BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Implementasi, Prosedur Operasi Dan Pengujian Sistem

Dalam pembuatan sistem jaringan IP telephony atau VoIP dengan keamanan VPN akan dilakukan prosedur operasi dan pengujian yang mengacu pada desain perancangan hal ini dijelaskan dengan beberapa tahap yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Konfigurasi pada sisi VoIP *server*. Meliputi :
    a. Instalasi Trixbox
    b. Penambahan *Client*
2. Konfigurasi pada sisi VPN *server*. Meliputi :
    a. Instalasi Trixbox
    b. Penambahan *Client*
3. Konfigurasi VoIP dan VPN pada sisi *client*
4. Pengujian VoIP pada sisi *server*
5. Pengujian VPN pada sisi *server*
6. Pengujian VoIP dan VPN pada sisi *client*
7. Pengujian system

Prosedur operasi pada jaringan IP telephony atau VoIP dengan keamanan VPN sistem akan dilakukan sesuai dengan langkah-langkah diatas. Pada pengujiansistem akan dilakukan beberapa pengujian agar sistem bisa diketahui dapatberjalan dengan

normal serta dapat dianalisa delay, paket loss, jitter, dan keamanan komunikasi yang berjalan.

1.1. Konfigurasi VoIP pada sisi *Server*

Pada instalasi *server* ada dua hal yang harus yang dipersiapkan yaitu pada sisi hardware dan software.Pada sisi hardware dilakukan dengan mempersiapkan PC *server* sebagaimana yang telah dijelaskan pada Bab III. Adapun tahapan-tahapan instalasi software sebagai berikut :

a Instalasi Trixbox versi 2.8.0.4

Berikut ini adalah langkah-langkah instalasi trixbox sebagai VoIP server :

1. Konfigurasi *boot device priority* pada bios agar melakukan *booting*pada *cd-room.*
2. Booting menggunakan cd-room berhasil dengan muncul pada layar seperti pada :

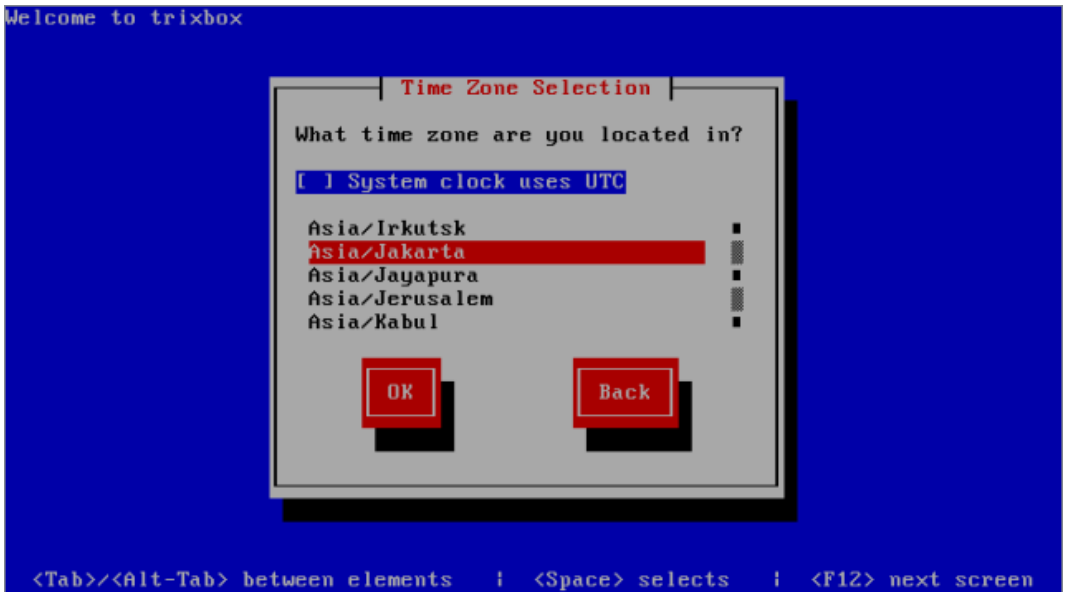


Gambar 4.1 Tampilan Awal

3. Selanjutnya akan muncul dialog box untuk memasukkan keyboardtype dan time zone.



Gambar 4.2 Tampilan *Keyboard Type*



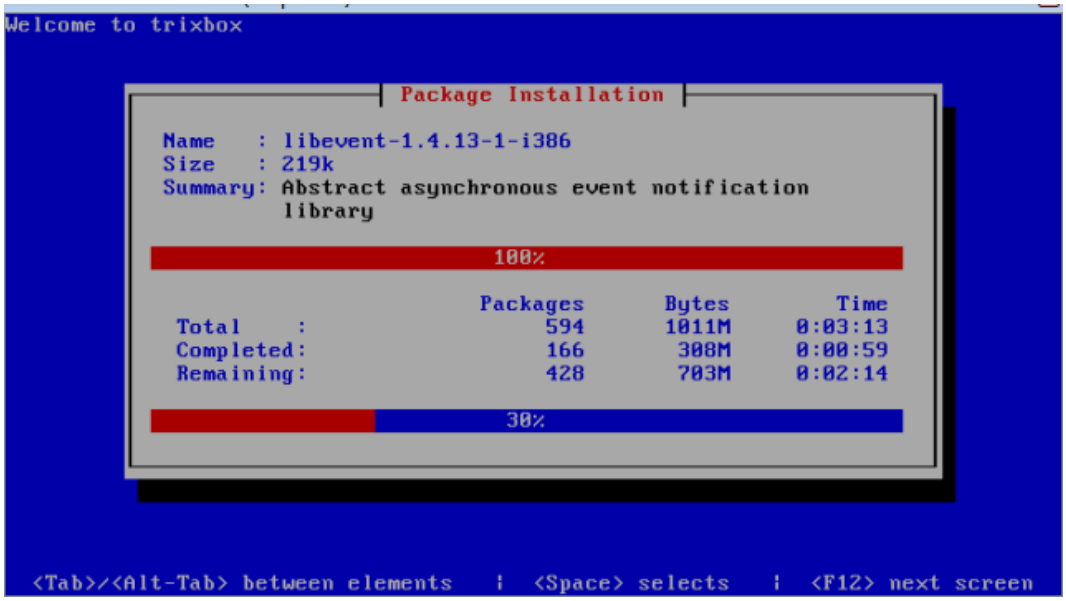
Gambar 4.3 Tampilan *Time Zone Selection*

4. Muncul dialog box untuk memasukkan password *root*

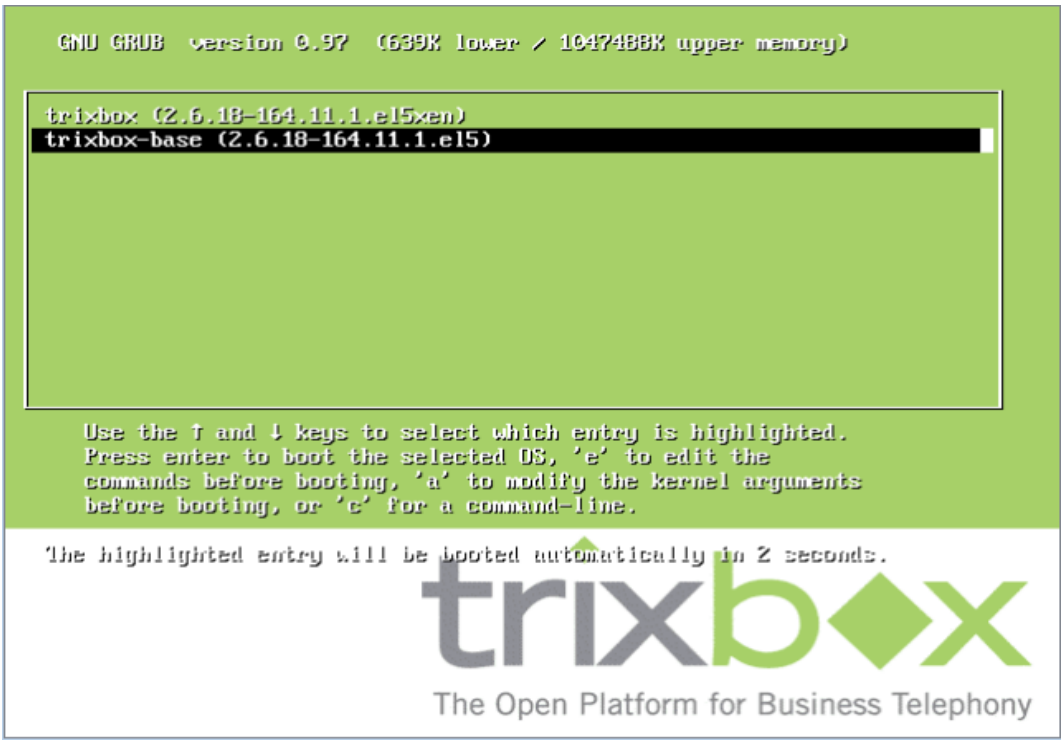


Gambar 4.4 ***Root Password***

5. Proses instalasi seperti pada Gambar 4.5 maka komputer akan melakukan reboot kemudian ambil cd instalasi trixbox maka *server* akan booting pada hardisk drive.

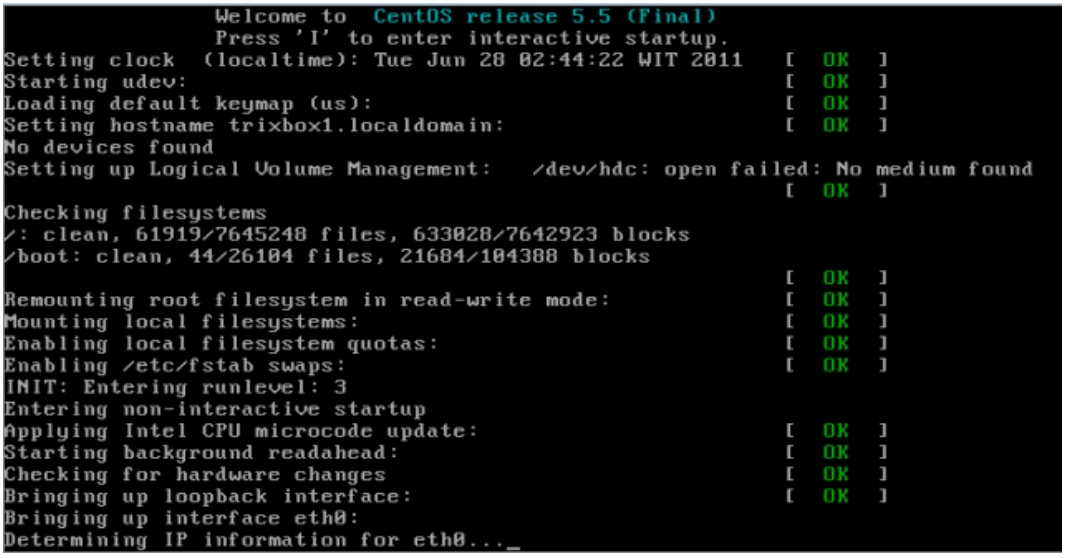


Gambar 4.5 ***Package Installation***



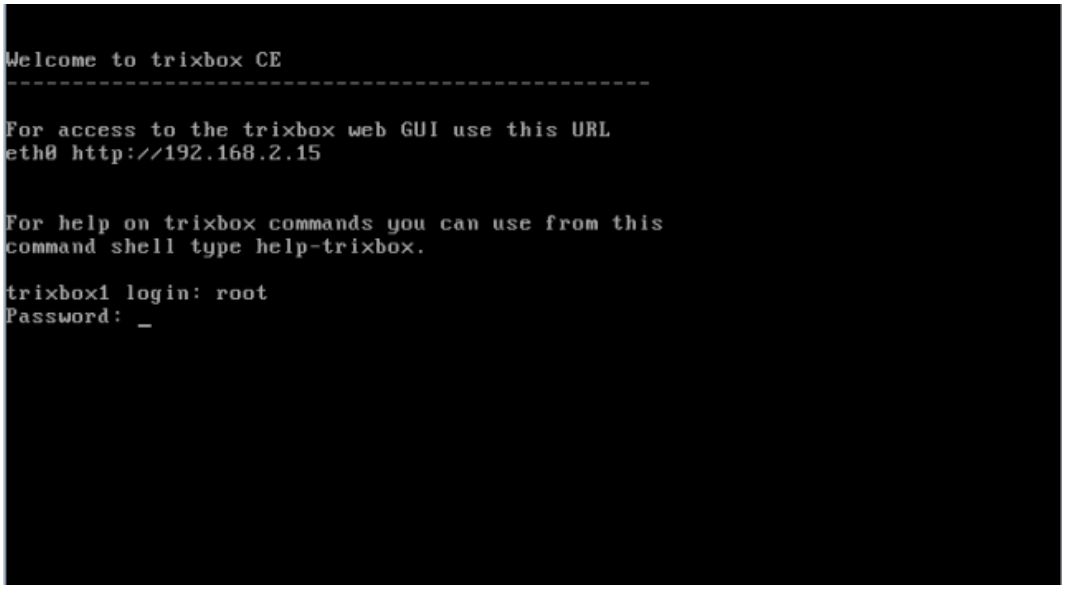
Gambar 4.6

6. Proses startup selesai maka pertama kali akan ada proses compile aplikasi VoIP *server*.

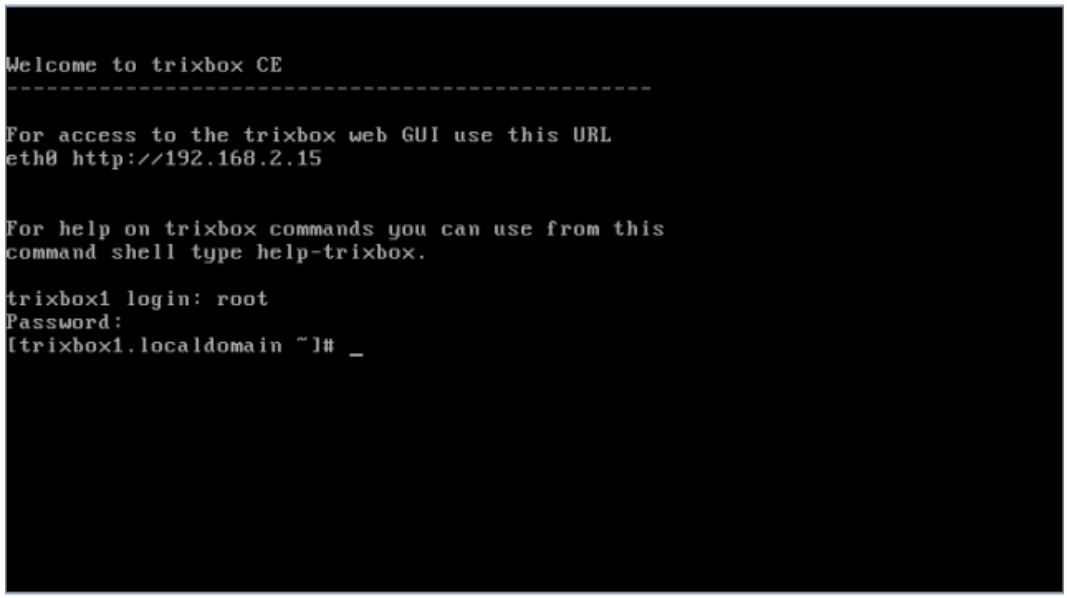


Gambar 4.7. layar tampilan boot

7. Login sebagai *root* dengan memasukkan nama user dan password yang telah dikonfigurasi pada proses instalasi.



Gambar 4.8

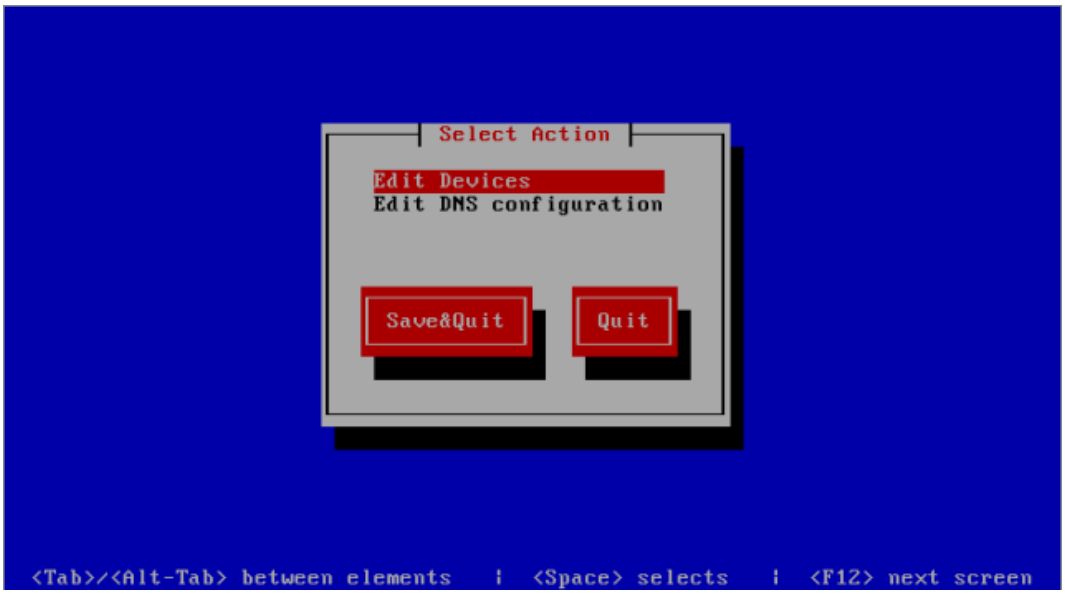


Gambar 4.9

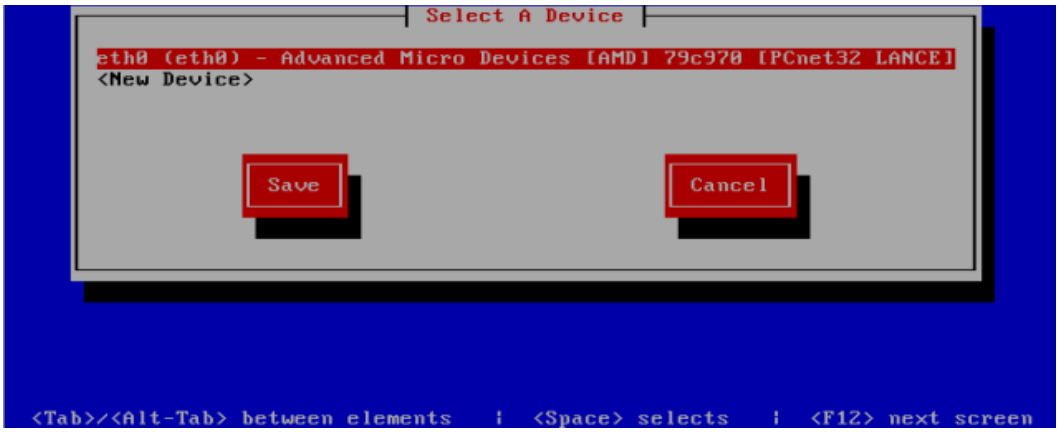
8. Konfigurasi network IP address dengan mengetikan perintah *# system-config-network*maka akan muncul dialog box untuk memilih Network Configuration TCP/IP untuk memasukkan IP address seperti terlihat pada Gambar



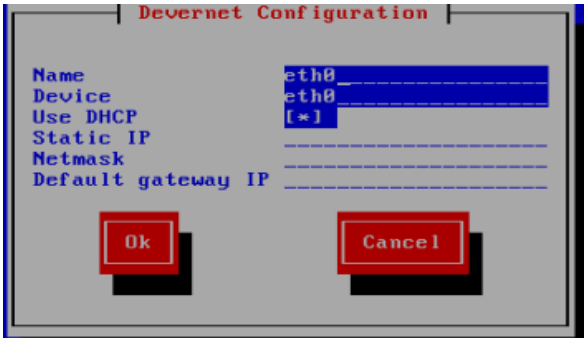
Gambar 4.10



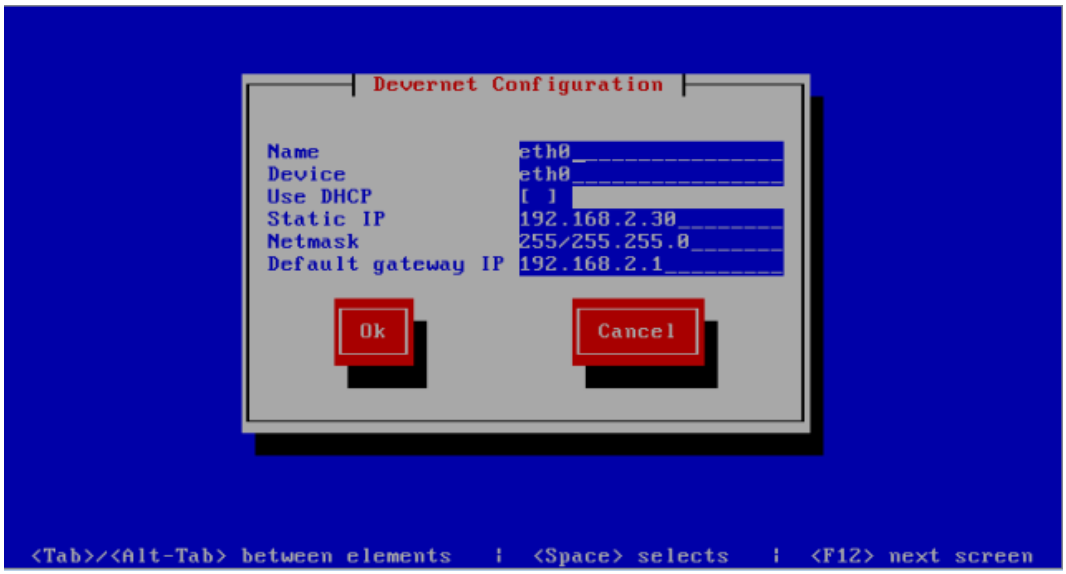
Gambar 4.11 ***Select Action***



Gambar 4.12 ***Select A Device***



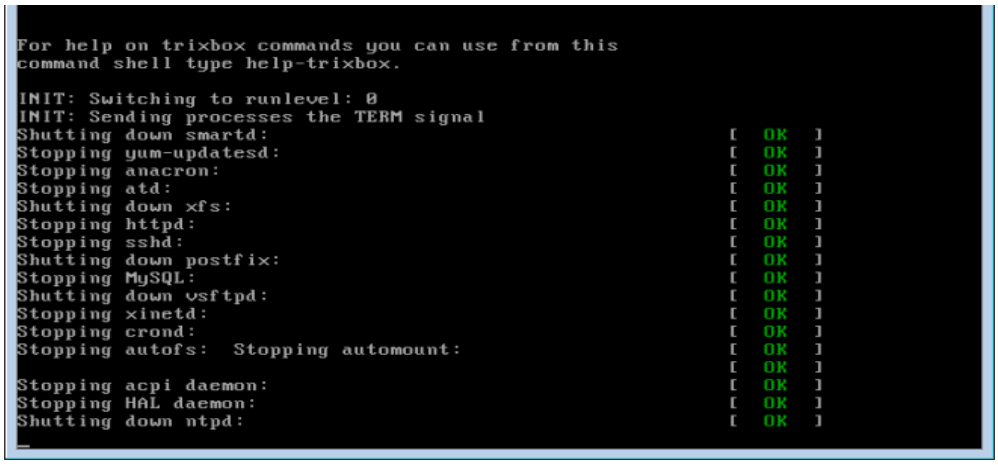
Gambar 4.13 ***Devernet Configuration***



Gambar 4.14 ***Devernet Configuration***

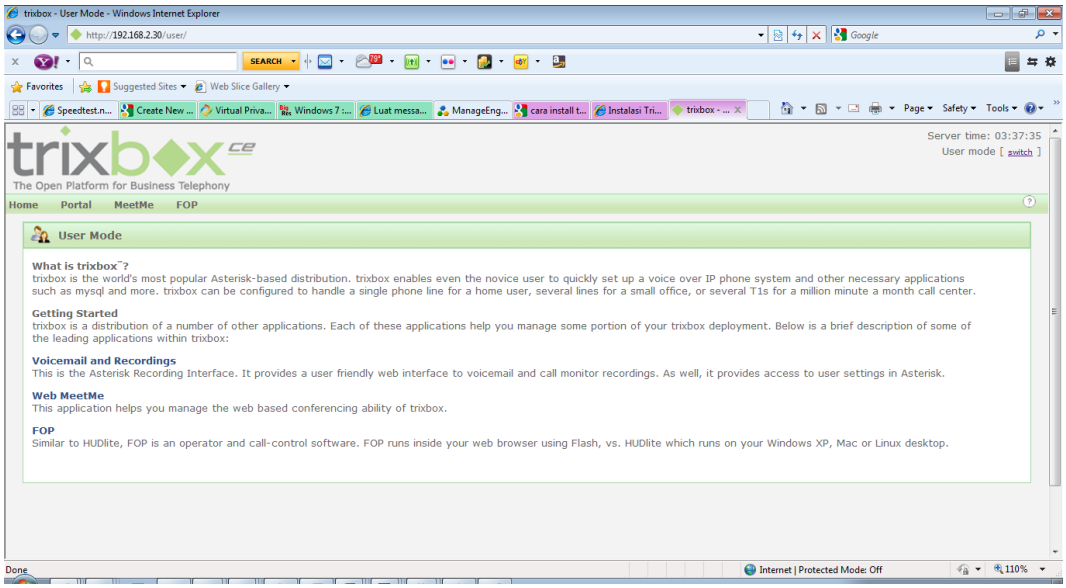
9. Restart interface network dengan mengetikkan perintah pada *console* :

   # /etc/init.d/reboot



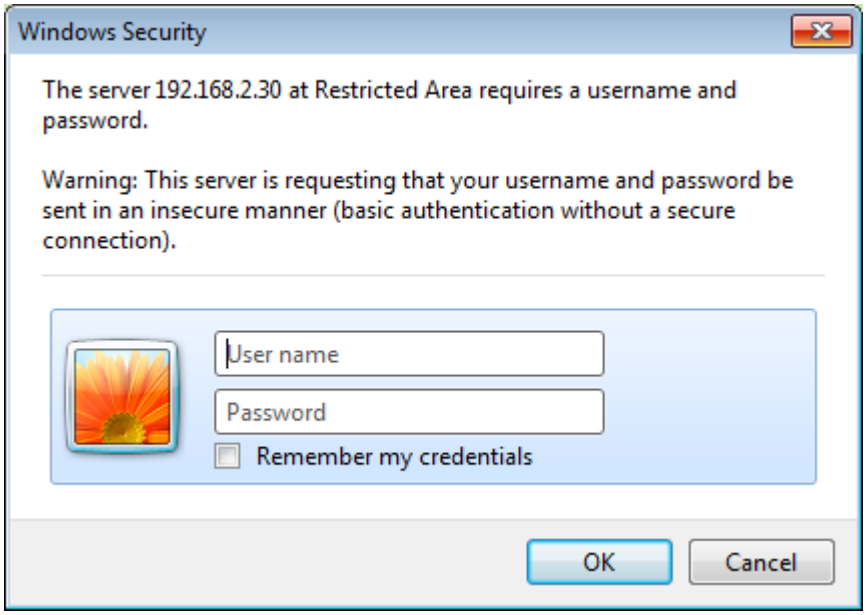
Gambar 4.15 Tampilan restart interface ***console***

10. Remote *server* dengan mengetikkan *IP address server* pada web browser maka akan muncul pada jendela *browser* anda seperti gambar berikut :



Gambar 4.16 Tampilan depan halaman Trixbox

11. Klik pada pilihan system administration maka akan muncul tampilan user *mode* dengan meminta username dan password kemudian dapat melakukan *login* sehingga menjadi *privilege* user.

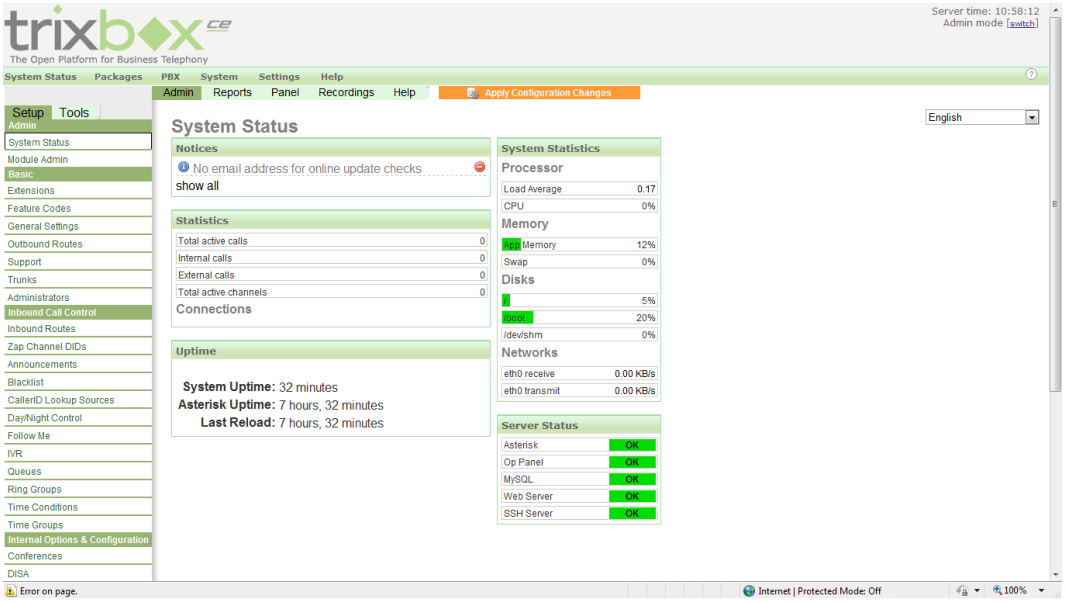


Gambar 4.17 Tampilan menu Login

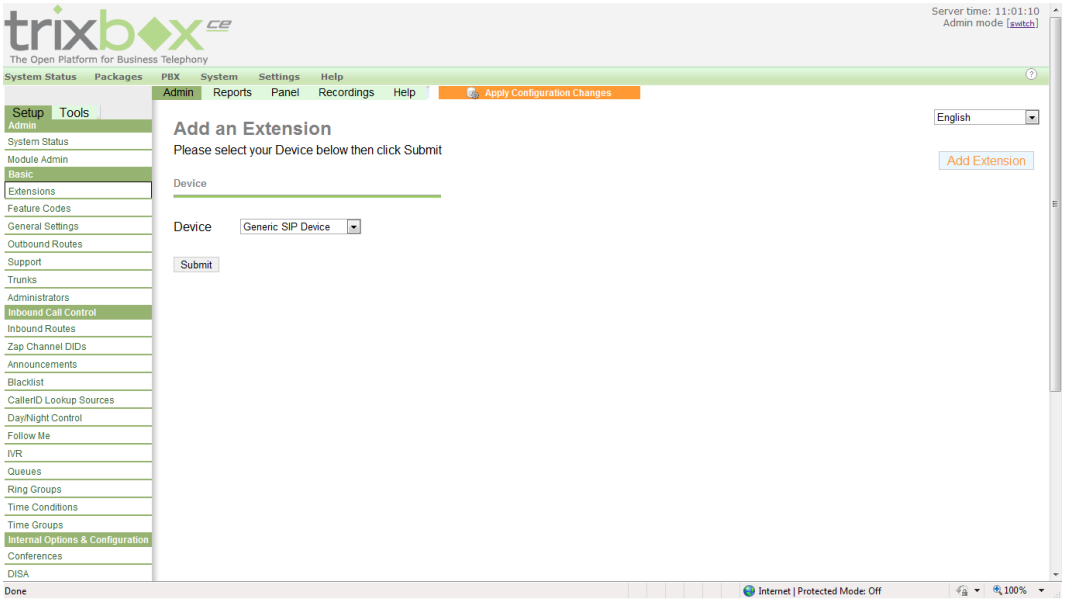
b Input *client*

Penambahan *client* pada sisi *server* dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut :

1. Login sebagai privelege user melalui *web base* asterisk > PBX > PBXSetting >Extension.

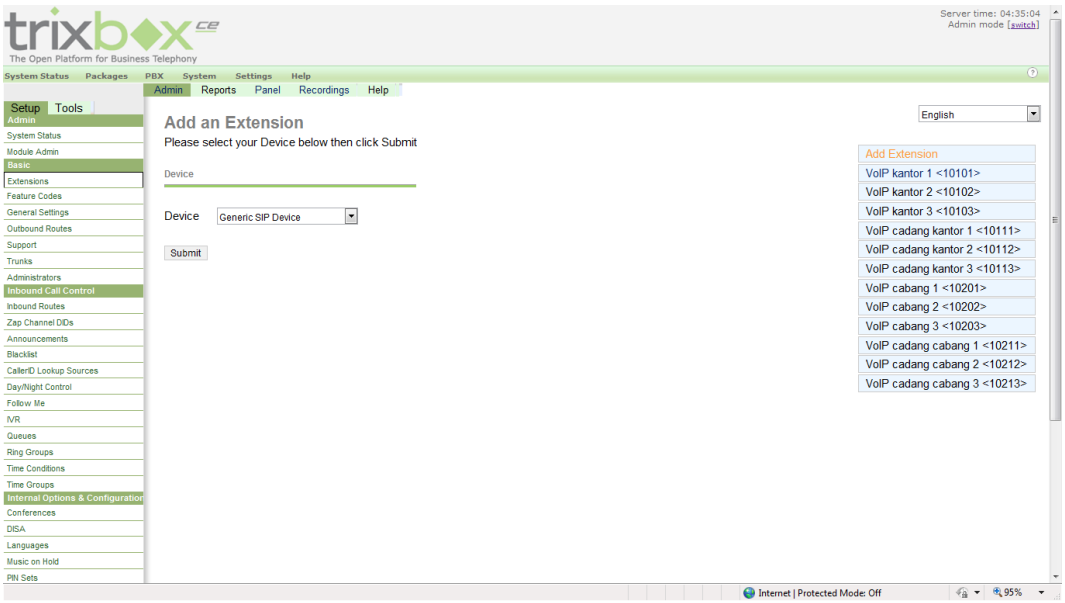


Gambar 4.18 Tampilan System Status



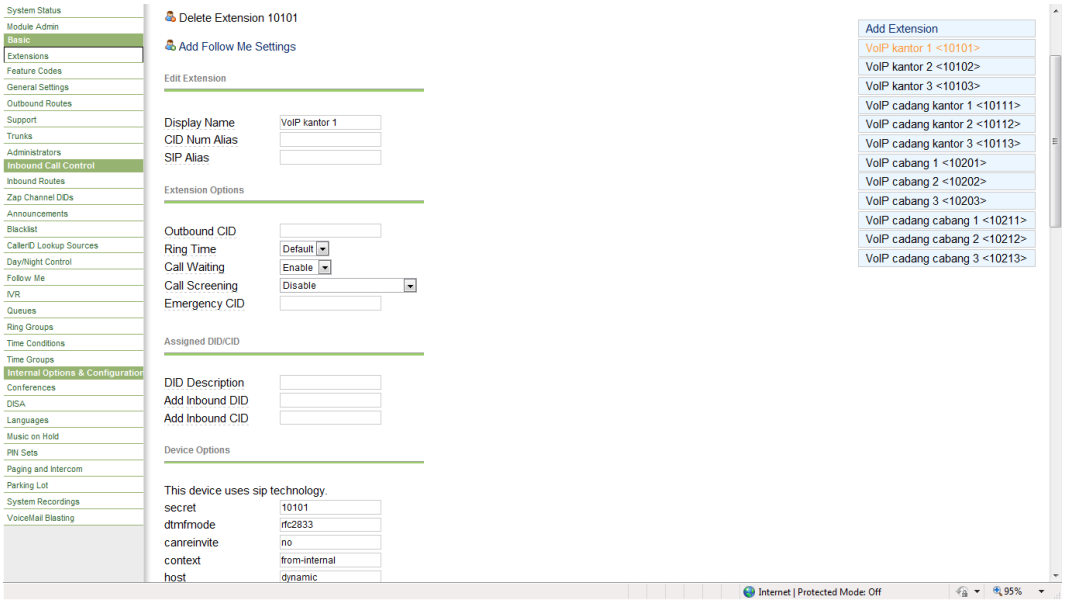
Gambar 4.19 Tampilan Add an Extension

2. Pada bagian “add an extension” pilih device “generic SIP device” kemudian click tombol submit



Gambar 4.20 Tampilan User VoIP

3. Isikan pada “user extension”, “display name”, serta “secret” kemudian klik submit, baru dapat dilanjutkan untuk mengisikan user extension yang lain sesuai dengan penomorannya.



Gambar 4.21 Tampilan pengisian User Dial

4. Klik tombol *Apply* configuration changes maka akan muncul tampilan dialog box seperti pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Apply config

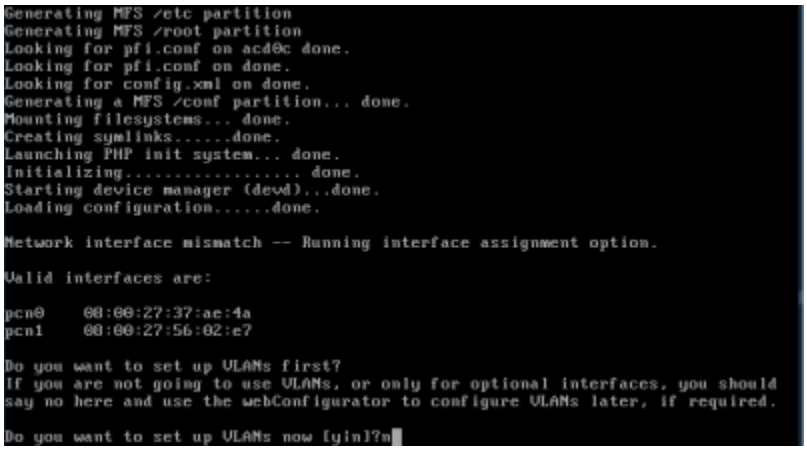
1.2. Konfigurasi VPN pada sisi *Server*.

Pada instalasi *server* ada dua hal yang harus yang dipersiapkan yaitu pada sisi hardware dan software.Pada sisi hardware dilakukan dengan mempersiapkan PC *server* sebagaimana yang telah dijelaskan pada Bab III. Adapun tahapan-tahapan instalasi software sebagai berikut :

a Instalasi Trixbox versi 2.8.0.4

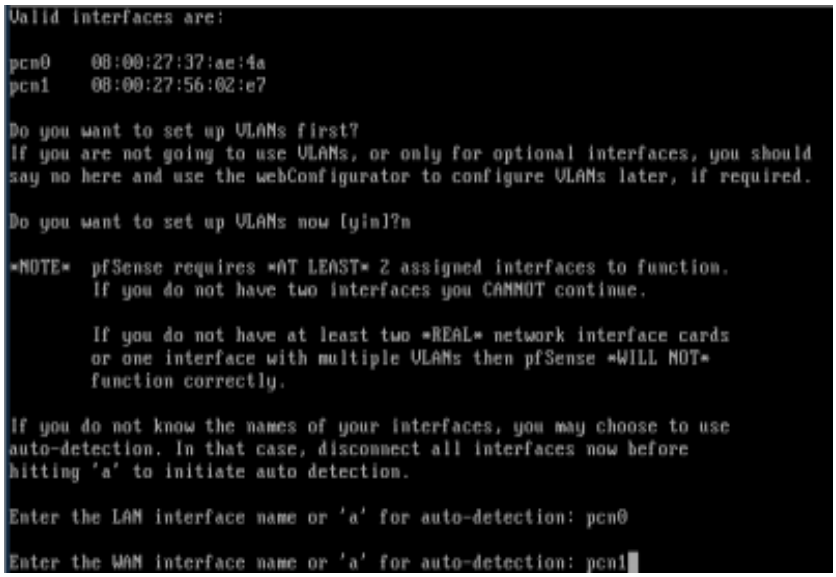
Berikut ini adalah langkah-langkah instalasi trixbox sebagai VoIP server :

1. Ubah komputer agar booting dari cdrom dan kemudian tunggu beberapa saat sampai sistem menyelesaikan proses booting, kemudian akan ditanyakan apakah akan membuat VLAN, isikan saja danjika tidak akan membuat VLAN.



Gambar 4.23 Tampilan Booting

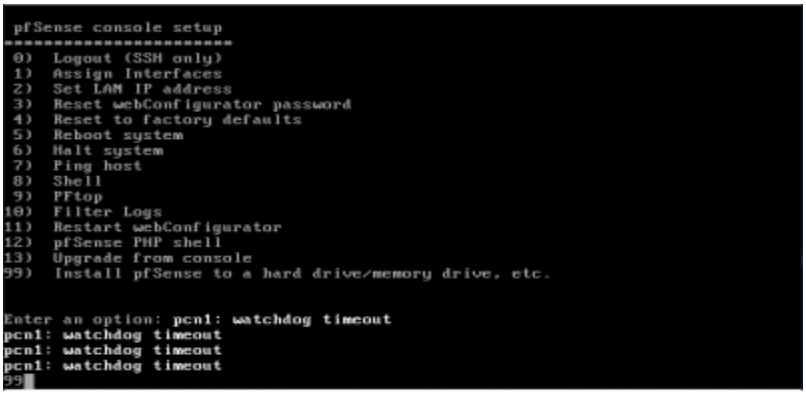
2. Kemudian diminta untuk menentukan interface yang akan dijadikan interface WAN dan LAN, biasanya sistem bisa langsung mendeteksi kartu jaringan yang terpasang di komputer dan kita tinggal menetukan saja interface mana yang akan kita arahkan ke LAN dan WAN.



Gambar 4.24 Tampilan memilih Interface

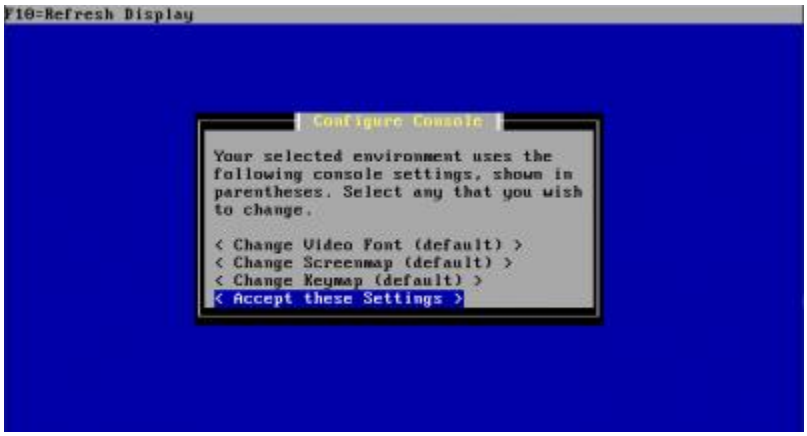
3. Kemudian akan ditanyakan apakah akan membuat optional interface (opt), jika tidak mempunyainya maka kosongkan saja dan tekan <enter> kemudian akan ditanyakan lagi apakah akan melanjutkan proses, isikan Y untuk melanjutkan.

4. Setelah beberapa saat akan bertemu dengan menu konsole pfsense, untuk melanjutkan proses instalasi isikan angka 99 kemudian tekan <enter> untuk melanjutkan.



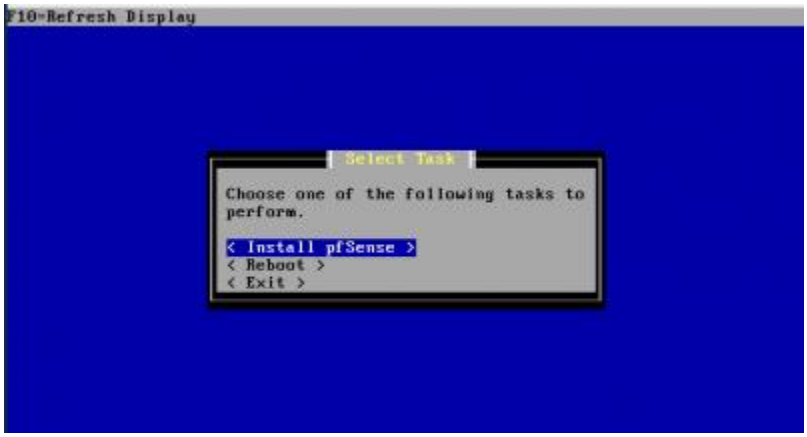
Gambar 4.25 Start Install

5. Configure Console, untuk konfigurasi dari console sebelum memulai install.



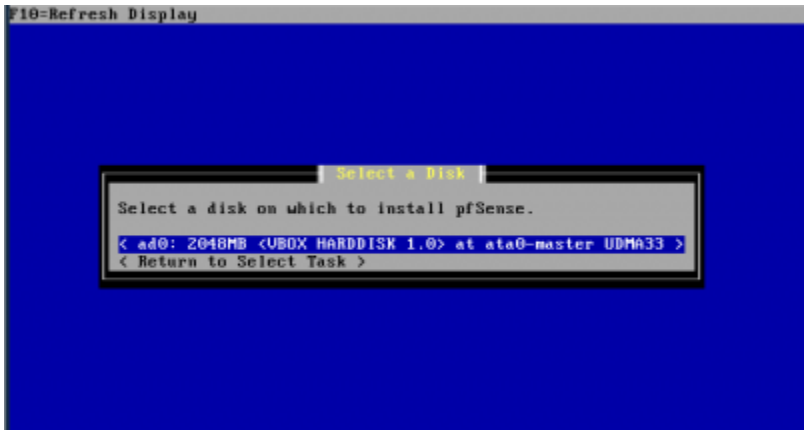
Gambar 4.26 Configure Console

6. Install pfSense, untuk memulai proses install



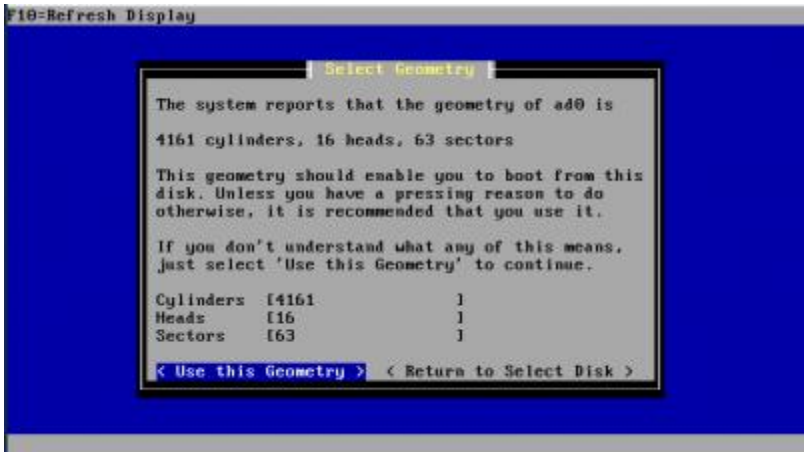
Gambar 4.27 Install Pfsense

7. Select disk, untuk memilih hardisk yang akan digunakan untuk install pfsense.



Gambar 4.28 Select Disk

8. Select Geometri, untuk menentukan Geometri dari hardisk berdasarkan cylinders, heads, sectors.



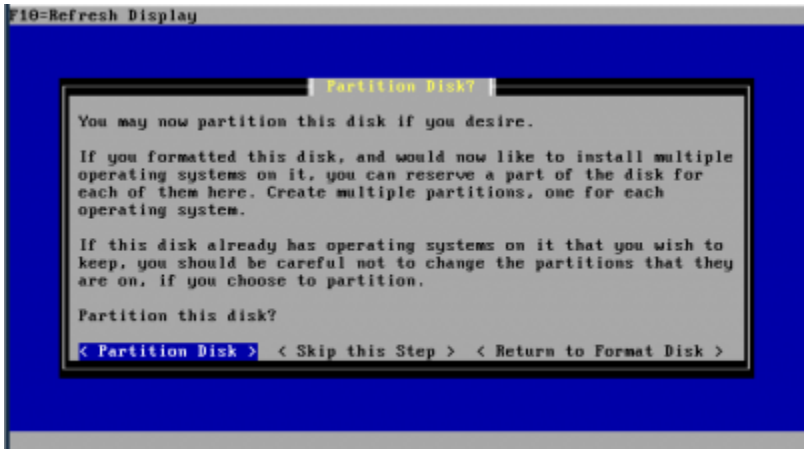
Gambar 4.29 Select Geometri

9. Format disk, dialog untuk menformat suatu hardisk ataupun partisi dari komputer



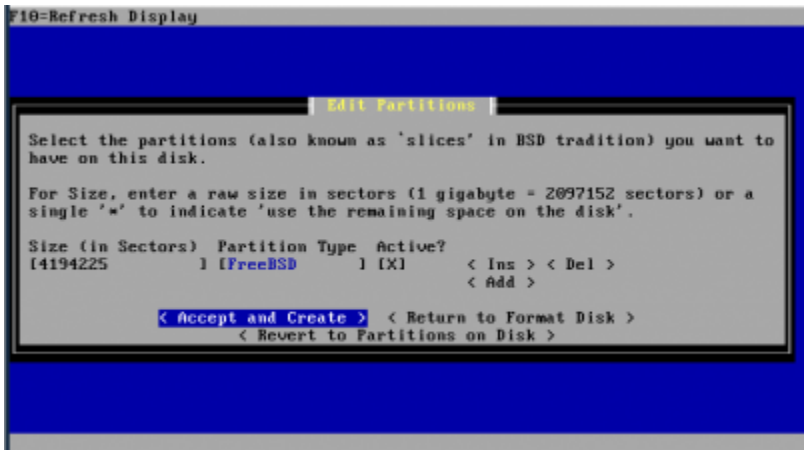
Gambar 4.30 Format disk

10. Partition disk, dialog yang menyatakan bahwa hardisk harus di partisi.



Gambar 4.31 Partition disk

11. Edit partition, untuk merubah dari ukuran dari besarnya hardisk yang digunakan.



Gambar 4.32 Edit Partition

12. Partition anyway, untuk menyakan apakah yakin untuk melakukan partisi hardisk



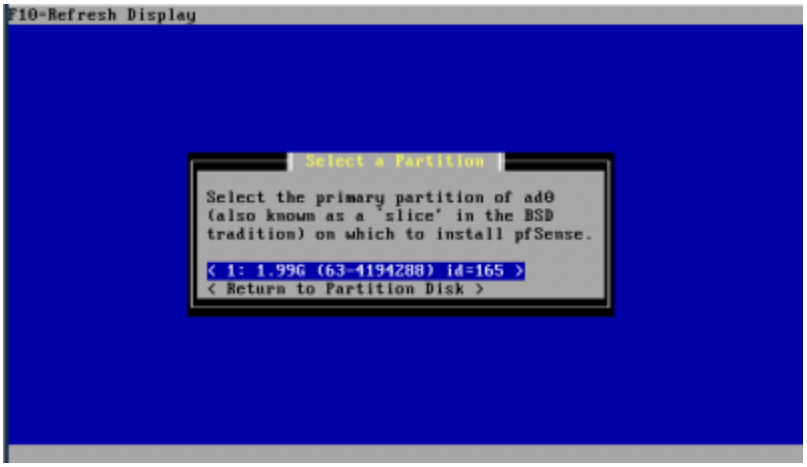
Gambar 4.33 Partition anyway

13. Information, untuk memberikan informasi dari hardisk yang digunakan.



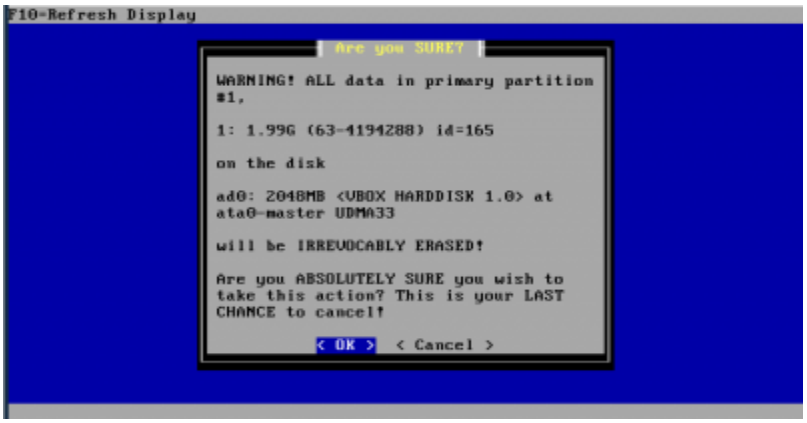
Gambar 4.34 Tampilan Information

14. Select partition, untuk memilih partisi yang akan digunakan untuk instalasi.



Gambar 4.35 Select Partition

15. Selanjutnya akan muncul dialog yang pertanyaan apakah yakin dengan pilihan yang dibuat.



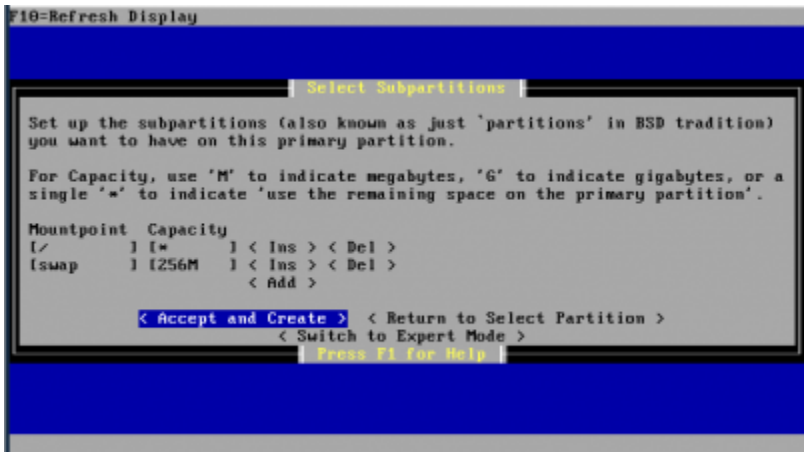
Gambar 4.36 Tampilan memulai Action

16. Information, partition was formatted



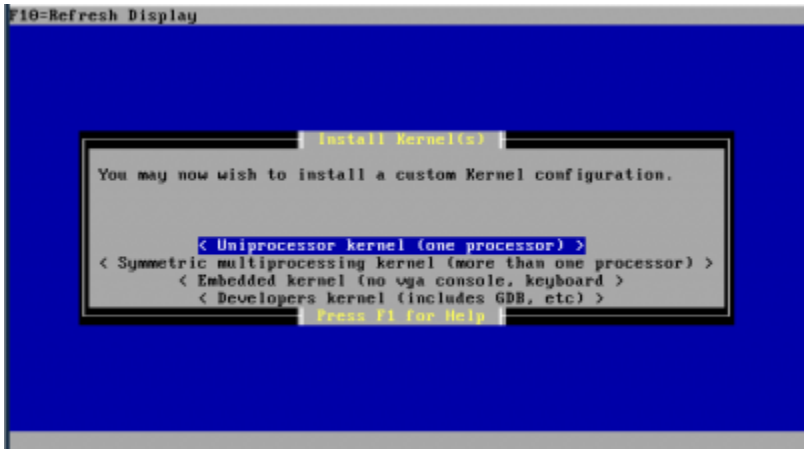
Gambar 4.37 Tampilan partition information

17. Select sub partition



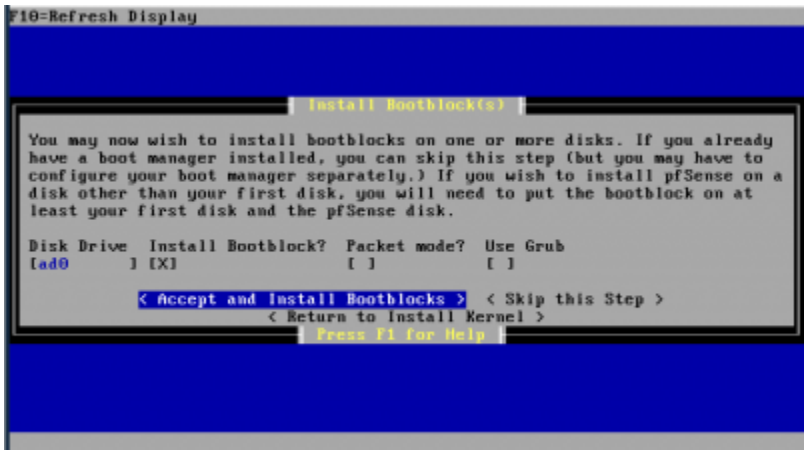
Gambar 4.38 select Sub Patition

18. Install kernel



Gambar 4.39 install Kernel

19. Install bootblock



Gambar 4.40 Install Bootblock

20. Bootblock successfully install



Gambar 4.41 Tampilan Successful Install

21. Pfsense successfully install

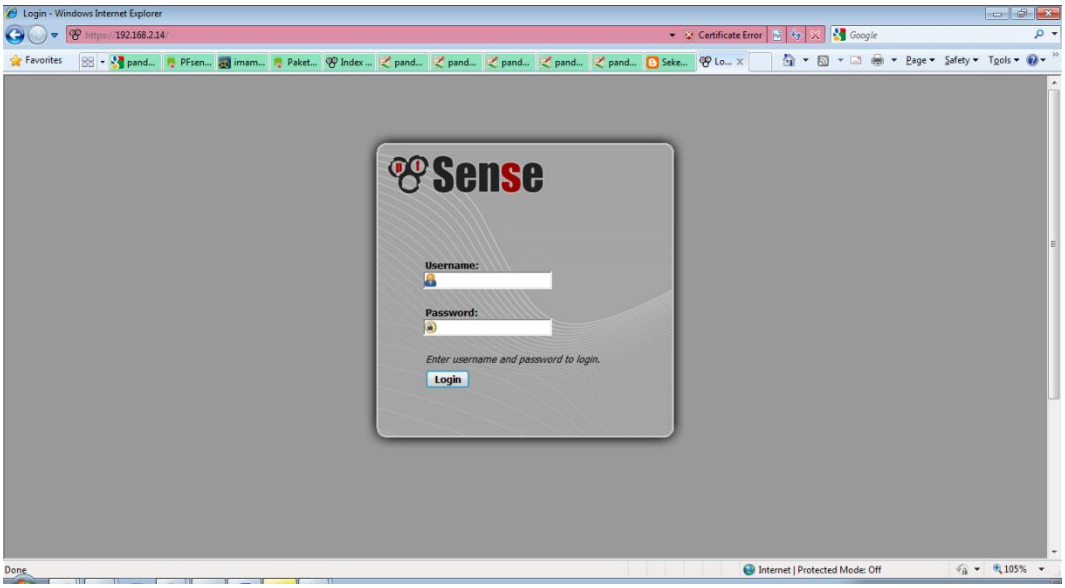


Gambar 4.42 Successful and reboot HHD

c Input *client*

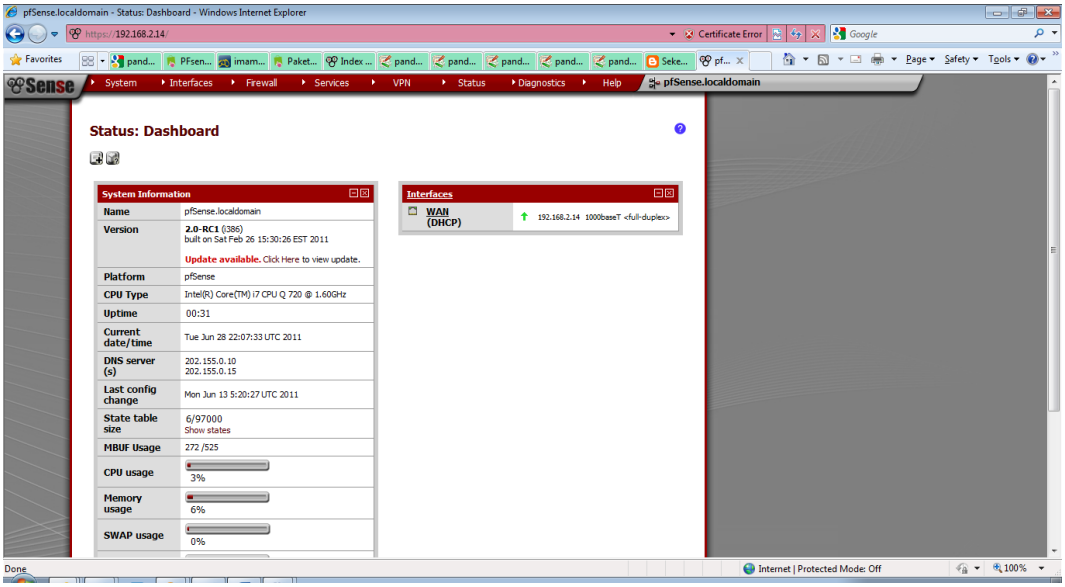
Penambahan *client* pada sisi *server* dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut :

1. Setelah instalasi selesai kita tinggal menyesuaikan konfigurasi-konfigurasi lain yang kita perlukan, untuk mengakses halaman web administrasi pfsense gunakan browser pada komputer yang terhubung ke interface LAN pada pfsense dan masukan alamatnya ke IP dari pfsense dengan username **admin** dan password **pfsense**(default), maka kita akan menemui halaman wizard yang akan membantu kita mensetup pfsense seperti pada gambar berikut:



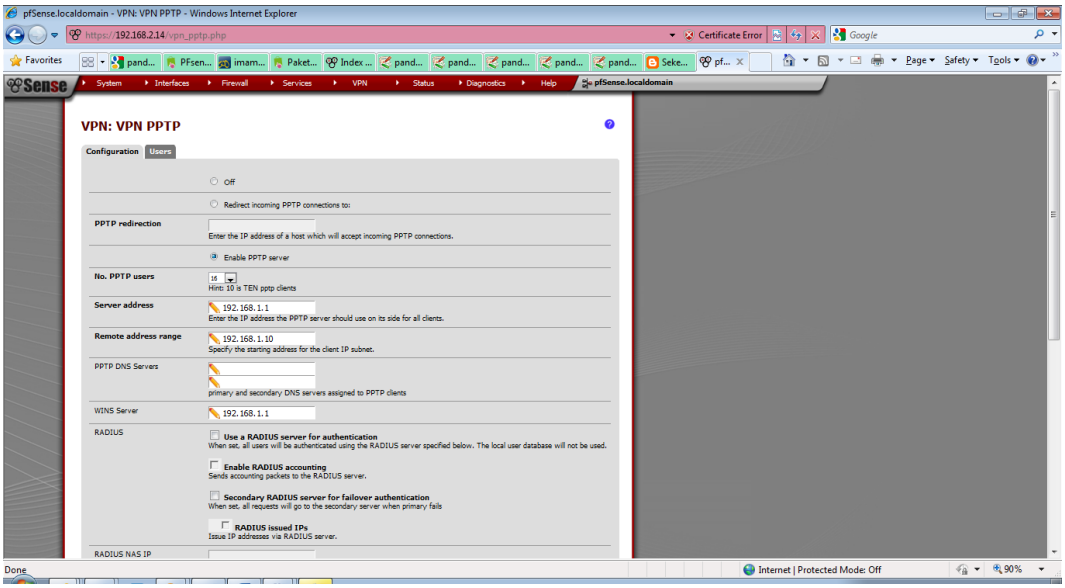
Gambar 4.43 Authentikasi sebagai *administrator*

2. Setelah benar melakukan login maka akan muncul halaman status: dashboard dari vpn server.



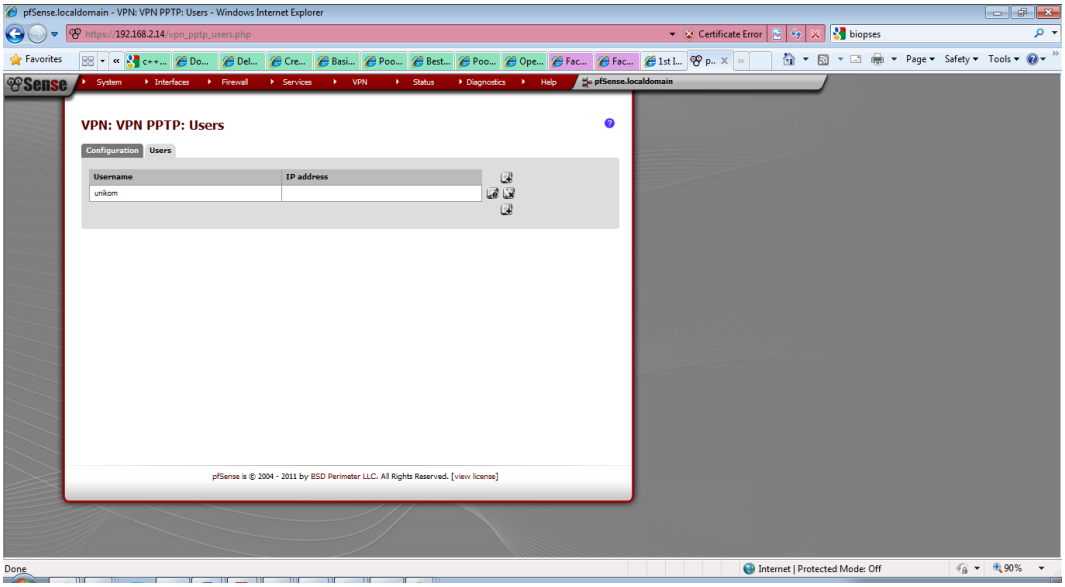
Gambar 4.44 Tampilan Administrator

3. Masuk ke menu VPN > PPTP > user.

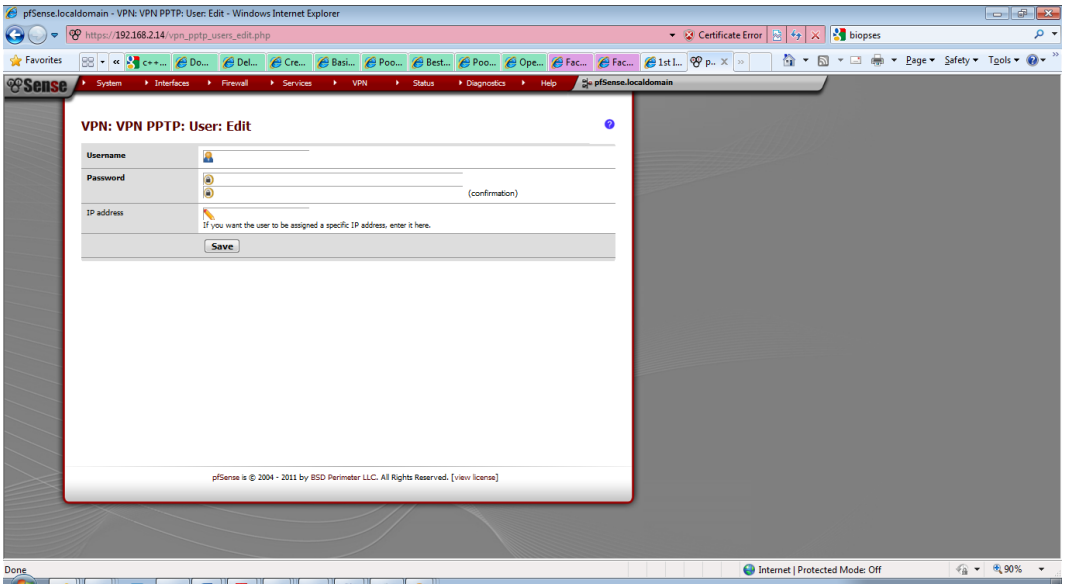


Gambar 4.45 Form Configuration PPTP

1. Setelah itu pilih menu user, lalu input usename dan password untuk dial dari vpn client ke server vpn.



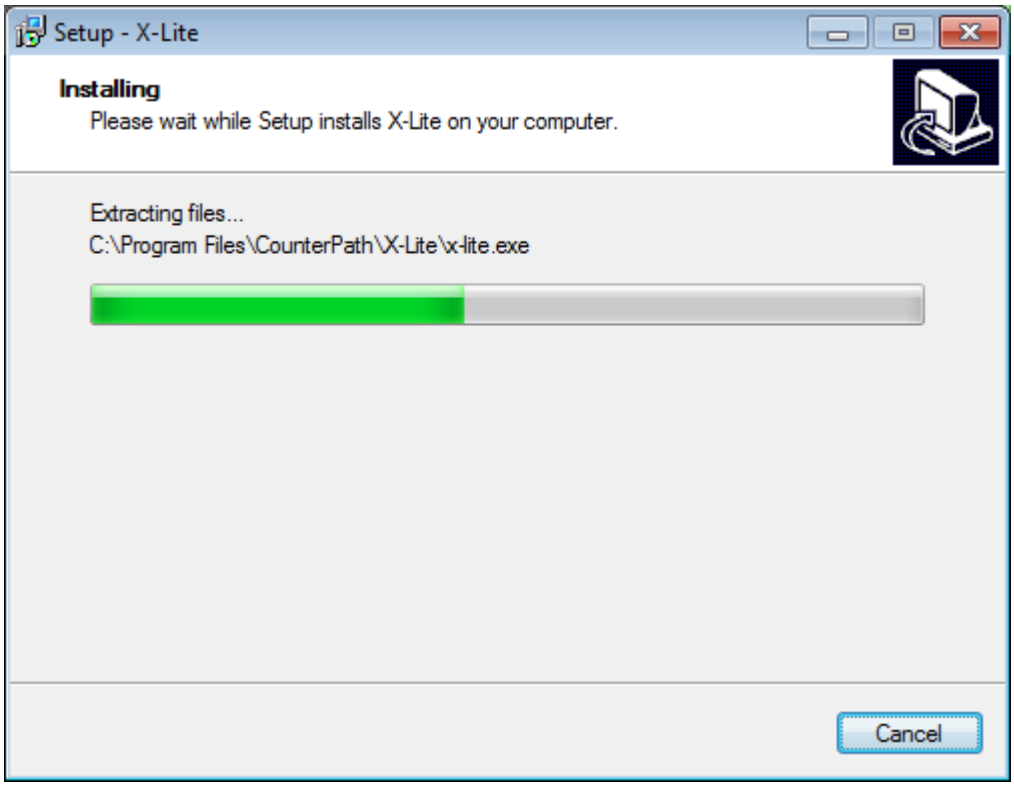
Gambar 4.46 Form user PPTP



Gambar 4.47 Form configurasi tambah data user

1.3. Konfigurasi VoIP dan VPN pada sisi *Client.*

Langkah-langkah konfigurasi pada sisi *client* pertama adalah instalasi *softphone*.Dalam hal ini terdapat dua jenis sistem operasi yang digunakan oleh *client* yaitu windows XP dan linux ubuntu. *Client* dengan sistem operasi Windows menggunakan menggunakan *softphone* x-lite. Proses instalasi pada *client* windows relatif mudah karena tersedianya source software yang telah siap untuk di install. Untuk melakukan instalasi dapat meng-klik ganda *file* setup dengan nama X_Lite_Win32_1011s_41150.exe yang di ambil dari *http://www.counterpath.com/* kemudian akan muncul halaman agreement, penempatan *file* instalasi ,proses instalasi dan keberhasilan instalasi. Berikut ini hasil instalasi seperti pada Gambar 4.48. Untuk proses instalasi secara lengkap dapat dilihat pada lampiran.



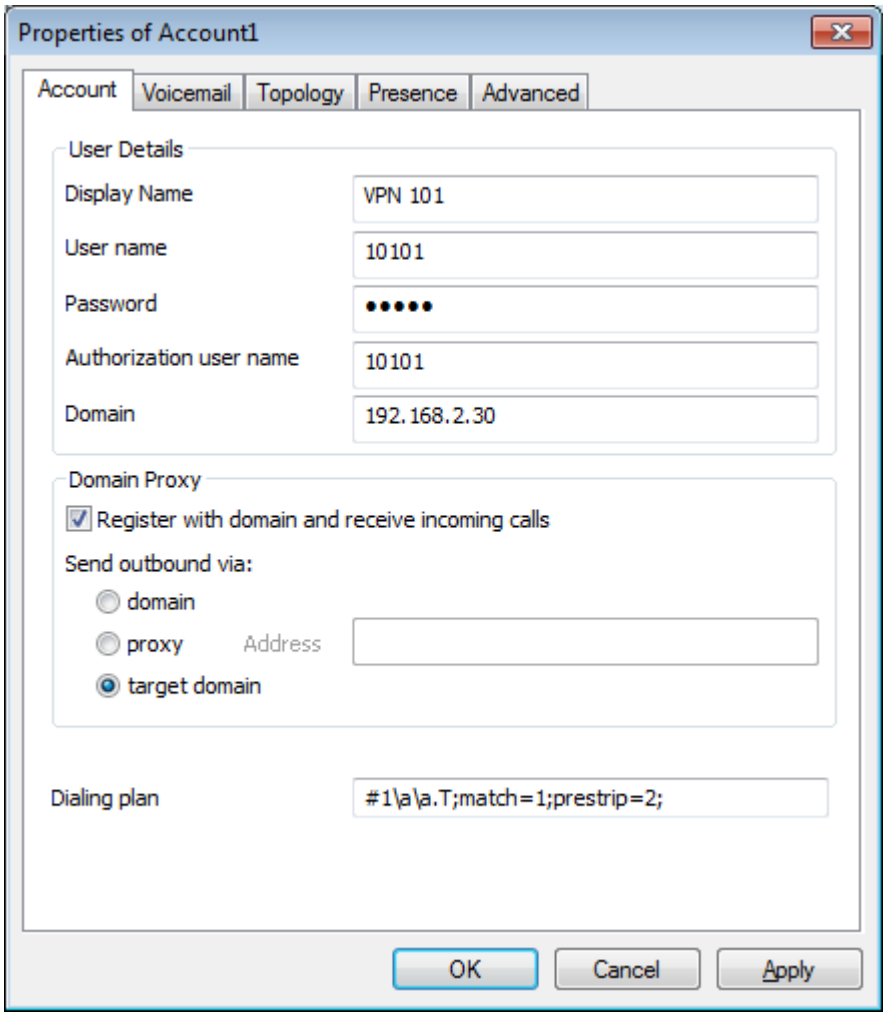
Gambar 4.48 Proses Install aplikasi X-lite



Gambar 4.49 Setting SIP *Client*



Gambar 4.50 Tampilan SIP a*ccount*



Gambar 4.51 Memasukkan data *client* ke dalam SIP *account*



Gambar 4.52 Login *client* ke *server* VoIP telah berhasil

Ada *client* linux menggunakan sistem operasi ubuntu dengan menggunakan *softphone* Xlite for linux. *File* instalasi *softphone* berupa *file* yang terkompresi dengan nama X_Lite_Install.tar.gz . Proses instalasi pada *client* linux dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut :

1. Instalasi dependensi libstdc++5 dengan perintah:

   # sudo apt-get install libstdc++5

   sehingga pada layar akan muncul tampilan seperti berikut :

   Reading package lists... Done

   Building dependency tree

   Reading state information... Done

   The following extra packages will be installed:

   gcc-3.3-base

The following NEW packages will be installed:

gcc-3.3-base libstdc++5

0 upgraded, 2 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.

Need to get 447kB of archives.

After this operation, 1081kB of additional disk space will be used.

Do you want to continue [Y/n]? Y

Get:1 http://mirror.unmul.ac.id/ hardy/universe gcc-3.3-base

1:3.3.6-15ubuntu4 [151kB]

Get:2 http:// mirror.unmul.ac.id / hardy/universe libstdc++5

1:3.3.6-15ubuntu4 [296kB]

Fetched 447kB in 12s (36.8kB/s)

Selecting previously deselected package gcc-3.3-base.

(Reading database ... 97589 files and directories currently

installed.)

Unpacking gcc-3.3-base (from .../gcc-3.3-base_1%3a3.3.6-

15ubuntu4_i386.deb) ...

Selecting previously deselected package libstdc++5.

Unpacking libstdc++5 (from .../libstdc++5_1%3a3.3.6-

15ubuntu4_i386.deb) ...

Setting up gcc-3.3-base (1:3.3.6-15ubuntu4) ...

Setting up libstdc++5 (1:3.3.6-15ubuntu4) ...

Processing triggers for libc6 ...

ldconfig deferred processing now taking place

2. Salin *file-file* instalasi X_Lite_Install.tar.gz kedalam directory /home/user/Desktop kemudian buka konsole.

   # *cd /home/*user/*Desktop*

3. Extract *file* yang terdapat dalam *file* X_Lite_Install.tar.gz dengan perintah :

   # tar –zxvf X_Lite_Install.tar.gz

4. Pindah kedalam directory hasil extract dengan menjalankan perintah :

   # cd xten-xlite

5. kemudian beri *permission* akses pada *file* xten*softphone* dengan perintah:

   # chown + x xtensoftphne

6. untuk menjalankan x-lite dengan perintah :

   # ./xtensoftphone

7. Tunggu proses untuk men-load *softphone* sampai muncul gambar :



Gambar 4.53 X-lite pada sistem operasi linux Ubuntu

4.4. Pengujian VoIP pada sisi *server*.

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

Tabel 4.1 Pengujian VoIP pada sisi *server*

No.	Nama Pengujian	Indikator Pengujian	Status Pengujian
1.	Komputer booting dengan normal	Muncul halaman login pada monitor	Muncul halaman login
2.	Komputer *server* dapat	Muncul tampilan	Muncul halaman

	dikonfigurasi melalui remote *web base*	web browser halaman trixbox user mode	Trixbox user mode.
3.	Komputer *Server* dapat menambahkan serta teregister extension dari voip *client* ketika konfigurasi melalui web browser	Pada console ketik *asterisk –r*, kemudian ketik *sip show peers*	Muncul Status VoIP *client* lihat gambar

4.5. Pengujian VPN pada sisi Server

Mengacu indikator pengujian pada status utama pada sisi *server* hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian VPN pada sisi *server*

No.	Nama Pengujian	Indikator Pengujian	Status Pengujian
1.	Komputer booting dengan normal	Muncul halaman login pada monitor	Muncul halaman login
2.	Komputer *server* dapat dikonfigurasi melalui remote	Muncul tampilan web browser	Muncul halaman pfsense user

	web base	halaman pfsense user mode	mode.
3.	Komputer *Server* dapat menambahkan VPN *client* ketika konfigurasi melalui web browser	Muncul tampilan user client	Muncul Status VPN.

4.6. Pengujian VoIP dengan keamanan VPN pada sisi *Client.*

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

Tabel 4.3 Pengujian VPN pada sisi *Client*

No.	Nama Pengujian	Indikator Pengujian	Status Pengujian
1.	Computer melalukan ping kedalam ip public server.	Pada command prompt ketik ping kemudian alamat IP	Muncul replay dari ip server
2.	Dial ke VPN server	Input username dan password dari vpn client	Koneksi successful

3.	Computer melakukan ping ke iplocal vpn server	Pada command prompt ketik ping kemudian alamat IP	Muncul replay

Tabel 4.4. Pengujian VPN pada sisi client

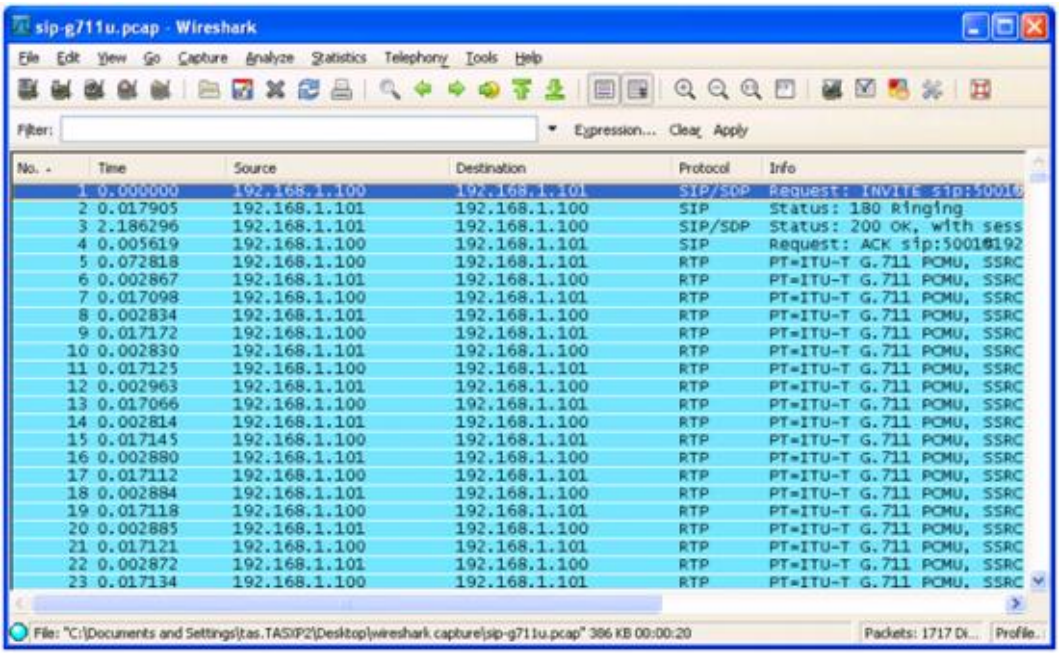
No.	Nama Pengujian	Indikator Pengujian	Status Pengujian
1.	VoIP *client* sudah terinstall dengan benar.	Akan muncul Program VoIP *client* yaitu pada X-lite *softphone*	Softpone bias dijalankan dan dikonfigurasikan
2.	VoIP *client* sudah terigister ke *server*.	Pada *softphone* akan muncul username dan status ready	*Softphone* bisa melakukan dan menerima panggilan

4.7. Pengujian System

4.7.1. Pengujian Keamanan VoIP

Ancaman keamanan pada jaringan VoIP dapat berupa berbagai cara. Seperti yang telah dijelaskan dalam bab II, mulai dari *call hijacking, spoofing, Man in the midlle attack, file capturing.tapping*. pada skenario kali ini akan digunakan metoda tapping dengan menggunakan software berbasis windows yaitu **Wireshark**. Software ini akan di pasang pada PC bridge dan menangkap setiap paket yang melewatinya. Selain itu akan dianalisis isi dari paket tersebut untuk menganalisa celah keamanan lainnya. Skenario yang dibuat adalah VoIP client 1 dan 2 akan berkomunikasi dengan menggunakan salah satu codec. Kemudian data yang lewat tersebut akan di tapping oleh **cain and abel** dan juga ethereal.Adapun hasil dari tapping akan dicoba untuk

dimainkan ulang. Apakah rekaman data VoIP tersebut dapat dimainkan ulang. Jika iya berarti VoIP menggunakan SIP tidak aman dalam implementasinya.



Gambar 4.54 Paket RTP yang di-Capture

Setelah melakukan *capturing* maka digunakan suatu software bernama **Wireshark** untuk *mendecode* dan menjalankan data stream percakapan dengan format .wav sehingga bisa didengar. Hasil pengujian terhadap ketiga codec ternyata ketiga – tiganya dapat direkam dan dimainkan ulang.

4.7.2. Pengujian dan analisis Delay

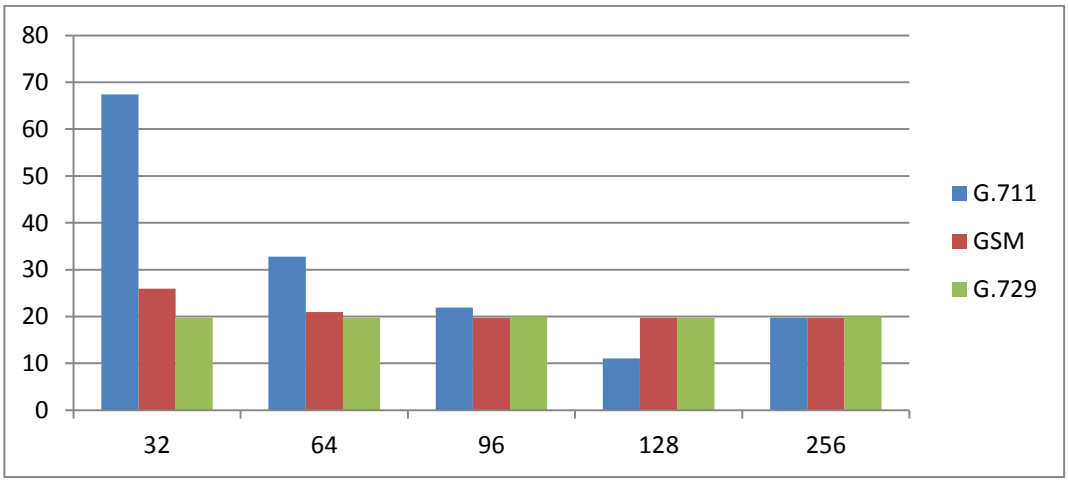
Latency merupakan waktu yang diperlukan oleh paket dari terminal pengirim hingga sampai ke terminal penerima. Delay merupakan parameter penting untuk menentukan kualitas jaringan VoIP. Berdasarkan standar dari ITU-T G.104 untuk kualitas VoIP yang baik, delay harus < 150 ms agar tidak terjadi *overlap* pada komunikasi.

Call setup dilakukan dari client 1 ke client 2. kemudian paket yang lewat akan ditangkap pada client. Digunakan Ethereal untuk menangkap paket yang masuk ke client.

Tabel 4.5. Delay jaringan sistem VoIP

NO	NAMA CODEC	Bandwidth Kbps	Delay jaringan
1	G.711	32	67.4016
		64	32.75395
		96	21.91802
		128	11.07344
		256	19.74871
2	GSM	32	25.93321
		64	20.97316
		96	19.74562
		128	19.74741
		256	19.74325
3	G.729	32	19.75106
		64	19.74562
		96	19.99053
		128	19.75106
		256	19.99221

Adapun hasil dari pengukuran delay adalah sesuai dengan gambar di atas. Dari data diatas dapat di buat grafik sebagai berikut :



Grafik 4.1. Delay jaringan sistem VoIP

Dari data diatas dapat diketahui bahwa delay berbanding terbalik dengan *bitrate*. Semakin besar *bitrate* maka delay akan semakin kecil. Grafik menunjukkan bahwa untuk bit rate yang makin kecil, peningkatan *delay* yang paling besar dimiliki oleh codec G.711. hal ini disebabkan karena G.711 memiliki *payload* yang paling besar yaitu 214 bytes. Perlu diperhatikan bahwa semakin besar *payload*, maka *delay* paketisasi, routing, ,transmisi dan switching akan semakin besar [2]. Delay terkecil untuk semua codec terjadi ketika bitratenya 128 kbps. Terutama bagi codec G.711 performansi terbaik menurut *delay*nya terjadi pada bitrate ini. Sedangkan codec dengan delay rata – rata terkecil adalah G.729. baik dari bit rate 32 kbps sampai bitrate 256 besarnya *delay* pada codec ini hampir sama sekitar 19 ms.

4.7.3. Pengujian Delay Total

Dalam teknologi VoIP, parameter *delay* disebabkan oleh beberapa komponen *delay* yang secara garis besar yaitu *delay coder* (*processing*), *delay packetization*,dan *delay network*.

1. *Coder (Processing) Delay*

Coder (Processing) = (Waktu kompresi) + (Waktu dekompresi) + *algorithmic delay*.

- Untuk G.711 :

Waktu kompresi = 0 x *frame size* + *look ahead*

= 0 x 0,125 ms + 0 ms

= 0,375 ms

Waktu dekompresi = 10 % x waktu kompresi[4]

= 0,1 x 0,375 = 0,0375 ms

Algorithmic delay (G.711) = 0 ms

Jadi, *Coder (Processing) Delay* = 0.4125 ms

- Untuk GSM:

Waktu kompresi = 20 ms

Waktu dekompresi = 10 % x waktu kompresi

= 2 ms

Algorithmic delay (GSM) = 7,5 ms

Jadi, *Coder (Processing) Delay* = 29,5 ms

- Untuk G.729 :

Waktu kompresi = 10 ms

Waktu dekompresi = 10 % x waktu kompresi

= 1 ms

Algorithmic delay (G.729) = 5 ms

Jadi, *Coder (Processing) Delay* = 16 ms

2. *Packetization Delay*

Mengacu pada hasil pengukuran *network analyzer* diketahui panjang paket VoIP, besar data informasi paket VoIP dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

Voice payload size = Panjang paket IP – (Ethernet *header* + IP *header* + UDP *header* + RTP *header*)

- Untuk G711 :

  Payload = 214 byte – (14+ 20+8 + 12) byte

  = 160 byte

  Untuk teknik kompresi G.711 dengan besar *payload* 160 *byte* maka *delay* paketisasi adalah 1 ms.

- Untuk GSM :

  Payload = 87 byte – (14+20 + 8 + 12) *byte*

  = 33 byte

  Untuk teknik kompresi GSM dengan besar *payload* 24 *byte* maka *delay* paketisasi adalah 20 ms.

- Untuk G729 :

  Payload = 74 byte – (14+12 + 8 + 20) byte

  = 20 byte

  Untuk teknik kompresi G.729 dengan besar payload 20 *byte* maka *delay* paketisasi adalah 25 ms.

Berdasarkan data yang didapat dari hasil pengukuran tersebut maka *one way delay* dapat dihitung dengan menjumlahkan *coder processing delay*, *packetization delay*, dan *network delay*.

Tabel 4.6. Delay jaringan sistem VoIP

NO	NAMA CODEC	Bandwidth Kbps	Delay jaringan	Delay processing	Delay paketisasi	Delay total
1	G.711	32	67.4016	0.4125 ms	1 ms	68.8141
		64	32.75395	0.4125 ms	1 ms	34.16645
		96	21.91802	0.4125 ms	1 ms	23.3052
		128	11.07344	0.4125 ms	1 ms	12.48594
		256	19.74871	0.4125 ms	1 ms	21.16121
2	GSM	32	25.93321	29,5 ms	20 ms	75.43321
		64	20.97316	29,5 ms	20 ms	70.43716
		96	19.74562	29,5 ms	20 ms	69.24562
		128	19.74741	29,5 ms	20 ms	69.24741
		256	19.74325	29,5 ms	20 ms	69.24325
3	G.729	32	19.75106	16 ms	25 ms	60.75106
		64	19.74562	16 ms	25 ms	60.74562
		96	19.99053	16 ms	25 ms	60.99053
		128	19.75106	16 ms	25 ms	60.75106
		256	19.99221	16 ms	25 ms	60.99221

4.7.4. Pengujian dan Analisis Jitter

Skenario Pengukuran Jitter

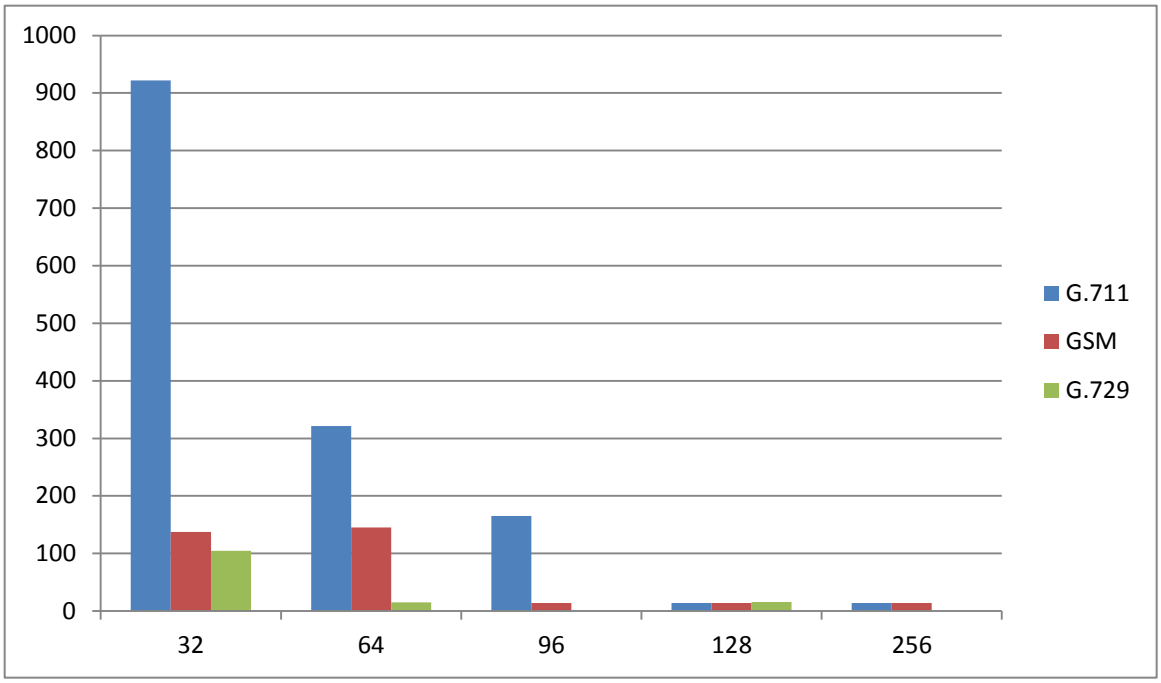
Pengukuran jitter dilakukan bersamaan dengan pengukuran delay dan packet loss. Paket VoIP yang lewat ditangkap dan dianalisa. Adapun hasil pengukuran tampak pada tabel di bawah

Tabel 4.7 Jitter pada sistem VoIP

NO	NAMA CODEC	Bandwidth Kbps	Jitter
1	G.711	32	921,81
		64	321,52
		96	165.15
		128	14,21
		256	14.285

2	GSM	32	137,295
		64	145,425
		96	13,9
		128	14,12
		256	14.28
3	G.729	32	104,645
		64	15,13
		96	14.29
		128	15,615
		256	14.28

Adapun grafik yang dihasilkan ditunjukkan pada gambar dibawah.



Grafik 4.2 Jitter pada sistem VoIP

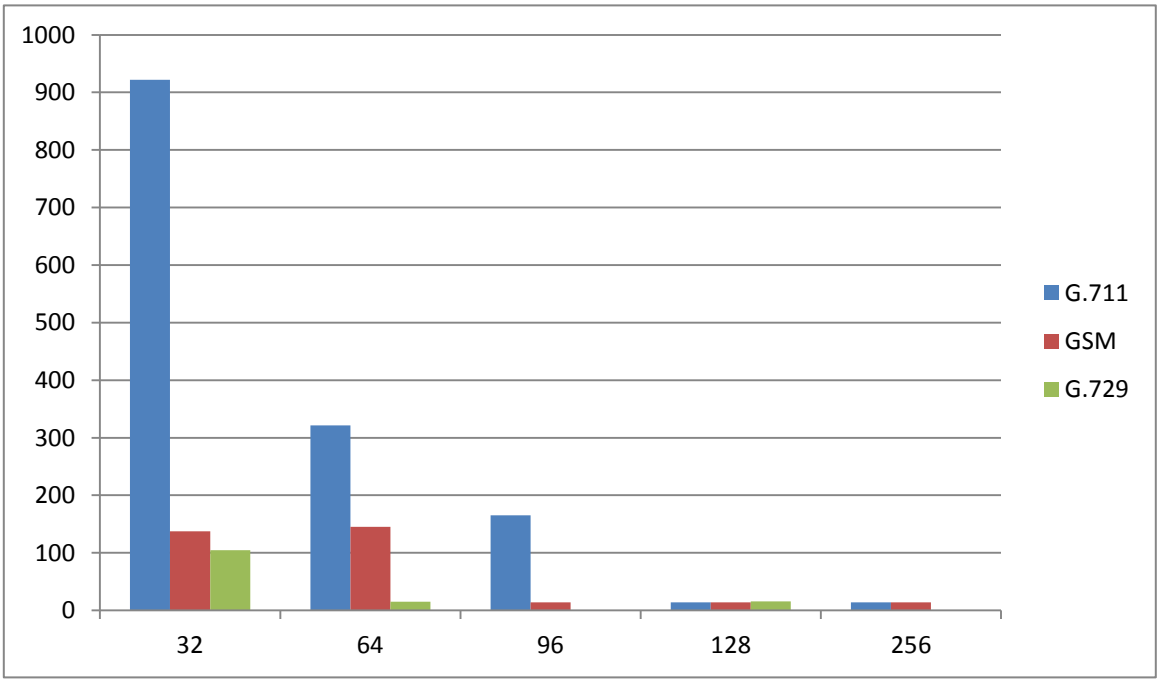
4.7.5. Pengujian dan Analisis Packet Loss

Tabel 4.8. Packet loss pada sistem VoIP

NO	NAMA CODEC	Bandwidth Kbps	Paket loss
1	G.711	32	69.80%
		64	36.89%
		96	4.20%
		128	0%
		256	0%

2	GSM	32	19%
		64	0%
		96	0%
		128	0%
		256	0%
3	G.729	32	9,7%
		64	0%
		96	0%
		128	0%
		256	0%

Adapun grafik yang ditampilkan seperti pada gambar dibawah

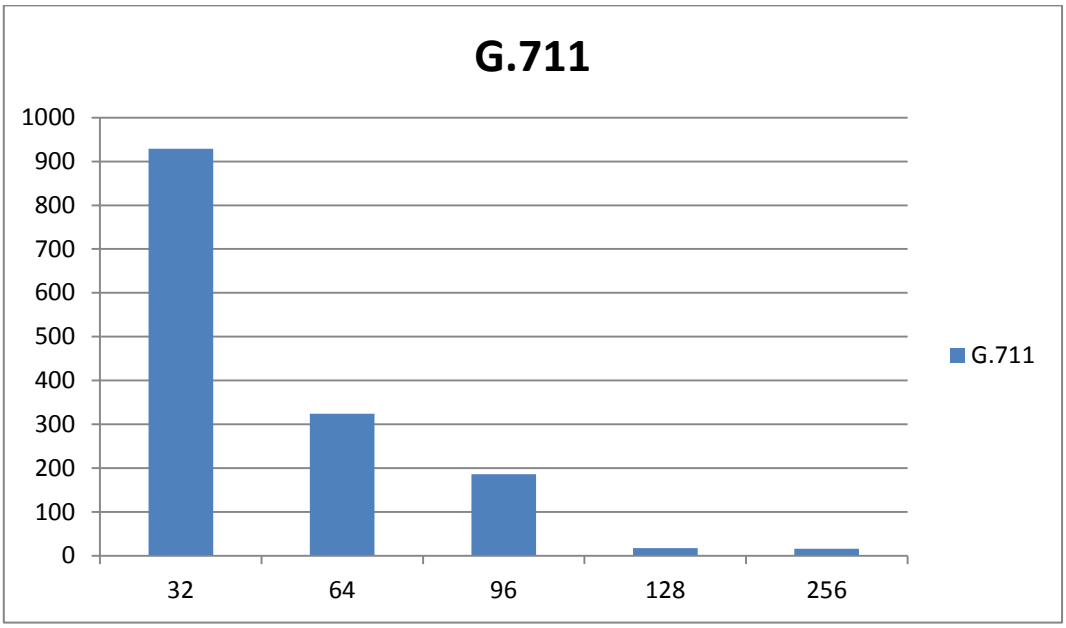


Grafik 4.3 Jitter pada sistem VoIP

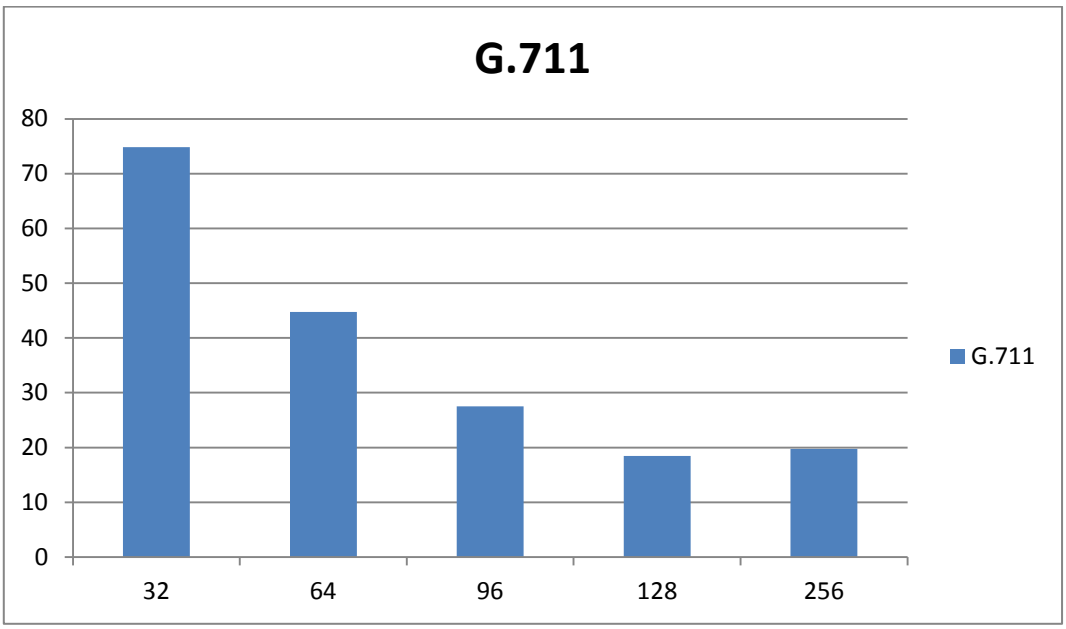
4.7.6. Pengujian VoIP dengan keamanan VPN

Tabel 4.9. Data performansi VoIP over VPN

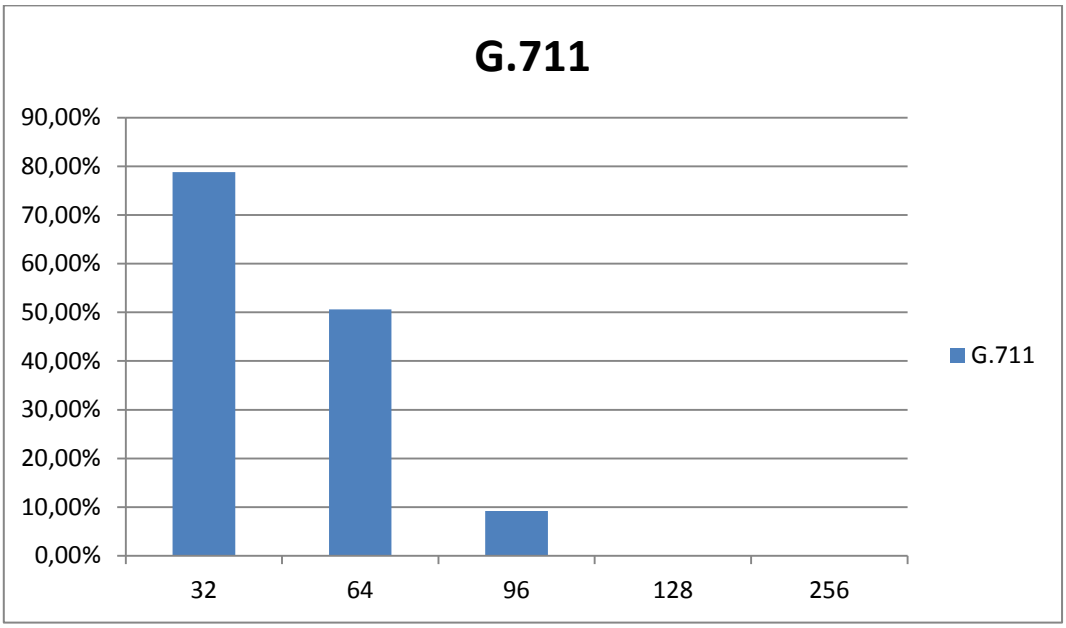
NO	NAMA CODEC	Bandwidth Kbps	Jitter	Delay	P:acket loss
1	G.711	32	928,75	74,8459	78,80%
		64	324,54	44,74834	50,59%
		96	186,15	27,54346	9,20%
		128	17,38	18,43455	0%
		256	15,8	19,74284	0%



Grafik 4.4 Delay VoIP dengan keamanan VPN



Grafik 4.5 Jitter VoIP dengan keamanan VPN



Grafik 4.6. Packet Loss VoIP dengan keamanan VPN

4.8. Kuesioner Pengguna

Pengujian beta merupakan pengujian yang dilakukan secara objektif untuk memastikan apakah sistem yang telah dibuat diterima atau tidak diterima oleh pihak instansi, melalui kuisioner yang dibagikan kepada responden. Kuesioner yang dibagikan terdiri atas dua bagian diantaranya.

1. Kuesioner untuk Pegawai Admistrator.
2. Kuesioner untuk Pegawai.

Khusus kuesioner untuk admin hanya diberikan kepada pihak yang nantinya akan memegang penuh tanggung jawab untuk sistem yang dibangun yaitu Dept.Network PT NEURONWORKS INDONESIA. Berikut kuesioner yang diberikan kepada beberapa responden.

4.8.1. Kuesioner Administrator

Kuesioner disebarkan menggunakan teknik sampling yaitu *Simple Random Sampling* yang disebarkan kepada 6 pengguna. Dari hasil kuesioner tersebut akan dilakukan perhitungan agar dapat diambil kesimpulan terhadap penilaian penerapan sistem yang baru. Kuisioner ini terdiri dari 12 pernyataan untuk petugas *Administrator*, 10 pernyataan untuk Pegawai (contoh kuisioner dapat dilihat pada lampiran).

Petunjuk pengisian

Pada halaman berikut terdapat sejumlah pernyataan yang berhubungan dengan skripsi saya. Saya membutuhkan respon Saudara untuk setiap butir pernyataan dengan membubuhkan tanda "*check list*" (V) pada setiap kolom jawaban. Harap setiap butir pernyataan di jawab / di isi dengan menggunakan instruksi berikut untuk menafsirkan makna yang akan dipilih.

SS : Sangat Setuju
S : Setuju
R : Ragu-ragu
TS : Tidak Setuju
STS : Sangat Tidak Setuju

Tabel 4.10. Kuesioner Administrator

No.	Pernyataan
1.	Dengan adanya VPN sebagai keamanan Jaringan, komunikasi lebih aman dalam berkomunikasi.

2.	Celah keamanan Firewall bias ditangani oleh VPN
3.	Tidak membutuhkan bandwidth yang besar untuk menggunakan VPN.
4.	Tidak membutuhkan bandwidth yang besar untuk menggunkan VoIP
5.	Tidak membutuhkan perubahan yang banyak untuk Jaringan internal kantor.
6.	Monitoring dan Konfig Server VPN lebih mudah
7.	Monitoring dan Konfig Server VoIP lebih mudah

Berdasarkan data hasil kuisioner tersebut, dapat dicari prosentase masing-masing jawaban dengan menggunakan rumus : Y = P/Q * 100%

Keterangan :

P = Banyaknya jawaban responden tiap soal.

Q = Jumlah responden

Y = Nilai persentase

Berikut ini adalah hasil persentase masing-masing jawaban yang sudah dihitung nilainya dengan menggunakan rumus diatas. Kuisioner ini diujikan kepada 1 petugas *Administrator*.

1. Dengan adanya VPN sebagai keamanan Jaringan, komunikasi lebih aman dalam berkomunikasi.

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Kuisioner Petugas *Administrator* Soal Nomor 1

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
1	1	SS	1	50
	2	S	1	50
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**2**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 1 orang atau 50% (Sangat Setuju) dan sebanyak 1 orang atau 50% (Setuju) mengatakan bahwa dengan adanya VPN sebagai keamanan Jaringan, komunikasi lebih aman dalam berkomunikasi.

2. Celah keamanan Firewall bias ditangani oleh VPN.

Tabel 4.12. Hasil Pengujian Kuisioner Petugas *Administrator* Soal Nomor 2

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
2	1	SS	0	0
	2	S	2	100
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**2**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 2 orang atau 100%(Setuju) mengatakan bahwa Celah keamanan Firewall bias ditangani oleh VPN.

3. Tidak membutuhkan bandwidth yang besar untuk menggunakan VPN.

Tabel 4.13. Hasil Pengujian Kuisioner Petugas *Administrator* Soal Nomor 3

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
3	1	SS	0	0
	2	S	1	50
	3	R	1	50
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**2**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 1 orang atau 50%(Setuju) dan sebanyak 1 orang atau 50%(Ragu-ragu) mengatakan bahwa Tidak membutuhkan bandwidth yang besar untuk menggunakan VPN.

4. Tidak membutuhkan bandwidth yang besar untuk menggunkan VoIP.

Tabel 4.14. Hasil Pengujian Kuisioner Petugas *Administrator* Soal Nomor 4

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
4	1	SS	0	0
	2	S	1	50
	3	R	1	50
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**2**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 1 orang atau 50%(Setuju) dan sebanyak 1 orang atau 50%(Ragu-ragu) mengatakan bahwa Tidak membutuhkan bandwidth yang besar untuk menggunkan

VoIP.

5. Tidak membutuhkan perubahan yang banyak untuk Jaringan internal kantor.

Tabel 4.15. Hasil Pengujian Kuisioner Petugas *Administrator* Soal Nomor 5

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
5	1	SS	2	100
	2	S	0	0
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**1**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 2 orang atau 100%(Sangat Setuju) mengatakan bahwa Tidak membutuhkan perubahan yang banyak untuk Jaringan internal kantor.

6. Monitoring dan Konfig Server VPN lebih mudah.

Tabel 4.16. Hasil Pengujian Kuisioner Petugas *Administrator* Soal Nomor 6

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
6	1	SS	2	100
	2	S	0	0
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**1**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 2 orang atau 100%(Sangat Setuju) mengatakan bahwa Monitoring dan Konfig Server VPN lebih mudah.

7. Monitoring dan Konfig Server VoIP lebih mudah.

Tabel 4.17. Hasil Pengujian Kuisioner Petugas *Administrator* Soal Nomor 7

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase**

				(%)
7.	1	SS	2	100
	2	S	0	0
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**1**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 2 orang atau 100%(Sangat Setuju) mengatakan bahwa Monitoring dan Konfig Server VPN lebih mudah.

4.8.2. Kuisioner Pegawai

Tabel 4.18. Kuesioner Pegawai

No.	**Pernyataan**
1.	Dengan adanya VoIP pegawai dapat melakukan komunikasi jarak jauh dengan pegawai lain.
2.	Tidak ada kesulitan dalam penggunaan VoIP dengan keamanan VPN.
3.	Tidak ada kesulitan dalam setting user Client VPN.
4.	Tidak ada kesulitan dalam setting user Client VoIP
5.	Teknologi VoIP dengan keamanan VPN ini membantu anda dalam komunikasi.

6.	Pegawai dapat mendengar dengan jelas komunikasi dua arah dengan pegawai lainnya.
7.	Kualitas dari VoIP dengan VPN sama dengan kualitas PSTN Telkom.
8.	Delay yang dihasilkan VoIP dengan VPN tidak banyak mempengaruhi komunikasi.
9.	Jitter yang dihasilkan VoIP dengan VPN tidak banyak mempengaruhi komunikasi.
10	Indicator panggilan masuk yang mudah dilihat, sehingga pegawai dapat mengetahui adanya telepon masuk.

Berdasarkan data hasil kuisioner tersebut, dapat dicari prosentase masing-masing jawaban dengan menggunakan rumus : Y = P/Q * 100%

Keterangan :

P = Banyaknya jawaban responden tiap soal.

Q = Jumlah responden

Y = Nilai persentase

Berikut ini adalah hasil persentase masing-masing jawaban yang sudah dihitung nilainya dengan menggunakan rumus diatas. Kuisioner ini diujikan kepada 4 pegawai.

1. Dengan adanya VoIP pegawai dapat melakukan komunikasi jarak jauh dengan pegawai lain.

Tabel 4.19. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 1

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
1	1	SS	1	25
	2	S	3	75
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 1 atau 25%(Sangat Setuju) dan sebanyak 3 orang atau 75%(Setuju) mengatakan bahwa Dengan adanya VoIP pegawai dapat melakukan komunikasi jarak jauh dengan pegawai lain..

2. Tidak ada kesulitan dalam penggunaan VoIP dengan keamanan VPN.

Tabel 4.20. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 2

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
2	1	SS	0	0
	2	S	3	75
	3	R	1	25
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 3 orang atau 75%(Setuju) dan sebanyak 1 orang atau 25%(Ragu-ragu) mengatakan bahwa Tidak ada kesulitan dalam penggunaan VoIP dengan keamanan VPN..

3. Tidak ada kesulitan dalam setting user Client VPN.

Tabel 4.21. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 3

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
3	1	SS	0	0
	2	S	4	100
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 4 orang atau 100%(Setuju) mengatakan bahwa Tidak ada kesulitan dalam setting user Client VPN.

4. Tidak ada kesulitan dalam setting user Client VoIP.

Tabel 4.22. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 4

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
4	1	SS	0	0
	2	S	4	100
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 4 orang atau 100%(Setuju) mengatakan bahwa Tidak ada kesulitan dalam setting user Client VoIP.

5. Teknologi VoIP dengan keamanan VPN ini membantu anda dalam komunikasi.

Tabel 4.23. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 5

Pertanyaan	No.	Keterangan	Responden	Prosentase (%)
5	1	SS	3	75
	2	S	1	25
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 3 orang atau 75% (Sangat Setuju) dan sebanyak 1 orang atau 25% (Setuju) mengatakan bahwa Teknologi VoIP dengan keamanan VPN ini membantu anda dalam komunikasi.

6. Pegawai dapat mendengar dengan jelas komunikasi dua arah dengan pegawai lainnya.

Tabel 4.24. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 6

Pertanyaan	No.	Keterangan	Responden	Prosentase (%)
6	1	SS	0	0
	2	S	4	100
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 4 orang atau 100%(Sangat Setuju) mengatakan bahwa Pegawai dapat mendengar dengan jelas komunikasi dua arah dengan pegawai lainnya.

7. Kualitas dari VoIP dengan VPN sama dengan kualitas PSTN Telkom.

Tabel 4.25. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 7

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
7	1	SS	0	0
	2	S	2	50
	3	R	2	50
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 2 orang atau 50%(Setuju) dan sebanyak 2 orang atau 50% (Ragu-ragu) mengatakan bahwa Kualitas dari VoIP dengan VPN sama dengan kualitas PSTN Telkom.

8. Delay yang dihasilkan VoIP dengan VPN tidak banyak mempengaruhi komunikasi.

Tabel 4.26. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 8

Pertanyaan	**No.**	**Keterangan**	**Responden**	**Prosentase (%)**
8	1	SS	0	0
	2	S	2	50
	3	R	2	50
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 2 orang atau 50%(Setuju) dan sebanyak 2 orang atau 50% (Ragu-ragu) mengatakan bahwa Delay yang dihasilkan VoIP dengan VPN tidak banyak mempengaruhi komunikasi.

9. Jitter yang dihasilkan VoIP dengan VPN tidak banyak mempengaruhi komunikasi.

Tabel 4.27. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 9

Pertanyaan	No.	Keterangan	Responden	Prosentase (%)
9	1	SS	0	0
	2	S	2	50
	3	R	2	50
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 2 orang atau 50%(Setuju) dan sebanyak 2 orang atau 50% (Ragu-ragu) mengatakan bahwa Jitter yang dihasilkan VoIP dengan VPN tidak banyak mempengaruhi komunikasi.

10. Indicator panggilan masuk yang mudah dilihat, sehingga pegawai dapat mengetahui adanya telepon masuk.

Tabel 4.28. Hasil Pengujian Kuisioner Pegawai Soal Nomor 10

Pertanyaan	No.	Keterangan	Responden	Prosentase (%)
10	1	SS	4	100
	2	S	0	0
	3	R	0	0
	4	TS	0	0
	5	STS	0	0
Jumlah			**4**	**100**

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka dapat disimpulkan bahwa sebanyak 2 orang atau 100%(Sangat Setuju) mengatakan bahwa Indicator panggilan masuk yang mudah dilihat, sehingga pegawai dapat mengetahui adanya telepon masuk.

4.10. **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil prosentase diatas yang didapatkan dari pengujian beta pengguna Administrator dan pegawai, maka sistem komunikasi yang sudah dibuat ini sudah sesuai dengan tujuan yaitu untuk berkomunikasi dan aman untuk digunakan secara *real time*.