RANCANGAN MODUL AJAR

# Sentinel Lab

## Merancang dan Menguji Sistem CCTV dan Telepon IP

*Pembelajaran jaringan bermutu dengan sarana sederhana, disusun dengan pendekatan Kurikulum Merdeka dan Pembelajaran Mendalam*

DISUSUN OLEH

**Aliyudin, S.T., Gr**

Guru

RINGKASAN MODUL

# Belajar Merancang Sistem Nyata dengan Sarana Sederhana

*Modul ini menuntun guru dan peserta didik menjalani enam pertemuan pembelajaran jaringan tentang kamera pengawas (CCTV) dan telepon IP (VoIP) dengan bantuan Sentinel Lab, simulator berbasis peramban yang berjalan tanpa server, tanpa instalasi, dan tanpa perangkat mahal. Peserta didik menempatkan kamera di denah sekolah, menghitung kebutuhan penyimpanan dan kapasitas jalur telepon, menguji kualitas suara, berlatih prosedur pemasangan yang selamat, lalu mempresentasikan rancangan terpadu kepada "pihak sekolah".*

Rancangan disusun mengikuti Kurikulum Merdeka yang diperkaya Pembelajaran Mendalam. Setiap pertemuan bergerak melalui pengalaman **memahami**, **mengaplikasi**, dan **merefleksi**, dengan prinsip berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Modul ini sengaja ringan secara sarana namun tidak ringan secara tuntutan berpikir: biaya ditekan pada perangkat, bukan pada mutu pengalaman belajar.

| | |
|---|---|
| **Alokasi** | **6 pertemuan × 4 JP (24 JP); 1 JP = 45 menit; dapat disesuaikan dengan jadwal satuan pendidikan** |
| **Hasil akhir** | Rancangan CCTV dan telepon IP terpadu, lembar kerja analisis, laporan simulator, presentasi, dan jurnal refleksi |
| **Kata kunci** | Pembelajaran Mendalam · simulasi · DORI · Erlang B · MOS · K3 · asesmen formatif · diferensiasi |

DAFTAR ISI

# Isi Modul


A. Informasi Umum . . . . . 3

B. Komponen Inti . . . . . 5

C. Rancangan Kegiatan Pembelajaran . . . . . 7

Pertemuan 1: Menggugah dan Memetakan . . . . . 8

Pertemuan 2: Merancang Pengawasan . . . . . 9

Pertemuan 3: Menganalisis dan Menyimpan . . . . . 10

Pertemuan 4: Memasang dengan Selamat . . . . . 11

Pertemuan 5: Menghubungkan Suara . . . . . 12

Pertemuan 6: Mengomunikasikan dan Merefleksi . . . . . 13

D. Asesmen . . . . . 14

E. Diferensiasi, Pengayaan, dan Remedial . . . . . 16

F. Refleksi . . . . . 17

G. Lampiran . . . . . 18

# A Informasi Umum

## A.1 Identitas modul

| | |
|---|---|
| **Nama modul** | Merancang dan Menguji Sistem CCTV dan Telepon IP dengan Sentinel Lab |
| **Penyusun** | Aliyudin, S.T., Gr |
| **Jenjang dan fase** | Sekolah Menengah Kejuruan, Fase F (kelas XI); dapat disesuaikan |
| **Bidang** | Teknologi informasi, rumpun jaringan komputer dan telekomunikasi |
| **Lingkup materi** | Layanan jaringan: kamera pengawas, telepon IP, pemasangan dan keselamatan kerja |
| **Alokasi waktu** | 6 pertemuan × 4 JP (24 JP) |
| **Kurikulum** | Kurikulum Merdeka dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam |

> **CATATAN PENYESUAIAN**
>
> Nama mata pelajaran, elemen, dan rumusan Capaian Pembelajaran sebaiknya disesuaikan dengan dokumen yang berlaku di satuan pendidikan masing-masing. Modul ini dirancang agar bagian-bagiannya mudah diganti tanpa merusak alurnya.

## A.2 Kompetensi awal

Sebelum memulai, peserta didik diharapkan telah mengenal dasar jaringan komputer (alamat IP, topologi, kabel UTP), mampu mengoperasikan peramban di ponsel atau komputer, serta menguasai hitungan dasar seperti persen, perkalian, dan pembagian. Kuis awal pada pertemuan pertama dipakai untuk memetakan kesiapan yang sebenarnya, bukan menghakimi.

## A.3 Dimensi profil lulusan yang dituju

| Dimensi | Penguatan dalam modul |
|---|---|
| **Penalaran kritis** | Menjelaskan sebab target gagal, membandingkan kompresi dan codec, menimbang mutu terhadap biaya. |
| **Kreativitas** | Menemukan rancangan yang memenuhi syarat dengan anggaran terbatas. |
| **Kolaborasi** | Peran bergilir dalam kelompok: perancang, penghitung anggaran, auditor, juru bicara. |
| **Komunikasi** | Menyusun laporan dan mempresentasikan rancangan dengan istilah teknis yang tepat. |
| **Kemandirian** | Berlatih mandiri melalui ponsel dan mengelola progres belajarnya. |
| **Kewargaan dan keimanan** | Menjaga amanah data dan privasi orang lain; jujur melaporkan hasil. |
| **Kesehatan** | Budaya K3 pada ketinggian dan listrik; suasana belajar yang aman untuk mencoba. |

## A.4 Sarana dan prasarana

- **Utama:** ponsel atau komputer peserta didik (satu per kelompok sudah memadai), berkas Sentinel Lab yang dibagikan secara luring, lembar kerja cetak, dan alat tulis.
- **Pendukung:** proyektor atau layar untuk demonstrasi guru; lembar denah sekolah.
- **Opsional (bila tersedia):** kabel UTP, konektor RJ45, crimping tool, LAN tester, dan multimeter untuk satu stasiun praktik bergilir.

## A.5 Target peserta didik

Modul ditujukan bagi peserta didik reguler dengan kesiapan yang beragam. Peserta didik yang membutuhkan penguatan dibantu melalui panduan langkah dan pasangan sebaya; peserta didik yang cepat diarahkan ke mode tantangan dan skenario berskala besar. Bila sebagian peserta didik tidak memiliki perangkat atau kuota, pola kelompok dan lembar cetak memastikan tidak seorang pun tertinggal.

## A.6 Model, metode, dan kerangka pembelajaran

| Unsur | Rincian |
|---|---|
| **Model** | Pembelajaran berbasis proyek ringan, dipadukan inkuiri terbimbing. |
| **Metode** | Demonstrasi, simulasi, diskusi kelompok, percobaan terkontrol, presentasi. |
| **Praktik pedagogis** | Tantangan bertingkat, umpan balik seketika, diferensiasi proses dan produk. |
| **Kemitraan** | Pihak sekolah (sarana prasarana) sebagai “klien”; teknisi atau praktisi lokal sebagai narasumber tamu bila memungkinkan. |
| **Lingkungan belajar** | Ruang kelas atau laboratorium dengan kelompok 3 sampai 4 orang. |
| **Pemanfaatan digital** | Sentinel Lab sebagai ruang simulasi, asesmen, dan pelaporan. |

# B Komponen Inti

## B.1 Tujuan pembelajaran

Setelah menyelesaikan seluruh rangkaian modul, peserta didik mampu:

1. merancang penempatan kamera pengawas pada denah sekolah yang memenuhi sasaran tingkat DORI dalam batas anggaran, serta menjelaskan hubungan lensa, jarak, dan sudut pandang;
2. menghitung bitrate, kebutuhan penyimpanan, dan lama retensi rekaman, serta menimbang dampak kompresi, FPS, dan mode rekam;
3. menerapkan prosedur pemasangan yang selamat dan memperagakan terminasi kabel T568B serta pengukuran tegangan PoE;
4. menentukan jumlah kanal trunk dengan Erlang B, memilih codec, dan menjelaskan pengaruh delay, jitter, dan packet loss terhadap MOS;
5. mengomunikasikan rancangan terpadu secara runtut dan merefleksikan kemajuan belajarnya melalui kuis awal dan akhir.

## B.2 Pemahaman bermakna

> **GAGASAN YANG HENDAK DIPETIK**
>
> Rancangan yang baik bukan yang paling mahal, melainkan yang paling tepat sasaran: mempertimbangkan jarak, cahaya, penyimpanan, kapasitas jalur, kualitas suara, keselamatan, dan etika dalam satu kesatuan keputusan.

## B.3 Pertanyaan pemantik umum

- Apa yang membuat sebuah sistem pengawasan “cukup baik” bagi sekolah kita?
- Di mana letak keseimbangan antara mutu gambar, biaya, dan ruang penyimpanan?
- Bagaimana kita menjaga keselamatan dan privasi ketika memasang teknologi yang melihat dan mendengar?

## B.4 Alur tujuan pembelajaran

| Pertemuan | Fokus | Kata kerja kunci | Tujuan |
|---|---|---|---|
| **1** | Menggugah dan memetakan | Memetakan, mengenali | Nomor 5 (awal) |
| **2** | Merancang pengawasan | Merancang, menjelaskan | Nomor 1 |
| **3** | Menganalisis dan menyimpan | Menghitung, menimbang | Nomor 2 |
| **4** | Memasang dengan selamat | Menerapkan, memperagakan | Nomor 3 |
| **5** | Menghubungkan suara | Menentukan, menjelaskan | Nomor 4 |
| **6** | Mengomunikasikan dan merefleksi | Mengomunikasikan, merefleksi | Nomor 5 |

## B.5 Persiapan guru

- Mencoba berkas Sentinel Lab pada perangkat yang akan dipakai dan membagikannya sebelum pertemuan pertama.
- Menyiapkan lembar denah sekolah, lembar kerja (Lampiran), dan pembagian kelompok yang heterogen.
- Menyiapkan alat tangan sederhana bila tersedia, lengkap dengan perlengkapan keselamatan.
- Menyampaikan aturan keselamatan dan privasi data sebelum kegiatan dimulai.

# C Rancangan Kegiatan Pembelajaran

*Enam pertemuan, masing-masing 4 JP*

*Setiap pertemuan disusun dengan pola yang sama: pembuka yang menyadarkan tujuan, inti yang bergerak dari memahami ke mengaplikasi, lalu penutup yang mengajak merefleksi. Alokasi waktu berikut adalah usulan untuk 180 menit dan dapat disesuaikan.*

| Segmen | Durasi | Isi |
|---|---|---|
| **Pembuka** | 20 menit | Salam, apersepsi, pertanyaan pemantik, penyampaian tujuan |
| **Inti** | 140 menit | Memahami konsep, mengaplikasi di simulator, diskusi dan presentasi |
| **Penutup** | 20 menit | Refleksi, rangkuman, penyimpanan data, tindak lanjut |

PERTEMUAN 1 · 4 JP

# Menggugah dan Memetakan

| | |
|---|---|
| **Tujuan pembelajaran** | • Menjelaskan peran CCTV dan telepon IP bagi keamanan dan komunikasi sekolah.<br>• Mengerjakan kuis awal sebagai pemetaan kesiapan.<br>• Mengoperasikan fitur dasar Sentinel Lab. |
| **Pertanyaan pemantik** | *Jika gerbang, kantin, dan parkir sekolah harus diawasi dengan anggaran terbatas, apa saja yang perlu kita pertimbangkan?* |
| **Sarana** | Berkas Sentinel Lab, denah sekolah cetak, lembar kuis bila perangkat terbatas. |
| **Produk belajar** | Hasil kuis awal, peta titik rawan sekolah, daftar pertanyaan kelompok. |

## LANGKAH KEGIATAN

| Waktu | Kegiatan pembelajaran | Pengalaman belajar |
|---|---|---|
| **20 mnt** | Salam dan doa; apersepsi memakai pertanyaan pemantik; menyampaikan tujuan dan alur enam pertemuan. | Pembuka · berkesadaran |
| **25 mnt** | Mengerjakan kuis awal (delapan soal) sebagai pemetaan, bukan penilaian akhir. | Memahami |
| **35 mnt** | Orientasi masalah: kelompok mengamati denah dan menandai titik rawan, lalu menuliskan apa yang perlu dilihat dan didengar sistem. | Memahami · bermakna |
| **40 mnt** | Menjelajahi Sentinel Lab: mengisi nama dan kelas, membaca panduan, menambah satu kamera dan mengamati lingkaran target. | Mengaplikasi |
| **15 mnt** | Pembagian peran kelompok: perancang, penghitung anggaran, auditor, juru bicara. | Kolaborasi |
| **25 mnt** | Mini-lab: menggeser dan memutar kamera, mencatat perubahan warna target dan skor. | Mengaplikasi · menggembirakan |
| **20 mnt** | Jurnal singkat: satu hal yang sudah kutahu dan satu hal yang ingin kutahu. Mengunduh data .json sebagai cadangan. | Penutup · merefleksi |

**CATATAN GURU**

Bila perangkat sangat terbatas, jalankan simulator di proyektor dan minta kelompok mengusulkan posisi kamera di denah cetak untuk diuji bersama. Hasil kuis awal dipakai guru menata kelompok dan tingkat bantuan.

PERTEMUAN 2 · 4 JP

# Merancang Pengawasan

| | |
|---|---|
| **Tujuan pembelajaran** | • Menjelaskan hubungan lensa, jarak, dan sudut pandang terhadap kerapatan piksel.<br>• Merancang penempatan kamera yang memenuhi sasaran DORI dalam batas anggaran. |
| **Pertanyaan pemantik** | *Mengapa lensa 2,8 mm menjangkau luas tetapi dekat, sedangkan lensa 8 sampai 12 mm menjangkau jauh tetapi sempit?* |
| **Sarana** | Sentinel Lab (tab Perancang CCTV), lembar kerja. |
| **Produk belajar** | Rancangan CCTV dengan skor dan catatan biaya. |

## LANGKAH KEGIATAN

| Waktu | Kegiatan pembelajaran | Pengalaman belajar |
|---|---|---|
| **20 mnt** | Mengulas hasil pertemuan sebelumnya; pertanyaan pemantik; menyampaikan tujuan. | Pembuka · berkesadaran |
| **20 mnt** | Penjelasan interaktif: piksel per meter, tingkat DORI (25, 62, 125, 250 px/m), dan peran lensa. | Memahami |
| **70 mnt** | Tantangan 1: kelompok menempatkan kamera, memilih lensa, resolusi, dan kompresi hingga seluruh target hijau dan anggaran terjaga. | Mengaplikasi |
| **25 mnt** | Uji ulang pada kondisi malam berinfra merah; mencatat perubahan yang terjadi. | Mengaplikasi |
| **25 mnt** | Tur karya: kelompok berkunjung, saling memberi satu pujian dan satu pertanyaan. | Kolaborasi · komunikasi |
| **20 mnt** | Refleksi: keputusan yang paling berpengaruh pada rancangan kelompok; mencatat skor dan biaya. | Penutup · merefleksi |

> **CATATAN GURU**
>
> Biarkan kelompok gagal dahulu sebelum diberi petunjuk. Pertanyaan “apa yang berubah ketika lensa diganti?” lebih berharga daripada jawaban langsung.

PERTEMUAN 3 · 4 JP

# Menganalisis dan Menyimpan

| | |
|---|---|
| **Tujuan pembelajaran** | • Menghitung bitrate dan kebutuhan penyimpanan rekaman.<br>• Membandingkan H.264 dan H.265 serta mode rekam kontinu dan gerak.<br>• Menjelaskan dampak halangan garis pandang dan menimbang kebijakan retensi. |
| **Pertanyaan pemantik** | *Berapa hari rekaman layak disimpan, dan siapa yang berhak menentukannya?* |
| **Sarana** | Sentinel Lab, lembar kerja 1 sampai 3, kalkulator. |
| **Produk belajar** | Lembar kerja 1 sampai 3 dan catatan percobaan terkontrol. |

## LANGKAH KEGIATAN

| Waktu | Kegiatan pembelajaran | Pengalaman belajar |
|---|---|---|
| **20 mnt** | Mengulas rancangan pertemuan lalu; pertanyaan pemantik tentang rekaman dan privasi. | Pembuka · berkesadaran |
| **20 mnt** | Penjelasan rumus bitrate dan penyimpanan, dengan contoh hitungan sederhana. | Memahami |
| **50 mnt** | Percobaan terkontrol: mengubah satu variabel saja (kompresi, FPS, mode rekam, retensi) lalu mencatat perubahan kebutuhan harddisk. | Mengaplikasi · penalaran kritis |
| **25 mnt** | Menggeser satu kamera ke balik kantin; menjelaskan mengapa target gagal. | Mengaplikasi |
| **25 mnt** | Diskusi etika: siapa boleh melihat rekaman, berapa lama disimpan, dan bagaimana menjaganya. | Kewargaan |
| **20 mnt** | Menyelesaikan lembar kerja 1 sampai 3. | Mengaplikasi |
| **20 mnt** | Refleksi: perubahan variabel yang paling hemat dan yang paling berisiko bagi mutu. | Penutup · merefleksi |

**CATATAN GURU**

Dalam diskusi etika, arahkan peserta didik pada kebijakan bersama pihak sekolah dan perlindungan data, bukan pada pendapat pribadi semata.

PERTEMUAN 4 · 4 JP

# Memasang dengan Selamat

| | |
|---|---|
| **Tujuan pembelajaran** | • Menentukan tinggi pasang, sudut tilt, dan jarak objek yang tepat.<br>• Menerapkan daftar periksa K3 pada pemasangan kamera.<br>• Memperagakan terminasi T568B dan mengukur tegangan PoE. |
| **Pertanyaan pemantik** | *Apa yang dapat terjadi bila daya PoE tidak dimatikan saat terminasi kabel?* |
| **Sarana** | Sentinel Lab (tab Pemasangan dan Misi lapangan); alat tangan sederhana bila tersedia. |
| **Produk belajar** | Skor pemasangan, daftar periksa K3, hasil Misi 1 dan 2. |

## LANGKAH KEGIATAN

| Waktu | Kegiatan pembelajaran | Pengalaman belajar |
|---|---|---|
| **20 mnt** | Mengulas pertemuan lalu; membahas pertanyaan pemantik tentang risiko listrik. | Pembuka · berkesadaran |
| **20 mnt** | Demonstrasi guru: keselamatan di ketinggian dan listrik, urutan kerja yang benar. | Memahami · kesehatan |
| **40 mnt** | Tab Pemasangan: mengatur tinggi, tilt, dan jarak; memilih kabel dan jalur; melengkapi daftar periksa K3; menguji ping dan aliran gambar. | Mengaplikasi |
| **35 mnt** | Misi 1: crimping RJ45 T568B hingga lolos LAN tester. | Mengaplikasi · kemandirian |
| **30 mnt** | Misi 2: mengukur PoE di tiga titik dan memutuskan layak atau tidak (layak bila 42 V atau lebih). | Mengaplikasi · penalaran kritis |
| **15 mnt** | Diskusi hasil: kesalahan yang paling sering terjadi dan cara mencegahnya. | Merefleksi |
| **20 mnt** | Refleksi: tiga kebiasaan keselamatan yang akan selalu kutaati. | Penutup · merefleksi |

**CATATAN GURU**

Praktik pada perangkat nyata hanya dilakukan di bawah pengawasan langsung dengan perlengkapan pelindung. Pekerjaan di ketinggian dan dekat listrik utama tidak diserahkan kepada peserta didik.

PERTEMUAN 5 · 4 JP

# Menghubungkan Suara

| | |
|---|---|
| **Tujuan pembelajaran** | • Menentukan jumlah kanal trunk dengan Erlang B.<br>• Memilih codec dan menjelaskan pengaruh delay, jitter, dan packet loss terhadap MOS.<br>• Menguji panggilan SIP dan membaca alur sinyalnya. |
| **Pertanyaan pemantik** | *Mengapa suara yang jernih saat uji coba dapat terasa buruk ketika jaringan sekolah sedang padat?* |
| **Sarana** | Sentinel Lab (tab Telepon IP), lembar kerja 4 dan 5. |
| **Produk belajar** | Rancangan VoIP dengan MOS sasaran dan kerangka konfigurasi. |

## LANGKAH KEGIATAN

| Waktu | Kegiatan pembelajaran | Pengalaman belajar |
|---|---|---|
| **20 mnt** | Mengulas pertemuan lalu; pertanyaan pemantik; menyampaikan tujuan. | Pembuka · berkesadaran |
| **20 mnt** | Penjelasan beban telepon, Erlang B, G.711 dan G.729, serta makna MOS. | Memahami |
| **35 mnt** | Skenario: menghitung kanal trunk untuk 30 lalu 60 extension. | Mengaplikasi |
| **40 mnt** | Memvariasikan codec, delay, jitter, dan packet loss (termasuk 5 persen); mencatat perubahan MOS dan merumuskan solusi, termasuk VLAN suara dan DSCP EF. | Mengaplikasi · penalaran kritis |
| **30 mnt** | Menguji panggilan antar-extension, membaca alur sinyal SIP, dan membuat kerangka konfigurasi Asterisk. | Mengaplikasi |
| **15 mnt** | Menyelesaikan lembar kerja 4 dan 5. | Mengaplikasi |
| **20 mnt** | Refleksi: kompromi apa yang kuambil antara mutu suara dan kebutuhan bandwidth. | Penutup · merefleksi |

**CATATAN GURU**

Tegaskan bahwa konfigurasi Asterisk adalah kerangka latihan. Kata sandi harus diganti dan pengujian dilakukan di laboratorium sebelum dipakai di lingkungan sungguhan.

PERTEMUAN 6 · 4 JP

# Mengomunikasikan dan Merefleksi

| | |
|---|---|
| **Tujuan pembelajaran** | • Mempresentasikan rancangan CCTV dan telepon IP terpadu secara runtut.<br>• Menilai capaian belajar melalui kuis akhir dan perhitungan N-gain.<br>• Merumuskan tindak lanjut belajar pribadi. |
| **Pertanyaan pemantik** | *Jika Anda menjadi konsultan sekolah, rancangan apa yang akan Anda rekomendasikan dan mengapa?* |
| **Sarana** | Sentinel Lab (tab Kuis dan Laporan), lembar rubrik presentasi. |
| **Produk belajar** | Presentasi rancangan, laporan simulator, jurnal refleksi. |

## LANGKAH KEGIATAN

| Waktu | Kegiatan pembelajaran | Pengalaman belajar |
|---|---|---|
| **20 mnt** | Menyampaikan format presentasi dan penilaian; menyamakan pemahaman rubrik. | Pembuka · berkesadaran |
| **25 mnt** | Kelompok memfinalisasi rancangan dan laporan. | Mengaplikasi |
| **55 mnt** | Presentasi kepada “pihak sekolah” (guru dan perwakilan kelas lain): rancangan, alasan keputusan, anggaran, serta pertimbangan etika. | Komunikasi |
| **25 mnt** | Mengerjakan kuis akhir. | Merefleksi |
| **15 mnt** | Menghitung N-gain dan mengunduh laporan. | Merefleksi |
| **20 mnt** | Menulis jurnal refleksi: capaian, kesulitan, dan rencana belajar lanjutan. | Merefleksi · kemandirian |
| **20 mnt** | Umpan balik guru, apresiasi bagi seluruh kelompok, dan pengumpulan data .json untuk rekap kelas. | Penutup · merefleksi |

**CATATAN GURU**

Rekap kelas dipakai sebagai penilaian formatif dan dicocokkan dengan pengamatan Anda selama pertemuan, karena data tersimpan di perangkat peserta didik.

# D Asesmen

## D.1 Prinsip

Asesmen dirancang sebagai bagian dari belajar: untuk membantu guru menyesuaikan langkah, untuk melatih peserta didik menilai dirinya, dan untuk merangkum capaian. Umpan balik diberikan secepat mungkin dan selalu menunjuk pada langkah perbaikan, bukan sekadar angka.

## D.2 Jenis dan waktu asesmen

| Jenis | Waktu | Bentuk | Fungsi |
|---|---|---|---|
| **Diagnostik** | Pertemuan 1 | Kuis awal, jurnal singkat | Memetakan kesiapan dan pemahaman awal |
| **Formatif** | Pertemuan 1–5 | Skor rancangan, misi, lembar kerja, observasi, tur karya | Memberi umpan balik dan menyesuaikan pembelajaran |
| **Sumatif** | Pertemuan 6 | Presentasi, laporan, kuis akhir | Merangkum capaian tujuan pembelajaran |

## D.3 Kriteria pencapaian

| Indikator | Belum berkembang | Mulai berkembang | Cakap | Mahir |
|---|---|---|---|---|
| **Merancang CCTV** | Target banyak gagal dan anggaran terlampaui. | Sebagian target terpenuhi dengan bantuan. | Seluruh target terpenuhi dalam anggaran. | Memenuhi target dengan alternatif hemat yang dijelaskan. |
| **Menganalisis penyimpanan** | Rumus belum dipahami. | Hitungan benar dengan arahan. | Hitungan dan perbandingan benar. | Menimbang mutu, biaya, dan retensi secara argumentatif. |
| **Pemasangan dan K3** | Prosedur sering terlewat. | Prosedur dijalankan dengan pengingat. | Prosedur dan misi tuntas mandiri. | Menjelaskan alasan tiap langkah dan membimbing teman. |
| **Telepon IP** | Belum menentukan kanal. | Kanal benar, MOS belum tercapai. | Kanal benar dan MOS 4,0 atau lebih. | Menawarkan solusi mutu suara dengan alasan jaringan. |
| **Komunikasi** | Presentasi belum runtut. | Runtut dengan banyak bantuan. | Runtut dan menggunakan istilah tepat. | Meyakinkan, menjawab pertanyaan dengan data. |

## D.4 Usulan komposisi penilaian

| Komponen | Bobot usulan |
|---|---|
| **Lembar kerja analisis (rubrik 40 : 30 : 30)** | 30 persen |
| **Rancangan, misi, dan skor simulator** | 30 persen |
| **Presentasi dan kolaborasi** | 20 persen |
| **Kuis akhir** | 20 persen |

N-gain dihitung dari selisih skor akhir dan awal dibagi selisih skor maksimum dan skor awal; nilai di bawah 0,3 digolongkan rendah, 0,3 sampai 0,7 sedang, dan 0,7 ke atas tinggi. Ukuran ini terutama dipakai untuk memantau kemajuan belajar dan memperbaiki pembelajaran, bukan sebagai pemeringkat peserta didik.

# E Diferensiasi, Pengayaan, dan Remedial

| Kebutuhan | Dukungan yang disediakan |
|---|---|
| **Membutuhkan penguatan** | Panduan langkah di dalam aplikasi, daftar tanya jawab, pasangan sebaya, dan tugas dipecah menjadi langkah kecil. |
| **Sudah mantap** | Mode tantangan, anggaran lebih ketat, skenario telepon berskala besar, dan peran pendamping teman. |
| **Terbatas perangkat** | Demonstrasi proyektor, kerja kelompok, dan lembar kerja cetak. |
| **Terbatas kuota** | Berkas luring dan unggah data .json melalui pengumpulan langsung atau aplikasi pesan. |
| **Berhalangan hadir** | Berkas dan lembar kerja dibawa pulang, lalu didampingi singkat oleh guru atau teman. |

## E.1 Diferensiasi tiga jalur

- **Konten:** tujuan sama, tingkat tantangan berbeda.
- **Proses:** pilihan bekerja mandiri, berpasangan, atau dengan bimbingan langsung guru.
- **Produk:** peserta didik boleh menyajikan hasil sebagai presentasi lisan, laporan tertulis, atau demonstrasi di simulator.

## E.2 Pengayaan

Peserta didik yang telah mencapai tingkat mahir ditantang merancang sistem untuk bangunan yang lebih rumit, menyusun panduan singkat bagi adik kelas, atau mengusulkan kebijakan retensi dan privasi bersama pihak sekolah.

## E.3 Remedial

Peserta didik yang belum mencapai kriteria diberi kesempatan mengulang tantangan tertentu pada simulator tanpa hukuman, dengan bimbingan kelompok kecil dan umpan balik yang menunjuk bagian konsep yang perlu diperkuat.

# F Refleksi

## F.1 Refleksi peserta didik

- Apa yang paling kupahami setelah mencoba sendiri di simulator?
- Bagian mana yang membuatku bingung, dan bagaimana aku mengatasinya?
- Keputusan rancangan mana yang paling kubanggakan, dan alasannya?
- Apa yang ingin kupelajari berikutnya?

## F.2 Refleksi guru

- Apakah tujuan pembelajaran tercapai bagi seluruh kelompok, dan bukti apa yang saya miliki?
- Pertanyaan pemantik mana yang paling menghidupkan diskusi?
- Siapa yang tertinggal, dan bantuan apa yang perlu disiapkan?
- Bagian alur mana yang perlu dipadatkan atau diperdalam pada kesempatan berikutnya?
- Adakah peluang kemitraan atau penambahan sarana yang dapat diupayakan?

## F.3 Lembar observasi singkat

| Aspek yang diamati | Belum tampak | Mulai tampak | Konsisten |
|---|---|---|---|
| **Berpartisipasi dalam kelompok** | | | |
| **Mengajukan pertanyaan yang bermakna** | | | |
| **Menaati keselamatan dan privasi** | | | |
| **Menjelaskan alasan keputusan** | | | |
| **Menolong teman belajar** | | | |

# G Lampiran

## G.1 Lembar kerja peserta didik

| No. | Tugas | Pertemuan |
|---|---|---|
| 1 | Selesaikan Tantangan 1, lalu catat skor dan biayanya. | 2–3 |
| 2 | Geser satu kamera ke balik kantin. Jelaskan mengapa target gagal. | 3 |
| 3 | Bandingkan H.264 dan H.265: berapa TB harddisk yang dihemat untuk 30 hari? | 3 |
| 4 | Naikkan jumlah extension menjadi 60. Berapa kanal trunk yang dibutuhkan? | 5 |
| 5 | Naikkan packet loss menjadi 5 persen. Bagaimana MOS berubah, dan apa solusinya? | 5 |

Rubrik lembar kerja: ketepatan analisis 40, kelengkapan data 30, solusi dan alasan 30.

## G.2 Bahan bacaan ringkas

| Konsep | Inti pemahaman |
|---|---|
| **DORI** | Empat tingkat kerapatan piksel: deteksi, pengamatan, pengenalan, identifikasi, dengan batas 25, 62, 125, dan 250 piksel per meter. |
| **Bitrate dan penyimpanan** | Bitrate dasar H.264 pada 25 fps dikalikan FPS ÷ 25; H.265 dikalikan 0,55. Penyimpanan = Mbps × 10,8 GB per hari × faktor rekam × hari retensi. |
| **Erlang B** | Menghitung jumlah kanal agar peluang panggilan ditolak tidak lebih dari 1 persen. |
| **MOS** | Nilai kualitas suara 1 sampai 5; 4,0 ke atas baik, 3,6 sampai 4,0 cukup, di bawah 3,6 banyak pengguna mengeluh. |
| **Praktik baik VoIP** | VLAN suara terpisah, penandaan DSCP EF (46) untuk RTP, SIP ALG dimatikan di router. |
| **K3 pemasangan** | Helm dan sarung tangan, tangga ditahan, cuaca kering, daya PoE dimatikan saat terminasi, surge protector, grounding, sambungan kedap air. |

## G.3 Glosarium

| Istilah | Arti |
|---|---|
| **NVR** | Perekam video jaringan |
| **PoE** | Daya yang dialirkan lewat kabel UTP |
| **FOV** | Sudut pandang lensa |
| **SIP dan RTP** | Protokol sinyal panggilan dan aliran paket suara |
| **Trunk** | Jalur penghubung telepon sekolah ke luar |

## G.4 Rujukan


- Kemendikdasmen. Panduan Pembelajaran Mendalam dan Profil Lulusan.
- Dokumen Capaian Pembelajaran mata pelajaran terkait yang berlaku di satuan pendidikan.
- IEC 62676-4. Video surveillance systems for use in security applications: application guidelines.
- ITU-T G.107. The E-model: a computational model for use in transmission planning.
- Hake, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods. American Journal of Physics.
- Vygotsky, L. S. Mind in Society. Kolb, D. A. Experiential Learning.
- Aliyudin. Sentinel Lab: Simulator CCTV dan Telepon IP.