

## MEMBANGUN CALL CENTER MENGGUNAKAN VOIP SERVER BERBASIS ELASTIX DI PT.CHARISMA PERSADA NUSANTARA

### BUILD CALL CENTRE USING VOIP SERVER BASED ON ELASTIX IN PT. CHARISMA PERSADA NUSANTARA

Hadiyan Nurdyana <sup>1</sup>, Asep Mulyana, S.T., M.T. <sup>2</sup>, Heru Christian Dillak, S.Kom. <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom

[hadiyannurdyana@gmail.com](mailto:hadiyannurdyana@gmail.com), [asepmulyana@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:asepmulyana@tass.telkomuniversity.ac.id), [hdillak@gmail.com](mailto:hdillak@gmail.com)

---

#### Abstrak

*Call center* merupakan fasilitas layanan panggilan telepon terpusat pada suatu perusahaan/organisasi dalam rangka memberikan layanan berbagai informasi, penerimaan pengaduan/komplain. Dalam lingkungan VoIP yang sering menjadi kendala adalah translasi alamat *private* ke publik dan dalam lingkungan jaringan *konvergen* adalah masalah inoperabilitas antara telepon analog (panggilan dari lingkungan PSTN) ke jaringan VoIP.

Pada proyek akhir ini dirancang dan direalisasikan miniatur jaringan di lab yang merepresentasikan ketiga lingkungan jaringan yaitu jaringan IP *private* (LAN), jaringan IP *public*, dan jaringan PSTN dimana *call center* berada pada jaringan IP *private* (LAN) yang merepresentasikan suatu perusahaan dengan fasilitas *call center* dengan komponen utama berupa VoIP *server* menggunakan perangkat lunak Elastix.

Hasil pengujian secara fungsional dengan berbagai fitur yang dimilikinya sistem dapat berfungsi sebagaimana mestinya sesuai yang direncanakan. Dari hasil pengujian kinerja (performansi) yaitu QoS (*packet loss, delay, jitter, throuhgput*) dan PDD (*Post Dial Delay*) didapatkan perbandingan menggunakan *server* dengan membandingkan antara dua mode pengoperasian *server* yaitu *local host* dan *hosting* (VPS). Hasil perbandingan tersebut menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dimana keduanya menunjukkan *packet loss* dibawah 3% (sesuai standar ITU-T G.1010) *delay* kurang dari 150 ms (sesuai standar ITU-T G.114) serta *jitter* kurang dari 50 ms (sesuai standar ITU-T G.114).

**Kata Kunci** : *Call Center, Elastix, VoIP, PSTN, Private IP, Public IP*

---

#### Abstract

*Call center* is a centralized telephone call service facility for a company/organization in order to provide various information services, receipt of complaints. In a VoIP environment that is often a constraint is the translation of private addresses to the public and in a convergent network environment is the problem of inoperability between analog phones (calls from the PSTN environment) to the VoIP network.

In this final project a miniature network is designed and realized in a lab that represents the three network environments, namely private IP (LAN) network, public IP network, and PSTN network where the call center is located on a private IP network (LAN) that represents a company with call center facilities with the main component of VoIP server using Elastix software.

Functional testing results with various features they have, the system can function properly as planned. From the results of performance testing (performance) that is QoS (*packet loss, delay, jitter, throuhgput*) and PDD (*Post Dial Delay*) obtained a comparison using the server by comparing the two server operating modes namely local host and hosting (VPS). The comparison results show insignificant differences where both show packet loss below 3% (according to ITU-T G.1010 standard) delay of less than 150 ms (according to ITU-T G.114 standard) and jitter of less than 50 ms (according to standard ITU-T G.114).

**Key Word** : *Call Center, Elastix, VoIP, PSTN, Private IP, Public IP*

---

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi komunikasi dan informasi, kebutuhan pada sektor perekonomian dan bisnis pun semakin meningkat. Salah satunya antara lain kebutuhan pusat layanan informasi dan pengaduan melalui telepon pada suatu perusahaan untuk memberikan berbagai informasi tentang perusahaan tersebut termasuk promosi (*marketing*), serta untuk tujuan layanan pengaduan (*komplain*) dari publik khususnya dari pelanggan yang kemudian layanan ini dikenal sebagai *call center*. Sejak diperkenalkannya teknologi layanan telepon melalui jaringan internet atau yang dikenal sebagai *Voice over Internet Protocol* (VoIP) maka dalam jaringan terdapat dua platform teknologi yaitu VoIP itu sendiri dan *voice* konvensional atau *voice over TDM/PSTN*. Dalam konteks penyediaan *call center* permasalahan umum yang sering terjadi adalah, pertama dalam lingkungan VoIP nya itu sendiri dimana dalam proses signalingnya protokol SIP tidak dirancang untuk mendukung proses translasi IP *address* dari IP *public* ke IP *private* dan sebaliknya, karena saat dibuat standar SIP ini diasumsikan tiap terminal/pengguna VoIP dialokasikan IP *public* (hal ini didasarkan atas kecukupan kapasitas yang besar dari sistem pengalamatan IP versi 6). Namun dalam kenyataannya terminal pengguna VoIP dalam jaringan *private* (LAN) menggunakan alamat IP *private* sehingga dalam implementasi *call center* hal ini menjadi salah satu persoalan. Masalah lainnya adalah interoperabilitas panggilan dari telepon analog (PSTN) menuju *call center* yang berbasis IP. Berbagai perangkat lunak VoIP *server* dirancang untuk menyelesaikan permasalahan ini. Salah satunya adalah Elastix. Maka dalam proyek akhir ini dirancang dan diimplementasikan *call center* menggunakan Elastix dengan mengambil studi kasus di PT. Charisma Persada Nusantara dalam rangka meningkatkan pelayanan pada pelanggannya

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Faturrahman Pratama berjudul “Aplikasi VoIP Dengan Pengaksesan Sistem IVR *Call Center Rooster* Di Kampus IT Telkom”. *Call center* yang dibuat hanya dapat diakses menggunakan jaringan lokal, tidak dapat diakses menggunakan jaringan publik (internet). VoIP *client* hanya menggunakan PC. Panggilan yang dilakukan ke *call center* hanya bisa dilakukan antar jaringan VoIP, tidak ada interoperabilitas dengan telepon analog (PSTN). *Server* hanya mampu menangani panggilan yang dilakukan sampai 25 *call*/detik [12].

Dalam proyek akhir yang ini, *call center* yang dibuat tidak hanya dapat diakses menggunakan jaringan lokal (*inbound*) tetapi juga dapat diakses dari jaringan publik (internet) dengan menggunakan *server* pada VPS. VoIP *client* dapat menggunakan PC dan juga *smartphone*. Panggilan ke *call center* dapat dilakukan dari jaringan VoIP maupun dari telepon analog (*line* PSTN) yang disambungkan melalui VoIP *gateway*. *Server* yang digunakan mampu menangani panggilan yang dilakukan lebih dari 25 *call*/detik

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Call Center

*Call Center* adalah ilmu tersendiri dalam mengelola interaksi langsung dengan pelanggan melalui beragam media teknologi, didukung oleh pilar proses, teknologi, sumber daya manusia, berlokasi di suatu tempat tertentu dengan tujuan memberikan pengalaman tertentu bagi pelanggan [1]. Dengan kata lain suatu kantor informasi yang terpusat yang digunakan untuk tujuan menerima dan mengirimkan sejumlah besar permintaan melalui telepon. *Call center* biasanya menangani layanan *inbound* dan *outbound*. Layanan *inbound* menangani panggilan masuk yang meliputi permintaan informasi, *complain*, dan penawaran produk. Untuk layanan *outbound* menangani panggilan keluar, panggilan dimulai dari dalam pusat kontak meliputi pemasaran, promosi dan mempertahankan loyalitas pelanggan atau tagihan jasa.

*Call center* dioperasikan sebagai sebuah ruang lingkup kerja yang terbuka secara luas yang dikerjakan oleh sejumlah agen *call center*, dilengkapi dengan sebuah *work station* berupa *computer* bagi setiap agen, sebuah telepon *set/headset* yang terhubung ke jaringan, dan sebuah atau lebih stasiun pengawas. *Call center* juga dapat secara bebas dioperasikan atau dihubungkan dengan *center* tambahan, sering dihubungkan dengan jaringan komputer korporat.

Banyak komponen bisnis yang menggunakan jasa *call center* untuk berinteraksi dengan pelanggan mereka. Contohnya termasuk untuk kebutuhan perusahaan, perusahaan katalog pesanan surat, dan layanan pendukung pelanggan untuk berbagai perangkat keras dan lunak komputer. Ada juga beberapa bisnis untuk fungsi layanan *internal* yang menggunakan *call center*, seperti layanan *helpdesk* dan *sales support*.

## 2.2. PSTN (*Public Switched Telephone Network*)

*Public Switched Telephone Network* (PSTN) adalah jaringan telekomunikasi suara yang berbasis pada atau telepon rumah [2]. Jaringan PSTN sudah lama digunakan oleh masyarakat luas yang memanfaatkan untuk pertukaran informasi seperti telepon rumah atau internet. Jaringan PSTN pada awalnya hanya berfungsi sebagai jaringan telekomunikasi suara, seiring dengan perkembangan teknologi transmisi PSTN dapat melayani telekomunikasi data.

## 2.3. VOIP (*Voice Over Internet Protocol*)

*Voice Over Internet Protocol* (VoIP) merupakan teknologi berupa *hardware* atau *software* yang memungkinkan percakapan telepon dengan menggunakan jalur komunikasi data pada suatu jaringan komputer [3]. VoIP dapat mengirimkan data suara, video dan data yang berbentuk paket secara *realtime* dengan jaringan yang menggunakan *Internet Protocol* (IP).

Dengan menggunakan VoIP biaya yang digunakan lebih rendah karena memanfaatkan jaringan data yang sudah ada, penggunaan *bandwidth* yang lebih kecil daripada telepon biasa, dapat digabung dengan jaringan telepon lokal yang sudah ada.



**Gambar 1.** Cara Kerja VoIP

Data yang berupa sinyal *analog* diubah ke bentuk data *digital* dengan ADC (*Analog to Digital Converter*). Lalu ditransmisikan dan pada penerima diubah kembali menjadi data *analog* dengan DAC (*Digital to Analog Converter*). Teknologi VoIP mengubah suara yang merupakan sinyal *analog* menjadi sinyal *digital* yang dikirimkan melalui jaringan IP. Setelah diubah menjadi sinyal *digital* kemudian ditranslasikan ke dalam paket-paket IP lalu ditransmisikan melalui jaringan.

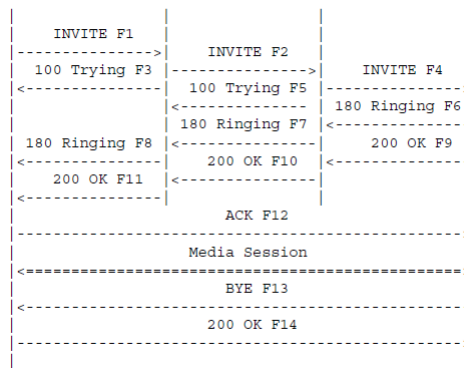
## 2.4. SIP (*Session Initiation Protocol*)

*Session Initiation Protocol* (SIP) adalah *application signaling protocol* untuk menyiapkan, memodifikasi, dan mengakhiri sesi *real-time* antara pengguna melalui jaringan data IP (*Internet Protocol*). SIP dapat mendukung semua jenis sesi multimedia, termasuk telekonferensi [4]. Jenis-jenis fungsi proses *request* dengan menggunakan SIP pada jaringan komunikasi dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Jenis-jenis SIP Request

Proses	Fungsi
INVITE	Inisialisasi panggilan
ACK	Konfirmasi final respon apakah client sudah menerima request INVITE
OPTIONS	Mengetahui kemampuan server
BYE	Mengakhiri panggilan
CANCEL	Membatalkan panggilan
REGISTER	Pendaftaran

Proses untuk fungsi panggilan dan fungsi pemutusan pada SIP dapat dilihat pada gambar 2



**Gambar 2.** SIP session setup

## 2.5. VoIP Gateway

VoIP Gateway adalah *interface* antara telepon tradisional dengan *network IP*, memungkinkan interoperabilitas teknologi antara jaringan yang berbeda untuk dapat saling berkomunikasi [3]. VoIP Gateway mengkonversi lalu lintas telepon ke transmisi IP melalui jaringan data. VoIP Gateway mengkonversi jalur telepon PSTN yang masuk ke VoIP/SIP serta menghubungkan sistem telepon tradisional ke jaringan IP.

VoIP Gateway menyediakan konektivitas telepon *analog* dan seluler. Tipe *gateway* tersedia dalam beragam konektivitas *port*. Produk VoIP Gateway selain menghubungkan sistem telepon IP PBX dengan terminal *analog*, jalur PSTN, dan jaringan selular, juga digunakan untuk menghubungkan sistem telepon IP antara kantor cabang dan kantor pusat.

## 2.6. VPS (Virtual Private Server)

VPS (*Virtual Private Server*) adalah teknologi virtualisasi *server*. Sebuah *physical server* dibagi menjadi beberapa *virtual private server* sehingga setiap VPS terlihat dan bekerja seperti sebuah *server* mandiri yang sebenarnya [5]. VPS memiliki *Full Root Access*, Sistem Operasi, dan pengaturan sendiri seperti untuk *init script*, *users*, pemrosesan, *filesystem*, dan lainnya, *resources server* seperti CPU dan RAM yang berdiri sendiri. Berbeda dengan *shared hosting* yang menggunakan *resources server* bersama-sama dan saling mempengaruhi.

## 2.7. Elastix

Elastix adalah *platform open source* yang mengintegrasikan *tools* terbaik yang tersedia menjadi IP PBX terintegrasi berbasis Asterisk yang mudah digunakan. Pengembang Elastix membuat *web interface* yang memungkinkan untuk mengakses *platform* ini, sehingga secara umum terlihat seperti satu produk lengkap. [6]

Elastix bertujuan untuk membuat kehandalan, modularitas dan kemudahan penggunaan. Karakteristik ini menambah kemampuan *reporting* yang kuat menjadikannya pilihan terbaik untuk menerapkan PBX berbasis Asterisk.

## 2.8. IVR (Interactive Voice Response)

*Interactive Voice Response* (IVR) merupakan suatu sistem yang dapat digunakan untuk menerima dan menjawab setiap panggilan telepon secara otomatis [7]. Aplikasi IVR digunakan untuk membuat *server* layanan berbagai bidang yang membutuhkan jasa layanan, seperti Rumah sakit, Hotel, Bank, Penyedia jasa telekomunikasi dan sebagainya. Teknologi IVR memanfaatkan *database* suara yang disimpan. *Database* ini dipanggil melalui VoIP, kemudian diarahkan sesuai dengan pilihan yang diketikkan pelanggan melalui *keypad phone*.

## 2.9. QoS (Quality Of Service)

*Quality Of Service* (QoS) adalah kemampuan layanan yang menentukan kepuasan pengguna dari layanan yang diberikan oleh suatu jaringan berdasarkan parameter-parameter [8]. Tujuan dari iQoS yaitu untuk memenuhi kebutuhan layanan yang berbeda yang menggunakan infrastruktur yang sama. Parameter dari QoS yaitu *throughput*, *paket loss*, *delay*, dan *jitter*.

### 2.9.1. Throughput

*Throughput* adalah kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per *second*). *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses, yang diamati pada tujuan selama *interval* waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut [9].

### 2.9.2. Packet Loss

*Packet Loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan [9].

### 2.9.3. Delay

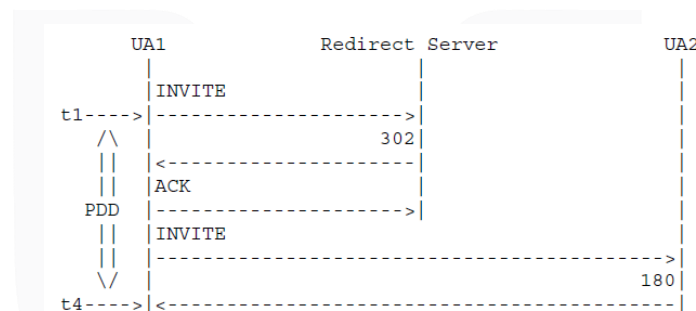
*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, *congestion* atau juga waktu proses yang lama [9]. Akibat *delay*, data yang kita terima mengalami keterlambatan waktu datang sehingga hal ini menyebabkan kita menunggu sejenak data tersebut sampai pada tujuan.

### 2.9.4. Jitter

*Jitter* diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan *jitter*, disebut juga dengan variasi *delay* [9].

### 2.10. PDD (Post Dial Delay)

*Post Dial Delay* (PDD) adalah *interval* waktu antara saat pemanggil mendial dan sampai menerima kembali *ringing tone* yang sesuai atau *busy* [10]. PDD pada jaringan VoIP pada SIP diukur mulai dari pemanggil mengirimkan sinyal INVITE (*request* panggilan) sampai pemanggil menerima kembali kode *ringing* (180) atau *busy*.



Gambar 3. Post Dial Delay

Jika pemanggil tidak menerima kembali balasan sama sekali maka sinyal INVITE atau *request* dikirim kembali ke *server*. Sinyal SIP dikirim kembali setelah waktu  $T_1$  dari pengiriman sebelumnya, jika masih belum ada respon mengirim kembali dengan waktu  $2 \times T_1$ , jika belum mendapatkan respon juga kemudian mengirim kembali dengan waktu  $4 \times T_1$ , dan begitu seterusnya dengan pengali kelipatan dua sampai waktu  $T_2$ , Nilai standar dari  $T_1$  yaitu 500ms dan  $T_2$  4s, proses tersebut disebut dengan retransmisi [11].

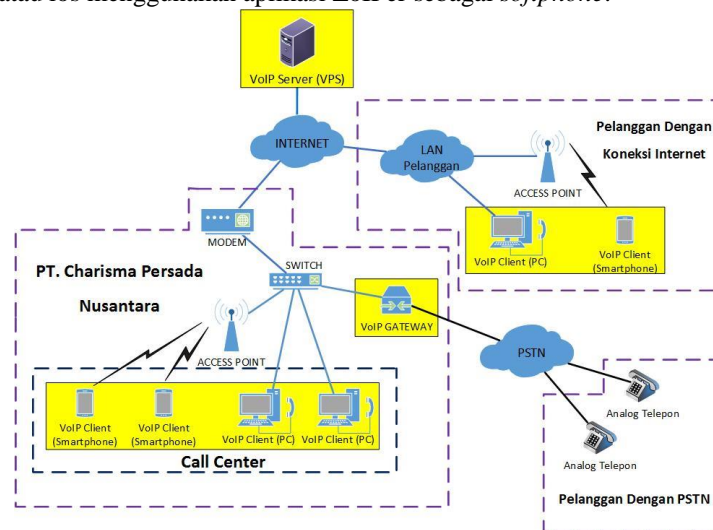
## 3. Perancangan

Model sistem *call center* yang dibangun yaitu VoIP *server* dibuat di dalam sebuah VPS *server*, kemudian VoIP *gateway* disambungkan ke jaringan internet agar bisa tersambung ke VoIP *server* yang ada di dalam VPS *server* dan VoIP *gateway* juga disambungkan dengan *line* telepon analog PT. Charisma Persada Nusantara yang tersambung ke jaringan PSTN. Operator *Call Center* yang menggunakan *Software Softphone* yang di *install* pada PC dan *smartphone* disambungkan ke jaringan internet agar dapat tersambung dengan VoIP *server* yang ada di VPS *server*.

Pada sistem yang dibuat ini bagian yang ditandai dengan warna kuning pada topologi perancangan gambar 3.1 merupakan bagian yang di konfigurasi yaitu :

1. VoIP *Server* yang menggunakan *Platform* Elastix 4 pada VPS (*Virtual Private Server*), VPS yang digunakan harus dengan OS default Centos 7. Karena platform Elastix 4 menggunakan OS Centos 7.

2. VoIP Gateway yang digunakan untuk menyambungkan jaringan VoIP dan jaringan PSTN yang diletakkan pada PT. Charisma Persada Nusantara.
3. VoIP Client dengan menggunakan PC dan Smartphone sebagai *softphone* yang diletakkan pada PT. Charisma Persada Nusantara dan pelanggan. Pada PC menggunakan aplikasi X-lite sebagai *softphone*, dan pada smartphone android atau ios menggunakan aplikasi ZoIPer sebagai *softphone*.



Gambar 4. Topologi Perancangan

## 4. Analisis Hasil Perancangan

### 4.1. Pengujian Fungsional

Pada pengujian ini dilakukan pengujian sistem secara fungsional yaitu pengujian fungsional sistem *call center* dengan telepon *analog* pstn dan pengujian fungsional sistem *call center* dengan *softphone*.

#### 4.1.1. Pengujian Fungsional Sistem Call Center Dengan Telepon Analog PSTN

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan telepon *analog* PSTN masing-masing sebanyak 30 kali, semua panggilan dengan meng-*input* angka 0 pada *IVR menu* berhasil tersambung ke operator, semua panggilan dengan meng-*input* angka 1 pada *IVR menu* berhasil tersambung ke bagian *support*, semua panggilan dengan meng-*input* angka 2 pada *IVR menu* berhasil tersambung ke bagian pengaduan produk & layanan, dan semua panggilan dengan meng-*input* angka 3 pada *IVR menu* berhasil untuk mengakhiri panggilan.

#### 4.1.2. Pengujian Fungsional Sistem Call Center Dengan Softphone

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan *softphone* masing-masing sebanyak 30 kali, semua panggilan dengan meng-*input* angka 0 pada *IVR menu* berhasil tersambung ke operator, semua panggilan dengan meng-*input* angka 1 pada *IVR menu* berhasil tersambung ke bagian *support*, semua panggilan dengan meng-*input* angka 2 pada *IVR menu* berhasil tersambung ke bagian pengaduan produk & layanan, dan semua panggilan dengan meng-*input* angka 3 pada *IVR menu* berhasil untuk mengakhiri panggilan.

### 4.2. Pengujian Performansi

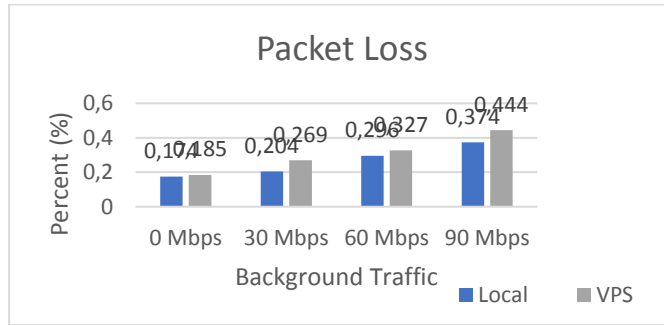
Pada pengujian ini dilakukan pengujian sistem secara performansi yaitu pengujian pengujian *Quality of Service* (QoS) dan pengujian *Post Dial Delay* (PDD).

#### 4.2.1. Perbandingan Quality of Service

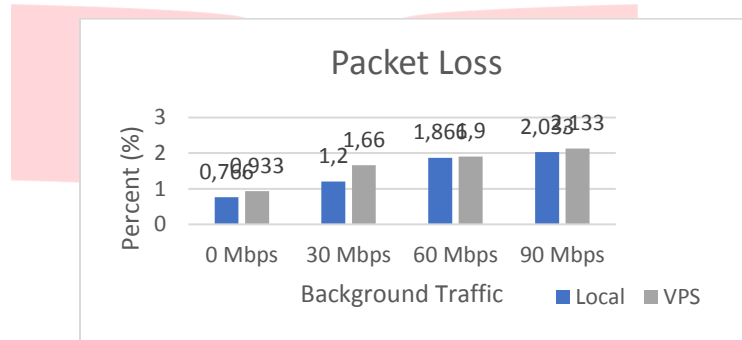
Perbandingan *Quality of Service* ini yaitu membandingkan parameter-parameter yang menunjang kualitas dari layanan VoIP. Parameter yang dibandingkan meliputi *packet loss*, *delay*, *jitter*, dan *throughput*. Nilai dari hasil pengukuran parameter yang sudah didapatkan dengan menggunakan *server* pada jaringan *local* dan hasil implementasi dengan menggunakan *server* pada VPS dibandingkan. Tujuan dari perbandingan ini yaitu untuk mengetahui kualitas dari layanan VoIP mana yang lebih baik.

##### a. Packet Loss

*Packet Loss* merupakan total paket yang hilang pada jaringan. Dari hasil pengukuran dengan *background traffic* 0 Mbps, 30 Mbps, 60 Mbps, dan 90 Mbps menunjukkan bahwa semakin besar *background traffic*, nilai *packet loss* semakin bertambah.



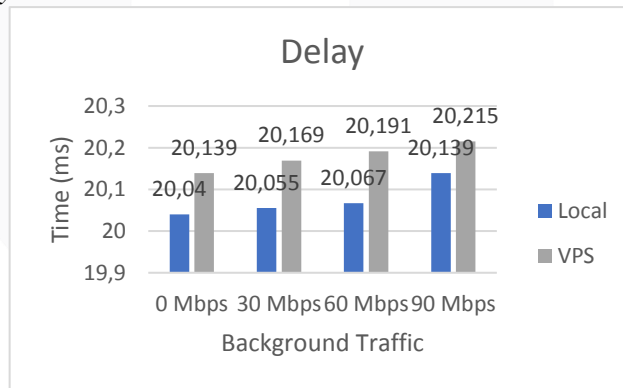
Gambar 5. Perbandingan *Packet Loss* Pada PC



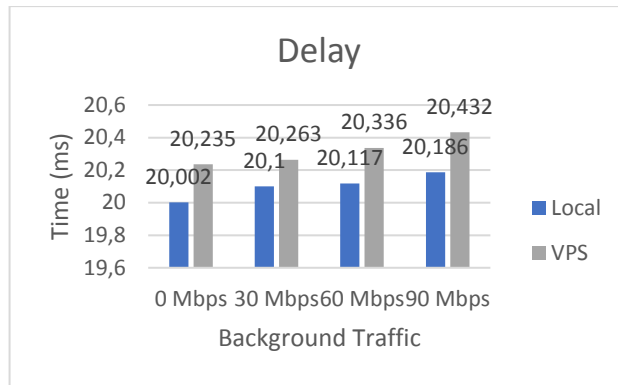
Gambar 6. Perbandingan *Packet Loss* Pada Smartphone

**b. Delay**

*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Dari hasil pengukuran dengan *background traffic* 0 Mbps, 30 Mbps, 60 Mbps, dan 90 Mbps menunjukkan bahwa semakin besar *background traffic*, nilai *delay* semakin bertambah.



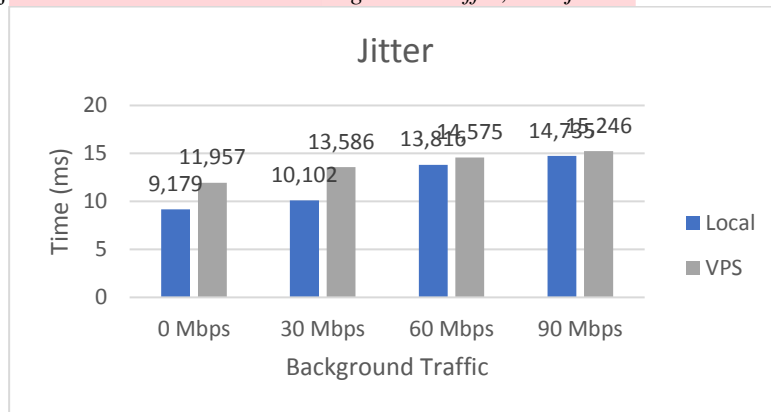
Gambar 7. Perbandingan *Delay* Pada PC



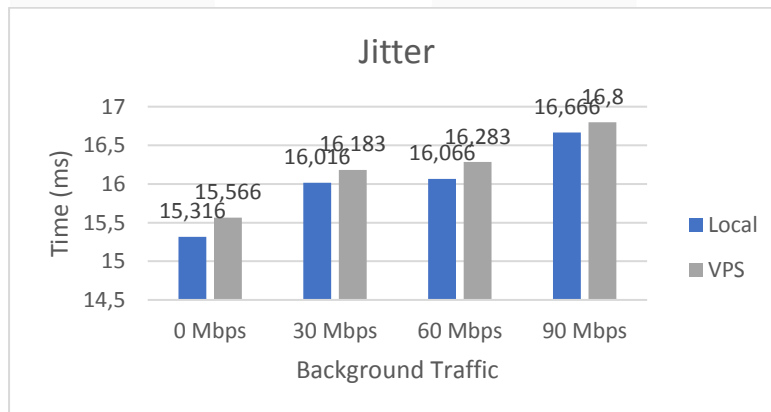
Gambar 8. Perbandingan Delay Pada Smartphone

c. Jitter

Jitter merupakan variasi delay. Dari hasil pengukuran dengan background traffic 0 Mbps, 30 Mbps, 60 Mbps, dan 90 Mbps menunjukkan bahwa semakin besar background traffic, nilai jitter semakin bertambah.



Gambar 9. Perbandingan Jitter Pada PC

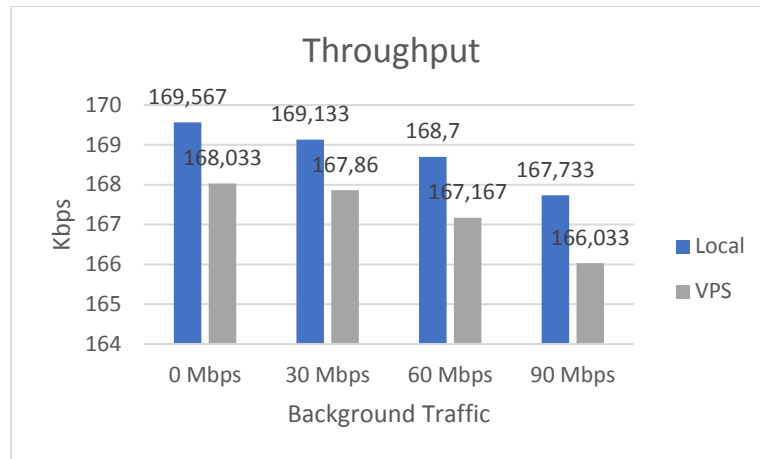


Gambar 10. Perbandingan Jitter Pada Smartphone

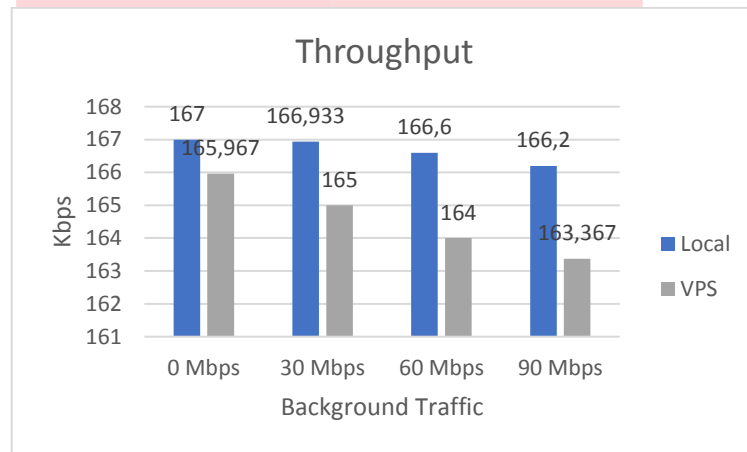
d. Throughput

Throughput merupakan kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per second). Dari hasil pengukuran dengan call rate 45 cps, 90 cps, 135 cps, dan 180 cps menunjukkan bahwa dari kenaikan setiap call rate, nilai throughput yang didapatkan tidak stabil.





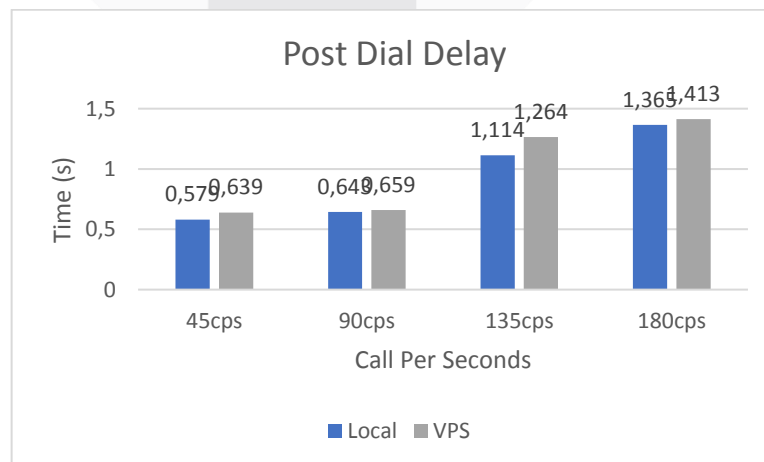
Gambar 11. Perbandingan Throughput Pada PC



Gambar 12. Perbandingan Throughput Pada Smartphone

4.2.2. Perbandingan Post Dial Delay

Perbandingan dari *post dial delay* ini yaitu membandingkan hasil dari pengukuran yang sudah didapatkan dengan menggunakan *server* pada jaringan *local* dan hasil implementasi dengan menggunakan *server* pada VPS dibandingkan. Tujuan dari perbandingan ini yaitu untuk mengetahui kualitas dari *call setup* mana yang lebih baik.



Gambar 13. Perbandingan Post Dial Delay

Dapat dilihat pada gambar 13. yang merupakan perbandingan *post dial delay* dari hasil implementasi dengan menggunakan VoIP server pada VPS dan menggunakan VoIP server pada jaringan *local*. Dari hasil kedua pengukuran menunjukkan setiap bertambahnya trafik *call rate* pada server, *post dial delay* yang dihasilkan juga bertambah. Hasil dari kedua pengukuran menunjukkan bahwa *post dial delay* yang dihasilkan dari hasil implementasi dengan menggunakan server pada VPS lebih besar dibandingkan dengan menggunakan server pada jaringan *local*. Hal ini terjadi karena saat *client* melakukan panggilan pada server dengan menggunakan server pada jaringan *local* jalur yang dilalui *client* ke server lebih cepat dibandingkan dengan hasil implementasi dengan menggunakan server pada VPS.

## 5. Kesimpulan

1. Pada pengujian fungsional panggilan yang diterima dengan menggunakan *softphone* pada PC dan pada *smartphone* sama baiknya.
2. Pada pengujian parameter QoS panggilan yang diterima dengan menggunakan *softphone* pada PC lebih baik dibandingkan dengan menggunakan *softphone* pada *smartphone*.
3. Pada pengujian parameter QoS panggilan yang dilakukan dengan menggunakan server *local* lebih baik dibandingkan dengan menggunakan server pada VPS.
4. Pada pengujian *Post Dial Delay* panggilan yang dilakukan dengan menggunakan server *local* lebih baik dibandingkan dengan menggunakan server pada VPS.
5. VoIP server pada VPS atau pada jaringan *local* yang digunakan untuk sebuah *call center*, kualitas layanannya tidak berbeda jauh dan dapat dikategorikan baik untuk digunakan. Dimana *packet loss* yang di peroleh sesuai dengan standar ITU-T G.1010 dibawah 3%, *delay* sesuai dengan standar ITU-T G.114 kurang dari 150 ms dan  *jitter* sesuai standar ITU-T G.114 adalah kurang dari 50ms.
6. Penggunaan VoIP Gateway untuk menyambungkan jaringan PSTN dan jaringan VoIP baik untuk digunakan, dimana panggilan yang dilakukan dari telepon *analog* ke *softphone*, sama kualitasnya dengan panggilan antara *softphone*.

## Daftar Pustaka

- [1] Dwi Revita Putri, Peggy Hariawan (2015) “ ANALISIS KUALITAS PELAYANAN PADA LAYANAN CALL CENTER 108 MENGGUNAKAN METODE IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS (Studi Pada Pengguna Layanan Call Center 108 di Bandung) “.
- [2] Andrias Danag Suseno, Warsun Najib, Samiyo. (2009) “ STUDI MIGRASI PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK (PSTN) MENUJU JARINGAN TELEKOMUNIKASI BERBASIS PAKET NEXT GENERATION NETWORK (NGN) DENGAN TEKNOLOGI SOFTSWITCH ”.
- [3] Ekkal Prasetyo (2015) “ IMPLEMENTASI VoIP (VOICE OVER INTERNET PROTOKOL) PADA JARINGAN LAN (LOCAL AREA NETWORK) DINAS KESEHATAN KABUPATEN MUSI BANYUASIN ”.
- [4] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, dan E. Schooler (2002) " SIP: Session Initiation Protocol " RFC 3261.
- [5] Ricky Eka P, S.Kom, Andy Rachman, ST, Tri Wahyu H (2010) “ VIRTUAL PRIVATE SERVER (VPS) SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI DEDICATED SERVER ”.
- [6] Ben Sharif (2008) “Elastix Without Tears”.
- [7] Syafrizal Akbar Harahap, Agus Ganda Permana, Ir., MT., Dr. Rendy Munadi, Ir., MT. (2013) “ ANALISIS DAN IMPLEMENTASI ELASTIX SEBAGAI VOIP SERVER DALAM INFRASTRUKTUR CLOUD COMPUTING DENGAN LAYANAN IVR “.
- [8] ITU-T E.800 (2008) “Definitions of terms related to quality of service”.
- [9] Rika Wulandari (2016) “ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI)”.
- [10] ETSI (2010) “Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Measurements of Call Establishment Performance in IP Networks”.
- [11] M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, J. Rosenberg (1999) “SIP: Session Initiation”.
- [12] Faturrahman Pratama, Agus Ganda P, IR., MT., Tengku A Riza, ST, MT., (2012) “APLIKASI VOIP DENGAN PENGAKSESAN SISTEM IVR (INTERACTIVE VOICE RESPONSE) CALL CENTER ROOSTER DI KAMPUS IT TELKOM“.