

**ANALISIS PERFORMA VOIP PADA VPN MENGGUNAKAN  
POINT-TO-POINT TUNNELING PROTOKOL PADA  
JARINGAN WIRELESS MIKROTIK**

Skripsi



oleh

**RYAN CHARLIE**

**71140045**

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2019

**ANALISIS PERFORMA VOIP PADA VPN MENGGUNAKAN  
POINT-TO-POINT TUNNELING PROTOKOL PADA  
JARINGAN WIRELESS MIKROTIK**

Skripsi



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

Disusun oleh

**RYAN CHARLIE**

**71140045**

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2019

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **ANALISIS PERFORMA VOIP PADA VPN MENGGUNAKAN POINT-TO-POINT TUNNELING PROTOKOL PADA JARINGAN WIRELESS MIKROTIK**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan 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 kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 22 Oktober 2019



**KYAN CHARLIE**  
71140045

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : ANALISIS PERFORMA VOIP PADA VPN  
MENGUNAKAN POINT-TO-POINT  
TUNNELING PROTOKOL PADA JARINGAN  
WIRELESS MIKROTIK

Nama Mahasiswa : RYAN CHARLIE

NIM : 71140045

Mata kuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2019/2020

© UKRDNW

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 22 Oktober 2019

Dosen Pembimbing I



Gani Indriyanta, Ir. M.T.

Dosen Pembimbing II



Juntas Karol, S.Si., M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS PERFORMA VOIP PADA VPN MENGGUNAKAN POINT-TO-POINT TUNNELING PROTOKOL PADA JARINGAN WIRELESS MIKROTIK

Oleh: RYAN CHARLIE / 71140045

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 11 Oktober 2019

Yogyakarta, 22 Oktober 2019  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
2. Janius Karel, S.Si., M.T.
3. Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs.
4. Ycar Lukito, S.Kom., M.Cs.



Dekan



(Restyandito, S.Kom., MSIS., Ph.D.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia, Ph.D.)

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Maha Esa atas berkat dan rahmat yang telah diberikan, sehingga diberikan kelancaran dalam penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Performa VoIP Pada VPN Menggunakan Point-to-Point Tunneling Protokol Pada Jaringan Wireless Mikrotik”.

Tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana (S1) di Fakultas Teknologi Informasi Program Studi Informatika Universitas Kristen Duta Wacana. Penulis berusaha untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik mungkin, tetapi karena keterbatasan penulis baik itu dalam kemampuan ataupun pengetahuan maka diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan tugas akhir ini.

Dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah menerima banyak bantuan yang berupa bimbingan, saran dan masukan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Teristimewa juga Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan motivasi, mendoakan dan semangat selama dalam pengerjaan tugas akhir.
3. Selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 yang telah sabar dalam membimbing, memberikan petunjuk dan telah sabar memberi masukan bagi penulis.
4. Teristimewa kepada Metelda Ella yang selalu mendukung, memberi motivasi, dan mendoakan serta memberikan pengorbanan baik dari segi

moril dan materi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

5. Teman teman Kontrakan Cepit dan teman teman Kelompok belajar Hendrikus, Aldo, Johan, Mike, Pandu, Yudha yang membantu dalam mengambil data dan memberikan semangat
6. Teman teman kelompok jaringan yang telah membantu dalam pengambilan data tahap akhir.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah ikut memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, baik dalam penelitian maupun dalam penulisan laporan penelitian ataupun jurnal ini, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun demi penyempurnaan laporan penelitian Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dunia Pendidikan.

Yogyakarta, 24 Mei 2019

Penulis

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan karunianya selama pengerjaan Tugas Akhir sehingga penulis dapat mengerjakan penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Performa VoIP Pada VPN Menggunakan Point-to-Point Tunneling Protokol Pada Jaringan Wireless Mikrotik”.

Tugas akhir yang dilakukan peneliti ini merupakan sebuah mata kuliah sebagai syarat kelulusan di Universitas Kristen Duta Wacana. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memberikan laporan tentang penelitian yang telah dilakukan sehingga dapat bermanfaat dan menjadi sumber referensi untuk pengembangan selanjutnya.

Penulis menyadari bahwa penelitian dan laporan Tugas Akhir ini belum sempurna dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak agar penelitian dan laporan ini menjadi lebih baik, Terima Kasih

Yogyakarta, 24 September 2019

Penulis



## **MOTO**

“ Serahkanlah perbuatanmu kepada Tuhan, maka terlaksanakanlah segala rencanamu” (Amsal 16:3)

©UKDWN

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
MOTO.....	ix
INTISARI .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Jaringan Komputer.....	7
2.2.2 Klasifikasi Jaringan Komputer .....	7

2.2.3	<i>WIFI (Wireless Fidelity)</i>	8
2.2.4	<i>Access Point</i>	9
2.2.5	<i>Voice over Internet Protocol</i>	10
2.2.6	Parameter QoS	10
2.2.7	<i>Virtual Private Network (VPN)</i>	14
2.2.8.	Protokol <i>Tunneling VPN</i>	15
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM</b>		17
3.1	Topologi Jaringan	17
3.2	Kebutuhan Perangkat Keras	18
3.3	Kebutuhan Perangkat Lunak	23
3.4	Data Awal	26
3.5	Rancangan Penelitian dan Desain Topologi	27
3.5.1	Lokasi Penelitian	27
3.5.2	Desain Topologi Penelitian	27
3.5.1	Rancangan Penelitian	30
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS</b>		36
4.1	Tahap Konfigurasi	36
4.1.1	Konfigurasi Server VoIP	36
4.1.2	Konfigurasi Zoiper ( <i>Smartphone</i> )	39
4.2	Analisis dan Pengambilan Data	41
4.2.1	Pengambilan Data Delay	42
4.2.2	Pengambilan Data Jitter	46
4.2.3	Analisis Data MOS ( <i>Mean Opinion Score</i> )	48
4.2.4.	Pengambilan Data <i>Troughput</i>	56
4.3	Hasil Analisis Perbandingan	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA .....	64
LAMPIRAN.....	66

©UKDW

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Wifi.....	9
Tabel 2.2. Standarisasi <i>Delay</i> very <i>TIPHON</i> .....	11
Tabel 2.3. Standarisasi <i>Jitter</i> versi Tiphon.....	11
Tabel 2.4. Penilaian MOS terhadap kualitas VoIP.....	12
Tabel 2.5. Nilai Ief menurut ITU-T G.113.....	13
Tabel 2.6. Kolerasi antara E-Model (ITU-T G.107) dengan MOS (ITU-T P.800)	14
Tabel 3.1. Spesifikasi Mikrotik RB750UP-R2 .....	19
Tabel 3.2. Spesifikasi Airgrid M5 .....	21
Tabel 3.3. Data Awal Throughput UDP.....	27
Tabel 3.4. Daftar IP Address .....	29
Tabel 3.5. Kategori penilaian MOS subjektif. ....	35
Tabel 4.1. Ekstensi user Smartphone .....	38
Tabel 4.2. Standarisasi <i>Delay</i> <i>TIPHON</i> .....	42
Tabel 4.3. Data <i>delay</i> awal dalam satuan <i>millisecond</i> .....	43
Tabel 4.4. Data <i>delay</i> Non VPN PPTP dalam satuan <i>millisecond</i> .....	44
Tabel 4.5. Data <i>delay</i> skenario VPN PPTP dalam satuan <i>millisecond</i> .....	45
Tabel 4.6. Standarisasi <i>jitter</i> versi <i>TIPHON</i> .....	46
Tabel 4.7. Data rata-rata <i>Jitter</i> pada Setiap Skenario .....	46
Tabel 4.8. Nilai MOS subjektif tiap skenario.....	48
Tabel 4.9. Data Perhitungan Id .....	50
Tabel 4.10. Perhitungan <i>R-Factor</i> .....	52
Tabel 4.11. Data Konversi <i>R-Factor</i> menjadi MOS .....	53
Tabel 4.12. Olah data MOS objektif .....	54
Tabel 4.13. Tabel Perbandingan MOS Subjektif dan Objektif .....	55
Tabel 4.14. Data rata-rata <i>Troughput</i> setiap Skenario dalam satuan Kbps.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Peta Lokasi Antar Titik dengan Aplikasi Google Earth.....	18
Gambar 3.2. Topologi Point-to-Point Agape dan Asrama Seturan UKDW .....	18
Gambar 3.3. Router .....	19
Gambar 3.4. Access Point .....	20
Gambar 3.5. Aigrd M5 .....	20
Gambar 3.6. Litebeam M5 .....	21
Gambar 3.7. Laptop VoIP server .....	22
Gambar 3.8. Tampila WinBox .....	23
Gambar 3.9. Aplikasi VirtualBox .....	24
Gambar 3.10. Tampilan TrixBos .....	25
Gambar 3.11. Tampilan aplikasi Wireshark .....	25
Gambar 3.12. Topologi Logic Data awal.....	26
Gambar 3.13. Desain Topologi Jaringan Penelitian.....	28
Gambar 3.14. Jalur tunneling VPN-PPTP.....	30
Gambar 3.15. Konfigurasi Extentions.....	32
Gambar 3.16. Tampilan Software .....	32
Gambar 3.17. <i>delta from previous displayed frame</i> .....	33
Gambar 3.18. RTP Stream .....	33
Gambar 3.19. Pengujian <i>Throughput</i> .....	34
Gambar 4.1. Konfigurasi Network pada VoIP server .....	36
Gambar 4.2. Tampilan GUI Trixbox / VoIP Server.....	37
Gambar 4.3. Memilih device.....	37
Gambar 4.4. Menambah extensions klien .....	38
Gambar 4.5. Konfirmasi Penambahan Ekstensi.....	39
Gambar 4.6. Tampilan awal Zoiper .....	39
Gambar 4.7. Konfigurasi Zoiper .....	40
Gambar 4.8. Zoiper sudah siap digunakan.....	41
Gambar 4.9. Pengambilan data Delay pada Wireshark.....	42
Gambar 4.10. Grafik Nilai MOS Subjektif .....	49

Gambar 4.11. Grafik Rata - rata MOS Subjektif .....	55
Gambar 4.12. Grafik Perbandingan MOS Subjektif dan Objektif .....	56

©UKDW

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi saat ini cukup tinggi, dan setiap orang membutuhkan informasi dalam waktu yang cepat, singkat, dan akurat. Teknologi Internet juga mengikuti perkembangan jaman. Salah satu layanan teknologi multimedia adalah VoIP. VoIP (*Voice over Internet Protocol*) merupakan suatu teknologi yang melewatkan trafik suara, video, dan data yang berbentuk paket melalui jaringan IP. Biasanya VoIP menggunakan jaringan akses yang umumnya berupa kabel, bila penggunaan VoIP dikombinasikan dengan jaringan *Wireless LAN* maka akan sangat efektif digunakan di dalam Kawasan atau gedung. Tetapi penggunaan VoIP pada jaringan *Wireless* sangat tidak diuntungkan karena keamanannya yang sangat minim dan mudah diretas. Permasalahan yang sering timbul adalah faktor keamanan, karena itu lah VPN (*Virtual Private Network*) diciptakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam jaringan yang tidak aman. Pengembangan teknologi VoIP saat ini diimplementasikan pada jalur VPN yang menggunakan infrastruktur jaringan bersifat *private*.

Teknologi *Private Network* (jaringan pribadi) adalah suatu jaringan pribadi yang menggunakan media jaringan public untuk menghubungkan antara *remote-site* secara aman. saat ini teknologi *Virtual Private Network* akan diimplementasikan dengan menggunakan metode PPTP (*Point-to-Point Tunneling Protocol*)

Penulis akan melakukan implementasi dan menganalisis VoIP (*Voice over Internet Protocol*) melalui Jaringan *Wireless* mikrotik menggunakan protocol VPN (*Virtual Private Network*) PPTP (*Point-to-Point Tunneling Protocol*) untuk menganalisa kinerja kualitas layanan *Voice* dari tinjauan



*Quality of Service* dengan menggunakan alat-alat riil yang berada pada gedung Agape UKDW, dan asrama Seturan UKDW.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan di atas penulis akan melakukan analisis performa VoIP untuk mengetahui kualitas VoIP pada jaringan VPN yang menggunakan protokol PPTP (*Point-toPoint Tunneling Protocol*)

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan-batasan yang di terapkan pada penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Uji penelitian di jaringan *backbone* Agape UKDW, dan asrama Seturan UKDW
2. Protokol VPN yang digunakan adalah PPTP (*Point-to-Point Tunneling Protocol*)
3. Parameter Quality of Service (QoS) yang diukur untuk menguji adalah *delay, jitter, throughput, dan MOS (Mean Opinion Score)*.
4. Protokol VoIP yang digunakan adalah SIP.
5. Analisis yang dilakukan ada 2 bagian yaitu:
  - a. Performansi VoIP menggunakan SIP Protokol tanpa VPN
  - b. Performansi VoIP menggunakan SIP Protokol menggunakan VPN

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengimplementasikan jaringan VoIP dan membandingkan performa VoIP jika dilewatkan pada jaringan VPN PPTP pada gedung Agape UKDW, dan asrama Seturan UKDW.

## 1.5 Manfaat penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat mengetahui kualitas VoIP pada jaringan VPN yang menggunakan protokol PPTP (*Point-to-Point Tunneling Protocol*) pada topologi jaringan *wireless* UKDW.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

### a) Studi Pustaka

Tahap yang pertama dilakukan dengan cara mencari, mempelajari, dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan jaringan komputer melalui jurnal, buku, artikel, dan sumber bahan yang lain seperti Internet maupun buku cetak.

### b) Melakukan Perancangan dan Implementasi

Pada tahap ini melakukan implementasi dan pengujian dari alat – alat yang digunakan dan melakukan analisis awal dari implementasi tersebut. Hal ini meliputi konfigurasi yang digunakan. Implementasi VoIP pada jaringan PPTP menggunakan mikrotik *wireless* dengan menggunakan *RouterBoard* Mikrotik dan menggunakan Trixbox sebagai server. Penilaian subjektif berdasarkan nilai yang diberikan oleh setiap klien. Sedangkan nilai objektif berasal dari data berupa parameter *delay*, *jitter*, dan *troughtput* menggunakan Wireshark. Dan hasil dari pengolahan data tersebut di ubah ke dalam nilai MOS (*Mean Opinion Score*) untuk mengetahui nilai kualitas dari komunikasi VoIP pada setiap skenario.

### c) Analisis Hasil Implementasi

Pada tahap ini dilakukan Analisa terhadap data yang sudah didapat untuk mengetahui apakah hasil implementasi sudah mendapatkan data yang dibutuhkan untuk melihat perfoma ujicoba tersebut atau belum menggunakan standarisasi TIPHON, MOS. Dan pada tahap akhir akan ditarik kesimpulan terhadap kualitas VoIP berdasarkan parameter yang digunakan dalam penelitian.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi gambaran umum dari sistem yang akan dibangun meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori-teori dan atau konsep yang digunakan dalam pembangunan sistem ini. Pada bagian ini dibagi menjadi dua bagian yakni, tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka berisi teori yang didapatkan dari berbagai macam sumber pustaka yang digunakan selama pembangunan sistem. Sedangkan landasan teori berisi tentang konsep utama yang digunakan dalam pemecahan masalah yang timbul dari sistem yang akan dibangun.

### **BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM**

Bab ini berisi rancangan pembuatan sistem yang akan dibangun meliputi kebutuhan hardware ataupun software, arsitektur sistem, diagram use case, skema basis data, serta rancangan pengujian sistem.

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang implementasi sistem yang dibangun meliputi implementasi input, implementasi output dan implementasi proses serta analisis penjelasan terhadap hasil sistem yang dibuat berdasarkan teori-teori yang telah digunakan pada tinjauan pustaka.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi penjelasan singkat yang diuraikan dari hasil analisis yang telah dilakukan. Saran meliputi cara/metode lain yang dapat dilakukan untuk pengembangan sistem yang belum dilakukan dalam pembangunan sistem sekarang.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dari hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu:

- a. Implementasi VoIP pada jaringan tidak terlalu mempengaruhi *delay*, *jitter*, dan *throughput*. Hal ini didukung dengan kualitas data dari parameter tersebut dan kejernihan suara yang baik dan dari nilai MOS yang didapatkan.
- b. Implementasi VPN-PPTP sedikit mempengaruhi performa VoIP dikarenakan implementasi *tunneling* yang menggunakan pengiriman *throughput* yang lebih besar.
- c. Pada penilaian parameter MOS (*Mean Opinion Score*) skenario non VPN dan VPN-PPTP mendapatkan nilai MOS yang baik. Non VPN mendapatkan nilai MOS subjektif 4.2 dan MOS objektif 4.4. dan skenario VPN-PPTP mendapatkan nilai MOS subjektif 4 dan MOS objektif 4.4.
- d. Implementasi konfigurasi VoIP VPN-PPTP merupakan pilihan yang baik apabila akan digunakannya teknologi VoIP pada jaringan Point-to-Point gedung Agape, dan asrama Seturan dibandingkan dengan digunakannya VoIP Non VPN dikarenakan perbedaan yang tidak terlalu signifikan didapat pada parameter *delay*, *jitter*, *Throughput*, dan MOS (*Mean Opinion Score*).

#### **5.2 Saran**

Hal yang dapat dikembangkan dalam penelitian ini dalam studi kasus jaringan adalah peningkatan QoS dan pemberian pengaturan QoS untuk menjaga kualitas jaringan. Jaringan VoIP dapat dikembangkan lebih besar

lagi agar dapat digunakan pada area lingkup UKDW. Pengkajian keamanan *Tunneling* yang pernah diimplementasikan. Kualitas *Troughput* dapat ditingkatkan lagi agar menghasilkan kualitas layanan VoIP yang lebih baik.

©UKDW

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Yasher Ramdhani, Periyadi, ST. Anang Sularsa, ST. (2010). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VPN MENGGUNAKAN PROTOKOL PPTP DAN L2TP BERBASIS MIKROTIK. *Program Studi Teknik komputer Polteknik Telkom Bandung* .
- Domiko F J Patih, Helmy Fitriawan, Yetti Yuniati. (2012). ANALISA PERANCANGAN SERVER VOIP (VOICE INTERNET PROTOCOL) DENGAN OPENSOURCE ASTERISK DAN VPN (VIRTUAL PRIVATE NETWORK) SEBAGAI PENGAMAN JARINGAN ANTAR CLIENT. *JITET - Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, ISSN 2303-0577, VOLUME.1 NO.1, 42-48.
- Eri Prasetyo, Amir Hamzah, Edhy Sutanta. (2016). ANALISA QUALITY OF SERVICE (QOS) KINERJA POINT TO POINT PROTOCOL OVER ETHERNET (PPPOE) DAN POINT TO POINT TUNNELING PROTOCOL (PPTP),. *Jurnal JARKOM*, ISSN 2338-6313, Volume.4 No.1 , 29-37.
- fajar, R. (2014). *PEMBAHASAN ANALISIS VOIP OVER VPN*. rokhmatfajar.
- Hagie Novalrie Perdana, Ibnu Surya, Rahmat Suhatman. (2013). *Jurnal Aksara Komputer Terapan*, Volume. 2, No. 1. Retrieved from Jurnal pcr: <https://Jurnal.pcr.ac.id/index.php/jakt/article/view/626>
- Kaseger Arthur Farly, Xaverius B. N. Najona, Arie S.M. Limenta. (2017). Perancangan dan Implementasi VPN Server dengan menggunakan Protokol SSTP (Secure Socket Tunneling Protocol) Studi Kasus Kampus Universitas San Ratulangi. *e-Journal Teknik Informatika Vol 11, No,1* .
- Komputer, W. (2008). *Menjadi Teknisi Jaringan Komputer Profesional*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Anggota IKAPI.
- Muryanto, P. U. (2011). Implementasi Sistem Wireless Security dan Manajemen Bandwidth Berbasis Radius (Remote Authentication Dial In User Service) Server Dengan Mikrotik.
- Purwanto, E. (2015). Implementasi Jaringan Hotspot dengan menggunakan Router Mikrotik Sebagai Penunjang Pembelajaran. *Jurnal Informa Politeknik Indonusa Surakarta* ISSN : 2442-7942 Vol.1 No. 2 .
- Rudi Hartono, Nugthoh Arfawi Kurdhi, Agus Purnomo. (2015). Implementasi Teknologi Wifi IEEE 8-2.11b/g/n Pada Sekolah Dasar Terpencil. *Seminar Nasional Informatika 2015*, ISSN : 1979-2328.

- Rudiansyah, Herlawati, Eka Puspita Sari. (2013). PERANCANGAN VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP) MENGGUNAKAN VIRTUAL PRIVATE NETWORK (VPN) PADA PT CARE TECHNOLOGIES. *Techno Nusa Mandiri, Volume. IX No.1*, 57-64.
- Sandy Indra Jaya, Rissal Efendi, Noor Miyono. (2012). PEMANFAATAN POINT-TO-POINT TUNNELING PROTOCOL (PPTP) PADA VIRTUAL PRIVATE NETWORK DALAM AKSES FILE SERVER. *Jurnal Teknologi Informasi-Aiti, Volume. 9, No. 2*, 101-200.
- Saputra, A. T. (2010). Implementasi dan Analisa unjuk kerja secure VoIP pada jaringan VPN berbasis MPLS dengan menggunakan tunneling IPsec.
- Suci Monalisa Olii, Mukhlisulfatih Latief, Tajuddin Abdillah. (2014). ANALISIS DAN IMPLEMENTASI KEAMANAN JARINGAN VOICE OVER INTERNET PROTOKOL (VoIP) MENGGUNAKAN VPN TUNNELING PPTP DAN L2TP/IPSEC.
- Taufiq, M. (2005). Membuat SIP Extensions Pada Linux TrixBos untuk Server VoIP.
- Widanta, H. S. (2013). UJI COBA PENERAPAN VIRTUAL PRIVATE NETWORK (VPN) UNTUK REGISTRASI ONLINE. *Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University*.
- Wiji Suhardjo, Bambang Eka Purnama. (2013). Pemanfaatan Local Area Network dan Program NetOp School Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Pada Jurusan Teknik Komputer Jaringan SMK N 1 Klaten. *IJNS - Indonesian Journal on Networking and Security, Volume 2 No.3 ISSN: 2302-5700*.
- Yetti Yuniati, Helmy Fitriawan, Domiko F J Patih. (2014). ANALISA PERANCANGAN SERVER VOIP ( VOICE INTERNET PROTOCOL) DENGAN OPENSOURCE ASTERISK DAN VPN (VIRTUAL PRIVATE NETWORK) SEBAGAI PENGAMAN JARINGAN ANTAR CLIENT,. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, ISSN 1693-2390/ISSN 2407-0939, VOLUME.12 NO.1*, 112-121.
- Yudianto, M. J. (2003). Jaringan Komputer dan Pengertiannya. *Komunitas eLearning IlmuKomputer.com*.