NASKAH INOVASI PEMBELAJARAN

CYBERCLI

Simulator Terminal Jaringan Berbasis Misi dan Tiket Gangguan untuk Mewujudkan Pembelajaran Mendalam pada Program Keahlian Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi

Disusun oleh

Aliyudin

Guru Mata Pelajaran Produktif TKJ/TJKT

SMK Ciledug Al Musaddadiyah Garut

Garut, November 2026

Daftar Isi

Daftar Isi 2

Kata Pengantar 4

Abstrak 5

BAB I. Pendahuluan 6

1.1 Latar Belakang . . . 6

1.2 Arah Kebijakan . . . 6

1.3 Rumusan Masalah . . . 6

1.4 Tujuan . . . 7

1.5 Manfaat . . . 7

1.6 Ruang Lingkup dan Batasan . . . 7

BAB II. Landasan Teori 8

2.1 Pembelajaran Mendalam . . . 8

2.2 Simulasi dalam Pembelajaran . . . 8

2.3 Pembelajaran Berbasis Pengalaman dan Berbasis Masalah . . . 8

2.4 Scaffolding dan Zona Perkembangan Proksimal . . . 8

2.5 Beban Kognitif dan Penyajian Materi . . . 8

2.6 Umpan Balik dan Asesmen Formatif . . . 9

2.7 Gamifikasi Ringan . . . 9

2.8 Pemetaan Prinsip ke Fitur . . . 9

2.9 Keterkaitan dengan Capaian Pembelajaran TJKT . . . 9

BAB III. Rancangan Inovasi 10

3.1 Gambaran Umum . . . 10

3.2 Komponen Utama . . . 10

3.3 Dunia Jaringan Virtual . . . 10

3.4 Contoh Perintah pada Kedua Sistem . . . 11

3.5 Misi dengan Penilaian Berbasis Keadaan . . . 11

3.6 Latihan DHCP . . . 11

3.7 Tiket Gangguan dan Metode Penelusuran . . . 12

3.8 Keunggulan dan Posisi terhadap Praktik pada Perangkat Nyata . . . 13

BAB IV. Rancangan dan Implementasi Pembelajaran 14

4.1 Identitas Pembelajaran . . . 14

4.2 Tujuan Pembelajaran . . . 14

4.3 Kerangka Pembelajaran 14
4.4 Alur Lima Tahap Penggunaan 14
4.5 Skema Empat Pertemuan 15
4.6 Rincian Kegiatan Pertemuan 2: Konfigurasi DHCP (Contoh, 135 Menit) 15
4.7 Rincian Kegiatan Pertemuan 3: Tiket Gangguan Berpasangan (Contoh) 15
4.8 Peran Guru 16
4.9 Diferensiasi, Inklusivitas, dan Sarana 16
BAB V. Pemetaan Dimensi Profil Lulusan 17
BAB VI. Asesmen 18
6.1 Jenis dan Fungsi Asesmen 18
6.2 Rubrik Kinerja Penyelesaian Tiket 18
6.3 Rubrik Praktik Perintah dan Konsep 18
BAB VII. Evaluasi dan Refleksi 19
7.1 Rencana Evaluasi 19
7.2 Keterbatasan yang Disadari 19
7.3 Rencana Pengembangan 19
BAB VIII. Penutup 21
8.1 Kesimpulan 21
8.2 Saran 21
Daftar Pustaka 22
Lampiran A. Sembilan Langkah Latihan DHCP 23
Lampiran B. Pertanyaan Refleksi 23
Lampiran C. Lembar Pengamatan Singkat 24

Kata Pengantar

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala kemudahan sehingga naskah ini dapat tersusun. Naskah ini mendokumentasikan upaya sederhana dari ruang kelas kami: mengembangkan CYBERCLI, simulator terminal jaringan komputer yang berjalan langsung di peramban, agar peserta didik dapat berlatih perintah jaringan dengan aman, berulang, dan tanpa takut keliru.

Gagasan ini lahir dari pengalaman mengajar mata pelajaran produktif: perangkat praktik yang terbatas, waktu laboratorium yang singkat, serta kekhawatiran peserta didik merusak konfigurasi yang sedang berjalan. CYBERCLI bukan pengganti praktik pada perangkat nyata, melainkan pendamping yang membantu peserta didik datang ke laboratorium dengan bekal pemahaman yang lebih matang.

Karya ini masih jauh dari sempurna. Kami menyambut dengan tangan terbuka setiap saran, koreksi, dan gagasan dari rekan guru, peserta didik, maupun para pemerhati pendidikan. Semoga naskah ini bermanfaat dan menjadi titik awal untuk belajar bersama.

Garut, November 2026
Aliyudin

Abstrak

Pembelajaran konfigurasi jaringan di SMK menghadapi tantangan yang saling berkaitan: keterbatasan perangkat dan waktu praktik, kekhawatiran peserta didik merusak konfigurasi, umpan balik yang lambat ketika guru membimbing banyak peserta didik sekaligus, serta kecenderungan pembelajaran yang berhenti pada hafalan perintah. Naskah ini memaparkan CYBERCLI, simulator terminal berbasis peramban dengan dua lingkungan, yaitu Windows (Command Prompt) dan Ubuntu Server, dalam satu jaringan virtual yang saling terhubung. Seluruhnya berjalan tanpa instalasi, tanpa akun, dan tanpa terhubung ke jaringan sungguhan.

Inovasi ini memadukan simulasi perintah, tiga puluh tujuh misi bertahap yang dinilai berdasarkan keadaan jaringan, latihan DHCP sembilan langkah, sepuluh tiket gangguan bergaya helpdesk, serta Pusat Belajar yang memuat panduan dan uji pemahaman. Rancangan pembelajarannya mengikuti pendekatan Pembelajaran Mendalam yang berlandaskan prinsip berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan, dengan alur pengalaman belajar memahami, mengaplikasi, dan merefleksi. Seluruh kegiatan dipetakan pada delapan Dimensi Profil Lulusan serta pada capaian pembelajaran Fase F Program Keahlian Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi (TJKT).

Naskah ini menyajikan latar belakang, landasan teori, rancangan inovasi, skema pembelajaran empat pertemuan, asesmen dan rubrik, serta rencana evaluasi dan keterbatasan yang disadari penulis. CYBERCLI diposisikan sebagai pendamping praktik pada perangkat nyata, bukan penggantinya.

Kata kunci: pembelajaran mendalam, simulator jaringan, tiket gangguan, troubleshooting, DHCP, TJKT, Kurikulum Merdeka.

BAB I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kompetensi inti lulusan Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi bukan sekadar mengenal konsep, tetapi mampu mengoperasikan perintah jaringan dan, yang terpenting, mendiagnosis penyebab gangguan. Keterampilan seperti membaca konfigurasi IP, menguji konektivitas dengan ping, menelusuri jalur dengan tracert, memeriksa DNS, serta mengelola layanan DHCP pada server Linux hanya dapat dikuasai melalui latihan berulang.

Dalam praktik di kelas, ada empat hambatan yang lazim ditemui:

1. **Keterbatasan sarana.** Jumlah komputer, server, dan perangkat jaringan tidak sebanding dengan jumlah peserta didik, sehingga praktik bergiliran dan waktu bereksperimen pendek.
2. **Rasa takut salah.** Praktik pada jaringan sekolah yang sedang dipakai menyimpan risiko: satu perubahan alamat IP yang keliru dapat mengganggu pengguna lain. Peserta didik menjadi ragu mencoba dan guru terpaksa membatasi eksperimen. Padahal kesalahan terkendali adalah bahan belajar yang paling kaya.
3. **Pembelajaran berorientasi hafalan.** Peserta didik hafal ipconfig dan ping, tetapi belum terbiasa bernalar urut: alamat IP, gateway, DNS, lalu layanan. Waktu tatap muka yang singkat pun menyulitkan guru memberi umpan balik individual.
4. **Kesulitan menghadirkan kasus nyata.** Gangguan jaringan yang realistis sulit direproduksi berulang kali dan seragam bagi seluruh peserta didik.

Simulasi komputer menawarkan jalan keluar: kesalahan tidak merusak apa pun, keadaan dapat diulang dari awal, dan latihan dapat dilakukan kapan saja, termasuk melalui gawai pribadi. Berangkat dari kebutuhan itu, dikembangkanlah CYBERCLI, simulator yang dirancang khusus untuk kebutuhan pembelajaran di kelas kami, berbahasa Indonesia, dengan skenario yang dekat dengan materi dan alur belajar yang terstruktur.

1.2 Arah Kebijakan

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah menegaskan bahwa Kurikulum Merdeka tetap berlaku sebagai dasar pengelolaan pembelajaran, sedangkan pembelajaran mendalam diposisikan sebagai pendekatan untuk memperbarui proses belajar, bukan sebagai kurikulum baru. Pembelajaran mendalam bertujuan menumbuhkan pengalaman belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan, serta mewujudkan delapan Dimensi Profil Lulusan sebagaimana dimuat dalam Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025, yang menyempurnakan enam dimensi Profil Pelajar Pancasila.

Arah ini menuntut guru merancang pembelajaran yang tidak sekadar menuntaskan materi, tetapi memberi ruang bagi peserta didik untuk memahami, menerapkan pada konteks nyata, dan merefleksikan proses belajarnya. Pada mata pelajaran produktif, tuntutan tersebut menemukan bentuk paling alami dalam praktik berbasis kasus.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menyediakan ruang latihan perintah jaringan yang realistis, aman, dapat diulang, dan dapat diakses tanpa instalasi?
2. Bagaimana merancang alur belajar yang membimbing peserta didik dari perintah dasar hingga penelusuran gangguan, dan bagaimana tiket gangguan melatih penalaran diagnosis

secara bertahap?

3. Bagaimana memberikan umpan balik segera sehingga guru dapat berfokus pada pendampingan yang bermakna?
4. Bagaimana merancang inovasi ini dalam kerangka pembelajaran mendalam dan memetakannya pada Dimensi Profil Lulusan?

1.4 Tujuan

1. Menyediakan media simulasi terminal Windows dan Ubuntu Server yang saling terhubung dalam satu jaringan virtual dan menyerupai lingkungan kerja nyata.
2. Mengembangkan kebiasaan berpikir diagnostik: gejala, hipotesis, pengujian, perbaikan, verifikasi.
3. Menyusun rangkaian misi, latihan, dan tiket gangguan yang bertahap.
4. Menyajikan rancangan pembelajaran, asesmen, rubrik, dan rencana evaluasi yang selaras dengan Kurikulum Merdeka dan Pembelajaran Mendalam, serta dapat dipakai dan diperbaiki oleh rekan guru.

1.5 Manfaat

Pihak	Manfaat yang diharapkan
Peserta didik	Berlatih tanpa takut keliru, mengulang sesuai kecepatan sendiri, dan mendapat umpan balik langsung dari simulator.
Guru	Memiliki media pendamping siap pakai, dan dapat memusatkan waktu pada diskusi, bimbingan, dan penilaian.
Sekolah	Memperluas kesempatan praktik tanpa tambahan perangkat, dan menyediakan alternatif belajar saat laboratorium penuh.

1.6 Ruang Lingkup dan Batasan

CYBERCLI mencakup perintah dasar jaringan pada Windows dan Ubuntu Server, konfigurasi DHCP dan DNS tingkat dasar, pengeditan berkas konfigurasi dengan nano, serta latihan penelusuran gangguan. Simulasi memodelkan perilaku jaringan secara disederhanakan untuk tujuan belajar. Ia tidak mengirim paket sungguhan dan tidak terhubung ke jaringan mana pun.

BAB II. Landasan Teori

Setiap fitur utama CYBERCLI dimaksudkan menjawab sebuah prinsip pembelajaran yang telah banyak dikaji.

2.1 Pembelajaran Mendalam

Pembelajaran mendalam bertumpu pada tiga prinsip dan tiga pengalaman belajar, yang diterapkan melalui empat unsur kerangka: praktik pedagogis, kemitraan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, dan pemanfaatan digital.

Unsur	Makna dalam rancangan ini
Berkesadaran	Peserta didik sadar tujuan setiap perintah dan mengelola proses belajarnya sendiri, misalnya dengan memutuskan kapan memakai petunjuk.
Bermakna	Kasus berasal dari keluhan pengguna yang nyata (ruang guru, lab komputer, server sekolah).
Menggembirakan	Skor bintang, ruang aman salah, dan tantangan bertingkat menjaga motivasi.
Memahami	Mengonstruksi konsep IP, mask, gateway, DNS, DHCP melalui Pusat Belajar dan eksplorasi perintah.
Mengaplikasi	Menyelesaikan misi dan tiket gangguan pada konteks yang menyerupai dunia kerja.
Merefleksi	Menulis laporan tiket, mengevaluasi strategi diagnosis, dan menentukan tindak lanjut.

2.2 Simulasi dalam Pembelajaran

Simulasi memungkinkan peserta didik mengubah variabel, mengamati akibatnya, dan menarik kesimpulan dalam lingkungan terkendali. De Jong dan van Joolingen (1998) menunjukkan bahwa simulasi bermanfaat bagi pembelajaran penemuan, dengan catatan peserta didik tetap memerlukan bimbingan agar eksplorasi terarah. Itulah alasan CYBERCLI menyertakan misi terbimbing, bukan hanya terminal bebas.

2.3 Pembelajaran Berbasis Pengalaman dan Berbasis Masalah

Kolb (1984) menggambarkan belajar sebagai siklus: mengalami, merefleksikan, membentuk konsep, lalu mencoba kembali. Siklus ini tercermin pada alur coba perintah, amati hasil, simpulkan, lalu coba lagi. Pembelajaran berbasis masalah (Hmelo-Silver, 2004) menempatkan masalah nyata sebagai pemicu belajar. Tiket gangguan mengikuti semangat ini: peserta didik diberi gejala, bukan jawaban, lalu menelusuri penyebabnya.

2.4 Scaffolding dan Zona Perkembangan Proksimal

Vygotsky (1978) memperkenalkan zona perkembangan proksimal, yaitu selisih antara apa yang dapat dilakukan peserta didik sendiri dan apa yang dapat dicapainya dengan bantuan. Wood, Bruner, dan Ross (1976) menyebut bantuan bertahap yang ditarik perlahan itu scaffolding. Dalam CYBERCLI, tombol Coba, bantuan perintah, jalur Dasar, dan petunjuk tiga tingkat pada tiap tiket berperan sebagai perancah yang dapat ditinggalkan seiring bertambahnya kemampuan.

2.5 Beban Kognitif dan Penyajian Materi

Teori beban kognitif (Sweller, 1988) mengingatkan bahwa memori kerja terbatas, sehingga materi perlu disajikan bertahap. Mayer (2009) menambahkan prinsip penyajian multimedia, antara lain

menghindari informasi yang tidak perlu dan menyajikan kata bersama visual yang relevan. Karena itu antarmuka CYBERCLI dibuat sederhana, dengan satu tugas pada satu waktu dan diagram jaringan yang mendampingi penjelasan.

2.6 Umpan Balik dan Asesmen Formatif

Hattie dan Timperley (2007) menyimpulkan bahwa umpan balik adalah salah satu faktor paling berpengaruh pada hasil belajar, terutama bila jelas, tepat waktu, dan menunjukkan langkah berikutnya. Simulator memberi umpan balik seketika: keluaran perintah, pesan galat, dan centang misi yang berubah saat keadaan jaringan benar. Umpan balik ini mendukung asesmen formatif sebelum penilaian sumatif.

2.7 Gamifikasi Ringan

Gamifikasi adalah penggunaan unsur permainan dalam konteks bukan permainan (Deterding dkk., 2011). CYBERCLI memakainya secara sederhana melalui misi, penanda kemajuan, dan skor bintang. Tujuannya menjaga kesinambungan belajar, bukan menciptakan persaingan.

2.8 Pemetaan Prinsip ke Fitur

Prinsip	Wujud dalam CYBERCLI
Simulasi terkendali	Dunia jaringan virtual yang aman, dapat diulang, tanpa risiko pada perangkat nyata.
Pengalaman dan masalah	Latihan DHCP dan tiket gangguan sebagai masalah yang harus ditelusuri.
Scaffolding	Jalur Dasar, bantuan perintah, tombol Coba, dan petunjuk tiga tingkat.
Beban kognitif	Antarmuka minimalis, misi bertahap, serta diagram dan teks berdampingan.
Umpan balik segera	Keluaran perintah, pesan galat, centang misi berdasarkan keadaan jaringan, dan penjelasan akar masalah setelah tiket selesai.
Gamifikasi ringan	Misi, penanda kemajuan, dan skor bintang yang tersimpan otomatis.

2.9 Keterkaitan dengan Capaian Pembelajaran TJKT

Program Keahlian TJKT berada pada Bidang Keahlian Teknologi Informasi. Pada Fase E peserta didik mempelajari dasar-dasar TJKT, sedangkan pada Fase F mereka mendalami konsentrasi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan. Inovasi ini terutama menyasar elemen berikut pada Fase F.

Elemen	Kaitan dengan CYBERCLI
Perencanaan dan Pengalamatan Jaringan	Pengalamatan IP, subnet mask, gateway, IP statis dan dinamis.
Pemasangan dan Konfigurasi Perangkat Jaringan	Konfigurasi antarmuka melalui netsh dan netplan.
Administrasi Sistem Jaringan	Layanan DHCP, DNS, SSH, serta pemeliharaan layanan melalui systemctl.

Nama mata pelajaran dan rumusan capaian pembelajaran dapat disesuaikan dengan dokumen kurikulum dan alur tujuan pembelajaran (ATP) satuan pendidikan masing-masing.

BAB III. Rancangan Inovasi

3.1 Gambaran Umum

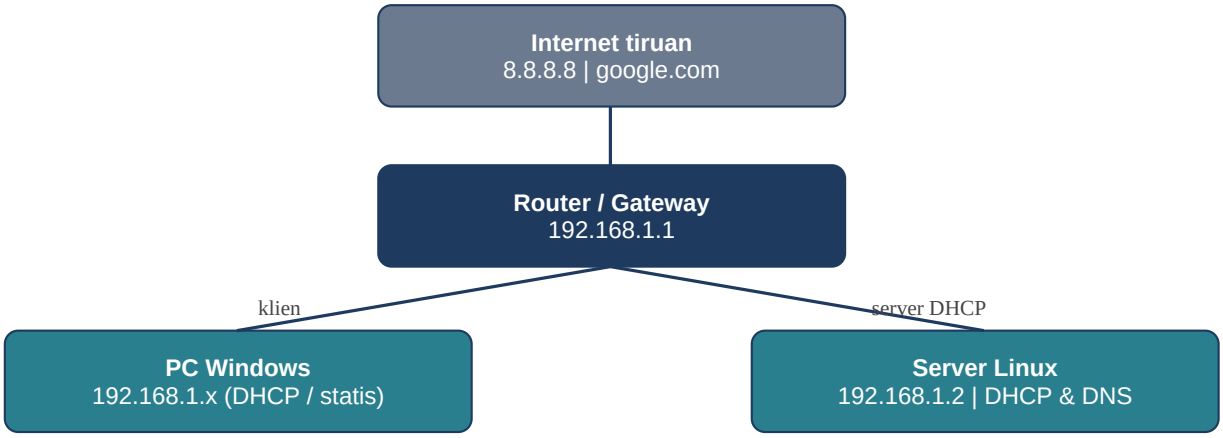
CYBERCLI (Cyber + Command Line Interface) adalah simulator terminal jaringan komputer berbahasa Indonesia berupa satu berkas HTML yang dapat dibuka di peramban modern pada komputer maupun telepon pintar. Tidak ada instalasi dan tidak ada akun. Aplikasi dapat dipakai tanpa internet setelah dimuat, dan progres belajar tersimpan otomatis secara lokal di peramban peserta didik. Karena tidak terhubung ke jaringan sungguhan, seluruh percobaan aman dilakukan.

3.2 Komponen Utama

1. **Dua lingkungan kerja realistis.** Windows 11 dengan Command Prompt dan taskbar, serta Ubuntu Server dengan antarmuka GNOME. Pengguna berpindah kapan saja dari logo di kiri atas. Perilaku jaringannya saling terhubung: status DHCP server di Ubuntu memengaruhi alamat IP klien Windows.
2. **Perintah yang bekerja nyata.** Puluhan perintah jaringan dan sistem, antara lain ipconfig, ping, tracert, nslookup, netsh, netstat, ip, ss, curl, netplan, systemctl, dan ufw, lengkap dengan pipa, pengalihan keluaran, serta filter grep dan findstr. Bantuan tiap perintah tersedia dengan /? pada Windows dan --help pada Linux.
3. **Misi praktik berjenjang.** Tiga puluh tujuh misi yang diselesaikan berurutan dan terdeteksi otomatis. Centang diberikan berdasarkan keadaan jaringan simulator, bukan sekadar karena perintah diketik.
4. **Tombol Coba.** Mengisi perintah yang sesuai ke kolom input dan berpindah ke sistem yang tepat, sebagai scaffolding.
5. **Latihan DHCP.** Sembilan langkah berurutan dengan Windows sebagai klien dan Linux sebagai server DHCP.
6. **Tiket gangguan jaringan.** Sepuluh skenario kerusakan dengan pelapor, keluhan, petunjuk tiga tingkat, penilaian bintang, dan penjelasan akar masalah setelah selesai.
7. **Editor nano dan sudo.** Latihan mengubah berkas konfigurasi dan memahami hak akses administrator.
8. **Pusat Belajar.** Sembilan langkah dasar dengan analogi sehari-hari, panduan praktik, tanya jawab, remedial berdasarkan gejala, dan uji pemahaman.
9. **Jejak belajar.** Progres misi dan nilai tiket tersimpan otomatis serta dapat ditunjukkan sebagai bukti belajar.

3.3 Dunia Jaringan Virtual

Di dalam simulator terdapat satu jaringan kecil yang saling terhubung. Perubahan pada satu komputer dapat diamati dampaknya pada komputer lain. Misalnya, ketika server Linux dikonfigurasi sebagai server DHCP, PC Windows dapat meminta alamat IP darinya.



Gambar 1. Topologi jaringan virtual dalam CYBERCLI

Perangkat	Alamat	Peran
Router / Gateway	192.168.1.1	Gerbang menuju internet tiruan
Server Linux	192.168.1.2	Server DHCP dan DNS yang dikonfigurasi peserta didik
PC Windows	192.168.1.x	Klien yang meminta alamat IP (otomatis melalui DHCP atau statis)
Internet tiruan	8.8.8.8	Tujuan uji konektivitas dan nama domain seperti google.com

3.4 Contoh Perintah pada Kedua Sistem

Tujuan	Windows	Linux (Ubuntu Server)
Melihat konfigurasi IP	ipconfig /all	ip a
Menguji konektivitas	ping 8.8.8.8	ping -c 4 8.8.8.8
Memeriksa DNS	nslookup google.com	nslookup google.com
Menelusuri jalur paket	tracert 8.8.8.8	traceroute 8.8.8.8
Meminta ulang IP DHCP	ipconfig /release, ipconfig /renew	sudo systemctl restart isc-dhcp-server
Mengatur IP statis	netsh interface ip ...	sudo nano /etc/netplan/...
Mengelola layanan	-	systemctl status ...

3.5 Misi dengan Penilaian Berbasis Keadaan

Sebuah misi dinyatakan selesai ketika keadaan jaringan simulator sesuai tujuannya, bukan hanya karena sebuah perintah diketik. Misalnya, misi "Dapat IP dari server Linux" baru tercentang bila PC Windows benar-benar memiliki alamat dari server DHCP pada jaringan virtual. Rancangan ini mendorong peserta didik memahami mengapa sesuatu berhasil dan mengurangi kebiasaan menyalin perintah tanpa memahami akibatnya.

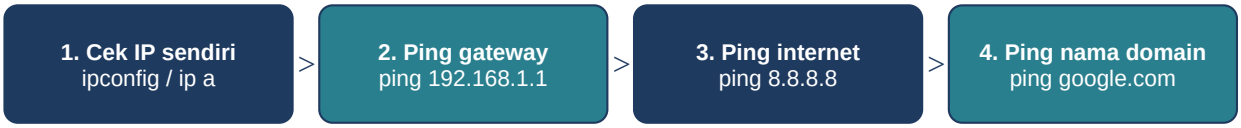
3.6 Latihan DHCP

Latihan ini melatih peserta didik memahami cara klien memperoleh alamat IP, apa yang terjadi bila server DHCP tidak tersedia, dan bagaimana menyiapkan server DHCP pada Linux. Alurnya terdiri atas sembilan langkah berurutan (Lampiran A), dua di antaranya (langkah 8 dan 9) berupa tantangan: temukan kesalahannya, lalu perbaiki.

Ketika klien melepas IP dan server belum menyala, Windows memberi dirinya alamat darurat APIPA dalam rentang 169.254.x.x. Peserta didik mengamati gejala ini, menyiapkan dhcpd.conf, menyalakan layanan, lalu meminta IP kembali dan mendapatkan alamat dari pool yang mereka tentukan sendiri.

3.7 Tiket Gangguan dan Metode Penelusuran

Tiket gangguan bergaya helpdesk menampilkan pelapor dan keluhan, bukan jawaban. Perintah lab menampilkan tiket, misalnya start 1 untuk tiket W1. Peserta didik dibimbing menelusuri masalah secara sistematis, dari lapisan paling dasar ke atas. Langkah pertama yang gagal menunjukkan di mana penyebabnya berada.



Gambar 2. Tangga penelusuran gangguan jaringan

Langkah	Pengujian	Bila gagal, kemungkinan penyebab
1. Cek IP sendiri	ipconfig / ip a	169.254.x.x atau 0.0.0.0: belum mendapat IP
2. Ping gateway	ping 192.168.1.1	Jaringan lokal, IP, atau mask
3. Ping internet	ping 8.8.8.8	Gateway atau routing keluar
4. Ping nama domain	ping google.com	Pengaturan DNS

Petunjuk disediakan tiga tingkat pada tiap tiket, dan setiap petunjuk yang dipakai mengurangi bintang, sehingga peserta didik belajar memutuskan secara sadar kapan perlu bantuan. Setelah tiket selesai, simulator menampilkan akar masalah. Jenjang tiket ini melatih proses kognitif tingkat menganalisis hingga mencipta dalam taksonomi Anderson dan Krathwohl (2001), terutama pada tiket berlapis dan tantangan merancang tiket sendiri.

No	Sistem	Judul Tiket	Kompetensi yang Dilatih
W1	Windows	Internet mati, printer masih bisa	Gateway dan jalur keluar jaringan
W2	Windows	Bisa ping IP, website tidak terbuka	Penerjemahan nama oleh DNS
W3	Windows	Subnet mask salah	Perhitungan jaringan dan subnet
W4	Windows dan Ubuntu	Muncul IP 169.254.x.x (APIPA)	Diagnosis lintas sistem dan layanan DHCP
W5	Windows	Dua gangguan sekaligus	Diagnosis berlapis dan verifikasi bertahap
L1	Ubuntu	Server tidak bisa keluar setelah netplan	Konfigurasi rute default
L2	Ubuntu	Server tidak bisa menerjemahkan nama	Konfigurasi nameserver
L3	Ubuntu	Layanan SSH tidak bisa dihubungi	Manajemen layanan
L4	Ubuntu	IP server harus diganti	Sintaks YAML dan penerapan konfigurasi

No	Sistem	Judul Tiket	Kompetensi yang Dilatih
L5	Ubuntu	DHCP server gagal start	Pembacaan log dan sintaks konfigurasi

3.8 Keunggulan dan Posisi terhadap Praktik pada Perangkat Nyata

Aspek	Praktik konvensional / perangkat nyata	Dengan CYBERCLI
Akses perangkat	Terbatas oleh jumlah perangkat dan jadwal	Setiap peserta didik memiliki lingkungan sendiri, kapan saja, termasuk di ponsel
Risiko kesalahan	Dapat mengganggu atau merusak jaringan yang berjalan	Aman dan dapat diulang melalui reset
Kasus gangguan	Sulit direproduksi	Seragam, dapat diulang, bertingkat
Umpan balik	Menunggu guru	Segera dari simulator, ditambah bimbingan guru
Bukti belajar	Manual	Tercatat otomatis
Keaslian	Perilaku dan keluaran sepenuhnya autentik	Disederhanakan untuk tujuan belajar
Biaya	Perangkat dan lisensi	Satu berkas, tanpa instalasi
Waktu terbaik	Penguatan dan pembuktian keterampilan	Persiapan, latihan awal, dan pengulangan

CYBERCLI tidak dimaksudkan menggantikan praktik pada perangkat sungguhan. Keduanya saling melengkapi, dan simulator berfungsi sebagai jembatan menuju laboratorium nyata.

BAB IV. Rancangan dan Implementasi Pembelajaran

4.1 Identitas Pembelajaran

Unsur	Keterangan
Program keahlian	Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi
Fase / kelas	F / XI
Elemen	Perencanaan dan Pengalamatan Jaringan; Administrasi Sistem Jaringan
Alokasi	4 pertemuan, masing-masing 4 JP (dapat disesuaikan)
Topik	Diagnosis dan perbaikan gangguan konektivitas jaringan

4.2 Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti rangkaian pembelajaran, peserta didik mampu:

1. menjelaskan peran alamat IP, subnet mask, gateway, DNS, dan DHCP dalam komunikasi jaringan;
2. mendiagnosis penyebab gangguan konektivitas secara berurutan menggunakan perintah yang tepat;
3. memperbaiki konfigurasi jaringan pada Windows dan Ubuntu Server serta memverifikasi hasilnya;
4. mendokumentasikan temuan dalam laporan tiket yang runtut; dan
5. merefleksikan strategi diagnosis dan menentukan tindak lanjut belajarnya.

4.3 Kerangka Pembelajaran

Unsur	Rancangan
Praktik pedagogis	Pembelajaran berbasis masalah dengan tiket gangguan; inkuiri terbimbing; pair troubleshooting (satu mengemudi, satu menavigasi).
Kemitraan pembelajaran	Kolaborasi antarpeserta didik; teknisi atau mitra dunia usaha dan industri sebagai narasumber tamu; tim jaringan sekolah sebagai mentor.
Lingkungan pembelajaran	Laboratorium komputer sebagai ruang fisik; simulator sebagai ruang virtual; budaya belajar yang aman untuk salah dan menghargai proses.
Pemanfaatan digital	CYBERCLI sebagai media utama; sistem manajemen pembelajaran sekolah untuk pengumpulan laporan tiket.

4.4 Alur Lima Tahap Penggunaan

Penggunaan CYBERCLI dirancang dalam lima tahap yang dapat dipadatkan atau diperluas menurut kebutuhan kelas.

Tahap	Kegiatan
1. Orientasi	Mengenal dunia virtual dan perintah dasar.
2. Eksplorasi	Mencoba perintah bebas dan membaca keluaran.
3. Misi	Menyelesaikan misi terbimbing dengan tombol Coba.

Tahap	Kegiatan
4. Tantangan	Latihan DHCP dan tiket gangguan.
5. Refleksi	Merangkum, berdiskusi, dan menilai diri.

4.5 Skema Empat Pertemuan

Pert.	Fokus	Memahami	Mengaplikasi	Merefleksi
1	Fondasi dan diagnosis dasar	Pusat Belajar langkah 1-9; analogi alamat rumah dan RT/RW	Misi dasar: ipconfig, ping gateway, ping nama domain	Jurnal singkat: urutan diagnosis yang saya pahami
2	Konfigurasi IP, DHCP, dan DNS	Perbedaan IP statis dan dinamis; peran DHCP dan DNS	Mengatur IP statis dan DNS; latihan DHCP sembilan langkah; menyalakan DHCP server di Ubuntu	Diskusi: apa dampaknya bila satu parameter keliru
3	Tiket gangguan berpasangan	Membaca keluhan pengguna dan merumuskan hipotesis	Menyelesaikan tiket W1-W3 dan L1-L3 dengan petunjuk seperlunya	Membandingkan strategi antarpasangan
4	Proyek dan asesmen	Menelaah pola kerusakan yang sering muncul	Tiket W4, W5, L4, L5 tanpa petunjuk; tantangan merancang tiket sendiri secara tertulis	Laporan tiket dan refleksi akhir

4.6 Rincian Kegiatan Pertemuan 2: Konfigurasi DHCP (Contoh, 135 Menit)

Contoh berikut untuk tiga jam pelajaran (135 menit) dan dapat disesuaikan dengan kondisi kelas.

Waktu	Kegiatan guru	Kegiatan peserta didik	Fitur
0-10 menit	Mengajukan pertanyaan pemantik: dari mana komputer mendapat alamat IP?	Menjawab dan menuliskan dugaan.	-
10-25	Memperkenalkan dunia virtual dan cara memakai terminal.	Mencatat lease awal dan melepas IP.	Latihan DHCP langkah 1-3
25-60	Berkeliling membimbing; memberi petunjuk, bukan jawaban.	Mengisi dhcpd.conf, menyalakan layanan, meminta IP kembali.	Langkah 4-7, nano, sudo
60-100	Mengamati strategi penelusuran peserta didik.	Berpasangan menyelesaikan tantangan kesalahan konfigurasi.	Langkah 8-9
100-120	Menugaskan tiket gangguan, lalu membahas pola penelusuran.	Menelusuri dan memperbaiki gangguan.	Perintah lab
120-135	Memandu refleksi dan penilaian diri.	Menjawab pertanyaan refleksi dan menyimpulkan.	Pusat Belajar

4.7 Rincian Kegiatan Pertemuan 3: Tiket Gangguan Berpasangan (Contoh)

Pembukaan (15 menit, berkesadaran). Guru membuka dengan salam dan doa, menyampaikan tujuan, lalu memantik dengan pertanyaan: "Pengguna berkata internet mati. Apa tiga pertanyaan pertama yang Anda ajukan sebelum menyentuh perintah apa pun?"

Memahami (35 menit). Peserta didik berpasangan membaca keluhan pada tiket W1 melalui perintah lab start 1, merumuskan dugaan penyebab, dan menuliskan urutan pengujian yang akan dilakukan.

Mengaplikasi (90 menit, bermakna dan menggembirakan). Pasangan bergantian peran pengemudi dan navigator. Mereka menjalankan diagnosis, memperbaiki konfigurasi, dan memverifikasi hasil. Petunjuk boleh dipakai dengan kesadaran bahwa setiap petunjuk mengurangi bintang. Setelah tiket selesai, simulator menampilkan akar masalah. Pasangan lalu melanjutkan ke tiket berikutnya sesuai kecepatan masing-masing.

Merefleksi (30 menit). Setiap pasangan menulis laporan tiket (gejala, penyebab, langkah perbaikan, bukti pemulihan), lalu dua pasangan terpilih mempresentasikan strategi diagnosisnya dan teman lain memberi tanggapan.

Penutup (10 menit). Guru menegaskan pola diagnosis dari dalam ke luar dan menyampaikan tindak lanjut.

4.8 Peran Guru

Teknologi tidak menggantikan guru. Dengan simulator yang menangani umpan balik dasar, guru memperoleh ruang untuk hal yang tidak dapat dilakukan mesin: mengajukan pertanyaan yang menggugah, mendengarkan cara berpikir peserta didik, meluruskan miskonsepsi, dan menumbuhkan kebiasaan bekerja teliti. Guru juga memilih misi yang sesuai, menentukan kapan bantuan perlu ditarik, dan menghubungkan latihan di simulator dengan praktik pada perangkat nyata.

4.9 Diferensiasi, Inklusivitas, dan Sarana

- **Konten:** tiket tersedia dari tingkat dasar (satu gangguan) hingga lanjut (gangguan berlapis dan lintas sistem); Jalur Dasar membantu peserta didik yang masih membangun fondasi.
- **Proses:** petunjuk tiga tingkat memungkinkan setiap peserta didik bergerak sesuai kebutuhannya; tombol Reset memberi kesempatan mengulang tanpa konsekuensi.
- **Produk:** laporan tiket dapat berupa tulisan, tangkapan layar beranotasi, atau presentasi lisan.
- **Akses:** simulator dapat dibuka di telepon pintar atau komputer sederhana dan berjalan tanpa koneksi, sehingga peserta didik dengan akses terbatas tetap dapat berlatih di rumah.
- **Sarana:** komputer atau ponsel dengan peramban modern, serta berkas aplikasi (satu berkas HTML) yang dibagikan melalui perangkat penyimpanan, jaringan lokal, atau pesan.

BAB V. Pemetaan Dimensi Profil Lulusan

Dimensi	Bentuk penguatan dalam pembelajaran
Keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan YME	Kegiatan diawali doa; amanah administrator, kejujuran melaporkan temuan, dan tidak menyalahgunakan akses.
Kewargaan	Etika digital, kepatuhan terhadap tata tertib laboratorium, dan kesadaran keamanan data.
Penalaran kritis	Diagnosis berlapis: merumuskan hipotesis, menguji, dan membuktikan penyebab sebelum memperbaiki.
Kreativitas	Merancang skenario gangguan sendiri dan mencari lebih dari satu jalur perbaikan.
Kolaborasi	Pair troubleshooting dan tiket lintas sistem yang menuntut pembagian peran.
Kemandirian	Keputusan memakai petunjuk, pemantauan progres sendiri, dan jurnal refleksi.
Kesehatan	Lingkungan aman salah yang mengurangi kecemasan; jeda belajar dan posisi kerja yang nyaman.
Komunikasi	Menulis laporan tiket yang runtut dan mempresentasikan temuan secara lisan.

BAB VI. Asesmen

6.1 Jenis dan Fungsi Asesmen

Jenis	Instrumen	Fungsi
Diagnostik	Uji Pemahaman di Pusat Belajar sebelum pertemuan 1	Memetakan kesiapan awal dan kebutuhan remedial
Formatif	Progres misi, nilai bintang tiket, observasi guru, umpan balik sejawat	Memperbaiki proses selama pembelajaran
Sumatif	Tiket baru tanpa petunjuk, laporan tiket, rubrik kinerja	Mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran
Refleksi	Jurnal dan angket refleksi	Menumbuhkan kesadaran belajar dan tindak lanjut

6.2 Rubrik Kinerja Penyelesaian Tiket

Kriteria	Mahir (4)	Cakap (3)	Berkembang (2)	Perlu Bimbingan (1)
Diagnosis	Menguji berurutan dan menemukan akar masalah tanpa petunjuk	Menemukan akar masalah dengan satu petunjuk	Menemukan dengan banyak petunjuk atau percobaan acak	Belum dapat menentukan penyebab
Perbaikan	Konfigurasi benar, efisien, tanpa efek samping	Konfigurasi benar dengan beberapa percobaan	Konfigurasi sebagian benar	Konfigurasi belum berhasil
Verifikasi	Membuktikan pemulihan dengan lebih dari satu pengujian	Membuktikan dengan satu pengujian	Verifikasi tidak lengkap	Tidak memverifikasi
Dokumentasi dan komunikasi	Laporan runtut, tepat, dan dapat ditiru orang lain	Laporan lengkap dengan sedikit kekurangan	Laporan kurang runtut	Laporan belum memadai

6.3 Rubrik Praktik Perintah dan Konsep

Kriteria	Mahir (4)	Cakap (3)	Berkembang (2)	Perlu Bimbingan (1)
Ketepatan perintah	Memilih dan menulis perintah tepat tanpa bantuan	Tepat dengan sedikit bantuan	Perlu beberapa kali mencoba	Banyak kekeliruan penulisan
Pemahaman konsep	Menjelaskan alasan dan urutan proses DHCP dengan runtut	Menjelaskan sebagian besar dengan benar	Menjelaskan sebagian	Belum dapat menjelaskan
Kemandirian dan kolaborasi	Mandiri dan membantu teman secara bermakna	Mandiri dan bekerja sama baik	Bergantung pada teman atau guru	Belum terlibat aktif

Rubrik dapat dipakai atau diubah sesuai kebutuhan kelas.

BAB VII. Evaluasi dan Refleksi

Bagian ini sengaja disusun secara jujur. Inovasi ini baru berada pada tahap pengembangan dan penerapan awal. Bukti dampak belum dikumpulkan, sehingga penulis belum mengklaim hasil efektivitas, melainkan memaparkan bagaimana evaluasi akan dilakukan, keterbatasan yang disadari, serta rencana perbaikan.

7.1 Rencana Evaluasi

Aspek	Indikator keberhasilan (rancangan)	Instrumen / sumber data
Hasil belajar	Perbedaan skor sebelum dan sesudah pembelajaran pada materi DHCP dan DNS; tingkat penyelesaian tiket dibandingkan sebelum inovasi	Tes awal dan tes akhir, Uji Pemahaman, nilai bintang tiket
Keterlibatan	Jumlah dan persentase peserta didik yang menyelesaikan misi dan tiket	Jejak progres simulator, lembar pengamatan
Penalaran diagnosis	Berkurangnya jumlah petunjuk yang dibutuhkan antarpertemuan; ketepatan dan kesistematisan langkah	Rekap bintang tiket, rubrik penelusuran
Persepsi pengguna	Kemudahan, kejelasan, manfaat, kepercayaan diri, dan rasa aman menurut peserta didik dan guru	Angket sebelum dan sesudah, wawancara singkat
Kebenaran simulasi	Kesesuaian keluaran dengan perilaku perangkat nyata	Telaah sejawat dan perbandingan pada perangkat nyata
Refleksi guru	Catatan perbaikan untuk siklus berikutnya	Jurnal guru dan observasi sejawat

Evaluasi mengikuti siklus rencanakan, laksanakan, amati, dan renungkan, sehingga hasilnya menjadi dasar perbaikan inovasi pada semester berikutnya.

7.2 Keterbatasan yang Disadari

- Simulator tidak menggantikan pengalaman memegang perangkat keras, memasang kabel, atau mengonfigurasi perangkat jaringan fisik.
- Simulasi memodelkan perilaku dan kecepatan jaringan secara disederhanakan; keluaran dapat berbeda halus dari perangkat nyata.
- Cakupan perintah dan skenario masih terbatas pada materi dasar.
- Belum ada uji efektivitas formal dan berskala luas.
- Kemajuan tersimpan per peramban dan belum tersinkron antarperangkat.
- Belum tersedia dasbor bagi guru untuk memantau kemajuan seluruh kelas.
- Aplikasi dikembangkan oleh satu orang, sehingga masih mungkin terdapat kekeliruan yang belum ditemukan.

7.3 Rencana Pengembangan

Rencana berikut masih berupa gagasan dan dapat berubah sesuai masukan.

Gagasan	Harapan
Dasbor dan ekspor kemajuan untuk guru	Memudahkan pemantauan dan penilaian
Mode PowerShell dengan koneksi ssh dari Windows ke server Ubuntu	Memperluas realisme dan latihan administrasi jarak jauh

Gagasan	Harapan
Materi lanjutan: VLAN, routing statis, tiket DNS lokal, dan skenario multi-perangkat	Memperluas cakupan kompetensi
Bank soal dan kuis yang diperkaya	Memperkuat asesmen dan remedial
Peningkatan aksesibilitas: kontras, ukuran huruf, pembaca layar	Pembelajaran yang lebih inklusif
Transisi menuju alat simulasi topologi dan praktik pada perangkat fisik	Simulator menjadi jembatan menuju laboratorium nyata
Kolaborasi dengan mitra dunia usaha dan industri untuk menyusun tiket dari kasus lapangan	Skenario yang semakin autentik
Telaah sejawat dan uji coba kelas	Memvalidasi kebenaran simulasi dan manfaat pembelajaran

Ruang untuk belajar bersama. Inovasi yang baik tumbuh dari banyak tangan. Bila Bapak/Ibu menemukan kekeliruan, memiliki gagasan skenario baru, atau ingin mencobanya di kelas dan berbagi pengalaman, kami sangat berterima kasih atas setiap masukan.

BAB VIII. Penutup

8.1 Kesimpulan

CYBERCLI dikembangkan untuk menjawab kendala nyata dalam pembelajaran praktik jaringan: keterbatasan perangkat dan waktu, risiko kesalahan konfigurasi, umpan balik yang lambat, serta kecenderungan belajar yang berhenti pada hafalan perintah. Dengan dua terminal dalam satu jaringan virtual, misi bertahap yang dinilai berdasarkan keadaan, latihan DHCP, tiket gangguan, dan Pusat Belajar, aplikasi ini dirancang selaras dengan prinsip pembelajaran mendalam, pembelajaran berbasis pengalaman, scaffolding, pengelolaan beban kognitif, dan umpan balik segera.

Dengan ruang aman untuk salah, kasus yang bermakna, dan umpan balik yang segera, peserta didik tidak hanya mengetahui perintah, tetapi belajar berpikir seperti teknisi: bertanya sebelum bertindak, menguji sebelum menyimpulkan, dan memverifikasi sebelum menyatakan selesai. Inovasi ini diposisikan sebagai pendamping praktik pada perangkat nyata dan pendukung peran guru, bukan pengganti keduanya. Efektivitasnya masih perlu dibuktikan melalui evaluasi yang sistematis.

8.2 Saran

- Guru dapat memulai dari satu topik, misalnya DHCP, lalu menyesuaikan skenario dengan kondisi kelas.
- Gunakan simulator sebelum praktik pada perangkat nyata, dan hubungkan keduanya dalam refleksi.
- Kumpulkan data sederhana, seperti tes awal dan tes akhir serta catatan pengamatan, agar perbaikan berikutnya berbasis bukti.
- Sampaikan temuan dan masukan agar pengembangan dapat dilakukan bersama.

Penulis berharap naskah ini menjadi bahan berbagi praktik baik bagi sesama pendidik dan memantik inovasi lanjutan yang berpihak pada pembelajaran yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Terima kasih telah meluangkan waktu membaca naskah ini.

Daftar Pustaka

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.

de Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research, 68*(2), 179-201.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9-15.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81-112.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review, 16*(3), 235-266.

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. *Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 13 Tahun 2025* (memuat delapan Dimensi Profil Lulusan).

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2025). *Materi sosialisasi dan panduan Pembelajaran Mendalam*.

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. *Capaian Pembelajaran dan Alur Tujuan Pembelajaran Fase E dan Fase F Program Keahlian Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi* (sesuai versi yang berlaku di satuan pendidikan).

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science, 12*(2), 257-285.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89-100.

Lampiran A. Sembilan Langkah Latihan DHCP

Windows bertindak sebagai klien dan Linux sebagai server DHCP. Kerjakan berurutan.

No	Sistem	Kegiatan	Perintah awal
1	Windows	Mencatat lease awal: IP, DHCP Server, Lease Obtained.	ipconfig /all
2	Windows	Melepas IP; IP menjadi 0.0.0.0.	ipconfig /release
3	Windows	Meminta IP saat server belum aktif; muncul alamat APIPA.	ipconfig /renew
4	Linux	Mengisi blok subnet pada dhcpd.conf, lalu menyimpan.	sudo nano /etc/dhcp/dhcpd.conf
5	Linux	Menyalakan layanan dan memeriksa statusnya.	sudo systemctl restart isc-dhcp-server
6	Windows	Meminta IP lagi dan memperoleh alamat dari pool.	ipconfig /renew
7	Windows	Membuktikan konektivitas ke internet tiruan.	ping 8.8.8.8
8	Linux	Tantangan: merusak konfigurasi, melihat status failed, lalu memperbaiki.	systemctl status isc-dhcp-server
9	Windows	Tantangan: gateway salah dari DHCP; amati ping gagal, lalu perbaiki.	ipconfig /renew

Lampiran B. Pertanyaan Refleksi

Konsep DHCP dan jaringan

1. Sebutkan urutan proses DHCP dari permintaan klien hingga konfirmasi dari server.
2. Apa fungsi range, option routers, dan default-lease-time pada konfigurasi DHCP?
3. Mengapa alamat 169.254.x.x muncul, dan bagaimana mengenalinya dari keluaran perintah?
4. Apa perbedaan alamat IP statis dan alamat IP dari DHCP? Kapan masing-masing dipakai?
5. Bila ping ke gateway berhasil tetapi ping ke nama domain gagal, bagian mana yang paling mungkin bermasalah?

Strategi diagnosis dan proses belajar

6. Hipotesis awal apa yang ternyata keliru, dan apa yang membuat saya menyadarinya?
7. Urutan pengujian mana yang paling menghemat waktu?
8. Pada bagian mana saya membutuhkan petunjuk, dan apa yang perlu saya pelajari agar tidak membutuhkannya?
9. Bagaimana saya menjelaskan temuan ini kepada pengguna yang tidak memahami istilah teknis?
10. Apa yang saya pelajari dari kesalahan yang saya buat selama latihan ini, dan apa langkah belajar saya berikutnya?

Lampiran C. Lembar Pengamatan Singkat

Lembar ini dapat dicetak untuk mencatat kemajuan selama praktik. Centang pada kolom yang sesuai.

Nama	Misi selesai	Latihan DHCP (tantangan 8 / 9)	Tiket selesai (bintang)	Catatan guru