LAPORAN AKHIR PENELITIAN PENGEMBANGAN DOSEN

ANALISIS KINERJA IPPBX BERBASIS RASPBERRY PI 3 PADA JARINGAN LOCAL AREA NETWORK STMIK STIKOM INDONESIA

TIM PENGUSUL:

IDA BAGUS ARY INDRA ISWARA, M.KOM. (0824048801)

IDA BAGUS DENNY ARY DJODHI, M.T. (0824127901)

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
STMIK STIKOM INDONESIA
DENPASAR
PEBRUARI 2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Analisis Kinerja Ippbx Berbasis Raspberry Pi 3 Pada Jaringan Local Area Network Stmik Stikom Indonesia

Bidang Penelitian : **Jaringan Komputer**

Ketua Peneliti

Nama Lengkap : Ida Bagus Ary Indra Iswara, M.Kom.,

NIDN : 0824048801

Program Studi : Teknik Informatika

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : Ida Bagus Denny Ary Djodhi, S.T.,M.T.

NIDN : 0824127901

Program Studi : Teknik Informatika

Biaya yang Disetujui : Rp. 4.230.000

Biaya yang Digunakan : Rp. 4.230.000

Denpasar, 10 Pebruari 2019

Ketua Peneliti

Mengetahui

Kepala Progam Studi TI/SK

I Putu Gede Budayasa, M.T.I
NIDN : 0820068402

Ida Bagus Ary Indra Iswara, M.Kom
NIDN : 0824048801

Menyetujui

Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat

Ida Bagus Ary Indra Iswara, M.Kom
NIDN : 0824048801

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Luaran Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Network Development Life Cycle (NDLC)	4
2.1.1 Analysis.	4
2.1.2 Design.	5
2.1.3 Simulation Prototype.	6
2.1.4 Monitoring.	7
2.1.5 Management.	7
2.2 IP PBX	7
2.3 VoIP (Voice over Internet Protocol)	8
2.4 Raspberry Pi.....	9
2.5 Audio Codec	10
2.5.1 Apple Lossless	10
2.5.2 WavPack.....	11
2.5.3 True Audio (TTA)	11
2.5.4 Free Lossless Audio Codec (FLAC)	11
2.5.5 Codec2	11
2.5.6 Opus.....	12

2.5.7	BroadVoice	12
2.6	RasPBX.....	12
2.7	FreePBX.....	12
2.8	SIPp.....	12
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....		14
3.1	Tujuan Penelitian	14
3.2	Manfaat Penelitian	14
BAB IV METODE PENELITIAN.....		15
4.1	Alur Penelitian	15
4.2	Teknik Pengumpulan Data.....	15
4.2.1	Observasi	15
4.2.2	Wawancara	15
4.3	Gambaran Umum Sistem	16
4.4	Pengujian Sistem.....	16
BAB V ANALISIS DAN PERANCANGAN		17
5.1	Tahapan Perancangan	17
5.2	Analisis Sistem Sedang Berjalan	17
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....		20
6.1	Implementasi Sistem Telepon Berbasis IP	20
6.1.1	Instalasi Raspbx pada Raspberry Pi 3	20
6.2	Pengujian Sistem.....	27
6.2.1	Skenario Pengujian Sistem	27
6.2.2	Parameter Pengujian Sistem	28
6.2.3	Hasil Pengujian Sistem.....	29
BAB VII KESIMPULAN.....		34
7.1	Kesimpulan	34
7.2	Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....		35
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		20
Lampiran 1. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas		20

Lampiran 2. Biodata ketua dan anggota tim pengusul.....	21
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus NDLC	4
Gambar 2.2 Format Paket VoIP	9
Gambar 2.3 Raspberry Pi.....	10
Gambar 2.4. Tampilan SIPp	13
Gambar 4.1 Alur Penelitian	15
Gambar 5.1 Tahpan NDLC	17
Gambar 5.2. Topologi Jaringan STIKI Indonesia	18
Gambar 5.3. Rancangan Sistem IPPB	19
Gambar 6.1. Proses Installasi Raspbx	21
Gambar 6.2. Tampilan Awal Sistem IPPBX	21
Gambar 6.3. Dashboard Administrator.....	22
Gambar 6.4. Setting Administrator.....	22
Gambar 6.5. Manajemen Extension	23
Gambar 6.6. Perangkat IP PHONE Cisco 7941	24
Gambar 6.7. Skema Koneksi dengan Adapter FXO.....	24
Gambar 6.8. Telepon Konvensional menjadi Telepon IP	25
Gambar 6.9. Skema Koneksi dengan Softpohne	25
Gambar 6.10. Penggunaan Telepon IP via Komputer	26
Gambar 6.11. Aplikasi Softphone pada Handphone	26
Gambar 6.12. Alur Pengujian Sistem	27
Gambar 6.13. Hasil Call Simultan Selama 5 Menit	29
Gambar 6.14. Call Failed vs Resource	30
Gambar 6.15. Pengaruh Resource terhadap Jumlah Call	31

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rencana Target Capaian Tahunan	2
Tabel 6.1. Kebutuhan sistem Telephon IP.....	20
Tabel 6.2. Skenario Pengujian	28
Tabel 6.3. Parameter Uji.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas	20
Lampiran 2. Biodata ketua dan anggota tim pengusul	21

RINGKASAN

STMIK STIKOM Indonesia merupakan sebuah institusi yang bergerak dalam bidang pendidikan, dimana dalam institusi ini memiliki beberapa divisi yang saling keterkaitan. Dalam proses komunikasi antar divisi saat ini STMIK STIKOM Indonesia sudah menggunakan teknologi telepon PABX (*Private Automatic Branch Exchange*), untuk pembagian ekstensi ke divisi yang ada. Namun saat ini PABX yang ada hanya mampu menampung ekstensi sebanyak 16 ekstensi, ke 16 ekstensi tersebut saat ini sudah terpakai 15 ekstensi. Ekstensi tersebut tersebar pada gedung 1 sampai 3, sedangkan gedung lainnya belum mendapatkan ekstensi untuk melakukan komunikasi telepon antar ruangan. Hal ini disebabkan oleh kurangnya ekstensi dan kendala dalam pemasangan kabel ke gedung lain. Maka dari itu dibuatlah sebuah IP PBX yang mampu memfasilitasi kekurangan ekstensi yang ada. IP PBX dipilih karena selain instalasi yang bisa dikatakan mudah, IP PBX juga bisa menghasilkan ekstensi lebih dari 16 serta bisa menggunakan jalur LAN baik berupa kabel maupun jaringan LAN Wireless. Karena dari hasil observasi yang dilakukan jaringan LAN Kabel dan jaringan LAN wireless sudah menjangkau gedung-gedung dan ruangan yang ada di STMIK STIKOM Indonesia.

IP PBX yang akan dibangun adalah IP PBX yang berbasis raspberry pi, hal ini disebabkan karena Raspberry Pi memiliki ukuran yang kecil dan ringkas serta memiliki spesifikasi hardware yang hampir sama dengan komputer di rentang harga raspberry pi. Dengan kendala yang ada seperti diuraikan diatas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan implementasi IP PBX berbasis Raspberry Pi pada jaringan LAN STMIK STIKOM Indonesia. Penelitian ini akan berfokus pada analisis kinerja Raspberry Pi pada jaringan LAN STMIK STIKOM Indonesia. Kinerja Raspberry Pi akan dipantau dari load processor, load memory dan load disk, selain itu juga akan dilakukan analisis terhadap kualitas panggilan antar ekstensi yang ada.

Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan 5 skenario yang ada, didapatkan hasil bahwa performance terbaik dari raspberry Pi 3 sebagai Server IPPBX terbukti baik, dan optimal dengan jumlah call 100. Dimana hasil dari penggunaan resource terlihat paling baik diantara scenario 200 call dan 400 call.

Kata kunci : IP PBX, Raspberry, IP Telephony, FreePBX, SIPp

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi telepon saat ini bisa dikatakan menjadi salah satu teknologi yang paling dibutuhkan dalam kehidupan masyarakat. Kebutuhan akan teknologi telepon ini mendorong masyarakat untuk menciptakan sebuah inovasi yang dapat mempermudah aktivitas komunikasi mereka melalui telepon. Salah satu kebutuhan masyarakat adalah kebutuhan masyarakat dalam sebuah organisasi atau institusi. Dalam sebuah institusi kebutuhan akan telepon menjadi kebutuhan primer, karena telepon sangat membantu dalam melakukan komunikasi jarak dekat maupun jarak jauh. Komunikasi yang dilakukan dalam sebuah institusi adalah komunikasi antar ruangan, dimana komunikasi ini memerlukan media telepon untuk menjadikan komunikasi ini bisa terlaksana.

STMIK STIKOM Indonesia merupakan sebuah institusi yang bergerak dalam bidang pendidikan, dimana dalam institusi ini memiliki beberapa divisi yang saling keterkaitan. Dalam proses komunikasi antar divisi saat ini STMIK STIKOM Indonesia sudah menggunakan teknologi telepon PABX (*Private Automatic Branch Exchange*), untuk pembagian ekstensi ke divisi yang ada. Namun saat ini PABX yang ada hanya mampu menampung ekstensi sebanyak 16 ekstensi, ke 16 ekstensi tersebut saat ini sudah terpakai 15 ekstensi. Ekstensi tersebut tersebar pada gedung 1 sampai 3, sedangkan gedung lainnya belum mendapatkan ekstensi untuk melakukan komunikasi telepon antar ruangan. Hal ini disebabkan oleh kurangnya ekstensi dan kendala dalam pemasangan kabel ke gedung lain. Maka dari itu dibuatlah sebuah IP PBX yang mampu memfasilitasi kekurangan ekstensi yang ada. IP PBX dipilih karena selain instalasi yang bisa dikatakan mudah, IP PBX juga bisa menghasilkan ekstensi lebih dari 16 serta bisa menggunakan jalur LAN baik berupa kabel maupun jaringan LAN Wireless. Karena dari hasil observasi yang dilakukan jaringan LAN Kabel dan jaringan LAN wireless sudah menjangkau gedung-gedung dan ruangan yang ada di STMIK STIKOM Indonesia.

IP PBX yang akan dibangun adalah IP PBX yang berbasis raspberry pi, hal ini disebabkan karena Raspberry Pi memiliki ukuran yang kecil dan ringkas serta memiliki spesifikasi hardware yang hampir sama dengan komputer di rentang harga raspberry pi. Dengan kendala yang ada seperti diuraikan diatas, maka dalam penelitian ini akan

dilakukan implementasi IP PBX berbasis Raspberry Pi pada jaringan LAN STMIK STIKOM Indonesia. Penelitian ini akan berfokus pada analisis kinerja Raspberry Pi pada jaringan LAN STMIK STIKOM Indonesia. Kinerja Raspberry Pi akan dipantau dari load processor, load memory dan load disk, selain itu juga akan dilakukan analisis terhadap kualitas panggilan antar ekstensi yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang diatas maka dapat ditarik rumusan masalahnya adalah Bagaimana menganalisis kinerja IPPBX berbasis Raspberry Pi pada jaringan LAN STMIK STIKOM Indonesia.

1.3 Luaran Penelitian

Hasil penelitian ini akan dipublikasikan pada publikasi ilmiah hasil penelitian yaitu pada Jurnal Ilmiah Teknik Informatika ber-ISSN. Dengan demikian diharapkan hasil penelitian akan semakin *valid* karena akan melalui suatu mekanisme seleksi dari mitra bestari pada Jurnal Ilmiah yang bersangkutan.

Tabel 1.1 Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran		indikator Capaian		
			TS0	TS+1	TS+2
1	Publikasi Ilmiah Jurnal ²⁾	Internasional			
		Nasional terakreditasi			
		Nasional tidak terakreditasi	Submitted		
2	Pemakalah dalam temu ilmiah ³⁾	Internasional			
		Nasional			
3	<i>Invited speaker</i> dalam temu ilmiah ⁴⁾	Internasional			
		Nasional			
4	<i>Visiting Lecturer</i> ⁵⁾	Internasional			
5	Hak Kekayaan Intelektual (HAKI) ⁶⁾	Paten			
		Paten Sederhana			
		Hak Cipta			
		Merek Dagang			
		Rahasia Dagang			
		Desain Produk Industri			

		Indikasi Geografis			
		Perlindungan Varietas Tanaman			
		Perlindungan topografi sirkuit terpadu			
6	Teknologi Tepat Guna ⁷⁾				
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/ Rekayasa Sosial ⁸⁾				
8	Buku Ajar (ISBN) ⁹⁾				
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) ¹⁰⁾		5		

¹⁾ TS = Tahun sekarang (tahun pertama penelitian)

²⁾ Isi dengan tidak ada, draf, submitted, reviewed, accepted, atau published

³⁾ Isi dengan tidak ada, draf, terdaftar, atau sudah dilaksanakan

⁴⁾ Isi dengan tidak ada, draf, terdaftar, atau sudah dilaksanakan

⁵⁾ Isi dengan tidak ada, draf, terdaftar, atau sudah dilaksanakan

⁶⁾ Isi dengan tidak ada, draf, terdaftar, atau granted

⁷⁾ Isi dengan tidak ada, draf, produk, atau penerapan

⁸⁾ Isi dengan tidak ada, draf, proses editing, atau sudah terbit

⁹⁾ Isi dengan skala 1-9 dengan mengacu pada TKT meter

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Network Development Life Cycle (NDLC)

Network Development Life Cycle (NDLC) merupakan sebuah metode yang bergantung pada proses pembangunan sebelumnya seperti perencanaan strategi bisnis, daur hidup pengembangan aplikasi, dan analisis pendistribusian data. Jika pengimplementasian teknologi jaringan dilaksanakan dengan efektif, maka akan memberikan sistem informasi yang akan memenuhi tujuan bisnis strategis, kemudian pendekatan *top-down* dapat diambil (Kosasi, 2011),

Berikut ini adalah tahapan dari NDLC:

Gambar 2.1. Siklus NDLC

Adapun penjelasan dari gambar 2.1. adalah sebagai berikut:

2.1.1 Analysis.

Tahap awal ini dilakukan analisa kebutuhan, analisa permasalahan yang muncul, analisa keinginan pengguna, dan analisa topologi jaringan yang sudah ada saat ini. Metode yang biasa digunakan pada tahap ini diantaranya:

- Wawancara, dilakukan dengan pihak terkait melibatkan dari struktur manajemen atas sampai ke level bawah/operator agar mendapatkan data yang

konkrit dan lengkap. Pada kasus di *Computer Engineering* biasanya juga melakukan *brainstorming* juga dari pihak vendor untuk solusi yang ditawarkan dari vendor tersebut karena setiap mempunyai karakteristik yang berbeda;

- Survey langsung lapangan, pada tahap analisis juga biasanya dilakukan survey langsung lapangan untuk mendapatkan hasil sesungguhnya dan gambaran seutuhnya sebelum masuk ke tahap desain. Survey biasa dilengkapi dengan alat ukur seperti GPS dan alat lain sesuai kebutuhan untuk mengetahui detail yang dilakukan;
- Membaca manual atau *blueprint* dokumentasi, pada analisis awal ini juga dilakukan dengan mencari informasi dari manual-manual atau *blueprint* dokumentasi yang mungkin pernah dibuat sebelumnya. Sudah menjadi keharusan dalam setiap pengembangan suatu sistem dokumentasi menjadi pendukung akhir dari pengembangan tersebut. Begitu juga pada proyek jaringan, dokumentasi menjadi syarat mutlak setelah sistem selesai dibangun.
- Menelaah setiap data yang didapat dari data-data sebelumnya, maka perlu dilakukan analisa data tersebut untuk masuk ke tahap berikutnya. Adapun yang bisa menjadi pedoman dalam mencari data pada tahap analisis ini adalah:
 - *User/people*: jumlah user, kegiatan yang sering dilakukan, peta politik yang ada, level teknis user;
 - Media H/W dan S/W: peralatan yang ada, status jaringan, ketersediaan data yang dapat diakses dari peralatan, aplikasi S/W yang digunakan;
 - Data: jumlah pelanggan, jumlah inventaris sistem, sistem keamanan yang sudah ada dalam mengamankan data;
 - Network: konfigurasi jaringan, volume trafik jaringan, protokol, *network monitoring* yang ada saat ini, harapan dan rencana pengembangan ke depan;
 - Perencanaan fisik: masalah listrik, tata letak, ruang khusus, sistem keamanan yang ada, dan kemungkinan akan pengembangan kedepan.

2.1.2 Design.

Dari data-data yang didapatkan sebelumnya, tahap *design* ini akan membuat gambar desain topologi jaringan interkoneksi yang akan dibangun. Diharapkan dengan

gambar ini akan memberikan gambaran seutuhnya dari kebutuhan yang ada. Desain bisa berupa desain struktur topologi, desain akses data, desain layout perkabelan, dan sebagainya yang akan memberikan gambaran jelas tentang proyek yang akan dibangun. Biasanya hasil dari design berupa:

- Gambar-gambar topologi (server farm, firewall, datacenter, storages, lastmiles, perkabelan, titik akses dan sebagainya);
- Gambar-gambar detail estimasi kebutuhan yang ada.

2.1.3 Simulation Prototype.

Beberapa pekerja jaringan akan membuat dalam bentuk simulasi dengan bantuan *tools* khusus di bidang network seperti *Boson*, *Packet Tracer*, *Netsim*, dan sebagainya. Hal ini dimaksudkan untuk melihat kinerja awal dari jaringan yang akan dibangun dan sebagai bahan presentasi dan *sharing* dengan *team work* lainnya. Namun karena keterbatasan perangkat lunak simulasi ini, banyak para pekerja jaringan yang hanya menggunakan alat bantu *tools Visio* untuk membangun topologi yang akan didesign.

4. Implementation.

Pada tahapan ini akan memakan waktu lebih lama dari tahapan sebelumnya. Dalam implementasi pekerja jaringan akan menerapkan semua yang telah direncanakan dan didesain sebelumnya. Implementasi merupakan tahapan yang sangat menentukan dari berhasil/gagalnya proyek yang akan dibangun dan ditahap inilah *team work* akan diuji dilapangan untuk menyelesaikan masalah teknis dan non teknis. Ada beberapa Masalah-masalah yang sering muncul pada tahapan ini, diantaranya:

- jadwal yang tidak tepat karena faktor-faktor penghambat;
- masalah dana/anggaran dan perubahan kebijakan;
- *team work* yang tidak solid;
- peralatan pendukung dari vendor makanya dibutuhkan manajemen proyek dan manajemen resiko untuk meminimalkan sekecil mungkin hambatan-hambatan yang ada.

2.1.4 Monitoring.

Setelah implementasi tahapan monitoring merupakan tahapan yang penting, agar jaringan komputer dan komunikasi dapat berjalan sesuai dengan keinginan dan tujuan awal dari user pada tahap awal analisis, maka perlu dilakukan kegiatan *monitoring*. *Monitoring* bisa berupa melakukan pengamatan pada:

- Infrastruktur *hardware*: dengan mengamati kondisi *reliability*/kehandalan sistem yang telah dibangun (*reliability = performance+availability+security*);
- Memperhatikan jalannya paket data di jaringan (*pewaktuan, latency, peektime, troughput*);
- Metode yang digunakan untuk mengamati kondisi jaringan dan komunikasi secara umum secara terpusat atau tersebar;
- Pendekatan yang paling sering dilakukan adalah pendekatan *Network Management*. Dengan pendekatan ini banyak perangkat baik yang lokal dan tersebar dapat dimonitor secara utuh.

2.1.5 Management.

Pada level manajemen atau pengaturan, salah satu yang menjadi perhatian khusus adalah masalah kebijakan (*policy*). Kebijakan perlu dibuat untuk membuat/mengatur agar sistem yang telah dibangun dan berjalan dengan baik dapat berlangsung lama dan unsur *reliability* terjaga. *Policy* akan sangat tergantung dengan kebijakan level management dan strategi bisnis perusahaan tersebut. IT sebisa mungkin harus dapat mendukung atau *alignment* dengan strategi bisnis perusahaan.

2.2 IP PBX

IP PBX merupakan perangkat switching komunikasi telepon dan data berbasis teknologi Internet Protocol (IP) yang mengendalikan ekstensi telepon analog (TDM) maupun ekstensi IP Phone atau softphone (Najihi dkk., 2016). Dengan kata lain IP PBX merupakan PBX yang memiliki konektivitas IP. Penggunaan IP PBX akan menggabungkan komunikasi data dan komunikasi suara, sehingga hanya diperlukan infrastruktur jaringan IP untuk komunikasi suara maupun data. IP PBX

mengkombinasikan fungsi dari PBX tradisional dan Voice over Internet Protocol (VoIP) sehingga melalui ekstensi VoIP mampu melakukan panggilan external local, long distance maupun international call melalui PSTN.

IP PBX lebih mudah di-install dibandingkan dengan PBX tradisional dan juga lebih mudah dimanajemen hanya dengan menggunakan interface web-browser yang menyediakan status panggilan, status sistem dan history panggilan. Penggunaan IP PBX akan menghemat biaya infrastruktur dan perawatan dibandingkan dengan PBX tradisional karena jaringan data dan suara yang tidak terpisah dan juga tidak memerlukan biaya yang besar ketika akan menambah user atau ekstensi baru. IP PBX juga menawarkan fungsi yang sama seperti PBX tradisional seperti call queue, call recording maupun voice mail (Techknowpartners, 2012).

2.3 VoIP (Voice over Internet Protocol)

Voice over IP (VoIP) atau biasa juga disebut dengan internet telephony merupakan teknologi yang memungkinkan untuk melakukan percakapan atau komunikasi suara jarak jauh secara real-time dengan memanfaatkan jaringan IP (Goode, 2002). Pada VoIP, suara diubah ke dalam format digital berdasarkan codec tertentu dan kemudian dipecah menjadi paket-paket kecil dan dikirimkan melalui jaringan IP. Pada sisi penerima, paket yang diterima kemudian diterjemahkan lagi menjadi gelombang suara (Singh dkk., 2014). Penggunaan VoIP untuk komunikasi suara memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan penggunaan PSTN (Public Switch Telephone Network) salah satunya yaitu biaya yang lebih murah. Penggunaan jaringan IP yang berbasis packet switch membuat biaya untuk percakapan dapat lebih murah dibandingkan dengan menggunakan PSTN yang berbasis circuit switch (Purbo, 2007). Pada jaringan packet, informasi (suara) dikirimkan dalam bentuk paket, sehingga satu kanal dapat dipakai bersama-sama, sehingga biaya percakapan menjadi lebih murah. Selain itu, penggunaan codec tertentu dan juga adanya fitur silence suppression dan voice activity detection (VAD) pada VoIP dapat menghemat bandwidth yang digunakan, sehingga biaya yang dikeluarkan juga akan semakin murah (Singh dkk., 2014).

Gambar 2.2 Format Paket VoIP

Setiap paket VoIP terdiri atas payload dan header seperti terlihat pada Gambar 2.1, dimana payload berisi suara yang telah disampling berdasarkan codec tertentu dan header berisi informasi yang dibutuhkan oleh jaringan untuk mengirimkan paket suara tersebut. Pada VoIP terdapat RTP (Real Time Protocol) yang berjumlah 12 bytes. Protokol ini berisi informasi tentang codec suara yang digunakan, timestamps (waktu pengiriman) serta sequence number (untuk mengetahui packet loss dan pengurutan kembali). Header RTP ini dibungkus dengan transport UDP yang bersifat unreliable. Pada VoIP yang merupakan komunikasi real-time lebih mementingkan ketepatan waktu sampainya paket dibandingkan dengan packet loss. Komunikasi VoIP dapat mentoleransi beberapa packet loss sehingga digunakan protokol UDP sebagai protokol transport. Selanjutnya UDP ini dibungkus dengan header IP yang berjumlah 20 bytes, yang berguna untuk pengalamatan di jaringan IP. Protokol layer 2 dapat berupa Ethernet jika berada di jaringan LAN. Header Ethernet berjumlah 18 bytes dimana sudah termasuk 4 bytes frame check sequence (FCS) atau cyclic redundancy check (CRC) (Goode, 2002).

2.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi (Setiawan, 2017) adalah sebuah SBC (Single Board Computer) yang dikembangkan oleh perusahaan Inggris Premier Farnell dan RS components. Raspberry Pi berbentuk seperti motherboard berukuran mini sebesar kartu kredit dan memiliki system on a chip (SoC) dari Broadcom BCM2835, juga sudah termasuk prosesor tipe ARM1176JZF-S 700MHz, GPU VideoCore IV OpenGL ES 2.0 250MHz dan RAM sebesar 512MB (untuk Model Rev. B). Penyimpanan data dan proses bootingnya tidak menggunakan harddisk, namun menggunakan SD Card (Rakhman dkk., 2015). Bentuk dari Raspberry Pi sangatlah munggil dan kecil, kurang lebih memiliki ukurannya setara dengan kartu ATM. Gambar 2.2 memperlihatkan bentuk dan ukuran dari raspberry pi yang bisa digenggam dengan tangan.

Gambar 2.3 Raspberry Pi

2.5 Audio Codec

Audio Codec Audio codec berperan penting dalam komunikasi VoIP. Ada banyak audio codec yang telah ditemukan untuk berbagai tujuan, salah satunya adalah untuk VoIP. Di dalam metode kompresinya audio codec terbagi menjadi dua yaitu lossy dan lossless compression. Lossy compression adalah teknik kompresi data dengan cara menghilangkan sebagian data dengan tetap mempertahankan rasio dan perkiraan data aslinya (Aminuddin dan Ferdiana, 2016). Data hasil dekompresi mengalami perubahan dari data aslinya. Sedangkan lossless compression adalah teknik kompresi data dengan tanpa mengurangi kualitas atau menghilangkan sebagian data aslinya sehingga data hasil kompresi akan sama persis dengan data awal. Pada praktiknya teknik lossy dapat mengurangi ukuran data dengan sangat signifikan jika dibandingkan dengan lossless. Lossy cocok digunakan untuk data multimedia berupa gambar audio, dan video. Sedangkan lossless biasanya digunakan pada file text dan data. Berikut adalah beberapa audio codec yang didesain khusus untuk komunikasi VoIP.

2.5.1 Apple Lossless

Apple Lossless atau juga dikenal sebagai Apple Lossless Audio Codec (ALAC) atau Apple Lossless Encoder (ALE) adalah audio codec yang dikembangkan oleh Apple Inc. sesuai dengan namanya Apple menggunakan teknik lossless pada kompresinya. Pada awalnya sejak tahun 2004 audio codec ini berlisensi proprietary atau closed source.

Kemudian pada tahun 2011 Apple menjadikan audio codec ini open source dan dibebaskan dari biaya royalti (Kirk, 2012).

2.5.2 WavPack

WavPack adalah audio codec berlisensi open-source yang dikembangkan oleh David Bryant dengan teknik lossless compression. WavPack memiliki mode hybrid yaitu WavPack juga menyediakan audio file berukuran kecil dengan teknik kompresi lossy beserta sebuah file koreksinya. Ketika file lossy digabungkan dengan file koreksinya, akan menghasilkan file yang persis sama dengan aslinya. Hal ini sangat mirip dengan teknik lossless. Audio codec ini dirilis pada tanggal 25 Mei 2015 (Hans dan Schafer, 2001).

2.5.3 True Audio (TTA)

TTA adalah audio codec bertipe lossless yang mendukung multichannel yaitu 8 bit, 16 bit dan 24 bit. Kemampuan kompresi TTA bervariasi antara 30% sampai 70% dari ukuran aslinya tergantung dari tipe file audionya. Semua source code TTA dapat diunduh gratis dan didistribusikan dengan lisensi GPL. Audio codec ini dikembangkan oleh Aleksander Djourik dirilis pada tanggal 26 Juli 2007 (Aminuddin dan Ferdiana, 2016).

2.5.4 Free Lossless Audio Codec (FLAC)

FLAC adalah audio codec yang dikembangkan oleh yayasan Xiph.Org dan dirilis pada tanggal 20 Juli 2001. Algoritma FLAC mampu menyusutkan ukuran data 50-60% dari data aslinya. FLAC mendukung metadata tagging, gambar kover album dan fast seeking. FLAC tersedia dalam open format dengan tanpa biaya royalty. Hal ini menjadikan FLAC didukung oleh lebih banyak perangkat keras dibandingkan dengan audio codec lain yang bersifat proprietary (Aminuddin dan Ferdiana, 2016).

2.5.5 Codec2

Codec2 adalah audio codec yang didesain khusus untuk suara manusia. Codec2 dikembangkan oleh David Rowe sejak tahun 2010. Codec2 didesain untuk radio amatir dan komunikasi lain yang membutuhkan kompresi tinggi. Codec2 diadopsi oleh beberapa sistem radio dan software radio diantaranya FreeDV, FlexRadio 6000 series, SM1000, dan Algoram Whitebox series. Sampai saat ini codec ini masih dalam tahap pengembangan (Aminuddin dan Ferdiana, 2016).

2.5.6 Opus

Opus adalah audio codec yang dikembangkan oleh Internet Engineering Task Force (IETF) yang sangat cocok untuk aplikasi real-time interaktif pada komunikasi VoIP. Opus menggabungkan dua teknologi audio codec yang berbeda yaitu antara SILK yang berorientasi pada suara manusia dan CELT yang memiliki latency rendah. Oleh karena itu Opus dapat disetel dari bitrate tinggi ke bitrate paling rendah. Opus dirilis pertama kali pada tanggal 11 September 2012 (Aminuddin dan Ferdiana, 2016).

2.5.7 BroadVoice

BroadVoice adalah audio codec yang dikembangkan oleh perusahaan telekomunikasi terkemuka Broadcom. Codec ini dirilis sebagai open source pada tahun 2009. h. Speex Speex adalah audio codec yang dikembangkan oleh yayasan Xiph.Org. Speex didesain untuk suara manusia yang digunakan pada VoIP. Speex menggunakan teknik kompresi lossy (Aminuddin dan Ferdiana, 2016).

2.6 RasPBX

RasPBX merupakan sebuah sistem yang mampu melakukan pengelolaan IP Telephony, RasPBX merupakan distro linux yang diperuntukan khusus untuk pengguna Raspberry Pi. RasPBX merupakan penggabungan antara distro linux yang digunakan khusus untuk raspberry dengan ditambahkan Asterisk dan FreePBX untuk melakukan manajemen dari lalu lintas IP Telephony (RasPBX, n.d.).

2.7 FreePBX

FreePBX adalah merupakan open source berbasis web yang mengontrol dan mengelola Asterisk (PBX), server komunikasi open source. FreePBX dilisensikan di bawah GNU General Public License (GPL), lisensi open source. FreePBX dapat diinstal secara manual atau sebagai bagian dari FreePBX Distro yang telah dikonfigurasi sebelumnya yang mencakup sistem OS, Asterisk, FreePBX GUI, dan berbagai macam dependensi (FreePBX, 2018).

2.8 SIPp

SIPp adalah alat pengujian kinerja untuk protokol SIP. Ini mencakup beberapa SipStone dasar untuk *User Agent Scenarios* (UAC dan UAS) dan melepaskan beberapa panggilan dengan metode INVITE dan BYE. SIPp juga dapat membaca file skenario XML yang menjelaskan konfigurasi pengujian kinerja. Ini fitur tampilan dinamis statistik

tentang menjalankan tes (tingkat panggilan, round trip delay, dan statistik pesan), dump statistik CSV berkala, TCP dan UDP melalui beberapa soket atau multiplexed dengan manajemen transmisi ulang, ekspresi reguler dan variabel dalam file skenario, dan secara dinamis tarif panggilan yang bisa disesuaikan (Gayraud dan Jacques, 2017).

```

ocadmin@vista:~/sipp
----- Scenario Screen ----- [1-4]: Change Screen --
Call-rate(length)  Port  Total-time  Total-calls  Remote-host
      10 cps(0 ms)  5061      4.01 s         40  127.0.0.1:5060(UDP)

10 new calls during 1.000 s period      16 ms scheduler resolution
0 concurrent calls (limit 30)           Peak was 1 calls, after 0 s
0 out-of-call msg (discarded)
1 open sockets

      Messages  Retrans  Timeout  Unexpected-Msg
INVITE ----->      40       0       0
  100 <-----      0       0
  180 <-----      40       0
  200 <----- E-RTD  40       0
  ACK ----->      40       0
      [ 0 ms]
  BYE ----->      40       0
  200 <-----      40       0

----- [+-|*|/]: Adjust rate ---- [q]: Soft exit ---- [p]: Pause traffic -----

```

Gambar 2.4. Tampilan SIPp

SIPp dapat digunakan untuk menguji banyak peralatan SIP seperti proxy SIP, B2BUAs, server media SIP, gateway SIP / x, dan PBX SIP. SIPp juga sangat berguna untuk meniru ribuan agen pengguna yang memanggil sistem SIP Anda.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja IPPBX berbasis Raspberry Pi pada jaringan LAN STMIK STIKOM Indonesia.

3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Dapat memberikan gambaran tentang performa dari raspberry Pi 3 jika digunakan untuk IPPBX.
- b. Mengetahui batas maksimal call yang bisa dilakukan dalam satu detikanya
- c. Mengetahui penggunaan resource pada raspberry Pi 3, seperti penggunaan Ram, CPU, dan disk i/o.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Alur Penelitian

Penelitian ini akan melakukan analisis kinerja IP PBX berbasis Raspberry Pi pada jaringan LAN STMIK STIKOM Indonesia. Adapun tahapan penelitiannya adalah seperti terlihat pada Gambar 3.1.

Gambar 4.1 Alur Penelitian

4.2 Teknik Pengumpulan Data

4.2.1 Observasi

Pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung pada kondisi di STMIK STIKOM Indonesia. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui tata letak dari ruangan yang ada di STMIK STIKOM Indonesia. Selain itu observasi juga digunakan untuk mengetahui tata letak akses point yang ada serta HUB/SWITCH pada STMIK STIKOM Indonesia.

4.2.2 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan divisi SIMJAR (Sistem dan Jaringan Komputer) STMIK STIKOM Indonesia, untuk mengetahui lebih detail bagaimana jaringan local yang ada di STMIK STIKOM Indonesia.

3. Studi Kepustakaan

Pengumpulan data juga dilakukan dengan mengumpulkan acuan dan landasan teori yang relevan dengan pembahasan. Data yang diperoleh adalah mengenai IP PBX, Voip, Raspberry Pi serta pengujian traffic pada jaringan.

4.3 Gambaran Umum Sistem

Pada penelitian ini, akan dibangun sebuah server IP PBX dengan menggunakan Raspberri Pi, pada server tersebut akan dapat melakukan manajemen ekstensi serta dapat memonitor komunikasi yang ada. Sistem ini akan bisa digunakan pada handphone ataupun pada IP Phone. Selain itu pada penelitian ini juga akan dilakukan pengujian untuk mengetahui kemampuan dari sistem yang dibangun. Pada penelitian ini, peneliti akan mengukur Kinerja Raspberri Pi dari beberapa parameter seperti load processor, load memory dan load disk, selain itu juga akan dilakukan analisis terhadap

4.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem akan dilakukan untuk mengetahui peforma dari Raspberri Pi, serta peforma dari jaringan LAN STMIK STIKOM Indonesia khususnya untuk knerja dari Voice over Internet Protocol (VoIP). Pengujian dilakukan dengan cara membuatkan traffic simultan setiap detik dengan variasi jumlah call selama 5 menit

BAB V

ANALISIS DAN PERANCANGAN

5.1 Tahapan Perancangan

Penelitian sistem telepon berbasis Internet Protocol (IP) ini menggunakan metode NDLC (Network Development Life Cycle) untuk menerapkan sistemnya agar mampu memberikan hasil yang diinginkan. Adapun tahapan dari NDLC ini adalah seperti terlihat pada Gambar 5.1 yaitu Analisis, Desain, Simulasi, Implementasi, Monitoring, dan Manajemen.

Gambar 5.1 Tahpan NDLC

Penelitian ini tidak menggunakan semua tahapan yang ada, akan tetapi ada beberapa tahapan yang digabungkan. Tahapan yang digunakan pada penelitian ini adalah Analisis, Desain, Implementasi, dan Manajemen. Simulasi digabungkan dengan Implementasi, sedangkan monitoring digabungkan dengan Manajemen.

5.2 Analisis Sistem Sedang Berjalan

Tahapan ini dilakukan analisis pada keadaan yang ada saat ini di STIKI Indonesia, mulai dari kondisi jaringan telepon dan jaringan lokal. Pada jaringan telepon dipetakan jumlah ekstensi yang bisa digunakan berdasarkan dari kapasitas PABX yang ada saat ini. berdasarkan dari hasil observasi yang dilakukan pada jaringan telepon yang ada di STIKI

Indonesia, saat ini ekstensi telepon yang ada hanya sejumlah 15 ekstensi, dimana ekstensi itu tersebar di Gedung 1, Gedung 2, Gedung 3, dan Gedung 4. Kondisi saat ini di Gedung 1 terdapat 3 ekstensi, di Gedung 2 terdapat 4 ekstensi, di Gedung 3 terdapat 3 ekstensi dan 1 ekstensi di Gedung 4. Sisa ekstensi yang ada tidak teridentifikasi karena sistem PABX saat ini di lock sehingga pada observasi ini hanya bisa melihat kondisi fisik dari teleponnya saja.

Setelah melakukan observasi dari telepon STIKI Indonesia, selanjutnya dilakukan observasi pada jaringan yang ada pada STIKI Indonesia, hal ini dilakukan untuk mengetahui sebaran jaringan lokal yang ada di STIKI Indonesia. Observasi dilakukan dengan melihat gambaran topologi yang ada saat ini, topologi jaringan pada STIKI Indonesia terlihat seperti pada Gambar 5.2.

Gambar 5.2. Topologi Jaringan STIKI Indonesia

Terlihat dari Gambar 5.2. Topologi jaringan STIKI Indonesia saat ini sudah menjangkau Laboratorium, Ruang Dosen, Ruang Kepala Lembaga dan Front Office. Jaringan saat ini terbagi menjadi dua yaitu jaringan kabel dan jaringan tanpa kabel. Untuk jaringan tanpa kabel sudah menjangkau semua Gedung yang ada di STIKI Indonesia.

Berdasarkan dari hasil observasi yang sudah dilakukan, ditemukan kendala dalam implementasi sistem telepon berbasis IP. Permasalahan yang ditemukan adalah dikuncinya sistem PABX yang ada saat ini, hal ini menyebabkan terkendalanya integrasi antara jaringan PABX dengan IPPBX yang dibangun. Tetapi berdasarkan hasil observasi pada jaringan lokal STIKI Indonesia didapatkan gambaran jaringan yang sudah mencapai semua Gedung yang ada di STIKI Indonesia. Hal ini akan mempermudah implementasi dari sistem telepon berbasis IP ini, karena tidak perlu membuat topologi baru ketika menambahkan pesawat telepon yang baru.

1.1. Disain Sistem Telepon Berbasis IP

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan maka selanjutnya dilakukan percangan disain sistem telepon berbasis IP. Pada Gambar 5.3. memperlihatkan gambaran umum dari sistem yang akan dibangun, terlihat pada gambar tersebut beberapa sub sistem yang saling terhubung. Sistem ini secara umum dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian Hardware dan Software. Gambaran umum sistem telepon berbasis IP menggabungkan data yang masuk ke server IP-PHONERaspberry. Data berasal dari softphone, IPPHONE, dan dari telepon konvensional yang menggunakan adapter. Pada sistem ini juga bisa dilakukan koneksi dari jalur luar kampus, dengan memanfaatkan koneksi VPN (Virtual Privat Network). Dengan menggunakan VPN telepon yang ada di rumah akan terasa seperti ada dalam lingkungan kampus STIKI Indonesia.

Gambar 5.3. Rancangan Sistem IPPB

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Implementasi Sistem Telepon Berbasis IP

Implementasi sistem dilakukan dengan tahapan pertama adalah membuat server IPPBX atau Call Manager. Dalam sistem ini penulis menggunakan FREEPBX sebagai server atau call manager untuk sistem Telepon berbasis IP.

6.1.1 Instalasi Raspbx pada Raspberry Pi 3

Tahapan pertama ini adalah melakukan instalasi server IPPBX kedalam raspberry pi 3. Adapun kebutuhan minimum hardware dan software adalah seperti yang tertera pada table 6.1.

Tabel 6.1. Kebutuhan sistem Telephon IP

Software	Hardware
<ul style="list-style-type: none">• Iso Raspbx• Web Browser• SSH Client• X-Lite Softphone• Softphone android & iOS	<ul style="list-style-type: none">• Raspberry pi 3 & microsd• Adapter ATA FXO• Router• Switch• Akses Point

Setelah menyiapkan kebutuhan hardware dan software, selanjutnya bisa dilakukan tahapan instalasi. Instalasi raspberry Pi 3 sangat mudah hanya dengan melakukan ekstrak file img yang didownload dari Raspbx. Proses instalasi terlihat seperti pada gambar 6.1. Instalasi dilakukan langsung pada microsd yang digunakan sebagai media penyimpanan pada Raspberry Pi 3. Instalasi ini bisa dilakukan di windows dengan menggunakan program WIN32 Disk Imager atau bisa juga dilakukan di linux dengan menggunakan terminal.

Gambar 6.1. Proses Instalasi Raspbx

Tampilan pertama kali muncul setelah melakukan instalasi adalah seperti terlihat pada Gambar 6.2.

Gambar 6.2. Tampilan Awal Sistem IPPBX

Server yang sudah di bangun kemudian penulis berikan nama domain dengan nama “call.stiki.id”, pemberian nama pada server dimaksudkan untuk mempermudah dalam mengakses sistem karena tidak perlu harus menghafal IP Address. Pada Gambar 6.2. Terdapat 3 pilihan menu utama, *administrator ippbx*, *user control panel* dan *support*.

Gambar 6.3. Dashboard Administrator

Tampilan *Dashboard* pada freePBX yang terlihat pada gambar 6.3. memperlihatkan keadaan secara umum dari kondisi server freePBX. Terlihat pada *Dashboard* adalah statistik dari freePBX meliputi user online, user offline, Active Call, serta resource dari Raspbbery, seperti CPU, Memory, Disk dan network.

Gambar 6.4. Setting Administrator

Gambar 6.4. Memerlihatkan menu untuk melakukan setting awal pada server IPPBX yang sudah diinstall. Fitur ini digunakan untuk berbagai hal, seperti konfigurasi

lama waktu nada dering, setting untuk user, penggunaan codec dan lain sebagainya.

Extension	Name	CW	DND	FM/FM	CF	CFB
1004	Gusari Manuaba	✓	☐	☐	☐	☐
1005	Pak Wen	✓	☐	☐	☐	☐
1006	Dayu Anin	✓	☐	☐	☐	☐
1009	Komang Kurniawan	✓	☐	☐	☐	☐
202	Gusari HP	✓	☐	☐	☐	☐
203	Ruangan LPPM	✓	☐	☐	☐	☐
204	Ruangan PK2	✓	☐	☐	☐	☐
205	Ruangan LPPM	✓	☐	☐	☐	☐
8888	Praba Santika	✓	☐	☐	☐	☐

Gambar 6.5. Manajemen Extension

Pada Gambar 6.5. Terlihat list dari extension yang ada pada server IPPBX, menu ini digunakan juga sebagai menu untuk menambah extension telepon yang diinginkan. Extension di call.stiki.id dirancang dengan format yang berbeda, ketika ekstension tersebut digunakan untuk telepon fisik atau telepon konvensional maka jumlah digit ekstensionnya adalah 3 digit, sedangkan apabila digunakan pada ekstension pribadi atau perorangan dan softphone maka jumlah digitnya adalah 4 digit. Selain itu juga ada ekstension yang hanya menggunakan 2 digit saja, karena ekstension 2 digit ini digunakan untuk menyambung koneksi keluar server, atau menyambungkan ke pabx konvensional.

Bagian Hardware ini bertugas untuk menghubungkan antara telepon dengan server raspberry. Pada sisi hardware dibagi kedalam beberapa jenis yang pertama adalah jenis client yang menggunakan telepon IP, bagian ini merupakan bagian yang memiliki koneksi secara langsung ke server dengan menggunakan IPPHONE. IP-PHONE ini memiliki port ethernet atau port rj45 yang dimana bisa digunakan untuk menghubungkan telepon ke jaringan lokal yang ada di STIKI Indonesia gambaran IP-PHONE bisa dilihat pada Gambar 6.6.

Gambar 6.6. Perangkat IP PHONE Cisco 7941

Jenis koneksi client selanjutnya adalah koneksi client yang memanfaatkan FXO ATA Adapter untuk melakukan koneksi ke server IP Phone Raspberry. Jenis ini merubah telepon konvensional untuk bisa digunakan berkomunikasi dengan IP Phone yang lainnya. Skema hardware yang menggunakan FXO ATA dapat dilihat pada Gambar 6.7. Pada gambar ini dapat dilihat implementasi yang sudah diterapkan dimana telepon konvensional di sambungkan dengan perangkat ATA FXO, kemudian dari ATA FXO terhubung ke jaringan Lokal STIKI Indonesia. Jadi dengan cara seperti ini telepon konvensional masih dapat digunakan untuk dijadikan IP Phone dan bisa berkomunikasi dengan IP Phone lainnya.

Gambar 6.7. Skema Koneksi dengan Adapter FXO

Gambar 6.8. Telepon Konvensional menjadi Telepon IP

Jenis Koneksi Client berikutnya adalah jenis client yang memanfaatkan komputer dan handphone untuk menjadi IP Phone. Seperti pada Gambar 6.8. Terlihat bahwa ada perpaduan antara komputer dengan software softphone. Jadi Komputer dan handphone bisa menggunakan layanan IP Phone hanya dengan menginstall aplikasi softphone. Skema yang terlihat pada Gambar 6.9. menunjukkan handphone dan komputer yang terhubung dengan jaringan STIKI Indonesia bisa menggunakan IP Phone dan terhubung dengan IP Phone yang lain.

Gambar 6.9. Skema Koneksi dengan Softpohne

Gambar 6.10. Penggunaan Telepon IP via Komputer

Gambar 6.10. memperlihatkan penggunaan softphone pada komputer, pengguna juga bisa masuk kedalam call.stiki.id, hal ini hanya membutuhkan username atau ekstension yang sudah dibuatkan pada pada server IPPBX. Sedangkan untuk konfigurasi di client yang menggunakan handphone bisa menggunakan aplikasi Zoiper atau aplikasi SIP phone yang lainnya. Tampilan aplikasi terlihat seperti pada Gambar 6.11. Gambar 6.10 memperlihatkan tampilan untuk melakukan setting account dan tampilan untuk melakukan dial exstension dengan menampilkan angka-angka 1-0.

Gambar 6.11. Aplikasi Softphone pada Handphone

6.2 Pengujian Sistem

Dalam penelitian ini, sistem IPPBX berbasis Raspberry pi 3 di uji dengan menggunakan beberapa scenario pengujian, serta mengamati secara langsung hasil dari parameter yang telah ditentukan. Adapun tahapan pengujian yang dilakukan adalah dengan beberapa langkah yaitu pertama menentukan scenario pengujian yang akan dilakukan, kedua menentukan parameter uji yang akan diamati, ketiga analisis hasil pengujian, seperti terlihat pada Gambar 6.12.

Gambar 6.12. Alur Pengujian Sistem

6.2.1 Skenario Pengujian Sistem

Skenario pengujian merupakan dasar dalam proses pengujian sistem, scenario ini berperan penting akan hasil pengujian yang didapat. Pada kasus ini scenario pengujian dilakukan sesuai dengan Tabel 6.2. Tabel ini merupakan hasil akhir dari beberapa scenario yang dicobakan sebelumnya. Pada scenario sebelumnya dilakukan pengujian call sampai lebih dari 400 call, pada saat melakukan call yang lebih dari 400 ternyata raspberry pi 3 tidak mampu handle call tersebut, dan sampai tidak bisa merespon input, dan harus dimatikan secara paksa, dalam hal ini kami menyebutnya raspberry pi 3 mengalami hang atau overcapacity. Dengan demikian penulis merancang scenario pengujian seperti pada Tabel 6.2.

Pada scenario ini diperlihatkan ada 5 skenario yang akan dicobakan pada server IPPBX berbasis raspberry Pi 3. Dimana scenario ini akan memiliki variasi panggilan atau call yang disimulasikan dengan menggunakan software SIPp. Software ini mampu memanipulasi traffic call yang masuk ke server IPPBX. Pada scenario yang terlihat pada table 6.2. diperlihatkan variasi call per detiknya mulai dari 10, 50, 100, 200, dan 400, dimana call ini atau panggilan ini akan dijalankan selama 300 detik atau 5 menit. Dengan target call yang ingin dicapai adalah mulai dari 1200 – 48000 total call.

Tabel 6.2. Skenario Pengujian

Skenario Pengujian	Call / Detik	Periode Call / ms	Time Running (detik)	Target Jumlah call
1	10	1000	300	1200
2	50	1000	300	6000
3	100	1000	300	12000
4	200	1000	300	24000
5	400	1000	300	48000

6.2.2 Parameter Pengujian Sistem

Adapun parameter yang diamati dalam scenario yang dijalankan selama 5 menit ini adalah parameter yang bisa menunjukkan performa dari Raspberry Pi 3 itu sendiri. Terlihat pada Tabel 6.3. parameter yang diamati dalam pengujian sistem ini ada sebanyak 7 parameter yaitu Jumlah *Success Call*, *Failed call*, *call per detik*, *total call*, *CPU usage*, *Memory Usage*, *Disk Read and Write*. Dari ke 7 parameter tersebut akan didapatkan hasil yang dibandingkan antara satu parameter dengan parameter lainnya.

Tabel 6.3. Parameter Uji

No	Parameter Uji	Keterangan
1	Success Call	Jumlah Sukses Call Per Skenario
2	Failed Call	Jumlah Failed Call Per Skenario
3	Call Per Detik	Jumlah Total Call Per detik
4	Total Call	Jumlah Keseluruhan Call per Skenario
5	CPU	Penggunaan CPU Raspberry Pi 3
6	Memory	Penggunaan Memory / RAM Raspberry Pi 3
7	Disk R / W	Penggunaan Disk R/W Raspberry Pi 3

Pengamatan parameter ini dicatat dalam excel setiap menjalankan scenario yang pada tabel 6.2. hasil dari pencatatan tersebut kemudian diolah sedemikian rupa untuk mendapatkan hasil yang bisadibandingkan dengan parameter lain.

6.2.3 Hasil Pengujian Sistem

Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan mengikuti scenario pada tabel 6.2. dan mengamati parameter uji seperti pada tabel 6.3. maka didapatkanlah hasil pengujian sistem sebanyak 3 perbandingan. Hasil pengujian ini pertama adalah hasil untuk kapasistas call atau panggilan yang bisa ditampung oleh Raspberry Pi3. Terlihat seperti pada Gambar 6.13.

Gambar 6.13. Hasil Call Simultan Selama 5 Menit

Gambar 6.13. memperlihatkan banyaknya jumlah panggilan atau call yang berhasil dan jumlah call yang tidak berhasil. Terlihat pada Gambar 6.13. jumlah *call failed* terbanyak terdapat pada pengujian ke 5, dengan jumlah call per detik adalah 400 *call*. Sedangkan hasil pengujian yang tidak ada *call failed* nya adalah pengujian scenario 1. Disini dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah call per detik maka semakin banyak jumlah *call failed* nya. Namun untuk kondisi ideal pada pengujian ini terlihat pada jumlah

call 100, dimana pada saat jumlah call 100 yang diujikan disana terlihat bahwa jumlah keberhasilan callnya atau *call successnya* mencapai 9000, sedangkan untuk call 200 hanya mampu memberikan nilai *success call* sebanyak 8.500. Dengan demikian, raspberry Pi 3 bisa dikatakan memiliki kondisi ideal pada jumlah call 100 yang dilakukan secara terus menerus selama 5 menit.

Gambar 6.14. Call Failed vs Resource

Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan mengacu ke scenario pengujian tabel 6.2. didapatkan juga perbandingan antara penggunaa resource dengan jumlah *call failed*. Terlihat seperti pada gambar 6.14. disana ditunjukkan parameter yang diamati, antara lain CPU, Memory dan *Call Failed*. Pada gambar tersebut terlihat penggunaan memory tidak terlalu ada perubahan yang sangat signifikan, penggunaan memory cenderung stabil dan berada dikisaran 90%. Hasil yang menarik perhatian adalah pada penggunaan CPU, terlihat disana penggunaan CPU ternyata tidak berbanding lurus dengan jumlah call per detik. Terlihat pada Gambar 6.14 penggunaan CPU mengalami penurunan ketika dilakukan call dengan jumlah 100 call per detik. Terlihat disana penurunan penggunaan resource CPU yang sebelumnya dengan jumlah call 50 memerlukan 40% load CPU sedangkan denga jumlah call 100 ternyata load CPU menjadi turun ke 34,5%. Penurunan

ini juga bisa dilihat dengan jumlah call failednya yang hanya 14%. Jika dibandingkan dengan scenario ke 4 dan ke 5 yang dimana jumlah call per detiknya adalah 200 dan 400 ternyata tingkat *call failed* dari total call yang dilakukan merupakan *call failed* yang paling kecil yaitu 14% sedangkan pada saat jumlah call 200 call failed mencapai 28% dari total call begitu juga dengan jumlah call 400 per detik jumlah call failednya berjumlah 43%. Maka dari kondisi ideal untuk raspberry Pi 3 ini adalah di jumlah call per detik sebanyak 100 call selama 5 menit.

Gambar 6.15. Pengaruh Resource terhadap Jumlah Call

Hasil pengujian berikut adalah merupakan pengaruh atau dampak yang ditimbulkan pada performance dari Raspberry Pi 3. Pada Gambar 6.15 terlihat perbandingan antara penggunaan CPU, Memory dan Disk R / W. penggunaan resource ini dikorelasikan dengan jumlah call per detiknya. Pada hasil tersebut terlihat penggunaan Disk R / W paling tinggi adalah pada saat jumlah call per detiknya adalah 100 call, dimana persentasi penggunaan Disknya mencapai 105%, Hal ini dikarenakan oleh adanya tambahan penggunaan disk yaitu disk swap, maka dari itu jumlahnya melebihi 100%. Akan tetapi kondisi ini memperlihatkan kondisi optimal dari raspberry pi 3. Karena kalau dibandingkan dengan jumlah call 400 yang hanya menggunakan 104.9% Disk. Maka bisa

dipastikan dengan jumlah call 100 penggunaan disk sudah sangat maksimal dan pada kondisi yang paling ideal untuk raspberry pi 3.

Berdasarkan ketiga perbandingan yang didapatkan dari hasil pengujian tersebut, didapatkan bahwa hasil maksimal dari raspberry pi adalah di jumlah call 100, kendatipun raspberry pi 3 masih bisa bertahan di jumlah call 400 per detik, akan tetapi banyak call yang failed.

BAB VII

KESIMPULAN

7.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini, raspberry Pi mampu menjalankan RasPBX dengan lancar, dan bisa di kombinasikan dengan PABX
2. Kemampuan Raspberry Pi 3 sebagai server IPPBX lumayan baik dan bisa diterapkan pada aktivitas SOHO (small office home office).
3. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan menjalankan 5 skenario secara bergantian didapatkan kesimpulan, bahwa kemampuan raspberry Pi 3 sebagai Server IPPBX hanya mampu handle maksimal 400 Call per detik selama 5 menit.
4. Hasil yang paling optimal dalam pengujian raspberry pi 3 ini adalah pada pengujian 100 call secara simultan selama 5 menit. Pada pengujian ini raspberry Pi 3 mendapatkan tingkat optimasi paling bagus.

7.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan pengujian lebih dalam lagi untuk mengetahui seberapa bagus kualitas panggilan yang dilakukan melalui panggilan peer to peer atau panggilan conference dan panggilan yang bersamaan ke beberapa ekstension secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin, A., dan Ferdiana, R. 2016. "ANALISIS PERFORMA AUDIO CODEC PADA IMPLEMENTASI VOICE OVER IP (VOIP)", 6–7. diambil dari <https://ojs.amikom.ac.id/index.php/semnasteknomedia/article/viewFile/1387/1302>.
- FreePBX 2018. "FreePBX - Let Freedom Ring". diambil 19 Juni 2018, dari <https://www.freepbx.org/>.
- Gayraud, R., dan Jacques, O. 2017. "SIPp reference documentation". diambil 25 Oktober 2018, dari <https://sipp-wip.readthedocs.io/en/latest/index.html>.
- Goode, B. 2002. "Voice over Internet Protocol (VoIP)". **Proceedings of the IEEE**. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2002.802005>.
- Hans, M., dan Schafer, R. . 2001. "Lossless Compression of Digital Audio". **IEEE Signal Processing Magazine**, 18(4), 21–32.
- Kirk, M. E. 2012. "An Overview of Apple Lossless Compression Results". diambil 15 Juni 2018, dari <https://www.kirkville.com/an-overview-of-apple-lossless-compression-results/>.
- Kosasi, S. 2011. "Penerapan Network Development Life Cycle Untuk Pengembangan Teknologi Thin Client". **Jurnal Ilmiah Komputasi dan Elektronika**, 4(May 2011), 125–141.
- Najihi, A., Wayan Mustika, I., dkk. 2016. "ANALISIS KINERJA IP PBX SERVER PADA SINGLE BOARD CIRCUIT RASPBERRY PI", (2), 16–24. diambil dari <https://media.neliti.com/media/publications/160215-ID-none.pdf>.
- Purbo, O. W. 2007. **Voip : cikal bakal telkom rakyat (panduan lengkap setting voip)**. Jakarta: infokomputer, diambil dari <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/40390/slug/voip-cikal-bakal-telkom-rakyat-panduan-lengkap-setting-voip-.html>.
- Rakhman, E., Candrasyah, F., dkk. 2015. **Raspberrypi, Mikrokontroler Mungil yang Serba Bisa**. Yogyakarta: ANDI Offset, diambil dari <http://andipublisher.com/produk-0215005605-raspberrypi-mikrokontroler-mungil-yang-s.html>.
- RasPBX (n.d.). "Asterisk for Raspberry Pi". diambil 19 Juni 2018, dari <http://www.raspberrypi-asterisk.org/>.
- Setiawan, I. N. A. F. 2017. "Kajian Rancangan Promo Album Faito 61 Tahun 2008". **Jurnal Bahasa Rupa**, 1(1), 1–10. diambil dari <https://jurnal.stiki-indonesia.ac.id/index.php/jurnalbahasarupa/article/view/134>.
- Singh, H. P., Singh, S., dkk. 2014. "VoIP: State of art for global connectivity - A critical review". **Journal of Network and Computer Applications**.

<https://doi.org/10.1016/j.jnca.2013.02.026>.

Techknowpartners 2012. "AN INTRODUCTION TO NETWORK TELEPHONY WHY IP-PBX SYSTEMS ARE GOOD FOR BUSINESS WHY IP-PBX SYSTEMS ARE GOOD FOR BUSINESS". diambil dari www.techknowpartners.com.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

No	Nama/NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Ida Bagus Ary Indra Iswara, M.Kom/0824048801	STMIK STIKOM Indonesia	Teknik Informatika	12 Jam / minggu	Menganalisis permasalahan, mengkoordinasikan pengujian.
2	Ida Bagus Denny Ary Djodhi, S.T.,M.T./0824127901	STMIK STIKOM Indonesia	Teknik Informatika	12 Jam / minggu	Menganalisis permasalahan, merancang dan membangun sistem.

Lampiran 2. Biodata ketua dan anggota tim pengusul

1. Ketua Peneliti

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Ida Bagus Ary Indra Iswara, S.Kom., M.Kom
2.	Jenis Kelamin	Laki-laki
3.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4.	NIK	1403210
5.	NIDN	0824048801
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Bangli, 24 April 1988
7.	E-Mail	aryindraiswara@gmail.com
8.	Nomor HP	081 805 468 408
9.	Alamat Kantor	Jl. Tukad Pakerisan 97 Denpasar, Bali
10.	Nomor Telepon/Faks	0361 - 256 995/ 0361 - 246 875
11.	Lulusan yang Telah Dihilangkan	30
12. Mata Kuliah yg Diampu		1. Struktur Data
		2. Sistem Operasi
		3. Jaringan Komputer
		4. Komunikasi Data
		5. Pengantar Teknologi Informasi

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Udayana (UNUD)	Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Bidang Ilmu	Ilmu Komputer	Teknik Informatika
Tahun Masuk-Lulus	2006-2010	2011-2013
Judul Tugas Akhir/Tesis	Disain dan implementasi Internet Protocol Private Branch Exchange (IPPBX) dengan Menggunakan Teknologi Voice over Internet Protocol (VoIP)	Perbaikan Kinerja Zone Routing Protocol (ZRP) Pada MANET Dengan Menggunakan Metode Signal Strength Based Link-Stability Sensing
Nama Pembimbing	1. Cokorda Rai Adi Pramatha, ST, MMSI 2. Drs. I Wayan Santiyasa, M.Si.	1. Wasktho Wibisono, S.Kom, M.Eng, Ph.D.

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (juta Rp)
1	2014	Analisis Dan Implementasi Mail Server Berbasis Open Source Software Di Stmik Stikom Indonesia	Penelitian Pengembangan Dosen STIKI (PPDS)	Rp. 3.900.000,-
2	2015	Analisis Dan Desain Infrastruktur Jaringan Komputer Di Stmik Stikom Indonesia	Penelitian Pengembangan Dosen STIKI (PPDS)	Rp. 4.980.000,-
3	2016	Rancang Bangun Aplikasi Integrated Complaint System (Incosys) Berbasis Android	Penelitian Pengembangan Dosen STIKI (PPDS)	Rp. 3.000.000,-

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (juta Rp)
1.	2014	Website Pemasaran Kerajinan Akar Bambu untuk UKM Akah Bali di Kabupaten Bangli	Institusi	Rp. 3.300.000,-
2.	2015	Pelatihan Microsoft Office & Jaringan Bagi Pegawai Negeri Sipil di Lingkungan Dinas Perhubungan Informasi dan Komunikasi Provinsi Bali	Institusi	Rp. 2.200.000,-
3.	2015	Pelatihan 40 Wanita Pelaku Home Industri Rumah Tangga Dalam Teknologi Informasi dan Komunikasi di Denpasar	Institusi	Rp. 5.000.000,-
4.	2017	Pkm Industri Rumah Tangga Jajanan Khas Bali Di Desa Tegal Jadi, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali	Hibah RISTEKDIKTI	Rp. 43.000.000,-

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Pemilihan Node Tetangga yang Handal dengan Memperhitungkan Signal Strength dan Link Quality pada Zone Routing Protocol di Lingkungan MANET	Jurnal Ilmu Komputer Universitas Udayana	Volume VI No 2 tahun 2013
2.	Analisis Penerapan AoE dan LVM sebagai Teknologi Berbagi Media Penyimpanan pada Multi Server	S@CIES	Volume 5 no. 2 tahun 2015
3.	Analisis dan Implementasi Incosys Sebagai Alternatif System Pengaduan Online	JANAPATI	Volume 6 no. 3 Tahun 2017
4.	Trainer Atmega32 Sebagai Media Pelatihan Mikrokontroler Dan Arduino	Jurnal RESISTOR	Volume 1 no.1 Tahun 2018
5.	Visual Cryptography with RSA Algorithm for Color Image	International Journal of Engineering & Technology	Volume 7 no. 2.5 Tahun 2018

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dosen Pemula

Denpasar, 19 Juni 2018

Pengusul,

(Ida Bagus Ary Indra Iswara, M.Kom)

2. Anggota Peneliti

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Ida Bagus Denny Ary Djodhi,S.T.,M.T.
2.	Jenis Kelamin	Laki-laki
3.	Jabatan Fungsional	-
4.	NIK	-
5.	NIDN	0824127901
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Bangli, 24 Desember 1979
7.	E-Mail	idabagus.denny@stiki-indonesia.ac.id
8.	Nomor HP	081932588434
9.	Alamat Kantor	Jalan pulau bawean no 48 denpasar bali 80114
10.	Nomor Telepon/Faks	0361 - 256 995/ 0361 - 246 875
11.	Lulusan yang Telah Dihasilkan	-
12. Mata Kuliah yg Diampu		1.

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Teknik Sipil Universitas Trisakti Jakarta	Teknik Sipil Kekhususan Manajen Proyek Universitas Indonesia Jakarta
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Teknik Sipil
Tahun Masuk-Lulus	1998-2004	2005-2007
Judul Tugas Akhir/Tesis		
Nama Pembimbing		

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (juta Rp)

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (juta Rp)

--	--	--	--	--

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dosen Pemula

Denpasar, 19 Juni 2018

Pengusul,

(Ida Bagus Denny Ary Djodhi, S.T.,M.T.)

SURAT PERNYATAAN KETUA PENGUSUL

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ida Bagus Ary Indra Iswara, M.Kom.
NIDN : 0824048801
Pangkat / Golongan : Penata Muda / IIIB
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya yang dengan judul : *Analisis Kinerja Ippbx Berbasis Raspberry Pi 3 Pada Jaringan Local Area Network Stmik Stikom Indonesia*, yang diusulkan dalam Hibah Penelitian Pengembangan Dosen STIKI untuk tahun anggaran 2018 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga / sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Denpasar, 10 pebruari 2019

Yang menyatakan,

Ida Bagus Ary Indra Iswara, M.Kom.
NIP/NIK: 1403210