

Implementasi *Trunk* Interkoneksi *Multi Server* Menggunakan *Single Board Computer*

Alwalid Nouvatie¹, Martono Dwi Atmaja², Waluyo³

^{1,2,3} Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital,
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

¹alwalidnd46@gmail.com, ²martono.dwi@polinema.ac.id, ³waluyo@polinema.ac.id

Abstract—Voice over Internet Protocol is a technology that enables remote voice conversation through internet media. Voice data is converted into digital code and streamed over a network that delivers data packets, rather than through a regular analog telephone circuit. In VoIP communication, users make telephone connection through a terminal in the form of a PC or a regular phone. By calling voip, many advantages that can be taken in terms of cost are obviously cheaper than traditional phone rates, because IP networks are global. IP Phone can be added, moved and changed. This is because VoIP can be installed in any ethernet and IP address, unlike conventional phones that must have their own port in Sentral or PBX. In this study implementing connectedness between servers using single board computer installed Elastix operating system that aims to implement prefix between servers and use some audio codecs. The results of telephone research using prefix and without prefix as many as 6 clients or 3 calls simultaneously the highest packet loss value in codec speex with prefix of 2.34%. The highest bandwidth value used is with PCMU prefix codec with an average of 82.3 Kbps and without prefix 79.3 Kbps.

Keywords—Server, VoIP, IP Telphony, Internet telephony, Digital Phone, IP Address, PBX, Codec, Prefix.

Abstrak—Voice over Internet Protocol (juga disebut *VoIP*, *IP Telephony*, *Internet telephony* atau *Digital Phone*) adalah teknologi yang memungkinkan percakapan suara jarak jauh melalui media internet. Data suara diubah menjadi kode digital dan dialirkan melalui jaringan yang mengirimkan paket-paket data, dan bukan lewat sirkuit analog telepon biasa. Dalam komunikasi *VoIP*, pemakai melakukan hubungan telepon melalui terminal yang berupa PC atau telepon biasa. Dengan bertelepon menggunakan *VoIP*, banyak keuntungan yang dapat diambil diantaranya adalah dari segi biaya jelas lebih murah dari tarif telepon tradisional, karena jaringan IP bersifat global. IP Phone dapat di tambah, dipindah dan di ubah. Hal ini karena *VoIP* dapat dipasang di sembarang ethernet dan *IP address*, tidak seperti telepon konvensional yang harus mempunyai port tersendiri di Sentral atau *PBX* (Private branch exchange). Dalam penelitian ini mengimplementasikan keterhubungan antar server menggunakan *single board computer* yang di *install* sistem operasi Elastix yang bertujuan untuk mengimplementasikan *prefix* untuk antar *server* dan menggunakan beberapa *codec audio*. Hasil penelitian telepon menggunakan prefix dan tanpa prefix sebanyak 6 client atau 3 pasang panggilan secara bersamaan nilai *packet loss* tertinggi pada *codec speex* dengan *prefix* sebesar 2,34%. Nilai *bandwidth* tertinggi yang digunakan adalah dengan *prefix codec* PCMU dengan rata-rata 82,3 Kbps dan tanpa prefix 79,3 Kbps.

Kata kunci—*Server, VoIP, IP Telphony, Internet telephony, Digital Phone, IP Address, PBX, Codec, Prefix.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang telekomunikasi mengalami perkembangan yang pesat. Salah satu implementasi hasil perkembangan dalam bidang telekomunikasi adalah Voice over Internet Protocol (VoIP). VoIP merupakan suatu teknologi yang mampu melewati trafik suara, video dan data secara real-time, dengan mengubahnya kedalam bentuk kode digital dan dikelompokkan menjadi paket-paket data yang dikirim dengan menggunakan platform Internet Protocol (IP) sehingga mampu melakukan hubungan telekomunikasi antar pengguna yang terhubung dengan jaringan IP [1]. Penggunaan jaringan IP memungkinkan penekanan biaya. Dikarenakan tidak perlu membangun sebuah infrastruktur baru untuk komunikasi suara. Untuk membangun suatu jaringan VoIP dibutuhkan sebuah server IP Private Branch

Exchange (IP-PBX). Server IP-PBX berfungsi dalam penyambungan, pengendalian dan pemutusan sambungan [2].

Raspberry Pi adalah komputer papan tunggal (single-board circuit; SBC) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program. Raspberry Pi memiliki dua model: model A dan model B. Secara umum Raspberry Pi Model B memiliki kapasitas penyimpanan RAM sebesar 512 MB. Perbedaan model A dan B terletak pada modul penyimpanan yang digunakan. Model A menggunakan penyimpanan sebesar 256 MB dan penyimpanan model B sebesar 512 MB. Selain itu, model B sudah dilengkapi dengan porta Ethernet (untuk LAN) yang tidak terdapat di model A. Desain Raspberry Pi didasarkan pada SoC (system-on-a-chip) Broadcom BCM2835, yang telah menanamkan prosesor

ARM1176JZF-S dengan 700 MHz, GPU VideoCore IV, dan RAM sebesar 256 MB (model B) [3]. Penyimpanan data tidak didesain untuk menggunakan cakram keras atau solid-state drive, melainkan mengandalkan kartu penyimpanan tipe SD untuk menjalankan sistem dan sebagai media penyimpanan jangka panjang [4].

Berdasarkan uraian masalah diatas, pada penelitian ini penulis akan membuat server VoIP dengan menggunakan Prefix dan mengetahui performansi dari Raspberry 3 B dan kualitas komunikasi untuk interkoneksi multi-server sesuai parameter pengujian.

A. Internet Protocol – Private Branch Exchange (IP-PBX)

IP-PBX adalah *Private Branch Exchange* (PBX) yang memanfaatkan *Internet Protocol*, dalam membentuk komunikasi telepon. IP PBX dibangun sebagai konsep jaringan komunikasi generasi masa depan, sebab ia mampu memadukan antar jaringan, seperti jaringan PSTN (jaringan telepon tetap dengan memanfaatkan kabel), jaringan telepon bergerak (GSM/CDMA), jaringan telepon satelit, jaringan *Cordless* (DECT), dan jaringan telpon berbasis paket *Internet Protocol/ATM* (Raharja, 2010). Dengan konsep tersebut, IP PBX dapat mengendalikan hubungan telepon secara penuh. Pengendalian dilakukan, melalui perangkat-perangkat IP *Telephony* [5].

B. Sistem Kerja VoIP

Pengiriman sebuah sinyal ke remote destination dapat dilakukan secara digital, yaitu sebelum dikirim data yang berupa sinyal analog, diubah dulu ke bentuk data digital dengan ADC (analog to digital converter), kemudian ditransmisikan, dan dipenerima dipulihkan kembali menjadi data analog dengan DAC (digital to analog converter). Begitu juga dengan VoIP, digitalisasi voice dala bentuk packet data, dikirimkan dan dipulihkan kembali dalam bentuk voice dipenerima. Voice diubah dulu kedalam format digital karena lebih mudah dikendalikan dalam hal ini dapat dikompresi, dan dapat diubah keformat yang lebih baik dan data digital lebih tahan terhadap noise daripada analog [6].

C. Elastix

Elastix itu merupakan sumber terpadu perangkat lunak yang server komunikasi terbuka yang menyatukan IP PBX, email, IM, fax dan fungsi onalitis kolaborasi. Memiliki antar muka Web dan termasuk kemampuan seperti perangkat lunak call center dengan panggilan prediktif. Fungsi Elastix didasarkan pada proyek open source termasuk Asterisk, HylaFax, Openfire dan Postfix. Mereka menawarkan paket PBX, faks, instant messaging dan fungsi email, masing-masing. Elastix memiliki dukungan yang baik untuk hardware telepon [7].

D. Outbound Route

Outbound routes digunakan untuk mengatur tujuan panggilan, yang keluar melalui trunk. Outbound routes inilah yang mendefinisikan untuk semua panggilan keluar. Sebuah sistem telepon mungkin juga memiliki rute khusus untuk panggilan antar kantor, panggilan internasional, dan keadaan khusus lainnya. Untuk masuk ke *outbond route* masuk ke menu PBX > PBX Configuration > Outbond Route [7].

E. Extension

Extension digunakan untuk membuat dan mengatur setiap ekstensi pada server. Didalam extension dapat nengatur nomor ekstensi, nama ekstensi, password ekstensi dan pengaturan lainnya. Satu ekstensi digunakan untuk satu softphone. Untuk masuk ke *Extension* masuk ke menu PBX > PBX Configuration > Extension [5].

F. Trunk

Trunk berfungsi untuk menyambungkan server VoIP ke sistem VoIP lain sehingga antar server yang tersambung dapat mengirim panggilan dan menerima panggilan masuk dari sistem / perangkat. Ada beberapa macam Trunk pada Elastix antara lain SIP Trunk, DAHDi Trunk, IAX2 Trunk, ENUM Trunk, DUNDi Trunk. Untuk masuk ke Trunk masuk ke menu PBX > PBX Configuration > Trunk [6].

G. Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 merupakan generasi ketiga dari keluarga *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi 3* memiliki RAM 1GB dan grafis Broadcom VideoCore IV pada frekuensi clock yang lebih tinggi dari sebelumnya yang berjalan pada 250 MHz. *Raspberry Pi 3* menggantikan *Raspberry Pi 2* Bodel B pada bulan Februari 2016. Sama seperti Pi 2, Raspberry pi 3 juga memiliki 4 USB port, 40 pin GPIO, *Full HDMI port*, *Port Ethernet*, *Combnined 3.5mm audio jack and composite video*, *Camera Interface (CSI)*, *Display interface (DSI)*, slot kartu *Micro SD*, dan VideoCore IV 3D *graphics core* [8].

H. Format Paket VoIP

Tiap paket VoIP terdiri atas dua bagian, yakni header dan payload (beban). Header terdiri atas IP header, Real-time Transport Protocol (RTP) header, dan User Datagram Protocol (UDP) header. IP header berfungsi untuk menyimpan informasi routing untuk mengirimkan paket-paket ke tujuan. Pada tiap header IP disertakan tipe layanan atau Type of Service (ToS) yang memungkinkan paket tertentu seperti paket suara dipelakukan berbeda dengan paket non real time.

UDP header memiliki ciri tertentu yaitu tidak menjamin paket akan mencapai tujuan sehingga UDP cocok digunakan pada aplikasi real time yang yang sangat peka terhadap delay. RTP header adalah header yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan framing dan segmentasi data real time .Seperti UDP, RTP juga mendukung realibilitas paket untuk sampai di tujuan. RTP menggunakan protokol kendali yang mengendalikan RTCP (real-time transport control protocol) yang mengendalikan QoS dan sinkronisasi media stream yang berbeda [9].

I. QoS (Quality of Service)

QoS adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mangatas *jitter*, dan *delay*. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. Tujuan dari QoS adalah untuk memenuhi kebutuhan layanan yang berbeda, yang

menggunakan infrastruktur yang sama. Pada QoS terdapat beberapa parameter yaitu *delay*, *packet loss*, *throughput* dan *jitter*. Terdapat beberapa faktor yang dapat menurunkan nilai QoS seperti : *redaman*, *distorsi*, dan *noise* [8].

J. Session Initiation Protocol (SIP)

Session Initiation Protocol (SIP) adalah peer-to-peer signaling protokol, dikembangkan oleh Internet Engineering Task Force (IETF), yang mengizinkan endpoint-nya untuk memulai dan sessions komunikasi. Protokol ini didefinisikan pada RFC 2543 dan menyertakan elemen protokol lain yang dikembangkan IETF, mencakup Hypertext Transfer Protocol (HTTP) yang diuraikan pada RFC 2068, Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) yang diuraikan pada RFC 2821, dan Session Description Protocol (SDP) yang diurai pada RFC 2327 [6]. Protokol inilah yang digunakan penulis dalam penelitian ini.

K. Softphone Linphone

Linphone adalah suara bebas melalui softphone IP, klien dan layanan SIP . Ini dapat digunakan untuk panggilan dan panggilan langsung audio dan video melalui softswitch VoIP atau IP-PBX. Linphone juga menyediakan kemungkinan untuk bertukar pesan instan [10].

II. METODE

A. Rancangan Sistem

Gambar 1 merupakan blok diagram rancangan sistem mengenai alur yang akan dilakukan selama penelitian, dengan penjelasan sebagai berikut:

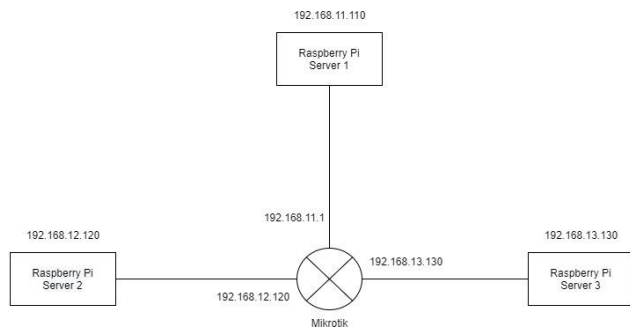


Figure 1. Diagram Blok Sistem Tanpa Prefix

Penggunaan media transmisi disesuaikan dengan perangkat yang digunakan untuk mempermudah proses implementasi layanan VoIP meliputi media transmisi kabel dan media transmisi wireless. Raspberry Pi digunakan sebagai server VoIP menggunakan sistem operasi Elastix. Prosedur yang dilakukan yaitu menginstall Elastix terlebih dahulu pada SD-Card yang merupakan salah satu media penyimpanan pada Raspberry Pi. Proses instalasi selesai, maka proses konfigurasi Raspberry Pi yaitu PBX configuration dan penambahan user account SIP dapat dilakukan. Kemudian Raspberry Pi dengan router dihubungkan menggunakan media kabel UTP. Setelah proses konfigurasi di sisi server selesai, maka komunikasi antar tempat dapat dilakukan dengan memanfaatkan jaringan lokal dari router. Client dapat terhubung dengan melakukan konfigurasi softphone sebagai media Voice Call, softphone yang digunakan yaitu linphone. Apabila setiap client sudah terinstall linphone dan sudah memiliki user account SIP maka client dapat

berkomunikasi tanpa harus mengeluarkan biaya yang mahal untuk Voice Call, selama perangkat yang digunakan client terhubung dengan jaringan lokal router yang digunakan.

B. Hasil implementasi Perancangan Sistem



Figure 2. Server VoIP menggunakan Raspberry Pi 3

Pada Gambar 2 ditunjukkan penggunaan server Raspberry Pi 3 sebagai server VoIP. Pada gambar terdapat Raspberry Pi dengan router yang dihubungkan menggunakan kabel UTP. Penggunaan media transmisi disesuaikan dengan perangkat yang digunakan untuk mempermudah proses implementasi layanan VoIP meliputi media transmisi kabel dan media transmisi wireless. Selama client terhubung dengan jaringan router mikrotik, panggilan voice call dapat dilakukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Packet Loss

TABEL I
HASIL PENGUJIAN PACKET LOSS

Client ke-n	Packet Loss (%) Prefix				Packet Loss (%) tanpa Prefix			
	GSM	Speex	iLBC	PCMU	GSM	Speex	iLBC	PCMU
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Pada Tabel I pengujian parameter packet loss dengan jumlah 6 client untuk pengujian packet loss dengan codec GSM, Speex, iLBC, PCMU. Untuk nilai terkecil packet loss sebesar 0%. Nilai packet loss terbesar pada codec iLBC sebesar 2.34%.

B. Hasil Pengujian Bandwidth

TABEL II
HASIL PENGUJIAN BANDWIDTH

Client ke-n	Bandwidth (Kbps) Prefix				Bandwidth (Kbps) tanpa Prefix			
	GSM	Speex	iLBC	PCMU	GSM	Speex	iLBC	PCMU
1	29	40	23	78	29	31	23	79
2	29	40	23	79	29	31	23	80
3	28	31	23	101	29	31	23	79
4	37	40	23	76	29	31	23	79
5	29	40	23	86	29	31	23	80
6	29	40	23	74	29	31	23	79
Rata-rata	30,16	38,5	23	82,3	29	31	23	79,33

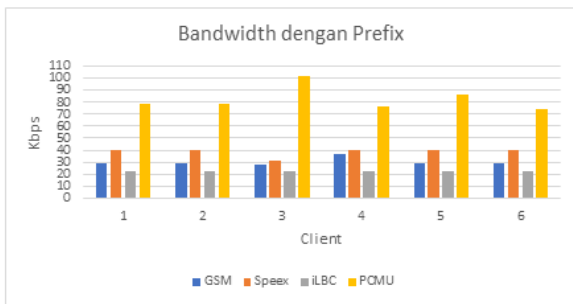


Figure 3. Grafik Bandwidth dengan Prefix

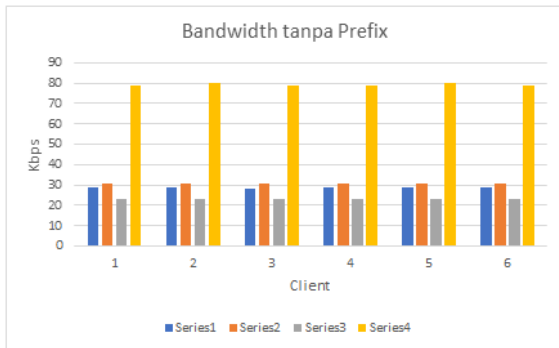


Figure 4. Grafik Bandwidth Tanpa Prefix

Pada pengujian parameter bandwidth, bandwidth terkecil pada codec GSM yaitu 28 Kbps, pada codec Speex 31 Kbps, pada codec iLBC 23 Kbps dan pada codec PCMU 74 Kbps. Nilai bandwidth terbesar pada codec GSM yaitu 37 Kbps, pada codec Speex 40 Kbps, pada codec iLBC yaitu 23 Kbps, dan pada codec PCMU yaitu 101 Kbps. Nilai rata-rata bandwidth PCMU lebih besar oleh karena itu kejelasan suara codec PCMU lebih baik.

C. Analisis Parameter Jitter

TABEL III
HASIL PENGUJIAN JITTER

Client ke-n	Jitter (ms) Prefix				Jitter (ms) tanpa Prefix			
	GSM	Speex	iLBC	PCMU	GSM	Speex	iLBC	PCMU
1	82,67	294,73	161,3	94,07	267,4	289,23	129,6	68,53
2	341,9	297,9	147,94	57,36	246,8	310,51	169,32	55,14
3	340	364,28	113,41	55,37	82,2	294,35	158,65	52,6
4	220	330,88	161,3	35,7	344	279,9	110,74	34,9
5	267,24	310,76	171,92	43,77	212	362,81	138,61	41,69
6	246,58	289,32	130,16	20	342	286,64	159,37	22,3
Rata-rata	249,73	314,65	147,67	51,05	249,07	303,91	144,38	45,86

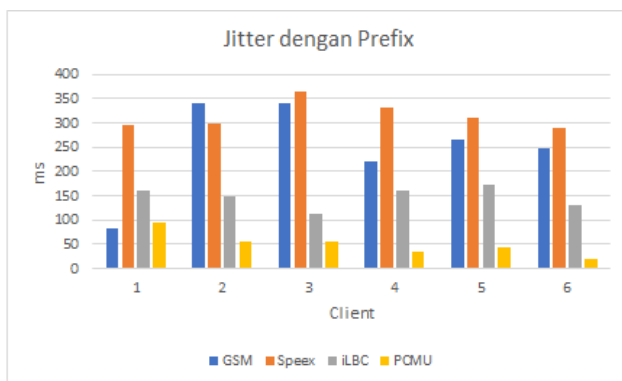


Figure 5. Grafik Jitter dengan Prefix

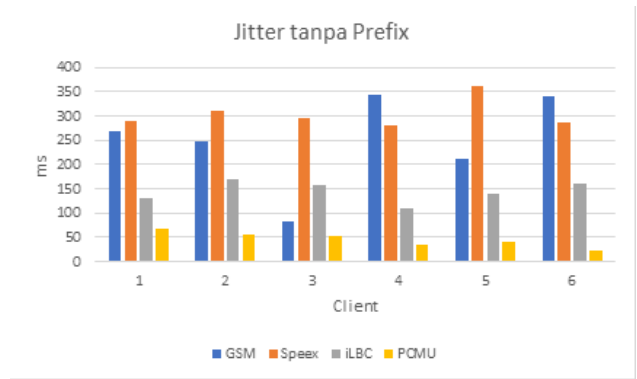


Figure 6. Grafik Jitter tanpa Prefix

Pada Tabel 3 pengujian parameter Jitter dengan jumlah 6 client untuk pengujian codec audio GSM, Speex, iLBC, dan PCMU. Untuk nilai terkecil Jitter audio pada codec PCMU dengan rata-rata 45,86ms tanpa Prefix dan 51.05ms dengan Prefix. Nilai jitter terbesar pada codec Speex dengan rata-rata 314,65ms dengan prefix dan 303,91ms tanpa Prefix.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengamatan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan *Trunk* dan *Outbond Route 3 server Raspberry Pi* bisa berkomunikasi
2. Pada penelitian ini menggunakan IAX2 Trunk untuk sistem komunikasi server elastix dengan server elastix lainnya agar dapat berkomunikasi atau terhubung.
3. Codec pada Prefix lebih banyak menggunakan bandwidth dengan rata-rata paling besar adalah 82.3 Kbps dan tanpa Prefix 79.33 Kbps, untuk *packet loss* pada *prefix* terdapat 1 client dengan codec Speex sebesar 2,34%, untuk tanpa prefix tidak ada *packet loss*, dan untuk *jitter* yang paling rendah terdapat pada *codec PCMU* tanpa *prefix* dengan rata-rata 45,86% sedangkan jitter yang paling besar ada pada *codec Speex* dengan prefix 314,65ms.

Dengan kesimpulan tersebut tujuan dari penelitian ini berhasil dan dapat dikembangkan dengan menambah fitur video.

REFERENSI

- [1] H. M. Abdullah, "Perancangan Jaringan Voice Over IP (VoIP) Berbasis Raspberry Pi Untuk Sistem Komunikasi Area Remote," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 2, no. 1, pp. 36–43, 2016.
- [2] J. S. Informasi, F. T. I. Universitas, and S. November, "Analisis Kinerja Raspberry Pi Sebagai SIP Server Untuk Aplikasi Video Phone," vol. 19, no. 2, pp. 135–146, 2020.
- [3] R. Handayani, "Voice over Internet Protocol (VOIP) Pada Jaringan Nirkabel Berbasis Raspberry Pi," *Kinetik*, vol. 2, no. 2, p. 82, 2017.
- [4] A. Najih, I. M. Wayan, Widyawan, and E. Najwaini, "Analisis Kinerja IP PBX Server pada Single Board Circuit Raspberry PI," *J. POSITIF, Vol. 1, No.2, Mei 2016 16 - 24*, vol. I, no. 2, pp. 16–24, 2016.
- [5] G. S. Pande Ketut Sudiarta, "Jaringan Intranet

Kampus Universitas Udayana,” *Penerapan Teknol. Voip Untuk Mengoptimalkan Pengguna. Jar. Intranet Kampus Univ. Udayana*, vol. 8, no. 2, p. 66, 2009.

- [6] D. I. Rahmadhani and M. I. Ar, “Rancang Bangun Komunikasi Voip Antar Bus Pariwisata Berbasis,” no. 9, pp. 1–6.
- [7] Y. Yuniati *et al.*, “Analisa Perancangan Server Voip (Voice Internet Protocol) Dengan Opensource Asterisk Dan Vpn (Virtual Private Network),” vol. 12, no. 1, pp. 112–121, 2014.
- [8] S. C. Wibawa, “Penerapan Sistem Informasi Smart Classroom Berbasis Internet Of Things Dengan Raspberry Pi Di Jurusan Teknik Informatika Universitas Negeri Surabaya,” *J. IT-EDU. Vol. 02 Nomor 02 Tahun 2017, 256 - 262*, vol. 02, p. 200, 2017.
- [9] J. Emitor, M. Exsan, U. Fadlilah, and S. Elastix, “Pembangunan Infrastruktur Voice Over Internet Protocol Di Organisasi Perangkat Daerah Boyolali,” *Pembang. Infrastruktur Voice Over Internet Protoc. Di Organ. Perangkat Drh. Boyolali*, vol. 17, no. 02, pp. 39–47.
- [10] ETSI, “Tr 101 329 V2.1.1 (1999-06),” *Telecommun. Internet Protoc. Harmon. Over Networks*, vol. 1, pp. 1–37, 1999.