T.

Dosen Pembimbing II



Joko Purwadi, M.Kom

HALAMAN PENGESAHAN

VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA JARINGAN IPCAM UKDW DENGAN CODEC GSM DAN ILBC

Oleh: ALOYSIUS HANANG DWI HANTARA / 71110056

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 9 Juli 2015


Yogyakarta, 23 Juli 2015
Mengesahkan,

Dewan Penguji:


1. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
2. Joko Purwadi, M.Kom
3. Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs.
4. Prihadi Beny Waluyo, SSI., MT.



Dekan


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

Ketua Program Studi


(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 “*Voice Over Internet Protocol (VoIP) pada Jaringan IPCAM UKDW dengan Codec GSM dan iLBC*” 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. Ir. Gani Indriyanta, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan dukungan, masukan, kritik dan saran yang membantu penulis selama penelitian.
2. Joko Purwadi, M.Kom ., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan dukungan, masukan, kritik dan saran yang membantu penulis selama penelitian.
3. Ayah, Ibu, Nenek, Kakak dan segenap keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penelitian.
4. Teman-teman H.O.P Crew dan teman seperjuangan mahasiswa Teknik Informatika angkatan 2011 yang selalu memberi semangat.
5. Tim Satpam Universitas Kristen Duta Wacana yang sering menemani selam proses pengambilan data.
6. 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, 26 Juni 2015

Penulis

©UKDWN

MOTTO

“Action is the first step to all success”

©UKDWN

INTISARI

VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA JARINGAN IP CAMERA UKDW DENGAN CODEC GSM DAN ILBC

Studi Kasus : Jaringan IP Camera Gedung Didaktos dan Agapa Universitas
Kristen Duta Wacana

VoIP adalah salah satu layanan panggilan suara. VoIP membuat setiap individu dapat melakukan panggilan yang ditransmisikan menggunakan jaringan internet *protocol*. Saat melakukan panggilan data suara dikirimkan secara *Real-Time* melalui jaringan *internet protocol*.

Infrastruktur jaringan *IP Camera* di Universitas Kristen Duta Wacana memiliki beberap *Acces Point* yang memungkinkan untuk diimplementasikan layanan VoIP dengan menggunakan *smartphone*. VoIP memiliki beberapa metode kompresi data audio yang disebut dengan *codec* diantaranya *codec* GSM dan *codec* iLBC. GSM dan iLBC adalah *codec* yang digunakan dalam penelitian. Penulis melakukan analisis dan evaluasi layak tidaknya VoIP diimplementasikan di jaringan *IP Camera* UKDW dengan menggunakan parameter *delay*, *jitter* dan *packet loss* yang dihasilkan *codec* iLBC dan GSM kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai MOS (*Mean Opinion Score*) dan dibandingkan *codec* mana yang lebih baik.

Data hasil analisis *codec* jaringan *IP Camera* UKDW menunjukkan bahwa layanan VoIP layak diimplementasikan. Nilai MOS rata-rata 3.87 untuk *codec* GSM dan 3.65 untuk yang iLBC. Menurut *standard* ITU-T P.800 jika nilai MOS mencapai 3 berarti kualitas data suara yang dihasilkan sudah cukup untuk melakukan panggilan suara.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Sistem.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASA TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Local Area Network.....	6
2.2.2. <i>Wireless</i> LAN (<i>Wireless</i> Local Area Network).....	7
2.2.3. VoIP.....	8
2.2.4. Session Initiation Protocol (SIP).....	8
2.2.5. UDP (User Datagram Protocol).....	8
2.2.6. RTP (Real Time Transport Protocol).....	9
2.2.7. <i>Voice Codec</i>	9
2.2.8. Parameter Pendukung.....	10

2.2.9. MOS (Mean Opinion Score)	10
BAB III	13
ANALISIS DAN PERENCANAAN	13
3.1. Analisis Jaringan Awal.....	13
3.2. Analisis Kebutuhan	15
3.2.1. Perangkat Keras (Hardware)	15
3.2.2. Perangkat Lunak (Software)	22
3.3. Rancangan Implementasi dan Pengujian.....	25
3.4. Langkah-langkah Pengujian Sistem	32
BAB IV	34
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	34
4.1. Implementasi Layanan VoIP	34
4.1.1. Tahap Konfigurasi dan Pengalamatan <i>Device</i>	34
4.2. Analisis Pengambilan Data	42
4.2.1. Pengujian VoIP menggunakan <i>codec</i> GSM dan iLBC	42
BAB V.....	57
KESIMPULAN.....	57
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Pengujian Codec dari jurnal Best VoIP Codecs Selection for VoIP Conversation over Wireless Carrier Network.....	5
Gambar 2.2 Hasil Pengujian Codec Analisis Kualitas Suara Codec iLBC, GSM, dan G.711 pada Aplikasi VoIP (Studi kasus : Call Center).....	6
Gambar 2.3. Jaringan LAN (Network Fundamental CCNA Exploration Companion Guide, 42).....	7
Gambar 2.4. Jaringan WLAN.....	7
Gambar 2.5. Internet multimedia protocol stack.....	8
Gambar 3.1 Topologi Jaringan IPCamera UKDW	14
Gambar 3.2 Komputer HP 1000 Notebook.....	15
Gambar 3.3 Mikrotik RB 750.....	16
Gambar 3.4 Argtek Powerking-X Triple AG-1211.....	17
Gambar 3.5 Sextant G-5HPnD.....	18
Gambar 3.6 Wireless Router OmniTik-U5HnD.....	19
Gambar 3.7 Switch RB260GS.....	21
Gambar 3.8 iOS device (kiri) dan Android device (kanan).....	22
Gambar 3.9 FreePBX.....	23
Gambar 3.10 Wireshark.....	23
Gambar 3.11 Winbox GUI.....	24
Gambar 3.12 Desain Topologi Penelitian.....	25
Gambar 3.13 Kekuatan signal <i>Access Point</i> dengan lantai 3 Didaktos.....	29
Gambar 3.14 Kekuatan signal <i>Access Point</i> lantai 1 Agape.....	29
Gambar 3.15 Server VoIP.....	31
Gambar 4.1 Konfigurasi Queue Tree.....	37
Gambar 4.2 Pemberian alamat IP pada server.....	38
Gambar 4.3 Konfigurasi sip.conf.....	38
Gambar 4.4 Konfigurasi extensions.conf.....	39
Gambar 4.5 Ganti channel 13 Access Point Agape Lantai 1.....	40

Gambar 4.6 Ganti channel 9 Access Point Didaktos Lantai 3.....	40
Gambar 4.7 Pengalamatan IP Address static pada Smartphone.....	41
Gambar 4.8 Pendaftaran SIP Account pada aplikasi Zoiper.....	41
Gambar 4.9 Pengambilan nilai Delay pada Wireshark.....	43
Gambar 4.10 Pengambilan nilai Jitter pada Wireshark.....	46
Gambar 4.11 Pengambilan nilai Packet Loss pada Wireshark.....	49

©UKDWN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Codec Summary.....	9
Tabel 2.2. Nilai kualitas suara berdasarkan nilai MOS menurut ITU-T P.800.....	11
Tabel 3.1. Spesifikasi Router RB750.....	16
Tabel 3.2. Spesifikasi Argtek Powerking-X Triple AG-1211.....	17
Tabel 3.3. Spesifikasi Router Sextant G-5HPnD.....	18
Tabel 3.4. Spesifikasi Router OmniTik-U5HnD.....	20
Tabel 3.5. Spesifikasi Switch RB260GS.....	21
Tabel 3.6. Konfigurasi backbone.....	29
Tabel 3.7. Konfigurasi router bridge.....	30
Tabel 3.8. Konfigurasi Access Point Puspelkom lama dan Agape L4.....	30
Tabel 3.9. SIP account dengan codec GSM.....	31
Tabel 3.10. SIP account dengan codec iLBC.....	32
Tabel 4.1. Data Delay dalam satuan milliseconds.....	43
Tabel 4.2. Data Jitter dalam satuan milliseconds.....	46
Tabel 4.3. Data Packet Loss dalam satuan persen.....	49
Tabel 4.4. Data perhitungan Id.....	52
Tabel 4.5. Data perhitungan Ief.....	53
Tabel 4.6. Data perhitungan R-Factor.....	54
Tabel 4.7. Data konversi R-Factor menjadi MOS.....	55

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1 Bandwith test Agape Lantai 2 ke 192.168.1.254.....	26
Grafik 3.2 Bandwith test Agape Lantai 2 ke 10.10.100.1.....	26
Grafik 3.3 Bandwith test Agape Lantai 2 ke 10.10.100.2.....	26
Grafik 3.4 Bandwith test Agape Lantai 2 ke 192.168.2.202.....	27
Grafik 3.5 Bandwith test Backbone Agape ke 10.10.100.1.....	27
Grafik 3.6 Bandwith test Backbone Agape ke 10.10.100.2.....	27
Grafik 3.7 Bandwith test Backbone Agape ke 192.168.2.202.....	27
Grafik 3.8 Bandwith test Backbone Logos ke 10.10.100.2.....	28
Grafik 3.9 Bandwith test Backbone Logos ke 192.168.2.202.....	28
Grafik 4.0 Bandwith test Backbone Didaktos ke 192.168.2.202.....	28
Grafik 4.1 Delay yang ditimbulkan menggunakan codec GSM dan iLBC....	44
Grafik 4.2 Perbandingan rata-rata Delay.....	45
Grafik 4.3 Jitter yang ditimbulkan menggunakan codec GSM dan iLBC.....	47
Grafik 4.4 Perbandingan rata-rata Jitter.....	48
Grafik 4.5 Packet Loss yang ditimbulkan menggunakan codec GSM dan iLBC.....	50
Grafik 4.6 Perbandingan rata-rata Packet Loss.....	51
Grafik 4.7 Nilai MOS setiap sesi.....	56

INTISARI

VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) PADA JARINGAN IP CAMERA UKDW DENGAN CODEC GSM DAN ILBC

Studi Kasus : Jaringan IP Camera Gedung Didaktos dan Agapa Universitas
Kristen Duta Wacana

VoIP adalah salah satu layanan panggilan suara. VoIP membuat setiap individu dapat melakukan panggilan yang ditransmisikan menggunakan jaringan internet *protocol*. Saat melakukan panggilan data suara dikirimkan secara *Real-Time* melalui jaringan *internet protocol*.

Infrastruktur jaringan *IP Camera* di Universitas Kristen Duta Wacana memiliki beberap *Acces Point* yang memungkinkan untuk diimplementasikan layanan VoIP dengan menggunakan *smartphone*. VoIP memiliki beberapa metode kompresi data audio yang disebut dengan *codec* diantaranya *codec* GSM dan *codec* iLBC. GSM dan iLBC adalah *codec* yang digunakan dalam penelitian. Penulis melakukan analisis dan evaluasi layak tidaknya VoIP diimplementasikan di jaringan *IP Camera* UKDW dengan menggunakan parameter *delay*, *jitter* dan *packet loss* yang dihasilkan *codec* iLBC dan GSM kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai MOS (*Mean Opinion Score*) dan dibandingkan *codec* mana yang lebih baik.

Data hasil analisis *codec* jaringan *IP Camera* UKDW menunjukkan bahwa layanan VoIP layak diimplementasikan. Nilai MOS rata-rata 3.87 untuk *codec* GSM dan 3.65 untuk yang iLBC. Menurut *standard* ITU-T P.800 jika nilai MOS mencapai 3 berarti kualitas data suara yang dihasilkan sudah cukup untuk melakukan panggilan suara.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Panggilan suara (*Voice Call*) merupakan hal yang sering dilakukan dalam kegiatan sehari-hari. Panggilan suara membuat individu dapat berkomunikasi satu sama lain dari tempat yang dekat maupun jauh. Salah satu jenis panggilan suara yang ada adalah *Voice Over Internet Protocol* (VoIP). VoIP adalah layanan panggilan suara yang ditransmisikan melalui jaringan LAN maupun *Wireless LAN*.

Di kampus Universitas Kristen Duta Wacana setiap individu pasti pernah dan perlu melakukan panggilan suara. Komunikasi panggilan suara dilakukan dengan sesama individu maupun untuk menghubungi antar unit atau fakultas di UKDW. VoIP (*Voice over Internet Protocol*) merupakan salah satu panggilan suara yang lebih murah karena panggilan suara dapat ditransmisikan melalui jaringan *intranet*, infrastruktur jaringan *intranet IP Camera* UKDW memungkinkan digunakan untuk layanan VoIP. *Wireless LAN IP Camera* UKDW dapat digunakan untuk VoIP. Mahasiswa, karyawan atau individu yang ingin melakukan panggilan VoIP dapat melakukannya secara mudah saat terkoneksi pada jaringan *Wireless IP Camera* UKDW.

VoIP memiliki beberapa *codec* audio. Diantaranya *codec* GSM dan iLBC yang biasanya digunakan di *cellular*. Pada penelitian ini penulis mencoba kedua *codec* tersebut untuk mencari *codec* manakah yang paling baik performanya menggunakan parameter *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Data kemudian diolah dengan pendekatan matematis E-Model dengan *standard* ITU-T G.107 yang kemudian dikonversi untuk mendapatkan nilai MOS (*Mean Opinion Score*) layanan VoIP yang diimplementasikan pada infrastruktur jaringan *IP Camera* UKDW meliputi gedung Agape dan Didaktos.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka diperoleh rumusan masalah yang akan dianalisis adalah evaluasi layak tidaknya layanan VoIP diimplementasikan pada infrastuktur jaringan *IP Camera* Universitas Kristen Duta Wacana. Menggunakan 2 *codec* untuk dibandingkan yaitu GSM dan iLBC.

1.3. Batasan Sistem

- a. Implementasi VoIP dilakukan pada jaringan *IP Camera* Universtias Kristen Duta Wacana mencakup gedung Agape dan Didaktos.
- 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 LAN IP Camera* UKDW.
- e. Paramater yang digunakan untuk pengujian adalah paramter QoS (*Quality of Service*) yaitu *delay*, *jitter*, *packet lost*.
- f. Penelitian ini menggunakan protocol SIP (Session Initiation Protocol).
- g. *Codec* yang digunakan untuk pengujian adalah *codec* GSM dan iLBC.
- h. Penilaian kualitas suara menggunakan *Mean Opinion Score* dengan pendekatan matematis yang dimodelkan dengan E-Model dengan standar ITU-T G.107.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah layak tidaknya implementasi layanan VoIP pada jaringan *IP Camera* Universitas Kristen Duta Wacan serta menguji 2 jenis *codec* GSM dan iLBC dan diambil nilai *delay*, *jillter* serta *packet loss* dari setiap *codec* yang nantinya data akan diolah menjadi data statistik dan dihitung nilai MOS (*Mean Opinion Score*) dengan pendekatan matematis E-Model berstandar ITU-T G.107 untuk menentukan *codec* mana yang lebih baik performanya.

1.5. Metodologi Penelitian

1. Melakukan studi literatur dari sumber-sumber yang berkaitan dengan Voice Over Internet Protocol (VoIP) pada jaringan *wireless*.
2. Merancang dan membangun layanan VoIP pada jaringan *IP Camera* Universitas Kristen Duta Wacana menggunakan *codec* GSM dan iLBC.
3. Mengambil data dari hasil penelitian.
4. Melakukan pengolahan data secara statistik berdasarkan parameter *delay, jitter dan packet loss* kemudian menghitung nilai MOS dari *R-Factor*.
5. 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 LANDASAS TEORI, bab ini berisi tinjauan pustaka yang menjelaskan tentang penelitian-penelitian yang membahas mengenai VoIP, kemudian teori-teori berdasarkan sumber-sumber literatur dalam landasan teori berisi mengenai konsep-konsep dan penjabaran dari VoIP (*Voice over Internet Protocol*), *codec* iLBC dan GSM, serta jaringan *Wireless LAN* yang merupakan topik utama dalam penelitian ini.

Bab 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN PENELITIAN, berisi tentang rancangan layanan VoIP pada jaringan *wireless* yang diimplementasikan pada jaringan *IP Camera* Universitas Kristen Duta Wacana. Meneliti 2 *codec* yang digunakan sebagai perbandingan yakni *codec* GSM serta iLBC, selain itu juga berisi mengenai *software* dan *hardware* yang digunakan dalam penelitian ini. Kemudian langkah-langkah penelitian yang dilakukan.

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

Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN, berisi mengenai kesimpulan serta saran-saran berkaitan dengan implementasi VoIP dan perbandingan *codec* GSM dan iLBC pada jaringan *wireless IP Camera* Universitas Kristen Duta Wacana.

©UKDWN

BAB V

KESMIPULAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Layanan VoIP baik di implementasikan pada infrastruktur jaringan *IP Camera* Universitas Kristen Duta Wacana. Bisa dilihat dari nilai rata-rata MOS dari *codec* GSM dan iLBC di kisaran lebih dari 3.5 yang berarti cukup dan mendekati baik sesuai dengan rekomendasi ITU-T P.800.
2. *Codec* GSM lebih baik daripada *codec* iLBC karena memiliki nilai rata-rata MOS lebih besar yaitu 3.87 dibanding iLBC yang memiliki nilai rata-rata 3.65.

5.2. Saran

Pengantian hardware seperti *Access Point* dengan spesifikasi RAM, CPU yang lebih baik serta optimasi pada *backbone* jaringan *IP Camera* UKDW.

DAFTAR PUSTAKA

- A, M. K. (2009). Analisis Kualitas Suara Codec iLBC, GSM, dan G.711 pada Aplikasi VoIP (Studi kasus : Call Center).
- Davidson, J. (2000). Voice Over IP Fundamentals. Indianapolis: Cisco Press.
- Duric, A. (2004). Real-Time Transport Protocol (RTP) Payload Format for internet Low Vit Rate (iLBC) Speech.
- Ismail, M. N. (2011). Best VoIP Codecs Selection for VoIP Conversation over Wireless Carrier Network.
- Mark A. Dye, R. M. (2007). Network Fundamental CCNA Exploration Companion Guide. Indianapolis: Cisco Press.
- Johnson. Alan B. (2009). SIP : Understanding the Session Initiation Protocol. Norwood: Artech House.
- Papakotoulas, A. (2014). Voice over Internet Protocol. Journal of Computatuion and Modelling.
- Sandy Purniawan, I. I. (2011). Evaluasi dan Analisis Performasi Peer to Peer Session Initiation Protool (P2PSIP) pada Layanan Voice Over Internet Protocol (VoIP). Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011.
- Stylianios Karapantazis, F.-N. P. (2009). VoIP: A comprehensive survey on a promising technology. Computer Networks 53.
- Therdpong Daengsil, C. W. (2012). VoIP Quality Measurment: Insignificant Voice Quality of G.711 and G.729 Codecs in Listening-Opinion Test by Thai User. Information Technolofy Journal.
- Vaishnav, C. (2006). Voice over Internet Protocol (VoIP): The Dynamics of Technology and Regulation. 14