

LAYANAN KOMUNIKASI *VoIP* MENGGUNAKAN *RASPBERRY PI* DAN *RASPBX* PADA SMK AL-INSAN TERPADU

Saleh Dwiyatno¹, Sulistiyono², Meilia Nugraheni³

Program Studi Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Serang Raya
salehdwiyatno@gmail.com¹, sulistiyonoputro@gmail.com², meilianugraheni0105@gmail.com³

Abstrak – Komunikasi merupakan hal penting yang menjadi kebutuhan pokok bagi setiap orang diberbagai kondisi, termasuk kegiatan dalam sekolah untuk saling bertukar informasi. *Voice Over Internet Protocol (VoIP)* adalah suatu teknologi yang memungkinkan untuk melakukan percakapan suara melalui jaringan *Internet Protocol (IP)* dengan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, memanfaatkan akan hal itu, pada penelitian ini implementasi jaringan *VoIP* akan dilakukan di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon, untuk memudahkan berkomunikasi dan merekam suara melalui telepon pintar yang dimiliki secara *offline* menggunakan jaringan lokal yang ada, dengan penambahan *Raspberry Pi* berbasis sistem operasi *RasPBX*, sehingga komunikasi suara yang dihasilkan lebih efisien dan dapat menekan biaya. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan adanya *VoIP* jaringan komputer yang ada dapat mempermudah komunikasi di wilayah yang tersambung dengan jaringan LAN sekolah

Kata Kunci : *Voice Over Internet Protocol (VoIP)*, *Raspberry Pi 3*, *RasPBX*

I. PENDAHULUAN

Teknologi jaringan komputer pada era modernisasi sekarang ini berkembang secara pesat dengan membawa perubahan yang sangat terlihat terutama dalam bidang komunikasi. Berbanding lurus dengan itu, kini banyak pengguna layanan komunikasi yang semakin hari semakin meningkat jika dari sisi komunikasi itu sendiri yang menjadi kebutuhan pokok.

Melihat kedua hal tersebut, pemanfaatan akan sebuah teknologi jaringan komputer dirasa sangat pas untuk pengaplikasian dalam kebutuhan komunikasi, terutama komunikasi suara yang dianggap lebih praktis dan cepat. Salah satu penerapan yang sudah dikenal sekarang ini yaitu teknologi jaringan berbasis *VoIP*. Penggunaan *VoIP* sangat menguntungkan bagi para penggunanya, ini dikarenakan *VoIP (Voice Over Internet Protocol)* adalah teknologi yang mampu melewati *traffic* suara yang berbentuk paket melalui jaringan *IP (Internet Protocol)*. Dengan menggunakan teknologi jaringan internet, maka komunikasi *VoIP* dapat dilakukan dengan bermacam-macam perangkat yang mendukung dalam sistem komunikasi data. Salah satu perangkat yang mendukung dalam komunikasi data *VoIP* adalah teknologi WLAN. Teknologi tersebut dapat mengirimkan data dalam satu area jaringan. (Tagor, dkk. 2014).

SMK Al-Insan Terpadu Cilegon merupakan salah satu sekolah yang sudah memberikan fasilitas berupa teknologi *Wireless LAN* pada lingkungan sekolah, namun hal ini tidak berbarengan dengan pemanfaatannya secara maksimal, penggunaannya yang hanya digunakan untuk *browsing* dan pengiriman data saja baik untuk kegiatan belajar mengajar ataupun untuk kepentingan lain yang menjadi permasalahan, contohnya belum dioptimalkannya penggunaan ke hal lain seperti membuat suatu layanan komunikasi dengan memanfaatkan jaringan komputer bersifat intranet yang ada untuk dijadikan komunikasi berbasis *VoIP*, baik

untuk komunikasi antar ruang guru atau antar gedung tanpa perlu repot bertemu langsung atau mengeluarkan biaya bagi penggunaannya.

Oleh karena itu, suatu layanan komunikasi berbasis *VoIP* dibutuhkan dari pemanfaatan jaringan komputer berbasis *Wireless LAN (WLAN)* untuk memaksimalkan penggunaan. Melihat atas dasar permasalahan tersebut, penulis tertarik untuk mengimplementasikan suatu bentuk komunikasi berbasis *VoIP* dengan menggunakan *Raspberry Pi* dan *RasPBX* sebagai penyedia layanan komunikasi. Dengan adanya penerapan komunikasi berbasis *VoIP* ini, diharapkan dapat memaksimalkan penggunaan jaringan intranet dan juga dapat mempermudah antar guru dan staff dalam menyampaikan informasi di lingkungan sekolah melalui telepon genggam yang dimiliki.

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, maka penulis melakukan penelitian dan mengangkat topik dengan judul “Implementasi Layanan Komunikasi Berbasis *Voice Over Internet Protokol (VoIP)* Dengan Menggunakan *Raspberry Pi* dan *RasPBX*.”

Tujuan dari penelitian ini dibuat untuk:

1. Membuat sistem jaringan *VoIP* untuk memudahkan penyampaian informasi kepada guru dan staff di sekolah.
2. Untuk memaksimalkan penggunaan jaringan komputer yang disediakan SMK Al-Insan Terpadu Cilegon sebagai media komunikasi berbasis *VoIP*.
3. Mengimplementasikan sistem komunikasi *nirkabel* berbasis jaringan intranet menggunakan teknologi *Voice Over Internet Protokol* menggunakan *Asterisk* dan *FreePBX* dengan *Raspberry Pi* sebagai *VoIP server* guna memudahkan komunikasi antar guru dan staff yang ada pada sekolah.

II. KAJIAN PUSTAKA

Tagor dan Sani (2014), melakukan penelitian di USU (Universitas Sumatera Utara) dengan membuat

media komunikasi berbasis *VoIP* yang memanfaatkan jaringan *wifi* di kampus USU. Peneliti menggunakan *software Asterisk* sebagai *server VoIP*, dan *Wireshark* untuk membantu pengujian implementasi sistem. Pada sisi *client*, aplikasi yang digunakan agar *VoIP* berjalan adalah *Zoiper*. *Asterisk* diinstal di komputer khusus untuk dijadikan sebagai *server VoIP* menggunakan sistem operasi Ubuntu 12.04 LTS. Pada penelitian yang akan penulis lakukan, penulis menggunakan *Raspberry Pi* sebagai *VoIP server*, yang kemudian disebut *RasPBX*, dan tetap menggunakan *Asterisk* versi 13.20, versi antarmuka *FreePBX* 14.0.2.10.

Suhardjo dan Nogroho (2013), dalam jurnalnya membahas pemanfaatan fasilitas *Wireless LAN* yang ada di *ICT Center SMKN 1 Klaten* untuk kemudian digunakan membuat komunikasi berbasis *VoIP*. Tujuan pemanfaatan ini adalah untuk memperkenalkan kepada masyarakat luas khususnya di sekitar *SMKN 1 Klaten* tentang manfaat *VoIP* sebagai alat yang memudahkan kegiatan informasi dan komunikasi. Peneliti menggunakan PC yang sudah terpasang OS *Asterisk@Home 1.2.4* berbasis *CentOS* sebagai *server VoIP*. Untuk *client* menggunakan *SJPhone*. Perbedaan penelitian yang akan penulis lakukan adalah terdapat pada *server VoIP* yang digunakan. Meskipun sama sama menggunakan *Asterisk*, tetapi PC yang dipakai adalah *Mini PC* yaitu *Raspberry Pi* sebagai *VoIP server*, kelebihanannya adalah dengan bentuknya yang ringkas sehingga tidak membutuhkan tempat banyak, mudah diakses secara *remote*, dan harga perangkat yang murah dibandingkan dengan 1 set PC. Penulis juga menggunakan telepon pintar berbasis *Android* sebagai *client*, karena saat ini sudah banyak orang yang menggunakan telepon pintar.

Eki Saputra dan Intan Lestari (2014), dalam penelitiannya membahas tentang perancangan *VoIP* menggunakan teknologi *open source* di pusat teknologi informasi dan pangkalan data kampus UIN Suska Riau. Permasalahan yang terjadi di UIN Suska Riau adalah banyaknya biaya operasional yang disebabkan oleh penggunaan telepon PSTN dan *handphone*, juga sering terjadi gangguan komunikasi yang disebabkan oleh tidak adanya layanan tunggu pada PSTN. Berikut alat-alat yang digunakan untuk menunjang penelitiannya. Untuk *server VoIP*, digunakan PC dengan sistem operasi berbasis *Linux Debian Lenny*. Dari sisi *Hardware*, Untuk *client* yang akan menggunakan fasilitas *VoIP*, digunakan PC yang dilengkapi dengan *soundcard* dan terhubung ke jaringan internet, lalu *headset* yang telah dilengkapi dengan *mikrofon* dan *speaker*, juga telepon pintar bersistem operasi *Android*. Dari sisi *Software*, digunakan *3cx Phone VoIP* berbasis *SIP*. Hasil dari penelitian ini adalah pusat pangkalan data dapat berkomunikasi dengan fakultas dan lembaga terkait tanpa mengeluarkan biaya lagi, dan komunikasi *VoIP* dapat dilakukan baik antar PC, PC ke telepon pintar, atau sebaliknya. Penelitian yang akan penulis lakukan menggunakan *Raspberry Pi 3 type B* sebagai *VoIP server*, dikarenakan biaya yang dikeluarkan bisa ditekan dibandingkan menggunakan PC biasa dengan *Software* yang digunakan adalah *CSIPSimple*.

Yudhi Arta (2015), dalam penelitiannya membahas tentang implementasi teknologi *VoIP* yang akan diterapkan pada biro administrasi informatika teknologi Universitas Islam Riau. Peneliti menggunakan *Asterisk* sebagai sistem operasi di PC yang dijadikan *server VoIP*, dan 12 *Client* yang digunakan untuk penelitian. Hasilnya, *Client* dapat berkomunikasi dua arah dan memungkinkan untuk melakukan *call conference* bahkan dapat melakukan panggilan *Video Call* ketika semua *user* sudah *teregister* kedalam *server VoIP*. Perbedaan yang mendasar dengan penelitian yang akan penulis lakukan terdapat pada penggunaan *server VoIP*, yaitu menggunakan *Raspberry Pi* yang selanjutnya disebut *RasPBX* ketika perangkat ini menjadi *server VoIP*.

Yuniati *et all* (2014), dalam penelitiannya yang membahas tentang analisa perancangan *VoIP* dengan *open source asterisk* dan *VPN* sebagai pengamanan jaringan antar *client*. Peneliti menganalisis dan merancang *server* komunikasi melalui jaringan *IP* menggunakan *software asterisk* dengan *software VPN* sebagai pengamanannya, merancang sentral komunikasi dengan jaringan *IP* agar dapat melakukan komunikasi antar *client* dengan hemat, mengetahui dan membandingkan *QoS* dan *MOS* pada jaringan yaitu pada saat menggunakan dan tidak menggunakan *VPN*. Perbandingan dengan penelitian yang akan penulis lakukan yaitu mengimplementasikan suatu bentuk komunikasi berbasis *VoIP* dengan menggunakan *Raspberry Pi* dan *RasPBX* sebagai penyedia layanan komunikasi.

Wibowo dan Windarti (2014), dalam penelitiannya yang membahas tentang implementasi teknologi *VoIP* dan *e-jabber* dengan memanfaatkan jaringan komputer (*wifi*) ini mampu mengirimkan suara melalui gelombang *wifi* sebagai perantara masukan (suara). Suara yang dikirim akan menuju *server asterisk* melewati *Hub/Router* untuk dapat diterima tujuan yaitu berupa PC *client* atau *handphone client* yang didalamnya terdapat peran protokol *asterisk* dan *SIP* dengan aplikasi *softphone* berupa *X-Lite*. Perbandingan dengan penelitian yang akan penulis lakukan terdapat pada media aplikasi *softphone* yang digunakan yaitu *CSIPSimple*, dengan sistem operasi *RasPBX* yang dapat mendukung pengiriman teks yang didalamnya terdapat *asterisk* dan *freePBX*.

Voice Over Internet Protocol (VoIP)

Voice over Internet Protocol adalah suatu mekanisme teknologi yang memungkinkan terjadinya percakapan (*voice/suara*) baik jarak jauh maupun dekat, dengan memanfaatkan internet. Namun, kualitas suara yang dihasilkan tidak sebagus sambungan telepon biasa dan tergantung daripada kualitas jaringan telekomunikasi di masing-masing daerah atau negara lawan bicara, tetapi para pelaku bisnis dan pemilik perusahaan sudah mulai melirik penggunaan *VoIP* dikarenakan dapat menekan pengeluaran.

Menurut Maryono dan Istiana (2008: 3):

Fasilitas yang dapat digunakan untuk berbicara lewat internet dikenal dengan sebutan *VoIP*. Telepon lewat internet mirip dengan telepon kabel. Letak

perbedaan adalah pada jaringan komunikasi yang digunakan, telepon kabel menggunakan jalur telepon rumah (PTSN), sedangkan telepon internet melalui jaringan internet.

Dalam *VoIP*, suara diubah menjadi data dan dikirim lewat jaringan internet. Ia bisa lebih murah sebab menggunakan pita *frekuensi* (*bandwidth*) dengan sistem *kompresi* yang tingkatnya lebih besar dibanding *kompresi* di selular. Di GSM, suara normal yang dikodekan dalam 64kb bisa ditekan sampai 13,3kb per detik dan mutu suara itu sudah terbiasa kita dengar lewat ponsel. Kompresi juga dilakukan di STDI (Sentral Telepon Digital Indonesia), sehingga satu kanal kapasitas 64kb dapat digunakan atau diduduki oleh 4-5 suara. Lebih hebat lagi, dengan teknologi *VoIP*, kompresi dilakukan sedemikian rupa, sehingga tiap kanal tidak lagi 13,3kb tetapi menjadi cuma 8kb dan nantinya akan lebih kecil lagi.

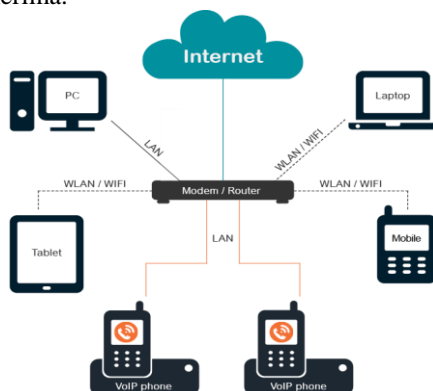
How VoIP Works



Sumber: <http://www.communityit.com/>

Gambar 1 Cara kerja Voice over Internet Protokol

Teknologi ini memang hanya berguna jika dipakai untuk percakapan interlokal dan internasional karena mengurangi biaya percakapan hampir separuhnya dibandingkan dengan tarif telepon konvensional, karena jaringan *IP* bersifat global. *VoIP* dapat digambarkan secara sederhana sebagai sebuah panggilan yang memanfaatkan teknologi dengan mengubah suara manusia menjadi sinyal *digital* untuk selanjutnya dipangkas (*compression*) di beberapa bagian. Sebelum itu, data yang berupa sinyal analog diubah ke bentuk data digital dengan *ADC* (*Analog to Digital Converter*), kemudian ditransmisikan, dan di penerima dipulihkan kembali menjadi data analog dengan *DAC* (*Digital to Analog Converter*) tanpa mengurangi kandungan informasi yang ada, selanjutnya dibagi menjadi paket-paket *Internet Protocol* (*IP*) kemudian ditransmisikan melalui jaringan internet, proses sebaliknya dilakukan di sisi penerima.



Sumber: <https://www.talktalk.ch/en/what-is-voip/>

Gambar 2 Diagram *VoIP* (*Voice Over Internet Protokol*)

a) Keuntungan *VoIP*

VoIP diciptakan untuk menyediakan sarana komunikasi agar lebih hemat biaya dan lebih *fleksibel*. Berikut keuntungan yang didapat jika melakukan komunikasi *VoIP*, yaitu:

1. Penekanan utama dari *VoIP* adalah biaya. Dengan dua lokasi yang terhubung dengan internet maka biaya percakapan menjadi sangat rendah.
2. Memanfaatkan *infrastruktur* jaringan data yang sudah ada untuk suara. Jika memungkinkan jaringan yang ada bisa dibangun jaringan *VoIP* dengan mudah. Tidak diperlukan tambahan biaya bulanan untuk penambahan komunikasi suara.
3. Penggunaan *Bandwidth* yang lebih kecil daripada telepon biasa. Dengan majunya teknologi penggunaan *Bandwidth* untuk *voice*, teknik pemampatan data memungkinkan suara hanya membutuhkan sekitar 8 kbps *Bandwidth*.
4. Memungkinkan digabung dengan jaringan telepon lokal yang sudah ada. Dengan adanya *gateway* bentuk jaringan *VoIP* bisa disambungkan dengan PABX yang ada di kantor. Komunikasi antar kantor bisa menggunakan pesawat telepon biasa.
5. Berbagai bentuk jaringan *VoIP* bisa digabungkan menjadi jaringan yang besar.
6. Variasi penggunaan peralatan yang ada, misal dari PC sambung ke telepon biasa, *IP phone handset*.

b) Kerugian *VoIP*

Diantara beberapa kelebihan *VoIP* yang telah dipaparkan, *VoIP* juga memiliki kekurangan. Berikut beberapa kerugian yang terdapat pada *VoIP*, yaitu:

1. Efek dari kompresi suara dengan *bandwidth* kecil akan menghasilkan penurunan kualitas suara dibandingkan jaringan PSTN konvensional. Namun jika koneksi internet yang digunakan adalah koneksi internet pita-lebar/*broadband* seperti *Telkom Speedy*, maka kualitas suara akan jernih bahkan lebih jernih dari sambungan Telkom dan tidak terputus-putus.
2. Proses perubahan data menjadi suara, jeda jaringan, membuat adanya jeda dalam komunikasi dengan menggunakan *VoIP*. Kecuali jika menggunakan koneksi *Broadband* (lihat di poin atas).
3. Regulasi dari pemerintah RI membatasi penggunaan untuk disambung ke jaringan milik Telkom.
4. Jika belum terhubung secara 24 jam ke internet perlu janji untuk saling berhubungan.
5. Jika memakai internet dan komputer di belakang NAT (*Network Address Translation*), maka dibutuhkan konfigurasi khusus untuk membuat *VoIP* tersebut berjalan.

6. Tidak pernah ada jaminan kualitas jika *VoIP* melewati internet.
7. Peralatan *VoIP* yang menghubungkan antara *VoIP* dengan PABX (*IP telephony gateway*) relatif berharga mahal. Diharapkan dengan makin populernya *VoIP* ini maka harga peralatan tersebut juga mulai turun harganya.
8. Berpotensi menyebabkan jaringan terhambat/*Stuck*. Jika pemakaian *VoIP* semakin banyak, maka ada potensi jaringan data yang ada menjadi penuh jika tidak diatur dengan baik. Pengaturan *Bandwidth* adalah perlu agar jaringan di perusahaan tidak menjadi jenuh akibat pemakaian *VoIP*.
9. Penggabungan jaringan tanpa dikoordinasi dengan baik akan menimbulkan kekacauan dalam sistem penomoran.

Protokol Pendukung *VoIP*

Protokol merupakan sebuah aturan atau *rule* yang harus dipenuhi agar akses komunikasi dalam hal ini komunikasi *VoIP* dapat melewati jaringan. Berikut protokol penunjang *VoIP*, yaitu:

1. **H.323**, *VoIP* dapat berkomunikasi dengan sistem lain yang beroperasi pada jaringan *packet-switch*. Untuk dapat berkomunikasi dibutuhkan suatu standarisasi sistem komunikasi yang kompatibel satu sama lain. Salah satu standar komunikasi pada *VoIP* menurut rekomendasi ITU-T adalah H.323 (1995-1996). Standar H.323 terdiri dari komponen, protokol, dan prosedur yang menyediakan komunikasi multimedia melalui jaringan *packet-based*. Bentuk jaringan *packet-based* yang dapat dilalui antara lain jaringan internet, *Internet Packet Exchange (IPX)-based*, *Local Area Network (LAN)*, dan *Wide Area Network (WAN)*. H.323 dapat digunakan untuk layanan-layanan multimedia seperti komunikasi suara (*IP telephony*), komunikasi video dengan suara (*video telephony*), dan gabungan suara, video dan data. Untuk protokol H.323 sendiri terdapat beberapa protokol yang berjalan, yaitu:
 - A. **H.225**, yang bertanggungjawab menyiapkan jalur *routing* agar dapat sampai pada tujuan. H.225 tidak mempunyai kemampuan untuk membangun maupun menutup *media streams*.
 - B. **H.245**, berfungsi sebagai pengatur dan menentukan metode bagaimana dua atau lebih *endpoint* saling berkomunikasi.
 - C. **Q.931**, bertanggungjawab untuk membangun serta melakukan terminasi komunikasi antara dua atau lebih *endpoint*.
2. *Session Initiation Protocol (SIP)*, yaitu protokol yang digunakan untuk inisiasi, modifikasi dan terminasi sesi komunikasi *VoIP*. SIP adalah protokol *Open Standard* yang dipublikasikan oleh IETF, RFC 2543 dan RFC 3261. Selain digunakan untuk negosiasi sesi komunikasi *voice*, SIP juga dapat digunakan untuk negosiasi sesi komunikasi data media lain seperti video dan *text*. Disebutkan sebagai hanya melakukan “negosiasi sesi komunikasi” adalah karena SIP merupakan *signalling protocol*, bukan media *transfer protocol*. Artinya SIP tidak

menghantarkan data media (*voice*, *video* dan *text*), melainkan hanya melakukan negosiasi sesi komunikasi saja dan memanfaatkan protokol lain seperti RTP sebagai media transfer protokol. (<https://antonraharja.com>).

3. *Inter-Asterisk eXchange (IAX)*. Teknologi yang merubah sinyal suara analog menjadi *digital*, kemudian melakukan paketisasi dan mentransmisikannya melalui jaringan *IP*, ini menjadi pilihan yang akan menggantikan PSTN. *VoIP* menawarkan harga yang lebih murah untuk membangun dan melakukan komunikasi. Protokol *signaling H.323* yang direkomendasikan oleh ITU-T adalah protokol awal yang mendukung aplikasi *VoIP*. Protokol ini merupakan anjuran ITU-T sebagai protokol untuk melakukan *conferencing* melalui jaringan *IP* yang melibatkan *voice*, *video* dan data secara bersamaan. Protokol H.323 adalah salah satu dari Protokol *VoIP* yang penerapannya ditemukan secara luas untuk lalu lintas jarak jauh, seperti layanan Jaringan Area Lokal (LAN). Namun, karena perkembangan baru, protokol yang lebih kompleks seperti MGCP dan SIP, H.323 penyebaran semakin terbatas untuk membawa jarak jauh yang ada lalu lintas jaringan. Secara khusus, *Session Initiation Protocol (SIP)* telah mendapatkan penetrasi pasar luas *VoIP*.
4. *Real-time Transport Protocol (RTP)*, digunakan sebagai penghubung dengan *RTP Control Protocol (RTCP)*. Ketika RTP membawa media *stream* (contoh: *audio* dan *video*), RTCP berfungsi untuk memonitor statistik dari transmisi dan *Quality of Service (QoS)* dan membantu sinkronisasi *multiple stream*. Ketika kedua protokol digunakan dalam *conjunction*, RTP dihasilkan dan diterima pada nomor *port* genap dan komunikasi RTCP yang menghubungkannya menggunakan nomor *port* ganjil yang lebih tinggi. Protokol RTP ini adalah salah satu pondasi penting untuk komunikasi *Voice over Internet Protocol (VoIP)* dan pada konteks ini biasa digunakan pada hubungan dengan protokol *signaling* yang membantu untuk pengaturan koneksi diseluruh jaringan.
5. TCP/IP adalah rangkaian protokol komunikasi untuk menghubungkan komputer atau *server* pada internet. TCP/IP sebenarnya mengacu pada sekumpulan set protokol yang terdiri dari dua protokol utama yaitu: *Transmission Control Protocol* dan *Internet Protocol* dengan memberikan sebuah alamat (*address*) dan identitas (*id*) pada setiap komputer di seluruh dunia untuk menghindari adanya kesalahan pengiriman data. Protokol ini terdiri dari dua bagian besar, yaitu TCP dan UDP serta dibawah lapisan tersebut ada protokol bernama IP.
 - A. *Transmission Control Protocol (TCP)* merupakan protokol yang menjaga reliabilitas hubungan komunikasi *end-to-end*.
 - B. *User Datagram Protocol (UDP)* protokol utama diatas IP yang lebih sederhana dibanding TCP. UDP digunakan pada *VoIP* untuk pengiriman

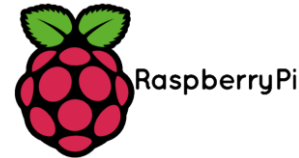
audio *streaming* yang berlangsung terus menerus dan lebih memntingkan kecepatan pengiriman data.

- C. *Internet Protocol (IP)* didesain untuk interkoneksi sistem komunikasi komputer pada jaringan *Switched* sebagai alamat untuk identitas jaringan, *IP Address* terdiri dari 2 bagian, yaitu: *Network ID* dan *Host ID*. Peran *Network ID* yaitu sebagai penentu alamat dalam jaringan (*network address*), sedangkan untuk menentukan alamat dari peralatan jaringan yang membedakan antara satu mesin dengan mesin lain dilakukan oleh *Host ID*. Pembagian Kelas *IP Address*.
- D. *Subnet Mask*. “*Subnetting* merupakan proses memecah satu kelas *IP Address* menjadi beberapa *subnet* dengan jumlah *host* yang lebih sedikit. Sedangkan *subnet mask* digunakan untuk menentukan batas *Network ID* dalam suatu *subnet*.” (Andi, 2015: 49). Fungsi dari *Subnet Mask* sendiri adalah untuk membedakan *Network ID* dengan *Host ID* dengan menunjukkan berapa pembagian panjang bit *network* dengan bit *host* untuk mengetahui berapa jumlah *host* yang dapat terkoneksi didalam sebuah *network* dan menentukan alamat tujuan paket data apakah *local* atau *remote*. Misalnya untuk kategori alamat IP kelas C dengan *netmask* 255.255.255.0, maka penentuannya adalah 24 bit pertama adalah bit *network* dan 8 bit sisanya adalah bit *host*.
- E. *Network address*. Sebuah *host* tidak pernah berdiri sendiri namun memerlukan *host* lain dan bergabung membentuk sebuah *Network*. Alamat *Network* yang terbentuk inilah yang disebut sebagai *Network Address*. *Network address* didapat dengan membuat seluruh bit *host* menjadi 0. Misalnya IP address 192.168.1.1 dengan alamat IP kelas C, maka *Network Address*nya adalah 192.168.1.0
- F. *Broadcast Address* adalah alamat dimana agar semua *host* yang berada di dalam sebuah *network* dapat dikirimkan data secara simultan. Gunanya agar apabila ada sebuah *host* yang ingin mengirimkan data ke seluruh *host* yang ada di suatu jaringan tertentu, maka *host* tersebut tidak perlu membuat replika datagram sebanyak jumlah *host* tujuan karena hal semacam ini akan meningkatkan pemakaian *bandwidth* dan beban kerja *host* pengirim. Jadi *host* pengirim cukup mengirimkan data ke alamat broadcast saja maka secara otomatis seluruh *host* yang ada di satu *network* tersebut akan menerimanya. *Broadcast Address* didapat dengan membuat bit *host* menjadi 1 (kebalikan dari *Network Address*), jadi misalnya IP *address*nya adalah 192.168.1.1, maka *Broadcast Address*nya adalah 192.168.1.255.
- G. *Gateway Address* adalah alamat IP yang menghubungkan sebuah jaringan dengan jaringan yang lain. Jadi apabila sebuah *host* ingin berkomunikasi dengan *host* lain dalam sebuah

jaringan yang berbeda, maka *host* tersebut harus melewati *Gateway Address* terlebih dahulu untuk mencapai *host* yang satunya.

- H. *Nameserver Address* adalah IP milik sebuah *server Domain Name Service (DNS)* yang bertujuan untuk menerjemahkan sebuah *domain* menjadi *IP address* maupun sebaliknya.

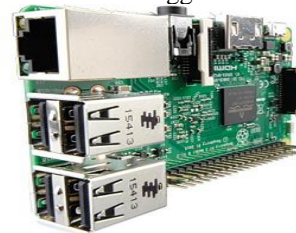
Raspberry Pi



Sumber: <https://news.ralali.com/apa-itu-raspberry-pi/>

Gambar 3 Logo Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah komputer kecil yang memiliki ukuran seperti kartu ATM yang dapat dihubungkan ke televisi atau layar komputer dan *keyboard*. Perangkat ini adalah komputer kecil yang mumpuni dan dapat digunakan untuk proyek elektronik serta dapat pula melakukan banyak hal layaknya PC *desktop* atau komputer, dengan tujuan awal diproduksinya *Raspberry Pi* ini yaitu sebagai alat belajar pemrograman digital untuk segala jenis umur, seperti menjalankan program perkantoran untuk membuat laporan, membuat dokumen, *browsing* internet bahkan memainkan permainan dan mampu memutar *video* beresolusi tinggi.



Sumber: <https://news.ralali.com/apa-itu-raspberry-pi/>

Gambar 4 Raspberry Pi 3 Type B

Raspberry Pi model B menggunakan *Mid-core 64MHz quad-core ARM Cortex-A53*, memiliki RAM 1 GB, LAN nirkabel 802.11n terpadu, dan *Bluetooth 4.1*. Awalnya *Raspberry Pi* memang dibuat sebagai produk untuk kegiatan edukasi. Namun dengan melihat fitur yang dimiliki dan juga *hardware* yang terus di *upgrade* dan di kembangkan membuat alat ini bisa digunakan sebagai komputer *desktop mini*, *file server*, *download server*, *access point*, *server dns*, *multimedia player*, *home automation* dan lain sebagainya. Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat disini. Selain itu, *raspberry pi* juga bisa digunakan sebagai *core* untuk pembuatan alat-alat canggih. Mulai dari pembuatan robot, alat pengontrol peralatan rumah dan berbagai alat modern lainnya.

RasPBX

RasPBX merupakan *distro* atau sistem operasi berdasarkan *distro Debian Stretch (Raspbian)* yang memungkinkan *Raspberry Pi* menjadi *server PBX* bahkan *VoIP* karena didalamnya tersedia aplikasi *FreePBX*, *Asterisk*, *Apache*, *MySQL* dan *PHPMyadmin*. Terdiri dari dua perangkat lunak utama yaitu *Asterisk*

sebagai *server PBX* dan *FreePBX* sebagai *GUI* berbasis *web*.

Raspbian itu sendiri merupakan sistem operasi *linux* dengan *distro Debian Wheezy* dan untuk melakukan instalasi sistem operasi ini, kapasitas *storage* yang harus dimiliki kurang lebih sekitar 2GB.

Asterisk



Sumber: [https://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk_\(PBX\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk_(PBX))

Gambar 5 Logo Asterisk

Asterisk adalah *software IP PBX* untuk membuat sistem layanan komunikasi telepon melalui internet atau biasa disebut *VoIP (Voice over Internet Protocol)*. Asterisk merupakan *software open source PBX* yang berjalan pada sistem operasi berbasis *Linux*.

Berperan sebagai *software server VoIP* yang di distribusikan melalui *GPL (General Public License)*. Asterisk disebut juga *IP PBX*, karena memiliki fungsi dan kemampuan layaknya *PBX* namun berbasis *IP*. Asterisk biasanya digunakan untuk membangun suatu sistem layanan komunikasi serta memberikan kemudahan untuk mengembangkan layanan komunikasi serta telepon sendiri dengan kustomisasi yang luas diberikan kepada pihak pengguna dengan sebuah simbol yang mempresentasikan sebuah *widcard* dibanyak bahasa komputer.

Salah satu *software IP PBX* jenis *SIP Proxy Open Source* terbaik di Internet adalah Asterisk. Fitur yang ada memungkinkan kita membuat telkom sendiri. Beberapa fitur Asterisk yang membuat kita memilih Asterisk sebagai *IP PBX* pilihan hingga ratusan *extension*, seperti: *voicemail*, *conference bridge*, *call queue* maupun *call detailed record*.

Daftar panjang dari fitur Asterisk dalam bahasa Inggris agar tidak ada salah mengartikan ke bahasa Indonesia, adalah, *ADSI On-Screen Menu System*, *Alarm Receiver*, *Append Message*, *Authentication*, *Automated Attendant*, *Blacklists*, *Blind Transfer*, *Call Detail Records*, *Call Forward on Busy*, *Call Forward on No Answer*, *Call Forward Variable*, *Call Monitoring*, *Call Parking*, *Call Queuing*, *Call Recording*, *Call Retrieval*, *Call Routing (DID & ANI)*, *Call Snooping*, *Call Transfer*, *Call Waiting*, *Caller ID*, *Caller ID Blocking*, *Caller ID on Call Waiting*, *Calling Cards*, *Conference Bridging*, *Database Store / Retrieve*, *Database Integration*, *Dial by Name*, *Direct Inward System Access*, *Distinctive Ring*, *Distributed Universal Number Discovery (DUNDi™)*, *Do Not Disturb*, *E911*, *ENUM*, *Flexible Extension Logic*, *Interactive Directory Listing*, *Interactive Voice Response (IVR)*, *Local and Remote Call Agents*, *Macros*, *Music On Hold*, *Music On Transfer*, *Predictive Dialer*, *Privacy*, *Open Settlement Protocol (OSP)*, *Overhead Paging*, *Protocol Conversion*, *Remote Call Pickup*, *Remote Office Support*, *Roaming Extensions*, *Route by Caller ID*, *SMS*

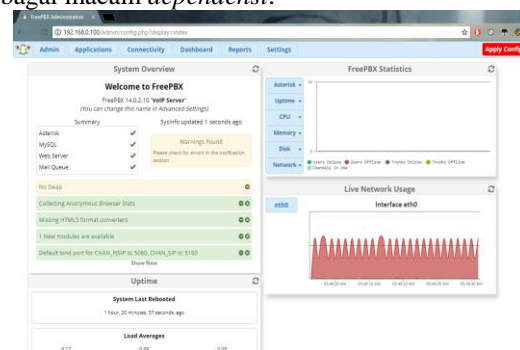
Messaging, *Spell / Say*, *Streaming Media Access*, *Supervised Transfer*, *Talk Detection*, *Text-to-Speech (via Festival)*, *Three-way Calling*, *Time and Date*, *Transcoding*, *Trunking*, *VoIP Gateways*, *Voicemail*, *Visual Indicator for Message Waiting*, dan *Zapatero*. Di samping itu, Asterisk di rancang untuk berintegrasi dengan *Computer-Telephony*, yang didukung oleh *AGI (Asterisk Gateway Interface)*, *Graphical Call Manager*, *Outbound Call Spooling*, *Predictive Dialer*, dan *TCP/IP Management Interface*.

Untuk *scalability* / pemekaran jaringan, Asterisk mendukung berbagai beberapa bentuk format data, yaitu:

1. *TDMoE (Time Division Multiplex over Ethernet)* yang memungkinkan penyambungan langsung ke *IP PBX Asterisk*, *zero latency (delay rendah)*, penggunaan *card ethernet* yang ada di pasaran.
2. *Voice-over IP*, memungkinkan integrasi berbagai peralatan yang secara fisik terpisah. Menggunakan sambungan data yang biasa digunakan. Menggunakan *dialplan* yang terintegrasi untuk banyak kantor sekaligus.
3. *Coder Decoder (CODEC)* yang didukung oleh Asterisk adalah *ADPCM*, *G.711 (A-Law & u-Law)*, *G.723.1 (pass through)*, *G.726*, *G.729* (dengan membeli lisensi komersial dari *Digium*), *GSM*, *iLBC*, *Linear*, *LPC-10*, dan *Speex*.
4. *Protocol VoIP* yang didukung Asterisk adalah *IAX™ (Inter-Asterisk Exchange)*, *H.323*, *SIP (Session Initiation Protocol)*, *MGCP (Media Gateway Control Protocol)*, dan *SCCP (Cisco® Skinny®)*.
5. *Interopability* dengan telepon tradisional, yang menggunakan *FXS*, *FXO*, *DTMF*. Mendukung berbagai *protocol ISDN PRI*, seperti, *4ESS*, *BRI (ISDN 4 Linux)*, *DMS 100*, *Euro ISDN*, *Lucent 5E*, *National ISDN2* dan *NFAS*.

FreePBX

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



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 6 Tampilan antarmuka *FreePBX*

CsipSimple



Sumber: <https://antonraharja.com>

Gambar 7 Logo CSipSimple

CSipSimple adalah *mobile softphone* untuk *android* berlisensi *open source* dan dikembangkan oleh banyak orang. CSipSimple dibangun dengan menggunakan sebuah *SIP stack*. Berikut adalah *feature highlight CSipSimple*:

- Voice Over IP, Video Call dan Text Messaging.
- Mendukung berbagai jenis *Codec*, termasuk yang lebih jernih suaranya (*wideband*).
- Mendukung *Secure Calling* dengan SIP TLS dan SRTP/ZRTP.
- Menyediakan perangkat anti masalah seperti NAT seperti STUN dan ICE.
- Integrasi dengan *Android Dialer*, termasuk *log* panggilannya.

Softphone

Software yang dibutuhkan untuk melakukan komunikasi berbasis VoIP disebut *softphone*. *Softphone* adalah aplikasi telepon atau *software* yang mensimulasi aksi untuk telepon melalui jaringan *Internet Protocol (IP)*. *Softphone* merupakan aplikasi *client VoIP* yang mampu mendigitalisasi data suara kedalam paket-paket untuk ditransmisikan melalui sebuah LAN ataupun *wireless*. *Softphone* diperlukan untuk melakukan panggilan *VoIP (Voice over IP)* dan panggilan video. Di sisi lain, aplikasi *smartphone* dan *chat* memiliki antarmuka *softphone* sederhana yang hanya membutuhkan satu atau dua sentuhan jari untuk memulai panggilan. *Softphone* yang digunakan adalah *Softphone CSipSimple*.



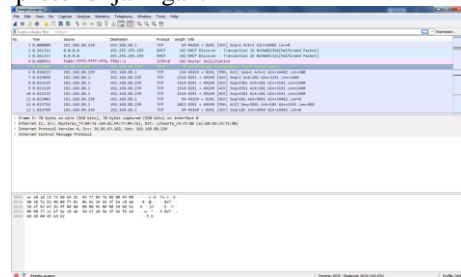
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 8 Tampilan aplikasi CSipSimple di telepon Android

Wireshark

Wireshark merupakan salah satu aplikasi "Network Analyzer" atau Penganalisis Jaringan. Proses

penganalisaan jaringan itu meliputi berbagai hal, mulai dari proses menangkapnya paket-paket data atau informasi yang berjalan dalam jaringan, sampai pada digunakannya untuk *sniffing* (memperoleh informasi penting seperti *password email*). Wireshark mempunyai banyak fitur saat ini, termasuk *display filter language* yang banyak dan kapabilitas mereka dalam satu aliran pada sesi *TCP*. Paket *sniffer* sendiri diambil kesimpulan sebagai salah satu *tool* yang memiliki kemampuan menahan dan melakukan pencatatan *traffic* data dalam jaringan. Pada saat data dalam jaringan, paket *sniffer* bisa menangkap *Protocol Data Unit (PDU)*, lakukan *decoding* sekaligus analisis pada isi paket. Wireshark sebagai satu diantara paket *sniffer* yang diprogram sedemikian rupa agar mengetahui berbagai macam bentuk protokol jaringan.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 9 Tampilan Wireshark

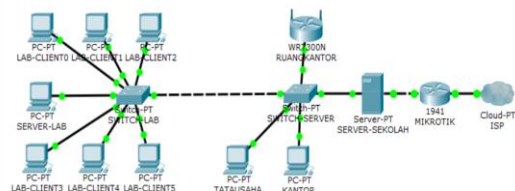
III. METODE PENELITIAN

Manajemen Jaringan

Manajemen jaringan yang saat ini terdapat di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon yaitu menggunakan *Router Mikrotik* dan *Proxy Server* untuk mengakses internet dan sebagai jalur masuk dan keluar paket data.

Topologi Jaringan

Topologi jaringan yang digunakan untuk menghubungkan komputer satu dengan komputer lainnya di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon yaitu jenis topologi *bus*, dimana antar komputer *server-client* akan dihubungkan dengan kabel *coaxial* serta konektor *BNC*, kemudian pada ujung jaringan menggunakan terminator sebagai perangkat tertutup. yang mana semua perangkat jaringan seperti *router*, *switch*, *access point* dan perangkat komputer yang terhubung dalam satu jaringan. Berikut gambar dari topologi jaringan:



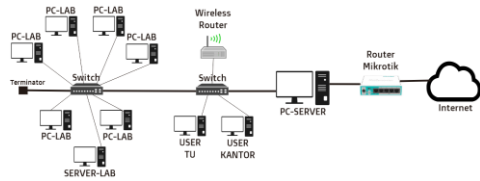
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 10 Topologi Jaringan SMK Al-Insan Terpadu Cilegon

Arsitektur Jaringan

Bentuk arsitektur jaringan berdasarkan jangkauan yang digunakan di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon yaitu jaringan LAN (*Local Area Network*). Arsitektur tersebut disesuaikan dengan kondisi yang memang

jaringan internet sekolah menggunakan *Router Mikrotik* dan *Proxy Server* dalam 2 lingkup tempat, sehingga hanya diperlukan arsitektur *Local Area Network*.



Sumber: Dokumen Pribadi

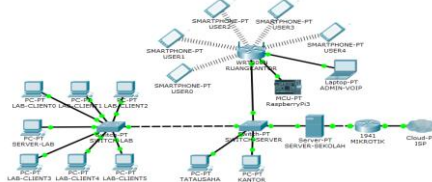
Gambar 11 Arsitektur Jaringan SMK Al-Insan Terpadu Cilegon

Dalam arsitektur jaringan LAN yang digunakan SMK Al-Insan Terpadu Cilegon merupakan model dari jaringan jenis *Server-Client*, dimana satu komputer dijadikan sebagai *server* dan komputer lain sebagai *client* yang terhubung dalam sebuah jaringan membentuk Topologi *Bus*. Sedangkan untuk media transmisi yang digunakan berupa *Wired Network* (kabel) dan *Nirkabel* (tanpa kabel).

Arsitektur jaringan *Server* komputer di SMK Al-Insan menggunakan *Router* sebagai penghubung antara *modem* atau *ISP Telkom*. Media transmisi pengkabelan yang digunakan untuk komunikasi antar PC menggunakan kabel *Unshielded Twisted Pair (UTP)* dan konektor *RJ-45*, dan untuk bentuk *nirkabel* menggunakan *Wireless Network* melalui *Access Point* sebagai infrastruktur dengan memiliki konfigurasi dalam komunikasi untuk kebutuhan LAN. Jaringan LAN yang terhubung pada *modem* atau *ISP Telkom* sebagai penyebaran *wi-fi* menggunakan *access point* sebagai *hotspot* untuk memberikan akses internet dan *share file* pada *client* di lingkungan SMK Al-Insan Terpadu Cilegon.

Skema Jaringan

Dengan topologi jaringan yang digunakan di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon adalah Topologi *Bus*, maka bentuk skema jaringan yang dibutuhkan untuk melakukan komunikasi dalam ruangan. Diruang *server* terdapat *router* yang terhubung ke *modem* untuk kemudian disambungkan ke *switch* dan *access point*, di lain tempat yaitu ruang lab. telah terdapat *switch* untuk koneksi yang digunakan *PC client* untuk pengelolaan data menggunakan penyedia jasa layanan *server*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.5



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 12 Skema Jaringan SMK Al-Insan Terpadu Cilegon

Untuk beberapa *hardware* yang dibutuhkan yaitu komputer, *switch*, kabel *UTP*, konektor *RJ-45*, *server network*, dan *Raspberry Pi* yang akan menjalankan *VoIP*.

Permasalahan Sistem Jaringan

Permasalahan pada sistem jaringan di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon yaitu penggunaan jaringan komputer

yang belum maksimal, yang hanya digunakan untuk aktivitas internet seperti biasa dan karena belum menerapkannya teknologi *Voice Over Internet Protocol (VoIP)*, biasanya para guru dan staff jika ada keperluan dengan guru atau staff yang lain, harus mengunjungi ke ruangan masing masing orang yang jaraknya cukup jauh atau dengan menggunakan telepon konvensional biasa yang dikenakan tarif.

Terkait dengan jaringan internet, para guru dan staff memanfaatkan koneksi *nirkabel* yang ada di sekolah untuk mengakses internet dari telepon pintarnya.

Alternatif Pemecahan Masalah

Dengan adanya permasalahan yang sudah disebutkan diatas tadi, maka alternatif bentuk pemecahan masalah yang penulis gunakan pada penelitian ini di lingkungan SMK Al-Insan Terpadu Cilegon adalah dengan membangun sistem komunikasi berbasis *VoIP* menggunakan *Raspberry Pi* dan *RasPBX* dimana para guru maupun staff yang ada di sekolah dapat berkomunikasi lewat telepon pintarnya menggunakan jaringan yang ada di sekolah.

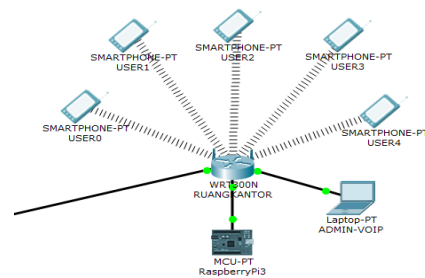
IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Manajemen Jaringan Usulan

Suatu sistem komunikasi yang memanfaatkan jaringan internet berupa *packet-packet* yang salah satu contoh penerapannya terdapat pada teknologi *Voice over Internet Protocol (VoIP)*. Dibawah ini gambaran terdapat beberapa *point* dari rancangan sistem jaringan yang diusulkan.

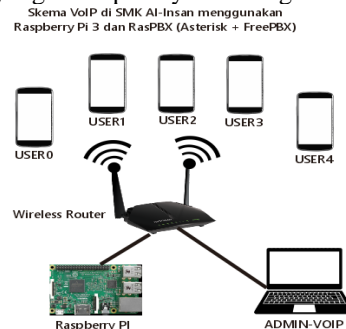
Topologi Jaringan

Bentuk Topologi yang digunakan pada sistem jaringan di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon yaitu bentuk Topologi *Tree*, dengan peran *Raspberry Pi 3 type B* menggunakan *RasPBX* sebagai *server VoIP*.



Gambar 13 Topologi Jaringan Usulan Skema Jaringan

Skema yang diterapkan yaitu sebagai berikut:



Gambar 14 Skema Jaringan

Keamanan Jaringan

Keamanan jaringan yang akan diterapkan di SMK Al-Insan menggunakan pengaturan keamanan jaringan yang sudah terintegrasi dengan Asterisk, yaitu:

- SecAst*, melindungi sistem telepon Asterisk dari gangguan dan penipuan.
- Fail2ban*, melihat berkas log kegagalan sistem telepon Asterisk.
- Firewall*, untuk memblokir lalu lintas data yang tidak perlu.

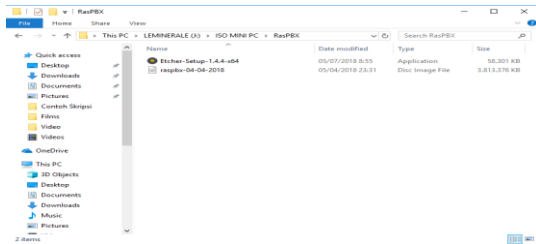
Rancangan Aplikasi

Perancangan sistem aplikasi yang akan digunakan untuk membangun sebuah komunikasi nirkabel berbasis internet menggunakan fasilitas VoIP yaitu:

- ISO Image RasPBX – Asterisk for Raspberry Pi
- Etcher
- Raspberry Pi 3 type B
- Laptop
- Telepon Android
- CSipSimple Android Application
- Wireless Router

Instalasi RasPBX untuk Raspberry Pi

RasPBX tersedia dalam bentuk berkas ISO image, sehingga harus menggunakan software tambahan yaitu Etcher untuk mem-flash SD Card yang akan dipasang pada Raspberry Pi. RasPBX dapat diunduh di: <http://www.raspberry-asterisk.org/downloads/> dan instalasi Etcher dapat diunduh di: <https://etcher.io/>. Berikut akan dijelaskan langkah langkah instalasi RasPBX.



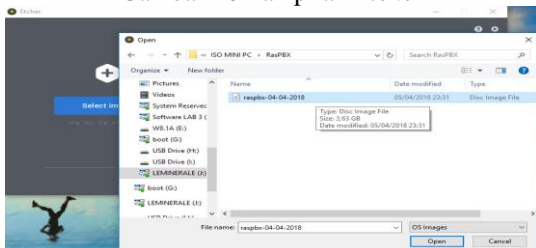
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 15 Berkas instalasi Etcher dan ISO RasPBX



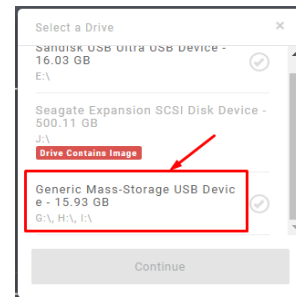
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 16 Tampilan Etcher



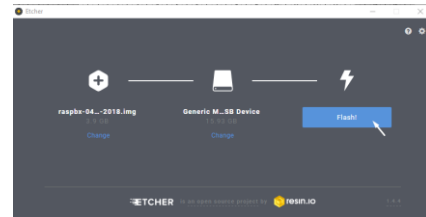
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 17 Pemilihan berkas ISO RasPBX



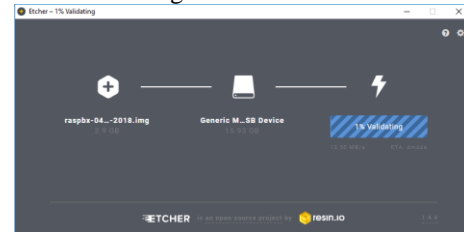
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 18 Memilih SD Card untuk penyimpanan berkas instalasi RasPBX



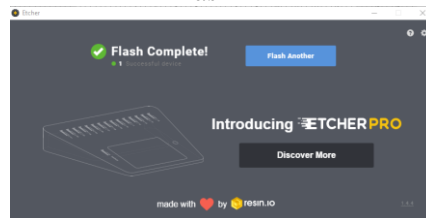
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 19 Etcher siap untuk mem-flash SD Card dengan ISO RasPBX



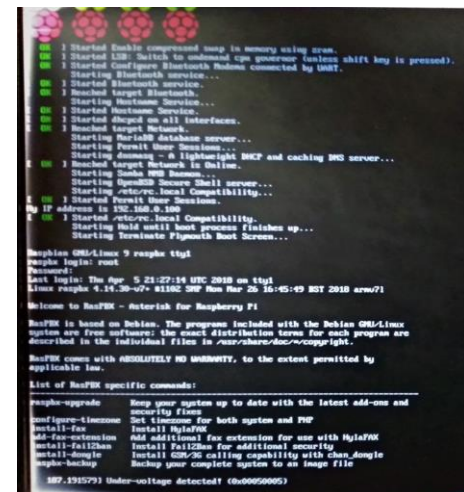
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 20 Proses verifikasi SD Card yang sudah terisi RasPBX



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 21 Proses flashing RasPBX ke SD Card selesai



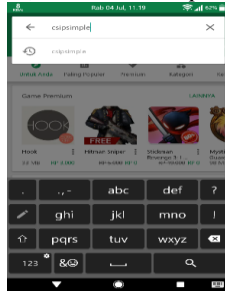
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 22 Tampilan console RasPBX

Instalasi CSipSimple pada telepon Android

CSipSimple tersedia di Google Play Store untuk diunduh, berikut langkah langkah instalasinya:

1. Buka Play Store, ketikkan “CSipSimple”, lalu cari



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 23 Mencari aplikasi CSipSimple di Google Play Store

2. Pilih CSipSimple, lalu pilih instal



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 24 Aplikasi CSipSimple di Google Play Store

3. Buka CSipSimple



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 25 CSipSimple sudah terinstal di telepon Android

4. Tampilan CSipSimple yang sudah terpasang di telepon Android



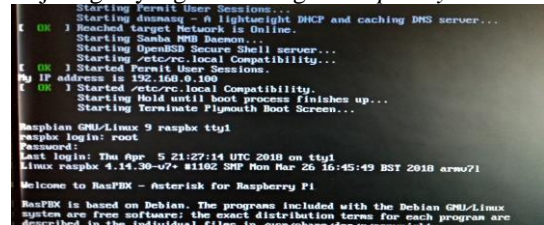
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 26 Tampilan aplikasi CSipSimple di telepon Android

Konfigurasi Asterisk dengan FreePBX GUI

Agar Raspberry Pi dapat bekerja sebagai server VoIP dengan baik dan Client dapat berkomunikasi melalui jaringan nirkabel yang ada di sekolah, maka harus dikonfigurasi terlebih dahulu melalui PC atau laptop yang terhubung dengan jaringan nirkabel yang sama dengan Raspberry Pi.

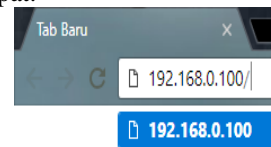
1. Cari IP Address pada tampilan console RasPBX di monitor. Gunakan alamat IP tersebut untuk mengakses Raspberry Pi dari laptop yang terhubung di jaringan yang sama dengan Raspberry Pi.



Sumber: Dokumen Pribadi

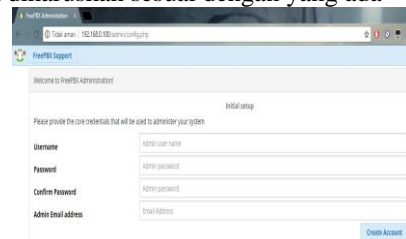
Gambar 27 Tampilan console RasPBX menampilkan IP Address Raspberry Pi

2. Buka browser di laptop, lalu masukkan IP yang sudah didapat.



Sumber: Dokumen Pribadi

3. Pada penggunaan pertama kali dari RasPBX, GUI FreePBX meminta membuat akun administrator untuk digunakan sebagai kredensial setiap kali akan masuk. Masukkan username “admin”, password “admin”, confirm password “admin”. Untuk email tidak diharuskan sesuai dengan yang ada



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 29 Tampilan halaman web admin FreePBX pertama kali

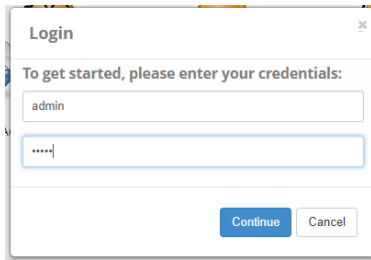
4. Setelah sukses membuat akun administrator, halaman web akan berubah menjadi tampilan dibawah ini. Pilih FreePBX Administration untuk masuk ke halaman Dashboard.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 30 Tampilan halaman Administrator

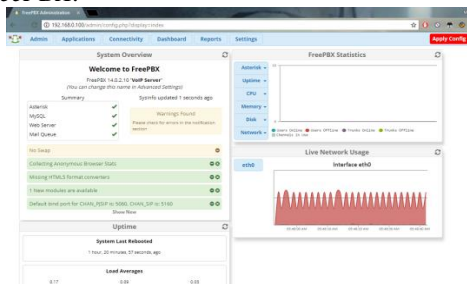
5. Masukkan *username* dan *password* yang sebelumnya sudah dibuat pada saat pertama kali mengakses *Raspberry Pi* lewat *browser* dengan *IP address*.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 31 *FreePBX* meminta kredensial untuk masuk ke halaman Admin.

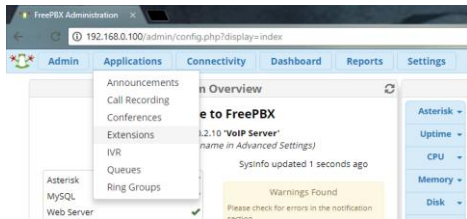
6. Dibawah ini adalah tampilan *dashboard* dari *GUI FreePBX*.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 32 *Dashboard RasPBX* dengan *GUI FreePBX*

7. Untuk membuat akun *client*, klik menu *Applications*, lalu *Extensions*



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 33 Menu *Extensions* untuk membuat akun *client*

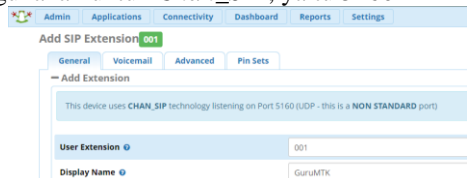
8. Pilih *Chan_SIP Extensions*, lalu pilih *Add New Chan_SIP Extensions* untuk membuat akun *client*



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 34 *Jendela Chan_SIP Extensions*

9. Dibagian atas form, terdapat notifikasi *port* yang digunakan untuk *Chan_SIP*, yaitu 5160

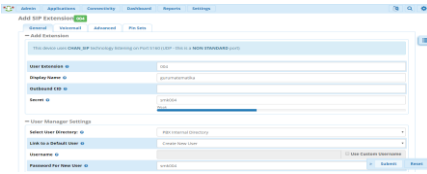


Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 35 Notifikasi *port* yang digunakan *Chan_SIP*, yaitu *port* 5160

10. Ada beberapa *form* yang wajib diisi, yaitu *user extension* (digunakan untuk memanggil akun *client* yang teregistrasi), *display name* (nama yang ditampilkan pada saat panggilan), *secret* (*password*

atau kata sandi akun *client*), dan *password for new user* (samakan dengan isi dari *form secret*). Lalu klik *submit* untuk menambahkan akun *client*. Berikut adalah contoh pengisian untuk akun *client* “gurumatematika”



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 36 *Form* untuk membuat akun *client*

11. Akun *client* sudah teregistrasi. Langkah terakhir adalah konfigurasi pada aplikasi *CSipSimple* di telepon *Android*



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 37 Tampilan halaman *Administrator Konfigurasi CSipSimple* pada telepon *Android*

Setelah selesai mengkonfigurasi *Raspberry Pi*, langkah terakhir adalah mengkonfigurasi *Client* di *CSipSimple* pada telepon *Android*. Beberapa tahapan konfigurasi *CSipSimple* di telepon *Android client* adalah sebagai berikut:

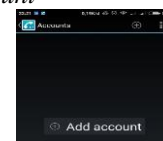
1. Buka *CSipSimple*, lalu pilih ikon kunci dan 3 garis untuk masuk ke *Account*



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 38 Tampilan *CSipSimple* pada telepon *Android*

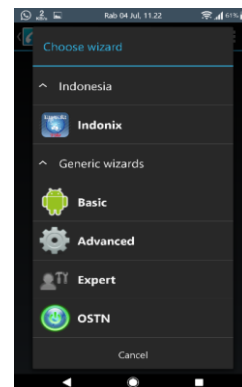
2. Pilih “Add Account”



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 39 *Layar Accounts* pada aplikasi *CSipSimple*

3. Pilih “Basic”



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 40 Memilih *wizard* untuk penyetelan akun *client VoIP*

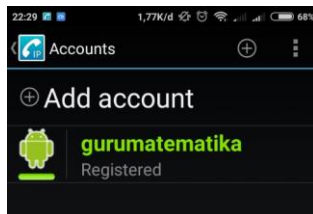
4. Isikan *account name* (nama akun client), *user* (*user extension* dengan angka), *server* (alamat IP dan *port* yang digunakan *Chan_SIP*), dan *password* (*form secret* saat membuat akun client di *FreePBX*) dengan akun yang ada di *FreePBX* yang sudah dikonfigurasi sebelumnya. Lalu pilih *Save*



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 41 Tampilan pengisian rincian akun *client VoIP*

5. Jika berhasil, akan tertera tulisan “*Registered*”, dan *client* sudah bisa melakukan komunikasi berbasis *VoIP*.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 42 Akun “gurumatematika” berhasil teregistrasi di *server VoIP*

Pengujian Jaringan

Dalam *point* ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui perbandingan baik sesudah maupun sebelum rancangan yang diusulkan dari pemanfaatan jaringan yang ada.

1. Pengujian Jaringan Awal

Pada pengujian awal yang dilakukan pada telepon *android* yang tidak terpasang aplikasi *CSipSimple*. Hasil yang diperoleh yaitu:

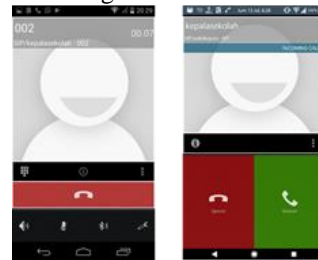
- Tidak dapat melakukan komunikasi di area sekolah meskipun sudah tersambung ke jaringan *wifi*, karena belum terpasangnya aplikasi *server Asterisk* di *Raspberry Pi* dan juga aplikasi *client CSipSimple* di telepon *Android* pengguna.
- Tidak mendapatkan informasi yang cepat dan mudah antar pegawai di satu ruangan berbeda dalam kantor.

2. Pengujian Jaringan Akhir

Pada pengujian akhir, *Raspberry Pi* yang terpasang *RasPBX* (*Asterisk* dan *FreePBX*) akan mencoba untuk menambahkan *client* yang terhubung jaringan *nirkabel* di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon dengan melakukan panggilan, dan merekam panggilan yang sedang berlangsung untuk saling berkomunikasi dengan memanfaatkan *VoIP*. Hasil yang diperoleh yaitu:

A. **Call (Telepon).** Pengujian pertama adalah melakukan panggilan antar *client* melalui jaringan *wifi* yang sama menggunakan telepon

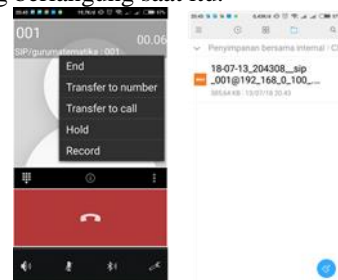
Android dan aplikasi *client CSipSimple*. Akun *client* yang akan digunakan adalah 001/kepalasekolah dan 002/wakilkepala untuk pengujian panggilan. panggilan berhasil dilakukan, baik *client* 001 dan *client* 002 sama-sama mendengar suara satu sama lain.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 43 *Client* 001/kepalasekolah menghubungi *Client* 002/wakilkepala

B. **Call Record (Merekam saat panggilan).** Pada saat panggilan berlangsung, kedua pihak yang sedang berkomunikasi dapat merekam panggilan secara langsung. Hasil yang akan didapat berupa *file* suara yang isinya adalah rekaman percakapan yang berlangsung saat itu.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 44 Pilihan untuk merekam dan hasil rekaman percakapan saat panggilan berlangsung

Analisis

Hasil pada pengujian sistem komunikasi berbasis *VoIP* dengan menggunakan *Raspberry Pi* yang sudah terinstal *RasPBX* (*Asterisk* + *FreePBX*) dan tersambung di jaringan lokal yang ada di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon, bahwa *server VoIP* (*Raspberry Pi*), dapat menangani panggilan dua arah yang dilakukan oleh *client* menggunakan akun yang sebelumnya dibuat di *web admin FreePBX*. Selanjutnya didapatkan beberapa *point* penting pada saat pengujian berlangsung.

Gangguan

Pada saat sedang melakukan telepon antar-*client*, didapatkan beberapa masalah sebagai berikut:

- Jika komunikasi antar-*client* dilakukan dengan jarak kurang dari 10m, menyebabkan *intervensi* gelombang.
- Magnet* dari *speaker* telepon pintar *client* menyebabkan gangguan yang cukup mengganggu.
- Terjadi gangguan *frekuensi overleaving* yang terdapat pada *channel WiFi 2,4GHz*.

Jangkauan jaringan

Point kedua adalah jarak dari komunikasi antar-*client*, variasi jarak komunikasi yang dapat dilakukan dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Di dalam ruangan, jarak jangkauan dapat mencapai 50m dengan kondisi terdapat beberapa tembok penghalang.
2. Diluar ruangan, jarak jangkauan dapat mencapai 100m dengan kondisi ruangan terbuka seperti lapangan.

Efek yang dihasilkan dari jarak jangkauan terjauh adalah terjadinya *delay*. *Delay* paing lama terjadi sampai kurang lebih 2 detik

Pengiriman teks

Secara *default*, *RasPBX* dapat mendukung pengiriman teks. Namun aplikasi *client CsipSimple* belum dapat mendukung protokol pengiriman teks yang disediakan oleh *RasPBX*, dan *Asterisk* wajib dikonfigurasi namun terkendala dengan cara menkonfigurasi *Asterisk* yang terpasang pada *Raspberry Pi*. Namun tidak menjadi masalah yang besar karena layanan yang dibutuhkan adalah layanan telepon antar-*client*.

V PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dari penerapan *Voice Over Internet Protocol (VoIP)* menggunakan *Raspberry Pi* berbasis sistem operasi *RasPBX* di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon dapat diambil kesimpulan:

1. Implementasi layanan komunikasi berbasis *VoIP* yang dilakukan pada SMK Al-Insan Terpadu Cilegon dapat diterapkan dengan menggunakan *Raspberry Pi* bersistem operasi *RasPBX (Asterisk + FreePBX)* sebagai layanan komunikasi untuk mempermudah komunikasi antar guru dan staff di lingkungan sekolah.
2. Komunikasi berbasis Teknologi *VoIP* dapat menekan pengeluaran pada masing-masing pemilik telepon genggam karena dilakukan dengan memanfaatkan jaringan komputer LAN yang ada di SMK Al-Insan Terpadu Cilegon

Saran

Peneliti menyadari bahwa masih banyak sekali kekurangan dan kelemahan dan masih perlu dikembangkan menjadi lebih baik. Oleh sebab itu kami menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Jaringan komputer yang ada di sekolah agar dapat diperbesar jangkauannya, terutama konektivitas *nirkabel* sehingga komunikasi dapat dilakukan di seluruh lingkup sekolah.
2. Karena sistem yang diterapkan belum bisa mengirimkan pesan teks dan *telekonferensi*, sekiranya bisa dikembangkan lagi agar sistem dapat menggunakan kedua fitur ini mengingat *Asterisk* mendukung fitur tersebut.
3. Semua koneksi yang terhubung dengan jaringan yang ada disekolah, bergantung kepada spesifikasi dari perangkat jaringan yang digunakan di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

Andi. (2015). *Membangun Sistem jaringan Komputer untuk Pemula*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.

- Angga, Muamar. (2017). *Apa Itu Raspberry Pi? Dan Apa Perbedaan Versi Lama Dengan Yang Baru*. [Online]. Tersedia: <https://news.ralali.com/apa-itu-raspberry-pi/> [13 Juli 2018].
- Arta, Yudhi. (2015). "Asterisk : Implementasi Voice Over Internet Protocol (Voip) Pada Biro Administrasi Informatika Teknologi Universitas Islam Riau." *Jurnal SAINS*. Vol. 4 No. (1). 562-568
- Astriani, Dwiarum. (2013). *Teknologi VoIP*. [Online]. Tersedia: <http://ilmukomputer.org/2013/01/31/teknologi-voip/> [13 Juli 2018].
- Irawati, I. D. Yovita, L. V. dan Wibowo, T. A. (2015). *Jaringan Komputer dan Data Lanjut*. Yogyakarta: Deepublish.
- Maryono, Y. Dan Istiana, B. P. (2008). *Teknologi informasi & komunikasi 3*. Bogor: Quadra.
- Narmadi, H. (2009). *Istilah Telekomunikasi IAX Inter Asterisk Exchange*. [Online]. Tersedia: <http://hari.narmadi.net/telekomunikasi/istilah-telekomunikasi-iax-inter-asterisk-exchange-protocol>. [13 Juli 2018].
- Noersasongko, E. dan Andono, P. N. (2013). *Mengenal Dunia Komputer*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Raharja, Anto. (2013). *Softphone Android gratis untuk VoIP Rakyat*. [Online]. Tersedia: <https://www.google.co.id/amp/s/antonraharja.com/2013/07/09/softphone-android-gratis-untuk-voip-rakyat/amp/>. [23 agustus 2018].
- Rumah, Belajar. (2018). *Protokol-protokol Penunjang VoIP*. [Online]. Tersedia: <https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/VoiP-31/konten4.html>. [13 Juli 2018].
- Saputra, E. dan Lestari, I. (2014). "Membangun Aplikasi Chatting Dengan Penerjemah Otomatis Berbasis Mobile." *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, Vol 4, No 2. Oktober 2015. ISSN 2089-9033.
- Sofana, Iwan. (2015). *Membangun Jaringan Komputer Mudah membuat jaringan komputer (Wired & Wireless) untuk Pengguna Windows dan Linux*. Bandung: Informatika Bandung.
- Sugeng, W. (2008). *Membangun Telepon Berbasis VoIP*. Bandung: Informatika.
- Suharjo, W. dan Nugroho, G. K. (2013). "Pemberdayaan Voip Di Ict Center Smkn1 Klaten." *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*. Vol. 3 No. (3). 59-68.
- Supriyanto. (2013). "*Jaringan Dasar 1*." Jakarta: kementerian pendidikan dan kebudayaan.
- Syafrizal, Melwin. (2005). *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Tagor, C. dan Sani, A. (2014). "Pemanfaatan Jaringan Wifi Di Lingkungan Usu Untuk Komunikasi Voip Menggunakan Terminal Telepon Genggam." *SINGUDA ENSIKOM*. Vol. 8 No. (3). 152-157.
- Unsera. (2018). *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah UNSERA*. Serang: UNSERA.

- Wibowo, A. T. dan Windarti, T. (2014). "Implementasi Teknologi VoIP dan e-Jabber Memanfaatkan Infrastruktur Jaringan Komputer (wifi)." *Jurnal Teknologi*. Vol. 7 No. (1). 6-11.
- Wulandari, Rika. (2016). "Analisis *QoS* (*Quality Of Services*) pada jaringan internet (studi kasus: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI)." *Jurnal teknik informatika dan sistem informasi*. Vol. 2 No. (2). 162-172.
- Yuniati, Y. *et all* (2014). "Analisa perancangan *server voip* (*voice internet protocol*) dengan *opensource asterisk* dan *vpn* (*virtual private network*) sebagai pengaman jaringan antar *client*." *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*. Vol. 12. No (1) 112-121.
- Zakaria, Muhammad. (2018). *Pengertian topologi jaringan komputer dan macam-macamnya*. [Online]. Tersedia: <https://www.nesabamedia.com/topologi-jaringan-komputer/> [08 Agustus 2018].