

# RANCANG BANGUN SERVER VOIP IP PBX PADA JARINGAN POLITEKNIK NEGERI MALANG BERBASIS SINGLE BOARD CIRCUIT

Arinta Fadlil Fajar Wicaksono<sup>1</sup>, Farida Arinie Soelistianto<sup>2</sup>, Martono Dwi Atmadja<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang  
Jl. Soekarno Hatta No. 9 Malang, Telp : (0341)-404424 / 404425, Fax : (0341)-40420

---

## ABSTRAK

*Voice over Internet Protocol* (VoIP) salah satu hasil implementasi perkembangan dalam bidang telekomunikasi yang secara perlahan mengalihkan sistem telepon kabel tradisional ke sistem VoIP. Membangun teknologi VoIP dibutuhkan sebuah server bernama Elastix. Penggunaan *personal komputer* pada praktikum jaringan telekomunikasi, perlu dilakukan pembenahan karakteristik perangkat untuk menunjang kegiatan praktikum.

Perangkat *single board circuit* dapat menjadi alternatif menutupi kekurangan *PC* sebagai server VoIP. Spesifikasi *processor quad-core* dan *memory* 1GB LPDDR2 diharapkan mampu memberikan akses sistem operasi versi terbaru untuk dapat menghasilkan kualitas komunikasi yang lebih baik sebagai IP PBX. Dari permasalahan tersebut, penelitian ini dirancang sebuah sistem komunikasi server VoIP IP PBX di Laboratorium Telekomunikasi Politeknik Negeri Malang menggunakan sistem operasi *linux elastix*. Bertujuan untuk mengetahui kualitas layanan komunikasi VoIP dan performansi *single board circuit* sebagai server IP PBX.

Hasil penelitian kapasitas bandwidth 64 kbps mampu melayani kapasitas pelanggan sebesar 181 pelanggan melalui 8 jumlah kanal. Pengukuran Quality of Service diperoleh nilai *delay* sebesar 4,87091 ms ; *jitter* sebesar 18,265 ms ; *packet loss* sebesar 0,71% ; *throughput* sebesar 0,2747 Mbit/sec. *Server single board circuit* mampu melayani komunikasi VoIP sebanyak 20 user dan 10 panggilan secara bersamaan dalam satu server yang sama dengan persentase *cpu usage* sebesar 17,7 % dan 17,2 % *cpu usage*, saat komunikasi dengan server lain.

**Kata Kunci:** VoIP, IP PBX, *Single Board Circuit*, dan Server Elastix.

---

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi mengalami perkembangan yang pesat, salah satunya dalam bidang telekomunikasi. *Voice over Internet Protocol* (VoIP) salah satu hasil implementasi perkembangan dalam bidang telekomunikasi yang secara perlahan mulai mengalihkan pilihan dari sistem telepon kabel tradisional ke sistem VoIP untuk mengurangi biaya telepon yang tinggi. VoIP merupakan teknologi komunikasi yang mampu melewati layanan dalam bentuk pesan, suara dan video ke dalam jaringan *Internet Protocol* (IP) sehingga mampu melakukan hubungan telekomunikasi antar pengguna yang terhubung dalam jaringan IP. Untuk membangun teknologi VoIP dibutuhkan sebuah server, umumnya server yang digunakan untuk teknologi VoIP adalah elastix. Elastix merupakan perangkat lunak open source IP *Private Branch Exchange* (PBX) jenis SIP proxy server yang dipasang pada komputer biasa (*personal computer*) sebagai server VoIP. IP PBX berfungsi

sebagai penyambungan, pengendalian, dan pemutusan hubungan telepon.

Di sisi lain teknologi *Single Broad Circuit* semakin berkembang baik dalam arsitektur prosesornya, ukurannya, kecepatan mengelola datanya dan jenisnya juga semakin banyak. Sistem operasi yang digunakan bersifat opensource sehingga dapat digunakan oleh semua pihak dan sistem operasi khusus yang dapat digunakan oleh pihak industri tertentu saja. Beberapa perangkat *single board circuit* adalah Raspberry Pi, Banana Pi, dan lain-lain. Perangkat Raspberry Pi atau *single board circuit* dapat menjadi alternatif untuk menutupi kekurangan yang terdapat pada *personal computer* sebagai server VoIP, dengan spesifikasi *processor quad-core* dan *memory* sebesar 1 GB mampu memberikan akses sistem operasi dengan versi terbaru untuk dapat menghasilkan kualitas komunikasi yang lebih baik menggunakan *Single board circuit* sebagai alternatif IP PBX.

Dari masalah-masalah serta manfaat

tersebut, pada penelitian ini dirancang sebuah sistem komunikasi server VoIP IP PBX di Laboratorium Telekomunikasi Politeknik Negeri Malang menggunakan sistem operasi linux elastix pada *Single board circuit*. Bertujuan untuk mengetahui kualitas layanan komunikasi VoIP dan performansi *Single board circuit* sebagai server IP PBX.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Membangun server VoIP IP PBX pada jaringan intranet Politeknik Negeri Malang menggunakan *Single Board Circuit*?
2. Merancang jumlah kapasitas pelanggan berdasarkan kemampuan server dalam menangani panggilan berhubungan dengan kebutuhan CPU usage pada *Single Board Circuit*?
3. Mengetahui performansi server terhadap *Quality of Service* saat layanan komunikasi VoIP berlangsung ?

## 1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan rancang bangun server VoIP IP PBX pada jaringan intranet Politeknik Negeri Malang menggunakan Single board circuit.
2. Mengetahui jumlah kapasitas pelanggan berdasarkan kemampuan server menangani panggilan terhadap penggunaan CPU usage.
3. Mengetahui hasil performansi server terhadap Quality of Service saat layanan komunikasi VoIP berlangsung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Central Processing Unit (CPU)

IP PBX atau Internet Protocol Private Branch Exchange adalah PABX yang menggunakan teknologi IP. IP PBX adalah perangkat switching komunikasi telepon dan data berbasis teknologi Internet Protocol (IP) yang mengendalikan ekstension telepon analog (TDM) maupun ekstension IP Phone. Fungsi-fungsi yang dapat dilakukan antara lain penyambungan, pengendalian, dan pemutusan hubungan telepon; translasi protokol komunikasi; translasi media komunikasi atau transcoding; serta pengendalian

perangkat-perangkat IP Teleponi seperti VoIP Gateway, Access Gateway, dan Trunk Gateway.

### 2.1.1 Single Board Circuit

Raspberry Pi atau single board circuit adalah sebuah mini kit yang bisa di jadikan komputer mini seukuran kartu kredit dengan berat hanya 45 gram. Komputer yang diberi nama Raspberry Pi ini, berjalan dengan sistem operasi Linux. Komputer ini dikembangkan selama 6 tahun oleh lembaga nonprofit Raspberry Pi Foundation yang terdiri dari relawan dan akademisi teknologi Inggris. Raspberry Pi menggunakan sistem Broadcom BCM2835 SoC processor ARM Cortex-A7 CPU 900 MHz, GPU VideoCore IV, memory 1GB.

### 2.1.2 VoIP

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. Definisi VoIP adalah suara yang dikirim melalui protokol internet (IP). Kualitas suara VoIP dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu kapasitas *bandwidth*, tingkat hilang paket dan waktu tunda yang terjadi di dalam jaringan.

### 2.1.3 QoS (Quality of Service)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter QoS adalah *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan. Terdapat beberapa factor yang dapat menurunkan nilai QoS, seperti : Redaman, Distorsi, dan *Noise*.

### 2.1.4 Elastix

Elastix adalah *Open Source Software* untuk mendirikan *Unified Communication*. Elastix adalah untuk menggabungkan semua komunikasi alternatif, tersedia pada tingkat *enterprise*, ke solusi yang unik. Elastix tidak hanya memberikan telepon, hal tersebut terintegrasi alternatif komunikasi lainnya untuk membuat lingkungan organisasi Anda lebih produktif dan efisien. Elastix meliputi media komunikasi yaitu email server, *instant messaging* (IM), *Faxserver*, VoIP, dan *Video Conference*.

### 2.1.5 Softphone Zoiper

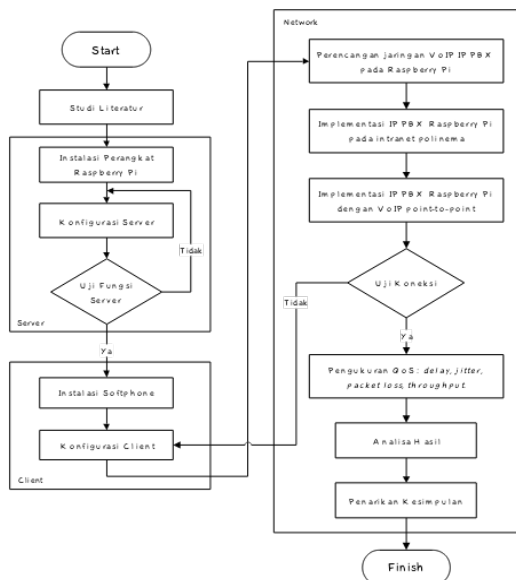
Elastix tidak hanya memberikan telepon, hal tersebut terintegrasi alternatif komunikasi lainnya untuk membuat lingkungan organisasi Anda lebih produktif dan efisien. Elastix meliputi media komunikasi yaitu *email server*, *istant messaging (IM)*, *Fax server*, *VoIP*, dan *Video Conference*.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian meliputi tahapan penelitian dan perencanaan sistem.

### 3.1 Tahapan Penelitian

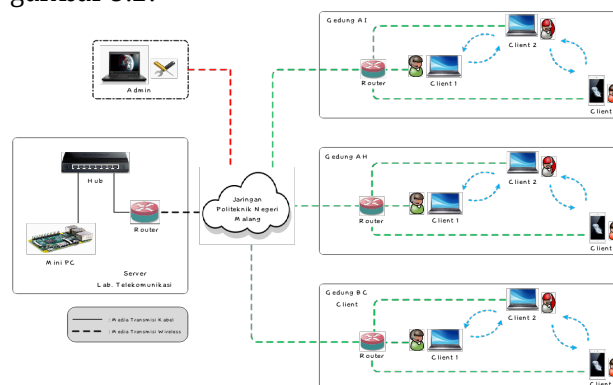
Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Flowchart Tahapan penelitian.

### 3.2 Perencanaan Sistem

Perancangan sistem ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Rancangan Sistem.

## IV. PERENCANAAN DAN IMPLEMENTASI

Bab IV berisi uraian perencanaan dan pembuatan server menggunakan *single board circuit* diimplementasikan pada jaringan intranet Politeknik Negeri Malang. Berikut

perencanaan mengenai rancangan sistem yang dibuat.

### 4.1 Perencanaan Jaringan

Perancangan jaringan membuat *server single board circuit* akan menghubungkan komunikasi berbasis internet antar gedung yaitu gedung AH, gedung AI (Lab. Telekomunikasi) dan gedung AL (gedung Broadcast).

### 4.2 Pembuatan Server Elastix Pada Raspberry Pi

Konfigurasi server elastix pada *single board circuit* memanfaatkan komputer dengan sistem operasi linux.



Gambar 4.1 Server Elastix Berbasis Single board circuit.

Server elastix berbasis *single board circuit* yang diimplementasikan dapat terhubung dan diakses dari semua gedung di Politeknik Negeri Malang dengan alamat IP server 192.168.18.12.10 dan untuk jaringan dari gedung lain harus melewati gateway 172.16.17.101.

### 4.3 Analisa Perhitungan Kapasitas Pelanggan

Jumlah kanal yang ada yaitu perbandingan dari kapasitas router pada setiap terminal dengan kecepatan yang dimiliki oleh user (CODEC G.711. 8 kbps), yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kanal} &= \frac{\text{Kapasitas bandwidth terminal (bps)}}{\text{Kecepatan di user (bps)}} \\ &= \frac{64 \text{ Kbps}}{8 \text{ Kbps}} \\ &= 8 \text{ kanal} \end{aligned}$$

Dari GOS 2 % dan dengan jumlah kanal sebesar 8 kanal, maka dapat dicari besar trafik yang ditawarkan pada setiap node (titik) dengan menggunakan tabel Erlang-B (lampiran) sebesar 3,627 Erlang. Sehingga dapat diketahui jumlah user yang dapat dilayani pada setiap terminal atau stasiun, yaitu dengan menggunakan persamaan trafik yang ditawarkan pada setiap node per trafik

rata-rata di user :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah User} &= \frac{\text{Traffik setiap node (Erlang)}}{\text{Traffik per user (mErlang)}} \\ &= \frac{3,627 \text{ Erlang}}{20 \text{ mErlang}} \\ &= 181,35 \approx 181 \text{ user} \end{aligned}$$

## V. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

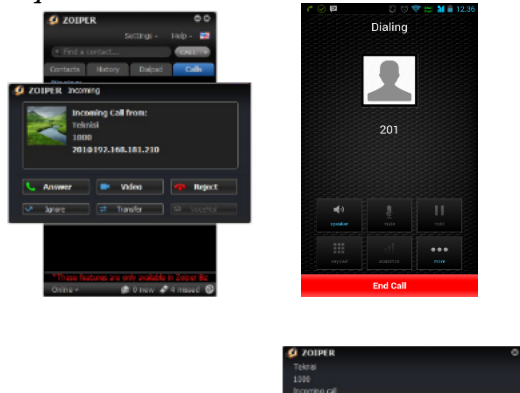
Bab V membahas tentang hasil pengujian dan pembahasan meliputi kualitas layanan berdasarkan parameter QoS.

### 5.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem akan dianalisa kualitas layanan komunikasi VoIP menggunakan beberapa parameter QoS. Pengujian layanan dilakukan pada gedung AH, gedung AI, dan gedung BC. Pengujian panggilan dilakukan 10 kali dan durasi percakapan selama 20 detik. Saat pengujian client berada didalam gedung yang sama dengan letak server tetap berada di gedung AI atau Laboratorium Telekomunikasi. Pengujian melibatkan *softwaresoftphone* yang disematkan pada perangkat seperti X-Lite dan Zoiper. Parameter QoS meliputi *delay, packet loss, jitter, dan throughput*. Pengujian dilakukan menggunakan metode point-to-point antara 2 client yang terhubung pada jaringan intranet Polinema.

### 5.2 Pengujian VoIP Streaming Audio

Prosedur pengujian VoIP *streaming audio* pada jaringan intranet, menggunakan 2 metode. Metode pertama, komunikasi *handphone to personal computer* menggunakan *softphone*. Metode kedua, komunikasi antara *personal computer to personal computer* yang dilengkapi *softphone*.



Gambar 5.1 Komunikasi VoIP antara Teknis1 [1000] dan Client1 [201] dalam satu server.

### 5.2.1 Keberhasilan Panggilan

Implementasi *server elastix single board circuit* dalam komunikasi VoIP, menunjukkan tingkat keberhasilan panggilan sebagai bukti kehandalan *server* dalam memberikan pelayanan komunikasi pada *client*. Uji coba penelitian ini, menggunakan 2 metode panggilan yaitu panggilan *client* dalam satu server yang sama dan panggilan antar *client* dengan *server* yang berbeda. Seperti ditunjukkan tabel 5.1 dan 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.1 Tingkat Keberhasilan Panggilan Metode 1

Jumlah Uji Coba	Jenis Panggilan	Nomor Tujuan	Keberhasilan	
			Berhasil	Gagal
1	Handphone to Personal Komputer	201	✓	
2		202	✓	
3		203	✓	
4		204	✓	
5		1000	✓	
1	Personal Komputer to Personal Komputer	201	✓	
2		202	✓	
3		203	✓	
4		204	✓	
5		1000	✓	

Tabel 5.2 Tingkat Keberhasilan Panggilan Metode 2.

Jumlah Uji Coba	Jenis Panggilan	Nomor Tujuan	Keberhasilan	
			Berhasil	Gagal
1	Handphone to Personal Komputer [antar Server]	201	✓	
2		202	✓	
3		203	✓	
4		204	✓	
5		1001	✓	
6		1002	✓	
7		1003	✓	
8		1004	✓	
1	Personal Komputer to Personal Komputer [antar Server]	201	✓	
2		202	✓	
3		203	✓	
4		204	✓	
5		1001	✓	
6		1002	✓	
7		1003	✓	
8		1004	✓	

### 5.2.2 Pengukuran Kinerja Server

Pengukuran kinerja server bertujuan untuk mengetahui kemampuan server dalam menangani panggilan berhubungan dengan kebutuhan CPU dan RAM pada *single board circuit*. Hasil pengukuran kinerja server ditunjukkan pada tabel 5.3 dibawah ini.

**Tabel 5.3** Kinerja Server Antar Extension Satu IP PBX.

No	Jumlah User	Panggilan Aktif	Memory Usage (%)	CPU Usage (%)
1	0	0	36,2 %	3,1 %
2	6	3	36,4 %	8,7 %
3	12	6	36,3 %	11,5 %
4	16	8	36,5 %	14,7 %
5	20	10	37,1%	17,7 %

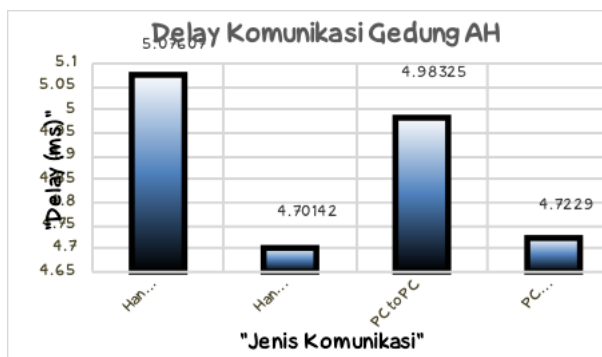
**Tabel 5.4** Kinerja Server Antar Extension Berbeda IP PBX.

No	Jumlah User	Panggilan Aktif	Memory Usage (%)	CPU Usage (%)
1	0	0	36,5 %	8.6 %
2	6	3	36,5 %	14,5 %
3	12	6	36,9 %	15,5 %
4	16	8	37,2 %	16,6 %
5	20	10	37,5 %	17,2 %

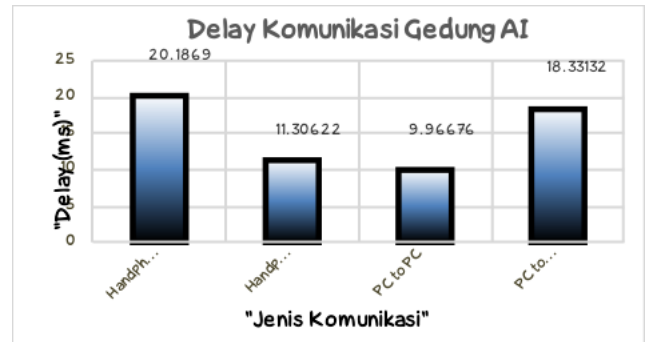
### 5.3 Analisa dan Hasil Pengukuran QoS

#### 5.3.1 Analisa dan Hasil Pengukuran Delay

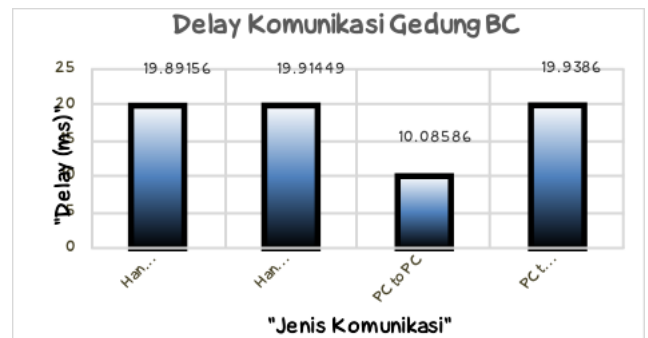
Delay merupakan waktu yang diperlukan paket data dari terminal pengirim hingga sampai di terminal penerima. Semakin kecil delay semakin baik suara yang diterima. Delay maksimal sesuai Buku Ajar Sistem Telekomunikasi adalah 150 ms dan yang tidak bisa diterima oleh pengguna adalah 250 ms.



**Grafik 5.1** Delay Komunikasi Gedung AH.



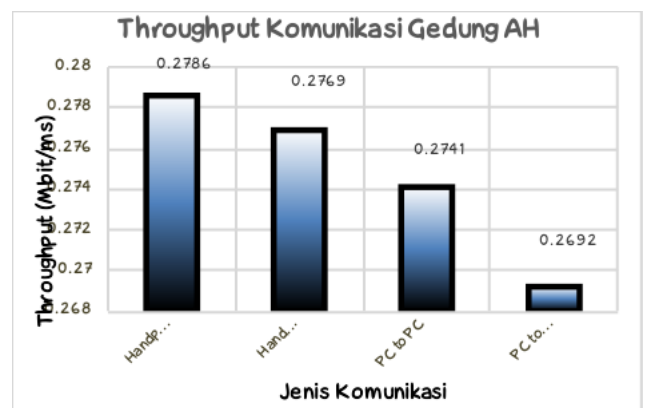
**Grafik 5.2** Delay Komunikasi Gedung AI.



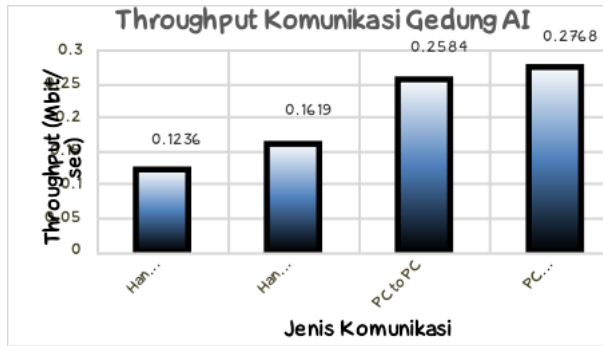
**Grafik 5.3** Delay Komunikasi Gedung BC.

#### 5.3.2 Analisa dan Hasil Pengukuran Throughput

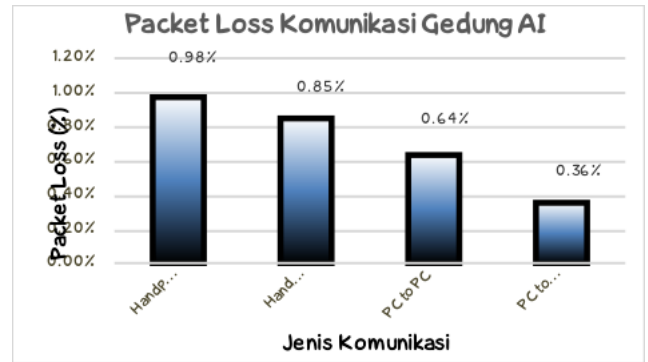
Throughput adalah banyaknya paket yang diterima oleh sebuah node dalam selang waktu pengamatan tertentu. Nilai throughput dipengaruhi oleh delay, jitter dan packet loss. Semakin besar throughput maka semakin baik nilai jaringan dan delays semakin kecil.



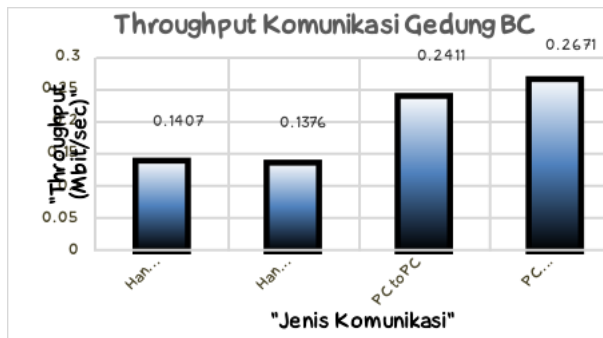
**Grafik 5.4** Throughput Komunikasi Gedung AH.



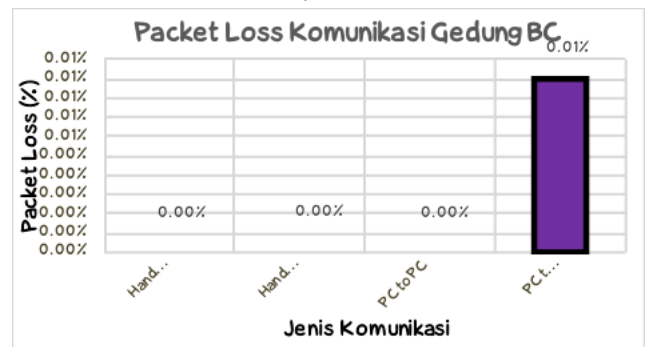
Grafik 5.5 Throughput Komunikasi Gedung AI.



Grafik 5.8 Packet Loss Komunikasi Gedung AI.



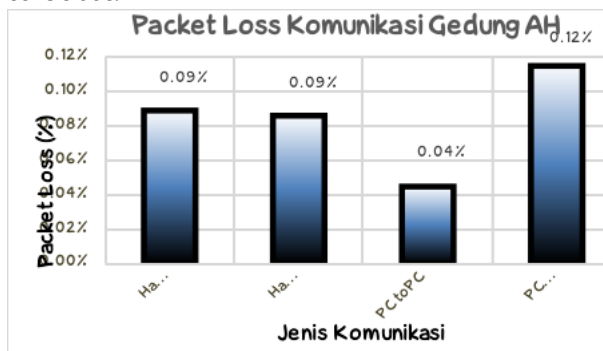
Grafik 5.6 Throughput Komunikasi Gedung BC.



Grafik 5.9 Packet Loss Komunikasi Gedung BC.

### 5.3.3 Analisa dan Hasil Pengukuran Paket Loss

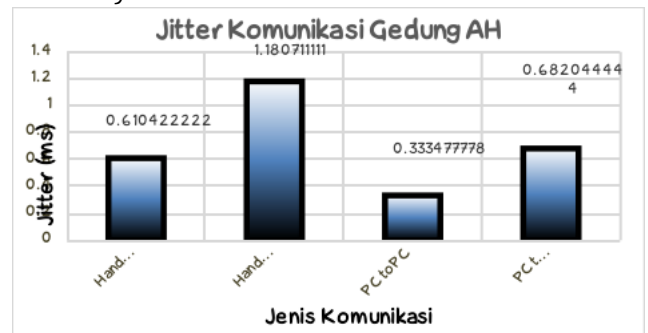
Packet Loss adalah parameter yang menggambarkan kondisi jumlah total paket hilang, terjadi karena collision dan congestion pada jaringan. Semakin kecil prosentasi packet loss maka semakin baik QoS jaringan tersebut.



Grafik 5.7 Packet Loss Komunikasi Gedung AH.

### 5.3.4 Analisa dan Hasil Pengukuran Jitter

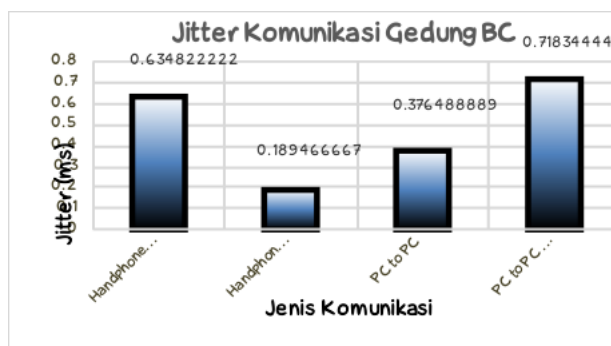
Jitter merupakan variasi delay yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval kedatangan paket diterima. Secara sederhana jitter adalah perbedaan waktu kedatangan antara satu paket dengan paket berikutnya.



Grafik 5.10 Jitter Komunikasi Gedung AH.



**Grafik 5.11** Jitter Komunikasi Gedung AI.



**Grafik 5.12** Jitter Komunikasi Gedung BC.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian serta pembahasan mengenai *server Voice over Internet Protocol (VoIP)* melalui jaringan intranet di Politeknik Negeri Malang, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah berhasil membangun sistem telekomunikasi VoIP pada jaringan intranet Politeknik Negeri Malang menggunakan *Single Board Circuit* dengan alamat IP *server* 192.168.18.12.10, *default gateway* 192.168.18.1.1, *PrimaryDNS* 172.16.17.10.1, dan *SecondaryDNS* 172.16.17.10.2.
2. Server VoIP IP PBX dengan kapasitas bandwidth 64 kbps mampu melayani kapasitas pelanggan sebesar 181 pelanggan melalui 8 jumlah kanal atau pada trafik Erlang-B sebesar 3,627.
3. Hasil *Quality of service* :
  - a. Hasil pengukuran delay menunjukkan nilai terbaik pada gedung AH dengan rata-rata delay sebesar 4,87091 ms. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai tersebut dalam kategori sangat baik yaitu <150 ms.
  - b. Hasil pengukuran throughput menunjukkan nilai terbesar pada gedung AH dengan rata-rata throughput sebesar 0,2747 Mbit/sec. Membuktikan kesesuaian nilai delay yang terdapat pada gedung AH, artinya semakin besar nilai throughput pada suatu jaringan maka delay yang dihasilkan semakin rendah.
  - c. Hasil pengukuran packet loss keseluruhan gedung memiliki nilai

sangat baik dengan jumlah paket data hilang perdetik sangat sedikit yaitu gedung AH sebesar 0,08%, gedung AI sebesar 0,71%, dan gedung BC sebesar 0,0%.

- d. Hasil pengukuran jitter keseluruhan gedung memiliki nilai jitter kategori bagus dengan nilai terendah sebesar 0,189 ms dan tertinggi sebesar 18,265 ms. Nilai tersebut masuk dalam kategori bagus dengan peak jitter tidak lebih dari 75 ms.

### 6.2 Saran

Beberapa point yang dapat dijadikan saran dalam skripsi ini adalah :

1. Untuk ke depan perlu dibangunnya jaringan yang memiliki IP Publik milik Politeknik Negeri Malang agar *system VoIP server IP PBX* berbasis *single board circuit* yang telah dibuat dapat diakses melalui internet.
2. Aplikasi *softphone* VoIP dapat ditambahkan berbagai macam fitur baru seperti *video call, chatting* (pengiriman pesan singkat berupa teks) dan mentransmisikan data seperti foto dan dokumen digital yang diterapkan pada *server VoIP IP PBX* berbasis *single board circuit*.
3. Penelitian berikutnya dapat membandingkan kinerja *single board circuit processor ARM* dengan *personal computer processor* berbasis *motherboard* sebagai *server VoIP IP PBX* dalam menangani panggilan secara bersamaan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rajeeb lochan dash & Mrs. A. Ruhan Befa. 2014. "Real-time Transmission of Voice over 802.11 Wireless Networks Using Raspberry Pi". International Journal of Engineering Development and Research. Vol.2, Issue 1, ISSN: 2321-9939.
- [2] Edo Satriyo Permadi. 2015. "Rancang Bangun Jaringan Komunikasi Voip Server Portable Menggunakan Raspberry Pi". Malang: Teknik Telekomunikasi Politeknik Kota Malang.

- [3] Preeti V. Murkute, 2015. "Implementing the VOIP Communication Principles using Raspberry Pi as Server". *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887). Volume 124 – No.4, August 2015.
- [4] Hilal Hilman Syah, 2014. "Rancang Bangun Sistem Telekomunikasi VoIP (Voice over Internet Protocol) Pada Jaringan FTI UII". Jurusan Teknik Elektro UII.
- [5] Falakh Hakiki. 2015. "Modul Implementasi VoIP Pada Jaringan VPN Router Raspberry Pi B+". Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [6] [https://id.wikipedia.org/wiki/IP\\_PBX](https://id.wikipedia.org/wiki/IP_PBX) (diakses Hari Jum'at, 01 April 2015).