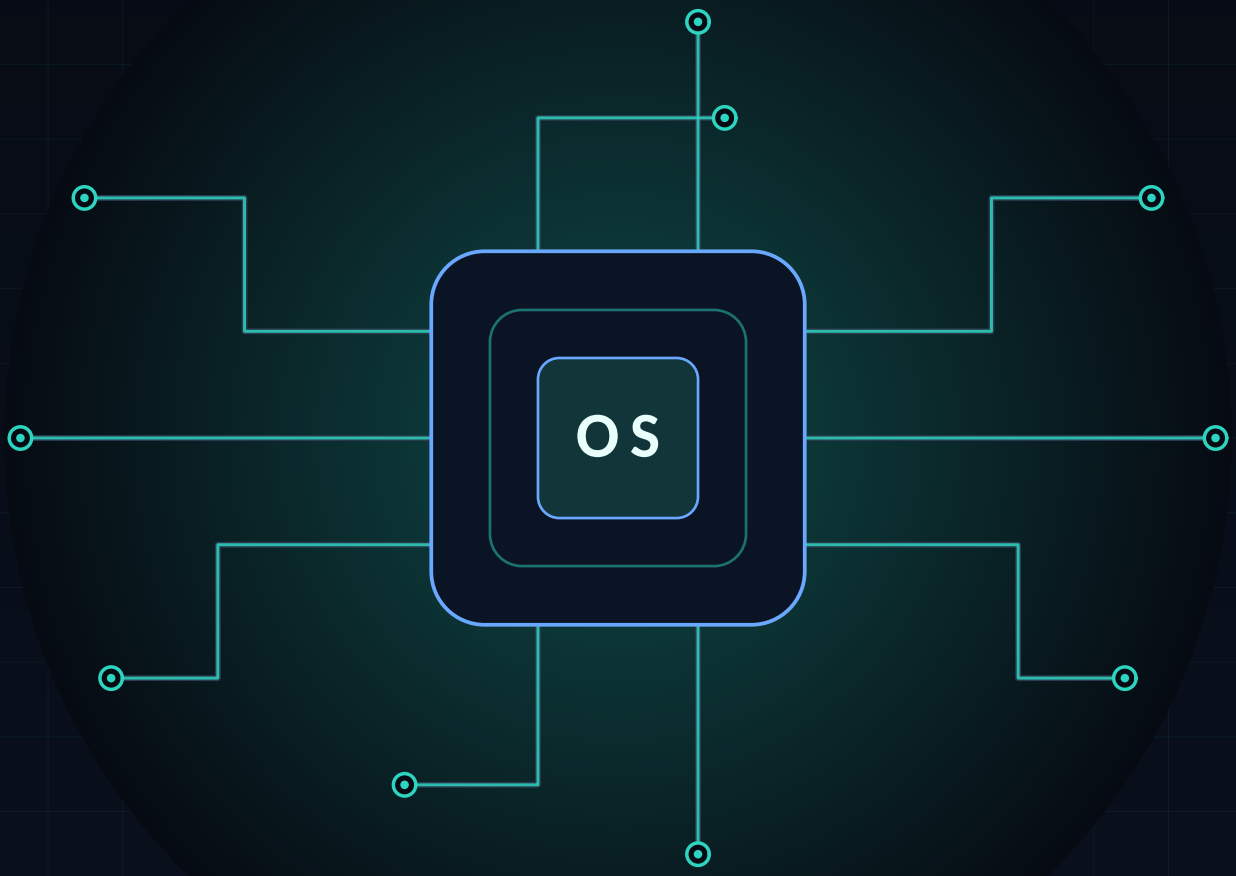


NASKAH INOVASI PEMBELAJARAN

BuildRig

L A N J U T A N

Simulasi interaktif luring untuk instalasi sistem operasi dan perawatan PC
dengan pendekatan pembelajaran mendalam, asesmen kinerja, dan latihan troubleshooting

BIOS / UEFI · Partisi GPT · Dual boot · Troubleshooting · Mode ujian

Kurikulum Merdeka Tahun Ajaran 2026/2027

Pendekatan Pembelajaran Mendalam dan 8 Dimensi Profil Lulusan

PENYUSUN	Aliyudin, S.T., Gr
SATUAN PENDIDIKAN	SMKS Ciledug Al-Musaddadiyah Garut
MATA PELAJARAN	Sistem Komputer / Instalasi Sistem Operasi (TJKT, Fase F)
EDISI	Revisi, November 2026

BERJALAN PENUH OFFLINE · SATU BERKAS HTML · TANPA RISIKO BAGI PERANGKAT ASLI

Daftar Isi

Abstrak 4

1. Latar Belakang 4

1.1 Permasalahan Pembelajaran 4

1.2 Urgensi 5

1.3 Pembaruan pada Edisi Revisi 5

2. Landasan Kebijakan dan Teoretis 6

2.1 Landasan Kebijakan 6

2.2 Pembelajaran Mendalam 6

2.3 Landasan Teoretis 6

3. Deskripsi Inovasi 7

3.1 Identitas 7

3.2 Komponen Utama dan Fungsi Pedagogis 8

3.3 Delapan Misi 9

3.4 Lima Tiket Skenario Gangguan 9

3.5 Mode Ujian Praktik 10

3.6 BIOS Lanjutan dan Terminal Ubuntu 10

3.7 Navigasi, Kemajuan, dan Aksesibilitas 10

3.8 Kuis Diagnostik-Formatif 11

3.9 Kebaruan dan Keunggulan 11

3.10 Integritas Berkas 11

4. Tujuan Pembelajaran 11

5. Rancangan Pembelajaran 12

5.1 Pemetaan Prinsip Pembelajaran Mendalam 12

5.2 Pemetaan Empat Kerangka 12

5.3 Skenario Pembelajaran (5 Pertemuan, masing-masing 4 JP) 13

5.4 Rincian Satu Pertemuan (Contoh Pertemuan 4: Klinik Gangguan) 13

5.5 Pembelajaran Berdiferensiasi 14

6. Penguatan 8 Dimensi Profil Lulusan 14

7. Asesmen 14

7.1 Jenis dan Instrumen 15

7.2 Rubrik Uji Praktik (Skala 1 sampai 4) 15

7.3 Konversi Data Aplikasi ke Rubrik 15

7.4 Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) 16

8. Mekanisme Remedial dan Pengayaan 16

8.1 Alur Remedial 16
8.2 Prinsip 16
8.3 Pengayaan 17
9. Kokurikuler dan Pengembangan Lanjutan 17
10. Sarana, Prasarana, dan Kesiapan 17
11. Rencana Evaluasi Dampak Inovasi 17
11.1 Pertanyaan Evaluasi 17
11.2 Indikator dan Data 18
11.3 Desain dan Analisis 18
12. Risiko dan Mitigasi 19
13. Keberlanjutan dan Diseminasi 19
14. Penutup 20
Lampiran A. Keterkaitan Fitur, Tujuan, dan Asesmen 21
Lampiran B. Pertanyaan Panduan Refleksi Peserta Didik 21
Lampiran C. Kunci Penyelesaian Delapan Misi (untuk Guru) 22
Lampiran D. Angket Persepsi Peserta Didik (Skala Likert 1 sampai 4) 22
Lampiran E. Lembar Rekap Hasil Kelas 23
Lampiran F. Lembar Observasi Dimensi Profil Lulusan 23
Daftar Pustaka 23

Abstrak

Praktik instalasi sistem operasi (SO) adalah kompetensi inti peserta didik TJKT, tetapi pelaksanaannya pada perangkat nyata menghadapi tiga kendala: risiko kehilangan data dan kerusakan konfigurasi, jumlah perangkat yang tidak sebanding dengan jumlah peserta didik, dan keterbatasan waktu untuk mengulang kesalahan. BuildRig menjawab kendala itu melalui simulator berbasis peramban yang berjalan sepenuhnya luring dalam satu berkas HTML (±112 KB, tanpa koneksi internet dan tanpa pemasangan aplikasi).

Edisi revisi ini menggambarkan **BuildRig Lanjutan**. Selain delapan misi inti (konfigurasi BIOS/UEFI, partisi GPT, instalasi Windows 11, pemasangan driver, pengaturan Fast Startup, dual boot Ubuntu dengan GRUB, dan perawatan PC), versi ini menambahkan **lima tiket skenario gangguan** (troubleshooting) bertingkat, **mode ujian praktik** bernilai dengan penghitung waktu dan laporan cetak, **terminal Ubuntu** dengan 24 perintah diagnostik, **BIOS lanjutan** (enam menu, sensor, dan pengaturan tambahan), **riwayat langkah** yang dapat dimundurkan, **penyimpanan kemajuan otomatis**, serta **kuis diagnostik-formatif 12 soal** dengan remedial otomatis yang ditopang bank 18 soal pada 6 topik.

Rancangan pembelajaran diselaraskan dengan Kurikulum Merdeka yang diperkuat pendekatan pembelajaran mendalam (berkesadaran, bermakna, menggembirakan) sebagaimana diatur dalam Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025, serta penguatan 8 Dimensi Profil Lulusan. Naskah ini memuat latar belakang, landasan kebijakan dan teori, deskripsi inovasi, tujuan pembelajaran, skenario lima pertemuan, asesmen beserta rubrik dan instrumen, mekanisme remedial, rencana evaluasi dampak, mitigasi risiko, dan strategi keberlanjutan.

Kata kunci: pembelajaran mendalam, simulasi, instalasi sistem operasi, troubleshooting, asesmen kinerja, asesmen formatif, remedial, pembelajaran luring, TJKT

1. Latar Belakang

1.1 Permasalahan Pembelajaran

Hasil refleksi praktik mengajar menunjukkan pola masalah berikut pada materi instalasi SO dan perawatan PC.

1. **Risiko praktik pada perangkat nyata.** Kesalahan menghapus partisi atau salah mengatur BIOS dapat menghilangkan data dan membuat perangkat tidak dapat dipakai, sehingga guru cenderung membatasi eksplorasi peserta didik.
2. **Rasio perangkat dan peserta didik.** Praktik bergiliran membuat sebagian peserta didik hanya menjadi pengamat, padahal kompetensi prosedural hanya tumbuh melalui pengalaman langsung.
3. **Kesalahan tidak dapat diulang dengan aman.** Ketika instalasi gagal, waktu pembelajaran habis untuk memulihkan perangkat, bukan untuk memahami penyebab kesalahan.
4. **Pembelajaran bersifat hafalan prosedur.** Peserta didik mengikuti langkah tanpa memahami alasannya (mengapa AHCI, mengapa GPT, mengapa Fast Startup dimatikan).
5. **Ketergantungan pada koneksi internet.** Media berbasis daring tidak andal di ruang praktik yang jaringannya terbatas.

6. **Remedial belum terpersonalisasi.** Peserta didik yang belum tuntas biasanya menerima soal ulang yang sama, bukan penguatan pada konsep yang spesifik lemah.
7. **Asesmen praktik sulit distandarkan.** Penilaian unjuk kerja pada perangkat nyata memakan waktu, sulit dibuat setara antarpeserta didik, dan jarang meninggalkan jejak bukti proses yang dapat dianalisis.
8. **Kemampuan diagnostik kurang terlatih.** Dunia kerja menuntut teknisi membaca gejala dan menelusuri penyebab, sedangkan pembelajaran prosedural cenderung berhenti pada “instalasi berhasil”.

1.2 Urgensi

Kompetensi administrasi sistem menuntut penalaran diagnostik: membaca gejala, menelusuri penyebab, lalu memperbaiki. Penalaran ini hanya terbentuk bila peserta didik diberi ruang untuk salah, merefleksikan kesalahan, dan mencoba kembali. Inovasi ini menyediakan ruang tersebut tanpa risiko terhadap perangkat dan data, sekaligus menghasilkan jejak bukti belajar (jurnal kejadian, penghitung kesalahan, waktu penyelesaian, laporan ujian) yang dapat dipakai guru untuk asesmen dan umpan balik.

1.3 Pembaruan pada Edisi Revisi

Sejak naskah pertama, aplikasi dikembangkan dari simulator delapan misi menjadi platform latihan yang lebih lengkap. Tabel berikut meringkas perubahan yang menjadi dasar revisi naskah.

Aspek	Naskah edisi awal	Edisi revisi (BuildRig Lanjutan)
Alur utama	8 misi dengan petunjuk dan penjelasan “Kenapa?”	Tetap 8 misi; ditambah halaman sampul, panduan, konsep dasar, FAQ, glosarium, dan panduan guru di dalam aplikasi
Latihan diagnostik	Galat muncul di dalam misi	5 tiket gangguan mandiri (mudah dan sedang) dengan petunjuk 3 tingkat, kunci jawaban, skor, serta penjelasan penyebab, solusi, dan pelajaran
Asesmen sumatif	Uji praktik pada perangkat nyata atau mesin virtual	Tetap ada, ditambah **Mode Ujian** dalam simulator: waktu 30/45/60/90 menit, petunjuk dimatikan, laporan cetak/PDF
BIOS	UEFI, AHCI, TPM, urutan boot	Enam menu (Main, Advanced, Boot, Security, Monitor, Save & Exit); Hyper-Threading, SpeedStep, XMP, Wake on LAN, perilaku listrik padam; sensor suhu/kipas/tegangan; F9 muat bawaan
Ubuntu	Penginstal dan GRUB	Desktop Ubuntu 24.04 LTS dengan terminal berisi 24 perintah (lsblk, fdisk, efibootmgr, smartctl, update-grub, dan lain-lain), riwayat perintah, dan Tab-completion
Navigasi	Alur linier	Riwayat hingga 80 langkah (mundur/maju/loncat), pintasan keyboard, layar penuh, lanjutkan kemajuan dari sampul
Realisme	Tampilan penginstal	Bunyi beep POST, lampu aktivitas disk, layar “Press any key to boot from USB”, Boot Menu F12, kegagalan GRUB tanpa EFI System Partition
Kuis dan remedial	12 soal, 6 topik	12 soal inti diacak ditambah 6 soal varian (bank 18 soal); remedial menargetkan soal salah dan varian pada topik lemah

2. Landasan Kebijakan dan Teoretis

2.1 Landasan Kebijakan

Pada Tahun Ajaran 2026/2027 satuan pendidikan tetap melaksanakan Kurikulum Merdeka. Pemerintah menegaskan bahwa tidak ada kurikulum baru: yang diperkuat adalah pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*), yang dapat diterapkan baik pada satuan pendidikan berkurikulum Merdeka maupun yang masih memakai Kurikulum 2013. Pembelajaran mendalam bukan kurikulum, melainkan cara merancang dan melaksanakan pembelajaran. Karena itu inovasi ini diposisikan sebagai praktik pedagogis dan perangkat ajar dalam Kurikulum Merdeka, bukan sebagai kurikulum tersendiri.

Landasan	Relevansi bagi inovasi
Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025 (perubahan atas Permendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum)	Menetapkan pendekatan pembelajaran mendalam, 8 Dimensi Profil Lulusan, serta pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial sebagai mata pelajaran pilihan yang diperkenalkan bertahap. Menjadi acuan utama rancangan ini.
Permendikdasmen Nomor 10 Tahun 2025 tentang Standar Kompetensi Lulusan	Mengarahkan pembelajaran pada 8 Dimensi Profil Lulusan sebagai kompetensi yang dituju.
Capaian Pembelajaran fase dan program keahlian yang ditetapkan BSKAP	Acuan perumusan tujuan pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran (ATP).
Kurikulum Satuan Pendidikan (KSP/KOSP) Tahun Pelajaran 2026/2027 milik sekolah	Tempat inovasi dimasukkan ke dalam perangkat ajar, alokasi JP, dan rencana asesmen satuan pendidikan.
Prinsip pembelajaran, asesmen, dan pelaporan Kurikulum Merdeka	Asesmen sebagai bagian dari pembelajaran, pembelajaran berdiferensiasi, serta ketuntasan yang bermakna.

Catatan: nomor, tahun, dan rumusan regulasi serta Capaian Pembelajaran dapat diperbarui. Penyusun perlu memeriksa dokumen terbaru di laman resmi Kemendikdasmen dan BSKAP serta menyesuaikan dengan dokumen kurikulum yang dipakai sekolah sebelum naskah dipakai sebagai dokumen resmi.

2.2 Pembelajaran Mendalam

Pembelajaran mendalam dimaknai sebagai pendekatan yang memuliakan peserta didik melalui tiga prinsip, tiga pengalaman belajar, dan empat kerangka.

- **Tiga prinsip:** berkesadaran (peserta didik sadar akan tujuan dan prosesnya), bermakna (relevan dengan konteks dunia kerja), dan menggembirakan (menantang namun aman dan memotivasi).
- **Tiga pengalaman belajar:** memahami, mengaplikasi, dan merefleksi.
- **Empat kerangka:** praktik pedagogis, lingkungan pembelajaran, kemitraan pembelajaran, dan pemanfaatan teknologi digital.
- **Delapan Dimensi Profil Lulusan:** keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan YME, kewargaan, penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, kemandirian, kesehatan, dan komunikasi.

2.3 Landasan Teoretis

- **Konstruktivisme dan Zona Perkembangan Proksimal (Vygotsky):** pengetahuan dibangun melalui aktivitas; petunjuk bertingkat berperan sebagai *scaffolding* yang ditarik bertahap.

- **Experiential Learning (Kolb):** siklus pengalaman konkret, observasi reflektif, konseptualisasi abstrak, dan eksperimen aktif. Simulator menyediakan siklus ini secara berulang.
- **Mastery Learning (Bloom):** peserta didik maju setelah menguasai konsep prasyarat, dengan koreksi terarah bagi yang belum tuntas.
- **Asesmen formatif (Black & Wiliam):** umpan balik segera dan spesifik meningkatkan capaian belajar.
- **Beban kognitif (Sweller):** urutan misi dan petunjuk kontekstual mengurangi beban ekstrinsik sehingga perhatian terarah pada konsep.
- **Productive failure (Kapur):** kegagalan yang terstruktur, diikuti pembahasan penyebab, menghasilkan pemahaman konseptual yang lebih kuat. Dasar bagi skenario galat yang disengaja dan tiket gangguan.
- **Retrieval practice (Roediger & Karpicke):** mengambil kembali pengetahuan lewat kuis memperkuat retensi lebih baik daripada membaca ulang. Dasar bagi kuis berkala dan remedial berbasis soal.
- **Deliberate practice (Ericsson dkk.):** latihan terarah dengan umpan balik pada kelemahan spesifik. Dasar bagi pengulangan misi, target nol kesalahan, dan remedial per topik.
- **Asesmen autentik (Wiggins):** menilai kinerja pada tugas yang menyerupai pekerjaan nyata. Dasar bagi mode ujian praktik dan skenario tiket teknisi.
- **TPACK (Mishra & Koehler):** integrasi pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten dalam satu rancangan.
- **Model SAMR (Puentedura):** inovasi berada pada tataran *redefinition* karena membuat tugas yang sebelumnya berisiko dan tidak layak diulang menjadi mungkin dilakukan berkali-kali.

3. Deskripsi Inovasi

3.1 Identitas

BuildRig Lanjutan adalah simulator instalasi sistem operasi dan perawatan PC berbentuk satu berkas HTML (`BuildRig-Instalasi-OS.html`, 111.605 byte) yang dapat dijalankan di laptop maupun telepon seluler tanpa koneksi internet, tanpa pemasangan aplikasi, dan tanpa membahayakan perangkat asli. Simulator memodelkan satu PC virtual bekas pakai dengan spesifikasi berikut.

Komponen	Spesifikasi PC virtual	Keterangan pedagogis
Prosesor	Intel Core i3-12100 (4 inti, 8 thread)	Jumlah CPU di OS turun menjadi 4 bila Hyper-Threading dimatikan di BIOS
Memori	16 GB DDR4-3200	Profil XMP dapat diaktifkan di BIOS lanjutan
Penyimpanan	NVMe Samsung 980 500 GB (±488.000 MB), bekas, berisi Windows 10	Skenario nyata: PC bekas yang harus diinstal ulang; data lama terhapus bila partisi dihapus
Grafis, LAN, audio	Intel UHD 730, Realtek GbE, Realtek ALC897	Bahan latihan pemilihan driver berdasarkan Hardware ID (VEN_8086, VEN_10EC)

Komponen	Spesifikasi PC virtual	Keterangan pedagogis
Firmware	Aptio Setup Utility (gaya AMI), awal: Legacy+CSM, RAID, TPM mati	Kondisi awal sengaja salah agar peserta didik harus mendiagnosis

3.2 Komponen Utama dan Fungsi Pedagogis

Komponen	Fungsi pedagogis
Simulator PC virtual: POST, BIOS/UEFI, Boot Menu, penginstal Windows 11, desktop Windows, penginstal Ubuntu, GRUB, desktop Ubuntu dengan terminal	Pengalaman konkret yang realistis dan aman untuk dicoba berulang
8 misi bertahap dengan penanda kemajuan	Alur tujuan pembelajaran yang terstruktur dari prasyarat ke kompleks
Petunjuk dan penjelasan “Kenapa?” pada setiap misi (dapat dimatikan)	*Scaffolding* yang ditarik sesuai kesiapan peserta didik (diferensiasi); menghubungkan prosedur dengan konsep
Jurnal kejadian dan kesalahan (30 entri terakhir) dengan tautan bantuan	Bahan refleksi dan data asesmen proses
Skor simulasi (100 dikurangi 5 per kesalahan) dan penghitung kesalahan	Umpan balik kuantitatif untuk pemantauan diri
5 tiket skenario gangguan	Latihan penalaran diagnostik: gejala, hipotesis, tindakan, verifikasi
Mode Ujian Praktik	Asesmen sumatif kinerja yang terstandar dan menghasilkan laporan
Terminal Ubuntu (24 perintah)	Verifikasi hasil instalasi dan diagnosis boot lewat antarmuka baris perintah
Riwayat langkah, pintasan keyboard, layar penuh, simpan otomatis	Kendali belajar oleh peserta didik; kembali ke titik keputusan untuk mencoba cara lain
Kuis 12 soal (6 topik) dan remedial otomatis	Asesmen diagnostik-formatif konseptual dan pembelajaran korektif
Pusat bantuan: Panduan, Konsep dasar, FAQ (16 butir), Glosarium (18 istilah), Untuk guru	Dukungan belajar mandiri dan fasilitasi guru
Mode luring penuh, responsif, berkas tunggal	Pemerataan akses di ruang praktik berjaringan terbatas

3.3 Delapan Misi

No.	Misi	Kunci keberhasilan dan galat yang mungkin muncul
1	Masuk BIOS/UEFI saat POST	Tekan DEL berulang saat layar POST; F12 hanya membuka Boot Menu sekali pakai
2	Mengatur BIOS: UEFI, AHCI, TPM, dan urutan boot USB	Boot Mode = UEFI, SATA/NVMe = AHCI, Intel PTT (TPM) = Enabled, Boot Option #1 = USB, simpan dengan F10
3	Menginstal Windows 11 dengan partisi GPT dan menyisakan ruang untuk Linux	Galat: RAID menyembunyikan disk; TPM belum aktif; Legacy/CSM ditolak; partisi Windows kurang dari 64 GB; ukuran partisi melebihi ruang yang tersedia. Sisakan ruang kosong (contoh: partisi Windows ±200.000 MB)
4	Memasang driver VGA, LAN, dan audio berdasarkan Hardware ID	Tiga perangkat bertanda peringatan; driver yang salah ditolak dan dicatat sebagai kesalahan
5	Mematikan Fast Startup sebagai prasyarat dual boot	Opsi Daya; bila lupa, partisi NTFS dipasang read-only di Ubuntu
6	Menginstal Ubuntu berdampingan (dual boot)	Galat: ruang kosong di bawah 25 GB (perlu Shrink Volume); opsi “Hapus disk” menghapus Windows; tanpa EFI System Partition, *grub-install* gagal pada tahap bootloader; penginstal Legacy ditolak
7	Menguji boot Windows dan Ubuntu melalui GRUB	GRUB 2.12 dengan hitung mundur 10 detik; kedua OS harus pernah dimuat
8	Perawatan: Disk Cleanup, pemeriksaan SMART, dan Windows Update	Disk Cleanup membebaskan ±3,4 GB; CrystalDiskInfo menampilkan kesehatan 99 persen, suhu 38 °C, 1.284 jam, total tulis 7,9 TB

3.4 Lima Tiket Skenario Gangguan

Peserta didik berperan sebagai teknisi yang menerima tiket, mencari penyebab, lalu memperbaiki. Setiap tiket memiliki tiga petunjuk bertingkat. Skor tiket adalah 100 dikurangi 20 per petunjuk yang dibuka (minimum 40); tombol kunci jawaban membuka seluruh petunjuk. Setelah tiket selesai, aplikasi menampilkan waktu, penyebab, solusi, dan pelajaran. Tiket tidak memengaruhi kemajuan misi utama dan tidak disimpan.

Tiket	Tingkat	Gejala	Penyebab dan solusi	TP
1. Installer tidak menemukan disk	Mudah	Layar pemilihan partisi kosong, SSD NVMe tidak muncul	Mode RAID (Intel RST) tanpa driver. Ubah ke AHCI di BIOS menu Advanced, atau muat driver RST	TP-1
2. PC masuk Windows 10 lama	Mudah	Flashdisk sudah dicolok, tetapi OS lama yang menyala	Boot Option #1 adalah HDD. Ubah urutan di BIOS atau pakai Boot Menu F12	TP-1
3. Windows hilang dari menu GRUB	Sedang	GRUB hanya menampilkan Ubuntu; klien khawatir data hilang	Konfigurasi belum dipindai ulang. Verifikasi dengan lsblk, lalu jalankan sudo update-grub dan restart	TP-5, TP-8
4. Partisi Windows read-only di Ubuntu	Sedang	Peringatan hibernasi; partisi tidak bisa ditulisi	Fast Startup aktif. Matikan di Opsi Daya Windows, restart penuh	TP-5
5. Layar buram dan tanpa internet	Mudah	Resolusi rendah, tidak ada LAN dan suara	Driver generik. Pasang driver VGA, LAN, dan audio sesuai Hardware ID	TP-4

3.5 Mode Ujian Praktik

Mode Ujian dirancang sebagai asesmen sumatif kinerja yang terstandar. Peserta didik mengisi nama atau NIS dan memilih durasi 30, 45, 60, atau 90 menit. Selama ujian, simulasi diatur ulang dari awal, petunjuk dimatikan, tombol Kembali/Maju/Riwayat dan Ulangi dinonaktifkan, dan penyimpanan kemajuan ditiadakan. Penghitung waktu berubah warna menjadi peringatan pada lima menit terakhir. Ujian berakhir otomatis saat delapan misi selesai atau waktu habis.

Unsur	Ketentuan dalam aplikasi
Nilai	Persentase misi selesai dikurangi 3 poin per kesalahan (minimum 0)
Predikat	A bila nilai ≥ 85; B bila ≥ 70; C bila ≥ 55; D bila di bawahnya
Laporan	Nama/NIS, tanggal, waktu terpakai, jumlah misi selesai, jumlah kesalahan, waktu penyelesaian tiap misi, dan 12 catatan kesalahan pertama; dapat dicetak atau disimpan sebagai PDF
Keterbatasan	Hasil tidak tersimpan di server. Guru perlu mengumpulkan PDF atau tangkapan layar laporan. Memuat ulang halaman akan menghentikan ujian sehingga pengawasan guru tetap diperlukan

3.6 BIOS Lanjutan dan Terminal Ubuntu

BIOS virtual memiliki enam menu. Menu Advanced memuat mode SATA/NVMe, VT-x, Hyper-Threading, SpeedStep, XMP, Wake on LAN, dan perilaku saat listrik padam. Menu Boot memuat Boot Mode dan tiga urutan perangkat. Menu Security memuat Secure Boot dan Intel PTT (TPM 2.0). Menu Monitor menampilkan suhu CPU dan motherboard, kecepatan kipas, tegangan, dan daya yang berfluktuasi. Setiap baris menampilkan penjelasan singkat di panel bantuan. Tombol F9 memuat pengaturan bawaan, F10 menyimpan, dan Esc membuang perubahan.

Terminal Ubuntu mendukung 24 perintah: `help`, `lsblk`, `df -h`, `sudo fdisk -l`, `efibootmgr`, `lspci`, `lscpu`, `free -h`, `ip a`, `ping -c 3 8.8.8.8`, `sudo smartctl -a /dev/nvme0n1`, `sudo apt update`, `sudo update-grub`, `cat /etc/os-release`, `whoami`, `pwd`, `hostname`, `ls`, `date`, `uptime`, `hostnamectl`, `uname -r`, `history`, `clear`. Keluarannya mengikuti kondisi simulasi: daftar partisi mengikuti skema yang dibuat peserta didik, jumlah CPU mengikuti pengaturan Hyper-Threading, dan `update-grub` baru menemukan Windows bila Windows terpasang. Terminal mendukung panah atas/bawah untuk riwayat dan Tab untuk melengkapi perintah.

3.7 Navigasi, Kemajuan, dan Aksesibilitas

- **Sampul dan bantuan.** Halaman sampul, tombol Mulai simulasi, dan Lanjutkan progres. Pusat bantuan memuat Panduan, Konsep dasar, FAQ yang dapat dicari, Glosarium, dan panduan guru.
- **Riwayat langkah.** Hingga 80 titik keputusan dapat dimundurkan, dimajukan, atau dilompati melalui daftar riwayat (Alt+←, Alt+→). Fitur ini memungkinkan peserta didik membandingkan dua cara penyelesaian tanpa mengulang dari nol.
- **Simpan otomatis.** Kemajuan disimpan di penyimpanan peramban pada perangkat yang sama; tidak ada data pribadi yang dikirim ke mana pun. Penyimpanan dinonaktifkan selama Mode Ujian dan tiket gangguan.
- **Pintasan.** Alt+H (sampul), Alt+P (power), DEL/F12 saat POST, panah dan F10/Esc pada BIOS dan GRUB, serta layar penuh.

- **Aksesibilitas.** Tata letak responsif untuk ponsel dan laptop, kontras tinggi, dan navigasi papan ketik pada BIOS dan GRUB.

3.8 Kuis Diagnostik-Formatif

Kuis berisi 12 soal pilihan ganda inti (dua soal pada tiap topik) yang urutan soal dan urutan pilihan jawabannya diacak setiap kali dikerjakan. Bank soal memuat tambahan enam soal varian (satu per topik) yang dipakai pada remedial. Enam topik: (1) BIOS dan UEFI, (2) Syarat Windows 11, (3) Partisi Disk, (4) Driver, (5) Dual Boot, dan (6) Perawatan PC. Setiap jawaban langsung dibahas, dan hasil akhir menampilkan capaian per topik.

3.9 Kebaruan dan Keunggulan

- **Skenario galat yang disengaja.** Kegagalan realistis (RAID menyembunyikan disk, TPM belum aktif, Legacy/CSM ditolak, ruang kosong kurang, driver tidak cocok, GRUB tanpa EFI) membuat peserta didik belajar dari diagnosis, bukan sekadar mengikuti langkah.
- **Alasan di setiap langkah** sehingga pengetahuan prosedural terhubung dengan pengetahuan konseptual.
- **Latihan troubleshooting dan asesmen kinerja terstandar** dalam satu lingkungan yang sama.
- **Remedial adaptif.** Peserta didik tidak mengulang seluruh materi, melainkan hanya topik yang salah.
- **Biaya rendah dan mudah direplikasi:** satu berkas, dibagikan lewat flashdisk, jaringan lokal, atau aplikasi pesan.
- **Jejak bukti proses** (jurnal, kesalahan, waktu per misi, skor tiket) yang dapat dianalisis guru.

3.10 Integritas Berkas

Karena berkas dibagikan lewat flashdisk dan aplikasi pesan, guru dianjurkan menyimpan satu salinan induk dan memverifikasi salinan yang beredar. Nilai SHA-256 berkas versi yang menjadi dasar naskah ini:

`91d77dde5074ce0f0e19db8b0e179107c72cb08df2dc6cc9f86218ffce54148a`

Setiap pembaruan aplikasi menghasilkan nilai yang berbeda. Perbarui nilai ini pada naskah dan catat nomor versi saat berkas baru dibagikan.

4. Tujuan Pembelajaran

Tujuan berikut dirumuskan dengan kata kerja operasional dan dapat disesuaikan dengan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) sekolah. Kolom dimensi menunjukkan dimensi Profil Lulusan yang paling menonjol pada tiap tujuan.

Kode	Tujuan pembelajaran	Level kognitif	Dimensi dominan
TP-1	Menjelaskan fungsi BIOS/UEFI dan menentukan pengaturan yang diperlukan agar instalasi SO berhasil (UEFI, AHCI, TPM, urutan boot)	C2	Penalaran kritis
TP-2	Merancang skema partisi GPT yang menyisakan ruang untuk sistem operasi kedua	C3, C6	Penalaran kritis, kreativitas

Kode	Tujuan pembelajaran	Level kognitif	Dimensi dominan
TP-3	Menginstal Windows 11 sesuai prosedur dan memverifikasi hasilnya	C3	Kemandirian
TP-4	Mengidentifikasi perangkat tanpa driver dan memilih driver berdasarkan Hardware ID	C3, C4	Penalaran kritis
TP-5	Menganalisis penyebab kegagalan dual boot dan menetapkan tindakan korektif	C4	Penalaran kritis, kolaborasi
TP-6	Melaksanakan perawatan preventif dan menafsirkan indikator kesehatan penyimpanan	C3, C5	Kesehatan, kemandirian
TP-7	Merefleksikan kesalahan dan menyusun strategi kerja yang lebih efektif	C5	Kemandirian, komunikasi
TP-8	Menggunakan perintah terminal Linux dasar untuk memverifikasi partisi, boot, dan kesehatan disk, serta menelusuri gangguan dari gejala hingga penyebab secara sistematis	C3, C4	Penalaran kritis, kewargaan

5. Rancangan Pembelajaran

5.1 Pemetaan Prinsip Pembelajaran Mendalam

Prinsip	Wujud dalam inovasi
Berkesadaran	Peserta didik melihat daftar misi dan indikator kemajuan, memahami tujuan setiap langkah melalui penjelasan “Kenapa?”, memantau jumlah kesalahan sendiri, serta menetapkan sendiri kapan petunjuk dimatikan
Bermakna	Skenario menyerupai pekerjaan teknisi: PC bekas dengan Windows lama, tiket keluhan klien, kebutuhan dual boot, dan perawatan berkala
Menggembirakan	Antarmuka modern, bunyi dan lampu aktivitas yang realistis, umpan balik langsung, kegagalan yang aman, kesempatan mengulang tanpa stigma, dan tantangan tiket bertingkat

5.2 Pemetaan Empat Kerangka

Kerangka	Implementasi
Praktik pedagogis	Pembelajaran berbasis masalah dan simulasi, pendekatan teaching factory dalam bentuk “klinik servis”, asesmen formatif berkelanjutan, diferensiasi melalui petunjuk bertingkat, dan pembelajaran korektif
Lingkungan pembelajaran	Ruang praktik yang aman untuk gagal, budaya “salah adalah data”, dan kerja berpasangan
Kemitraan pembelajaran	Kolaborasi dengan rekan sejawat, kakak kelas sebagai tutor, dan dunia usaha dan dunia industri (teknisi lokal) sebagai pembanding praktik nyata dan pemberi masukan skenario tiket
Pemanfaatan digital	Simulator luring, jurnal digital, terminal Linux, kuis interaktif, dan laporan ujian yang dapat dicetak, semuanya berjalan pada perangkat sederhana

5.3 Skenario Pembelajaran (5 Pertemuan, masing-masing 4 JP)

Revisi ini memperluas skenario dari empat menjadi lima pertemuan (20 JP) agar latihan troubleshooting dan asesmen kinerja memperoleh waktu yang memadai. Alokasi JP dapat disesuaikan dengan struktur kurikulum sekolah.

Pertemuan	Fokus	Pengalaman belajar	Kegiatan utama
1	BIOS/UEFI, GPT, persiapan boot	Memahami	Kuis awal sebagai asesmen diagnostik. Apersepsi dengan pemantik (“Mengapa installer tidak menemukan disk?”). Eksplorasi simulator dengan petunjuk aktif, Misi 1 sampai 3 (bagian BIOS). Diskusi penyebab galat yang muncul
2	Windows 11, partisi, dan driver	Mengaplikasi	Penyelesaian Misi 3 dan 4 secara berpasangan (pengemudi dan navigator, bergantian). Petunjuk mulai dikurangi. Mencatat Hardware ID dan alasan pemilihan driver
3	Dual boot, GRUB, dan terminal	Mengaplikasi	Misi 5 sampai 7. Peserta didik memverifikasi hasil dengan lsblk, df -h, efibootmgr, dan update-grub, lalu menyusun diagram alur dual boot dari pemahamannya sendiri
4	Perawatan dan klinik gangguan	Mengaplikasi dan Merefleksi	Misi 8, kemudian lima tiket gangguan secara berkelompok dengan rotasi tiket. Peserta didik merumuskan hipotesis sebelum membuka petunjuk. Analisis jurnal kesalahan dan pengelompokan jenis kesalahan
5	Uji praktik, kuis, remedial, dan refleksi	Merefleksi	Mode Ujian Praktik (rotasi per gelombang bila perangkat terbatas), kuis 12 soal dan pembahasan, remedial bagi topik lemah dan pengayaan bagi yang tuntas, refleksi tertulis, presentasi singkat

5.4 Rincian Satu Pertemuan (Contoh Pertemuan 4: Klinik Gangguan)

Tahap	Durasi	Kegiatan
Pembuka	20 menit	Salam, doa, dan pemantik: “Seorang klien menelepon: PC-nya hanya menampilkan Ubuntu, Windows hilang. Apa yang pertama kali kamu periksa?” Peserta didik menuliskan prediksi penyebab sebelum menyentuh simulator
Inti 1	40 menit	Penyelesaian Misi 8 (Disk Cleanup, SMART, Windows Update) dan diskusi menafsirkan hasil SMART
Inti 2	70 menit	Klinik gangguan: setiap kelompok mengambil tiket dari menu Gangguan. Aturan: rumuskan hipotesis tertulis, uji dengan alat yang tepat (BIOS, Disk Management, terminal), baru buka petunjuk bila buntu. Guru berkeliling dengan pertanyaan penuntun (probing), tidak memberi jawaban langsung. Kelompok yang selesai mencatat penyebab, solusi, dan pelajaran dari layar hasil
Refleksi	40 menit	Membaca jurnal, mengelompokkan jenis kesalahan (konfigurasi firmware, partisi, driver, prosedur), menuliskan satu strategi pencegahan, dan menyusun satu halaman “kartu troubleshooting” untuk satu tiket
Penutup	10 menit	Umpan balik guru, tugas pengayaan, dan informasi pertemuan berikutnya

5.5 Pembelajaran Berdiferensiasi

Aspek	Strategi
Kesiapan	Petunjuk dan penjelasan dapat dihidupkan atau dimatikan; peserta didik mahir diberi tantangan partisi manual, tiket tingkat sedang tanpa petunjuk, dan skor tanpa kesalahan; peserta didik yang masih membutuhkan dukungan memakai petunjuk penuh dan riwayat langkah untuk mundur ke titik keputusan
Minat	Pilihan studi kasus tindak lanjut: kantor kecil, warnet, atau laboratorium sekolah
Profil belajar	Visual (diagram alur), kinestetik (simulator), verbal (diskusi dan presentasi), analitis (terminal dan jurnal)
Aksesibilitas	Tampilan responsif di ponsel, teks dapat dibaca, kontras tinggi, dan navigasi papan ketik. Peserta didik tanpa laptop dapat memakai ponsel secara berpasangan

6. Penguatan 8 Dimensi Profil Lulusan

Dimensi	Wujud penguatan dalam aktivitas
Keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan YME	Doa pembuka dan penutup, kejujuran dalam melaporkan hasil (termasuk laporan ujian dan jurnal kesalahan apa adanya), serta amanah merawat perangkat milik bersama
Kewargaan	Etika penggunaan perangkat lunak (lisensi dan legalitas), tanggung jawab menjaga data pengguna sebelum menghapus partisi, dan kepatuhan terhadap tata tertib laboratorium
Penalaran kritis	Diagnosis galat pada tiket, penyusunan hipotesis, verifikasi dengan terminal, dan penjelasan alasan setiap pengaturan
Kreativitas	Merancang skema partisi alternatif dan menyusun panduan sendiri dalam bentuk infografik, kartu troubleshooting, atau video pendek
Kolaborasi	Kerja berpasangan (pengemudi dan navigator), kerja kelompok pada klinik gangguan, dan tutor sebaya
Kemandirian	Menyelesaikan misi tanpa petunjuk, memantau kemajuan sendiri, memilih jalur remedial atau pengayaan, dan melanjutkan belajar dari kemajuan tersimpan
Kesehatan	Ergonomi kerja di depan layar, jeda istirahat, serta kesadaran keselamatan kelistrikan dan antistatis pada praktik perangkat keras
Komunikasi	Presentasi hasil, penulisan laporan teknis, dan dokumentasi langkah kerja (kartu troubleshooting) yang dapat diikuti orang lain

7. Asesmen

Asesmen dirancang sebagai bagian dari proses belajar (*assessment as*, *for*, *dan of learning*). Aplikasi menyediakan data proses dan data kinerja, sedangkan penilaian penalaran, refleksi, dan komunikasi tetap berada pada pertimbangan profesional guru.

7.1 Jenis dan Instrumen

Jenis	Waktu	Instrumen	Tujuan
Diagnostik	Awal (Pertemuan 1)	Pertanyaan pemantik dan kuis aplikasi sebagai pra-tes	Memetakan pengetahuan awal dan menentukan tingkat petunjuk
Formatif proses	Selama simulasi dan klinik gangguan	Jurnal kejadian dan kesalahan, daftar misi, skor tiket, lembar observasi guru	Memantau kemajuan dan pola kesalahan
Formatif konseptual	Pertemuan 5	Kuis 12 soal dengan pembahasan langsung	Mengukur pemahaman konsep per topik
Korektif	Setelah kuis	Remedial otomatis	Menuntaskan topik yang belum dikuasai
Sumatif	Akhir unit	Mode Ujian Praktik (laporan), uji praktik pada perangkat nyata atau mesin virtual, dan refleksi tertulis	Mengukur ketercapaian TP secara utuh

7.2 Rubrik Uji Praktik (Skala 1 sampai 4)

Kriteria	4 (Mahir)	3 (Cakap)	2 (Berkembang)	1 (Perlu bimbingan)
Konfigurasi firmware	Semua pengaturan benar dengan alasan lengkap	Pengaturan benar, alasan sebagian	Pengaturan benar setelah petunjuk	Pengaturan salah berulang
Partisi dan instalasi	Skema tepat, ruang Linux terjaga, tanpa kesalahan	Skema tepat dengan 1 sampai 2 kesalahan	Memerlukan koreksi guru	Tidak mampu menyelesaikan
Driver	Semua driver benar via Hardware ID	Benar setelah satu kali percobaan keliru	Benar dengan petunjuk	Tidak mengidentifikasi
Dual boot dan pengujian	Kedua SO terbukti berjalan, mampu menjelaskan penyebab bila gagal	Kedua SO berjalan	Satu SO berjalan	Tidak berjalan
Perawatan	Semua tugas selesai dan hasil SMART ditafsirkan	Tugas selesai	Sebagian selesai	Belum dilakukan
Diagnosis dan terminal	Menyelesaikan tiket tanpa petunjuk dan memverifikasi dengan perintah yang tepat	Menyelesaikan tiket dengan satu petunjuk	Menyelesaikan tiket dengan dua sampai tiga petunjuk	Belum menyelesaikan tiket
Refleksi dan komunikasi	Analisis mendalam, strategi konkret, komunikasi runtut	Analisis memadai	Deskriptif	Tidak ada refleksi

7.3 Konversi Data Aplikasi ke Rubrik

Agar penilaian objektif dan efisien, guru dapat memakai data aplikasi sebagai bukti pendukung, bukan pengganti penilaian rubrik. Konversi berikut dianjurkan dan dapat disesuaikan dengan kesepakatan satuan pendidikan.

Data aplikasi	Ambang	Setara rubrik
Nilai Mode Ujian (predikat)	A (≥ 85) / B (≥ 70) / C (≥ 55) / D	4 / 3 / 2 / 1 pada kriteria konfigurasi firmware, partisi dan instalasi, driver, serta dual boot
Skor tiket gangguan	100 / 80 / 60 / 40 (0 / 1 / 2 / 3 petunjuk)	4 / 3 / 2 / 1 pada kriteria diagnosis dan terminal (rata-rata beberapa tiket)
Hasil kuis dan remedial	Semua topik tuntas langsung atau setelah remedial	Syarat ketuntasan konseptual pada KKTP

7.4 Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP)

- **Tuntas:** rubrik rata-rata minimal 3 dan seluruh topik kuis dikuasai (langsung atau setelah remedial).
- **Perlu pendalaman:** rubrik rata-rata 2 sampai 2,9 atau terdapat topik yang belum dikuasai setelah satu siklus remedial.
- **Perlu bimbingan intensif:** rubrik rata-rata di bawah 2 atau kesalahan konsep yang berulang.

Ambang angka dapat disesuaikan dengan kesepakatan satuan pendidikan.

8. Mekanisme Remedial dan Pengayaan

8.1 Alur Remedial

1. Peserta didik mengerjakan kuis 12 soal; urutan soal dan pilihan jawaban diacak, dan setiap jawaban dibahas segera.
2. Sistem menghitung capaian per topik dan menandai topik yang masih salah.
3. Peserta didik membaca materi ulang ringkas per topik beserta pembahasan soal yang keliru.
4. Pada remedial pertama, peserta didik mengerjakan soal yang salah ditambah satu soal varian baru pada setiap topik yang lemah.
5. Pada siklus berikutnya, hanya soal yang masih keliru yang diulang, sampai seluruh topik tuntas.
6. Guru meninjau pola kesalahan untuk bimbingan tatap muka bagi peserta didik yang memerlukan, terutama bila satu topik tetap belum tuntas setelah dua siklus.

8.2 Prinsip

- Remedial bersifat korektif dan bermartabat: tidak membandingkan dengan peserta didik lain dan tidak mengurangi penghargaan atas proses.
- Remedial terarah, sehingga memanfaatkan waktu secara efisien.
- Remedial didukung bimbingan guru atau tutor sebaya untuk miskonsepsi yang tidak teratasi mandiri.
- Hasil kuis tidak disimpan oleh aplikasi; guru mencatat hasil pada lembar rekap (Lampiran E) atau meminta peserta didik menunjukkan layar hasil.

8.3 Pengayaan

Peserta didik yang tuntas diberi tantangan: mengulang simulasi tanpa petunjuk dengan target nol kesalahan, menyelesaikan tiket tanpa petunjuk, merancang skema partisi manual (misalnya memisahkan /home dan swap), menyusun panduan pemecahan masalah (*troubleshooting guide*) untuk teman, atau membimbing teman sebagai tutor sebaya.

9. Kokurikuler dan Pengembangan Lanjutan

Inovasi ini dapat diperluas menjadi projek kokurikuler lintas disiplin, misalnya **"Klinik Servis PC Sekolah"**: peserta didik merawat perangkat laboratorium, mendokumentasikan hasilnya dalam kartu servis, dan mengedukasi warga sekolah tentang keamanan data serta penggunaan perangkat lunak legal. Projek ini menyentuh dimensi kewargaan, kolaborasi, kesehatan (ergonomi), dan komunikasi, serta selaras dengan pendekatan teaching factory pada SMK.

Tahap berikutnya mengintegrasikan literasi koding dan kecerdasan artifisial, yang diperkenalkan sebagai mata pelajaran pilihan menurut Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025. Contohnya menyusun skrip Bash untuk otomatisasi perawatan (pembersihan cache, pemeriksaan ruang disk, pelaporan SMART), menganalisis log sistem, atau memakai alat bantu AI secara bertanggung jawab untuk menjelaskan pesan galat dengan tetap memverifikasi jawabannya pada simulator.

10. Sarana, Prasarana, dan Kesiapan

Kebutuhan	Keterangan
Perangkat peserta didik	Laptop atau ponsel dengan peramban modern; tidak memerlukan internet. Bunyi beep POST memerlukan interaksi pengguna dan dapat tidak terdengar bila suara perangkat dimatikan
Distribusi berkas	Flashdisk, jaringan lokal, atau aplikasi pesan; verifikasi dengan nilai SHA-256 (butir 3.10)
Penyimpanan kemajuan	Tersimpan pada peramban perangkat yang dipakai. Mode privat, pembersihan data peramban, atau berganti perangkat menghapus kemajuan. Peserta didik berbagi satu perangkat perlu memakai profil peramban berbeda
Ruang praktik	Tata letak berpasangan; proyektor untuk demonstrasi dan pembahasan tiket
Perangkat nyata (opsional)	PC laboratorium atau mesin virtual untuk uji praktik sumatif
Pencetakan laporan	Printer atau fitur simpan sebagai PDF pada peramban untuk laporan Mode Ujian
Kesiapan guru	Menguasai alur misi dan kelima tiket, membaca jurnal dan laporan ujian, serta memfasilitasi refleksi. Disarankan mencoba seluruh fitur sebelum pembelajaran

11. Rencana Evaluasi Dampak Inovasi

Klaim efektivitas memerlukan bukti. Rencana berikut memastikan evaluasi yang jujur dan dapat dipertanggungjawabkan.

11.1 Pertanyaan Evaluasi

1. Apakah penguasaan konsep dan keterampilan meningkat dibandingkan sebelum inovasi?
2. Apakah jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian misi menurun pada percobaan berulang?

3. Seberapa besar remedial menuntaskan topik yang lemah?
4. Apakah kemampuan diagnosis meningkat, ditunjukkan oleh berkurangnya petunjuk yang dibutuhkan pada tiket?
5. Bagaimana persepsi peserta didik terhadap relevansi, kenyamanan, dan keterlibatan belajar?

11.2 Indikator dan Data

Indikator	Sumber data
Peningkatan skor pra dan pasca (N-gain)	Kuis awal dan kuis akhir; instrumen tes konsep yang setara
Persentase peserta didik tuntas langsung dan setelah remedial	Lembar rekap hasil kuis dan remedial
Penurunan kesalahan dan waktu antarpercobaan	Skor simulasi dan jurnal; laporan Mode Ujian pada percobaan pertama dan kedua
Penurunan jumlah petunjuk pada tiket	Skor tiket peserta didik (100/80/60/40) pada pertemuan 4 dan ulangan
Kualitas penalaran diagnostik	Rubrik uji praktik dan refleksi tertulis
Persepsi dan keterlibatan	Angket skala Likert (Lampiran D) dan wawancara singkat
Ketercapaian dimensi profil	Observasi terstruktur (Lampiran F) dan portofolio

11.3 Desain dan Analisis

Evaluasi dilakukan dalam siklus Penelitian Tindakan Kelas (perencanaan, tindakan, observasi, refleksi) atau desain pra dan pasca tes satu kelompok, dengan perbandingan terhadap angkatan atau kelas sebelumnya bila memungkinkan. Peningkatan hasil dihitung dengan N-gain, yaitu selisih skor pasca dan pra dibagi selisih skor maksimum dan pra. Kategori yang lazim dipakai: tinggi (≥ 0,7), sedang (0,3 sampai kurang dari 0,7), dan rendah (< 0,3). Hasil dilaporkan apa adanya, termasuk keterbatasan, misalnya ukuran sampel kecil, tidak adanya kelompok pembanding, dan efek kebaruan teknologi.

12. Risiko dan Mitigasi

Risiko	Mitigasi
Simulator dianggap pengganti penuh praktik nyata	Tetap sediakan uji praktik pada perangkat nyata atau mesin virtual sebagai asesmen sumatif; tegaskan bahwa tampilan penginstal asli dapat berbeda menurut versi
Ketergantungan pada petunjuk	Penarikan petunjuk bertahap, skor tiket yang berkurang tiap petunjuk, dan target nol kesalahan pada pengayaan
Peserta didik menebak jawaban kuis atau menghafal soal	Soal dan pilihan diacak, pembahasan wajib dibaca, remedial memuat soal varian; bank soal perlu diperluas (butir 13)
Perbedaan perangkat dan peramban	Desain responsif, dan pengujian pada beberapa perangkat sebelum pelaksanaan
Kesenjangan literasi digital	Pendampingan sebaya dan pertemuan pengenalan antarmuka
Kemajuan atau hasil hilang karena penyimpanan peramban dibersihkan	Minta peserta didik mencatat hasil penting pada jurnal belajar; guru mengumpulkan laporan ujian segera setelah selesai
Kecurangan pada Mode Ujian (memuat ulang, bantuan teman)	Pengawasan langsung, nama atau NIS pada laporan, dan verifikasi unjuk kerja secara lisan atau pada perangkat nyata untuk sampel peserta didik
Berkas aplikasi dimodifikasi atau terinfeksi saat dibagikan	Simpan salinan induk, bagikan dari satu sumber, dan verifikasi nilai SHA-256
Miskonsepsi bahwa aman mengubah RAID ke AHCI pada OS yang sudah terpasang	Dibahas pada pelajaran tiket 1 (Installer tidak menemukan disk): pada perangkat nyata, perubahan ini dapat membuat Windows gagal boot; cadangkan data dan rencanakan sebelum mengubahnya

13. Keberlanjutan dan Diseminasi

1. **Institusionalisasi:** memasukkan BuildRig dalam perangkat ajar (modul ajar, ATP, dan KSP/KOSP) program keahlian.
2. **Pengembangan konten:** memperluas bank soal (target minimal 5 soal per topik, termasuk soal analisis berbasis gejala), menambah tiket (misalnya gagal boot setelah memperkecil partisi, kesalahan pemilihan disk, atau konflik urutan boot), dan menambah modul jaringan, server Linux, serta keamanan dasar.
3. **Pengembangan fitur:** ekspor hasil kuis, tiket, dan laporan ujian dalam satu berkas yang dapat dikumpulkan guru (misalnya CSV atau kode hasil), sehingga rekap tidak bergantung pada tangkapan layar.
4. **Komunitas belajar:** berbagi praktik baik melalui MGMP, komunitas praktisi, dan forum guru.
5. **Kolaborasi dunia usaha:** meminta masukan teknisi dan mitra industri untuk menjaga relevansi skenario dan tiket.
6. **Publikasi:** menyusun artikel praktik baik atau laporan PTK untuk dokumentasi dan pengembangan profesional guru.

14. Penutup

BuildRig menunjukkan bahwa teknologi sederhana yang dirancang dengan landasan pedagogis kuat dapat menghadirkan pembelajaran yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Dengan memberi ruang aman untuk gagal, umpan balik yang segera, latihan diagnosis yang bertingkat, asesmen kinerja yang terstandar, serta jalur remedial yang terarah, inovasi ini mendukung tercapainya Capaian Pembelajaran sekaligus penguatan 8 Dimensi Profil Lulusan. Keberhasilan akhirnya bergantung pada peran guru sebagai fasilitator yang merancang pengalaman belajar, membaca data proses, dan mendampingi setiap peserta didik hingga tuntas.

Lampiran A. Keterkaitan Fitur, Tujuan, dan Asesmen

Fitur BuildRig	TP	Bukti asesmen
Misi 1 dan 2 (BIOS) dan BIOS lanjutan	TP-1	Jurnal, kuis topik BIOS dan UEFI, serta Syarat Windows 11
Misi 3 (partisi dan Windows)	TP-2, TP-3	Rubrik partisi dan instalasi, kuis topik Partisi Disk
Misi 4 (driver)	TP-4	Rubrik driver, catatan Hardware ID, tiket 5
Misi 5 sampai 7 (dual boot) dan tiket 3 dan 4	TP-5	Rubrik dual boot, kuis topik Dual Boot
Misi 8 (perawatan)	TP-6	Rubrik perawatan, kuis topik Perawatan PC
Terminal Ubuntu dan tiket 1 sampai 5	TP-8	Rubrik diagnosis dan terminal, skor tiket
Jurnal, skor, remedial, riwayat langkah	TP-7	Refleksi tertulis dan hasil remedial
Mode Ujian Praktik	TP-1 sampai TP-6	Laporan ujian (nilai, predikat, waktu per misi, catatan kesalahan)

Lampiran B. Pertanyaan Panduan Refleksi Peserta Didik

1. Kesalahan apa yang paling sering kamu lakukan, dan apa penyebabnya?
2. Pengaturan mana yang paling sulit dipahami alasannya? Jelaskan dengan bahasamu sendiri.
3. Jika menemui galat serupa pada perangkat nyata, langkah apa yang akan kamu ambil lebih dulu?
4. Pada tiket yang kamu kerjakan, hipotesis awalmu apa, dan apakah benar? Apa yang membuatmu mengubahnya?
5. Bagaimana kerja sama dengan temanmu membantu proses belajarmu?
6. Apa satu hal yang ingin kamu tingkatkan pada pertemuan berikutnya?

Lampiran C. Kunci Penyelesaian Delapan Misi (untuk Guru)

Misi	Langkah dan nilai kunci
1	Power, lalu tekan DEL saat teks POST tampil (jendela waktunya sekitar 4 detik sebelum boot dilanjutkan)
2	Boot, Boot Mode = UEFI; Advanced, SATA/NVMe Mode = AHCI; Security, Intel PTT = Enabled; Boot, Boot Option #1 = USB; F10. Pilih flashdisk Windows 11 (UEFI)
3	Boot dari USB, Instal sekarang, centang lisensi, Kustom. Hapus semua partisi lama (Drive 0 Partisi 1 sampai 4), pilih ruang tidak terisi, Baru, isi ±200000 MB (minimal 64000 MB), Berikutnya. Biarkan sisa ruang kosong
4	Desktop, Device Manager. Pilih driver teratas: Intel UHD Graphics (VEN_8086), Realtek PCIe GbE (VEN_10EC), Realtek High Definition Audio (VEN_10EC)
5	Opsi Daya, hilangkan centang “Aktifkan startup cepat”
6	Ganti flashdisk ke Ubuntu, restart, Pasang Ubuntu, berdampingan dengan Windows Boot Manager. Bila ruang kurang dari 25 GB: Disk Management, Shrink Volume pada C: lebih dulu
7	Restart; di GRUB pilih Ubuntu, restart, lalu pilih Windows Boot Manager
8	Di Windows: Disk Cleanup (Bersihkan sekarang), CrystalDiskInfo (Catat hasil pemeriksaan), Windows Update (Periksa pembaruan)

Catatan: setelah instalasi selesai, ubah pilihan flashdisk menjadi (tidak ada) agar PC tidak berhenti pada “Press any key to boot from USB”.

Lampiran D. Angket Persepsi Peserta Didik (Skala Likert 1 sampai 4)

Skala: 1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = setuju, 4 = sangat setuju.

No.	Pernyataan	1	2	3	4
1	Saya memahami tujuan setiap langkah yang saya kerjakan di simulator				
2	Saya berani mencoba karena kesalahan di simulator tidak merusak perangkat				
3	Penjelasan “Kenapa?” membantu saya memahami alasan di balik langkah				
4	Skenario tiket gangguan mirip pekerjaan teknisi sungguhan				
5	Jurnal kesalahan membantu saya mengetahui apa yang harus diperbaiki				
6	Kuis dan remedial membantu saya menguasai materi yang masih lemah				
7	Bekerja berpasangan membantu saya belajar				
8	Saya merasa lebih percaya diri menghadapi instalasi pada komputer sungguhan				
9	Aplikasi mudah dipakai di perangkat yang saya gunakan				
10	Saya ingin memakai simulator ini lagi untuk berlatih mandiri				

Lampiran E. Lembar Rekap Hasil Kelas

Nama / NIS	Pra-tes	Kuis akhir	Topik remedial	Nilai Mode Ujian (predikat)	Skor tiket 1 sampai 5	Rerata rubrik	Status KKTP

Lampiran F. Lembar Observasi Dimensi Profil Lulusan

Dimensi	Indikator yang diamati	Belum tampak	Mulai tampak	Konsisten
Penalaran kritis	Merumuskan hipotesis sebelum membuka petunjuk; menjelaskan alasan pengaturan			
Kolaborasi	Bergantian peran pengemudi dan navigator; saling mengoreksi dengan santun			
Kemandirian	Mematikan petunjuk atas kemauan sendiri; menyelesaikan remedial tanpa disuruh			
Komunikasi	Menjelaskan penyebab dan solusi tiket dengan runtut			
Kewargaan dan keimanan	Jujur melaporkan kesalahan; menghormati lisensi dan data pengguna			
Kesehatan	Menjaga postur dan jeda istirahat; mengikuti prosedur keselamatan			
Kreativitas	Mengusulkan skema partisi alternatif atau membuat panduan sendiri			

Daftar Pustaka

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, *5*(1), 7–74.

Bloom, B. S. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment*, *1*(2), 1–12.

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, *100*(3), 363–406.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64–74.

Kapur, M. (2008). Productive failure. *Cognition and Instruction*, *26*(3), 379–424.

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 13 Tahun 2025 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah.

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 10 Tahun 2025 tentang Standar Kompetensi Lulusan.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, *108*(6), 1017–1054.

Puentedura, R. R. Transformation, technology, and education (model SAMR).

Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, *17*(3), 249–255.

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*. Harvard University Press.

Wiggins, G. (1990). The case for authentic assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, *2*(2).