

**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI
VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP)
PADA JARINGAN LOKAL PT. JASA RAHARJA**

KARYA TULIS ILMIAH

**Di ajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat-syarat
guna memperoleh gelar Ahli Madya
STMIK U'Budiyah Indonesia**



Oleh

Nama : Reza Ghio Helfando

Nim : 121020300004

**PROGRAM STUDI D3 MANAJEMEN INFORMATIKA
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER
STMIK U'BUDIYAH INDONESIA
BANDA ACEH
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI *VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP)* PADA JARINGAN LOKAL PT. JASA RAHARJA

Karya Tulis Ilmiah oleh Reza Ghio Helfando ini telah dipertahankan di depan dewan penguji pada tanggal 21 Februari 2014

Dewan Penguji :

1. Ketua

Nama : Muslim, S.Si.,M.InfoTech

2. Anggota

Nama : Fesrianevalda, M.Sc

3. Anggota

Nama : Sayed Fakhurrazzi,M.Kom

LEMBAR PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah ini telah disetujui pada tanggal 27 Februari 2014 oleh Pembimbing Prodi D-III Manajemen Informatika STMIK U'Budiyah Indonesia .

Menyetujui ,

Ka. Prodi D-III Manajemen Informatika ,

Pembimbing ,

(Faisal Tifta Zany, S.Si., M.Sc)

(Muslim, S.Si, M.InfoTech)

Mengetahui ,

Ka. STMIK U'Budiyah Indonesia

(Dr. Amin Haris, M.Pd)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, Penulisan laporan Proyek Akhir ini berjudul **Implementasi Teknologi Voice Over Internet Protocol (VoIP) Pada Jaringan Lokal PT. Jasa Raharja**. Merupakan syarat yang wajib bagi setiap mahasiswa yang menjalankan studi di STMIK U' Budiyah , khususnya program studi D-III Manajemen Informatika, untuk mencapai gelar Ahli Madya .

Dalam penulisan laporan Proyek Akhir ini tentunya tidak lepas dari berbagai macam kendala yang menghambat kesempurnaan. Namun berkat bantuan, bimbingan dan dorongan dari banyak pihak, maka laporan Proyek Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Sehingga dalam kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

- Teristimewa kepada Papa dan mama atas do'a dan dukungannya selama ini sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
- Pak Muslim,S.Si.,M.InfoTech selaku Pembimbing yang telah bersedia memberikan bimbingan dan arahan,.
- Teristimewa kepada Maulida Ellyani (momol).
- Kepada Seluruh staff PT. Jasa Raharja yang telah memberikan arahan.
- Kepada seluruh dosen STMIK U'Budiyah yang telah memberikan waktu luangnya untuk memberikan bimbingan dan arahan.

Dan akhir kata penulis berharap semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Banda Aceh, Februari 2014

Reza Ghio Helfando

ABSTRAK

VoIP adalah singkatan dari *Voice over Internet Protocol*, sebuah teknologi yang digunakan untuk mentransmisi trafik suara dan data yang berbentuk paket melalui jaringan *IP*. *VoIP* merupakan salah satu teknologi terkini dalam komunikasi suara. *VoIP* menjadi fenomena karena banyak keuntungan yang bisa didapat, khususnya dari sisi ekonomis. Bentuk panggilan analog dikonversikan menjadi bentuk digital dan dijalankan sebagai data oleh *Internet Protocol*. *VoIP* ini dibangun pada Jaringan local PT. Jasa Raharja menggunakan sistem operasi *Briker* sebagai server. Sistem Operasi *Briker* yang digunakan merupakan kompilasi ulang antara Sistem Operasi *Ubuntu 8.04* dengan aplikasi *Zoiper 2.19* sebagai aplikasi pendukung yang dijalankan di komputer *client*. Hasil rancangannya adalah komunikasi antara *VoIP client* dapat dilakukan dua arah ketika sudah teregister ke dalam server *Briker*.

Kata kunci: *VoIP*, komunikasi suara, *Briker*, *zoiper*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Komputer	3
2.2 Klasifikasi Jaringan Komputer	3
2.2.1 Berdasarkan Geografi	3
2.2.2 Berdasarkan Fungsi	4
2.2.3 Berdasarkan Topologi Jaringan.....	4
2.3 Protokol Jaringan Komputer	6
2.3.1 Model Referensi <i>OSI</i>	6
2.3.2 <i>TCP/IP</i>	8
2.4 <i>Internet Protocol (IP)</i>	9
2.4.1 <i>IP Address</i>	9
2.4.2 Format <i>IP Address</i>	10

2.4.3 Pembagian Kelas <i>IP</i>	10
2.5 VoIP	11
2.5.1 Kelebihan VoIP	12
2.5.2 Kekurangan VoIP	12
2.5.3 Bagaimana VoIP Bekerja	13
2.5.4 Protokol untuk VoIP	13
2.6 Linux	16
2.6.1 Kelebihan <i>Linux</i>	16
2.6.2 <i>Briker</i>	17
2.6.3 Sejarah <i>Briker</i>	17
2.6.4 Komponen <i>Briker</i>	18
BAB III METODELOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Metode Penelitian	20
3.3.1 Desain Sistem	20
3.3.2 Topologi Jaringan	21
3.3.3 Perancangan pada Sisi <i>Server</i>	21
3.3.4 Perancangan pada Sisi <i>Client</i>	22
3.3.5 Instalasi Sistem Operasi dan Aplikasi	23
3.3.6 Konfigurasi	23
3.3.7 Pengujian Konektivitas Jaringan VoIP	24
3.3.8 Pengamatan Kerja VoIP	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Konfigurasi Pada Sisi <i>Server</i>	25
4.1.1 Instalasi	25
4.1.2 Konfigurasi <i>Administration</i>	30
4.2 Konfigurasi pada Sisi <i>Client</i>	35
4.2.1 Menambah <i>User Account</i> di <i>Server Briker IPPBX</i>	35
4.2.2 Install <i>Zoiper Free</i> di <i>Windows</i>	36
4.3 Pengujian pada Sisi <i>Server</i>	40

4.4 Pengujian pada Sisi <i>Client</i>	41
4.5 Pengujian Sistem	41
4.6 Skenario Pengujian Dial <i>Client</i> dan <i>Server</i>	42
4.7 Standar Penomoran atau <i>Enum Peering</i>	42
4.8 Skenario Pemanggilan Antar <i>client</i> dan Status di server Briker	42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
BIODATA PENULIS.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Rancang Bangun <i>VoIP</i>	21
Gambar 3.2 <i>Flow Chart</i> Perancangan Pada Sisi <i>Server</i>	22
Gambar 3.3. <i>Flow Chart</i> Perancangan Pada Sisi <i>Client</i>	23
Gambar 4.1. Tampilan Awal Instalasi <i>Briker</i>	26
Gambar 4.2 Proses Instalasi <i>Briker</i>	26
Gambar 4.3. Pengecekan <i>Hardware</i>	27
Gambar 4.4. Pengecekan Network Secara Otomatis	28
Gambar 4.5. Proses <i>Format Hardisk</i>	28
Gambar 4.6. Instalasi <i>System Dan Software</i>	28
Gmabar 4.7. Tampilan Login <i>Briker</i>	29
Gambar 4.8. Tampilan <i>Editor Nano Setting Network</i>	30
Gambar 4.9. Tampilan <i>Login Web Base Administration</i>	31
Gambar 4.10. Tampilan <i>Web Preferences</i>	31
Gambar 4.11. Tampilan <i>User Management</i>	32
Gambar 4.12. Tampilan <i>IPPBX Administration</i>	33
Gambar 4.13. Tampilan <i>Menu SIP Extension</i>	34
Gambar 4.14. <i>IPPBX Administration</i>	35
Gambar 4.15 Tampilan <i>add SIP Extension</i>	36
Gambar 4.16 <i>Continue with Reload</i>	36
Gambar 4.17. Tampilan <i>Source Zoiper</i>	36
Gambar 4.18. Tampilan Instalasi <i>Zoiper</i>	37
Gambar 4.19. Tampilan Untuk Melanjutkan Instalasi	37
Gambar 4.20. Tampilan Pemilihan Letak Folder	36
Gambar 4.21. Tampilan <i>Finishing Instalasi</i>	38
Gambar 4.22. Tampilan <i>Zoiper</i> Setelah Instalasi Selesai	39

Gambar 4.23. Tampilan <i>Zoiper</i> Secara Menyeluruh.....	39
Gambar 4.24. Pengaturan <i>SIP account</i>	43
Gambar 4.25. Pengisian Nomor Untuk Pemanggilan	43
Gambar 4.26. Proses Pemanggilan ke No 20042010	44
Gambar 4.27. Informasi Pemanggilan yang Sedang Berlangsung	44
Gambar 4.28. Status Briker 1.0.4.2 dan Komputer yang <i>online</i>	45
Gambar 4.29. Analogi Pemanggilan dari Computer <i>Client</i> 1 Menuju Komputer <i>Client</i> lainya.....	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Pengujian pada Sisi Server	40
Tabel 4.2. Pengujian pada Sisi Client	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan informasi yang berkembang demikian pesat, telah membawa perubahan besar terhadap cara hidup manusia. Setiap jenis pekerjaan dituntut untuk dapat dilakukan dengan cara yang cepat dan tepat. Solusi terbaik adalah dengan penggunaan teknologi informasi. Misalnya teknologi jaringan, dengan berkembangnya teknologi ini menyebabkan hampir semua sistem komunikasi dan informasi di semua bidang menjadi lebih mudah dalam hal penggunaan serta pengembangan. Dengan terhubungnya komputer-komputer di dunia, memungkinkan untuk bertukar informasi dan komunikasi. Bahkan dapat saling bertukar informasi berupa gambar atau video. Perkembangan jaringan komputer yang semakin pesat ini memungkinkan untuk melewatkan data suara melalui jaringan komputer atau biasa yang disebut *Voice Over Internet Protocol (VoIP)*.

VoIP adalah teknologi yang menawarkan fasilitas telepon melalui jaringan komputer yang berbasis *Internet Protocol (IP)*. Teknologi ini bekerja dengan mengubah suara menjadi kode-kode digital dan kemudian melewatkan paket-paket data melalui jaringan internet dan juga memungkinkan penekanan biaya yang dikarenakan tidak butuh infrastruktur baru untuk komunikasi suara, walaupun penggunaan data yang lebih kecil dibandingkan telepon biasa.

Penggunaan teknologi *VoIP* akan semakin dipermudah karena dapat digabungkan dengan jaringan telepon lokal yang sudah ada, selanjutnya digabungkan dengan menggunakan *VoIP gateway* atau telepon analog yang akan disambungkan dengan *Private Automated Branch Exchange (PABX)* Telkom. Setiap individu dapat membangun dan mengembangkan infrastrukturnya secara mandiri, dikarenakan

penggunaan sistem operasi berbasis *linux* atau *open source Briker* yang memang dikhususkan untuk menangani *VoIP*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan suatu permasalahan pada PT. Jasa Raharja, yaitu: bagaimana merancang dan membangun komunikasi suara melalui jaringan *internet protokol* menggunakan sistem operasi *Briker* sebagai server *VoIP* serta berfungsi melakukan panggilan dari *VoIP client* ke sesama *VoIP client* pada jaringan lokal PT. Jasa Raharja.

1.3 Tujuan Penelitian

Pengimplementasian *Voip* pada jaringan Lokal pada PT. Jasa Raharja sebagai media penyampaian informasi bagi seluruh pegawai, diharapkan bisa menjadi media yang efisien. Sehingga dengan demikian tidak perlu lagi melakukan proses juga memungkinkan penekanan biaya yang dikarenakan tidak butuhkan infrastruktur baru untuk komunikasi suara, walaupun penggunaan data yang lebih kecil dibandingkan telepon biasa secara manual dan diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi pihak instansi dan masyarakat luas dalam mengakses dan mendapatkan informasi pegawai secara cepat dan mudah.

1.4 Batasan Masalah

Masalah yang dibahas dalam tulisan ini terbatas pada pengaturan dan konfigurasi *VoIP server* sebagai berikut:

- 1) Penggunaan *VoIP server* pada jaringan lokal PT. Jasa Raharja
- 2) Panggilan dari *VoIP client* ke *VoIP client*
- 3) Manajemen *User VoIP* PT. Jasa Raharja
- 4) Pengimplementasian *Briker* sebagai aplikasi *open source*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sebuah sistem yang terdiri atas dua komputer atau lebih yang saling terhubung dan bekerja sama untuk mencapai suatu tujuan yang sama di antaranya berbagi sumber daya seperti pemakaian *printer* dan *harddisk* bersama, penggunaan komunikasi bersama seperti surat elektronik, *instant messanging* dan *chating* (Wahana, 2003).

2.2 Klasifikasi Jaringan Komputer

2.2.1 Berdasarkan Geografi

a. Local Area Network (LAN)

Local Area Network (*LAN*) adalah jaringan komputer yang hanya mencakup wilayah kecil. contohnya jaringan komputer kampus, gedung, kantor, dalam rumah, sekolah atau yang lebih kecil. Saat ini, kebanyakan *LAN* berbasis pada teknologi IEEE 802.3 Ethernet menggunakan perangkat switch, yang mempunyai kecepatan transfer data 10, 100, atau 1000 Mbps. Selain teknologi Ethernet, saat ini teknologi 802.11b (atau biasa disebut Wi-fi) juga sering digunakan untuk membentuk *LAN* (Arifin, 2006).

b. Metropolitan Area Network (MAN)

Metropolitan Area Network (MAN) adalah suatu jaringan yang menghubungkan berbagai lokasi seperti [kampus](#), per[kantoran](#), [pemerintahan](#), dan sebagainya. Jaringan *MAN* adalah gabungan dari beberapa *LAN*. Jangkauan dari *MAN* ini antar 10 hingga 50 km, *MAN* ini merupakan jaringan yang tepat untuk membangun jaringan intranet antar kantor-kantor dalam satu kota antara pabrik atau instansi dan kantor pusat yang berada dalam jangkauannya (Purbo, 2003).

c. Wide Area Network (WAN)

Wide Area Network (WAN) merupakan jaringan komputer yang mencakup area yang besar (wide). Sebagai contoh yaitu jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat disebut juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan router dan saluran komunikasi publik. WAN digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal yang satu dengan jaringan lokal yang lain, sehingga pengguna atau komputer di lokasi yang satu dapat berkomunikasi dengan pengguna dan komputer di lokasi yang lain (Stalling, 2002).

2.2.2 Berdasarkan Fungsi

Pada dasarnya setiap jaringan komputer ada yang berfungsi sebagai client dan server. Tetapi ada jaringan yang memiliki komputer yang khusus didedikasikan sebagai server sedangkan yang lain sebagai client. Ada juga yang tidak memiliki komputer yang khusus berfungsi sebagai server saja. Karena itu berdasarkan fungsinya maka ada dua jenis jaringan komputer yaitu *client-server* dan *peer-to-peer*.

Client-server adalah jaringan komputer dengan komputer yang didedikasikan khusus sebagai pelayan *client*. Sebuah service atau layanan bisa diberikan oleh sebuah komputer atau lebih. Contoh satu komputer sebagai server yang menangani berbagai multi service yaitu mail server, web server, file server, database server dan lainnya. Sedangkan *peer-to-peer* adalah jaringan komputer dimana setiap host dapat menjadi server dan juga menjadi client bersamaan (Thomas, 2004).

2.2.3 Berdasarkan Topologi Jaringan

Topologi jaringan adalah gambaran secara fisik dari pola hubungan antara komponen-komponen jaringan, yang meliputi server, workstation, hub dan pengkabelannya. Terdapat tiga macam topologi jaringan yang umum digunakan, yaitu Bus, Star dan Ring (Wijaya, 2002).

a. Topologi Bus

Pada topologi Bus digunakan sebuah kabel tunggal atau kabel pusat di mana seluruh workstation dan server dihubungkan. Keunggulan topologi Bus adalah pengembangan jaringan atau penambahan workstation baru dapat dilakukan dengan mudah tanpa mengganggu workstation lain. Kelemahan dari topologi ini adalah bila terdapat gangguan di sepanjang kabel pusat maka keseluruhan jaringan akan mengalami gangguan (Rahmat, 2003).

b. Topologi Star

Pada topologi Star, masing-masing workstation ataupun server dihubungkan secara langsung ke konsentrator. Keunggulan dari topologi tipe star ini adalah bahwa dengan adanya kabel tersendiri untuk setiap workstation ke server, maka bandwidth atau lebar jalur komunikasi dalam kabel akan semakin lebar sehingga akan meningkatkan unjuk kerja jaringan secara keseluruhan. Bila terdapat gangguan di suatu jalur kabel maka gangguan hanya akan terjadi dalam komunikasi antara workstation yang bersangkutan dengan server, jaringan secara keseluruhan tidak mengalami gangguan. Kelemahan dari topologi Star adalah kebutuhan kabel yang lebih besar dibandingkan dengan topologi lainnya (Arifin, 2006).

c. Topologi Ring

Bentuk dasar dari topologi Ring semua workstation dan server dihubungkan sehingga terbentuk suatu pola lingkaran atau ring. Tiap workstation ataupun server akan menerima dan melewatkan informasi dari satu komputer ke komputer lain, bila alamat-alamat yang dimaksud sesuai maka informasi diterima dan bila tidak informasi akan dilewatkan (Purbo, 2006).

Kelemahan dari topologi ini adalah setiap node dalam jaringan akan selalu ikut serta mengelola informasi yang dilewatkan dalam jaringan, sehingga bila terdapat gangguan di suatu node, seluruh jaringan akan terganggu. Keunggulan topologi Ring adalah tidak terjadinya collision atau tabrakan pengiriman data seperti pada topologi Bus, karena hanya satu node dapat mengirimkan data pada suatu saat.

2.3 Protokol Jaringan Komputer

2.3.1 Model Referensi *Open Systems Interconnection (OSI)*

Model Referensi *OSI* merupakan salah satu aturan standar yang dikeluarkan

oleh badan pembuat aturan dan standar untuk komunikasi komputer bernama International Standard Organization (*ISO*). Pada awalnya model *OSI* menjadi standar terakhir untuk komunikasi data, tetapi protokol *TCP/IP* yang sekarang ini menjadi arsitektur model lapisan dari protokol internet yang sangat dominan bahkan terus menerus diuji, dikembangkan dan diperluas standarnya. *OSI* merupakan himpunan protokol yang memungkinkan terhubungnya dua sistem yang berbeda yang berasal dari perangkat keras jaringan komputer yang berbeda pula. Jadi tujuan *OSI* ini adalah untuk memfasilitasi bagaimana suatu komunikasi dapat terjalin dari sistem yang berbeda tanpa memerlukan perubahan yang signifikan pada perangkat keras dan perangkat lunak. Model *OSI* disusun atas 7 lapisan (Thomas, 2004), yaitu:

1) Physical Layer (Lapisan Fisik)

Lapisan Fisik merupakan lapisan atau level yang paling rendah dari model *OSI* yang berhubungan dengan media fisik atau peralatan fisik sebagai prosedur standar dalam jaringan komunikasi data. Jadi di sini berisi perangkat keras yang digunakan dalam koneksi antara komputer dengan network. Termasuk di dalamnya adalah kabel, karakteristik tegangan listrik dan arus listrik.

2) Data Link Layer (Lapisan Data Link)

Lapisan ini melayani transmisi pada lapisan fisik dan bertanggung jawab akan data yang dikirim dari host ke network. Lapisan data link ini menjamin agar data yang dikirimkan sampai ke tujuan dalam keadaan baik. Karena di layer ini protocol harus mampu mendeteksi kesalahan pada pengiriman data. Sehingga pengiriman data yang unreliable harus tertera serta informasi akan suksesnya pengiriman data juga harus terdapat pada layer ini.

3) Network Layer (Lapisan Jaringan)

Lapisan Network bertanggung jawab membuat paket data yang dikirimkan dan data akan diberi informasi mengenai address dan routing tujuan. Serta melakukan pengontrolan aliran data pada komputer ke interface jaringan. Pada lapisan Network ini

juga harus dapat menangani cara-cara pengalamatan oleh sebuah jaringan yang beda serta mengatur paket-paket data yang memiliki ukuran yang berbeda. Selain itu layer ini juga harus merespon akan network congestion problems.

4) *Transport Layer* (Lapisan Pengiriman)

Fungsi dasar dari lapisan transport adalah menerima data dari lapisan session, memisahkan menjadi bagian atau unit yang kecil dan meneruskan ke lapisan jaringan dan menjamin unit-unit data tersebut sampai dengan benar dan tentu saja data itu tidak rusak. Lapisan transport juga menentukan bentuk layanan apa yang disediakan lapisan session.

5) *Session Layer* (Lapisan Sesi)

Lapisan session menyediakan fasilitas pada user untuk melakukan percakapan atau dialog dari satu komputer ke komputer yang lainnya.

6) *Presentation Layer* (Lapisan Presentasi)

Lapisan presentasi adalah lapisan keenam dari bawah dalam [model referensi jaringan terbuka OSI](#). Pada lapisan ini terjadi pembuatan [struktur data](#) yang didapatnya dari [lapisan aplikasi](#) ke sebuah format yang dapat ditransmisikan melalui [jaringan](#). Lapisan ini juga bertanggungjawab untuk melakukan [enkripsi data](#), [kompresi data](#), konversi [set karakter](#) ([ASCII](#), [Unicode](#), [EBCDIC](#), atau set karakter lainnya), interpretasi perintah-perintah grafis, dan beberapa lainnya. Dalam arsitektur [TCP/IP](#) yang menggunakan [model Defense Advanced Research Project Agency \(DARPA\)](#), tidak terdapat protokol lapisan ini secara khusus.

7) *Application Layer* (Lapisan Aplikasi)

Lapisan Aplikasi adalah lapisan tertinggi pada model referensi OSI, biasanya berupa program atau aplikasi pada tingkatan layanan informasi. Sebagai tambahan untuk transfer informasi, lapisan aplikasi menyediakan layanan-layanan seperti:

- a. Mengidentifikasi partner komunikasi dengan alamat atau nama.
- b. Membangun otoritas untuk komunikasi.
- c. Penanganan perbaikan kesalahan.

d. Mengidentifikasi dalam penekanan syntax data.

2.3.2 *Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP)*

Transmission Control Protocol/ Internet Protocol (*TCP/IP*) adalah sekumpulan protokol yang didesain untuk melakukan fungsi-fungsi komunikasi data seperti pada *LAN* dan *WAN*. *TCP/IP* terdiri atas sekumpulan protokol yang masing-masing bertanggung jawab atas bagian-bagian tertentu dari komunikasi data.

Dalam *TCP/IP*, terjadi penyampaian data dari protokol yang berada di satu layer dengan protokol yang berada di layer yang lain. Setiap protokol memperlakukan semua informasi yang diterimanya dari protokol lain sebagai data. Jika suatu protokol menerima data dari protokol lain di layer atasnya, maka akan menambahkan informasi tambahan miliknya ke data tersebut. Informasi ini memiliki fungsi yang sesuai dengan fungsi dari protokol tersebut. Setelah itu, data ini diteruskan lagi ke protokol pada layer di bawahnya. Hal yang lain juga terjadi jika suatu protokol menerima data dari protokol lain yang berada pada layer di bawahnya. Jika data ini dianggap valid, protokol akan melepas informasi tambahan tersebut, untuk kemudian meneruskan data itu ke protokol lain yang berada pada layer di atasnya (Stalling, 2002).

TCP/IP terdiri dari 4 lapisan (layer) yang berupa sekumpulan protokol yang bertingkat. Keempat lapis 1 layer tersebut adalah :

1) Network Interface Layer

Network Interface Layer bertanggung jawab untuk mengirim dan menerima data dari media fisik yang dapat berupa kabel, serat optik atau gelombang radio. Karena tugasnya ini, protokol pada layer ini harus mampu menerjemahkan sinyal listrik menjadi data digital yang dimengerti komputer, yang berasal dari peralatan lain yang sejenis, misalnya Ethernet, SLIP, PPP, repeater, bridge, router, hub.

2) Internet Layer

Internet Layer bertanggung jawab dalam proses pengiriman ke alamat yang tepat.

3) Transport Layer

Transport Layer berisikan protokol-protokol yang bertanggung jawab dalam mengadakan komunikasi antar dua host atau komputer. Kedua protokol tersebut adalah Transmission Control Protocol (*TCP*) dan User Datagram Protocol (*UDP*).

4) Application Layer

Application Layer merupakan tempat aplikasi-aplikasi yang menggunakan TCP/IP stack berada, contohnya antara lain Simple Mail Transfer Protocol (*SMTP*) adalah suatu protokol aplikasi yang merupakan sistem pengiriman message/pesan atau email, HyperText Transfer Protocol (*HTTP*) adalah suatu protokol digunakan untuk transfer halaman web dan File Transfer Protocol (*FTP*) adalah layanan untuk melakukan upload dan download file (Arifin, 2006).

2.4 Internet Protocol (IP)

Internet Protocol didesain untuk menghubungkan komunikasi komputer pada jaringan packet-switched. IP menyediakan pengiriman data yang bersifat *connectionless* dan *best-effort*. *Connectionless* berarti tidak ada pembentukan hubungan antara satu titik dengan titik lain sebelum proses pengiriman data. *Best-effort* berarti sedapat mungkin IP akan mengirimkan data ke tujuan, tetapi IP tidak menjamin data akan benar-benar sampai ke tujuan (Wijaya, 2002).

2.4.1 IP Address

IP address merupakan pemberian identitas yang universal bagi setiap interface komputer lain. IP address berfungsi sebagai penunjuk alamat interface pada sebuah komputer dan juga untuk menentukan suatu rute jaringan yang dilalui oleh sebuah pengiriman data.

2.4.2 Format **IP Address**

Pada *Internet Protocol version 4 (IPv4)* IP Address terdiri dari sekelompok bilangan biner 32 bit yang dipisahkan oleh tanda pemisah berupa tanda titik (.) setiap 8 bitnya. Tiap 8 bit disebut sebagai octet. Bentuk IP address adalah sebagai berikut:
xxxxxxxx.xxxxxxxxxx.xxxxxxxxxx.xxxxxxxxxx

setiap simbol “x” dapat digantikan oleh angka 0 dan 1, misalnya sebagai berikut:

11000000	10101000	00001010	00000001
192	168	10	1

2.4.3 Pembagian Kelas IP

Pembagian kelas-kelas IP address didasarkan pada dua hal antara lain:

- Network *ID*, merupakan bagian dari *IP* address yang digunakan untuk menunjukkan jaringan tempat komputer ini berada.
- Host *ID*, adalah bagian dari *IP* address yang digunakan untuk menunjukkan workstation, server router, dan semua host *TCP/IP* lainnya dalam jaringan tersebut. Dalam satu jaringan, host *ID* ini tidak boleh ada yang sama.
- Pengalamatan *IP* diorganisasikan ke dalam kelas-kelas dengan pemeriksaan octet pertama sebagai berikut :

Kelas A

Format	: 0nnnnnnn.hhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh
Bit pertama	: 0
Network <i>ID</i>	: 8 bit host <i>ID</i>
24 bit Byte pertama	: 0 – 127
Jumlah jaringan	: 126 kelas
Range IP	: 1.xxx.xxx.xxx sampai 126.xxx.xxx.xxx
Jumlah IP	: 16.777.214 Host

Kelas B

Format	: 10nnnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh
--------	--

Dua bit pertama	: 10
Network ID	: 16 bit
Host ID	: 16 bit
Byte pertama	: 128 – 191
Jumlah jaringan	: 16.384 Kelas B
Range IP	: 128.0.xxx.xxx sampai 191.255.xxx.xxx
Jumlah IP	: 62.532 Host
Kelas C	
Format	: 110nnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.hhhhhhhh
Tiga bit pertama	: 110
Network ID	: 24 bit
Host ID	: 8 bit
Byte pertama	: 192 – 233
Jumlah jaringan	: 2.097.152 Kelas C
Range IP	: 192.0.0.xxx sampai 223.255.255.xxx
Jumlah IP	: 254 Host

2.5 VoIP

Voice over Internet Protocol (VoIP) merupakan nama lain dari internet *telephony*. *Hardware* dan *software* yang memungkinkan pengguna internet untuk media transmisi panggilan telepon. Kualitas Internet *telephony* ini belum sebaik kualitas koneksi telepon langsung. *VoIP* adalah teknologi yang mampu melewatkan data suara, video dan data yang berbentuk paket melalui jaringan *IP* (Purbo, 2001).

2.5.1 Kelebihan VoIP

Dengan bertelepon menggunakan *VoIP*, banyak keuntungan yang dapat diambil. di antaranya adalah dari segi biaya, jelas lebih murah dari tarif telepon tradisional, karena jaringan *IP* bersifat global sehingga untuk hubungan internasional dapat ditekan hingga 70%. Selain itu, biaya *maintenance* dapat ditekan karena *voice* dan data *network* terpisah, sehingga *IP Phone* dapat ditambah, dipindah dan diubah. Hal ini karena *VoIP* dapat dipasang di sembarang ethernet dan *IP address*, tidak seperti telepon tradisional yang harus mempunyai *port* tersendiri di *Sentral* atau *PBX* (Purbo, 2001).

2.5.2 Kekurangan VoIP

Kualitas suara tergantung pada server VoIP yang digunakan, Bandwidth atau kecepatan akses internetnya, masalah-masalah yang membuat VoIP menghasilkan suara yang tidak bagus adalah:

1) *Delay*

Delay adalah *interval* waktu saat suara mulai dikirimkan oleh pemanggil menuju penerima panggilan yang disebabkan salah satunya oleh konversi suara analog menjadi data-data digital.

2) *Jitter*

Jitter adalah variasi yang ditimbulkan oleh *delay*, terjadi karena adanya perubahan terhadap karakteristik dari suatu sinyal sehingga menyebabkan terjadinya masalah terhadap data yang dibawa oleh sinyal tersebut.

3) *Packet Loss*

Packet loss adalah hilangnya paket data yang sedang dikirimkan disebabkan karena *Jitter* atau karena adanya permasalahan di perangkat-perangkat jaringan seperti router atau jalur komunikasi yang terlalu padat penggunaanya.

2.5.3 Bagaimana VoIP Bekerja

Hal yang menarik tentang VoIP adalah banyaknya cara untuk melakukan panggilan. Saat ini ada 3 jenis metode yg berbeda yang paling sering digunakan untuk melakukan layanan VoIP (Purbo, 2001), yaitu :

1) *Analog Telephone Adaptor (ATA)*

Dengan menggunakan suatu alat yang disebut ATA, memungkinkan untuk menghubungkan pesawat telepon biasa ke komputer atau disambungkan ke internet untuk dipakai VoIP. ATA adalah alat pengubah sinyal dari analog menjadi digital. Cara kerjanya adalah mengubah sinyal analog dari telepon dan mengubahnya menjadi data digital untuk ditransmisikan melalui internet. Provider seperti VONAGE dan AT&T Callvantage membuat alat ATA dan memberikannya secara gratis kepada pelanggannya sebagai bagian dari service. Mereka tinggal membuka ATA, memasang kabel telepon ke alat, dan VoIP sudah bisa digunakan. Beberapa jenis ATA dipaket dan dibundel beserta software tambahan yang harus diinstallkan pada komputer untuk melakukan konfigurasi ATA.

2) *IP Phones*

Pesawat telepon khusus ini kelihatannya sama dengan telepon biasa. Tapi selain mempunyai konektor RJ-11 standar, IP Phones juga mempunyai konektor RJ-45. IP Phones menghubungkan langsung dari telepon ke router, dan didalam IP Phones sudah ada semua perangkat keras maupun lunak yang sudah terpasang didalamnya yang menunjang melakukan pemanggilan IP.

3) *Computer-to-Computer*

Cara ini jelas merupakan cara paling mudah untuk melakukan panggilan VoIP. Yang harus di sediakan hanya program (software), mikrofon, speaker, soundcard dan koneksi internet, lebih diutamakan koneksi internet yang relatif cepat seperti koneksi Kabel atau DSL.

2.5.4 Protocol untuk VoIP

Secara umum, ada dua teknologi yang digunakan untuk VoIP, yaitu H.323 dan SIP. H.323 merupakan teknologi dikembangkan oleh International Telecommunication Union (ITU). Session Initiation Protocol (SIP) merupakan teknologi dikembangkan Internet Engineering Task Force (IETF) (Tharom, 2001).

1) H.323

H.323 adalah salah satu dari rekomendasi International Telecommunications Union - Telecommunications (ITU-T). H.323 merupakan standar yang menentukan komponen, protokol, dan prosedur yang menyediakan layanan komunikasi multimedia. Layanan tersebut adalah komunikasi audio, video, dan data real-time, melalui jaringan berbasis paket (*packet-based network*). H.323 berjalan pada jaringan intranet dan jaringan packet-switched tanpa mengatur media jaringan yang digunakan sebagai sarana transportasi.

Standar H.323 mengatur hal-hal sebagai berikut :

- a. Video Codec (H.261 dan H.263). Video Codec bertugas mengkodekan data dari sumber video untuk dikirimkan dan mendekodekan sinyal kode yang diterima untuk ditampilkan di layar penerima.
- b. Audio Codec (G.711, G.722, G.723, G.728 dan G.729). Audio codec bertugas mengkodekan data dari sumber suara untuk dikirimkan dan mendekodekan sinyal kode yang diterima untuk didengarkan oleh penerima.
- c. Data channel mendukung aplikasi-aplikasi seperti electronic whiteboard, dan kolaborasi aplikasi. Standar untuk aplikasi-aplikasi seperti ini adalah standar T.120 Aplikasi dan protokol yang berbeda tetap dapat dijalankan dengan negosiasi menggunakan standar H.245
- d. System control unit (H.245 dan H.225.0) menyediakan signalling yang berkaitan dengan komunikasi antar terminal H.323.
- e. H.225.0 layer memformat data video, suara, data, dan informasi kontrol lain sehingga dapat dikirimkan melalui Interface sekaligus menerima data yang telah diformat melalui Interface. Sebagai tambahan, layer ini juga bertugas melakukan

error detection, error correction , dan frame sequencing agar data dapat mencapai tujuan sesuai dengan kondisi saat data dikirimkan. interface harus menyediakan koneksi yang handal. Untuk flow control dan unreliable data channel connection (misal: UDP) dapat digunakan untuk pengiriman audio dan video channel.

2) *Session Initiation Protocol (SIP)*

SIP adalah suatu signalling protocol pada layer aplikasi yang berfungsi untuk membangun, memodifikasi, dan mengakhiri suatu sesi multimedia yang melibatkan satu atau beberapa pengguna. Sesi multimedia adalah pertukaran data antar pengguna yang bisa meliputi suara, video, dan teks.

SIP tidak menyediakan layanan secara langsung, tetapi menyediakan pondasi yang dapat digunakan oleh protokol aplikasi lainnya untuk memberikan layanan yang lebih lengkap bagi pengguna, misalnya dengan Real Time Transport Protocol (*RTP*) untuk transfer data secara real-time, dengan Session Description Protocol (*SDP*) untuk mendeskripsikan sesi multimedia, dengan Media Gateway Control Protocol (*MGACO*) untuk komunikasi dengan Public Switch Telephone Network (*PSTN*). Meskipun demikian, fungsi dan operasi dasar *SIP* tidak tergantung pada protokol tersebut. *SIP* juga tidak tergantung pada protokol layer transport yang digunakan. Pembangunan suatu komunikasi multimedia dengan *SIP* dilakukan melalui beberapa tahap:

- a. User Location adalah menentukan lokasi pengguna yang akan berkomunikasi.
- b. User Availability adalah menentukan tingkat keinginan pihak yang dipanggil untuk terlibat dalam komunikasi.
- c. User Capability adalah menentukan media maupun parameter yang berhubungan dengan media yang digunakan untuk komunikasi.
- d. Session Setup adalah pembentukan hubungan antara pihak pemanggil dengan pihak yang dipanggil.
- e. Session management yaitu meliputi transfer, modifikasi, dan pemutusan sesi. Secara garis besar *SIP* merupakan protokol yang digunakan dalam untuk membangun, memodifikasi, dan mengakhiri suatu sesi. Penggunaan protokol codec video, audio dan Real-time Protocol dengan H.323 tetap sama, hanya berbeda dalam sesi

signalling sambungan VoIP.

2.6 Linux

Linux adalah sebuah sistem operasi komputer bertipe Unix. *Linux* merupakan salah satu contoh perangkat lunak bebas dan open source karena sebagian besar kode sumbernya (source code) secara bebas dimodifikasi digunakan dan didistribusikan kembali oleh semua orang. Penggunaan nama "Linux" berasal dari nama kernelnya (kernel *Linux*), yang dibuat tahun 1991 oleh Linus Torvalds. Sistemnya, peralatan sistem dan pustakanya umumnya berasal dari sistem operasi General Public License (*GNU*), yang diumumkan tahun 1983 oleh Richard Stallman. Kontribusi *GNU* adalah dasar dari munculnya nama alternatif GNU/Linux (<http://id.wikipedia.org/wiki/Linux>). Istilah *Linux* atau *GNU/Linux* digunakan sebagai rujukan kepada keseluruhan distro Linux (Linux distribution), yang di dalamnya disertakan program-program lain pendukung sistem operasi. Contoh program tersebut adalah server web, bahasa pemrograman, basisdata, tampilan layar (Desktop Environment), dan aplikasi perkantoran (office suite) seperti. Distro Linux mengalami pertumbuhan yang pesat dari segi popularitas, sehingga lebih populer dari versi *UNIX* yang menggunakan sistem lisensi dan berbayar (*proprietary*) (Aji,2004).

2.6.1 Kelebihan *Linux*

Di sini akan dijelaskan beberapa kelebihan dari sistem operasi *Linux/UNIX* sebagai server:

- 1) Dapat berjalan pada spesifikasi *Hardware* yang minimal.
- 2) *Multi User*, *Linux* dapat digunakan oleh satu atau lebih orang untuk menggunakan program yang sama atau berbeda dalam suatu mesin yang sama pada saat bersamaan, di terminal yang sama atau berbeda.
- 3) *Multiconsole*, Dalam satu komputer, pengguna dapat melakukan login dengan nama user yang sama atau berbeda lebih dari satu kali, tanpa perlu menutup sesi sebelumnya. *Multiconsole* dapat dilakukan pada *Linux* karena *Linux* merupakan *Non-Dedicated Server*.

- 4) Linux yang dikhususkan untuk server menggunakan perintah *Command Line Interface (CLI)*, sehingga tidak memakan *resource* yang besar untuk menjalankan perintah, dikarenakan pada *server resource* merupakan salah satu aspek yang penting.

2.6.2 Briker

Briker adalah distro *VoIP* Phone System rakitan lokal berbasis sistem open source paling populer saat ini di kalangan rakyat Indonesia, *Briker* hasil kompilasi paket-paket *Open Source* terbaik yang disertakan di dalam sistem operasi tersebut. Sebelumnya kebanyakan user yang ingin mengimplementasikan teknologi *VoIP* harus dengan usaha yang besar dikarenakan harus menjadi seorang programmer untuk menghadapi user interface yang tidak friendly, maka dari itu untuk mengatasi masalah seperti itu diluncurkannya Briker dengan penggunaan yang sangat mudah karena menu utama yang berbasiskan web untuk menkonfigurasi dan mengatur sistem, serta paket-paket untuk *VoIP* Server dijadikan dalam satu bundle dengan operating system Ubuntu sehingga menjadi sistem Briker (Raharja, 2009).

Distribusi *Linux* yang di dalamnya terdapat aplikasi *server* yang memungkinkan pengguna mengimplementasikan layanan *VoIP*, membangun sentral telepon sendiri, penggunaan *Briker* per *server* disarankan untuk organisasi, institusi dan perusahaan dengan jumlah *extension* maksimal 300 dan perkiraan jumlah percakapan simultan maksimal 120. Fitur-fitur dalam Briker bisa dikatakan setara dengan *PABX* yang ada di pasaran. *IVR*, *ring group*, *call forward*, *follow me*, *ACD*, *trunking* dan *billing* adalah fitur-fitur yang biasanya di peroleh dengan membeli *PABX* yang harganya relatif sangat mahal.

2.6.3 Sejarah Briker

Briker *Operating System* yang dikembangkan oleh Anton raharja dan Asoka Wardhana pada pertengahan tahun 2008 dengan tujuan untuk membuat para pengguna komputer biasa dapat menggunakan secara maksimal *Briker IPPBX Manager*, *FreePBX*, dan *Asterisk PBX* system tanpa dibutuhkannya pengajar atau pengetahuan lebih mengenai *VoIP*. Lisensi *Briker IPPBX* manager adalah lisensi *GPL* Versi 3.

2.6.4 Komponen Briker

Pada sistem operasi Briker semua *packet* yang digunakan merupakan open source license yang dapat dikembangkan dan ditambahkan secara bebas, komponen utama dalam sistem operasi Briker, yaitu:

1) Ubuntu

Disponsori oleh [Canonical](#), Proyek *Ubuntu* mencoba bekerja sama dengan *Debian* dalam menanggapi persoalan yang tetap membuat banyak orang menggunakan *Debian*. *Ubuntu* menyediakan sistem yang berdasarkan *Debian* dengan frekuensi waktu rilis yang teratur, ketersediaan dukungan pengguna korporat, dan tampilan *desktop* yang lebih dipertimbangkan. *Ubuntu* memfasilitasi penggunaanya dengan cara penyebaran yang digunakan oleh *Debian* dengan memberikan perbaikan keamanan, mengeluarkan perbaikan *bug* kritis, tampilan *desktop* yang konsisten, dan rilis yang berisi aplikasi terbaru dari dunia *open source* dalam enam bulan terakhir.

2) Asterisk

Asterisk adalah telephony toolkit open source yang memungkinkan pengembang untuk membuat beberapa macam aplikasi sebagai interface pada *VoIP*, dimana sebagian besar aplikasi menyerupai Private Branch Exchaneg or Sentral (PBX) yang bisa digunakan sebagai Interface Voice Response (IVR), teleconference, dan juga sebagai voice mail system. Oleh karena itu semua fungsi tersebut disatukan dalam satu server dengan software yang dinamakan Asterisk.

3) Free Private Branch Exchange (PBX)

Free PBX adalah aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengontrolan terhadap jaringan *IP* telepon *private* dengan konfigurasi web base, sehingga untuk melakukan konfigurasi terhadap asterisk tidak diperlukan kemampuan *programing* karena user interface yang mudah dikonfigurasi.

4) Flash Operator Panel (FOP)

Flash Operator Panel adalah aplikasi yang digunakan untuk melihat status dari semua extensions dan line telepon secara real time.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Perancangan ini dilakukan dalam waktu lima bulan terhitung mulai dari bulan agustus 2013 sampai januari 2014 yang bertempat di PT. Jasa Raharja.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk membangun sistem VoIP adalah sebagai berikut:

1) Hardware Server

- a. *Processor Intel Pentium 4 2,4 Ghz*
- b. *Memory 1 Gb*
- c. 1 unit *Lan Card TP-Link speed 100 Mb*

2) Software

Sistem operasi yang digunakan adalah OS *Briker* yang merupakan kompilasi ulang antara OS *Ubuntu 8,04* dengan aplikasi *Asterisk*.

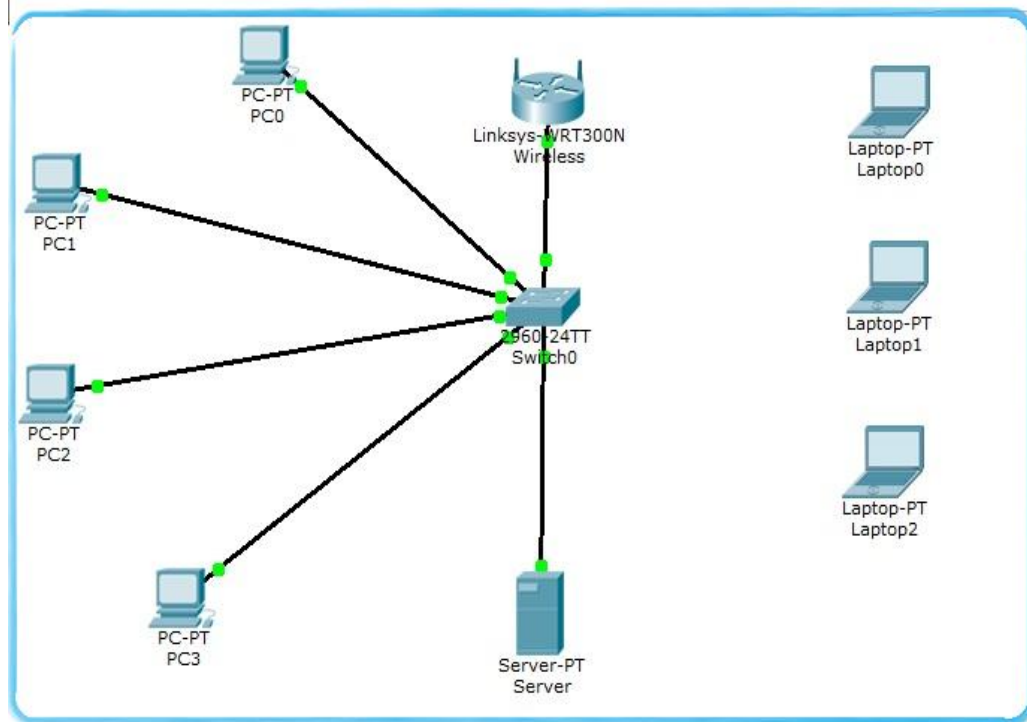
3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Desain Sistem

Rancang bangun sistem *VoIP* ini merupakan transportasi suatu pelewatan suara melalui jaringan komputer. Skenario *VoIP* ini terdiri dari dua komponen utama yang saling berhubungan, yaitu *VoIP* server dan *VoIP* Client. *VoIP* server merupakan pusat penanganan proses, registrasi dan panggilan *VoIP* client. *VoIP* server ini terdapat empat buah client SIP dengan menggunakan Personal Computer (PC) konvensional yang telah terinstall softphone. *VoIP* client di sini adalah PC konvensional yang telah ditambahkan softphone agar mampu melakukan registrasi ke SIP server agar dapat

melakukan panggilan terhadap *VoIP* client yang lainnya yang telah teregister ke SIP server.

3.3.2 Topologi Jaringan

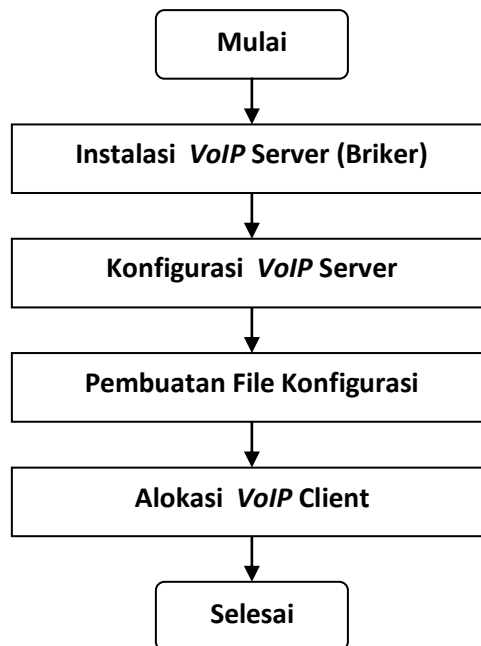


Gambar 3.1 Rancang Bangun *VoIP*

Pada Gambar 3.1 menunjukkan bagaimana *VoIP* topologi di atas bekerja. Satu unit *PC*, *Laptop* dan *IP Phone* yang sudah terinstall softphone menjadi *VoIP* client dan saling terhubung ke dalam jaringan lokal membentuk sebuah komunikasi *VoIP* yang dihubungkan oleh switch dengan sebuah server Briker.

3.3.3 Perancangan Pada Sisi Server

VoIP server menggunakan sistem operasi linux server. Penggunaan Linux di sini menggunakan distributor (*distro*) *Briker* yang khusus digunakan untuk menangani *VoIP*. Jenis distro ini dipilih dikarenakan atas kesetabilan dan kehandalan dari *Briker* yang merupakan distro turunan dari *Ubuntu*. Proses perancangan pada sisi server ada beberapa tahap. Tahap-tahap perancangan pada sisi server bisa dilihat pada Gambar 3.2.

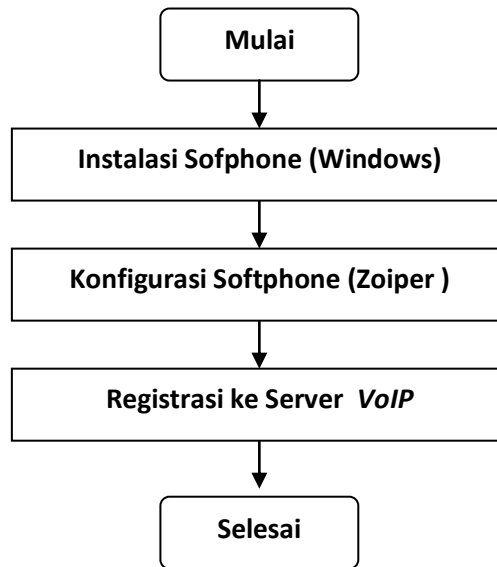


Gambar 3.2 *Flow Chart* Perancangan pada Sisi Server

Proses pertama dalam perancangan server adalah instalasi *VoIP* server menggunakan *Operating System* Briker version 1.0.4 pada server yang dikhususkan untuk *VoIP* server. Proses kedua konfigurasi *VoIP* server agar dapat di-maintenance melalui media *web base*. Proses ketiga pembuatan file konfigurasi *VoIP* berupa *account client*. Proses keempat manajemen pengelokasian *account* supaya mudah dipantau secara berskala.

3.3.4 Perancangan pada Sisi Client

Perancangan pada sisi client dengan menyiapkan PC agar mampu melakukan dan menerima panggilan. Tahap-tahap perancangan ini dapat dilakukan dengan instalasi softphone, kemudian mengaktifkan softphone untuk melakukan registrasi ke server *VoIP*. Softphone yang dapat digunakan adalah X-Lite, Zoiper, Ekiga serta Wengophone. Diagram Alir pada sisi client dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Flow Chart* Perancangan pada Sisi *Client*

3.3.5 Instalasi Sistem Operasi dan Aplikasi

Dalam pembuatan sistem jaringan *IP telephony* atau *VoIP* akan dilakukan prosedur instalasi OS dan aplikasi. Pada bab III ini akan dijelaskan beberapa tahap yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut.

- 1) Konfigurasi pada sisi server. Meliputi Instalasi Sistem Operasi *Briker*.
- 2) Konfigurasi pada sisi *client*. Meliputi Instalasi aplikasi *softphone*.

Proses instalasi dan konfigurasi di atas akan dibahas dan di jelaskan pada bab IV.

3.3.6 Konfigurasi

Tahap-tahap konfigurasi pada sistem operasi *Briker* supaya dapat bekerja dengan baik, meliputi :

- a.) Konfigurasi *Administration*
- b.) Konfigurasi *Inbound Routes*
- c.) Konfigurasi *SIP Account*
- d.) *Management User*

Proses instalasi dan konfigurasi di atas akan dibahas dan dijelaskan pada bab IV.

3.3.7 Pengujian Konektivitas Jaringan VoIP

Pengujian koneksi adalah melakukan percobaan konektivitas dalam jaringan komputer agar dapat berjalan dengan baik, dengan cara mengirimkan paket menuju komputer lain kemudian dikirimkan kembali dalam jangka waktu yang telah ditentukan oleh komputer.

Mekanisme pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Semua komputer baik dari *client* atau *server* melakukan pengujian terhadap *interface network* dapat melewati paket *TCP/IP* berjalan dengan baik dengan menjalankan perintah di *command prompt* 'ping 127.0.0.1'.
- b. Pengujian dari sisi *client* menjalankan perintah *ping* menuju *client* yang lain serta menuju *server* VoIP.
- c. Pengujian dari sisi *server* dengan menjalankan perintah *ping* menuju ke semua *client*.

3.3.8 Pengamatan Kerja VoIP

Pengamatan kerja VoIP, sebelum proses *dial* *user agent* harus terlebih dahulu register ke server VoIP yang mana *register* dapat menambahkan fungsi otentikasi user untuk memvalidasi *account* sehingga terdaftar di *database user* berupa *IP* dan *port*, user yang terdaftar dapat dihubungi oleh komponen *SIP* lainnya, komponen yang menerima *request message register* berfungsi sebagai *Location Server* juga. Setelah user *register* barulah dapat saling *dial*. Proses *dial* itu sendiri diawali dengan mengundang (*Invite*) *user agent* lain untuk bergabung dalam sesi komunikasi agar dapat saling konfirmasi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur operasi dan pengujian dilakukan dalam pembuatan sistem jaringan *IP telephony* atau *VoIP* yang mengacu pada desain perancangan di BAB III. Pada BAB IV ini akan dijelaskan beberapa tahap yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Konfigurasi pada sisi server. Meliputi :

a. Instalasi

b. Konfigurasi *Administration*

2. Konfigurasi pada sisi *client*

3. Pengujian pada sisi *server*

4. Pengujian pada sisi *client*

5. Pengujian sistem

Implementasi dan prosedur operasi pada jaringan *IP telephony* atau *VoIP* sistem akan dilakukan sesuai dengan langkah-langkah di atas. Pada pengujian sistem akan dilakukan beberapa pengujian agar sistem bisa diketahui dapat berjalan dengan normal.

4.1 Konfigurasi pada Sisi *Server*

4.1.1 Instalasi

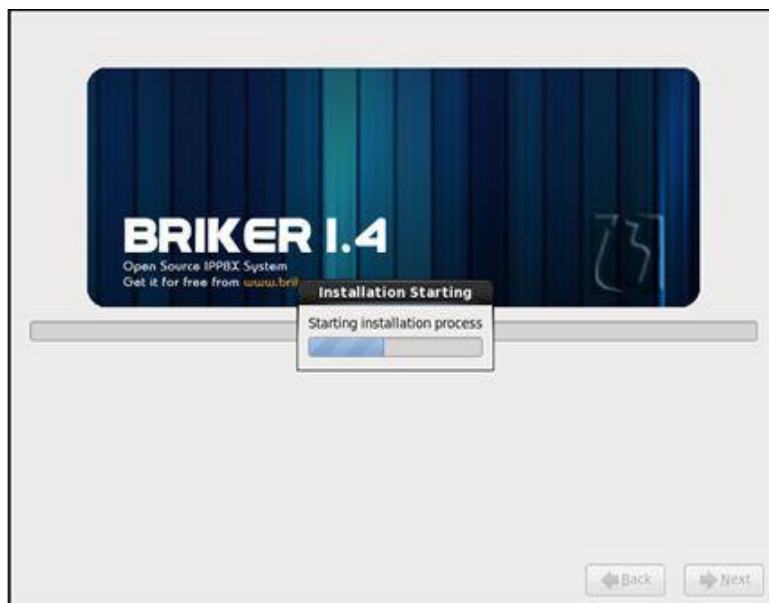
Konfigurasi *BIOS* agar melakukan *booting* pertama kali dari *CDROM*, kemudian *CD Briker IPPBX* dimasukan ke *CDROM*.

a) Instalasi *Briker* versi 1.0.4

Install Briker IPPBX ke *harddisk*, ketik *install* lalu tekan *enter*. Seperti Gambar 4.1 di bawah ini



Gambar 4.1 Tampilan Awal Instalasi *Briker 1.0.4*



Gambar 4.2 Proses Instalasi *Briker*

Dalam gambar di atas ada beberapa opsi lain yang tersedia, contohnya jika ada keperluan untuk memperbaiki sistem, maka ketik *rescue* lalu tekan *enter*. Instalasi *Briker IPPBX* relatif mudah, setelah proses instalasi selesai, sistem akan membuat *password* default untuk *console login* dan *web login*, serta mengkonfigurasi alamat *IP* default.

Default console login (SSH port 22):

Username : support

Password : Briker

Default web login (HTTP port 80):

Username : administrator

Password : Briker

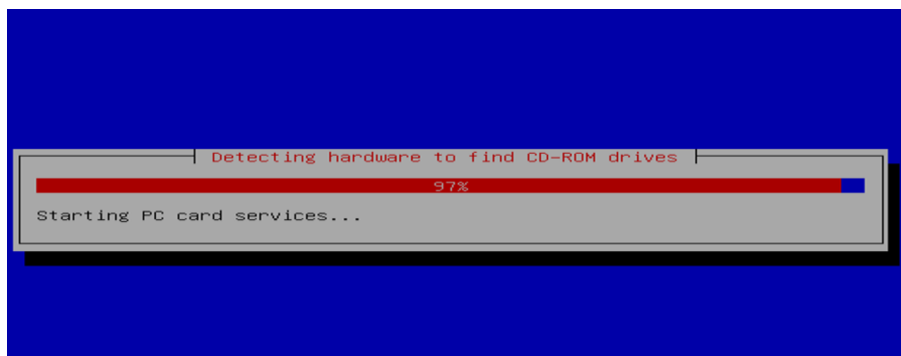
Alamat IP default:

IP address : 10.10.10.34

Subnet mask : 255.255.255.0

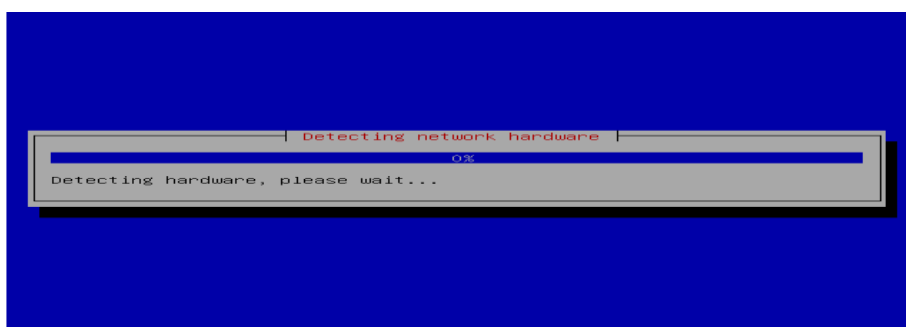
b) Proses Instalasi

Briker otomatis memeriksa hardware yang terpasang dengan pertama kali memeriksa CDROM. Seperti Gambar 4.3 di bawah ini:



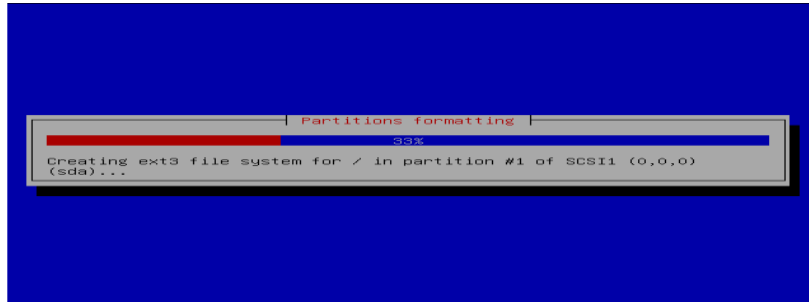
Gambar 4.3 Pengecekan Hardware

Briker otomatis memeriksa perangkat keras jaringan, lalu mengkonfigurasi alamat IP secara otomatis seperti Gambar 4.4 di bawah ini:



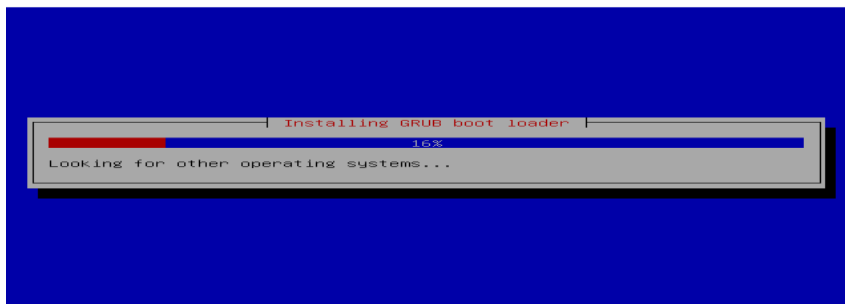
Gambar 4.4 Pengecekan Network Secara Otomatis

Briker otomatis menghapus (format) hardisk dan menggunakan semua isi hardisk seperti Gambar 4.5 di bawah ini:



Gambar 4.5 Proses Format Hardisk

Terakhir, *Briker* akan install *GRUB boot loader* seperti Gambar 4.6 di bawah ini:



Gambar 4.6 Instalasi Boot Loader

Instalasi sistem selesai, *CD Briker* akan otomatis keluar dari *CDROM* dan komputer akan *restart*.

c) Console login

Setelah instalasi selesai, dapat memulai melakukan konfigurasi dari *console* seperti mengganti alamat *IP*, konfigurasi tanggal dan jam dan lainnya.

```
Briker 1.4 "Komodo Dragon" (1400111200001) ippbx.briker.lan tty1
ippbx login: _
```

Gambar 4.7 Tampilan Login Briker

Jangan lupa untuk mengganti password default *console login* anda dengan cara menjalankan perintah sebagai berikut:

```
#passwd
```

d) Alamat IP

Alamat *IP default Briker* adalah 10.10.10.34, pada banyak kondisi sudah dipastikan perlu merubahnya, misal untuk menyesuaikan dengan topologi jaringan dan pengalamatan *IP* yang ada. Berikut adalah langkah-langkah untuk mengganti alamat IP dan informasi lainnya berkenaan dengan *network address* :

Edit file `/etc/network/interfaces`.

```
# nano /etc/network/interfaces
```

Perintah *nano* di atas adalah perintah *editor* untuk mengedit sebuah *file* , ada beberapa contoh perintah *editor* seperti *vi*,*vim*,*mcedit* dan *gedit*.

```
# This file describes the network interfaces available on your system
and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.2.2
    netmask 255.255.255.0
    network 192.168.2.0
    broadcast 192.168.2.255
    gateway 192.168.2.1
    # dns-* options are implemented by the resolvconf package, if installed
    dns-search ubuntu.nad.go.id
```

Gambar 4.7 Tampilan *Editor Nano Setting Network*

Gambar 4.7 di atas menunjukkan alamat *IP* adalah 10.10.10.34 Lakukan perubahan bila diperlukan dan simpan konfigurasi dengan cara menekan tombol Ctr+O lalu keluar dari *editor* dengan menekan tombol Ctr+X.

Restart layanan *networking* untuk mengaktifkan konfigurasi.

```
# /etc/init.d/networking restart
```

4.1.2 Konfigurasi *Administration*

a) **Web Login**

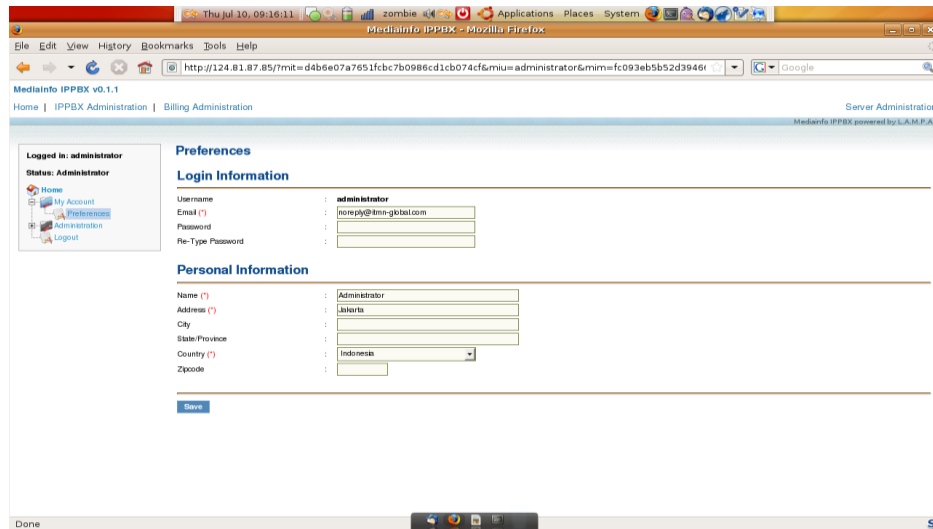
Browse alamat *IP Briker* melalui web browser dengan IP 10.10.10.34 disesuaikan dengan *IP* yang dimasukkan , setelah itu akan muncul halaman untuk login seperti Gambar 4.9 di bawah ini. Sebagai username *default* masukan **administrator** dan *password* default **Briker** setelah itu tekan *login*.



Gambar 4.9 Tampilan *Login Web Base Administration*

b) **Web Preferences**

Untuk mengganti password administrator pilih menu *My Account* dan pilih *Preferences*, setelah itu akan muncul menu seperti Gambar 4.10. Password baru dimasukkan pada bagian Password dan dimasukkan sekali lagi pada bagian Re-Type Password lalu tekan *Save* untuk mengaktifkan konfigurasi.



Gambar 4.10 Tampilan Web Preferences

c) User Management



Gambar 4.11 Tampilan User Management

Briker kita dapat membuat lebih dari 1 account sebagai *administrator*. Hal ini dimungkinkan dengan memilih menu *Administration* dan *Manage User*. Hak yang dapat dikukan *user* tersebut bisa mengcreate *SIP account*, *trunk*, *inbound*, *outbound*, *IVR*, dan bisa melihat *Operator panel*.

Isi *Username*, *Email*, *Full Name*, *Password* dan *User Level*, setelah itu tekan *Add*.

d) Login IPPBX Administration

Mulai pada halaman ini tersedia menu-menu untuk mengatur fitur *IPPBX* dari *Briker*, antara lain pengaturan *extensions*, *trunks* dan *routes*. Fitur penting seperti *Interactive Voice Response (IVR)* dan *Ring Group* pun tidak luput dari pemaparan.

Untuk melakukan konfigurasi *IPPBX* pilih menu *IPPBX Administration* dari menu utama.



Gambar 4.12 Tampilan *IPPBX Administration*

Gambar 4.12 di atas adalah tampilan saat melakukan *web login* dan masuk ke dalam menu *IPPBX Administration*. *IPPBX Status* menampilkan *System Statistics* yang menunjukkan persentase *Load Average*, *CPU*, *Memory* dan *Swap* yang terpakai, penggunaan ruang *harddisk* dan kecepatan *Receive* dan *Transmit Ethernet*. Terdapat pula *IPPBX Statistics* yang menampilkan *Total Active Calls*, *Internal Calls*, *External Calls*, *Total Active Channels*, serta informasi *Uptime Briker*.

Data-data di atas diambil secara periodik dan otomatis. Karena proses pengambilan datanya *realtime* dan menggunakan *CPU resource* yang tidak sedikit maka tidak disarankan untuk terus menerus membuka halaman ini. Konfigurasi utama fitur-fitur *IPPBX* dapat ditemui pada menu-menu sebelah kiri.

e) *Extensions*

Fitur ini berkaitan dengan *account* pada *IPPBX*. Penambahan, penghapusan dan pergantian data *account* dapat dilakukan di sini. Setiap *account* yang ditambahkan disini berlaku sebagai *extension IPPBX*. Bisa dikatakan bahwa *extension* adalah *user* yang akan menggunakan layanan *Briker*.

Berikut adalah cara untuk melakukan konfigurasi *Extensions*.

- 1) Pilih *Extensions* pada menu *IPPBX Administration*
- 2) Pilih *Add Extensions*
- 3) Pilih *Protocol* yang akan digunakan ,SIP, IAX2, ZAP atau *Custom*
 - SIP adalah *protocol VoIP* yang menggunakan port 5060 *UDP*
 - IAX2 *protocol VoIP* yang menggunakan port 4569 *UDP*
 - ZAP adalah *port* pada *device card analog* atau *digital*
 - *Custom* digunakan untuk *extension* yang menggunakan *protokol* selain *SIP* dan *IAX2*, contohnya H323
- 4) Selanjutnya tekan *submit*.
- 5) Setelah itu akan muncul *menu* untuk menambahkan *extension* seperti di bawah ini

Bria 1.4 "Komodo Dragon"

Home | **IPPBX Administration** | Billing | CDR | ACD Statistics | U:

Ring Groups
Time Conditions
Internal Options & Configuration
Callback
Conferences
DISA
Misc Applications
Misc Destinations
Music on Hold
PIN Sets
Paging and Intercom
Parking Lot
System Recordings

Device Options

This device uses sip technology.

calllimit	1
calltimer	0
accountcode	211
secret	211
dtmfmode	rfc2833
deny	0.0.0.0/0.0.0.0
permit	0.0.0.0/0.0.0.0
context	from-internal
disallow	all
allow	alaw,ulaw,h263p

Fax Handling

Fax Extension	IPPBX default
Fax Email	
Fax Detection Type	None
Pause after answer	0

Gambar 4.13 Tampilan Menu *SIP Extension*

Keterangan :

Tiga hal di bawah ini saja yang dilakukan untuk membuat *account VoIP* sedangkan *menu* yang lain hanya sebagai tambahan saja.

- *User Extensions* : *Nomor extension*, misal 181. Biasanya hanya *numeric*.

- **Display Name** : Nama yang akan digunakan sebagai *Caller ID* ketika melakukan panggilan
- **Secret** : *Password* yang digunakan user untuk proses otentikasi saat registrasi *extension* pada *User Agent*

6) Setelah itu tekan *Submit*

4.2 Konfigurasi pada sisi client

Langkah-langkah konfigurasi pada sisi client pertama adalah Menambah *user account* dan yang kedua instalasi softphone. Dalam hal ini terdapat sistem operasi yang digunakan oleh client yaitu windows XP Service pack 2, pada Client dengan sistim operasi *Windows* menggunakan softphone zoiper. Proses instalasi pada *client windows* mudah karena tersedianya source software yang telah siap untuk di *install*.

4.2.1 Menambah User Account di Server Briker IPPBX

Buka web browser seperti *Mozilla Firefox*, *Internet Explorer*, atau web browser lainnya. Ketik alamat *IP Address Server Briker IPPBX* atau domain jika sudah terdaftar .

Setelah itu akan muncul autentikasi, masukan ***Username*** dan ***Password*** .

Keterangan

Username : **administrator**

Password : **Briker**



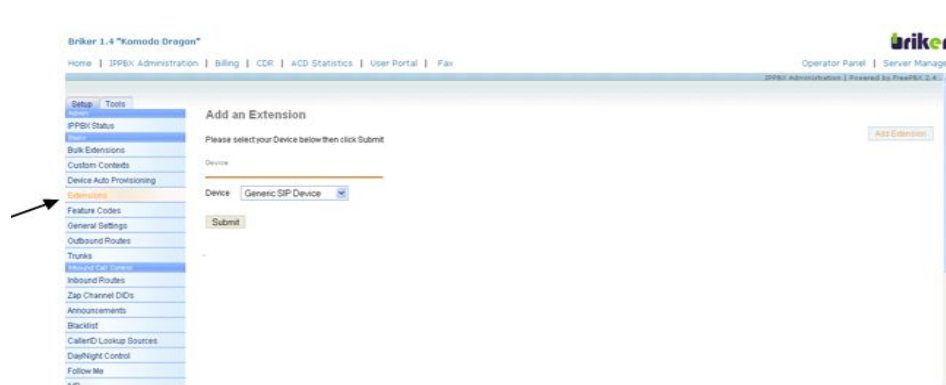
Gambar 4.14 Tampilan *IPPBX Administration*

Setelah berhasil *Login* maka klik *IPPBX Administration* terus klik *Extension*

Klik ***Add Extensions***

Pilih Device: ***Generic SIP Device***

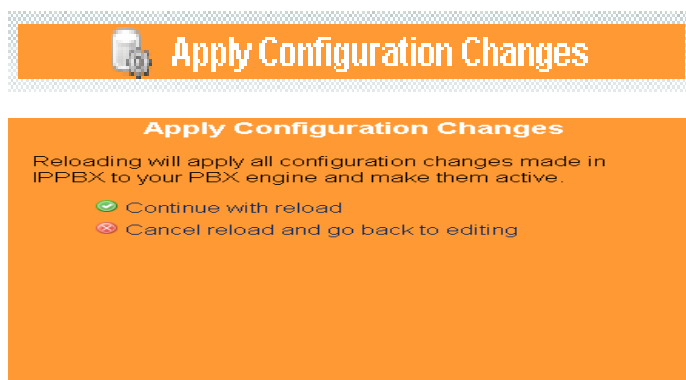
Klik **Submit**



Gambar 4.15 Tampilan *Add SIP Extension*

Klik **Apply Configuration Changes** untuk menerapkan semua hasil konfigurasi

Klik **Continue with reload**

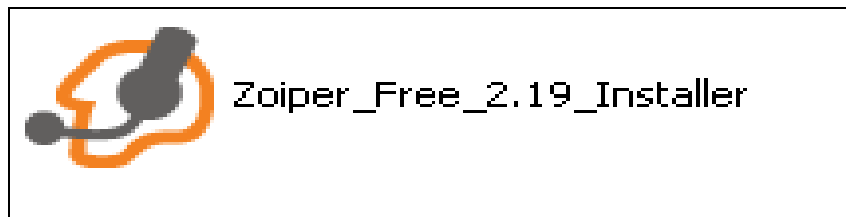


Gambar 4.16 *Continue with Reload*

4.2.2 Install Zoiper Free di Windows

Buka web browser seperti *Mozilla Firefox*, *Internet Explorer*, atau web browser lainnya. Ketik alamat [http://www.zoiper.com/ Download.html](http://www.zoiper.com/Download.html)

Klik X-Lite 3.0 yang sudah di download, seperti gambar 4.17



Gambar 4.17 Tampilan Source Zoiper

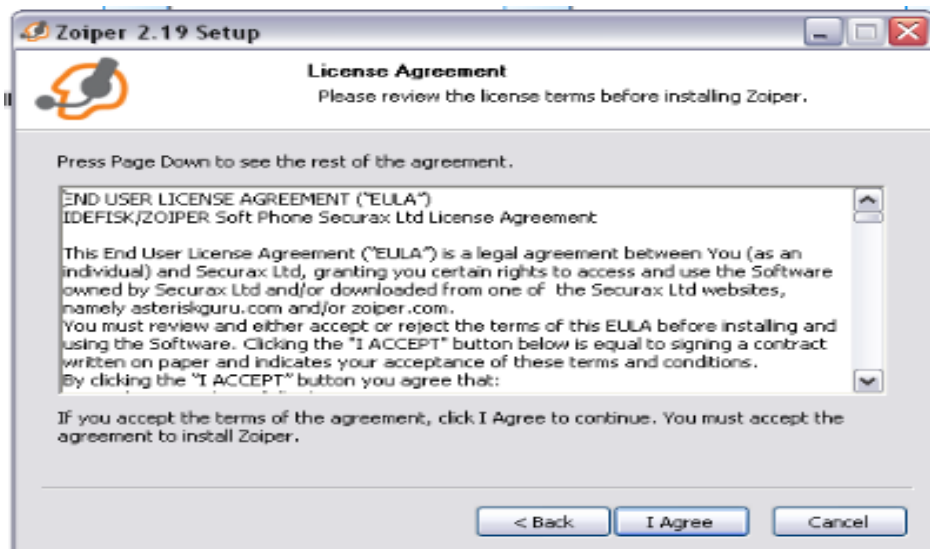
Maka akan muncul seperti gambar 4.18 di bawah ini, klik *Next* untuk melanjutkan proses instalasi.



Gambar 4.18 Tampilan Instalasi Zoiper

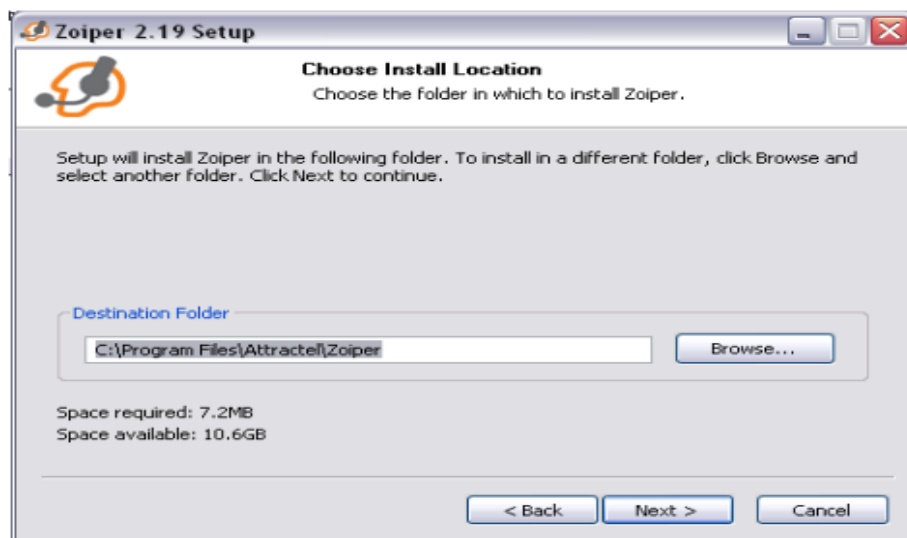
Gambar 4.18 merupakan tampilan awal penginstalan *zoiper* versi 2.19. Versi *zoiper* 2.19 adalah versi yang terbaru yang di release pada akhir tahun 2009.

Selanjutnya pilih *Next*, untuk menyetujui proses instalasi. Klik untuk melanjutkan proses instalasi.



Gambar 4.19 Tampilan untuk Melanjutkan Installasi

Setelah muncul tampilan maka pilih **I Agree** untuk melanjutkan installasi. Dalam gambar 4.20 merupakan tampilan persetujuan lisensi dalam tahapan pengistalan *zoiper* secara menyeluruh.



Gambar 4.20 Tampilan Pemilihan Letak *Folder*

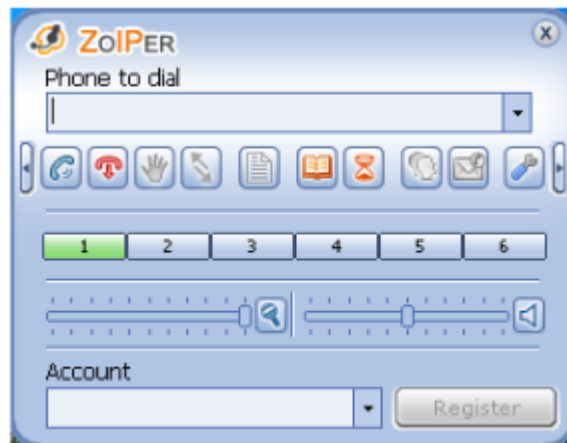
Pilih letak *folder* yang akan di install, klik **Browse..** untuk memilih letak *folder*

Klik **Next**, unruk melanjutkan proses installasi



Gambar 4.21 Tampilan *Finishing* Instalasi

Tunggu proses installasi sampai beres, dan muncul tombol ***Finish*** seperti Gambar 4.22



Gambar 4.22 Tampilan *Zoiper* Setelah Installasi Selesai

Tampilan *zoiper* setelah instalasi selesai dan untuk selanjutnya bisa di pergunakan untuk komputer *client* sebagai aplikasi pendukung yang bisa di koneksikan ke *server briker*.



Gambar 4.23 Tampilan Zoiper Secara Menyeluruh

Settingan untuk memasukan *user account* dan no panggilan. Pada gambar 4.23 terdapat tombol yang berbentuk icon dengan bermacam-macam fungsi. Penggunaan *zoiper* di awali dengan pengaturan pada aplikasi *zoiper* dengan mengisi *getway* yang sama dengan *IP* pada *server briker*.

4.3 Pengujian Pada Sisi Server

Mengacu indikator pengujian pada BAB III status utama pada sisi server hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Sisi Server

No	Nama Pengujian	Indikator Pengujian	Status Pengujian
1	Komputer Server <i>Booting</i> dengan normal	Muncul halaman login pada layar monitor	Muncul halaman login
2	Komputer Server dapat dikonfigurasi melalui remote web base	Muncul tampilan pada web browsure halaman <i>Briker</i> user mode	Muncul halaman Briker user mode
3	Komputer Server dapat menambahkan serta terejister extension dari VoIP client ketikadi	Pada console ketik asterisk -r,kemudian ketik sip show peers	Muncul statusdariVoIP client

	konfigurasi melalui remote web base		
--	--	--	--

4.4 Pengujian Pada Sisi Client

Mengacu indikator pengujian pada BAB III status utama pada sisi *client* berikut hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian Pada Sisi *Client*

No	Nama Pengujian	Indikator Pengujian	Status Pengujian
1	<i>VoIP client</i> sudah ter- <i>install</i> dengan benar	Akan muncul <i>program VoIP client</i> pada yaitu <i>Zoiper Softphone</i>	<i>Softphone</i> bisa dijalankan dan di konfigurasi
2	<i>VoIP client</i> sudah <i>tergister</i> ke <i>server</i>	Pada <i>softphone</i> akan muncul <i>username</i> dan <i>status ready</i>	<i>Softphone</i> bisa melakukan dan Menerima panggilan

4.5 Pengujian Sistem

Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian sistim secara keseluruhan yang di bagi menjadi tiga tahap yaitu sebagai berikut :

1) Pengujian Dasar

- a. Komputer *client* dan *server* terhubung dalam satu jaringan menggunakan perangkat *switch* atau *wireless*.
- b. Menghidupkan komputer *server* dan komputer *client* dan beberapa perangkat yang terintegrasi.

c. Pengujian koneksi dilakukan dengan perintah *ping* dari komputer *server* dan *client*.

2) Pengujian Umum

Pengujian panggilan dari *VoIP client* menuju *VoIP client* lainnya dengan menekan tombol nomor *extension* yang dituju pada *dialpad*. Maka pada nomor yang dituju akan muncul nada panggil dan. Untuk menerima panggilan dapat mengeklik tombol *answer* maka percakapan dapat dilakukan.

4.6 Skenario Pengujian Dial Client dan Server

VoIP server Briker berperan sebagai semua pusat registrasi serta menangani panggilan dari seluruh client *VoIP*. Tiga buah client memiliki *ID* dan nama pelanggan, setiap pelanggan dapat saling melakukan panggilan dengan memasukkan nomor account dari masing - masing pelanggan yang akan dihubungi.

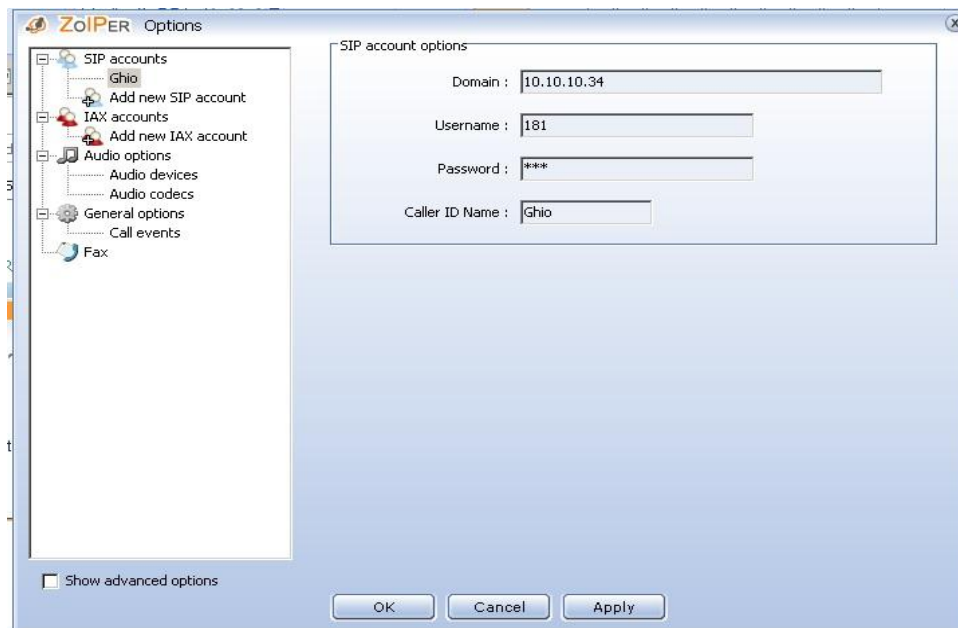
4.7 Standar Penomoran atau Enum Peering

Enum Peering adalah tatacara menentukan number secara teratur, konsep dari *enum peering* menentukan *nomor account* sendiri dan menetapkan sebagai *number* standar.

4.8 Skenario Pemanggilan Antar Client dan Status di Server Briker

Pengujian pemanggilan dilakukan dengan menjalankan *Zoiper* dan pilih pengaturan selanjutnya akan tampil halaman options yang berfungsi sebagai *SIP account options* seperti gambar 4.26 yang menampilkan *SIP account option*.

Aplikasi *zoiper* yang telah teregister pada *server briker* sudah memiliki *domain* dan *user name* yang di isi pada awal konfigurasi *zoiper*. Skenario pemanggilan di analogikan dengan beberapa *computer client* yang terhubung dan sudah teregister ke *server briker* selanjut melakukan pemanggilan dari satu *client* terhadap *client* lainnya.

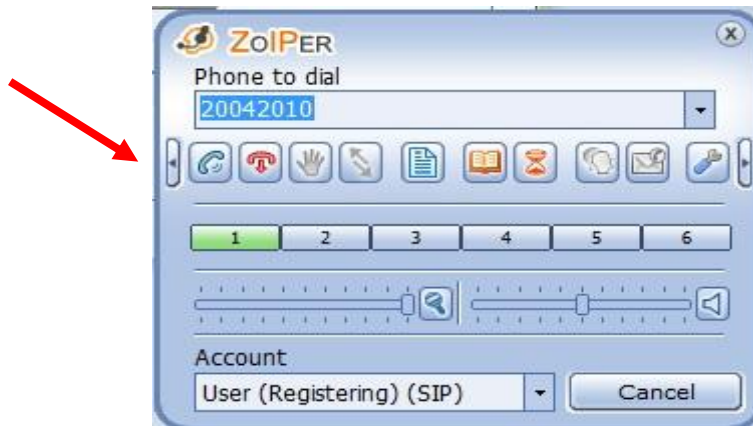


Gambar 4.24 Penganturan SIP account



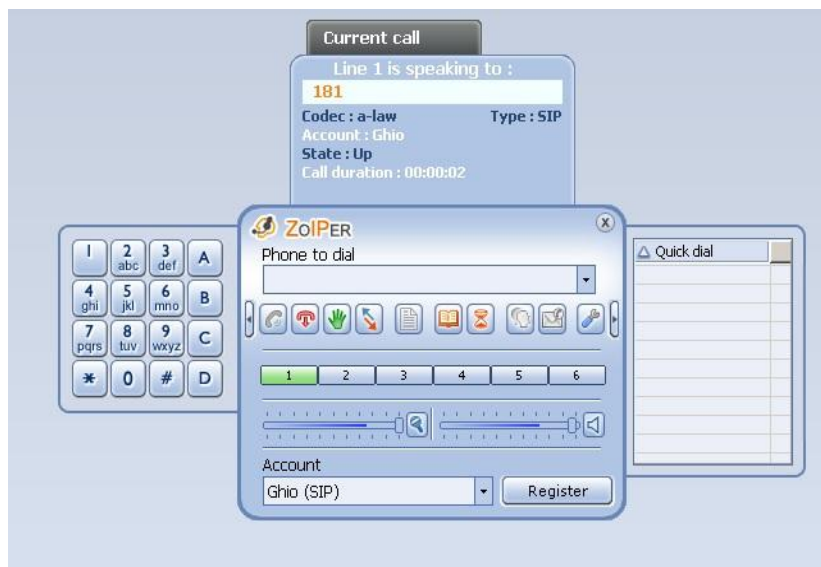
Gambar 4.25 Pengisian Nomor untuk Pemanggilan

Pada gambar 4.25 merupakan tampilan dari *add phone dial* di isi berdasarkan *code* yang sudah teregister ke *server briker* misalnya 20042010 adalah *computer client user*.



Gambar 4.26 Proses Pemanggilan Ke No 181

Untuk pemanggilan selanjutnya tekan tombol *call* untuk menghubungi *computer client user* (20042010). Maka akan tampil *current call* seperti gambar 4.26 menandakan pemanggilan sedang berlangsung ke komputer *client* 181.



Gambar 4.27 Informasi Pemanggilan yang Sedang Berlangsung

Briker 1.0.4.2 "Asia"

Home | IPPBX Administration | Billing | CDR | ACD Statistics | User Portal

Setup

Tools

Admin

IPPBX Status

Basic

Bulk Extensions

Custom Contexts

Custom Contexts Times

Extensions

Feature Codes

General Settings

Outbound Routes

Trunks

Inbound Call Control

Inbound Routes

Zap Channel DIDs

Announcements

Blacklist

CallerID Lookup Sources

Day/Night Control

Follow Me

IPPBX Status

IPPBX Notices

No new notifications
show all

IPPBX Statistics

Total active calls0

Internal calls0

External calls0

Total active channels0

IPPBX Connections

IP Phones Online2

Uptime

System Uptime: 17 minutes

Asterisk Uptime: 17 minutes

Last Reload: 0 minutes

System Statistics

Processor

Load Average0.02

CPU0%

Memory

Memory11%

Swap0%

Disks

1%

/var/run0%

/var/lock0%

/dev0%

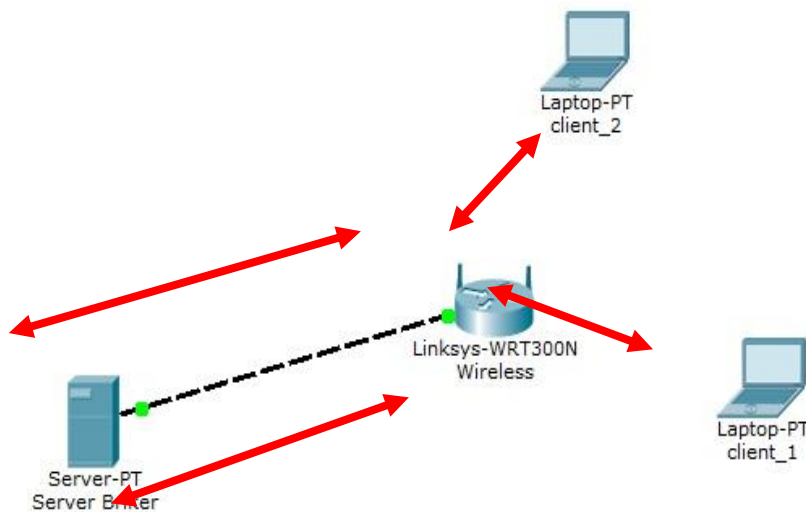
/dev/shm0%

Networks

eth1 receive0.77 KB/s

eth1 transmit1.46 KB/s

Gambar 4.28 Status *Briker* 1.0.4.2 dan Komputer yang *Online*



Gambar 4.29 Analogi Pemanggilan dari Komputer *Client* 1 Menuju Komputer *Client* Lainnya

Pada gambar 4.29 jelas menampilkan komputer *client_1* dapat melakukan pemanggilan ke komputer *client_2* dan sebaliknya komputer *client_2* dapat menghubungi komputer *client_1*. Semua komunikasi di atur di *server briker* mulai dari pemanggilan dan penerimaan semuanya harus melalui *server briker* yang sudah mempunyai konfigurasi tertentu terhadap aplikasi *zoiper* yang telah terinstall pada komputer *client*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil pembuatan dan pengujian dalam tugas akhir ini, dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

- 1) Pada saat ini PT. Jasa Raharja telah memiliki fasilitas *VoIP* menggunakan *Briker*.
- 2) Penggunaan *server Briker* pada PT. Jasa Raharja dapat menghemat pemakaian telepon dan telepon selular sehingga lebih ekonomis.

5.2 Saran

Pada perancangan tugas akhir ini, mencoba memberikan saran-saran untuk pengembangan dan perbaikan lebih lanjut seiring kebutuhan dan kemajuan teknologi:

- 1) Penggunaan *VoIP* merupakan solusi alternatif komunikasi masa depan, oleh karena itu untuk pengembangan selanjutnya dapat dilakukan analisis performansi *VoIP* dengan *VoIP* monitoring.
- 2) Sistem ini dapat dikembangkan dengan telepon *analog* sehingga komunikasi akan lebih murah.
- 3) Sistem *VoIP* untuk selanjutnya dikembangkan lebih luas ruang lingkupnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, K. R. Dan Hartanto A. 2004. *System Administering Linux*, Elex Media Komputindo, Jakarta
- Arifin, Z. 2006. *Mengenal Wirelles LAN (WLAN)*, Andi, Yokyakarta
- Digium, Inc, 2009. *Teknologi Asterisk*, diakses di <http://www.asterisk.org/> 21 Januari 2009
- Purbo, O. W. dan Tharom, 2001. *Teknologi VoIP*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Purbo, O. W. 2003. *Infrastruktur Wireless Internet Kecepatan 11-22 Mbps*, Edisi I, Andi, Yogyakarta.
- Rahmat, R. 2003. *Panduan Memangun Jaringan Komputer Untuk Pemula*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Rahmat, R. 2006. *Membangun Firewall dan Traffic Filtering Berbasis Cisco*, Andi, Jakarta
- Raharja, A., 2009. *Instalasi OS Briker dan konfigurasi*, diakses di <http://www.briker.org/documentation> 16 Januari 2009
- Stalling, W. 2002. *Komunikasi Data dan Komputer : Jaringan Komputer*, Salemba Teknika, Jakarta.
- Tharom, 2001. *Protokol VoIP*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Thomas, T. 2004. *Network Security First Step*, Edisi I, Andi, Yogyakarta
- Wahana, Komputer. 2003. *Konsep Jaringan Komputer dan Pengembangan*, Salemba Infotek, Jakarta.
- Wijaya, H. 2002. *Buku Belajar Sendiri Cisco Switch*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- .