ANALISA KUALITAS LAYANAN IP PHONE PADA JARINGAN KONVERGENSI DI KANTOR BESAR LAMA DAN GEDUNG VI (ENAM) KASUS DI PT. BUKIT ASAM PERSERO Tbk TANJUNG ENIM

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

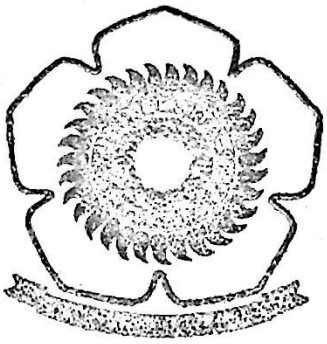
Oleh :

INDAH HUDAYANTI
03[illegible]

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

S
621.380 07
Ind
a
anal

ANALISA KUALITAS LAYANAN *IP PHONE* PADA JARINGAN KOMUNIKASI DI KANTOR BESAR LAMA DAN GEDUNG TI (STUDI KASUS DI PT. BUKIT ASAM PERSERO Tbk TANJUNG ENIM)



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
UPT PERPUSTAKAAN

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

INDAH HIDAYANTI
03121304004

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KUALITAS LAYANAN *IP PHONE* PADA JARINGAN KOMUNIKASI DI KANTOR BESAR LAMA DAN GEDUNG TI (STUDI KASUS DI PT. BUKIT ASAM PERSERO Tbk TANJUNG ENIM)

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

INDAH HIDAYANTI

03121304004

Palembang, September 2014

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Aryulius Jasuan, MS	Muhammad Febrianto, ST. MM
NIP. 195904041988111001	

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Sariman, MS
NIP. 195807071987031004

ABSTRAK

Perkembangan teknologi khususnya teknologi informasi membawa perubahan yang sangat mendasar bagi dunia telekomunikasi. Dalam teknologi komunikasi, komunikasi suara merupakan satu hal yang akan menjadi bagian yang sangat penting, karena saat ini komunikasi suara dianggap komunikasi yang paling praktis. Komunikasi pada perusahaan biasanya menggunakan Private Branch Exchange (PBX). Seiring dengan kemajuan teknologi, telah hadir teknologi (NGN) Next Generation Network) yang telah melahirkan teknologi- teknologi baru salah satunya adalah IP phone. Hal ini menyebabkan hadirnya teknologi pemrosesan sinyal digital yang mempunyai kemampuan modular dengan berbasis teknologi IP (Internet Protocol) yang di integrasikan antara komunikasi data dan suara. VoIP (Voice Over Internet Protocol) adalah teknologi yang mampu melewatkan "panggilan suara", video dan data melalui jaringan IP. Bentuk panggilan analog dikonversikan menjadi bentuk digital dan dijalankan sebagai data oleh internet protokol. Jaringan IP sendiri merupakan jaringan komunikasi data yang berbasis packed-switch, sehingga kita bisa menelepon dengan menggunakan jaringan IP atau internet. Jaringan VoIP dapat dibangun dengan menggunakan jaringan nirkabel dan kabel. Dalam menentukan Quality of Service maka parameter yang akan diukur yaitu throughput, delay dan packet loss di PT. Bukit Asam (Persero).

***Kata Kunci** : VoIP, Quality Of Service, Throughput,Delay, Packet Loss*

Motto

- Bersikaplah Ridho terhadap segala apa yang Allah kehendaki kepadamu, maka pasti engkau akan menjadi orang paling kaya.
- Salah satu cara menyiasati belenggu ketidakmungkinan adalah dengan merasa yakin, memiliki tujuan yang gigih, berani serta istiqamah dalam menanggapi sesuatu yang dikaruniakan Allah.
- Berusaha pada diri sendiri karena penyelamat masa depan tergantung dari kemauan untuk maju

Dipersembahkan Kepada :

- Papaku Tersayang Drs. H. Syarifuddin Yacub, MHI dan Mama Tercinta Hj. Ramiah Lubis, SH. MH.
- Saudara dan Saudariku
- Pacarku Terkasih yang selalu memberi Support Budimansyah ST
- Rekan Seperjuangan 2012 Teknik Telekomunikasi dan Informasi Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan segala aktivitas dalam merampungkan skripsi yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi untuk program strata satu pada jurusan Teknik Telekomunikasi dan Informasi di Universitas Sriwijaya. Dengan judul " ANALISA KUALITAS LAYANAN *IP PHONE* PADA JARINGAN KOMUNIKASI DI KANTOR BESAR LAMA DAN GEDUNG TI (STUDI KASUS DI PT.BUKIT ASAM PERSERO TBK TANJUNG ENIM)

Berbagai kesulitan dan hambatan dalam penulisan skripsi ini banyak dihadapi penulis, namun berkat bimbingan dan petunjuk serta dorongan dari berbagai pihak, baik moral maupun materil sehingga skrpisi ini dapat diselesaikan.

Untuk itu pada kesempatan ini penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orangtua dan saudara atas segala dukungan, keringat, dan motivasinya.
2. Pak Prof. Dr. H. M. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Pak Ir. Sariman, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Sri Agustina, M.T. atas nasihat dan segala kemudahan yang diberikan di Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

5. Pak Ir. Aryulius Jasuan, M.S sebagai pembimbing pertama atas bimbingan, nasihat, bantuan selama proses pembuatan proposal dan tugas akhir, serta berbagai ilmu yang diajarkan selama penulis mengikuti perkuliahan sehingga menjadi dasar penting dalam pembuatan tugas akhir.
6. Pak M. Febrianto S.T., M.M. sebagai pembimbing kedua atas masukannya yang sangat berarti.
7. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya atas ilmu, keringat, dan waktu yang dicurahkan untuk mahasiswa.
8. Mbak Elisa Septarina dan Kak Irwansyah yang telah mengorbankan waktu untuk membantu seluruh proses administrasi dari awal hingga akhir.
9. Pacarku yang selalu mendukung dan memberikan motivasi, teman-teman seangkatan dan seperjuangan serta adek-adek tingkat atas motivasi dan infonya.

Akhirnya tiada harapan selain ridha Allah SWT atas segala jerih payah dan jasa baik kita semua serta limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya senantiasa tetap tercurah kepada kita sekalian, Amin.

Palembang, September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**

ABSTRAK ..... **iii**

MOTTO DAN PERSEMBAHAN ..... **iv**

KATA PENGANTAR ..... **v**

DAFTAR ISI ..... **vii**

DAFTAR GAMBAR ..... **x**

DAFTAR TABEL ..... **xii**

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang I.1

1.2 Rumusan Masalah I.4

1.3 Tujuan Penulisan I.4

1.4 Pembatasan Masalah I.5

1.5 Metode Penelitian 1.5

1.6 Sistematika Penulisan I.7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PABX (*Private Automatic Branch Exchange*) II.1

2.2 *Voice over Internet Protokol* II.2

2.2.1 Pengertian II.2

2.2.2 Cara Kerja *VoIP* II.4

2.3 Komponen *VoIP* II.4

2.3.1 Terminal II.5

2.3.2 *VoIP Gateway* II.5

2.3.3 *Packet Switch* II.6

2.3.3.1 *Coder-decoder (Codec)* II.7
2.3.4 *Network IP* II.8
2.4 Protokol-Protokol Penunjang Jaringan *VOIP* II.9
2.4.1 TCP/IP (*Transfer Control Protocol/ Internet Protocol* II.9
2.4.1.1 *Application layer* II.9
2.4.1.2 TCP *(Transmission Control Protocol)* II.10
2.4.1.3 UDP (*User Datagram Protocol*) II.11
2.4.1.4 IP (*Internet Protocol*) II.11
2.5 Standart Protokol *VoIP* II.13
2.5.1 H 323 ..... II.14
2.5.1.1 Komponen H. 323 ..... II.15
2.5.1.2 Protokol Pada H.323 ..... II.17
2.5.2 SIP (*Session Initiation Protocol*) II.19
2.6 Jenis Metode Layanan *VoIP* II.21
2.6.1 ATA II.21
2.6.2 IP Phone II.22
2.6.3 PC to PC II.22
2.7 *Quality of Service* (QoS) II.24
2.8 *Wide Area Network* (WAN) II.25
2.8.1 *Router* II.25
2.8.2 *Switch* II.26
2.8.3 *Hub* II.26
2.9 *Virtual Private Network* (VPN) II.27
2.10 *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) II.27
2.11 VPN pada Jaringan MPLS II.28
2.11 *Putty* II.29
2.12 *Lync* II.30
2.13 *Network Traffic Monitoring Tools* II.31

BAB III METODOLOGI

3.1 Langkah Kerja Penelitian III.1
3.1.1 Pengukuran III.1
3.1.2 Penginstalan *IP Phone* III.5
3.2 Perhitungan III.8
3.3 Diagram Alir Penelitian III.9

BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISA

4.1 Pengukuran *IP Phone* IV.1
4.1.1 Pengukuran *Throughput* IV.2
4.1.2 Pengukuran *Delay* IV.5
4.1.3 Pengukuran *Packet Loss* IV.9
4.2 Pengukuran *Lync* IV.13
4.3 Perhitungan *Packet Loss* IV.15
4.4 Pembahasan dan Analisa IV.17

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan V.1
5.2 Saran V.2

DAFTAR PUSTAKA ..... **xv**
LAMPIRAN ..... **xvii**

DAFTAR GAMBAR

Halaman

2.1 PABX MX One II.1
2.2 Jaringan *VoIP* II.3
2.3 Cara Kerja *Voip* II.4
2.4 Mekanisme protocol *TCP/IP* II.9
2.5 VPN pada MPLS II.29
2.6 Aplikasi Putty II.30
2.7 Aplikasi Lync II.31
3.1 Tempat Pengambilan Data III.1
3.2 Rute Pengukuran *IP Phone* III.2
3.3 Topologi Jaringan *IP Phone* di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk III.3
3.4 *IP Phone* yang terkoneksi dengan komputer III.4
3.5 *Software* Simulasi *Axence Nettools* III.4
3.6 Konektor RJ 45 ..... III.5
3.7 *IP Phone SIP* T20 ..... III.5
3.8 Program Aplikasi Putty III.6
3.9 *IP Phone* Status III.6
3.10 *IP Phone Account* III.7
3.11 *IP Phone Network* III.7
3.12 *IP Phone Upgrade* III.8
3.4 Diagram Alir Penelitian III.10
4.1 Grafik *Throughput* pada *IP Phone* IV.18
4.2 Grafik *Delay* Pada *IP Phone* IV.19
4.3 Grafik *Packet Loss* Pada *IP Phone* IV.20
4.4 Grafik *Throughput* pada *Lync* IV.21
4.5 Grafik *Delay* Pada *Lync* IV.22
4.6 Grafik *Packet Loss* Pada Lync IV.23

DAFTAR TABEL

Halaman

1.1 Jurnal-Jurnal Penunjang Penelitian I.3

2.1 One-Way Delay/Latensi II.25

2.2 *Packet Lossi* II.26

3.1 Rumus *Parameter Quality of Service* III.9

4.1 Nilai *Throughput* Tes Pertama IV.2

4.2 Nilai *Throughput* Tes Kedua IV.2

4.3 Nilai *Throughput* Tes Ketiga IV.3

4.4 Nilai *Throughput* Tes Keempat IV.3

4.5 Nilai *Throughput* Tes Kelima IV.3

4.6 Nilai *Throughput* Tes Keenam IV.4

4.7 Nilai *Throughput* Tes Ketujuh IV.4

4.8 Nilai *Throughput* Tes Kedelapan IV.4

4.9 Nilai *Throughput* Tes Kesembilan IV.5

4.10 *Delay* Tes pertama IV.6

4.11 *Delay* Tes Kedua IV.6

4.12 *Delay* Tes Ketiga IV.7

4.13 *Delay* Tes Keempat IV.7

4.14 *Delay* Tes Kelima IV.7

4.15 *Delay* Tes Keenam IV.8

4.16 *Delay* Tes Ketujuh IV.8

4.17 *Delay* Tes Kedelapan IV.8

4.18 *Delay* Tes Kesembilan IV.9

4.19 Nilai *Packet Loss* Tes Pertama IV.9

4.20 Nilai *Packet Loss* Tes Kedua IV.10

4.21 Nilai *Packet Loss* Tes Ketiga IV.10

4.22 Nilai *Packet Loss* Tes Keempat IV.11

4.23 Nilai *Packet Loss* Tes Kelima IV.11
4.24 Nilai *Packet Loss* Tes Keenam IV.11
4.25 Nilai *Packet Loss* Tes Ketujuh IV.12
4.26 Nilai *Packet Loss* Tes Kedelapan IV.12
4.27 Nilai *Packet Loss* Tes Kesembilan IV.12
4.28 Throuhput Pada Lync IV.13
4.29 Delay Pada Lync IV.14
4.30 Packet Loss Pada Lync IV.14
4.31 Perhitungan *Packet Loss* pada *IP Phone* IV.16
4.32 Perhitungan *Packet Loss* pada *Lync* IV.17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi khususnya teknologi informasi membawa perubahan yang sangat mendasar bagi dunia telekomunikasi. Dalam teknologi komunikasi, komunikasi suara merupakan satu hal yang akan menjadi bagian yang sangat penting, karena saat ini komunikasi suara dianggap komunikasi yang paling praktis.

Komunikasi pada perusahaan biasanya menggunakan Private Branch Exchange (PBX). Seiring dengan kemajuan teknologi, telah hadir teknologi NGN (Next Generation Network) yang telah melahirkan teknologi- teknologi baru salah satunya adalah *IP phone*. Hal ini menyebabkan hadirnya teknologi pemrosesan sinyal digital yang mempunyai kemampuan modular dengan berbasis teknologi *IP* (*Internet Protocol*) yang di integrasikan antara komunikasi data dan suara.

VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) adalah teknologi yang mampu melewatkan "panggilan suara", video dan data melalui jaringan *IP*.[5] Bentuk panggilan analog dikonversikan menjadi bentuk digital dan dijalankan sebagai data oleh *internet protokol*. Jaringan *IP* sendiri merupakan jaringan komunikasi

data yang berbasis *packed-switch*, sehingga kita bisa menelepon dengan menggunakan jaringan *IP* atau *internet*. Jaringan *VoIP* dapat dibangun dengan menggunakan jaringan nirkabel dan kabel.

VoIP memungkinkan perutean, *access server* dan *multiservice access concentrator* membawa dan mengirim suara dan fax melintasi jaringan *IP*. Dalam *VoIP*, *digital signal processor* (DSP) melalui segmentasi (pemecahan) sinyal suara ke berbagai bentuk frame dan menyimpannya dalam paket-paket suara.[10] Paket-paket suara tersebut dikirim via *IP* bekerjasama dengan protokol komunikasi suara seperti: *Session Initiation Protocol* (SIP), H.323 atau Media *Gateway Control Protocol* (MGCP).

Teknologi *IP Phone* sangat menarik untuk dibahas karena implementasi *IP Phone* ini berjalan pada *VoIP* maka *IP Phone* mampu menyediakan layanan jaringan telepon dengan biaya yang lebih ekonomis (efisiensi biaya) sehingga dapat menikmati biaya komunikasi yang lebih murah dibanding telepon konvensional.[8] Instalasi *IP Phone* bisa dijalankan tanpa harus membuat dua jalur yaitu jalur telepon dan jalur internet melainkan hanya menggunakan jalur internet saja.

Berdasarkan hal tersebut penulis akan membahas pemakaian jaringan *IP Phone* pada perusahaan PT Bukit Asam (Persero) Tbk. serta melakukan analisa mengenai kualitas jaringan *IP Phone* tersebut.

Analisa kualitas layanan *IP Phone* ini menggunakan parameter yang berkaitan dengan layanan *Qos* (*Quality of Service*) yaitu *Througput*, *delay* dan *Packet loss*.

Jurnal-jurnal yang telah melakukan penelitian terhadap *VoIP* (*Voice Over Internet Protocol*) dan layanan *QoS* (*Quality of Service*) dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 1.1 Jurnal-Jurnal Penunjang Penelitian

No	Judul	Peneliti	Tahun	Pokok Pembahasan
1	Analisis performansi VoIP (Voice over Internet Protocol) Pada jaringan wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) di wilayah DKI Jakarta	Widhiatmoko HP	2012	Analisis performansi VoIP Pada jaringan wimax di wilayah DKI Jakarta
2	Implementasi Internet Protokol PBX dengan menggunakan SIP sebagai media telekomunikasi	Rindy	2010	Analisa penggunaan hardware Atta

3	Perencanaan Jaringan Komunikasi VoIP menggunakan Asterisk SIP	Novri Lazuardi	2008	Perencanaan jaringan VoIP Asterisk VoIP Server menggunakan Software open source
4	Perbandingan internet protocol Telephony pada VoIP di Indonesia	Yulianty Nuranbia	2009	Analisa layanan Voip Merdeka dengan VoIP Rakyat

1.2 Rumusan masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah :

"Bagaimana besarnya *delay* dan *paket loss* dalam mempengaruhi kualitas suara pada pelayanan komunikasi *IP Phone* di Kantor Besar lama dan Gedung TI PT Bukit Asam (persero) Tbk Tanjung Enim".

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui standar kualitas layanan *IP Phone* di PT Bukit Asam (Persero) Tbk.

1.4 Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan mengenai *IP Phone* dan *QoS* (*Quality of Service*), maka peneliti memberikan batasan-batasan masalah dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Parameter dalam menentukan kualitas layanan jaringan *IP Phone* yaitu *throughtput*, *delay* dan *packet loss*
2. Pengukuran dilakukan di Kantor Besar PT Bukit Asam (Persero) Tbk.
3. Menggunakan *Software Axence nettools* untuk menentukan besarnya *troughput*, *delay* dan *packet loss.*

1.5 Metode Penelitian

Untuk mempermudah penulis dalam penyusunan tugas akhir maka penulis menggunakan metode-metode sebagai berikut

1. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan data dari sumber tertulis seperti buku maupun jurnal ilmiah yang berkaitan dengan bidang ilmu yang sesuai dengan tugas akhir dan diharapkan dapat menambah kemampuan serta ilmu yang dimiliki oleh penulis dalam mengolah tugas akhir.

2. Observasi dan Wawancara

Metode observasi yaitu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data teknis dan operasi pada komunikasi IP Phone dengan cara datang ke PT. Bukit Asam (Persero), Tbk lalu mengamati proses komunikasi dengan menggunakan IP Phone dan mencatat semua data yang dibutuhkan. Metode ini digunakan untuk memperkuat data dan informasi serta memberikan gambaran-gambaran yang jelas mengenai keterangan yang diberikan secara teoritis. Adapun data yang akan diambil yaitu jumlah pengguna pada area layanan, bandwidth, nilai *Throughput*, *delay* dan *Packet loss*. Setelah melakukan metode observasi, maka penulis juga melakukan metode wawancara. Metode wawancara dilakukan dengan cara melakukan tanya jawab dan diskusi dengan *Engineer* PT. Bukit Asam (Persero), Tbk tentang data yang telah didapatkan, kemudian mendiskusikan seberapa besar paket data yang loss dan seberapa besar delay yang terjadi.

3 Implementasi Penelitian

Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk pengambilan data dengan menggunakan software simulasi yang telah disediakan dan juga metode perhitungan rumus.

4 Analisa dan Kesimpulan

Setelah melakukan semua percobaan dan penelitian, semua data yang didapatkan akan dilakukan analisa, dan dibuatkan grafik untuk semua keadaan perharinya. Setelah menganalisa, kita dapat menarik kesimpulan dari semua data yang didapat di lapangan mengenai *Quality of Services*.

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan tugas akhir secara garis besar disusun menjadi lima bab yaitu,

BAB I. PENDAHULUAN

Pembahasan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan mengenai teori-teori dan penjelasan mengenai *VoIP* (*Voice Over Internet Protocol*) dan *IP Phone* beserta teori penunjang dalam melakukan penelitian.

BAB III. METODOLOGI

Pembahasan mengenai metodelogi penelitian dan langkah kerja penelitian. Langkah kerja penelitian akan berisikan waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan pelaksanaan penelitian, dan diagram alir penelitian.

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pembahasan mengenai hasil penelitian berdasarkan monitoring menggunakan *Axence Nettools* serta analisa performansi dari masing-masing *IP Phone*.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian penutup berisi kesimpulan dari seluruh hasil penelitian serta saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ariyus, Dedi, 2008, *Komunikasi Data*, STMIK Amikom. Yogyakarta

[2] Grandistyana, Aryka, 2012, *Jurnal Kajian Kerja Protokol Pada Jaringan Voice Over Internet Protokol Pada Jaringan Intranet UGM*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta

[1] Iskandar, Muhammad, 2003, *Dasar-dasar Jaringan VoIP*, Ilmu Komputer, Bandung

[2] Lazuardi, Novri, 2008, *Jurnal Perencanaan Komunikasi Voip Menggunakan SIP*, Universitas Sumatera Utara, Medan

[5] Nuranbiya, Yulianti, 2009, *Jurnal Perbandingan Internet Protokol Telephony Pada Voice Over Internet Protokol di Indonesia,* Universitas Indonesia, Jakarta

[6] Munadi, Rendy, 2009, *Teknik switching,* Informatika, Bandung

[7] Prasetyo, Julian, 2013, *Analisis dan Perancangan Virtual Private Network di Yogyakarta*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta

[8] Rahayu, 2013, *Jurnal Monitoring Kualitas Layanan Trafik CCTV Pada Jaringan Wireless*. Universitas Bina Darma. Palembang

[9] Rindi, 2010, *Jurnal Implementasi Internet Protokol Private Branch Exchange Dengan Menggunakan SIP Sebagai Media Telekomunikasi*, Universitas Islam Syarif Hidayatullah, Jakarta

[10] Ulinnuha, Hunian, 2012, *Simulasi dan Analisa QoS Layanan Voip pada Jaringan MPLS VPN PT. Telkom Jakarta*, Institut Teknologi Telkom, Jakarta

[11] Warman, Indra, 2014, *Jurnal Implementasi VoIP Sebagai Pengganti PABX*, Insitut Teknologi Padang, Sumatera Barat

[12] Yanto, Fikri, 2012, *Jurnal Sistem Telekomunikasi*, Universitas Negeri Manado, Manado