

Pelatihan Implementasi Server VoIP Menggunakan Router Cisco Pada Jaringan Lokal

Manase Sahat H Simarangkir^{1*}, Adam Puspabhuana¹, Bei Harira Irawan²

^{1*}Teknik Komputer, Politeknik Meta Industri Cikarang, Bekasi, Indonesia

²Teknik Informatika, STMIK MIC Cikarang, Bekasi, Indonesia

Email: *manasemalo@politeknikmeta.ac.id^{1*}, adam.puspabhuana@politeknikmeta.ac.id¹, beiharira@gmail.com²

INFORMASI ARTIKEL

Article History:

Submission: 07-08-2021

Revised: 31-08-2021

Accepted: 05-09-2021

* Korespondensi:

Manase Sahat H Simarangkir
manasemalo@politeknikmeta.ac.id

ABSTRAK

Komunikasi data dalam jaringan sangat diperlukan untuk pertukaran data dan informasi. Teknologi komunikasi berbasis IP (*Internet Protocol*) dapat diimplementasikan menggunakan VoIP (*Voice Over Internet Protocol*). VoIP dapat digunakan untuk layanan komunikasi yang dapat mengirimkan pesan, suara maupun video menggunakan jaringan internet yang terhubung dengan IP. Kelebihannya adalah efisiensi terhadap bandwidth, efisiensi terhadap biaya pengelolaan. Di SMK Al-Manar Islamic School Cibarusah siswa jurusan TKJ belum sepenuhnya memahami akan peranan VoIP untuk layanan komunikasi dalam jaringan lokal dengan memanfaatkan infrastruktur jaringan yang ada. Pada pelatihan ini dibuat rancangan layanan jaringan komunikasi VoIP menggunakan Router Cisco sebagai server VoIP dan IP Phone sebagai media komunikasinya. Tujuannya adalah supaya siswa/i memiliki kemampuan dalam melakukan konfigurasi Router Cisco untuk layanan VoIP sekaligus dapat mengimplementasikannya pada jaringan lokal. Metode yang digunakan pada pelatihan ini adalah simulasi dan implementasi. Simulasi dilakukan pada rancangan dengan tools cisco packet tracer, kemudian implementasi konfigurasi VoIP diterapkan pada real device Router Cisco. Hasil konfigurasi pada Router cisco langsung dilakukan pengujian komunikasi menggunakan IP phone.

Kata Kunci: VoIP, Router Cisco, jaringan, server, konfigurasi

Implementation of Training Server VoIP Router Cisco Network Using Local

ABSTRACT

Data communication in the network is very necessary for the exchange of data and information. Communication technology based on IP (Internet Protocol) can be implemented using VoIP (Voice Over Internet Protocol) VoIP can be used for communication services that can send messages, voice or video using the internet network connected to IP. The advantages are efficiency of bandwidth, efficiency of management costs. At SMK Al-Manar Islamic School Cibarusah students majoring in TKJ do not fully understand the role of VoIP for communication services in local networks by utilizing the existing network infrastructure. In this training, a VoIP communication network service design was designed using a Cisco router as a VoIP server and an IP phone as a communication medium. The goal is that students have the ability to configure Cisco routers for VoIP services and at the same time implement them on a local network. The method



used in this training is simulation and implementation. Simulation is carried out on the design with Cisco packet tracer tools, then the implementation of VoIP configuration is applied to Cisco Router real devices. The results of the configuration on the Cisco Router are directly tested for communication using an IP phone

Keywords: VoIP, Cisco Router, network, server, configuration.

1. PENDAHULUAN

Teknologi internet yang terus berkembang membawa dampak perubahan dalam dunia teknologi khususnya dalam teknologi komunikasi. Setiap orang yang terhubung dengan internet dapat dengan mudah melakukan pertukaran data dan informasi[1]. Perkembangan teknologi informasi ini membawa manfaat pada dunia telekomunikasi khususnya layanan suara. Komunikasi suara menjadi hal yang sangat penting karena merupakan komunikasi yang praktis dan sederhana[2]. Komunikasi data menggunakan *IP (Internet Protocol)* menjadi pilihan untuk melakukan komunikasi lewat suara. Hal ini dikarenakan dapat menghemat biaya operasional komunikasi[3].

Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam layanan komunikasi tersebut adalah *VoIP (Voice Over Internet Protocol)*. VoIP adalah teknologi dengan menggunakan *Internet Protocol* dalam pengiriman data yang memiliki layanan untuk komunikasi menggunakan telepon dalam jaringan[4]. Teknologi *VOIP (Voice Over Internet Protocol)* merupakan sebuah teknologi yang dapat mengubah data analog menjadi digital menggunakan *Internet Protocol* dalam jaringan, sehingga percakapan suara jarak jauh dapat dilakukan dengan media internet[5]. VoIP juga merupakan teknologi yang memiliki kemampuan dalam mengirimkan trafik suara, video dan data dalam bentuk paket secara *real-time* dengan jaringan *Internet Protocol*[6].

Adanya teknologi VoIP telah menjadi sebuah manfaat dan keuntungan bagi suatu institusi yang membutuhkan alat komunikasi di lingkungan kerja, terutama di lingkungan pendidikan atau sekolah karena dapat mengurangi biaya dalam berkomunikasi[7]. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan infrastruktur atau jaringan lokal yang sudah tersedia. Untuk membangun komunikasi suara dengan VoIP tidak perlu membangun infrastruktur baru, karena dapat menggunakan jaringan IP untuk menghemat biaya dan bandwidth yang digunakan juga akan lebih kecil dibandingkan dengan komunikasi lewat telepon yang menggunakan *packet switch* [8]. Secara infrastruktur *maintenance* dapat dilakukan bersamaan dengan jaringan lokal. Hal ini menjadi peluang sekaligus sebagai tantangan bagi suatu institusi dalam menerapkan teknologi VoIP sesuai dengan kebutuhan.

Dalam menghadapi perkembangan teknologi terutama pada dunia digital dan komunikasi, menjadi suatu keharusan bagi generasi muda untuk memegang peranan penting dalam mengikuti perkembangan teknologi dengan menciptakan inovasi-inovasi baru berikutnya [9]. Oleh karena itu di SMK Al-Manar Islamic School Cibarusah khususnya siswa/i Teknik Komputer dan Jaringan harus bisa menjadi bagian dari kemajuan teknologi informasi dan Komunikasi yang saat ini sudah serba canggih terutama dalam komunikasi data melalui *internet*. Untuk memperkenalkan teknologi VoIP ini maka siswa/i di SMK Al-Manar Islamic School khususnya jurusan TKJ perlu diberikan pelatihan bagaimana merancang, mengkonfigurasi dan mengimplementasikan VoIP pada jaringan *local* dengan menggunakan *Router Cisco* sebagai *server* layanan VoIP baik simulasi maupun pada *real device* [10]. Tujuannya adalah supaya siswa/i dapat memahami dan mengerti bahwa komunikasi telepon tidak harus menggunakan sirkuit telepon analog.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada bulan juni tahun 2021 selama satu hari. Kegiatan ini berlangsung di SMK Al-Manar Islamic School Cibarusah yang beralamat di Jl. Raya Serang-Cibarusah No.67, Cibarusah, Bekasi, Jawa Barat. Jumlah siswa/i keseluruhan pada SMK Al-

Manar Islamic School Cibusah adalah 241 orang, yang terdiri dari 14 rombongan belajar. Kelas X berjumlah 112 orang yang terdiri dari Jurusan Akuntansi 26 orang, TKJ 23 orang dan TKR 66 orang.

Kelas XI berjumlah 142 orang yang terdiri dari jurusan Akuntansi 23 orang, TKJ 33 orang dan TKR 86 orang. Kemudian Kelas XII berjumlah 135 orang yang terdiri dari jurusan akuntansi 20 orang, TKJ 25 orang dan TKR 89 orang [11]. Sasaran pengabdian ini adalah siswa dan siswi Jurusan TKJ Kelas XI yang masih aktif sebagai siswa di SMK Al-Manar Islamic School Cibusah. Siswa dan siswi yang mengikuti pelatihan sebanyak 20 orang yang sudah didelegasikan oleh Kepala Jurusan dalam mengikuti pelatihan ini.

Metode pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini adalah ceramah, diskusi atau tanya jawab, dan praktikum. Kegiatan pengabdian masyarakat ini memiliki pencapaian target yaitu siswa/i jurusan TKJ dapat mengenal perangkat server untuk VoIP dan dapat mengkonfigurasi secara langsung dengan mudah dan cepat sehingga menjadi pengetahuan tambahan yang sangat bermanfaat dalam jaringan komunikasi telepon berbasis *IP telephony* [12]. Untuk mencapai target tersebut maka dilakukan beberapa langkah pelaksanaan yang terdiri dari empat langkah diantaranya: Langkah yang pertama adalah Persiapan yang meliputi: Pengecekan perangkat komputer dan aplikasi simulator *packet tracer*, Pembagian materi pelatihan dan software yang dibutuhkan kemudian pengisian Absensi peserta. Langkah yang kedua yaitu: Pembukaan dan perkenalan yang dilanjutkan dengan penyampaian materi presentasi terkait dengan pengenalan *VoIP (Voice Over Internet Protocol)* dan cara Kerja VoIP sebagai layanan komunikasi dalam jaringan. Langkah yang ketiga yaitu praktikum Perancangan topologi VoIP menggunakan simulator cisco packet tracer berikut dengan konfigurasi Router dan switch kemudian melakukan pengujian komunikasi pada *Ip Phone*. Langkah yang keempat adalah praktikum implementasi konfigurasi VoIP pada perangkat nyata Router dan *Switch Cisco*, beserta *IP Phone cisco*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah desain dan konfigurasi yang dilakukan pada *tools* simulasi dapat berjalan pada *real device*.

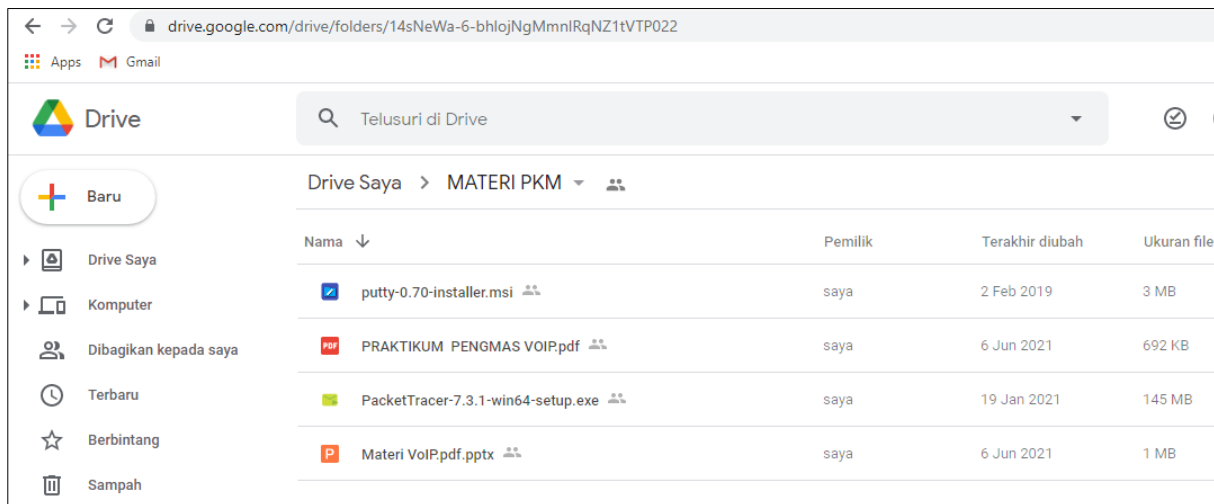
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan dilakukan di ruangan laboratorium komputer SMK Al-Manar Islamic School Cibusah dari jam 08.00-12.00 WIB. Karena wabah *COVID-19*, pelatihan ini dilakukan dengan menerapkan protokol kesehatan sesuai dengan ketentuan pelaksanaan dari pihak sekolah. Jumlah siswa yang mengikuti kegiatan ini juga dibatasi karena harus memperhatikan kapasitas laboratorium komputer dan jumlah komputer yang ada. Rincian kegiatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian kegiatan pelatihan

No	Nama Kegiatan	Deskripsi	Waktu (WIB)
1	Persiapan	Pengecekan perangkat komputer dan aplikasi simulator <i>packet tracer</i> , Pembagian materi pelatihan dan <i>software</i> yang dibutuhkan, Absensi peserta.	08.00 – 08.30
2	Presentasi	Pengenalan VoIP, Cara kerja VoIP dalam Jaringan.	08.30 – 09.30
3	Praktikum Simulasi	Perancangan topologi VoIP menggunakan simulator <i>cisco packet tracer</i> , Konfigurasi Router dan <i>switch</i> , Pengujian <i>Ip Telephony</i> .	09.30 – 10.30
4	Praktikum Real device	Mengimplementasikan topologi jaringan VoIP pada Router, Switch dan <i>IP Phone</i> , Konfigurasi Router dan <i>switch</i> , Pengujian pada <i>IP phone</i> .	10.30 – 11.30

Adapun materi pelatihan pada pengabdian ini sudah disediakan oleh tim pengabdian pada *google drive*, untuk mempermudah peserta pelatihan dalam mendapatkan link materi baik teori dan praktek juga *tools* aplikasi yang digunakan selama pelatihan. Di dalam *link* tersebut terdapat materi presentasi VoIP dalam bentuk ppt, modul praktikum, aplikasi *cisco packet tracer* untuk simulasi dan desain jaringan VoIP, aplikasi *putty* untuk konfigurasi *Router* dan *Switch Cisco*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Materi pelatihan

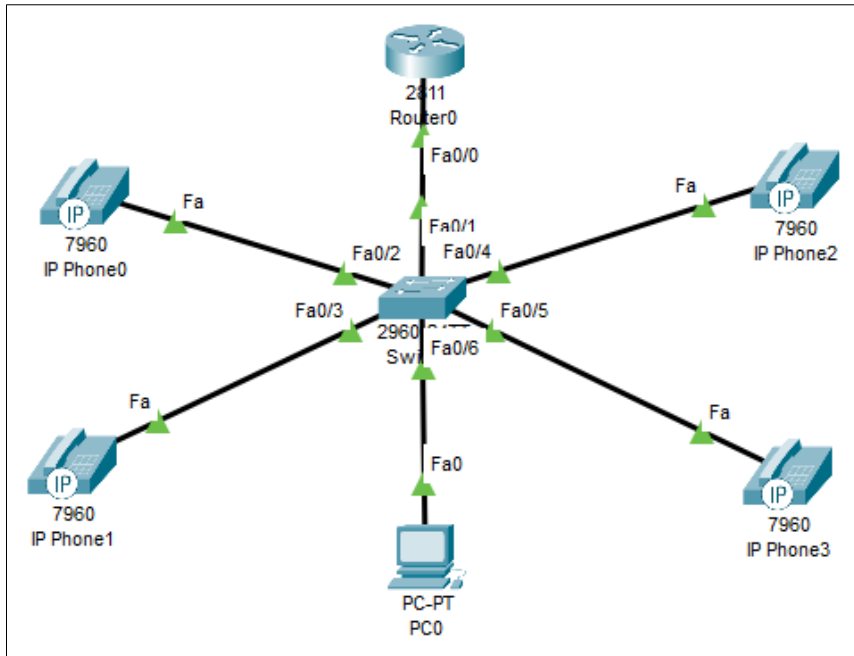
Penyampaian materi pelatihan dilakukan dengan metode ceramah yaitu dengan bantuan *power point*. Siswa yang mengikuti pelatihan sangat antusias dalam mendengarkan setiap informasi yang disampaikan oleh Tim Pengabdian. Selain materi dalam bentuk *power point* disediakan juga modul praktikum berupa konfigurasi dari perancangan jaringan komunikasi dengan VoIP. Materi ceramah yang disampaikan mulai dari penjelasan VoIP, cara kerja VoIP dan perangkat pendukung untuk melakukan komunikasi dengan VoIP.



Gambar 2. Tim pengabdian menyampaikan presentasi teori tentang VoIP menggunakan *power point*.

Kegiatan selanjutnya setelah siswa/i mendapatkan pemahaman secara teori, maka selanjutnya adalah melakukan perancangan jaringan VoIP menggunakan aplikasi *cisco packet tracer*. *Cisco packet tracer* adalah tools simulator yang dapat digunakan untuk membuat topologi jaringan secara visual [13]. Secara visual semua *device* jaringan yang ada pada simulator sama bentuknya dengan perangkat

aslinya. Sehingga dalam penggunaannya sangat membantu dalam membuat desain atau topologi jaringan. Untuk praktikum pelatihan Tim Pengabdian sudah membuat modul praktikum berupa desain topologi jaringan VoIP dan cara mengkonfigurasi serta melakukan pengujian. Adapun topologi yang akan diselesaikan siswa/i dalam pelatihan ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Topologi jaringan VoIP pada simulator.

Dalam membuat topologi jaringan VoIP dibutuhkan beberapa alat dan bahan diantaranya 1 Unit Router Cisco serie 2811, 1 Unit switch 2960, 4 IP Phone 7960 dan PC. Router Cisco 2811 digunakan sebagai server VoIP yang dalam hal ini Router tersebut telah mendukung service IP Telephony [14]. Router adalah suatu hardware jaringan komputer yang berfungsi untuk mengirimkan paket data dari sumber ke tujuan dalam jaringan yang berbeda [15]. Berikut adalah konfigurasi yang dilakukan pada desain topologi. Konfigurasi Router 2811 pada interface fa0/0 yang terhubung ke interface fa0/1 pada switch 2960:

- a. Memberikan alamat IP address pada interface fa0/0 di Router

```
Router>en
Router#conf ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname VoIP
VoIP(config)#int fa0/0
VoIP(config-if)#ip addr 10.10.10.1 255.255.255.0
VoIP(config-if)#no sh
VoIP(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
VoIP(config-if)#ex
```

- b. Konfigurasi DHCP server

```
VoIP(config)#ip dhcp pool voice
VoIP(dhcp-config)#network 10.10.10.0 255.255.255.0
VoIP(dhcp-config)#default
VoIP(dhcp-config)#default-router 10.10.10.1
```

```

VoIP(dhcp-config)#op
VoIP(dhcp-config)#option 150 ip 10.10.10.1
c. Konfigurasi layanan Telephony service
VoIP(dhcp-config)#telephony-service
VoIP(config-telephony)#max-ephone 5
VoIP(config-telephony)#max-dn 5
VoIP(config-telephony)#ip source-address 10.10.10.1 port 2000
VoIP(config-telephony)#auto assign 1 to 4
VoIP(config-telephony)#ephone-dn 1
VoIP(config-ephone-dn)#%LINK-3-UPDOWN: Interface ephone_dsp DN 1.1, changed state to up
VoIP(config-ephone-dn)#number 1111
VoIP(config-ephone-dn)#ephone-dn 2
VoIP(config-ephone-dn)#%LINK-3-UPDOWN: Interface ephone_dsp DN 2.1, changed state to up
VoIP(config-ephone-dn)#number 2222
VoIP(config-ephone-dn)#ephone-dn 3
VoIP(config-ephone-dn)#%LINK-3-UPDOWN: Interface ephone_dsp DN 3.1, changed state to up
VoIP(config-ephone-dn)#number 3333
VoIP(config-ephone-dn)#ephone-dn 4
VoIP(config-ephone-dn)#%LINK-3-UPDOWN: Interface ephone_dsp DN 4.1, changed state to up
VoIP(config-ephone-dn)#number 4444
VoIP(config-ephone-dn)#exit
VoIP(config)#exit
VoIP#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
VoIP#write
Building configuration...
[OK]

```

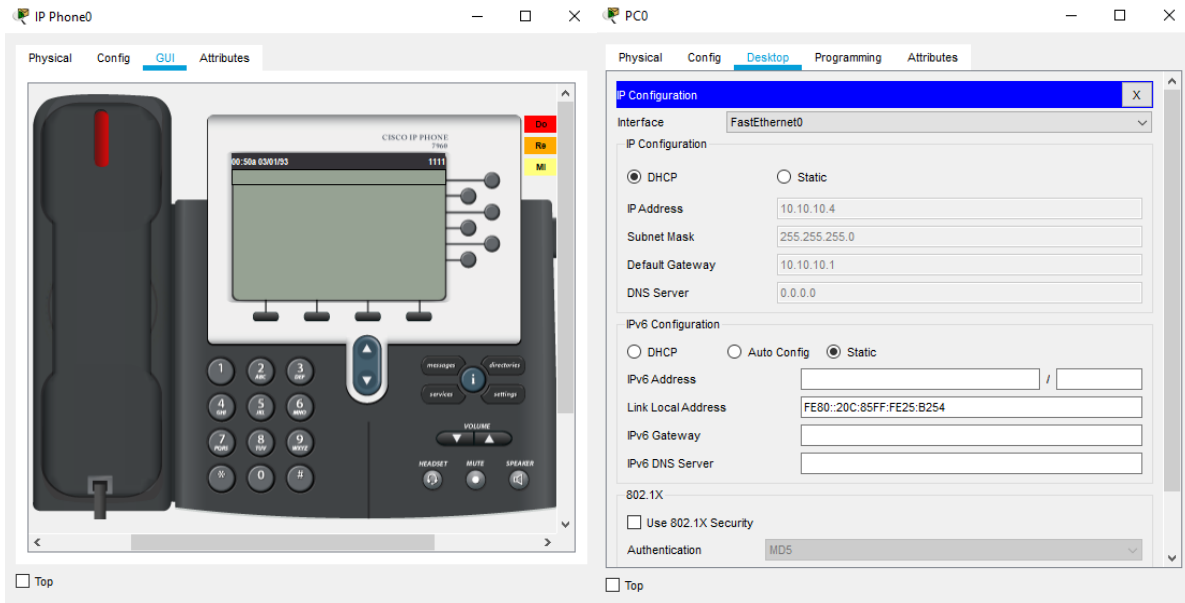
Selanjutnya agar VOIP service / Telephony Servicenya bisa terhubung dengan perangkat-perangkat lainnya, maka pada switch dilakukan konfigurasi sebagai berikut:

```

Switch>en
Switch#conf ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int range fa0/1-24
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport voice vlan 1
Switch(config-if-range)#ex
Switch(config)#ex
Switch#write
Building configuration...
[OK]

```

Sebelum siswa/i melakukan pengujian antar perangkat pada simulator, maka perlu dilakukan pengecekan terhadap semua perangkat yang terhubung ke switch untuk melihat apakah perangkat IP Phone dan PC sudah mendapat Dial Number dan IP address secara DHCP. Pengecekan dapat dilihat seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Pengecekan *Dial Number* dan *IP DHCP* pada perangkat

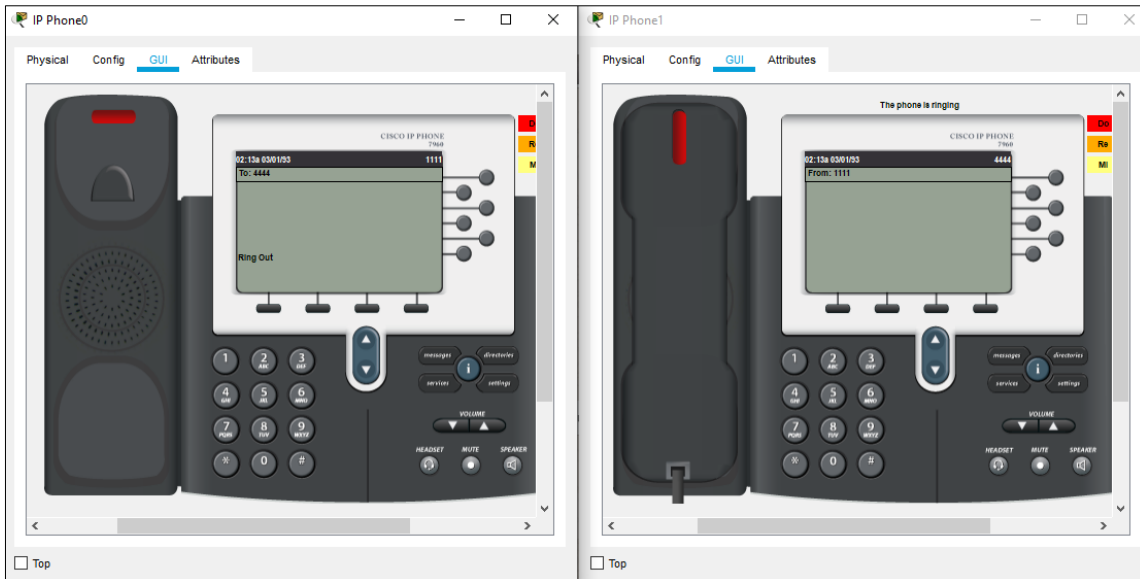
Untuk memastikan apakah perancangan jaringan VoIP dan konfigurasi dilakukan dengan baik, tim pengabdian tetap melakukan asistensi atau pendampingan selama pelatihan berlangsung. Langkah selanjutnya adalah siswa/i yang sudah selesai melakukan konfigurasi, akan langsung melakukan pengujian layanan VoIP yang dinilai oleh Tim pengabdian. Keberhasilan kegiatan ini dilihat dari banyaknya siswa/i yang bisa melakukan konfigurasi dan implementasi layanan VoIP sesuai dengan topologi yang sudah diberikan. Siswa/i peserta pelatihan akan menjelaskan bagaimana merancang, mengkonfigurasi dan melakukan pengujian layanan VoIP. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pemahaman siswa/i dalam mengikuti pelatihan ini.



Gambar 5. Pendampingan praktikum

Setelah pengujian yang dilakukan berhasil pada simulator, maka langkah selanjutnya siswa/i akan melakukan implementasi langsung pada perangkat aslinya. Hal ini dilakukan untuk memberikan gambaran dan pengetahuan bagi siswa/siswi bahwa konfigurasi pada simulator bisa diterapkan pada perangkat aslinya. Siswa/siswi SMK Al-Manar jurusan TKJ ini perlu melakukan konfigurasi pada

perangkat asli karena ketika nanti bekerja atau praktek kerja di industri yang dilakukan adalah konfigurasi pada perangkat fisik. Dalam kegiatan pelatihan ini Tim Pengabdian membawa 1 unit *Router Cisco 1800*, 1 Unit *Switch Catalyst 2960 24-TT*, 3 Unit *IP Phone type 7962*,



Gambar 6. Pengujian layanan VoIP antar IP Phone

Kabel *console* dan perangkat lainnya, kemudian siswa/i diberikan kesempatan untuk mengkonfigurasi *Router* dan *Switch* seperti yang dilakukan pada simulator melalui aplikasi *putty*. Selanjutnya pengujian dilakukan pada *Cisco IP Phone 7962* untuk komunikasi layanan VoIP yang ada di meja kiri beserta cara mengkonfigurasinya.



Gambar 7. Tim pengabdian memberi penjelasan bentuk perangkat *Router*, *Switch* dan *IP Phone*

Hasil yang dicapai dalam pelatihan ini adalah (1) siswa/i dapat mengerti akan perangkat-perangkat jaringan untuk layanan komunikasi, (2) siswa/i yang mengikuti pelatihan telah dapat melakukan konfigurasi pada perangkat *router cisco* maupun *switch cisco* untuk layanan VoIP, (3) para siswa dapat melakukan konfigurasi pada perangkat jaringan baik secara simulator maupun *real device*, (4)

para siswa dapat mengimplementasikan layanan komunikasi VoIP dengan memanfaatkan infrastruktur yang ada (menggunakan *Local Area Network*). Adapun saran yang diusulkan untuk kegiatan pengabdian berikutnya adalah (1) para siswa perlu dilatih untuk melakukan konfigurasi pada perangkat asli, agar lebih mempersiapkan kemampuan dalam pengelolaan jaringan, (2) diperlukan kesinambungan dan keberlanjutan program pelatihan penggunaan Router Cisco dalam implementasinya untuk pengelolaan jaringan, (3) diperlukan pendampingan bagi siswa/i untuk meningkatkan kemampuan melakukan konfigurasi melalui *IOS Command Line Interface (CLI)*.

4. SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di SMK Al-Manar Islamic School Cibarusah memberikan pengaruh positif dalam peningkatan kemampuan siswa/i dalam melakukan pembelajaran di bidang jaringan mengingat peserta adalah siswa/i jurusan TKJ. Hal ini tertentu berdampak positif dalam proses peningkatan kemampuan melakukan konfigurasi baik secara simulator maupun secara *real device*. Selain itu, kegiatan ini juga secara langsung memberikan dukungan dalam program sekolah khususnya dalam peningkatan kompetensi siswa karena sebelum menyelesaikan sekolah di SMK biasanya akan dilakukan uji kompetensi di bidang jaringan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah salah satu kewajiban yang harus dilaksanakan oleh para Dosen atau sebagai bentuk dari Tridarma Perguruan Tinggi. Pengabdian masyarakat yang dilakukan pada kesempatan ini adalah di SMK Al-Manar Islamic School Cibarusah. Semua rangkaian kegiatan yang dilaksanakan sudah mendapat persetujuan dari pihak sekolah dan tetap pelaksanaannya mematuhi protokol kesehatan. Oleh karena itu tim pengabdian mengucapkan terimakasih kepada LPPM Politeknik Meta Industri Cikarang yang sudah mendanai kegiatan ini. Tim pengabdian juga mengucapkan terimakasih kepada pihak sekolah yang sudah memberikan persetujuan untuk melaksanakan kegiatan ini di laboratorium SMK Al-Manar Islamic School. Mudah-mudahan hasil kegiatan yang dilakukan ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan akan terus berlanjut sesuai dengan tujuan pengabdian masyarakat

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Syafrinal, "Implementasi VoIP Sebagai Media Komunikasi pada Dinas Perhubungan Komunikasi Informasi dan Telematika Aceh," *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 3, no. 2, p. 64, 2019, doi: 10.35870/jtik.v3i2.88.
- [2] E. Prasetyo, "IMPLEMENTASI VoIP (VOICE OVER INTERNET PROTOKOL) PADA JARINGAN LAN (LOCAL AREA NETWORK) DINAS," *Tek. Inform. Politek. Sekayu*, vol. II, no. 1, pp. 19–27, 2015.
- [3] A. P. Wahyu, "Optimasi Jaringan Local Area Network Menggunakan VLAN dan VOIP," *J. Inform. Pengemb. IT*, vol. 2, no. 1, pp. 54–57, 2017.
- [4] D. F. J. Patih, H. Fitriawan, and Y. Yuniati, "Analisa Perancangan Server Voip (Voice Internet Protocol) Dengan Opensource Asterisk Dan VPN (Virtual Private Network) Sebagai Pengaman Jaringan Antar Client," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 42–48, 2012.
- [5] A. Kumar, "An Overview Of Voice Over Internet Protocol (VoIP)," *Rivier Coll. Online Acad. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–13, 2006.
- [6] H. Khuluq, "Implementasi Voip (Voice Over Internet Protocol) Server Berbasis Raspberry Pi Sebagai Media Komunikasi," *Eduatic - Sci. J. Informatics Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 44–47, 2017, doi: 10.21107/edutic.v3i1.2560.
- [7] M. Muntahanah, R. Toyib, and I. Wardiman, "Implementasi Voice Over Internet Protocol (VOIP) Berbasis Linux (Studi Kasus SMK Negeri 03 Bengkulu)," *Pseudocode*, vol. 7, no. 1, pp. 41–50, 2020, doi: 10.33369/pseudocode.7.1.41-50.
- [8] O. W. Purbo, *VoIP cikal bakal "telkom rakyat" panduan lengkap setting VoIP*. Jakarta: Info

- Komputer, 2007.
- [9] A. Amar, “Perkembangan Teknologi Komunikasi Dan Informasi,” *Dakwah Tabligh*, vol. 13, pp. 137–149, 2018.
 - [10] I. Sofana, *Membangun Jaringan Komputer, Membuat Jaringan Komputer (Wire & Wireless) untuk pengguna Windows dan Linux*. Bandung: Informatika, 2008.
 - [11] “SMK Al-Manar Islamic School.”
 - [12] A. Setyawan, “Jaringan Voip (Voice Internet Protocol) Menggunakan Metode Cme (Call Manager Express) Pada Router,” *J. Paradig.*, vol. XIV, no. 2, pp. 95–104, 2012.
 - [13] I. Sofana, *CISCO CCNA & Jaringan Komputer (Edisi Revisi)*, Revisi. Bandung: Informatika, 2010.
 - [14] S. Winarno, *Membangun telepon berbasis VoIP Pada Jaringan RT/RW Net*, 1st ed. Bandung: Informatika, 2008.
 - [15] R. Towidjojo, *Konsep & Implementasi Routing dengan Router Mikrotik : 100% Connected*. Jakarta: Jasakom, 2021.