Kemendikdasmen

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

2026

# ANALISIS KEBUTUHAN LAPTOP

untuk Satuan Pendidikan Jenjang SMP







KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH.
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI, PENDIDIKAN DASAR,
PENDIDIKAN NONFORMAL DAN INFORMAL
2026

Kemendikdasmen

#PENDIDIKAN BERMUTU UNTUK SEMUA

KEMENDIKDASMEN RAMAH

2026

# ANALISIS KEBUTUHAN LAPTOP

untuk Satuan Pendidikan Jenjang SMP





# Kata Sambutan


## Gogot Suharwoto, S.Pd., M.Ed., Ph.D.

Direktur Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Nonformal dan Informal


> *"Jika teknologi dapat membantu seorang anak di mana pun ia berada memperoleh kesempatan belajar yang lebih luas, maka di situlah teknologi menemukan makna terbaiknya dalam pendidikan."*

Hari ini, banyak anak Indonesia tumbuh di tengah dunia yang semakin digital. Mereka belajar, mencari informasi, berkomunikasi, berkarya, bahkan kelak bekerja dalam lingkungan yang tidak lagi dapat dipisahkan dari teknologi. Tugas pendidikan adalah memastikan perubahan itu tidak meninggalkan siapa pun di belakang.

Karena itu, ketika kita berbicara tentang laptop di sekolah, sesungguhnya kita sedang berbicara tentang kesempatan. Kesempatan seorang murid untuk menemukan sumber pengetahuan yang lebih luas, mengolah informasi, bekerja bersama teman, menghasilkan karya, belajar koding, mengikuti asesmen digital, dan mengenal teknologi dengan cara yang bertanggung jawab. Dokumen ini memang menempatkan laptop sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran, bukan sekadar perangkat yang harus tersedia di sekolah.

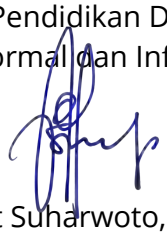
Analisis Kebutuhan Laptop untuk Satuan Pendidikan Jenjang SMP disusun untuk membantu kita mengambil keputusan secara lebih bijaksana. Kebutuhan perangkat tidak dapat ditentukan hanya dari jumlah sekolah atau jumlah murid. Kita juga perlu melihat aktivitas pembelajaran yang ingin didukung, kesiapan guru, kondisi listrik dan internet, keamanan dan pemeliharaan perangkat, hingga pola penggunaannya di kelas. Kajian ini juga menegaskan bahwa penyediaan teknologi perlu memperhatikan pemerataan akses serta keberlanjutan pemanfaatannya.

Saya berharap laptop yang kelak hadir di sekolah tidak menjadi benda yang tersimpan rapi di lemari, tetapi benar-benar berpindah ke tangan murid dan digunakan untuk belajar. Bukan sekadar untuk membuka aplikasi, tetapi untuk menumbuhkan rasa ingin tahu; bukan hanya untuk menyelesaikan tugas, tetapi juga untuk mencipta, mencoba, berdiskusi, dan menemukan kemungkinan baru.

Indonesia memiliki anak-anak dengan kemampuan dan mimpi yang sama besarnya, meskipun mereka tumbuh di tempat dengan kondisi yang berbeda-beda. Pendidikan harus terus bekerja agar perbedaan lokasi, kondisi ekonomi, maupun kesiapan infrastruktur tidak menjadi batas bagi masa depan mereka.

Jika teknologi dapat membantu seorang anak di mana pun ia berada memperoleh kesempatan belajar yang lebih luas, maka di situlah teknologi menemukan makna terbaiknya dalam pendidikan. Dan dari kesempatan-kesempatan itulah kita membesarkan generasi yang kelak akan membawa Indonesia melangkah lebih percaya diri di masa depan.

Jakarta, Mei 2026
Direktur Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Nonformal dan Informal



Gogot Suharwoto, S.Pd., M.Ed., Ph.D.

# Kata Pengantar



**Direktur Sekolah Menengah Pertama**
Dr. Maulani Mega Hapsari, S.IP., M.A

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dokumen Analisis Kebutuhan Laptop untuk Satuan Pendidikan Jenjang SMP dapat disusun dengan baik. Dokumen ini hadir sebagai bagian dari upaya Direktorat Sekolah Menengah Pertama dalam memperkuat arah transformasi digital pembelajaran yang semakin relevan dengan kebutuhan pendidikan saat ini.

Transformasi digital dalam pendidikan tidak hanya dimaknai sebagai penyediaan perangkat, tetapi juga sebagai ikhtiar menghadirkan pembelajaran yang lebih bermakna, inklusif, dan sesuai dengan perkembangan zaman. Pada jenjang SMP, keberadaan perangkat TIK, termasuk laptop, diharapkan dapat mendukung murid dalam mengakses sumber belajar, berkolaborasi, mengembangkan literasi digital, mengikuti asesmen digital, serta menghasilkan karya secara kreatif dan bertanggung jawab.

Namun, pemanfaatan teknologi tentu perlu didukung oleh ekosistem sekolah yang memadai. Kesiapan guru, ketersediaan listrik dan internet, tata kelola perangkat, keamanan, pemeliharaan, serta pemanfaatan yang terarah menjadi bagian penting agar perangkat benar-benar memberi manfaat bagi proses pembelajaran.

Kami berharap dokumen ini dapat menjadi rujukan bagi pemerintah pusat, pemerintah daerah, dan satuan pendidikan dalam merencanakan penyediaan serta pemanfaatan laptop secara lebih tepat sasaran, kontekstual, dan berkelanjutan. Semoga kajian ini menjadi bagian dari langkah bersama untuk memperluas akses pembelajaran digital yang berpihak pada kebutuhan murid SMP di seluruh Indonesia.

Akhirnya, kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan dokumen ini. Semoga dokumen ini memberikan manfaat nyata bagi penguatan layanan pendidikan jenjang SMP.

Jakarta, Mei 2026
Direktur Sekolah Menengah Pertama,

Dr. Maulani Mega Hapsari, S.IP., M.A

# TIM PENYUSUN

## PENGARAH:

1. Dr. Maulani Mega Hapsari, S.IP., M.A. : Direktur Sekolah Menengah Pertama
2. Cepy Lukman Rusdiana, S.Kom., M.Si. : Kasubdit Sarana Prasarana dan Tata Kelola
3. Roelly Herdyanto, S.E., M.Si. : Kasubbag Tata Usaha
4. Hendro Sucipto, S.Kom. : PPK Digitalisasi

## PENULIS:

1. Taufik Sugih Hendayana, S.Kom.
2. Bambang Subeno, S.T., M.Kom.
3. Yustiandi, M.Pd.
4. Muhammad Ali, S.Kom.
5. Sari Narulita, S.Pd., M.T.
6. Dela Chaerani, S.Kom., M.Kom., M.Si
7. Iman Budiman, S.Kom.
8. Satria Ade Putra, S.Kom.
9. Siti Zaenab Sanusi, S.Pd.
10. Ahmad Sidik, S.Fil.I.
11. Wahyu Atmadi, S.Sos.
12. Solehkun Kodir, S.Pd., M.T.

## PENATA LETAK:

Mathilda Anneke Waworuntu
Dela Chaerani

# Daftar Isi


**kata Sambutan** i
**Kata Pengantar** iii
**Daftar Isi** v
**Daftar Gambar** vi
**Daftar Tabel** vii

01

**Pendahuluan**
1.1 Latar Belakang 2
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Kajian 5
1.4 Manfaat Kajian 6

02

**Mekanisme Penetapan Dan Penyaluran Bantuan**
2.1 Landasan Regulasi Sarana dan Prasarana Pendidikan 10
2.2 Kebijakan Digitalisasi Pembelajaran 11
2.3 Konsep Sarana TIK dalam Ekosistem Pembelajaran SMP 12
2.4 Perangkat TIK Portabel dan Laboratorium Komputer 14
2.5 Prinsip Pemanfaatan Teknologi dalam Pembelajaran 16
2.6 Rujukan Akademik tentang TIK dalam Pendidikan 18
2.6.1 Student Device Access 19
2.6.2 Digital Learning 23
2.6.3 Literasi Digital 23
2.6.4 Pembelajaran Berbasis Proyek 23
2.6.5 Asesmen Digital 24
2.7 Perkembangan Asesmen di Indonesia 24

03

**Analisis dan Pemanfaatan**
3.1 Analisis Kebutuhan Laptop/PC Pembelajaran murid SMP 30
3.2 Survei Pengalaman Penggunaan Laptop dalam Pembelajaran 32
3.2.1 Profil Responden dan Satuan Pendidikan 34
3.2.2 Profil Pemanfaatan Aplikasi Pembelajaran 37
3.2.3 Profil Spesifikasi Laptop Saat Ini 40
3.2.4 Konektivitas dan Port Minimal 45
3.2.5 Kendala Teknis dan Bottleneck Umum 47
3.2.6 Intensitas Penggunaan Laptop 50
3.2.7 Segmentasi Kesiapan Perangkat 51
3.2.8 Analisis Berdasarkan Wilayah Responden 52

3.3 Pertimbangan Kebutuhan Laptop murid SMP Berdasarkan Temuan Survei Guru 57
3.3.1 Kedudukan Data Guru dalam Analisis Kebutuhan Perangkat murid 57
3.3.2 Peran Guru dalam Membaca Ekosistem Pembelajaran Digital SMP 58
3.3.3 Perbedaan Pola Penggunaan Perangkat oleh Guru dan murid 59
3.3.4 Implikasi Temuan terhadap Kriteria Laptop Pembelajaran murid 59
3.3.5 Batasan Interpretasi Data Survei 61
3.3.6 Arah Pertimbangan Spesifikasi Laptop Pembelajaran murid 61
3.4 Analisis Teknologi Laptop/PC Pembelajaran murid SMP 62
3.4.1 Karakteristik Laptop/PC Pembelajaran murid 62
3.4.2 Perbedaan Kebutuhan Perangkat Guru dan murid 65
3.4.3 Kebutuhan Performa Dasar 68
3.4.4 Kebutuhan Konektivitas dan Kompatibilitas 87

04

**Rekomendasi dan Arah Kebijakan**

4.1 Prinsip Penyediaan Laptop/PC Pembelajaran murid SMP 94
4.2 Rekomendasi Aktivitas Pembelajaran yang Didukung Laptop/PC 97
4.3 Rekomendasi Rasio Pemanfaatan Perangkat 101
4.4 Rekomendasi Spesifikasi Minimum dan Ideal 104
4.5 Rekomendasi Infrastruktur Pendukung 106
4.6 Rekomendasi Penguatan Peran Guru 109
4.7 Tahapan Implementasi 111

**Daftar Pustaka** **118**

# Daftar Gambar


| | | |
|---|---|---|
| Tabel 2.1 | Perbandingan Lab Komputer dan Perangkat Portabel | 1 |
| Tabel 2.2 | Perbandingan Rasio Akses Perangkat Alat TIK berupa PC | 2 |
| Tabel 3.1 | Pemetaan Kebutuhan Sarana Laptop/PC SMP | 2 |
| Tabel 3.2 | Hasil Survei - Distribusi berdasarkan jawaban responden | 2 |
| Tabel 3.3 | Hasil Survei - Distribusi berdasarkan kemunculan kelas | 2 |
| Tabel 3.4 | Hasil Survei - Distribusi berdasarkan jawaban utama | 2 |
| Tabel 3.5 | Hasil Survei - Distribusi berdasarkan kemunculan mata pelajaran | 2 |
| Tabel 3.6 | Hasil Survei - Jenis Platform dan Aplikasi yang Digunakan | 2 |
| Tabel 3.7 | Hasil Survei - Tingkat Keragaman Aplikasi | 2 |
| Tabel 3.8 | Hasil Survei - Kombinasi Aplikasi yang Dibuka Bersamaan | 2 |
| Tabel 3.9 | Hasil Survei - Beban Kerja Digital dan Kelancaran | 2 |
| Tabel 3.10 | Hasil Survei - Sistem Operasi | 2 |
| Tabel 3.11 | Hasil Survei - Prosesor | 2 |
| Tabel 3.12 | Hasil Survei - RAM | 2 |
| Tabel 3.13 | Hasil Survei - Jenis Penyimpanan | 2 |
| Tabel 3.14 | Hasil Survei - Kapasitas Penyimpanan | 2 |
| Tabel 3.15 | Hasil Survei - Ukuran Layar | 2 |
| Tabel 3.16 | Hasil Survei - Kebutuhan Konektivitas | 2 |
| Tabel 3.17 | Hasil Survei - Sebaran Kendala Teknis | 2 |
| Tabel 3.18 | Hasil Survei - Durasi penggunaan perhari | 2 |
| Tabel 3.19 | Hasil Survei - Segmentasi Kesiapan Perangkat | 2 |
| Tabel 3.20 | Hasil Survei - Sebaran Responden Berdasarkan Wilayah | 2 |
| Tabel 3.21 | Hasil Survei - Perbandingan Spesifikasi Utama per Wilayah | 2 |
| Tabel 4.1 | Rekomendasi aktivitas pembelajaran yang dapat didukung laptop atau PC | 2 |
| Tabel 4.2 | Rekomendasi rasio pemanfaatan perangkat berdasarkan jenis aktivitas | 2 |
| Tabel 4.3 | Rekomendasi rasio berdasarkan kebutuhan pembelajaran | 2 |
| Tabel 4.4 | Rekomendasi Minimum dan Ideal | 2 |
| Tabel 4.5 | Rekomendasi infrastruktur pendukung laptop atau PC pembelajaran murid SMP | 2 |
| Tabel 4.6 | Klaster awal sekolah berdasarkan rasio ketersediaan laptop atau PC pembelajaran terhadap murid | 2 |
| Tabel 4.7 | Tahapan implementasi | 2 |
| Tabel 4.8 | Arah implementasi secara bertahap | 2 |

# Daftar Tabel


| | | |
|---|---|---|
| Tabel 2.1 | Perbandingan Lab Komputer dan Perangkat Portabel | 1 |
| Tabel 2.2 | Perbandingan Rasio Akses Perangkat Alat TIK berupa PC | 2 |
| Tabel 3.1 | Pemetaan Kebutuhan Sarana Laptop/PC SMP | 2 |
| Tabel 3.2 | Hasil Survei - Distribusi berdasarkan jawaban responden | 2 |
| Tabel 3.3 | Hasil Survei - Distribusi berdasarkan kemunculan kelas | 2 |
| Tabel 3.4 | Hasil Survei - Distribusi berdasarkan jawaban utama | 2 |
| Tabel 3.5 | Hasil Survei - Distribusi berdasarkan kemunculan mata pelajaran | 2 |
| Tabel 3.6 | Hasil Survei - Jenis Platform dan Aplikasi yang Digunakan | 2 |
| Tabel 3.7 | Hasil Survei - Tingkat Keragaman Aplikasi | 2 |
| Tabel 3.8 | Hasil Survei - Kombinasi Aplikasi yang Dibuka Bersamaan | 2 |
| Tabel 3.9 | Hasil Survei - Beban Kerja Digital dan Kelancaran | 2 |
| Tabel 3.10 | Hasil Survei - Sistem Operasi | 2 |
| Tabel 3.11 | Hasil Survei - Prosesor | 2 |
| Tabel 3.12 | Hasil Survei - RAM | 2 |
| Tabel 3.13 | Hasil Survei - Jenis Penyimpanan | 2 |
| Tabel 3.14 | Hasil Survei - Kapasitas Penyimpanan | 2 |
| Tabel 3.15 | Hasil Survei - Ukuran Layar | 2 |
| Tabel 3.16 | Hasil Survei - Kebutuhan Konektivitas | 2 |
| Tabel 3.17 | Hasil Survei - Sebaran Kendala Teknis | 2 |
| Tabel 3.18 | Hasil Survei - Durasi penggunaan perhari | 2 |
| Tabel 3.19 | Hasil Survei - Segmentasi Kesiapan Perangkat | 2 |
| Tabel 3.20 | Hasil Survei - Sebaran Responden Berdasarkan Wilayah | 2 |
| Tabel 3.21 | Hasil Survei - Perbandingan Spesifikasi Utama per Wilayah | 2 |
| Tabel 4.1 | Rekomendasi aktivitas pembelajaran yang dapat didukung laptop atau PC | 2 |
| Tabel 4.2 | Rekomendasi rasio pemanfaatan perangkat berdasarkan jenis aktivitas | 2 |
| Tabel 4.3 | Rekomendasi rasio berdasarkan kebutuhan pembelajaran | 2 |
| Tabel 4.4 | Rekomendasi Minimum dan Ideal | 2 |
| Tabel 4.5 | Rekomendasi infrastruktur pendukung laptop atau PC pembelajaran murid SMP | 2 |
| Tabel 4.6 | Klaster awal sekolah berdasarkan rasio ketersediaan laptop atau PC pembelajaran terhadap murid | 2 |
| Tabel 4.7 | Tahapan implementasi | 2 |
| Tabel 4.8 | Arah implementasi secara bertahap | 2 |

# 01
# PENDAHULUAN



## 1.1 LATAR BELAKANG

Transformasi digital dalam pendidikan telah mengubah cara satuan pendidikan menyelenggarakan proses pembelajaran, asesmen, administrasi, dan layanan pendidikan. Perubahan tersebut tidak hanya berkaitan dengan penggunaan perangkat teknologi di ruang kelas, tetapi juga menyangkut cara murid mengakses informasi, mengolah data, berkolaborasi, menghasilkan karya, serta menunjukkan capaian belajarnya. Pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP), kebutuhan terhadap sarana Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menjadi semakin penting karena murid berada pada fase perkembangan yang mulai membutuhkan pengalaman belajar yang lebih mandiri, eksploratif, kolaboratif, dan relevan dengan kehidupan digital.

Dalam konteks pendidikan dasar, khususnya jenjang SMP, sarana TIK perlu dipahami sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran. Perangkat digital tidak dapat ditempatkan hanya sebagai pelengkap fasilitas sekolah, melainkan sebagai sarana yang mendukung berlangsungnya proses pembelajaran yang lebih terbuka, interaktif, dan kontekstual. Pemanfaatan TIK dapat membantu guru menyediakan variasi sumber belajar, memfasilitasi asesmen berbasis digital, memperluas ruang kolaborasi murid, serta mendukung pengelolaan pembelajaran yang lebih efisien.

Namun demikian, keberadaan teknologi tidak secara otomatis meningkatkan mutu pembelajaran. UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) menekankan bahwa teknologi dalam pendidikan perlu digunakan untuk memperkuat pengalaman belajar dan mendukung peran guru, bukan menggantikan interaksi pedagogis antara guru dan murid (UNESCO, 2023). Dengan demikian, penyediaan sarana TIK harus dikaitkan dengan tujuan pembelajaran, kesiapan guru, kondisi infrastruktur sekolah, karakteristik murid, serta tata kelola pemanfaatan perangkat secara berkelanjutan.

Pandangan tersebut sejalan dengan kajian OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) yang menunjukkan bahwa hubungan antara penggunaan perangkat digital dan capaian belajar tidak bersifat langsung. Penggunaan teknologi secara tepat dan terukur dapat mendukung pembelajaran, tetapi penggunaan yang berlebihan atau tidak disertai rancangan pedagogis yang baik tidak selalu berdampak positif terhadap hasil belajar murid (OECD, 2015).

Oleh karena itu, analisis kebutuhan sarana TIK tidak cukup hanya membahas ketersediaan perangkat, tetapi juga perlu menelaah kesesuaian perangkat dengan aktivitas pembelajaran, asesmen, dan layanan pendidikan di sekolah.

Kebutuhan terhadap sarana TIK juga semakin relevan seiring berkembangnya pembelajaran digital, asesmen berbasis komputer, pemanfaatan platform pembelajaran, serta munculnya teknologi baru seperti kecerdasan artifisial generatif. OECD menjelaskan bahwa kecerdasan artifisial generatif memiliki potensi untuk mendukung pembelajaran personal, kolaborasi, kreativitas, dan produktivitas guru, tetapi juga memiliki risiko apabila digunakan sebagai jalan pintas yang mengurangi keterlibatan berpikir murid (OECD, 2026). Hal ini memperkuat kebutuhan sekolah terhadap perangkat TIK yang memadai, aman, fleksibel, dan dapat mendukung pembelajaran digital secara terarah.

Di sisi lain, kebutuhan sarana TIK pada jenjang SMP tidak dapat dilepaskan dari isu pemerataan akses. Tidak semua satuan pendidikan memiliki kondisi infrastruktur dan perangkat digital yang setara. Sebagian sekolah telah memiliki laboratorium komputer, sebagian lainnya memiliki perangkat terbatas, dan sebagian sekolah masih menghadapi kendala pada aspek listrik, konektivitas, keamanan perangkat, ruang penyimpanan, maupun dukungan teknis. Perbedaan kondisi tersebut berpotensi mempengaruhi kesempatan murid dalam mengembangkan literasi digital, mengikuti asesmen berbasis digital, dan memperoleh pengalaman belajar yang setara.

World Bank menekankan bahwa transformasi digital pendidikan perlu dirancang secara kontekstual dengan memperhatikan kesiapan infrastruktur, tata kelola, kapasitas pengguna, serta keberlanjutan pemanfaatan teknologi (World Bank, 2024). Dengan demikian, penyediaan sarana TIK di sekolah perlu mempertimbangkan tidak hanya jenis perangkat, tetapi juga ekosistem pendukungnya, seperti jaringan internet, kelistrikan, keamanan, pemeliharaan, penyimpanan, dan penguatan kompetensi guru. Perangkat yang tersedia tanpa dukungan ekosistem tersebut berisiko tidak termanfaatkan secara optimal.

Dalam konteks pembelajaran SMP, sarana TIK yang dibutuhkan tidak hanya terbatas pada ruang atau mata pelajaran tertentu. Kebutuhan pembelajaran saat ini menuntut adanya perangkat yang dapat digunakan untuk berbagai aktivitas, seperti mengakses sumber belajar, mengerjakan tugas, mengolah data, menyusun

presentasi, mengikuti asesmen digital, melakukan eksplorasi sederhana memproduksi karya digital, serta berkolaborasi dalam proyek pembelajaran. Oleh karena itu, karakteristik perangkat yang fleksibel, mudah digunakan, mudah dipindahkan, dan dapat mendukung pembelajaran lintas mata pelajaran menjadi semakin penting untuk dianalisis.

Laboratorium komputer tetap memiliki fungsi strategis dalam penyelenggaraan pembelajaran berbasis TIK, terutama untuk kegiatan praktik terjadwal, asesmen berbasis komputer, dan pembelajaran yang memerlukan pengelolaan perangkat secara terpusat. Namun, kebutuhan pembelajaran di SMP juga menunjukkan perlunya sarana TIK yang dapat menjangkau ruang kelas reguler dan mendukung aktivitas belajar yang lebih fleksibel. Dalam kerangka ini, perangkat TIK portabel atau perangkat TIK stand alone menjadi salah satu bentuk sarana yang relevan untuk dikaji karena dapat digunakan secara lebih adaptif sesuai kebutuhan pembelajaran di sekolah.

Dengan mempertimbangkan hal tersebut, kajian ini diarahkan untuk menganalisis kebutuhan sarana TIK pada satuan pendidikan jenjang SMP secara lebih menyeluruh. Fokus kajian tidak diletakkan pada mekanisme pengadaan, besaran anggaran, atau rincian bantuan, melainkan pada dasar kebutuhan perangkat, fungsi pemanfaatan dalam pembelajaran dan asesmen, karakteristik teknologi yang diperlukan, serta dukungan ekosistem yang dibutuhkan agar sarana TIK dapat digunakan secara optimal. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar akademik dan kebijakan bagi pengambilan keputusan dalam penyediaan sarana TIK SMP, termasuk penyusunan program bantuan perangkat pembelajaran digital yang lebih tepat sasaran, kontekstual, dan berkelanjutan.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut, kajian ini disusun untuk menjawab beberapa permasalahan pokok sebagai berikut.

1. Bagaimana kebutuhan laptop pembelajaran bagi murid SMP?
2. Aktivitas pembelajaran apa saja yang perlu didukung oleh laptop murid SMP?
3. Bagaimana karakteristik laptop yang sesuai untuk digunakan murid SMP?

4. Bagaimana hasil survei pengalaman penggunaan perangkat oleh Duta Teknologi Tahun 2026 dapat digunakan sebagai masukan untuk membaca kebutuhan laptop pembelajaran murid SMP?

5. Faktor apa saja yang perlu dipertimbangkan dalam penyediaan laptop pembelajaran murid SMP?

6. Bagaimana dukungan ekosistem sekolah, seperti internet, listrik, penyimpanan, pemeliharaan, tata kelola, dan kompetensi guru, perlu disiapkan agar laptop pembelajaran murid dapat dimanfaatkan secara optimal?

7. Bagaimana rekomendasi penyediaan laptop pembelajaran murid SMP yang dapat mendukung pemerataan akses pembelajaran digital secara tepat sasaran dan kontekstual?

## 1.3 TUJUAN KAJIAN

1. Menganalisis kebutuhan laptop pembelajaran murid SMP dalam mendukung pembelajaran lintas mata pelajaran, asesmen digital, literasi digital, proyek kolaboratif, koding, dan kecerdasan artifisial.

2. Mengidentifikasi aktivitas pembelajaran yang membutuhkan dukungan laptop murid, baik untuk kegiatan individu, kelompok, proyek, presentasi, eksplorasi informasi, maupun produksi karya digital.

3. Mengkaji karakteristik laptop yang sesuai untuk digunakan murid SMP, meliputi performa perangkat, kapasitas memori, jenis dan kapasitas penyimpanan, ukuran layar, konektivitas, port, kamera, audio, keamanan, dan kemudahan pengelolaan.

4. Menganalisis hasil survei pengalaman penggunaan perangkat oleh Duta Teknologi Tahun 2026 sebagai masukan praktis dalam merumuskan kebutuhan laptop pembelajaran murid SMP.

5. Mengidentifikasi faktor pendukung yang diperlukan agar laptop murid dapat dimanfaatkan secara optimal, termasuk jaringan internet, listrik, sistem penyimpanan, mekanisme peminjaman, pemeliharaan, keamanan perangkat, dan dukungan teknis.

6. Menyusun rekomendasi spesifikasi minimum dan spesifikasi ideal laptop pembelajaran murid SMP yang bersifat netral, tidak mengarah pada merek tertentu, serta berbasis pada kebutuhan pembelajaran.

7. Memberikan arah kebijakan penyediaan laptop pembelajaran murid SMP yang memperhatikan efektivitas pemanfaatan, pemerataan akses, tata kelola, keamanan, dan keberlanjutan.

## 1.4 MANFAAT KAJIAN

Kajian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pemangku kepentingan dalam merumuskan, merencanakan, dan memanfaatkan sarana TIK pada satuan pendidikan jenjang SMP.

### 1. Bagi Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah

Kajian ini dapat menjadi rujukan dalam merumuskan kebijakan penyediaan sarana TIK yang lebih berbasis kebutuhan, bukan semata-mata berbasis jenis perangkat atau pola bantuan tertentu. Hasil kajian dapat membantu pemerintah dalam menentukan prioritas penyediaan sarana TIK dengan mempertimbangkan kondisi satuan pendidikan, kebutuhan pembelajaran, kesiapan infrastruktur, dan keberlanjutan pemanfaatan perangkat.

Kajian ini juga dapat digunakan sebagai dasar dalam menyusun program bantuan sarana TIK yang lebih tepat sasaran. Dengan adanya analisis kebutuhan, kebijakan penyediaan perangkat dapat diarahkan agar tidak hanya memenuhi aspek ketersediaan sarana, tetapi juga mendukung peningkatan mutu pembelajaran, pemerataan akses digital, dan kesiapan sekolah dalam melaksanakan asesmen berbasis digital.

## 2 Bagi Satuan Pendidikan

Bagi satuan pendidikan, kajian ini dapat menjadi acuan dalam memetakan kebutuhan sarana TIK sesuai dengan kondisi nyata sekolah. Sekolah dapat menggunakan hasil kajian untuk menilai kecukupan perangkat yang tersedia, kesiapan infrastruktur pendukung, kebutuhan peningkatan kapasitas guru, serta pola pemanfaatan perangkat dalam kegiatan pembelajaran.

Kajian ini juga dapat membantu sekolah merancang tata kelola pemanfaatan sarana TIK secara lebih efektif, termasuk pengaturan jadwal penggunaan, penyimpanan, pemeliharaan, keamanan perangkat, serta integrasi perangkat ke dalam pembelajaran lintas mata pelajaran.

## 3 Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan

Bagi guru dan tenaga kependidikan, kajian ini memberikan gambaran mengenai peran sarana TIK dalam mendukung pembelajaran yang lebih aktif, kolaboratif, kontekstual, dan berdiferensiasi. Perangkat TIK yang tersedia dan dikelola dengan baik dapat membantu guru menyediakan sumber belajar yang lebih beragam, menyelenggarakan asesmen digital, memfasilitasi proyek pembelajaran, serta meningkatkan interaksi murid dalam proses belajar.

Selain itu, kajian ini dapat menjadi dasar untuk merancang kebutuhan pelatihan guru, terutama dalam pemanfaatan perangkat digital, pengelolaan kelas berbasis teknologi, keamanan digital, dan integrasi TIK ke dalam strategi pembelajaran.

## 4 Bagi Murid

Bagi murid, penyediaan sarana TIK yang sesuai kebutuhan dapat memperluas kesempatan untuk mengakses sumber belajar digital, mengembangkan literasi digital, berkolaborasi, mengolah informasi, dan menghasilkan karya berbasis teknologi. Pemanfaatan perangkat TIK yang tepat juga dapat mendukung kesiapan murid dalam mengikuti asesmen berbasis digital dan menghadapi tuntutan kompetensi abad ke-21.

Manfaat tersebut akan lebih optimal apabila perangkat tidak hanya tersedia, tetapi juga digunakan dalam kegiatan pembelajaran yang terarah, aman, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

# 02

# KAJIAN TEORITIS DAN KEBIJAKAN



## 2.1 LANDASAN REGULASI SARANA DAN PRASARANA PENDIDIKAN

**UU Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.**

Penyelenggaraan pendidikan perlu didukung oleh sarana dan prasarana yang memadai agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara optimal.

**Pasal 46 UU Nomor 20 Tahun 2003**

Pendanaan pendidikan menjadi tanggung jawab bersama antara pemerintah, pemerintah daerah, dan masyarakat.



**PP tentang Standar Nasional Pendidikan**

Satuan pendidikan diarahkan untuk memenuhi kebutuhan dasar pembelajaran, seperti ruang belajar, laboratorium, perpustakaan, serta fasilitas pendukung lain yang relevan dengan proses pendidikan.

**Permendikbudristek Nomor 22 Tahun 2023 tentang Standar Sarana dan Prasarana Pendidikan**

Sarana TIK tidak lagi dapat dipandang sebagai pelengkap, tetapi menjadi bagian dari kebutuhan pembelajaran modern.

Perkembangan asesmen berbasis digital juga memperkuat kebutuhan satuan pendidikan terhadap sarana TIK yang memadai. Pelaksanaan asesmen berbasis komputer memerlukan perangkat, jaringan internet, dukungan teknis, serta pengelolaan data yang baik. Oleh karena itu, analisis kebutuhan sarana TIK perlu dilakukan secara terencana, kontekstual, dan berbasis pada regulasi serta kondisi nyata satuan pendidikan.

## 2.2 KEBIJAKAN DIGITALISASI PEMBELAJARAN

Digitalisasi pembelajaran merupakan proses transformasi yang bertujuan memperkuat mutu, akses, dan relevansi pendidikan. Dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, digitalisasi tidak cukup dipahami sebagai penyediaan perangkat, melainkan sebagai upaya membangun sistem pembelajaran yang mampu memanfaatkan teknologi secara bermakna.

Arah kebijakan digitalisasi pendidikan menempatkan teknologi sebagai bagian dari peningkatan kualitas pembelajaran. Melalui kebijakan yang mendorong inovasi pembelajaran, penguatan literasi digital, dan pemanfaatan teknologi informasi, satuan pendidikan diarahkan untuk menghadirkan proses belajar yang lebih adaptif terhadap kebutuhan abad ke-21. Dalam kerangka ini, teknologi berperan untuk memperluas akses sumber belajar, mendukung pembelajaran yang lebih interaktif, serta memperkuat tata kelola pendidikan berbasis data.

Namun, digitalisasi pembelajaran hanya dapat berjalan apabila didukung oleh kesiapan ekosistem sekolah. Infrastruktur dasar seperti listrik dan konektivitas internet menjadi prasyarat utama. Selain itu, sekolah juga memerlukan perangkat yang sesuai, platform pembelajaran yang mudah digunakan, guru yang memiliki kompetensi digital, serta tata kelola yang memastikan perangkat digunakan secara adil, aman, dan berkelanjutan.

UNESCO (2023) menekankan bahwa ketimpangan akses internet masih menjadi salah satu tantangan utama dalam implementasi teknologi pendidikan. World Bank (2024) juga menegaskan bahwa transformasi digital pendidikan perlu ditopang oleh investasi infrastruktur, penguatan pengelolaan data, dan dukungan sistem. Dengan demikian, digitalisasi pembelajaran perlu dirancang sebagai kebijakan yang menyeluruh, bukan sekadar program penyediaan perangkat.

Dalam konteks kajian kebutuhan sarana TIK, kebijakan digitalisasi pembelajaran menjadi dasar penting untuk melihat kebutuhan sekolah secara lebih utuh. Sarana TIK perlu dipahami sebagai bagian dari upaya meningkatkan kualitas pembelajaran, mendukung asesmen digital, memperkuat literasi digital, dan menyiapkan murid menghadapi lingkungan belajar yang semakin terdigitalisasi.

## 2.3 KONSEP SARANA TIK DALAM EKOSISTEM PEMBELAJARAN SMP

Sarana Teknologi Informasi dan Komunikasi atau TIK dalam pendidikan dasar mencakup seluruh komponen yang mendukung pembelajaran digital. Komponen tersebut meliputi perangkat utama, perangkat pendukung, konektivitas, kelistrikan, sistem penyimpanan, keamanan perangkat dan data, perangkat lunak, kompetensi pengguna, tata kelola, serta pemeliharaan. Setiap komponen memiliki fungsi yang berbeda, tetapi saling berkaitan dalam menentukan keberhasilan pemanfaatan TIK di sekolah.

### Perangkat utama

Perangkat utama dapat berupa komputer, laptop, tablet, atau perangkat digital lain yang digunakan langsung oleh guru dan murid. Perangkat tersebut perlu memiliki kemampuan yang memadai untuk menjalankan aplikasi pembelajaran, mengakses sumber belajar digital, mendukung komunikasi, serta memfasilitasi aktivitas kolaboratif. Selain itu, sekolah juga memerlukan perangkat pendukung seperti proyektor, speaker, printer, kamera, mikrofon, atau perangkat audio-visual lain untuk memperkaya penyajian materi dan interaksi di kelas.

### Konektivitas dan kelistrikan

Konektivitas dan kelistrikan menjadi pondasi penting dalam pemanfaatan TIK. Pembelajaran digital membutuhkan akses internet yang stabil, terjangkau, dan berkualitas. Tanpa koneksi yang memadai, pemanfaatan platform pembelajaran, aplikasi kolaboratif, sumber informasi digital, dan asesmen berbasis komputer tidak dapat berjalan optimal. Demikian pula dengan listrik. Perangkat digital membutuhkan pasokan daya yang aman dan stabil agar dapat digunakan secara berkelanjutan.

**Aspek penyimpanan dan keamanan.**

Perangkat yang tersedia di sekolah harus disimpan secara aman agar terlindung dari kerusakan, kehilangan, atau penyalahgunaan. Selain keamanan fisik, sekolah perlu memperhatikan keamanan digital, seperti perlindungan data, pengaturan akses pengguna, pembaruan sistem, penggunaan antivirus, dan pengelolaan keamanan jaringan.

**Perangkat lunak dan platform pembelajaran**

Perangkat lunak dan platform pembelajaran menjadi ruang kerja digital bagi guru dan murid. Aplikasi pembelajaran, Learning Management System atau LMS, sistem asesmen digital, perangkat lunak produktivitas, serta sumber belajar digital perlu dipilih berdasarkan kesesuaian dengan kurikulum dan kebutuhan pembelajaran. Platform yang digunakan sebaiknya mudah diakses, mudah dipahami, aman, dan membantu guru dalam merancang, melaksanakan, serta mengevaluasi pembelajaran.

**Tata kelola dan pemeliharaan**

Agar seluruh komponen sarana TIK dapat digunakan secara optimal, sekolah memerlukan tata kelola dan pemeliharaan yang jelas. Tata kelola mencakup pencatatan inventaris, aturan penggunaan, penjadwalan, mekanisme peminjaman, pengawasan, dan pembagian tanggung jawab, sedangkan pemeliharaan mencakup pembersihan perangkat, pemeriksaan kondisi fisik, pembaruan perangkat lunak, pengecekan keamanan sistem, serta penanganan kerusakan.

Penguatan ini sejalan dengan Buku Saku Pengelolaan Perangkat Digitalisasi Pembelajaran untuk Jenjang SMP, yang menekankan delapan langkah pengelolaan, mulai dari inventarisasi, kebijakan penggunaan, pemeliharaan, penyimpanan dan pengamanan, pelatihan pengguna, penyusunan bahan

ajar, evaluasi dan pelaporan, hingga pendampingan dan pemantauan. Dengan tata kelola yang baik, sarana TIK dapat digunakan secara lebih adil, tertib, aman, dan berkelanjutan.

Buku saku 8 Langkah Pengelolaan Perangkat Digitalisasi Pembelajaran

## 2.4 PERANGKAT TIK PORTABEL DAN LABORATORIUM KOMPUTER

Dalam penyediaan sarana TIK di sekolah, terdapat dua pendekatan yang umum digunakan, yaitu perangkat portabel dan laboratorium komputer. Keduanya memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal penggunaan, pengelolaan, dan fleksibilitas. Karena itu, pemilihan pendekatan perlu mempertimbangkan kebutuhan pembelajaran, kondisi sekolah, ketersediaan ruang, kesiapan infrastruktur, serta kapasitas pengelolaan satuan pendidikan.

Laboratorium komputer merupakan ruang khusus yang dilengkapi sejumlah perangkat komputer dan digunakan secara terjadwal. Pendekatan ini cocok untuk kegiatan yang membutuhkan perangkat dalam jumlah besar pada waktu yang sama, seperti asesmen berbasis komputer, praktik TIK, pelatihan perangkat lunak, atau pembelajaran yang memerlukan spesifikasi perangkat seragam. Keunggulan laboratorium terletak pada pengelolaan yang terpusat. Perangkat, jaringan, keamanan, dan pengawasan dapat dikendalikan dalam satu ruang sehingga lebih mudah dipantau.

Perbedaan karakteristik antara laboratorium komputer dan perangkat portabel dapat dilihat pada tabel berikut. Perbandingan ini menunjukkan bahwa keduanya memiliki fungsi yang saling melengkapi dalam mendukung pembelajaran digital di satuan pendidikan.

Tabel 2.1 Perbandingan Lab Komputer dan Perangkat Portabel

| Aspek Perbandingan | Laboratorium Komputer | Perangkat Portabel |
|---|---|---|
| Bentuk penyediaan | Ruang khusus yang berisi sejumlah komputer dan digunakan secara terjadwal. | Perangkat seperti laptop atau tablet yang dapat dipindahkan sesuai kebutuhan. |
| Fleksibilitas penggunaan | Relatif terbatas karena penggunaan bergantung pada jadwal laboratorium. | Lebih fleksibel karena dapat digunakan di berbagai ruang belajar. |
| Akses lintas mata pelajaran | Tidak semua mata pelajaran dapat memanfaatkannya secara leluasa karena harus menyesuaikan jadwal. | Dapat digunakan untuk berbagai mata pelajaran sesuai kebutuhan guru dan murid. |
| Kebutuhan ruang | Memerlukan ruang khusus yang dilengkapi instalasi listrik dan jaringan. | Tidak selalu membutuhkan ruang khusus karena dapat dibawa ke kelas, perpustakaan, atau ruang diskusi. |
| Dukungan pembelajaran | Cocok untuk kegiatan terjadwal, praktik komputer, asesmen berbasis komputer, dan pelatihan perangkat lunak. | Cocok untuk pembelajaran sehari-hari, kerja kelompok, proyek, pencarian informasi digital, presentasi, dan asesmen formatif. |
| Pengelolaan perangkat | Lebih mudah diawasi karena perangkat berada dalam satu lokasi. | Membutuhkan sistem peminjaman, penyimpanan, pengisian daya, dan pencatatan penggunaan yang tertib. |
| Konektivitas | Membutuhkan jaringan stabil di ruang laboratorium. | Membutuhkan konektivitas nirkabel yang stabil di berbagai area sekolah. |
| Keterbatasan utama | Kurang fleksibel dan berisiko hanya digunakan pada kegiatan tertentu jika jadwal tidak dikelola dengan baik. | Berisiko rusak, hilang, atau tidak merata penggunaannya jika tata kelola kurang tertib. |
| Nilai utama | Mendukung kegiatan digital yang terstruktur dan terpusat. | Memperluas akses teknologi dalam pembelajaran lintas ruang dan lintas mata pelajaran. |

Perangkat portabel juga mendukung penguatan literasi digital murid karena penggunaannya lebih dekat dengan aktivitas belajar. Murid dapat menggunakan perangkat untuk mencari informasi, mengolah data, menyusun laporan, membuat presentasi, atau menghasilkan produk digital. Namun, fleksibilitas ini perlu diimbangi dengan sistem penyimpanan, pengisian daya, pencatatan penggunaan, peminjaman, dan perawatan yang tertib. Dukungan jaringan nirkabel yang stabil juga menjadi prasyarat agar perangkat dapat digunakan di berbagai area sekolah.

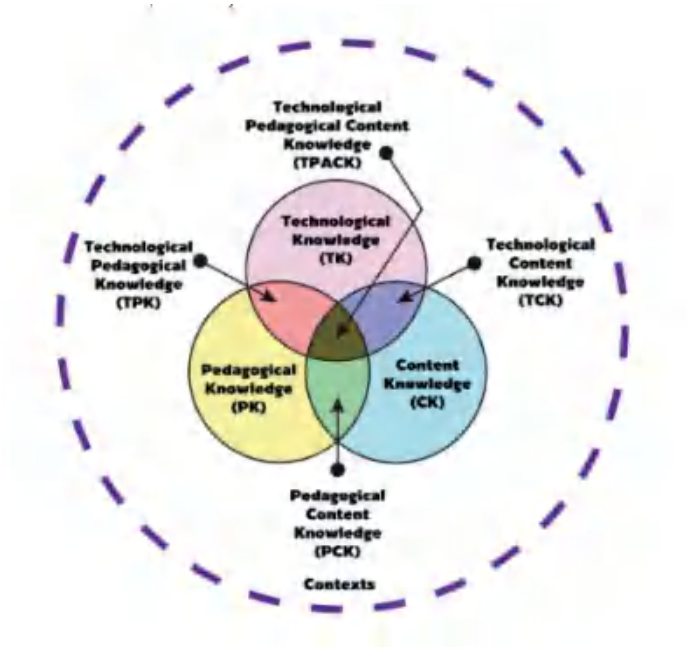
Dalam konteks SMP, kombinasi antara laboratorium komputer dan perangkat portabel dapat menjadi pendekatan yang lebih seimbang. Laboratorium tetap relevan untuk kegiatan terjadwal dan kebutuhan perangkat dalam jumlah besar, sedangkan perangkat portabel memperluas akses teknologi ke ruang kelas dan aktivitas pembelajaran lintas mata pelajaran. Keduanya tidak perlu diposisikan sebagai pilihan yang saling menggantikan, tetapi sebagai pendekatan yang saling melengkapi dalam membangun ekosistem pembelajaran digital.

## 2.5 PRINSIP PEMANFAATAN TEKNOLOGI DALAM PEMBELAJARAN

Pemanfaatan teknologi dalam pendidikan perlu didasarkan pada prinsip yang jelas agar benar-benar mendukung proses belajar-mengajar. Teknologi tidak cukup hanya tersedia, tetapi harus digunakan secara terarah, aman, inklusif, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

**Prinsip pertama adalah kesesuaian dengan tujuan pembelajaran.**

Setiap penggunaan perangkat digital perlu memiliki alasan pedagogis yang jelas. Teknologi sebaiknya membantu murid memahami konsep, mengeksplorasi informasi, berkolaborasi, mengolah data, atau menghasilkan karya. Dalam kerangka TPACK, penggunaan teknologi akan efektif apabila guru mampu memadukan pengetahuan tentang konten, pedagogi, dan teknologi dalam pembelajaran (Mishra & Koehler, 2006).




Gambar 1 Diagram Kerangka Kerja TPACK (*TPACK Framework Diagram*)
Sumber : Mishra & Koehler (2006)

**Prinsip kedua adalah penguatan peran guru.**

Teknologi tidak boleh menggantikan guru sebagai perancang, fasilitator, dan pengarah proses belajar. UNESCO (2023) menegaskan bahwa teknologi pendidikan seharusnya memperkuat peran guru, bukan menggantikannya. Dengan demikian, perangkat digital perlu dipahami sebagai alat bantu untuk memperkaya pembelajaran, sementara keputusan pedagogis tetap berada pada guru.

**Prinsip ketiga adalah penggunaan yang terukur dan bermakna.**

Teknologi tidak harus digunakan dalam semua aktivitas pembelajaran, melainkan ketika benar-benar memberi nilai tambah. OECD (2015) menunjukkan bahwa penggunaan komputer secara moderat lebih berkaitan dengan hasil belajar yang baik dibandingkan penggunaan yang terlalu intensif. Artinya, kualitas pemanfaatan lebih penting daripada frekuensi penggunaan.

**Prinsip keempat adalah kesetaraan akses dan keamanan.**

Digitalisasi pendidikan perlu memastikan bahwa semua murid memiliki kesempatan yang setara untuk menggunakan perangkat, koneksi internet, dan sumber belajar digital. Pada saat yang sama, sekolah perlu melindungi murid melalui aturan penggunaan perangkat, pengamanan akun, perlindungan data pribadi, pembatasan terhadap konten yang tidak layak, serta penguatan etika digital dan keamanan siber.

**Prinsip berikutnya adalah evaluasi pemanfaatan teknologi.**

Evaluasi dilakukan untuk melihat apakah perangkat, platform, dan strategi yang digunakan benar-benar mendukung tujuan pembelajaran. Hasil evaluasi dapat menjadi dasar perbaikan, pembaruan perangkat, atau penyesuaian strategi pemanfaatan teknologi. Dengan prinsip tersebut, teknologi dapat menjadi sarana untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih relevan, inklusif, dan bermakna.

## 2.6 RUJUKAN AKADEMIK TENTANG TIK DALAM PENDIDIKAN

Perangkat TIK bukan sekadar perangkat keras yang didistribusikan ke sekolah, TIK harus dipahami sebagai sebuah ekosistem yang mengintegrasikan perangkat, akses jaringan, literasi digital, peran guru, serta tata kelola di sekolah. Penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan program teknologi pendidikan sangat dipengaruhi oleh kesiapan pedagogis dan ekosistem pendukung. Untuk kebutuhan laptop pembelajaran murid SMP, perangkat harus mampu mendukung pembelajaran lintas mata pelajaran, literasi digital, projek kolaboratif, asesmen digital, serta kegiatan koding dan kecerdasan artifisial. Kajian berikut merangkum temuan-temuan akademik utama dari literatur internasional dan kebijakan tentang enam area kunci: *one-to-one PC learning*, pembelajaran digital, akses perangkat murid, literasi digital, pembelajaran berbasis proyek, dan asesmen digital.

### 2.6.1. Student Device Access



Penyediaan perangkat TIK berupa *Personal Computer* (PC), baik desktop maupun laptop, perlu dipahami sebagai bagian dari upaya memperluas akses murid terhadap pembelajaran digital. Akses perangkat tidak hanya berkaitan dengan jumlah perangkat yang tersedia, tetapi juga dengan keterjangkauan, kualitas, durasi penggunaan, serta kesempatan murid untuk menggunakannya secara bermakna dalam kegiatan belajar. Hal ini penting karena kesenjangan digital masih menjadi tantangan di banyak negara, tidak semua murid memiliki perangkat pribadi atau akses internet yang stabil di rumah (OECD, 2015; UNESCO, 2023). Oleh karena itu, sekolah perlu merancang penyediaan perangkat secara cermat agar keberadaan PC benar-benar mendukung pemerataan akses belajar, bukan sekadar menambah sarana teknologi.

Salah satu aspek penting dalam perencanaan tersebut adalah rasio ketersediaan perangkat terhadap jumlah murid. Rasio ini menentukan bagaimana PC dapat digunakan dalam pembelajaran, apakah secara individual, berpasangan, atau berkelompok. Pemilihan rasio tidak dapat dilepaskan dari tujuan pembelajaran, karakteristik aktivitas belajar, kesiapan guru, ketersediaan infrastruktur, serta kemampuan sekolah dalam mengelola peminjaman, penyimpanan, dan pemeliharaan perangkat. Dengan demikian, rasio perangkat bukan hanya persoalan teknis pengadaan, tetapi juga berpengaruh langsung terhadap desain pembelajaran dan kualitas pengalaman belajar murid.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, pembahasan berikut menguraikan beberapa alternatif rasio penyediaan PC bagi murid, yaitu rasio 1:1, 1:2, dan 1:4. Setiap rasio

memiliki peluang dan keterbatasan yang berbeda, sehingga penggunaannya perlu disesuaikan dengan bentuk aktivitas belajar yang akan didukung serta tata kelola perangkat di sekolah.

## a. Rasio 1:1 (*One-to-One Computing*)

*One-to-one computing learning* adalah pendekatan di mana setiap murid memiliki atau memperoleh akses yang teratur ke perangkat komputasi untuk kegiatan belajar. Penelitian awal oleh Bebell dan Kay (2010) dan Warschauer (2006) menunjukkan bahwa program satu murid satu perangkat PC meningkatkan frekuensi penggunaan teknologi, memberi kesempatan untuk produksi karya digital, dan dapat meningkatkan keterlibatan murid.




Namun dampaknya pada capaian belajar bergantung pada bagaimana PC digunakan dalam kelas dan apakah guru mendapat dukungan profesional (Penuel, 2006). Meta-analisis oleh Zheng et al. (2016) menemukan bahwa lingkungan *one-to-one* berpotensi memperkuat kompetensi menulis dan literasi, tetapi manfaatnya tidak otomatis terjadi tanpa integrasi pedagogis yang baik. Untuk penyediaan PC murid SMP, hal ini berarti perangkat harus dibarengi dengan pelatihan guru, integrasi ke kurikulum, dukungan teknis, serta pengawasan yang jelas, distribusi perangkat tanpa dukungan tersebut berisiko membuat laptop menjadi sekadar alat presentasi atau permainan yang tidak produktif.

## b. Rasio 1:2

Rasio **1:2**, yaitu satu PC digunakan oleh dua murid, dapat digunakan untuk aktivitas pembelajaran berpasangan seperti koding dasar, eksplorasi simulasi, pencarian

informasi, pengolahan data sederhana, atau penyusunan produk digital bersama. Model ini sejalan dengan pendekatan *paired learning* dan *pair programming*, yaitu dua peserta didik menggunakan satu perangkat dengan pembagian peran yang jelas, misalnya sebagai operator dan peninjau.

***Pair Programming***



**2 murid menggunakan 1 PC**
**dengan pembagian peran yang jelas**

Dalam pembelajaran pemrograman, *pair programming* sering menggunakan pembagian peran *driver* dan *navigator*, di mana satu murid mengoperasikan perangkat, sedangkan murid lain meninjau, memberi masukan, memeriksa logika, dan membantu mengambil keputusan (Williams & Kessler, 2002; Williams & Upchurch, 2001). Kajian sistematis Salleh, Mendes, dan Grundy (2011) juga menunjukkan bahwa *pair programming* dalam pendidikan komputer dapat mendukung proses belajar melalui interaksi, diskusi, dan saling koreksi, meskipun efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh desain tugas, karakteristik peserta didik, dan pendampingan guru.

## c. Rasio 1:4

Rasio **1:4,** yaitu satu PC digunakan oleh empat murid, lebih sesuai untuk pembelajaran berbasis kelompok kecil, seperti proyek, riset, diskusi, produksi karya digital, dan presentasi. Dalam model ini, laptop berfungsi sebagai perangkat bersama yang mendukung kolaborasi, pencarian informasi, dokumentasi proses, pengolahan data, serta penyusunan produk kelompok. Pendekatan ini dapat dikaitkan dengan gagasan *Computer-Supported Collaborative Learning* (CSCL), yang memandang komputer sebagai sumber daya untuk mendukung interaksi sosial, diskusi, dan konstruksi pengetahuan secara bersama (Stahl et al., 2006; Roschelle & Teasley, 1995). Selain itu, literatur tentang cooperative learning menegaskan bahwa

kerja kelompok akan lebih efektif apabila terdapat tujuan bersama, tanggung jawab individu, interaksi positif, dan pembagian peran yang jelas (Johnson et al., 2008; Lou et al., 1996).

***Computer-Supported Collaborative Learning***



**4 murid menggunakan 1 PC**
**untuk pembelajaran berbasis kelompok**

Namun, model 1:4 tidak dapat digunakan untuk semua jenis aktivitas pembelajaran. Jika tugas menuntut latihan individual, asesmen digital personal, praktik mengetik panjang, atau pemrograman individual, rasio 1:4 berisiko membuat sebagian murid hanya menjadi penonton. Oleh karena itu, rasio 1:4 memerlukan desain aktivitas yang benar-benar berbasis kelompok, dengan pembagian peran seperti operator perangkat, pencatat, penelusur informasi, pengolah data, penyaji, dan pemeriksa hasil. Pembagian peran tersebut penting agar setiap murid tetap memiliki kontribusi nyata dalam proses belajar dan tidak hanya bergantung pada satu murid yang menguasai perangkat.

Tabel 2.2 Perbandingan Rasio Akses Perangkat Alat TIK berupa PC

| Rasio | Kekuatan | Keterbatasan | Syarat Pedagogis |
|---|---|---|---|
| 1:1 | Akses personal tiinggi | Biaya dan pengelolaan besar | Tugas individual jelas |
| 1:2 | Kolaborasi insentif | Butuh pembagian peran | Operator-peninjau |
| 1:4 | Efisien untuk proyek | Risiko murid pasif | Peran kelompok jenis |

## 2.6.2. DIGITAL LEARNING

Pembelajaran digital mencakup penggunaan perangkat dan sumber belajar digital untuk memperluas akses informasi, interaksi, kolaborasi, dan produksi karya. OECD (2015) menegaskan bahwa komputer di sekolah hanya berdampak positif ketika digunakan untuk kegiatan belajar yang bermakna, penggunaan intensif anpa desain pedagogis dapat menurunkan capaian membaca. UNESCO (2023) menekankan bahwa teknologi adalah alat yang harus digunakan pada kondisi yang tepat (akses, tata kelola, dan kesiapan guru menjadi prasyarat).

Peralatan pembelajaran digital murid SMP harus memungkinkan akses ke platform belajar daring, media interaktif, aplikasi produktivitas, dan perangkat lunak kreatif. Guru memainkan peran penting dalam merancang tugas yang menuntut pemanfaatan perangkat secara bernilai tambah, misalnya membuat presentasi, video pendek, riset, atau kolaborasi daring. Penggunaan alat secara terarah dapat meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar, sementara penggunaan tanpa tujuan dapat mengalihkan perhatian dan mengurangi waktu untuk aktivitas literasi tradisional.

## 2.6.3. LITERASI DIGITAL

Literasi digital adalah kemampuan murid untuk mengakses, mengevaluasi, mengelola, serta menghasilkan informasi digital secara etis dan bertanggung jawab. Warschauer (2006) menemukan bahwa PC di kelas dapat memperkaya literasi baru, termasuk membaca digital, menulis dalam format digital, riset daring, dan produksi media. Selwyn (2016) dan UNESCO (2023) menekankan bahwa literasi digital juga mencakup pemahaman hak cipta, privasi data, keamanan daring, dan etika penggunaan teknologi. PC murid SMP harus dimanfaatkan untuk mengajarkan keterampilan mencari informasi, mengevaluasi sumber, menganalisis data sederhana, menulis dan menyusun presentasi, serta membuat konten multimedia. Guru berperan sebagai fasilitator literasi digital, membantu murid menerapkan etika digital dalam setiap aktivitas.

## 2.6.4. PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK

Pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) menekankan penyelidikan mendalam terhadap suatu masalah, kolaborasi, produksi karya, dan presentasi hasil. PC sangat relevan untuk pembelajaran proyek karena memungkinkan murid melakukan riset, mengolah data, mendokumentasikan proses, membuat produk

digital (presentasi, video, kode program), dan menyajikannya kepada publik. Tamim et al. (2011) dan Mishra & Koehler (2006) menunjukkan bahwa teknologi berpotensi meningkatkan pembelajaran berbasis proyek ketika murid memiliki kesempatan untuk merancang, mencipta, dan merefleksikan. Untuk PC murid SMP, desain perangkat harus mendukung tugas proyek seperti pengeditan dokumen, presentasi multimedia, pemrograman dasar, dan kolaborasi daring. Dukungan jaringan dan perangkat lunak relevan (mis. aplikasi presentasi, editor teks, software desain) menjadi bagian integral.

### 2.6.5. ASESMEN DIGITAL

Asesmen digital adalah penggunaan perangkat dan platform digital untuk mengukur dan memberi umpan balik terhadap capaian belajar murid. Laptop murid dapat digunakan untuk kuis daring, asesmen formatif berbasis platform, tugas proyek digital, portofolio elektronik, dan ujian berbasis komputer. OECD (2015) mencatat bahwa asesmen digital dapat memberi umpan balik cepat dan memfasilitasi pengukuran keterampilan abad ke-21, tetapi memerlukan infrastruktur yang andal. UNESCO (2022) menyoroti pentingnya keamanan data, validitas asesmen, dan kesiapan teknis. Untuk sekolah, laptop harus stabil, memiliki konektivitas yang baik, dan mendukung fitur keamanan, sementara guru harus terampil membuat dan menilai asesmen digital. Pemerataan akses perangkat dan jaringan harus dijamin agar asesmen digital tidak memperlebar kesenjangan antar murid.

## 2.7 PERKEMBANGAN ASESMEN DI INDONESIA

Perkembangan asesmen di Indonesia menunjukkan pergeseran dari asesmen berbasis kertas menuju asesmen berbasis komputer dan data. Pada tahap awal, asesmen pendidikan dilaksanakan secara manual melalui naskah cetak, lembar jawaban kertas, koreksi manual atau pemindaian, serta rekapitulasi nilai secara administratif. Pola ini digunakan dalam berbagai bentuk penilaian, mulai dari ulangan harian, ujian sekolah, hingga ujian berskala nasional. Meskipun dapat menjangkau banyak satuan pendidikan, asesmen manual membutuhkan logistik besar, waktu pengolahan lebih panjang, dan pengelolaan dokumen fisik yang tidak sederhana.



Perubahan penting terjadi ketika sistem asesmen nasional mulai beralih ke Ujian Nasional Berbasis Komputer (UNBK). Pada fase ini, komputer digunakan sebagai media pelaksanaan ujian, menggantikan naskah kertas dan lembar jawaban fisik. . UNBK menandai awal komputerisasi asesmen berskala besar di Indonesia, karena sekolah mulai membutuhkan perangkat komputer, jaringan lokal, server atau sistem pendukung, listrik yang stabil, serta tenaga teknis untuk memastikan ujian berjalan lancar. Dalam konteks ini, komputerisasi terutama diarahkan untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kecepatan pengelolaan hasil asesmen.

Setelah Ujian Nasional tidak lagi menjadi penentu kelulusan, arah asesmen nasional bergeser melalui Asesmen Nasional (AN). Berbeda dengan Ujian Nasional yang berorientasi pada capaian individual peserta didik, Asesmen Nasional diarahkan untuk memotret mutu satuan pendidikan. Di dalamnya terdapat Asesmen Kompetensi Minimum (AKM), Survei Karakter, dan Survei Lingkungan Belajar. AKM berfokus pada literasi membaca dan numerasi, sedangkan survei karakter dan survei lingkungan belajar digunakan untuk melihat aspek non-kognitif dan konteks pembelajaran di sekolah.

Dalam pelaksanaannya, Asesmen Nasional dilakukan melalui Asesmen Nasional Berbasis Komputer (ANBK). Kehadiran ANBK memperluas makna komputerisasi asesmen. Komputer tidak lagi hanya menjadi alat untuk mengganti kertas, tetapi menjadi sarana pengumpulan data mutu pendidikan secara lebih terstruktur. Sekolah tidak hanya dituntut menyiapkan peserta didik secara akademik, tetapi juga memastikan kesiapan perangkat, jaringan, listrik, ruang asesmen, proktor/teknisi, dan tata kelola pelaksanaan asesmen.

Perkembangan berikutnya adalah hadirnya Tes Kemampuan Akademik (TKA) sebagai bagian dari arah penguatan asesmen akademik. Kehadiran TKA penting dicatat karena memperlihatkan bahwa asesmen akademik di Indonesia semakin membutuhkan kesiapan perangkat digital, baik untuk latihan, simulasi, maupun pelaksanaan asesmen berbasis komputer.

Dengan demikian, perkembangan asesmen di Indonesia dapat dibaca sebagai rangkaian transisi dari ujian manual berbasis kertas, menuju UNBK sebagai komputerisasi ujian, kemudian ANBK sebagai pemetaan mutu berbasis komputer, dan selanjutnya TKA sebagai penguatan asesmen akademik yang juga menuntut kesiapan perangkat digital. Alur ini memperlihatkan bahwa kebutuhan perangkat komputer atau laptop di sekolah bukan lagi kebutuhan tambahan, tetapi bagian dari kesiapan satuan pendidikan menghadapi sistem asesmen yang semakin terdigitalisasi.

Selain asesmen nasional, sekolah juga semakin banyak menggunakan asesmen digital dalam pembelajaran sehari-hari. komputer dapat digunakan untuk kuis digital, asesmen formatif, tugas berbasis platform, portofolio digital, refleksi pembelajaran, dan penilaian proyek. Dalam Pedoman Pengelolaan Perangkat Digitalisasi Pembelajaran, komputer disebut dapat digunakan pada tahap asesmen untuk mendigitalisasikan hasil asesmen, membuat formulir survei, menyusun rencana tindak lanjut, membuat kuis atau polling melalui aplikasi digital, serta mendukung kegiatan koding.

Oleh karena itu, penyediaan alat TIK berupa komputer pembelajaran murid SMP perlu mempertimbangkan kebutuhan asesmen sebagai salah satu dasar kebijakan. Komputer harus cukup stabil untuk membuka platform asesmen, menjalankan

peramban, mengakses soal, menyimpan hasil kerja, dan mendukung pengumpulan tugas digital. Sekolah juga perlu menyiapkan jaringan internet, listrik, ruang penggunaan, sistem peminjaman, keamanan data, serta dukungan teknis agar asesmen digital dapat berjalan adil dan lancar.



*"We need technology in every classroom and in every student and teacher's hand, because it is the pen and paper of our time, and it is the lens through which we experience much of our world".*

*"Teknologi harus ada di setiap kelas dan di tangan semua siswa serta guru, karena itulah 'pena dan kertas' zaman sekarang - dan melalui itulah kita melihat dan memahami dunia."*

**David Warlick**

# 03

# ANALISIS DAN PEMBAHASAN



## 3.1 ANALISIS KEBUTUHAN LAPTOP/PC PEMBELAJARAN MURID SMP

Kebutuhan sarana TIK pada satuan pendidikan jenjang SMP perlu dibaca dari fungsi pendidikan yang akan dilayani, bukan dari jenis perangkat yang terlebih dahulu ditentukan. Sarana TIK diperlukan untuk mendukung pembelajaran, asesmen digital, administrasi pembelajaran, penguatan literasi digital, serta layanan pendidikan yang semakin banyak memanfaatkan platform digital. Dalam kerangka standar pendidikan nasional, sarana dan prasarana merupakan bagian dari komponen mutu layanan pendidikan yang harus dipenuhi secara terencana sesuai kebutuhan peserta didik dan proses pembelajaran. Dengan demikian, analisis kebutuhan perangkat perlu berangkat dari aktivitas belajar yang terjadi di sekolah dan dukungan apa yang diperlukan agar aktivitas tersebut berlangsung secara efektif.

**Kebutuhan pembelajaran harian.**

Pada pembelajaran harian, perangkat TIK digunakan untuk mengakses sumber belajar, menyusun dokumen, mengolah data sederhana, membuat presentasi, memanfaatkan media pembelajaran digital, melakukan diskusi daring, serta menghasilkan karya digital. Kebutuhan tersebut tidak hanya muncul dalam mata pelajaran Informatika, tetapi juga pada bahasa, matematika, IPA, IPS, seni, dan mata pelajaran lain yang memerlukan akses informasi, visualisasi konsep, latihan interaktif, atau dokumentasi hasil belajar. Literatur internasional menunjukkan bahwa teknologi pendidikan hanya memberikan nilai tambah ketika digunakan dalam rancangan pembelajaran yang jelas dan relevan dengan tujuan belajar (UNESCO, 2023, OECD, 2015). Oleh karena itu, penyediaan sarana TIK untuk SMP perlu dikaitkan dengan pola pembelajaran lintas mata pelajaran, bukan semata-mata dengan keberadaan ruang atau mata pelajaran tertentu.

**Pelaksanaan asesmen digital.**

Sekolah memerlukan perangkat yang mampu menjalankan aplikasi asesmen, peramban, jaringan internet, serta sistem penyimpanan data secara stabil. Asesmen digital bukan hanya soal ketersediaan perangkat saat ujian, tetapi juga kesiapan peserta didik menggunakan antarmuka digital, kesiapan guru mengelola asesmen, serta kesiapan sekolah menjaga koneksi dan keamanan data. Prinsip ini sejalan dengan pandangan World Bank bahwa teknologi pendidikan perlu didukung oleh infrastruktur, kompetensi pengguna, dan tata kelola agar dapat berdampak pada layanan belajar secara berkelanjutan (Sawamoto & Marshall, 2020).

**Administrasi pembelajaran.**

Guru membutuhkan perangkat untuk menyusun bahan ajar, mengelola presensi, mengolah nilai, menyampaikan pengumuman, mengunggah materi ke platform pembelajaran, serta berkomunikasi dengan peserta didik dan orang tua. Dalam praktik sekolah, fungsi administrasi pembelajaran sering berjalan bersamaan dengan fungsi pedagogis. Karena itu, perangkat yang dibutuhkan sekolah tidak cukup hanya mampu menjalankan tugas dasar, tetapi perlu stabil untuk penggunaan berulang, bergantian, dan berlangsung dalam waktu relatif panjang.

**Infrastruktur pendukung.**

Perangkat pembelajaran digital membutuhkan listrik yang memadai, koneksi internet, keamanan fisik, penyimpanan yang aman, sistem pengisian daya, pemeliharaan rutin, serta dukungan teknis. Ketiadaan salah satu komponen tersebut dapat membuat perangkat tidak termanfaatkan secara optimal. World Bank menekankan bahwa teknologi perlu dipahami bersama learning complements, seperti infrastruktur, pelatihan guru, mekanisme pemantauan, dan dukungan sistem agar perangkat dapat digunakan secara efektif dan adil (Sawamoto & Marshall, 2020).

Dengan demikian, kebutuhan perangkat di sekolah tidak dapat dirumuskan hanya dengan pertanyaan "Apakah sekolah membutuhkan komputer atau tidak?". Pertanyaan yang lebih tepat adalah "Fungsi pembelajaran apa yang perlu didukung?", "Kegiatan asesmen apa yang harus dilayani?", "Infrastruktur apa yang tersedia?", serta "Bentuk perangkat apa yang paling sesuai dengan kebutuhan sekolah?". Dalam konteks ini, istilah sarana TIK, perangkat pembelajaran digital, perangkat TIK portabel, dan perangkat TIK *stand alone* digunakan untuk menjaga agar analisis tetap berangkat dari kebutuhan pendidikan, bukan dari preferensi terhadap satu bentuk perangkat tertentu.

Tabel 3.1 Pemetaan Kebutuhan Sarana Laptop/PC SMP

| Kebutuhan | Contoh aktivitas | Dukungan yang dibutuhkan | Implikasi |
|---|---|---|---|
| Pembelajaran | Materi, diskusi, presentasi | Perangkat, aplikasi, internet | Fleksibel lintas kelas |
| Asesmen digital | Kuis, ujian, umpan balik | Peramban, jaringan stabil | Perlu perangkat andal |
| Administrasi | Nilai, presensi, LMS | Aplikasi produktivitas | Mendukung kerja guru |
| Literasi digital | Cari, olah, produksi informasi | Internet, platform, keamanan | Butuh pendampingan guru |
| Proyek kolaboratif | Produk digital sederhana | Perangkat portabel | Cocok kerja kelompok |
| Keberlanjutan | Pemeliharaan, pengisian daya | SOP dan dukungan teknis | Perlu tata kelola |

## 3.2 SURVEI PENGALAMAN PENGGUNAAN LAPTOP DALAM PEMBELAJARAN

Survei pengalaman penggunaan laptop dilakukan untuk memperoleh gambaran awal mengenai perangkat komputasi yang digunakan guru dalam mendukung pembelajaran berbasis TIK. Survei ini bertujuan mengidentifikasi spesifikasi laptop yang digunakan, pola pemanfaatannya dalam pembelajaran, kendala teknis yang

dialami, serta kebutuhan perangkat yang dianggap minimum untuk menunjang aktivitas pembelajaran digital.

Meskipun kajian ini membahas TIK dalam cakupan yang lebih luas, laptop dipilih sebagai fokus survei karena perangkat ini menjadi salah satu sarana utama yang menghubungkan guru dengan ekosistem TIK. Melalui laptop, guru mengakses platform pembelajaran, menyusun bahan ajar, membuka sumber belajar digital, menjalankan aplikasi konferensi video, menggunakan aplikasi berbasis web, dan mengelola administrasi pembelajaran. Dengan demikian, pengalaman penggunaan laptop dapat menjadi salah satu indikator awal untuk membaca kesiapan sarana TIK yang digunakan dalam praktik pembelajaran.

Responden survei merupakan **Duta Teknologi Tahun 2026** (guru terpilih yang telah menyelesaikan program pelatihan Pembelajaran Berbasis TIK) dan **Komunitas Bergema** (wadah kolaborasi, komunikasi, dan ruang berbagi praktik baik bagi para penggerak pendidikan (guru, kepala sekolah, dan pengawas) di seluruh Indonesia) yang mengajar pada jenjang SMP. yang mengajar pada jenjang SMP. Data yang dianalisis berasal dari **65 responden** yang valid. Instrumen survei terdiri atas **21 butir pertanyaan** yang mencakup profil responden, satuan pendidikan, kelas dan mata pelajaran yang diajar, aplikasi yang digunakan, kombinasi aplikasi yang dibuka secara bersamaan, spesifikasi laptop, durasi penggunaan, tingkat kelancaran, kendala teknis, persepsi kecukupan perangkat, serta kebutuhan konektivitas dan port pendukung.

Metode yang digunakan adalah **survei kuantitatif deskriptif** melalui instrumen kuesioner. Data dianalisis menggunakan **distribusi frekuensi, persentase, tabulasi silang, dan pengelompokan kategori**. Analisis juga dilakukan dengan mengaitkan spesifikasi laptop dengan tingkat kelancaran penggunaan, kendala teknis, serta persepsi kecukupan perangkat.

Hasil survei ini tidak dimaksudkan sebagai representasi nasional penggunaan komputer di Indonesia. Karena responden merupakan Duta Teknologi, hasilnya lebih tepat dibaca sebagai gambaran pengalaman guru SMP yang relatif aktif dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran. Meskipun demikian, temuan survei tetap penting sebagai indikasi awal untuk merumuskan kebutuhan perangkat yang lebih realistis dan sesuai dengan praktik pembelajaran di lapangan.

## 3.2.1. PROFIL RESPONDEN DAN SATUAN PENDIDIKAN

Profil responden ini menunjukkan bahwa data survei tidak menggambarkan pengguna umum, melainkan kelompok guru yang relatif aktif dalam ekosistem pembelajaran digital. Dengan demikian, hasil survei lebih tepat dibaca sebagai gambaran pengalaman dan kebutuhan perangkat dari guru SMP yang memiliki keterlibatan tinggi dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran.

Melalui profil responden ini, analisis diarahkan untuk melihat sejauh mana perangkat yang digunakan oleh para Duta Teknologi mampu mendukung aktivitas pembelajaran digital, mulai dari penggunaan platform pembelajaran, pembuatan bahan ajar, pelaksanaan pembelajaran interaktif, hingga pemanfaatan aplikasi pendukung lainnya. Temuan dari kelompok responden ini dapat menjadi indikasi awal mengenai kebutuhan spesifikasi perangkat yang relevan bagi murid SMP yang menjalankan pembelajaran berbasis teknologi secara aktif.

### a. Kelas yang diajar

Tabel 3.2 Hasil Survei - Distribusi berdasarkan jawaban responden

| Kelas yang diajar | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| VII | 3 | 4,60% |
| VIII | 8 | 12,30% |
| IX | 13 | 20,00% |
| VII, VIII | 5 | 7,70% |
| VII, IX | 7 | 10,80% |
| VII, VIII, IX | 18 | 27,70% |
| VIII, IX | 7 | 10,80% |
| Lainnya | 4 | 6,20% |

Tabel 3.3 Hasil Survei - Distribusi berdasarkan kemunculan kelas

| Kelas | Kemunculan | Persentase |
|---|---|---|
| IX | 45 | 69,20% |
| VIII | 38 | 58,50% |

| Kelas | Kemunculan | Persentase |
|---|---|---|
| VII | 33 | 50,80% |
| Lainnya | 4 | 6,20% |

Kelompok terbesar adalah guru yang mengajar **kelas VII, VIII, dan IX sekaligus**, yaitu **18 responden atau 27,7%**. Jika dilihat berdasarkan kemunculan kelas, kelas IX paling banyak disebut, yaitu **45 responden atau 69,2%**.

Data ini menunjukkan bahwa banyak responden mengajar lebih dari satu tingkat kelas. Artinya, laptop digunakan untuk menyiapkan dan menjalankan pembelajaran dengan variasi materi, file, asesmen, dan kebutuhan aplikasi yang berbeda.

**Implikasi kebijakan:**

Laptop guru SMP perlu dipandang sebagai perangkat kerja lintas kelas. Perangkat tidak hanya digunakan untuk satu rombongan belajar atau satu materi, tetapi untuk banyak kebutuhan pembelajaran dalam satu minggu kerja.

## b. Mata Pelajaran yang Diajar

Tabel 3.4 Hasil Survei - Distribusi berdasarkan jawaban utama

| Mata Pelajaran | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| Ilmu Pengetahuan Alam | 16 | 24,60% |
| Bahasa Inggris | 9 | 13,80% |
| Matematika | 9 | 13,80% |
| Pendidikan Pancasila | 3 | 4,60% |
| Bahasa Indonesia | 3 | 4,60% |
| Pendidikan Agama | 3 | 4,60% |
| IPA, Informatika | 3 | 4,60% |
| Informatika, Koding dan KA | 2 | 3,10% |

| Mata Pelajaran | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| IPS | 2 | 3,10% |
| Seni Budaya | 2 | 3,10% |

Tabel 3.5 Hasil Survei - Distribusi berdasarkan kemunculan mata pelajaran

| Mata Pelajaran | Kemunculan | Persentase |
|---|---|---|
| Ilmu Pengetahuan Alam | 21 | 32,30% |
| Matematika | 13 | 20,00% |
| Bahasa Inggris | 10 | 15,40% |
| Informatika | 6 | 9,20% |
| Koding dan KA | 6 | 9,20% |
| Pendidikan Pancasila | 4 | 6,20% |
| Lainnya | 4 | 6,20% |
| Bahasa Indonesia | 3 | 4,60% |
| IPS | 3 | 4,60% |
| Seni Budaya | 3 | 4,60% |

Responden paling banyak berasal dari mata pelajaran IPA, Matematika, dan Bahasa Inggris. Ketiga mata pelajaran ini memiliki kebutuhan digital yang cukup beragam.

Guru IPA berpotensi menggunakan video, simulasi, lab maya, gambar, dan aplikasi interaktif. Guru Matematika berpotensi menggunakan visualisasi, grafik, latihan digital, dan aplikasi pendukung pembelajaran numerasi. Guru Bahasa Inggris berpotensi menggunakan audio, video, kuis, teks digital, dan platform berbasis web.

Kemunculan mata pelajaran Informatika dan Koding dan Kecerdasan Artifisial juga penting. Meskipun jumlahnya tidak dominan, dua bidang ini cenderung membutuhkan perangkat yang lebih kuat karena dapat melibatkan coding, aplikasi AI, browser, simulator, dan file proyek.

**Implikasi kebijakan:**

Spesifikasi laptop guru SMP tidak cukup jika hanya diarahkan untuk mengetik atau membuat presentasi. Perangkat juga perlu mendukung pembelajaran berbasis simulasi, multimedia, aplikasi interaktif, koding, dan kecerdasan artifisial.

## 3.2.2. PROFIL PEMANFAATAN APLIKASI PEMBELAJARAN

Sumber: Q8-Q9

Subbab ini menyajikan jenis platform dan aplikasi yang digunakan responden untuk menggambarkan ragam kebutuhan digital guru dalam menyiapkan, melaksanakan, dan mengelola pembelajaran berbasis TIK.

### a. Jenis Platform dan Aplikasi yang Digunakan

Tabel 3.6 Hasil Survei - Jenis Platform dan Aplikasi yang Digunakan

| Kategori Aplikasi | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| Platform Pemerintah | 60 | 92,30% |
| Desain & Presentasi | 57 | 87,70% |
| Aplikasi Perkantoran | 47 | 72,30% |
| Aplikasi 3D/Lab Maya | 43 | 66,20% |
| LMS | 42 | 64,60% |
| Browser >5 tab | 35 | 53,80% |
| Video Conference | 32 | 49,20% |
| Multimedia Offline | 27 | 41,50% |
| Koding & KA Offline | 24 | 36,90% |

Kategori aplikasi paling dominan adalah **Platform Pemerintah**, digunakan oleh **60 responden atau 92,3%**. Ini menunjukkan bahwa platform seperti Ruang Murid, Rumah Pendidikan, e-Rapor, atau platform pemerintah lainnya sudah menjadi bagian penting dari aktivitas guru.

Kategori **Desain & Presentasi** digunakan oleh **57 responden atau 87,7%**. Ini menunjukkan bahwa guru tidak hanya mengakses bahan ajar, tetapi juga membuat dan mengolah materi visual.

Aplikasi perkantoran, LMS, aplikasi 3D/lab maya, browser banyak tab, video conference, multimedia, serta aplikasi koding dan KA juga digunakan oleh banyak responden. Artinya, laptop guru tidak lagi berfungsi sebagai alat administratif saja, tetapi sebagai perangkat utama dalam ekosistem pembelajaran digital.

**Implikasi kebijakan:**

Laptop guru perlu mampu menjalankan berbagai aplikasi pembelajaran, baik berbasis web maupun aplikasi lokal. Spesifikasi rendah akan cepat menjadi hambatan karena guru menggunakan banyak platform sekaligus.

## b. Tingkat Keragaman Aplikasi

Tabel 3.7 Hasil Survei - Tingkat Keragaman Aplikasi

| Jumlah Kategori | Responden |
|---|---|
| 1 kategori | 2 |
| 2 kategori | 3 |
| 3 kategori | 9 |
| 4 kategori | 10 |
| 5 kategori | 12 |
| 6 kategori | 5 |
| 7 kategori | 3 |
| 8 kategori | 8 |
| 9 kategori | 13 |

Total pilihan kategori aplikasi adalah **367 pilihan**.
Rata-rata kategori aplikasi per responden:
**367 ÷ 65 = 5,65 kategori aplikasi**

Rata-rata responden menggunakan sekitar **5 sampai 6 kategori aplikasi**. Bahkan, terdapat **13 responden** yang memilih seluruh **9 kategori aplikasi**.

Ini menunjukkan bahwa penggunaan laptop guru bersifat multiguna. Laptop digunakan untuk mengakses platform pembelajaran, membuat bahan ajar, membuka browser, mengelola dokumen, melakukan video conference, membuat multimedia, menggunakan aplikasi interaktif, serta mendukung pembelajaran koding dan KA.

**Implikasi kebijakan:**

Standar perangkat guru sebaiknya tidak didasarkan pada kebutuhan satu aplikasi saja. Data ini menunjukkan bahwa guru membutuhkan perangkat yang mampu mendukung banyak fungsi pembelajaran digital.

## c. Kombinasi Aplikasi yang Dibuka Bersamaan

Q9 berupa isian bebas. Untuk membaca beban kerja digital, jawaban responden dikelompokkan berdasarkan jumlah aplikasi yang dibuka secara bersamaan.

Tabel 3.8 Hasil Survei - Kombinasi Aplikasi yang Dibuka Bersamaan

| Beban Kerja | Kriteria | Responden | Presentase |
|---|---|---|---|
| Ringan | 1-2 aplikasi | 24 | 36,9% |
| Sedang | 3 aplikasi | 24 | 36,9% |
| Berat | 4+ aplikasi | 17 | 26,2% |

Sebanyak **41 responden** membuka minimal **3 aplikasi** secara bersamaan. Perhitungannya:

**24 responden beban sedang + 17 responden beban berat = 41 responden**

**41 ÷ 65 × 100% = 63,1%**

Artinya, mayoritas responden bekerja dalam pola **multitasking digital**. Guru tidak hanya membuka satu aplikasi, tetapi sering mengkombinasikan platform pembelajaran, Canva, browser, dokumen, kuis, video conference, AI tools, atau media pembelajaran lain.

**Implikasi kebijakan:**

Spesifikasi laptop guru harus berbasis multitasking. Perangkat yang hanya cukup untuk membuka satu aplikasi tidak lagi sesuai dengan pola kerja mayoritas responden.

### d. Beban Kerja Digital dan Kelancaran

Tabel 3.9 Hasil Survei - Beban Kerja Digital dan Kelancaran

| Beban Kerja | Responden | Sangat Lancar |
|---|---|---|
| Ringan | 24 | 50,00% |
| Sedang | 24 | 62,50% |
| Berat | 17 | 64,70% |

Kelompok beban sedang dan berat justru memiliki tingkat "**sangat lancar**" lebih tinggi dibanding kelompok ringan. Ini tidak berarti aplikasi berat membuat perangkat lebih lancar. Interpretasi yang lebih tepat adalah: guru yang membuka banyak aplikasi kemungkinan sudah memiliki laptop yang lebih baik atau lebih siap digunakan untuk kerja digital.

Data ini menunjukkan bahwa kelancaran bukan hanya ditentukan oleh jumlah aplikasi, tetapi oleh kesesuaian antara beban kerja dan spesifikasi laptop.

**Implikasi kebijakan:**

Standar spesifikasi tidak boleh hanya menyesuaikan pengguna ringan. Karena **63,1% responden** membuka minimal tiga aplikasi bersamaan, standar pengadaan perlu mengakomodasi guru dengan beban kerja sedang dan berat.

## 3.2.3. PROFIL SPESIFIKASI LAPTOP SAAT INI

Sumber: Q10-Q15

### a. Sistem Operasi

Tabel 3.10 Hasil Survei - Sistem Operasi

| Sistem Operasi | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| Windows 11 | 36 | 55,40% |
| Windows 10 | 21 | 32,30% |
| Chrome OS | 7 | 10,80% |
| Mac OS | 1 | 1,50% |

Mayoritas responden menggunakan **Windows 11**, yaitu **36 responden atau 55,4%**. Windows 10 masih digunakan oleh **21 responden atau 32,3%.**

Ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden sudah menggunakan sistem operasi modern. Namun, masih ada sepertiga responden yang menggunakan Windows 10.

**Implikasi kebijakan:**

Pengadaan perangkat baru sebaiknya diarahkan pada sistem operasi modern yang masih kompatibel dengan aplikasi pembelajaran terkini dan mendukung pembaruan keamanan.

## b. Prosesor

Tabel 3.11 Hasil Survei - Prosesor

| Kategori CPU | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| Mid-range baru | 29 | 44,60% |
| Mid-range lama | 26 | 40,00% |
| Entry-level | 8 | 12,30% |
| Kurang tahu | 1 | 1,50% |
| Apple Silicon | 1 | 1,50% |

Sebanyak **29 responden atau 44,6%** menggunakan prosesor mid-range baru. Namun, **26 responden atau 40,0%** masih menggunakan prosesor mid-range lama.

Selain itu, terdapat **8 responden atau 12,3%** yang masih menggunakan prosesor *entry-level*. Kelompok ini berisiko mengalami hambatan ketika guru membuka banyak aplikasi, menggunakan video conference, menjalankan Canva, atau mengakses platform pembelajaran berbasis web.

**Implikasi kebijakan:**

CPU *mid-range* generasi baru perlu menjadi standar minimal yang lebih aman untuk pengadaan perangkat guru. CPU *entry-level* dan CPU generasi lama sebaiknya tidak menjadi acuan perangkat pembelajaran baru.

## c. RAM

Tabel 3.12 Hasil Survei - RAM

| RAM | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| 8 GB | 25 | 38,50% |
| 16 GB atau lebih | 24 | 36,90% |
| 4 GB | 12 | 18,50% |
| 2 GB atau kurang | 2 | 3,10% |
| Kurang tahu | 2 | 3,10% |

RAM 8 GB menjadi kategori terbesar, yaitu **25 responden atau 38,5%**. RAM 16 GB atau lebih digunakan oleh **24 responden atau 36,9%.**

Jika digabung, sebanyak **49 responden atau 75,4%** sudah menggunakan RAM minimal 8 GB.

Perhitungannya:
**25 + 24 = 49 responden**
**49 ÷ 65 × 100% = 75,4%**

Namun, masih terdapat **14 responden atau 21,5%** yang menggunakan RAM 4 GB atau lebih rendah.

Perhitungannya:
**12 responden RAM 4 GB + 2 responden RAM 2 GB = 14 responden**
**14 ÷ 65 × 100% = 21,5%**

**Implikasi kebijakan:**

RAM 8 GB masih dapat dijadikan batas bawah. Namun, untuk perangkat guru yang dipakai secara intensif, RAM 16 GB lebih tepat dijadikan rekomendasi ideal. RAM 4 GB tidak lagi layak menjadi standar pengadaan baru.

## d. Jenis Penyimpanan

Tabel 3.13 Hasil Survei - Jenis Penyimpanan

| Jenis Storage | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| SSD | 37 | 56,90% |
| HDD | 23 | 35,40% |
| Kurang tahu | 5 | 7,70% |

Sebagian besar responden sudah menggunakan **SSD**, yaitu **37 responden atau 56,9%**. Namun, masih ada **23 responden atau 35,4%** yang menggunakan HDD.

HDD berpotensi memperlambat booting, membuka aplikasi, memuat file besar, dan menjalankan aplikasi berbasis web yang menyimpan banyak cache.

**Implikasi kebijakan:**

SSD perlu menjadi standar wajib dalam pengadaan perangkat guru. Untuk laptop lama yang masih memakai HDD, peningkatan paling cepat dan berdampak adalah migrasi ke SSD

## e. Kapasitas Penyimpanan

Tabel 3.14 Hasil Survei - Kapasitas Penyimpanan

| Kapasitas Storage | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| 512 GB | 26 | 40,00% |
| 256 GB | 16 | 24,60% |
| 128 GB | 10 | 15,40% |
| >512 GB | 8 | 12,30% |
| <128 GB | 5 | 7,70% |

Kapasitas penyimpanan paling banyak adalah **512 GB**, digunakan oleh **26 responden atau 40,0%**. Jika digabung dengan kapasitas lebih dari 512 GB, terdapat **34 responden atau 52,3%** yang memiliki storage minimal 512 GB.

Perhitungannya:
**26 + 8 = 34 responden**
**34 ÷ 65 × 100% = 52,3%**

Namun, masih terdapat **15 responden atau 23,1%** dengan storage 128 GB atau kurang.

Perhitungannya:
**10 responden 128 GB + 5 responden kurang dari 128 GB = 15 responden**
**15 ÷ 65 × 100% = 23,1**%

**Implikasi kebijakan:**

Kapasitas 128 GB atau kurang tidak ideal untuk perangkat guru. Guru membutuhkan ruang untuk bahan ajar, video, aplikasi, cache browser, dokumen, dan pembaruan sistem. Kapasitas minimum yang lebih aman adalah **256 GB**, sedangkan rekomendasi ideal adalah **512 GB**.

## f. Ukuran Layar

Tabel 3.15 Hasil Survei - Ukuran Layar

| Ukuran Layar | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| 13-14 inci | 51 | 78,50% |
| <13 inci | 7 | 10,80% |
| ≥15 inci | 7 | 10,80% |

Mayoritas responden menggunakan layar 13-14 inci, yaitu 51 responden atau 78,5%. Ukuran ini menjadi standar dominan karena cukup portabel dan masih nyaman untuk pembelajaran.

Namun, terdapat 7 responden atau 10,8% yang menggunakan layar di bawah 13 inci. Layar kecil dapat membatasi kenyamanan ketika guru harus membuka bahan ajar, tampilan video conference, chat, daftar peserta, atau aplikasi presentasi secara bersamaan.

**Implikasi kebijakan:**

Ukuran layar minimum yang disarankan adalah 13-14 inci. Untuk guru yang sering melakukan presentasi, video conference, atau membuat bahan ajar, ukuran 14-15 inci lebih nyaman.

## 3.2.4. KONEKTIVITAS DAN PORT MINIMAL

Sumber: Q20-Q21

Subbab ini menyajikan kebutuhan konektivitas dan port yang dianggap penting oleh responden dalam penggunaan laptop untuk pembelajaran. Informasi ini diperlukan karena kelancaran pemanfaatan TIK tidak hanya ditentukan oleh prosesor, RAM, dan penyimpanan, tetapi juga oleh kemampuan laptop untuk terhubung dengan internet, perangkat presentasi, perangkat audio, jaringan sekolah, dan periferal pembelajaran lainnya. Dengan menganalisis kebutuhan konektivitas dan port, kajian ini dapat melihat komponen pendukung yang perlu diperhatikan dalam penyusunan spesifikasi minimum laptop guru.

## a. Kebutuhan Konektivitas

Tabel 3.16 Hasil Survei - Kebutuhan Konektivitas

| Konektivitas | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| Wi-Fi | 65 | 100% |
| Bluetooth | 37 | 56,90% |
| Lainnya | 4 | 6,20% |

Seluruh responden menyebut **Wi-Fi** sebagai kebutuhan konektivitas minimal. Hal ini menunjukkan bahwa akses jaringan nirkabel menjadi syarat dasar dalam pemanfaatan laptop untuk pembelajaran. Guru membutuhkan Wi-Fi untuk mengakses platform pembelajaran, membuka sumber belajar digital, menjalankan aplikasi berbasis web, mengunduh bahan ajar, mengakses LMS, serta menggunakan layanan konferensi video.

Selain Wi-Fi, **Bluetooth** juga disebut oleh **37 responden atau 56,9%**. Bluetooth penting untuk menghubungkan laptop dengan perangkat pendukung seperti mouse nirkabel, keyboard, speaker, earphone, atau perangkat presentasi. Meskipun tidak semua guru menyebutnya, Bluetooth tetap relevan sebagai fitur pendukung mobilitas dan fleksibilitas penggunaan laptop.

**Implikasi kebijakan:**

Laptop untuk pembelajaran perlu memiliki konektivitas nirkabel yang stabil. Wi-Fi harus menjadi fitur wajib, sedangkan Bluetooth menjadi fitur pendukung yang sangat disarankan. Untuk pengadaan baru, perangkat sebaiknya mendukung standar Wi-Fi yang lebih baru agar lebih siap digunakan pada jaringan sekolah yang semakin padat.

## b. Kebutuhan Port I/O

Port yang paling banyak disebut adalah **HDMI**, yaitu **62 responden atau 95,4%.** Ini menunjukkan bahwa kebutuhan menampilkan materi ke layar eksternal, proyektor, televisi, atau papan interaktif masih sangat tinggi. Dalam konteks pembelajaran, HDMI menjadi port penting karena guru sering perlu menayangkan bahan ajar, video, presentasi, simulasi, atau hasil kerja peserta didik.

Port yang paling banyak disebut adalah **HDMI**, yaitu **62 responden atau 95,4%.** Ini menunjukkan bahwa kebutuhan menampilkan materi ke layar eksternal, proyektor, televisi, atau papan interaktif masih sangat tinggi. Dalam konteks pembelajaran, HDMI menjadi port penting karena guru sering perlu menayangkan bahan ajar, video, presentasi, simulasi, atau hasil kerja peserta didik.

Port **USB Type-C** disebut oleh **50 responden atau 76,9%**. Ini menunjukkan meningkatnya kebutuhan terhadap port modern yang mendukung transfer data, pengisian daya, koneksi ke perangkat eksternal, dan penggunaan adaptor. USB Type-C semakin penting karena banyak perangkat baru mulai mengandalkan port ini.

Port **LAN/RJ-45** disebut oleh **34 responden atau 52,3%**. Angka ini cukup penting karena menunjukkan bahwa jaringan kabel masih dibutuhkan di sekolah. Dalam kondisi Wi-Fi tidak stabil, koneksi LAN dapat menjadi alternatif yang lebih andal, terutama untuk kegiatan yang membutuhkan koneksi stabil seperti konferensi video, pengunduhan file besar, atau asesmen daring.

Port VGA masih disebut oleh 28 responden atau 43,1%. Ini menunjukkan bahwa sebagian sekolah kemungkinan masih menggunakan proyektor lama yang belum sepenuhnya mendukung HDMI. Sementara itu, USB Type-A tetap diperlukan untuk flashdisk, mouse, keyboard, kabel data, dan perangkat periferal lain.

**Implikasi kebijakan:**

Spesifikasi laptop untuk guru tidak cukup hanya memperhatikan performa internal. Laptop juga perlu memiliki port yang sesuai dengan kondisi nyata sekolah. HDMI, USB Type-C, USB Type-A, dan LAN/RJ-45 perlu diprioritaskan. VGA dapat dipertimbangkan melalui adaptor jika perangkat laptop modern tidak lagi menyediakan port tersebut secara langsung.

### 3.2.5. KENDALA TEKNIS DAN *BOTTLENECK* UMUM

Subbab ini membahas kendala teknis yang dialami responden saat menggunakan laptop untuk pembelajaran. Analisis ini penting karena kendala teknis menunjukkan titik lemah perangkat yang dapat mengganggu proses pembelajaran, baik saat menyiapkan materi, membuka aplikasi, mengakses platform digital, maupun

menjalankan pembelajaran di kelas. Dengan membaca pola kendala, kajian ini dapat mengidentifikasi bottleneck utama yang perlu menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi spesifikasi laptop.

## a. Kendala Teknis

Tabel 3.17 Hasil Survei - Sebaran Kendala Teknis

| Kendala Teknis | Kasus |
|---|---|
| Tidak ada kendala | 35 |
| Booting lama | 9 |
| Browser not responding | 8 |
| Video patah-patah | 7 |
| Kipas bising/audio putus | 6 |
| Layar kurang luas | 5 |

Sebagian besar responden menyatakan tidak mengalami kendala teknis. Terdapat **35 responden** yang menjawab **tidak ada kendala**. Namun, masih terdapat beberapa masalah yang berulang dan perlu diperhatikan dalam pengadaan perangkat.

Kendala yang paling menonjol adalah booting lama, muncul pada **9 kasus**. Kendala ini biasanya berkaitan dengan kombinasi prosesor lama, penyimpanan lambat, kapasitas penyimpanan terbatas, atau terlalu banyak aplikasi yang berjalan saat perangkat dinyalakan.

Kendala berikutnya adalah *"browser not responding"*, muncul pada **8 kasus**. Masalah ini penting karena banyak aktivitas pembelajaran saat ini berbasis browser, seperti membuka platform pembelajaran, LMS, dokumen daring, Canva, video pembelajaran, kuis interaktif, dan sumber belajar digital. Jika browser sering tidak merespons, proses pembelajaran dapat terganggu meskipun perangkat masih bisa menyala.

Kendala lain seperti video patah-patah, kipas bising/audio putus, dan layar kurang luas juga perlu diperhatikan. Video patah-patah tidak hanya berkaitan dengan jaringan internet, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh CPU, RAM, kamera, driver, dan

stabilitas sistem. Kipas bising dapat menjadi tanda perangkat bekerja terlalu berat atau mengalami masalah pendinginan. Layar kurang luas menunjukkan bahwa kenyamanan visual juga menjadi bagian dari kebutuhan perangkat pembelajaran.

## b. Kendala Umum

Berdasarkan pola kendala yang muncul, *bottleneck* utama pada laptop guru dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen besar.

1. **Pertama, *bottleneck* performa sistem.**

   Kendala booting lama dan aplikasi lambat menunjukkan bahwa sebagian perangkat belum cukup responsif untuk mendukung aktivitas pembelajaran digital. *Bottleneck* ini biasanya berkaitan dengan CPU generasi lama, RAM kecil, HDD, atau kapasitas penyimpanan yang hampir penuh.

2. **Kedua, *bottleneck multitasking* berbasis web.**

   *Browser not responding* menunjukkan bahwa perangkat mengalami kesulitan ketika menjalankan aktivitas berbasis web, terutama jika guru membuka banyak tab, menggunakan Canva, mengakses platform pembelajaran, menjalankan video conference, atau membuka dokumen daring secara bersamaan. *Bottleneck* ini terutama berkaitan dengan RAM dan performa storage.

3. **Ketiga, *bottleneck* konektivitas dan tampilan.**

   Video patah-patah, audio putus, dan layar kurang luas menunjukkan bahwa pengalaman pembelajaran tidak hanya dipengaruhi oleh komponen internal laptop. Kualitas jaringan, dukungan kamera/audio, ukuran layar, serta port untuk menampilkan materi ke perangkat eksternal juga menjadi faktor penting.

**Implikasi kebijakan:**

Kendala teknis yang dialami guru menunjukkan bahwa pengadaan laptop tidak boleh hanya mengejar spesifikasi dasar. Perangkat harus mampu menyala cepat, membuka aplikasi dengan stabil, menjalankan browser banyak tab, mendukung video conference, serta terhubung dengan perangkat pendukung pembelajaran. Oleh karena itu, spesifikasi minimum perlu mencakup CPU generasi baru, RAM memadai, SSD, layar nyaman, konektivitas stabil, dan port yang lengkap.

## 3.2.6. INTENSITAS PENGGUNAAN LAPTOP

Sumber: Q16

Subbab ini menyajikan durasi penggunaan laptop oleh responden dalam kegiatan pembelajaran dan pekerjaan pendukung lainnya. Informasi ini penting karena semakin lama laptop digunakan setiap hari, semakin besar kebutuhan terhadap perangkat yang stabil, tahan panas, memiliki performa memadai, dan mampu menjalankan aplikasi secara konsisten. Dengan menganalisis intensitas penggunaan, kajian ini dapat melihat apakah laptop yang digunakan guru sudah sesuai dengan beban kerja harian dalam ekosistem pembelajaran berbasis TIK.

Tabel 3.18 Hasil Survei - Durasi penggunaan perhari

| Durasi | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| >6 jam | 24 | 36,90% |
| 2-4 jam | 22 | 33,80% |
| 4-6 jam | 17 | 26,20% |
| <2 jam | 2 | 3,10% |

Sebanyak **24 responden atau 36,9%** menggunakan laptop lebih dari 6 jam per hari. Jika digabung dengan kelompok 4-6 jam, terdapat **41 responden atau 63,1%** yang menggunakan laptop minimal 4 jam per hari.

Perhitungannya:
**24 + 17 = 41 responden**
**41 ÷ 65 × 100% = 63,1%**

Ini menunjukkan bahwa laptop sudah menjadi perangkat kerja utama guru, bukan sekadar alat bantu sesekali.

**Implikasi kebijakan:**

Perangkat guru perlu dirancang untuk penggunaan intensif harian. Pengadaan laptop harus memperhatikan performa, daya tahan, manajemen panas, baterai, kualitas layar, dan stabilitas sistem.

## 3.2.7. SEGMENTASI KESIAPAN PERANGKAT

Sumber gabungan: Q10-Q16

Berdasarkan OS, CPU, RAM, jenis storage, kapasitas storage, ukuran layar, dan intensitas penggunaan, perangkat guru dapat dikelompokkan menjadi empat segmen awal.

Tabel 3.19 Hasil Survei - Segmentasi Kesiapan Perangkat

| Segmen | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| Rentan | 23 | 35,40% |
| Menengah | 23 | 35,40% |
| Siap | 10 | 15,40% |
| Ideal | 9 | 13,80% |

### a. Segmen Rentan

Segmen rentan mencakup perangkat dengan ciri seperti CPU entry-level, RAM 4 GB atau lebih rendah, storage kecil, HDD dengan kapasitas terbatas, atau layar kecil.

Jumlahnya **23 responden atau 35,4%**.

Lebih dari sepertiga responden masih berada pada kelompok perangkat yang berisiko tidak stabil untuk pembelajaran digital. Kelompok ini perlu menjadi prioritas peningkatan atau penggantian perangkat.

### b. Segmen Menengah

Segmen menengah mencakup perangkat yang masih dapat digunakan, tetapi belum ideal. Biasanya perangkat berada pada kombinasi CPU lama, RAM 8 GB, storage campuran, atau kapasitas penyimpanan belum optimal.

Jumlahnya **23 responden atau 35,4%.**
Perangkat pada segmen ini masih dapat dipakai untuk kebutuhan dasar dan sedang. Namun, perangkat dapat mengalami penurunan kinerja jika digunakan untuk membuka banyak aplikasi secara bersamaan.

### c. Segmen Siap

Segmen siap mencakup perangkat dengan CPU lebih baru, RAM minimal 8 GB, SSD, dan kapasitas penyimpanan yang cukup.

Jumlahnya **10 responden atau 15,4%.**
Kelompok ini sudah cukup layak untuk mendukung pembelajaran digital umum. Namun, untuk kebutuhan video conference, multimedia, simulasi, atau koding, peningkatan ke RAM 16 GB tetap lebih aman.

### d. Segmen Ideal

Segmen ideal mencakup perangkat dengan CPU mid-range baru, RAM 16 GB atau lebih, SSD, kapasitas penyimpanan minimal 512 GB, dan layar memadai.

Jumlahnya **9 responden atau 13,8%.**
Hanya sekitar **13,8%** perangkat yang berada pada kategori ideal. Ini menunjukkan bahwa standar pengadaan perangkat baru sebaiknya diarahkan ke segmen ideal, bukan sekadar meniru spesifikasi mayoritas perangkat yang sedang digunakan.

## 3.2.8. ANALISIS BERDASARKAN WILAYAH RESPONDEN

Analisis berdasarkan wilayah dilakukan untuk melihat perbedaan kondisi penggunaan laptop responden di Indonesia Barat, Indonesia Tengah, dan Indonesia Timur. Pengelompokan wilayah dilakukan berdasarkan nama sekolah dan petunjuk

geografis yang terdapat pada data survei. Satu entri daerah hanya tertulis “Smp”, sehingga data tidak dapat mengonfirmasi ini sebagai wilayah tertentu (entri tersebut tidak dimasukkan dalam perbandingan Barat, Tengah, dan Timur karena tidak valid). Berikut paparan pengolahan 64 data daerah yang valid

## a. Sebaran Responden Berdasarkan Wilayah

Tabel 3.20 Hasil Survei - Sebaran Responden Berdasarkan Wilayah

| Wilayah | Responden | Persentase |
|---|---|---|
| Indonesia Barat | 41 | 63,10% |
| Indonesia Tengah | 17 | 26,20% |
| Indonesia Timur | 6 | 9,20% |
| Tidak teridentifikasi | 1 | 1,50% |

Sebagian besar responden berasal dari **Indonesia Barat**, yaitu 41 responden atau 63,1%. Responden dari **Indonesia Tengah** berjumlah 17 orang atau 26,2%, sedangkan **Indonesia Timur** berjumlah 6 orang atau 9,2%.
Komposisi ini menunjukkan bahwa data wilayah belum seimbang. Oleh karena itu, analisis per wilayah perlu dibaca sebagai gambaran indikatif, bukan sebagai generalisasi kondisi seluruh wilayah Indonesia.

## b. Perbandingan Spesifikasi Utama per Wilayah

Tabel 3.21 Hasil Survei - Perbandingan Spesifikasi Utama per Wilayah

| Indikator | Barat | Tengah | Timur |
|---|---|---|---|
| Windows 11 | 53,70% | 52,90% | 66,70% |
| CPU generasi baru | 43,90% | 47,10% | 33,30% |
| RAM ≥8 GB | 73,20% | 76,50% | 83,30% |
| RAM ≥16 GB | 34,10% | 35,30% | 50,00% |
| SSD | 56,10% | 47,10% | 83,30% |
| Storage ≥512 GB | 51,20% | 47,10% | 83,30% |
| Layar 13-14 inci | 73,20% | 82,40% | 100% |

Secara umum, ketiga wilayah sudah menunjukkan penggunaan perangkat yang cukup beragam. Indonesia Barat dan Tengah memiliki pola yang relatif mirip, terutama dari sisi penggunaan Windows 11, CPU generasi baru, dan RAM minimal 8 GB.

Indonesia Timur tampak memiliki proporsi SSD, RAM 16 GB, dan storage 512 GB yang lebih tinggi. Namun, jumlah responden wilayah Timur hanya 6 orang, sehingga hasil ini perlu ditafsirkan secara hati-hati. Data tersebut belum cukup kuat untuk menyimpulkan bahwa kondisi perangkat di Indonesia Timur secara umum lebih baik.

## c. Analisis Indonesia Barat

Wilayah Indonesia Barat memiliki **41 responden**. Dari sisi sistem operasi, mayoritas menggunakan Windows 11, yaitu 22 responden atau 53,7%. Namun, Windows 10 masih digunakan oleh 13 responden atau 31,7%.

Dari sisi prosesor, perangkat responden di Barat masih cukup beragam. Sebanyak 18 responden atau 43,9% menggunakan prosesor generasi baru, sedangkan 17 responden atau 41,5% masih menggunakan prosesor generasi lama. Selain itu, 5 responden atau 12,2% masih menggunakan prosesor entry-level.

Dari sisi RAM, sebanyak 30 responden atau 73,2% sudah menggunakan RAM minimal 8 GB. Namun, masih terdapat 10 responden atau 24,4% yang menggunakan RAM 4 GB atau lebih rendah. Kondisi ini menunjukkan masih adanya kelompok perangkat yang berpotensi mengalami keterbatasan saat digunakan untuk multitasking.

Dari sisi penyimpanan, 23 responden atau 56,1% sudah menggunakan SSD. Namun, 16 responden atau 39,0% masih menggunakan HDD. Ini penting karena HDD dapat menjadi salah satu penyebab perangkat terasa lambat, terutama saat booting, membuka aplikasi, dan menjalankan browser dengan banyak tab.

Kendala utama di wilayah Barat adalah **video patah-patah, booting lama, dan kipas bising/audio putus.** Masing-masing muncul pada 5 kasus. Kendala browser not responding muncul pada 3 kasus.

**Implikasi wilayah Barat :**

Wilayah Barat membutuhkan strategi peningkatan perangkat yang berfokus pada **penggantian HDD ke SSD**, peningkatan RAM ke 16 GB untuk guru dengan beban kerja tinggi, serta penggantian bertahap perangkat dengan prosesor lama. Karena jumlah responden Barat paling besar, wilayah ini juga dapat menjadi rujukan awal untuk membaca variasi kebutuhan perangkat guru SMP.

## d. Analisis Indonesia Tengah

Wilayah Indonesia Tengah memiliki **17 responden**. Sebanyak 9 responden atau 52,9% menggunakan Windows 11, sedangkan 7 responden atau 41,2% masih menggunakan Windows 10.

Dari sisi prosesor, 8 responden atau 47,1% sudah menggunakan prosesor generasi baru. Namun, 7 responden atau 41,2% masih menggunakan prosesor generasi lama. Ini menunjukkan bahwa sebagian perangkat sudah cukup siap, tetapi sebagian lainnya masih berisiko mengalami keterbatasan performa.

Dari sisi RAM, 13 responden atau 76,5% sudah menggunakan RAM minimal 8 GB. Namun, masih terdapat 3 responden atau 17,6% yang menggunakan RAM 4 GB. Untuk pembelajaran yang banyak menggunakan browser, Canva, video conference, dan platform pembelajaran, RAM 4 GB sudah kurang memadai.

Dari sisi penyimpanan, hanya 8 responden atau 47,1% yang menggunakan SSD. Sementara itu, 6 responden atau 35,3% masih menggunakan HDD, dan 3 responden atau 17,6% tidak mengetahui jenis penyimpanan perangkatnya.

Kendala paling menonjol di wilayah Tengah adalah **browser not responding**, muncul pada 4 kasus. Kendala berikutnya adalah **booting lama**, muncul pada 3 kasus. Ini menunjukkan bahwa hambatan utama di wilayah Tengah berkaitan dengan responsivitas perangkat saat menjalankan aplikasi berbasis web.

**Implikasi wilayah Tengah :**

Wilayah Tengah perlu diprioritaskan untuk peningkatan **RAM dan SSD**, terutama bagi guru yang sering menggunakan aplikasi berbasis web. Karena browser not responding menjadi keluhan paling menonjol, perangkat dengan RAM rendah, HDD, dan prosesor lama perlu menjadi sasaran utama peningkatan.

## e. Analisis Indonesia Timur

Wilayah Indonesia Timur memiliki **6 responden**. Sebanyak 4 responden atau 66,7% menggunakan Windows 11. Dari sisi prosesor, responden terbagi merata: 2 responden menggunakan prosesor generasi baru, 2 responden menggunakan prosesor generasi lama, dan 2 responden menggunakan prosesor entry-level.

Dari sisi RAM, 5 dari 6 responden atau 83,3% sudah menggunakan RAM minimal 8 GB. Bahkan, 3 responden atau 50,0% menggunakan RAM 16 GB atau lebih. Dari sisi penyimpanan, 5 responden atau 83,3% sudah menggunakan SSD, dan 5 responden atau 83,3% memiliki kapasitas penyimpanan minimal 512 GB.

Mayoritas responden wilayah Timur tidak mengalami kendala teknis. Terdapat 5 responden yang menjawab tidak ada kendala, dan hanya 1 kasus browser not responding.

Namun, jumlah responden wilayah Timur sangat kecil. Karena itu, hasil ini tidak dapat dijadikan kesimpulan umum untuk seluruh Indonesia Timur. Data ini hanya menunjukkan bahwa responden Timur dalam survei ini memiliki perangkat yang relatif baik, tetapi belum cukup untuk menggambarkan kondisi wilayah secara luas.

**Implikasi wilayah Timur:**

Untuk wilayah Timur, rekomendasi tidak cukup hanya berbicara tentang spesifikasi perangkat. Faktor konektivitas, listrik, dukungan teknis, pengiriman perangkat, layanan purna guna, dan pemeliharaan perlu menjadi perhatian utama. Perangkat yang baik tetap membutuhkan ekosistem pendukung agar dapat digunakan secara optimal.

## f. Kesimpulan Analisis Wilayah

Analisis berdasarkan wilayah menunjukkan bahwa kebutuhan perangkat laptop guru tidak sepenuhnya sama antardaerah. Indonesia Barat memiliki jumlah responden terbesar dan memperlihatkan kondisi perangkat yang beragam. Kendala yang muncul juga beragam, mulai dari booting lama, video patah-patah, hingga audio atau kipas yang bermasalah.

Indonesia Tengah menunjukkan isu yang lebih kuat pada stabilitas browser. Dengan proporsi beban kerja digital yang cukup tinggi dan masih adanya perangkat dengan HDD atau RAM terbatas, wilayah ini membutuhkan perhatian pada peningkatan RAM, penggunaan SSD, dan perangkat yang lebih responsif untuk aplikasi berbasis web.

Indonesia Timur dalam data ini menunjukkan perangkat responden yang relatif baik, terutama dari sisi RAM dan SSD. Namun, karena jumlah responden hanya 6 orang, hasilnya tidak dapat digeneralisasi. Untuk wilayah Timur, rekomendasi perlu tetap mempertimbangkan konteks infrastruktur, konektivitas, listrik, dan dukungan teknis.

Secara umum, hasil analisis wilayah memperkuat bahwa kebijakan penyediaan sarana TIK SMP perlu bersifat kontekstual. Standar spesifikasi minimum tetap diperlukan, tetapi strategi implementasinya perlu memperhatikan perbedaan kondisi wilayah, ketersediaan infrastruktur, pola penggunaan perangkat, dan kendala teknis yang muncul di masing-masing wilayah.

# 3.3 PERTIMBANGAN KEBUTUHAN LAPTOP MURID SMP BERDASARKAN TEMUAN SURVEI GURU

## 3.3.1. KEDUDUKAN DATA GURU DALAM ANALISIS KEBUTUHAN PERANGKAT MURID

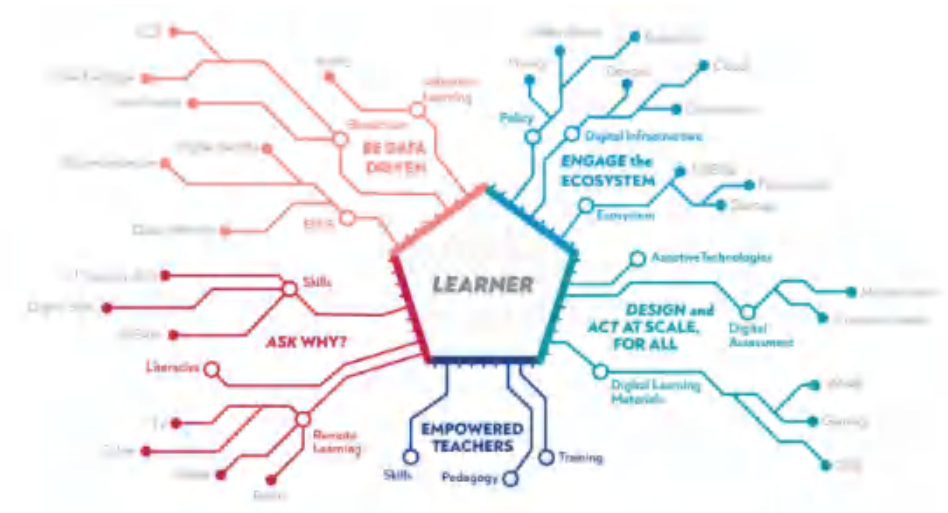
Data survei dalam kajian ini bersumber dari guru SMP, khususnya guru yang aktif menggunakan teknologi pendidikan. Informasi tersebut tidak boleh diperlakukan sebagai gambaran perilaku penggunaan laptop oleh murid secara langsung. Guru adalah aktor utama yang merancang, memilih, dan mengelola aktivitas

pembelajaran digital, mereka menentukan aplikasi, platform, dan pola penggunaan perangkat. Oleh karena itu, pengalaman guru dapat dijadikan proksi untuk membaca ekosistem pembelajaran digital di SMP.

UNESCO (2023) menekankan bahwa adopsi teknologi pendidikan perlu mempertimbangkan kesesuaian konteks, keadilan, bukti yang kuat, dan keberlanjutan. Teknologi dalam pendidikan juga perlu diarahkan untuk mendukung interaksi guru dan murid, bukan menggantikannya. Prinsip serupa diangkat oleh World Bank (2020), yang menyatakan bahwa inisiatif pendidikan berbasis teknologi perlu dirancang secara adil, kontekstual, dan berkelanjutan.

Teknologi perlu memberdayakan guru melalui akses terhadap konten, data, dan jejaring agar guru dapat lebih baik dalam mendukung pembelajaran murid. Dengan demikian, data guru digunakan sebagai dasar indikatif untuk merumuskan kebutuhan perangkat murid dengan mempertimbangkan pengalaman, tujuan pedagogis, dan konteks pembelajaran.

## 3.3.2. PERAN GURU DALAM MEMBACA EKOSISTEM PEMBELAJARAN DIGITAL SMP




Gambar 2 Prinsip Pemanfaatan Teknologi Pendidikan dalam Ekosistem Pembelajaran
Sumber: World Bank (2020), Reimagining Human Connections

Guru berperan sebagai perancang ekosistem pembelajaran digital. Mereka memilih platform pembelajaran, menyiapkan materi, menyelenggarakan asesmen, dan memfasilitasi kolaborasi daring. Kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) menjelaskan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran bergantung pada hubungan dinamis antara teknologi, pedagogi, dan konten

Kerangka ini diperkenalkan untuk memahami pengetahuan yang dibutuhkan guru dalam mengintegrasikan teknologi secara efektif (Mishra & Koehler, 2006). Dalam kajian lanjutan, TPACK dipahami sebagai interaksi tiga jenis pengetahuan utama, yaitu teknologi, pedagogi, dan konten (Schmidt et al., 2009). Kerangka tersebut menegaskan bahwa penggunaan teknologi dalam pengajaran harus mempertimbangkan metode pembelajaran dan materi ajar. Temuan survei guru tentang jenis aplikasi yang digunakan, jumlah aplikasi yang dibuka secara persamaan, serta kendala teknis yang dihadapi memberi gambaran tentang lingkungan digital yang akan dijelajahi murid. Dengan demikian, walaupun data tidak berasal dari murid, informasi ini bernilai sebagai indikator kebutuhan perangkat yang mendukung aktivitas pembelajaran digital SMP.

### 3.3.3. PERBEDAAN POLA PENGGUNAAN PERANGKAT OLEH GURU DAN MURID

Beban kerja digital guru lebih kompleks dibandingkan dengan murid. Guru menggunakan laptop untuk merencanakan pembelajaran, mengembangkan bahan ajar, mengelola administrasi, melakukan asesmen, dan memantau kemajuan murid. Sementara itu, murid memanfaatkan perangkat terutama untuk belajar, mengakses sumber belajar, mengerjakan tugas, mengikuti asesmen digital, berkolaborasi, mengolah informasi, serta menghasilkan produk digital. Perbedaan ini menunjukkan bahwa spesifikasi perangkat untuk murid tidak harus setinggi perangkat guru, tetapi tidak boleh terlalu rendah. Perangkat murid tetap harus mampu menjalankan browser, aplikasi pengolah dokumen, platform pembelajaran, dan multimedia ringan secara stabil. Oleh karena itu, spesifikasi minimum yang layak perlu ditetapkan agar aktivitas pembelajaran digital murid berjalan lancar.

### 3.3.4. IMPLIKASI TEMUAN TERHADAP KRITERIA LAPTOP PEMBELAJARAN MURID

Temuan survei guru dapat diturunkan menjadi implikasi konkret terhadap kebutuhan perangkat murid. Tabel berikut merangkum temuan utama survei, maknanya bagi ekosistem pembelajaran SMP, dan implikasi terhadap laptop murid.

Tabel 3.22 Implikasi Temuan Survei Guru terhadap Spesifikasi Laptop murid SMP

| Temuan Survei Guru | Makna bagi Ekosistem Pembelajaran SMP | Implikasi terhadap Laptop murid |
|---|---|---|
| Guru menggunakan banyak kategori aplikasi pembelajaran | Pembelajaran melibatkan platform, bahan ajar digital, presentasi, kuis, simulasi dan multimedia | Perangkat harus mampu menjalankan aplikasi berbasis web, pengolah dokumen, presentasi, kuis digital dan multimedia ringan |
| Guru membuka beberapa aplikasi secara bersamaan | Aktivitas belajar tidak terpaku pada satu aplikasi saja, multitasking umum terjadi | Laptop murid perlu mendukung multitasking ringan dengan memori dan prosesor yang memadai |
| Kendala booting lama, browser tidak merespons, video patah-patah, audio tidak stabil | Kinerja perangkat mempengaruhi kelancaran pembelajaran dan keterlibatan murid | Perangkat murid sebaiknya menggunakan SSD, RAM yang cukup, prosesor responsif, Wi-Fi stabil, serta audio-video yang memadai |
| Ketersediaan Wi-Fi merupakan kebutuhan utama | Pembelajaran digital bergantung pada konektivitas internet | Laptop murid harus dilengkapi dengan modul Wi-Fi yang handal dan mendukung standar terbaru |
| HDMI, USB Type-C, USB Type-A, dan LAN/RJ-45 masih dibutuhkan | Sekolah memerlukan fleksibilitas untuk menghubungkan perangkat ke layar presentasi, jaringan, dan perangkat eksternal | Perangkat murid harus memiliki port yang cukup atau dukungan adaptor agar kompatibel dengan infrastruktur sekolah |
| Pembelajaran digital digunakan lintas mata pelajaran | Perangkat tidak terbatas untuk mata pelajaran Informatika, semua mata pelajaran memanfaatkan teknologi | Laptop murid harus fleksibel untuk mendukung pembelajaran IPA, IPS, Bahasa, Seni, Informatika, dan keterampilan digital lainnya |

### 3.3.5. BATASAN INTERPRETASI DATA SURVEI

Hasil survei guru harus diinterpretasikan dengan hati-hati. Responden tidak mewakili seluruh populasi guru atau murid SMP, survei ini menggambarkan pengalaman kelompok guru yang aktif dalam komunitas teknologi. UNESCO (2023) menegaskan bahwa bukti yang tidak memihak mengenai dampak teknologi pendidikan masih terbatas dan banyak produk teknologi belum memiliki evaluasi yang memadai. Laporan yang sama juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi yang tidak sesuai atau berlebihan dapat berdampak negatif terhadap hasil belajar. Sebagai contoh, pembagian perangkat tanpa integrasi yang kuat ke dalam pedagogi tidak otomatis meningkatkan hasil belajar. Dengan demikian, data survei guru tidak dapat menggantikan survei murid, audit infrastruktur, atau analisis kesiapan sekolah. Namun, temuan ini tetap bermanfaat sebagai dasar awal untuk menyusun kriteria perangkat yang realistis dan relevan dengan kondisi pembelajaran SMP.

### 3.3.6. ARAH PERTIMBANGAN SPESIFIKASI LAPTOP PEMBELAJARAN MURID

Berdasarkan analisis di atas, spesifikasi perangkat murid SMP perlu disusun secara proporsional. Laptop murid hendaknya memiliki prosesor yang responsif untuk menjalankan aplikasi pembelajaran berbasis web, RAM minimal 8GB (ideal 16GB) untuk multitasking ringan sampai sedang, serta media penyimpanan SSD agar proses booting dan pembukaan aplikasi lebih cepat. Layar berukuran 13-14 inci cukup nyaman untuk membaca, menyusun tugas, dan presentasi kelompok. Perangkat perlu dilengkapi modul Wifi yang stabil, kamera, mikrofon, dan audio yang layak untuk pembelajaran daring. Tersedia port USB Type-A dan Type-C, dukungan HDMI atau adaptor untuk proyektor, serta kemampuan terhubung ke jaringan kabel bila diperlukan. Sistem operasi harus didukung pembaruan keamanan, dan perangkat harus mudah dikelola, disimpan, dirawat, serta digunakan secara bergantian oleh murid. Pertimbangan ini menyeimbangkan keterjangkauan dengan kebutuhan pembelajaran, sehingga perangkat yang disediakan memadai untuk mendukung literasi digital, asesmen berbasis komputer, dan pembelajaran lintas mata pelajaran.

## 3.4 ANALISIS TEKNOLOGI LAPTOP/PC PEMBELAJARAN MURID SMP

Analisis teknologi diperlukan untuk memastikan bahwa laptop/PC yang disediakan bagi murid SMP benar-benar sesuai dengan kebutuhan pembelajaran, bukan hanya memenuhi aspek ketersediaan perangkat. Dalam konteks pembelajaran digital, perangkat tidak cukup hanya dapat menyala dan membuka aplikasi dasar, tetapi perlu mampu mendukung aktivitas belajar yang semakin beragam, seperti mengakses sumber belajar, mengerjakan tugas, mengikuti asesmen digital, membuat produk sederhana, berkolaborasi, serta menjalankan aplikasi pembelajaran berbasis web.

Laptop/PC pembelajaran murid SMP perlu dipahami sebagai perangkat belajar yang digunakan dalam ekosistem sekolah. Artinya, perangkat tersebut akan digunakan oleh murid dalam situasi yang berbeda-beda, baik secara individual, berpasangan, kelompok kecil, maupun bergilir. Oleh karena itu, analisis teknologi tidak hanya membahas komponen internal seperti prosesor, RAM, dan penyimpanan, tetapi juga mencakup layar, kamera, audio, konektivitas, port, keamanan, tata kelola, serta pemeliharaan.

Dalam kajian ini, analisis teknologi diarahkan untuk menjawab tiga pertanyaan utama. Pertama, karakteristik perangkat seperti apa yang sesuai untuk murid SMP. Kedua, komponen teknologi apa saja yang perlu diperhatikan agar perangkat dapat digunakan secara stabil dalam pembelajaran. Ketiga, dukungan pengelolaan apa yang diperlukan agar perangkat dapat digunakan secara aman, adil, dan berkelanjutan.

### 3.4.1. KARAKTERISTIK LAPTOP/PC PEMBELAJARAN MURID

Laptop atau PC pembelajaran murid perlu ditempatkan sebagai bagian dari lingkungan belajar digital di sekolah. Perangkat ini bukan hanya berfungsi sebagai alat untuk mengakses internet atau mengetik dokumen, melainkan sebagai sarana yang memungkinkan murid mengikuti pembelajaran, mengolah informasi, berkolaborasi, mengikuti asesmen digital, dan menghasilkan karya belajar. Oleh karena itu, karakteristik perangkat murid perlu dibaca dari fungsi pembelajarannya, bukan semata-mata dari daftar spesifikasi teknis.

Dalam konteks SMP, perangkat pembelajaran murid perlu memenuhi tiga karakter utama, yaitu **cukup untuk aktivitas belajar, stabil untuk penggunaan bersama,** dan **aman untuk lingkungan sekolah**. Prinsip ini sejalan dengan UNESCO (2023) yang menekankan bahwa penggunaan teknologi pendidikan perlu berangkat dari kebutuhan peserta didik, tujuan pembelajaran, kesesuaian konteks, serta keberlanjutan. Dengan demikian, laptop atau PC murid sebaiknya tidak dipahami sebagai tujuan akhir digitalisasi, tetapi sebagai sarana untuk memperluas akses belajar dan meningkatkan kualitas pengalaman belajar.

Kerangka DigComp 2.2 dapat digunakan untuk memperjelas fungsi perangkat murid dalam pembelajaran digital. DigComp 2.2 memuat lima area kompetensi digital, yaitu literasi informasi dan data, komunikasi dan kolaborasi, kreasi konten digital, keamanan, serta pemecahan masalah (Vuorikari et al., 2022). Kelima area ini menunjukkan bahwa perangkat murid perlu mendukung aktivitas belajar yang beragam, mulai dari mencari informasi, berkomunikasi, membuat produk digital sederhana, menjaga keamanan digital, hingga menyelesaikan persoalan dengan bantuan teknologi.




Gambar 3 Area Kompetensi Digital dalam DigComp 2.2
Sumber: *Vuorikari et al. (2022), European Commission, Joint Research Centre.*

Gambar tersebut dapat digunakan untuk menegaskan bahwa kebutuhan laptop atau PC murid tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menjalankan aplikasi, tetapi juga dengan kemampuan perangkat dalam mendukung pengembangan kompetensi digital. Dengan kata lain, perangkat murid perlu cukup memadai untuk

mendukung pembelajaran berbasis informasi, kolaborasi, kreasi, keamanan, dan pemecahan masalah.

Berdasarkan fungsi tersebut, karakteristik laptop atau PC pembelajaran murid dapat dirumuskan sebagai berikut.

Tabel 3.23 Karakteristik PC Pembelajaran murid

| Dimensi | Arah Karakteristik |
|---|---|
| Fungsi belajar | Mendukung akses, tugas, asesmen, dan karya |
| Fleksibilitas | Dapat digunakan lintas mata pelajaran |
| Stabilitas | Lancar untuk aktivitas digital umum |
| Kolaborasi | Mendukung kerja kelompok dan proyek |
| Aksesibilitas | Nyaman digunakan oleh beragam murid |
| Keamanan | Mendukung pembaruan dan pengaturan akses |
| Pengelolaan | Mudah dipinjam, disimpan, dan dirawat |
| Keberlanjutan | Layak digunakan dalam beberapa tahun |

Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa perangkat murid tidak harus diarahkan pada spesifikasi tertinggi. Namun, perangkat juga tidak boleh berada pada batas yang terlalu rendah karena dapat mengganggu proses pembelajaran. Perangkat dengan kinerja lambat, penyimpanan terbatas, konektivitas tidak stabil, atau sistem operasi yang tidak aman dapat membuat pembelajaran digital menjadi tidak efektif. Hambatan teknis seperti ini berpotensi mengurangi waktu belajar, mengganggu konsentrasi, dan meningkatkan beban guru dalam mengatasi kendala perangkat.

Dengan mempertimbangkan fungsi belajar, kompetensi digital, aksesibilitas, dan tata kelola sekolah, perangkat murid sebaiknya disusun dalam dua tingkat rekomendasi, yaitu **minimum layak** dan **ideal pembelajaran.** Minimum layak menjadi batas bawah agar perangkat dapat digunakan dalam pembelajaran digital dasar. Ideal pembelajaran menjadi arah penguatan agar perangkat lebih siap mendukung pembelajaran lintas mata pelajaran, proyek kolaboratif, asesmen digital, dan produksi karya sederhana.

Rekomendasi tersebut perlu dipahami sebagai standar fungsional. Artinya, spesifikasi dipilih karena mendukung aktivitas belajar, bukan karena mengejar spesifikasi tertinggi. Dengan demikian, karakteristik laptop atau PC pembelajaran murid SMP dapat dirangkum dalam satu prinsip utama: "**perangkat harus cukup kuat untuk belajar, cukup aman untuk digunakan di sekolah, dan cukup fleksibel untuk mendukung berbagai mata pelajaran**". Pendekatan ini membantu penyediaan perangkat menjadi lebih tepat sasaran karena berangkat dari kebutuhan belajar murid dan kondisi nyata satuan pendidikan.

### 3.4.2. PERBEDAAN KEBUTUHAN PERANGKAT GURU DAN MURID

Kebutuhan perangkat guru dan murid berada dalam satu ekosistem pembelajaran digital, tetapi keduanya tidak memiliki fungsi yang sama. Guru menggunakan perangkat sebagai alat kerja profesional, sedangkan murid menggunakan perangkat sebagai alat belajar. Perbedaan ini penting karena rekomendasi perangkat tidak dapat disamaratakan hanya berdasarkan satu jenis pengguna.

Perangkat guru berfungsi untuk merancang, mengelola, melaksanakan, dan mengevaluasi pembelajaran. Guru membutuhkan perangkat untuk menyusun bahan ajar, membuat media, membuka platform pembelajaran, mengelola asesmen, mengolah nilai, berkomunikasi, dan menjalankan administrasi pembelajaran. Sementara itu, perangkat murid lebih banyak digunakan untuk mengikuti aktivitas belajar yang telah dirancang oleh guru, seperti mengakses materi, mengerjakan tugas, mengikuti kuis atau asesmen digital, berkolaborasi, dan membuat karya sederhana.

Kerangka DigCompEdu dapat digunakan untuk menjelaskan mengapa perangkat guru memiliki tuntutan fungsi yang lebih luas. DigCompEdu menempatkan kompetensi digital pendidik dalam area keterlibatan profesional, sumber daya digital, pembelajaran dan pengajaran, asesmen, pemberdayaan peserta didik, serta fasilitasi kompetensi digital peserta didik (Redecker & Punie, 2017). Artinya, guru tidak hanya menggunakan teknologi untuk dirinya sendiri, tetapi juga untuk merancang pengalaman belajar murid.




Gambar 4 Kerangka Kompetensi Digital Pendidik DigCompEdu
Sumber: Redecker dan Punie (2017), European Commission, Joint Research Centre.

Berdasarkan perbedaan fungsi tersebut, perangkat guru cenderung membutuhkan kapasitas yang lebih tinggi. Hal ini terutama berkaitan dengan kebutuhan multitasking, produksi bahan ajar, penggunaan aplikasi desain atau multimedia, pengelolaan platform, konferensi video, dan penyimpanan dokumen pembelajaran. Sebaliknya, perangkat murid tidak harus setinggi perangkat guru, tetapi tetap perlu stabil untuk menjalankan aktivitas belajar digital secara lancar.

Perbedaan kebutuhan perangkat guru dan murid dapat dirangkum sebagai berikut.

Tabel 3.24 Perbedaan kebutuhan perangkat digital guru dan murid

| Spesifikasi | Guru | Murid |
|---|---|---|
| Fungsi utama | Alat kerja profesional | Alat belajar |
| Fokus penggunaan | Merancang dan mengelola | Mengikuti dan mengerjakan |
| Beban aplikasi | Kompleks | Ringan-sedang |
| Multitasking | Tinggi | Sedang |
| Penyimpanan | Bahan ajar dan administrasi | Tugas dan proyek |
| Konektivitas | Internet dan presentasi | Internet dan kolaborasi |
| Port pendukung | Lebih beragam | Secukupnya/adaptor |
| Durasi penggunaan | Panjang dan rutin | Sesuai jadwal belajar |

| Spesifikasi | Guru | Murid |
|---|---|---|
| Durasi penggunaan | Panjang dan rutin | Sesuai jadwal belajar |
| Pola penggunaan | Personal | Bersama/bergantian |
| Tata kelola | Perawatan personal | Peminjaman dan inventaris |
| Risiko utama | Beban kerja tinggi | Penggunaan bergilir |
| Arah spesifikasi | Lebih tinggi | Stabil dan proporsional |

Tabel tersebut menunjukkan bahwa perangkat murid tidak perlu menjadi salinan dari perangkat guru. Namun, perangkat murid tetap harus melampaui batas minimum yang berisiko menghambat pembelajaran. Apabila perangkat murid terlalu rendah, kegiatan seperti membuka platform pembelajaran, mengikuti asesmen digital, mengerjakan dokumen daring, atau menonton video pembelajaran dapat terganggu. Dalam situasi kelas, gangguan teknis pada perangkat murid dapat berdampak pada ritme pembelajaran secara keseluruhan.

Perangkat guru diarahkan untuk mendukung kesiapan pembelajaran dan pengelolaan kelas digital. Perangkat murid diarahkan untuk memperluas akses belajar dan memperkuat pengalaman pembelajaran berbasis teknologi. Keduanya perlu dirancang sebagai bagian dari ekosistem yang sama, tetapi dengan standar kebutuhan yang berbeda.

Perbedaan ini juga penting untuk mencegah dua kekeliruan. Pertama, menganggap perangkat murid harus selalu setinggi perangkat guru, sehingga rekomendasi menjadi kurang efisien. Kedua, menganggap perangkat murid cukup sangat rendah karena hanya digunakan untuk belajar, padahal pembelajaran digital saat ini membutuhkan stabilitas perangkat, konektivitas, keamanan, dan dukungan aplikasi yang memadai. Rekomendasi yang lebih tepat adalah menempatkan perangkat guru pada kategori kerja profesional dan perangkat murid pada kategori pembelajaran stabil.

Dengan demikian, kebijakan penyediaan laptop atau PC di SMP perlu membedakan kebutuhan pengguna tanpa memisahkan keduanya dari ekosistem pembelajaran yang sama. Guru membutuhkan perangkat untuk merancang dan mengelola pembelajaran. murid membutuhkan perangkat untuk mengalami pembelajaran

digital secara langsung. Keduanya saling melengkapi dalam mendukung pembelajaran yang lebih aktif, kolaboratif, aman, dan relevan dengan kebutuhan literasi digital murid.

## 3.4.3. KEBUTUHAN PERFORMA DASAR

### a. *Central Processing Unit* (CPU)

*Central Processing Unit* (CPU) atau prosesor merupakan komponen utama pada komputer yang berfungsi menjalankan perintah dan mengolah data menjadi nformasi (IBM, n.d.). Pada laptop pembelajaran, CPU berpengaruh terhadap kelancaran perangkat saat digunakan untuk membuka aplikasi belajar, mengakses internet, mengolah dokumen, mengikuti asesmen digital, melakukan pemrograman dasar, dan menjalankan beberapa aplikasi sekaligus.

Salah satu cara melihat kemampuan CPU adalah melalui jumlah core dan thread. Core menunjukkan jumlah inti pemrosesan, sedangkan thread menunjukkan kemampuan prosesor dalam menangani beberapa alur kerja secara bersamaan. Pada prosesor Intel, teknologi Hyper-Threading memungkinkan lebih dari satu thread berjalan pada satu core. Pada prosesor AMD, teknologi Simultaneous Multithreading atau SMT juga memungkinkan satu core menjalankan beberapa thread secara bersamaan (AMD, 2025; Intel, n.d.).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, konfigurasi minimal 4 core/8 thread dapat digunakan sebagai acuan dasar dalam menilai kelayakan prosesor laptop pembelajaran. Contohnya, AMD Ryzen 3 7320U memiliki 4 core dan 8 thread, sedangkan Intel Core i5-1135G7 juga memiliki 4 core dan 8 thread berdasarkan spesifikasi resmi masing-masing produsen (AMD, n.d.; Intel, n.d.).

Tabel 3.25 Perbandingan CPU Berdasarkan 4 Core / 8 Thread

| Kategori | Merk | Contoh Prosesor | Core / Thread | Keterangan untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|---|---|
| Di bawah 4 core/8 thread | Intel | Intel Processor N100 | 4 core / 4 thread | Masih dapat digunakan untuk aktivitas ringan seperti mengetik, membuka browser, dan mengakses LMS. Namun, kurang ideal untuk multitasking, pemrograman dasar, atau penggunaan aplikasi pembelajaran yang lebih berat. Intel mencatat N100 memiliki 4 core dan 4 thread. (Intel) |
| Setara 4 core/ 8 thread | Intel | Intel Core i5-1135G7 | 4 core / 8 thread | Memenuhi ambang dasar 4 core/8 thread. Cukup untuk pembelajaran umum, multitasking ringan, asesmen digital, dan aplikasi produktivitas. (Intel) |
| | AMD | AMD Ryzen 3 7320U | 4 core / 8 thread | Cocok sebagai contoh batas minimal AMD untuk laptop pembelajaran. Memadai untuk aplikasi belajar, dokumen, internet, asesmen digital, dan multitasking ringan. AMD mencatat Ryzen 3 7320U memiliki 4 core, SMT, dan 8 thread. (AMD) |
| | AMD | AMD Ryzen 3 7330U | 4 core / 8 thread | Memenuhi ambang 4 core/8 thread dan cukup baik untuk pembelajaran umum. Lebih layak dibanding prosesor entry-level di bawah 4 core/8 thread. (AMD) |
| | AMD | AMD Ryzen 3 7440U | 4 core / 8 thread | Memenuhi ambang dasar dan berasal dari generasi yang lebih baru. Lebih mendukung penggunaan aplikasi pembelajaran dan multitasking ringan-menengah. (AMD) |

| Kategori | Merk | Contoh Prosesor | Core / Thread | Keterangan untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|---|---|
| Setara 4 core/ 8 thread | AMD | AMD Ryzen 5 7520U | 4 core / 8 thread | Walaupun termasuk Ryzen 5, jumlah core/thread-nya tetap 4/8. Jadi, nama "Ryzen 5" tidak otomatis berarti jumlah core lebih banyak daripada Ryzen 3. (AMD) |
| Di atas 4 core 8 thread<br>Di atas 4 core 8 thread | Intel | Intel Core i3-1215U | 6 core /8 thread | Lebih baik dari sisi jumlah core. Lebih mendukung multitasking, pembelajaran berbasis aplikasi, pemrograman dasar, dan penggunaan perangkat dalam jangka menengah. (Intel) |
| | Intel | Intel Core i5-1335U | 10 core / 12 thread | Lebih kuat untuk aktivitas pembelajaran digital yang beragam, termasuk multitasking, pengolahan data, coding, presentasi, dan multimedia ringan. (Intel) |
| | AMD | AMD Ryzen 5 7530U | 6 core / 12 thread | Lebih direkomendasikan untuk penggunaan jangka menengah karena lebih kuat dalam multitasking, pemrograman dasar, pengolahan data, dan multimedia ringan. (AMD) |

Mengingat variasi model prosesor di pasar sangat luas, spesifikasi 4 core/8 thread dalam kajian ini digunakan sebagai ambang kinerja dasar, bukan sebagai daftar model prosesor tertentu. Konfigurasi tersebut dapat ditemukan pada sejumlah prosesor lintas merek, generasi, dan kelas produk. Dengan demikian, penyajian contoh prosesor dalam tabel bersifat ilustratif, yaitu untuk memberikan gambaran perbandingan antara prosesor yang berada di bawah, setara, dan di atas ambang 4 core/ 8 thread. Pendekatan ini dipilih agar kajian tidak terikat pada satu merek atau satu seri prosesor tertentu, melainkan tetap berorientasi pada kecukupan kinerja perangkat untuk mendukung pembelajaran digital.

## b. Random Access Memory (RAM)

*Random Access Memory* (RAM) merupakan memori sementara yang digunakan komputer untuk menyimpan data aktif ketika sistem operasi dan aplikasi sedang berjalan. RAM membantu prosesor mengakses data secara cepat selama perangkat digunakan. Berbeda dengan SSD yang menyimpan data secara permanen, RAM bersifat volatile, sehingga data yang tersimpan di dalamnya akan hilang ketika perangkat dimatikan atau daya listrik terputus (Kingston Technology, n.d.; Micron, n.d.).

Tabel 3.26 Perbedaan Jenis RAM

| Jenis RAM | Periode Umum Penggunaan | Karakteristik Utama | Keterangan untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|---|
| DDR / DDR1 | Awal 2000-an | Generasi awal DDR SDRAM. Kecepatan dan kapasitasnya masih rendah dibanding generasi setelahnya. | **Tidak direkomendasikan** untuk laptop pembelajaran saat ini karena umumnya hanya ada pada perangkat yang sudah sangat lama. |
| DDR2 | Pertengahan 2000-an | Lebih cepat dan lebih efisien dibanding DDR generasi pertama, tetapi sudah tertinggal jauh dari kebutuhan perangkat modern. | **Tidak direkomendasikan** untuk pengadaan baru karena biasanya hanya ditemukan pada laptop lama. |
| DDR3 / DDR3L | Akhir 2000-an hingga pertengahan 2010-an | Lebih baik dari DDR2. DDR3L merupakan varian rendah daya. DDR3 masih dapat ditemukan pada perangkat lama. | **Kurang direkomendasikan** untuk pengadaan baru. Masih bisa digunakan untuk aktivitas ringan, tetapi menunjukkan perangkat sudah cukup tua. |
| DDR4 | Pertengahan 2010-an hingga sekarang | Masih banyak digunakan. DDR4 menjadi generasi memori yang umum pada banyak laptop beberapa tahun terakhir. | **Masih layak** untuk laptop pembelajaran, terutama jika kapasitasnya minimal 8 GB. Cocok untuk dokumen, internet, LMS, asesmen digital, dan pemrograman dasar. |

| Jenis RAM | Periode Umum Penggunaan | Karakteristik Utama | Keterangan untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|---|
| DDR5 | Sekitar 2021 hingga sekarang | Generasi lebih baru setelah DDR4. DDR5 menawarkan bandwidth lebih tinggi dan efisiensi daya lebih baik. Micron menjelaskan DDR5 dapat memberikan hingga dua kali bandwidth efektif dibanding DDR4, sedangkan Kingston menjelaskan DDR5 bekerja pada 1,1V dibanding DDR4 1,2V sehingga lebih efisien daya. | **Direkomendasikan** untuk perangkat baru karena lebih siap untuk penggunaan jangka menengah dan aktivitas pembelajaran digital yang lebih beragam. |
| LPDDR4 / LPDDR4X | 2010-an hingga sekarang | Jenis RAM hemat daya yang umum digunakan pada laptop tipis, tablet, dan perangkat portabel. | **Masih layak**, terutama untuk laptop yang mengutamakan portabilitas dan daya tahan baterai. Namun, RAM jenis LPDDR sering tertanam pada motherboard, sehingga kapasitasnya perlu dipilih dengan hati-hati sejak awal. |
| LPDDR5 / LPDDR5X | Laptop tipis generasi baru | Varian RAM hemat daya yang lebih baru, dengan performa dan efisiensi lebih baik dibanding LPDDR4/LPDDR4X. | **Direkomendasikan** untuk laptop baru yang tipis dan hemat daya. Namun, karena biasanya tidak mudah di-upgrade, kapasitas awal sebaiknya minimal 16 GB jika memungkinkan. |

## c. Media Penyimpanan Internal

Media penyimpanan internal merupakan komponen pada laptop yang berfungsi menyimpan sistem operasi, aplikasi, dan file pengguna secara permanen. Dalam

konteks laptop pembelajaran, media penyimpanan tidak hanya berkaitan dengan kapasitas file yang dapat disimpan, tetapi juga memengaruhi kecepatan perangkat saat dinyalakan, membuka aplikasi, memuat materi digital, mengakses dokumen, dan menjalankan aktivitas pembelajaran berbasis teknologi. Kingston Technology (n.d.-a) menjelaskan bahwa SSD dapat memberikan waktu booting yang lebih singkat, transfer data yang lebih cepat, serta bandwidth yang lebih tinggi dibandingkan HDD.

Secara umum, media penyimpanan internal pada laptop dapat dibedakan menjadi Hard Disk Drive (HDD) dan Solid State Drive (SSD). Keduanya memiliki fungsi yang sama sebagai tempat penyimpanan data, tetapi berbeda dari sisi teknologi. HDD menggunakan piringan magnetik yang berputar, sedangkan SSD menggunakan memori flash dan tidak memiliki komponen bergerak. Perbedaan teknologi ini membuat SSD memiliki keunggulan dalam kecepatan akses, ketahanan terhadap guncangan, dan responsivitas perangkat dibandingkan HDD (Kingston Technology, n.d.-b).

### 1 Hard Disk Drive (HDD)

Hard Disk Drive (HDD) merupakan media penyimpanan yang bekerja menggunakan komponen mekanis, yaitu piringan magnetik yang berputar dan head baca/tulis untuk mengakses data. Karena masih bergantung pada gerakan mekanis, HDD memiliki keterbatasan dalam kecepatan akses data. Pada beberapa HDD laptop, kecepatan transfer data berada pada kisaran sekitar 140 MB/s, sebagaimana tercantum dalam lembar spesifikasi Seagate BarraCuda 2.5 inch HDD (Seagate, 2019).

Dalam konteks laptop pembelajaran, HDD masih dapat digunakan untuk menyimpan file dalam jumlah besar dengan biaya relatif lebih rendah. Namun, HDD kurang ideal sebagai penyimpanan utama pada laptop murid karena proses menyalakan perangkat, membuka aplikasi, dan mengakses file cenderung lebih lambat dibandingkan SSD. Selain itu, karena memiliki komponen bergerak, HDD juga lebih rentan terhadap dampak mobilitas perangkat, misalnya ketika laptop sering dipindahkan atau dibawa oleh murid.

## 2 Solid State Drive (SSD)

Solid State Drive (SSD) merupakan media penyimpanan yang menggunakan memori flash dan tidak memiliki komponen bergerak. Kingston Technology (n.d.-b) menjelaskan bahwa SSD tidak dipengaruhi oleh keterbatasan bentuk piringan penyimpanan pada SSD dapat diakses dengan kecepatan yang lebih konsisten. SSD juga lebih responsif karena tidak mengalami keterlambatan mekanis seperti HDD.

Dalam laptop pembelajaran, SSD lebih sesuai dijadikan penyimpanan utama karena dapat mempercepat proses menyalakan laptop, membuka aplikasi pembelajaran, mengakses dokumen, dan memuat materi digital. Kecepatan ini penting karena waktu pembelajaran di kelas terbatas, sehingga perangkat yang lambat menyala atau lambat membuka aplikasi dapat mengurangi efektivitas penggunaan teknologi dalam pembelajaran.

SSD sendiri memiliki beberapa jenis berdasarkan bentuk dan antarmuka, antara lain SSD SATA 2,5 inci, M.2 SATA, dan M.2 NVMe. Kingston Technology (n.d.-c) menjelaskan bahwa terdapat dua jenis SSD M.2, yaitu M.2 SATA dan M.2 NVMe. SATA menggunakan antarmuka yang lebih lama, sedangkan NVMe dirancang untuk memori flash modern. Dengan demikian, SSD berbentuk M.2 tidak selalu berarti NVMe karena ada M.2 yang masih menggunakan antarmuka SATA.

Untuk pengadaan laptop pembelajaran baru, SSD M.2 NVMe lebih direkomendasikan dibandingkan HDD atau SSD SATA. NVMe menggunakan jalur PCIe sehingga mampu memberikan transfer data yang lebih tinggi dibandingkan SATA. Kingston Technology (n.d.-d) menjelaskan bahwa NVMe melalui PCIe dapat mentransfer data jauh lebih besar dibandingkan SATA. Namun, untuk kebutuhan murid SMP, NVMe PCIe Gen 3 atau Gen 4 sudah memadai; NVMe PCIe Gen 5 belum perlu dijadikan standar karena lebih relevan untuk kebutuhan komputasi berperforma tinggi.

Tabel 3.27 Perbandingan HDD dan SSD

| Aspek | HDD | SSD |
|---|---|---|
| Teknologi | Menggunakan piringan magnetik dan komponen mekanis | Menggunakan memori flash dan tidak memiliki komponen bergerak |
| Kecepatan akses | Lebih lambat | Lebih cepat dan responsif |
| Ketahanan terhadap guncangan | Lebih rentan karena memiliki komponen bergerak | Lebih tahan karena tidak memiliki komponen bergerak |
| Kesesuaian untuk laptop pembelajaran | Kurang ideal sebagai penyimpanan utama | Lebih direkomendasikan sebagai penyimpanan utama |
| Contoh penggunaan | Penyimpanan tambahan atau arsip | Sistem operasi, aplikasi pembelajaran, dokumen, dan file murid |

Tabel 3.28 Tabel Kecepatan Baca Sequential Umum

| Jenis Storage | Kisaran Kecepatan Baca Sekuensial | Catatan |
|---|---|---|
| HDD | ± 80-160 MB/s | Masih wajar untuk HDD laptop/desktop, tetapi sangat bergantung pada RPM, ukuran file, kondisi drive, dan antarmuka. Cocoknya disebut “kisaran umum”, bukan angka pasti. |
| SSD SATA | ± 450-550 MB/s | Ini masuk akal. Banyak SSD SATA berada di kisaran ini; contoh Kingston A400 mencantumkan read speed hingga 500 MB/s. (Kingston Technology Company) |
| NVMe SSD PCIe Gen 3 | ± 1.500-3.500 MB/s | Umum pada laptop beberapa tahun terakhir. Sudah jauh lebih cepat dari SATA. |

| Jenis Storage | Kisaran Kecepatan Baca Sekuensial | Catatan |
|---|---|---|
| NVMe SSD PCIe Gen 4 | ± 3.500-7.500 MB/s | Umum pada laptop baru kelas menengah ke atas; contoh Samsung 990 PRO mencapai hingga 7.450 MB/s. (Samsung Global Newsroom) |
| NVMe SSD PCIe Gen 5 | ± 7.500-14.500 MB/s | Sangat cepat, tetapi belum perlu jadi standar laptop murid. Contoh Crucial T705 mencantumkan read speed hingga 14.500 MB/s. (assets.micron.com) |

## d. Layar

Layar merupakan salah satu komponen penting pada laptop pembelajaran karena menjadi media utama bagi murid untuk membaca materi, mengakses platform pembelajaran, menulis dokumen, mengerjakan asesmen digital, menonton video pembelajaran, melakukan pemrograman dasar, dan membuat konten sederhana. Kualitas layar tidak hanya ditentukan oleh ukuran dan resolusi, tetapi juga oleh jenis panel yang digunakan. Jenis panel memengaruhi akurasi warna, sudut pandang, tingkat kecerahan, kontras, respons gerak, kenyamanan mata, serta kesesuaian layar untuk berbagai aktivitas belajar.

Secara umum, layar laptop modern dapat menggunakan beberapa teknologi panel, antara lain **TN (*Twisted Nematic*)**, **IPS (*In-Plane Switching*)**, **OLED (*Organic Light Emitting Diode*)**, serta teknologi pengembangan terbaru seperti **Mini LED** dan **QD-OLED**. ViewSonic menjelaskan bahwa IPS merupakan salah satu dari beberapa jenis panel utama pada monitor, bersama TN, VA, dan OLED, dan jenis panel berpengaruh langsung terhadap tampilan, respons, serta kesesuaian layar untuk berbagai kebutuhan pengguna (ViewSonic, 2025). RTINGS juga menjelaskan bahwa monitor modern umumnya dapat dikelompokkan ke dalam panel OLED atau LED-backlit LCD, dan setiap jenis panel memiliki kekuatan serta kelemahan masing-masing terhadap kualitas gambar dan performa gerak (Di Giovanni, 2026).

## 1 TN atau Twisted Nematic

TN (Twisted Nematic) merupakan salah satu teknologi panel LCD yang sudah lama digunakan pada monitor dan laptop. Panel TN dikenal memiliki waktu respons yang cepat dan biaya produksi yang relatif lebih rendah. Karena itu, panel TN banyak digunakan pada perangkat yang mengutamakan harga terjangkau atau respons cepat. Namun, kelemahan utama TN terdapat pada sudut pandang dan konsistensi warna. Jika layar dilihat dari samping, atas, atau bawah, warna dan kontras dapat berubah cukup jelas.

Dalam konteks laptop pembelajaran, panel TN masih dapat digunakan untuk aktivitas dasar seperti mengetik, membaca dokumen, dan mengakses aplikasi pembelajaran. Namun, panel ini kurang ideal jika perangkat sering digunakan untuk menonton video pembelajaran bersama, diskusi kelompok, presentasi kecil, pengolahan gambar, atau aktivitas yang membutuhkan tampilan warna lebih stabil. ViewSonic (2025) menjelaskan bahwa TN cenderung lebih cepat dan lebih murah, tetapi IPS lebih unggul dalam konsistensi warna dan sudut pandang.

## 2 IPS atau In-Plane Switching

IPS (In-Plane Switching) merupakan panel LCD yang dirancang untuk menghasilkan sudut pandang lebih luas dan warna yang lebih konsisten dibandingkan TN. Pada panel IPS, tampilan layar tetap relatif stabil meskipun dilihat dari sudut yang berbeda. Hal ini penting untuk pembelajaran karena murid tidak selalu melihat layar dari posisi lurus sempurna, terutama saat bekerja berkelompok, berdiskusi, atau menggunakan laptop untuk presentasi sederhana.

Untuk laptop pembelajaran, IPS lebih direkomendasikan dibanding TN karena memberikan pengalaman visual yang lebih nyaman dan konsisten. ViewSonic (2025) menjelaskan bahwa IPS memiliki keunggulan pada akurasi warna, sudut pandang yang luas, dan konsistensi tampilan. Namun, IPS umumnya memiliki harga lebih tinggi dibanding TN dan kontrasnya biasanya tidak setinggi VA atau OLED. Dengan mempertimbangkan

keseimbangan antara kualitas visual, harga, dan ketersediaan perangkat, panel IPS dapat menjadi pilihan paling realistis untuk laptop pembelajaran murid.

### 3 OLED atau Organic Light Emitting Diode

OLED (Organic Light Emitting Diode) merupakan teknologi layar yang bersifat self-emissive, artinya setiap piksel dapat menghasilkan cahayanya sendiri tanpa membutuhkan lampu latar terpisah. LG Display menjelaskan bahwa OLED adalah teknologi layar yang dapat memancarkan cahaya sendiri, sehingga berbeda dari LCD yang membutuhkan backlight (LG Display, n.d.). Karena setiap piksel dapat menyala dan mati secara mandiri, OLED mampu menghasilkan warna hitam yang lebih pekat, kontras yang sangat tinggi, dan tampilan visual yang lebih kaya.

Dalam konteks pembelajaran, OLED memberikan kualitas visual yang sangat baik, terutama untuk konten multimedia, desain visual, video pembelajaran, dan materi dengan banyak gambar. Namun, OLED belum tentu menjadi pilihan utama untuk laptop murid secara massal karena harganya relatif lebih tinggi dan terdapat risiko burn-in apabila layar menampilkan elemen statis dalam waktu sangat lama, seperti taskbar, logo, atau tampilan aplikasi yang tidak berubah. RTINGS menjelaskan bahwa OLED memiliki keunggulan dalam kualitas gambar dan performa gerak, tetapi memiliki beberapa pertimbangan seperti harga yang lebih tinggi dan risiko burn-in pada penggunaan tertentu (Di Giovanni, 2026).

### 4 Mini LED

Mini LED bukan jenis panel yang sepenuhnya berbeda seperti OLED, melainkan teknologi backlight yang digunakan pada layar LCD. Pada layar Mini LED, lampu latar dibuat dalam ukuran lebih kecil dan jumlah yang lebih banyak dibanding LED biasa. Dengan jumlah lampu latar yang lebih banyak, layar dapat mengatur pencahayaan area tertentu secara lebih presisi melalui teknik local dimming. Hasilnya, layar Mini LED dapat menghasilkan kecerahan tinggi dan kontras yang lebih baik dibanding LCD LED biasa.

Mini LED cocok untuk perangkat yang membutuhkan layar terang, misalnya digunakan di ruang kelas yang pencahayaannya kuat atau untuk menampilkan konten visual dengan rentang terang-gelap yang lebar. Namun, untuk laptop pembelajaran murid, Mini LED biasanya berada pada perangkat kelas lebih tinggi sehingga belum perlu dijadikan standar minimal. RTINGS menjelaskan bahwa layar LED yang cerah, terutama dengan Mini LED backlighting, dapat lebih cocok untuk ruangan terang dibanding OLED pada beberapa konteks penggunaan (Di Giovanni, 2026).

## 5 QD-OLED atau Quantum Dot OLED

QD-OLED (Quantum Dot OLED) merupakan pengembangan teknologi OLED yang menggabungkan piksel OLED dengan lapisan quantum dot. Samsung Display menjelaskan bahwa QD-OLED merupakan layar self-luminous yang terdiri atas lapisan TFT, sumber cahaya, dan lapisan quantum dot untuk menghasilkan warna menggunakan cahaya dari sumber tersebut. QD-OLED menggunakan cahaya biru sebagai sumber cahaya, kemudian quantum dot membantu menghasilkan warna merah dan hijau dengan kemurnian warna tinggi (Samsung Display, n.d.).

Keunggulan QD-OLED terdapat pada warna yang luas, kontras tinggi, sudut pandang baik, dan kualitas gambar yang sangat kaya. Samsung Display juga menjelaskan bahwa QD-OLED tidak membutuhkan backlight seperti LCD dan dapat mengatur cahaya pada setiap piksel, sehingga mampu menghasilkan warna hitam yang lebih dalam dan rasio kontras tinggi (Samsung Display, n.d.). Namun, dalam konteks laptop pembelajaran murid, QD-OLED belum menjadi kebutuhan utama karena umumnya berada pada perangkat premium. Teknologi ini lebih relevan untuk kebutuhan visual tingkat tinggi, desain grafis, produksi konten, multimedia profesional, atau perangkat kelas atas.

Tabel 3.29 Tabel Perbandingan Teknologi Panel Layar

| Jenis Panel | Karakteristik Utama | Keterangan untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|
| TN | Panel LCD lama dengan respons cepat dan biaya relatif rendah | Dapat digunakan untuk kebutuhan dasar, tetapi kurang ideal untuk pembelajaran visual dan kerja kelompok |
| IPS | Panel LCD dengan sudut pandang luas dan warna lebih stabil | Direkomendasikan sebagai pilihan realistis untuk laptop pembelajaran |
| OLED | Setiap piksel menghasilkan cahaya sendiri tanpa backlight | Sangat baik secara visual, tetapi belum perlu menjadi standar minimal |
| Mini LED | LCD dengan backlight LED berukuran sangat kecil dan local dimming | Baik untuk layar berkualitas tinggi, tetapi belum perlu menjadi standar laptop murid |
| QD-OLED | OLED dengan lapisan quantum dot untuk warna lebih luas dan cerah | Relevan untuk kebutuhan visual tingkat tinggi, bukan standar minimal laptop pembelajaran |

Berdasarkan kebutuhan pembelajaran murid, layar laptop sebaiknya tidak hanya dinilai dari ukuran dan resolusi, tetapi juga dari teknologi panel yang digunakan. Panel IPS dapat menjadi pilihan yang lebih seimbang untuk laptop pembelajaran karena memiliki sudut pandang lebih luas dan warna yang lebih konsisten dibandingkan TN. Panel TN masih dapat digunakan untuk kebutuhan dasar, tetapi kurang ideal untuk aktivitas pembelajaran yang melibatkan visual, kerja kelompok, atau presentasi. Sementara itu, OLED, Mini LED, dan QD-OLED menawarkan kualitas tampilan yang lebih tinggi, tetapi umumnya berada pada perangkat kelas premium sehingga belum perlu dijadikan standar minimal. Untuk pengadaan laptop pembelajaran murid, spesifikasi layar yang lebih realistis adalah minimal panel IPS atau setara, dengan resolusi Full HD (1920 × 1080) agar tampilan teks, gambar, dan aplikasi pembelajaran lebih nyaman digunakan.

## e. Kamera

Kamera terintegrasi atau built-in webcam merupakan komponen laptop yang berfungsi menangkap gambar/video untuk komunikasi visual, dokumentasi kegiatan, pembelajaran jarak jauh, konferensi video, presentasi daring, asesmen

lisan, maupun pembuatan konten sederhana. Dalam konteks laptop pembelajaran, kamera menjadi penting karena aktivitas belajar tidak selalu berlangsung secara tatap muka penuh, murid juga dapat mengikuti kelas daring, melakukan konsultasi, presentasi proyek, wawancara, refleksi video, atau kolaborasi jarak jauh.

Kualitas kamera laptop biasanya dipengaruhi oleh beberapa aspek, seperti resolusi video, *frame rate*, kemampuan menangkap cahaya, autofocus atau *fixed focus*, kualitas mikrofon, serta fitur privasi seperti *privacy shutter*. Dukungan kamera beresolusi lebih tinggi juga terlihat pada platform konferensi video yang umum digunakan dalam pembelajaran. Google Meet mendukung resolusi 1080p untuk rapat kelompok di web apabila perangkat memiliki kamera 1080p dan daya komputasi yang memadai (Google Workspace Updates, 2023). Zoom mencantumkan kebutuhan video 720p HD dan 1080p Full HD dalam dukungan teknisnya, sedangkan Microsoft Teams mengoptimalkan kualitas media hingga 1080p dan 30 fps apabila bandwidth mencukupi (Microsoft Learn, 2025; Zoom Support, n.d.). Oleh karena itu, kamera 720p dapat dipandang sebagai batas minimal.

Tabel 3.30 Kategori Kamera Laptop

| Kategori | Spesifikasi Umum | Keterangan untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|
| VGA / 480p | Resolusi rendah | Kurang direkomendasikan karena gambar cenderung kurang tajam. Masih dapat digunakan untuk video dasar, tetapi kurang ideal untuk presentasi, asesmen lisan, atau pembelajaran daring. |
| HD / 720p | 1280 × 720 piksel | Masih cukup untuk kebutuhan dasar seperti video conference, konsultasi daring, dan komunikasi visual sederhana. Namun, kualitas gambar dapat menurun pada pencahayaan kurang baik. |

| Kategori | Spesifikasi Umum | Keterangan untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|
| Full HD / 1080p | 1920 × 1080 piksel | Lebih direkomendasikan untuk laptop pembelajaran karena gambar lebih jelas, terutama untuk presentasi daring, asesmen lisan, pembuatan konten pembelajaran, dan dokumentasi proyek murid. Google Meet mendukung 1080p jika perangkat memiliki kamera 1080p dan daya komputasi yang memadai (Google Workspace Updates, 2023). |
| 2K / QHD | Sekitar 2560 × 1440 piksel | Kualitas lebih tinggi, tetapi belum perlu menjadi standar untuk laptop murid. Lebih relevan untuk kebutuhan konten visual atau pertemuan daring dengan kualitas tinggi. |
| 4K / UHD | 3840 × 2160 piksel | Umumnya belum diperlukan untuk laptop pembelajaran murid. Lebih sesuai untuk produksi konten profesional, streaming, atau kebutuhan visual tingkat tinggi. |

Tabel 3.31 Aspek Kamera Laptop yang Perlu Diperhatikan

| Aspek | Keterangan | Relevansi untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|
| Resolusi kamera | Menunjukkan ketajaman gambar, misalnya 720p atau 1080p. | Minimal 720p masih dapat digunakan, tetapi 1080p lebih baik untuk pembelajaran daring dan presentasi murid. |
| Frame rate | Menunjukkan jumlah gambar per detik, umumnya 30 fps. | 30 fps sudah cukup untuk video conference dan presentasi pembelajaran. |
| Low-light performance | Kemampuan kamera menangkap gambar pada kondisi cahaya kurang. | Penting karena ruang kelas atau rumah murid tidak selalu memiliki pencahayaan ideal. |

| Aspek | Keterangan | Relevansi untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|
| Autofocus / fixed focus | Autofocus menyesuaikan fokus secara otomatis; fixed focus memiliki fokus tetap. | Autofocus lebih baik untuk presentasi atau jika murid bergerak, tetapi fixed focus masih cukup untuk video conference biasa. |
| Mikrofon terintegrasi | Mikrofon bawaan untuk menangkap suara. | Penting untuk kelas daring, presentasi, asesmen lisan, dan diskusi kelompok. |
| Noise reduction | Fitur untuk mengurangi gangguan suara sekitar. | Berguna di lingkungan kelas atau rumah yang tidak selalu sunyi. |
| Privacy shutter | Penutup fisik kamera. | Baik untuk keamanan dan privasi murid. Logitech, misalnya, mencantumkan detachable privacy screen pada webcam bisnis C920e sebagai fitur privasi perangkat kamera (Logitech, n.d.). |

Untuk laptop pembelajaran murid, kamera minimal HD 720p masih dapat diterima untuk kebutuhan komunikasi visual dasar. Namun, kamera Full HD 1080p lebih direkomendasikan karena memberikan gambar yang lebih jelas untuk pembelajaran daring, presentasi proyek, dokumentasi kegiatan, asesmen lisan, dan pembuatan konten sederhana. Kamera 2K atau 4K belum perlu dijadikan standar karena kebutuhan tersebut umumnya berada di luar penggunaan utama murid SMP.

Selain resolusi, perlu diperhatikan juga keberadaan mikrofon terintegrasi, kemampuan menangkap gambar dalam pencahayaan ruang kelas, serta fitur privasi. Dengan demikian, kamera laptop pembelajaran sebaiknya tidak hanya dinilai dari angka megapiksel atau resolusi, tetapi juga dari kesesuaiannya dengan aktivitas belajar yang membutuhkan komunikasi visual yang jelas, aman, dan nyaman.

Tabel 3.32 Rumusan Spesifikasi Kamera Laptop

| Komponen | Batas Minimal | Rekomendasi |
|---|---|---|
| Kamera | HD 720p | Full HD 1080p |
| Frame rate | 30 fps | 30 fps atau lebih |
| Mikrofon | Mikrofon terintegrasi | Mikrofon terintegrasi dengan noise reduction |
| Privasi | - | Privacy shutter atau indikator kamera aktif |
| Kebutuhan tambahan | Cukup untuk video conference dasar | Lebih baik untuk presentasi, asesmen lisan, dokumentasi proyek, dan konten pembelajaran sederhana |

## f. Audio

Audio merupakan komponen pendukung penting pada laptop pembelajaran karena berperan dalam komunikasi, pemahaman materi, dan produksi konten sederhana. Audio pada laptop umumnya terdiri atas speaker terintegrasi untuk keluaran suara dan mikrofon terintegrasi untuk menangkap suara pengguna. Dalam kegiatan belajar, keduanya dibutuhkan untuk mengikuti pembelajaran daring, mendengarkan video pembelajaran, berdiskusi melalui konferensi video, melakukan presentasi, merekam narasi, serta mengikuti asesmen lisan.

Kebutuhan audio juga terlihat pada platform konferensi video yang umum digunakan dalam pembelajaran. Zoom mencantumkan bahwa perangkat memerlukan speaker dan mikrofon, baik bawaan, USB, maupun nirkabel, untuk menjalankan pertemuan daring (Zoom Support, n.d.). Microsoft Teams juga menempatkan audio sebagai komponen penting; ketika bandwidth terbatas, Teams memprioritaskan kualitas audio dibandingkan video agar komunikasi tetap berjalan (Microsoft Learn, 2024). Dengan demikian, kualitas audio perlu diperhatikan karena pembelajaran digital tidak hanya bergantung pada tampilan visual, tetapi juga pada kejelasan suara yang diterima dan dikirim oleh perangkat.

## 1 Speaker Terintegrasi

Speaker terintegrasi berfungsi menghasilkan suara dari laptop, seperti suara guru dalam *video conference*, audio video pembelajaran, instruksi aplikasi, simulasi interaktif, atau materi multimedia. Untuk laptop pembelajaran, speaker bawaan sebaiknya mampu menghasilkan suara yang cukup jelas untuk penggunaan individu atau kelompok kecil. Speaker yang terlalu kecil, cempreng, atau volumenya rendah dapat mengurangi kenyamanan murid saat mendengarkan materi.

Namun, speaker laptop tidak perlu diposisikan sebagai spesifikasi utama yang terlalu tinggi. Untuk kebutuhan murid, speaker stereo bawaan sudah memadai selama suaranya jelas dan volumenya cukup. Pada kondisi kelas yang bising atau ketika digunakan bersama banyak murid, perangkat tambahan seperti headset, speaker eksternal, atau perangkat audio kelas dapat digunakan sesuai kebutuhan.

## 2 Mikrofon Terintegrasi

Mikrofon terintegrasi berfungsi menangkap suara pengguna saat mengikuti konferensi video, presentasi daring, rekaman narasi, wawancara, atau asesmen lisan. Dalam konteks pembelajaran, mikrofon yang baik membantu suara murid terdengar lebih jelas, terutama ketika mereka menjawab pertanyaan, menyampaikan presentasi, berdiskusi, atau membuat rekaman tugas.

Untuk laptop pembelajaran, mikrofon bawaan minimal harus dapat menangkap suara dengan jelas pada jarak penggunaan normal. Mikrofon dengan konfigurasi dual-array microphone lebih baik karena dapat membantu menangkap suara secara lebih terarah dan mendukung pengurangan suara latar. Beberapa laptop bisnis, misalnya ThinkPad, mencantumkan penggunaan dual-array noise-cancelling far-field microphones untuk meningkatkan kejernihan suara saat panggilan atau menonton video (Lenovo, n.d.).

### 3 *Noise Reduction* dan *Noise Cancellation*

Fitur *noise reduction* atau *noise cancellation* berfungsi mengurangi suara latar yang mengganggu, seperti suara kipas, kendaraan, percakapan sekitar, atau kebisingan kelas. Fitur ini penting karena lingkungan belajar murid tidak selalu sunyi. murid dapat mengikuti pembelajaran daring dari rumah, ruang kelas, perpustakaan, atau area lain dengan kondisi suara yang bervariasi.

Dalam pembelajaran, kejelasan suara lebih penting daripada sekadar volume yang keras. Suara yang jelas membantu murid memahami instruksi, mengikuti diskusi, dan menyampaikan gagasan tanpa harus mengulang berkali-kali. Karena itu, fitur mikrofon dengan *noise reduction* dapat menjadi nilai tambah, terutama jika laptop digunakan untuk konferensi video, presentasi, dan asesmen lisan.

Tabel 3.33 Aspek Audio Laptop Pembelajaran

| Aspek Audio | Fungsi | Batas Minimal | Rekomendasi untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|---|
| Speaker | Mengeluarkan suara dari video pembelajaran, konferensi video, aplikasi, dan materi multimedia | Speaker bawaan | Speaker stereo bawaan dengan suara jelas dan volume cukup |
| Mikrofon | Menangkap suara murid saat diskusi, presentasi, konferensi video, atau asesmen lisan | Mikrofon bawaan | Dual-array microphone atau mikrofon dengan kemampuan menangkap suara lebih jelas |
| Noise reduction / noise cancellation | Mengurangi suara latar yang mengganggu | Tidak wajib, tetapi membantu | Direkomendasikan sebagai nilai tambah, terutama untuk kelas daring dan presentasi |
| Port audio / konektivitas headset | Menghubungkan headset atau perangkat audio tambahan | Port audio 3,5 mm atau dukungan Bluetooth | Dukungan headset kabel atau nirkabel agar fleksibel digunakan di kelas |

| Aspek Audio | Fungsi | Batas Minimal | Rekomendasi untuk Laptop Pembelajaran |
|---|---|---|---|
| Kualitas audio untuk konferensi video | Mendukung komunikasi dua arah | Speaker dan mikrofon berfungsi baik | Speaker, mikrofon, dan koneksi stabil agar komunikasi pembelajaran berjalan jelas |

Tabel 3.34 Rumusan Spesifikasi Audio Laptop Pembelajaran

| Komponen | Batas Minimal | Rekomendasi |
|---|---|---|
| Speaker | Speaker terintegrasi | Speaker stereo terintegrasi |
| Mikrofon | Mikrofon terintegrasi | Dual-array microphone |
| Pengolahan suara | - | Noise reduction/noise cancellation |
| Headset | Mendukung headset kabel atau nirkabel | Port audio 3,5 mm dan/atau Bluetooth |
| Kebutuhan pembelajaran | Cukup untuk video conference dasar | Mendukung diskusi, presentasi, asesmen lisan, dan rekaman narasi sederhana |

Audio pada laptop pembelajaran mencakup speaker dan mikrofon terintegrasi yang berfungsi mendukung komunikasi, pemahaman materi, dan produksi konten sederhana. Speaker diperlukan untuk mendengarkan penjelasan, video pembelajaran, instruksi aplikasi, dan diskusi daring, sedangkan mikrofon diperlukan untuk menangkap suara murid saat presentasi, konferensi video, asesmen lisan, atau rekaman narasi. Platform konferensi video seperti Zoom mensyaratkan ketersediaan speaker dan mikrofon, sementara Microsoft Teams memprioritaskan kualitas audio ketika bandwidth terbatas agar komunikasi tetap dapat berlangsung (Microsoft Learn, 2024; Zoom Support, n.d.). Oleh karena itu, laptop pembelajaran sebaiknya memiliki speaker dan mikrofon terintegrasi yang jelas, dengan nilai tambah berupa dual-array microphone, noise reduction/noise cancellation, serta dukungan headset kabel atau nirkabel.

### 3.4.4. KEBUTUHAN KONEKTIVITAS DAN KOMPATIBILITAS

Konektivitas dan kompatibilitas merupakan aspek penting dalam spesifikasi laptop pembelajaran karena perangkat tidak bekerja secara mandiri, tetapi terhubung

dengan jaringan internet, perangkat tambahan, media presentasi, serta ekosistem pembelajaran digital di sekolah. Laptop murid perlu mendukung akses internet yang stabil, koneksi ke perangkat audio nirkabel, pemindahan data, proyeksi tampilan ke layar eksternal, serta sambungan jaringan kabel ketika diperlukan.

Dalam konteks pembelajaran digital, konektivitas tidak hanya berkaitan dengan "bisa terhubung", tetapi juga dengan kestabilan, kecepatan, fleksibilitas, dan kesesuaian perangkat dengan infrastruktur sekolah. Oleh karena itu, spesifikasi laptop pembelajaran perlu memperhatikan dukungan **Wi-Fi, Bluetooth, USB, HDMI, dan LAN/Ethernet.**

## a. Wi-Fi

Wi-Fi merupakan teknologi jaringan nirkabel yang digunakan laptop untuk terhubung ke internet dan jaringan lokal tanpa kabel. Dalam pembelajaran, Wi-Fi diperlukan untuk mengakses LMS, platform pembelajaran, sumber belajar digital, asesmen daring, konferensi video, penyimpanan awan, serta kolaborasi berbasis internet.

Untuk laptop pembelajaran, dukungan Wi-Fi perlu disesuaikan dengan perkembangan standar jaringan nirkabel. Wi-Fi 5 masih dapat digunakan untuk kebutuhan dasar, tetapi Wi-Fi 6 lebih direkomendasikan karena dirancang untuk mendukung efisiensi jaringan yang lebih baik, terutama ketika banyak perangkat terhubung secara bersamaan. Wi-Fi 6E dan Wi-Fi 7 menambahkan dukungan pada pita 6 GHz, tetapi penerapannya bergantung pada ketersediaan router dan regulasi spektrum di masing-masing wilayah. Sertifikasi Wi-Fi Alliance menunjukkan bahwa perangkat Wi-Fi modern dapat mendukung pita 2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz, termasuk Wi-Fi Certified 6 dan Wi-Fi Certified 7 pada perangkat tertentu (Wi-Fi Alliance, 2025).

Untuk kebutuhan sekolah, rumusan yang aman adalah **minimal Wi-Fi 5**, dengan rekomendasi **Wi-Fi 6 atau lebih baru**. Wi-Fi 6 lebih realistis sebagai rekomendasi karena sudah banyak tersedia pada laptop baru dan lebih relevan untuk ruang kelas dengan banyak perangkat.

## b. Bluetooth

Bluetooth merupakan teknologi komunikasi nirkabel jarak dekat yang digunakan untuk menghubungkan laptop dengan perangkat tambahan, seperti headset, speaker, mouse, keyboard, stylus, atau perangkat pendukung pembelajaran lainnya. Dalam konteks laptop pembelajaran, Bluetooth mendukung mobilitas dan fleksibilitas penggunaan perangkat, terutama ketika murid atau guru menggunakan headset nirkabel untuk konferensi video, presentasi, atau rekaman suara.

Dukungan Bluetooth juga relevan dengan kebutuhan audio pembelajaran. Zoom, misalnya, mencantumkan bahwa perangkat dapat menggunakan speaker dan mikrofon bawaan, USB, maupun Bluetooth untuk mengikuti pertemuan daring (Zoom Support, n.d.). Zoom juga menjelaskan bahwa pengguna laptop dapat menggunakan headset USB atau Bluetooth sebagai pilihan perangkat audio (Zoom Support, n.d.).

Untuk laptop pembelajaran, **Bluetooth 5.0 atau lebih baru** dapat digunakan sebagai batas minimal yang aman. Bluetooth 5.3 atau 5.4 dapat menjadi nilai tambah, tetapi tidak perlu dijadikan standar wajib karena kebutuhan utama murid umumnya masih berkaitan dengan koneksi headset, mouse, keyboard, dan perangkat audio.

## c. USB

USB merupakan antarmuka penting untuk menghubungkan laptop dengan perangkat eksternal, seperti flash drive, mouse, keyboard, printer, kamera eksternal, scanner, hard disk eksternal, proyektor melalui adaptor, atau perangkat praktik pembelajaran. Karena perangkat pembelajaran di sekolah sangat beragam, jumlah dan jenis port USB perlu menjadi perhatian.

USB memiliki beberapa jenis konektor dan tingkat kecepatan. **USB-A** masih banyak digunakan pada perangkat lama dan periferal sekolah, sedangkan **USB-C** semakin umum pada laptop baru karena bentuknya kecil, dapat dipasang bolak-balik, dan pada perangkat tertentu dapat mendukung data, pengisian daya, serta keluaran video. USB Implementers Forum menjelaskan bahwa spesifikasi USB 3.2 mengenali tiga tingkat transfer data, yaitu 5 Gbps, 10 Gbps, dan 20 Gbps (USB *Implementers*

*Forum*, n.d.). USB-IF juga menjelaskan bahwa USB4 dan USB 3.2 secara bersama mengidentifikasi beberapa tingkat transfer data, seperti 5 Gbps, 10 Gbps, 20 Gbps, 40 Gbps, dan 80 Gbps (USB Implementers Forum, 2024).

Untuk laptop pembelajaran, kebutuhan yang lebih realistis adalah memiliki kombinasi **USB-A dan USB-C**. USB-A penting untuk kompatibilitas dengan perangkat sekolah yang sudah ada, sedangkan USB-C penting untuk perangkat baru dan fleksibilitas penggunaan jangka menengah.

### d. HDMI

HDMI merupakan antarmuka audio-video yang digunakan untuk menghubungkan laptop ke layar eksternal, proyektor, televisi, atau perangkat display lain. Dalam pembelajaran, HDMI sangat penting untuk presentasi, demonstrasi materi, berbagi tampilan ke layar kelas, menampilkan video pembelajaran, atau menghubungkan laptop ke papan interaktif digital dan monitor eksternal.

HDMI masih relevan karena banyak proyektor, televisi, dan display sekolah menggunakan port HDMI sebagai koneksi utama. HDMI Forum menjelaskan bahwa HDMI 2.1 mendukung bandwidth 48 Gbps dan fitur untuk resolusi serta refresh rate tinggi seperti 4K120 dan 8K60 (HDMI Forum, 2017). Namun, untuk laptop pembelajaran murid, kebutuhan utama bukanlah 8K atau refresh rate tinggi, melainkan kemampuan menampilkan materi pembelajaran secara stabil ke layar eksternal.

Untuk laptop pembelajaran, **HDMI standar** sudah cukup sebagai batas minimal. Jika perangkat sudah menggunakan USB-C dengan dukungan display output, hal itu dapat menjadi nilai tambah, tetapi HDMI tetap penting karena lebih langsung kompatibel dengan banyak perangkat display di sekolah.

### e. LAN

LAN/Ethernet tetap relevan untuk kondisi tertentu, misalnya ketika sekolah membutuhkan koneksi internet kabel yang lebih stabil untuk asesmen daring, instalasi sistem, konfigurasi jaringan, atau pembelajaran jaringan komputer. Namun, port LAN/RJ45 bawaan tidak perlu dijadikan syarat utama karena pada laptop modern, khususnya laptop yang tipis dan ringan, port Ethernet semakin jarang tersedia. Untuk menjaga fleksibilitas spesifikasi, dukungan LAN dapat dipenuhi melalui adaptor USB-to-Ethernet, baik berbasis USB-A maupun USB-C.

Dengan demikian, dalam spesifikasi laptop pembelajaran, LAN/Ethernet lebih tepat ditempatkan sebagai dukungan kompatibilitas tambahan, bukan sebagai komponen wajib bawaan. Pendekatan ini membuat spesifikasi tetap realistis terhadap ketersediaan laptop modern, tidak membatasi pilihan perangkat, dan tetap memungkinkan koneksi kabel ketika dibutuhkan.

Tabel 3.35 Rekomendasi Konektivitas Laptop Pembelajaran

| Komponen | Fungsi dalam Pembelajaran | Batas Minimal | Rekomendasi Ideal |
|---|---|---|---|
| Wi-Fi | Akses internet, LMS, asesmen daring, konferensi video, sumber belajar digital | Wi-Fi 5 | Wi-Fi 6 atau lebih baru |
| Bluetooth | Koneksi headset, speaker, mouse, keyboard, dan perangkat nirkabel lain | Bluetooth 5.0 | Bluetooth 5.2/5.3 atau lebih baru |
| USB | Menghubungkan flash drive, mouse, keyboard, printer, kamera, scanner, dan perangkat eksternal | Tersedia USB-A atau USB-C | Kombinasi USB-A dan USB-C |
| HDMI | Menghubungkan laptop ke proyektor, TV, monitor, IFP/PID, atau layar eksternal | HDMI tersedia atau dukungan display output melalui USB-C | HDMI bawaan lebih praktis; USB-C display output dapat menjadi alternatif |
| LAN/Ethernet | Koneksi kabel yang stabil untuk kondisi tertentu | Tidak wajib tersedia sebagai port bawaan | Mendukung koneksi LAN melalui adaptor USB-to-Ethernet; port RJ45 bawaan menjadi nilai tambah |

*"When schools tell students to put technology away, it's like asking a doctor to save a life with one hand behind his back."*

*"Ketika sekolah meminta siswa untuk menyingkirkan perangkat teknologi mereka, hal itu ibarat meminta dokter menyelamatkan nyawa dengan satu tangan di belakang punggung."*

**Matt Miller**

# 04

# REKOMENDASI DAN ARAH KEBIJAKAN



# 4.1 PRINSIP PENYEDIAAN LAPTOP/PC PEMBELAJARAN MURID SMP



Penyediaan laptop atau PC pembelajaran murid SMP perlu dipahami sebagai bagian dari strategi penguatan pembelajaran digital, bukan sekadar pemenuhan inventaris perangkat. Perangkat digital hanya akan memberi manfaat apabila digunakan untuk mendukung aktivitas belajar yang jelas, dikelola secara tertib, serta sesuai dengan kondisi satuan pendidikan. Oleh karena itu, prinsip penyediaan perangkat perlu berangkat dari kebutuhan belajar murid, kesiapan sekolah, dan keberlanjutan pemanfaatan.

**Prinsip pertama adalah berorientasi pada kebutuhan belajar murid.**

Laptop atau PC perlu disediakan untuk mendukung kegiatan belajar yang bermakna, seperti mengakses sumber belajar, mengolah informasi, mengikuti asesmen digital, berkolaborasi, dan menghasilkan karya. UNESCO (2023) menegaskan bahwa penggunaan teknologi pendidikan perlu memprioritaskan kepentingan peserta didik, kesesuaian konteks, keadilan akses, bukti pemanfaatan, dan keberlanjutan. Dengan demikian, perangkat tidak ditempatkan sebagai tujuan akhir, tetapi sebagai sarana untuk memperkuat proses belajar.

**Prinsip kedua adalah mendukung pembelajaran lintas mata pelajaran.**

Perangkat murid SMP tidak hanya relevan untuk Informatika, Koding, atau Kecerdasan Artifisial, tetapi juga untuk IPA, IPS, Matematika, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Seni Budaya, Pendidikan Pancasila, dan mata pelajaran lain. Dalam konteks ini, laptop atau PC perlu dipahami sebagai perangkat belajar umum yang dapat digunakan untuk membaca, menulis, menghitung, mengeksplorasi, memvisualisasikan, menyajikan, dan mengomunikasikan hasil belajar.

**Prinsip ketiga adalah memberi kesempatan akses yang adil bagi murid.**

Pemerataan akses tidak selalu berarti setiap murid langsung memiliki satu perangkat secara individual. Pemerataan dapat diwujudkan melalui jadwal penggunaan, pembelajaran berpasangan, kerja kelompok, rotasi kelas, atau stasiun belajar. Prinsip utamanya adalah setiap murid memperoleh kesempatan menggunakan perangkat dalam kegiatan yang relevan dengan tujuan pembelajaran.

**Prinsip keempat adalah selaras dengan kesiapan infrastruktur sekolah.**

Penyediaan laptop atau PC perlu disertai kesiapan listrik, konektivitas, ruang penyimpanan, pengisian daya, keamanan, dan dukungan teknis. OECD (2015) menunjukkan bahwa hubungan antara penggunaan teknologi dan hasil belajar tidak bersifat langsung. Manfaat perangkat sangat bergantung pada cara penggunaan, rancangan pembelajaran, serta dukungan lingkungan sekolah. Karena itu, penyediaan perangkat perlu dibaca bersama kesiapan ekosistem sekolah.

**Prinsip kelima adalah mudah dikelola dan digunakan secara berkelanjutan.**

Perangkat murid SMP berpotensi digunakan secara bergantian oleh beberapa kelas atau kelompok belajar. Sekolah perlu menyiapkan mekanisme peminjaman, pencatatan penggunaan, penyimpanan, perawatan, pembaruan sistem, dan pelaporan kerusakan. World Bank (2020) menempatkan teknologi pendidikan sebagai bagian dari ekosistem yang melibatkan murid, guru, sekolah, infrastruktur, konten, data, dan tata kelola. Dengan demikian, keberhasilan penyediaan perangkat tidak hanya ditentukan oleh jumlah perangkat, tetapi juga oleh kemampuan sekolah mengelolanya.

**Prinsip keenam adalah aman bagi murid dan lingkungan sekolah.**

Keamanan mencakup keamanan fisik perangkat, keamanan akun, perlindungan data, pengaturan akses, dan penggunaan yang sesuai dengan tujuan pendidikan. Perangkat yang digunakan bersama perlu memiliki pengaturan akun, prosedur keluar dari akun pribadi, pembatasan akses yang tidak relevan, serta aturan penggunaan yang dipahami oleh guru dan murid. Prinsip ini penting agar pembelajaran digital tetap mendukung keselamatan, privasi, dan tanggung jawab digital murid.

**Prinsip ketujuh adalah mendorong literasi digital.**

Murid tidak cukup hanya mampu membuka aplikasi atau mengerjakan tugas digital. Mereka perlu belajar mencari informasi, mengevaluasi sumber, berkolaborasi, membuat konten, menjaga keamanan digital, dan memecahkan masalah sederhana. Kerangka DigComp 2.2 menempatkan kompetensi digital dalam lima area, yaitu literasi informasi dan data, komunikasi dan kolaborasi, kreasi konten digital, keamanan, serta pemecahan masalah (Vuorikari et al., 2022). Dengan demikian, penyediaan perangkat harus mendukung pengembangan kompetensi digital murid secara lebih menyeluruh.

Penyediaan laptop atau PC pembelajaran murid SMP sebaiknya dirancang sebagai kebijakan pembelajaran, bukan hanya kebijakan perangkat. Perangkat perlu hadir bersama rancangan pemanfaatan, dukungan guru, kesiapan jaringan, tata kelola sekolah, serta evaluasi penggunaan secara berkala. Dengan pendekatan ini, perangkat dapat digunakan secara lebih merata, aman, dan bermakna bagi murid.

## 4.2 REKOMENDASI AKTIVITAS PEMBELAJARAN YANG DIDUKUNG LAPTOP/PC

Laptop atau PC pembelajaran murid SMP sebaiknya digunakan untuk aktivitas yang memberikan nilai tambah terhadap proses belajar. Penggunaan perangkat tidak harus dilakukan dalam semua kegiatan pembelajaran. Perangkat digunakan ketika teknologi membantu murid memahami konsep, mengakses informasi, mengolah data, berkolaborasi, menghasilkan karya, atau menunjukkan capaian belajarnya.

**Aktivitas pertama adalah akses dan eksplorasi sumber belajar digital.**

Murid dapat menggunakan perangkat untuk membaca artikel, membuka sumber belajar digital, menonton video pembelajaran, mengakses peta digital, atau menggunakan simulasi sederhana. Aktivitas ini perlu diarahkan oleh guru agar murid tidak hanya mencari jawaban cepat, tetapi juga belajar menilai relevansi dan kredibilitas sumber.

**Aktivitas kedua adalah literasi informasi dan data.**

Murid dapat mencari informasi, membandingkan sumber, mencatat temuan, membuat tabel, menyusun grafik sederhana, atau menarik kesimpulan dari data. Aktivitas ini sejalan dengan area literasi informasi dan data dalam DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022). Dalam pembelajaran SMP, kegiatan ini dapat diterapkan pada berbagai mata pelajaran, seperti IPA, IPS, Matematika, Bahasa, dan Informatika.

**Aktivitas ketiga adalah penyusunan dokumen dan presentasi pembelajaran.**

Murid dapat menggunakan laptop atau PC untuk membuat laporan, lembar kerja, jurnal refleksi, poster digital, infografik, atau presentasi kelompok. Aktivitas ini membantu murid mengembangkan kemampuan menyusun gagasan, memilih informasi penting, menyajikan data, dan mengomunikasikan hasil belajar.

**Aktivitas keempat adalah asesmen digital dan umpan balik.**

Laptop atau PC dapat digunakan untuk kuis digital, latihan berbasis web, asesmen formatif, refleksi pembelajaran, atau pengumpulan tugas. Pemanfaatan perangkat dalam asesmen dapat membantu guru memperoleh gambaran awal tentang pemahaman murid. Namun, asesmen digital tetap perlu dirancang agar mengukur pemahaman, penalaran, penerapan konsep, dan proses berpikir, bukan sekadar jawaban cepat.

**Aktivitas kelima adalah kolaborasi dan proyek pembelajaran.**

Murid dapat bekerja dalam kelompok untuk menyusun dokumen bersama, membuat presentasi, mengolah data, membuat poster digital, atau menghasilkan karya sederhana. Aktivitas ini mendukung komunikasi, pembagian peran, tanggung jawab, dan pemecahan masalah. Dalam pembelajaran berbasis proyek, perangkat berfungsi sebagai ruang kerja bersama yang membantu murid mengembangkan gagasan menjadi produk belajar.

**Aktivitas keenam adalah produksi karya digital sederhana.**

Murid SMP dapat membuat poster, infografik, video pendek, komik digital, laporan visual, presentasi interaktif, atau produk multimedia ringan. Aktivitas ini penting karena kompetensi digital tidak hanya berkaitan dengan konsumsi informasi, tetapi juga kemampuan membuat konten secara etis dan bertanggung jawab.

**Aktivitas ketujuh adalah simulasi dan visualisasi konsep.**

Pada mata pelajaran tertentu, laptop atau PC dapat digunakan untuk menampilkan simulasi sains, visualisasi matematika, laboratorium virtual, peta interaktif, atau model sederhana. Aktivitas ini membantu murid memahami konsep yang abstrak, sulit diamati secara langsung, atau membutuhkan representasi visual.

**Aktivitas kedelapan adalah penguatan keamanan dan etika digital.**

Murid dapat belajar menjaga kata sandi, mengenali informasi pribadi, memahami jejak digital, menghormati hak cipta, mengutip sumber, menghindari plagiarisme, serta berkomunikasi secara etis. Area keamanan dalam DigComp 2.2 menegaskan pentingnya penggunaan teknologi secara aman, bertanggung jawab, dan sadar risiko (Vuorikari et al., 2022).

**Aktivitas kesembilan adalah pembelajaran dengan pilihan cara belajar.**

Prinsip Universal Design for Learning menekankan pentingnya menyediakan berbagai cara bagi murid untuk terlibat, memahami informasi, dan mengekspresikan hasil belajarnya (CAST, 2024). Dengan laptop atau PC, guru dapat menyediakan variasi sumber belajar, media visual, audio, dokumen digital, simulasi, dan bentuk produk belajar yang berbeda sesuai kebutuhan murid.

Tabel berikut merangkum rekomendasi aktivitas pembelajaran yang dapat didukung laptop atau PC.

Tabel 4.1 Rekomendasi aktivitas pembelajaran yang dapat didukung laptop atau PC

| Aktivitas | Contoh Penggunaan |
|---|---|
| Akses sumber belajar | Artikel, video, simulasi |
| Literasi informasi | Cari dan cek sumber |
| Pengolahan data | Tabel dan grafik |
| Dokumen belajar | Laporan dan jurnal |
| Presentasi | Slide dan infografik |
| Asesmen digital | Kuis dan refleksi |
| Kolaborasi | Dokumen bersama |
| Karya digital | Poster dan video pendek |
| Visualisasi konsep | Lab maya dan peta |
| Etika digital | Akun, sitasi, hak cipta |

Rekomendasi aktivitas tersebut menunjukkan bahwa laptop atau PC murid SMP tidak hanya digunakan untuk kegiatan teknis, tetapi untuk memperkuat proses berpikir, komunikasi, kreativitas, kolaborasi, dan tanggung jawab digital. Karena itu, sekolah perlu menyusun skenario penggunaan perangkat berdasarkan tujuan pembelajaran, bukan sekadar menjadwalkan penggunaan perangkat.

Agar pemanfaatan perangkat lebih terarah, guru dapat menggunakan beberapa pertanyaan panduan sebelum merancang aktivitas berbasis laptop atau PC. Pertanyaan tersebut meliputi: apakah perangkat membantu murid memahami konsep, apakah perangkat membantu murid mengolah informasi, apakah aktivitas memungkinkan kolaborasi, apakah produk belajar dapat dinilai dengan jelas, apakah penggunaan perangkat aman bagi murid, dan apakah kegiatan tersebut sesuai dengan waktu serta kondisi sekolah.

Dengan pendekatan ini, laptop atau PC pembelajaran murid SMP digunakan karena memiliki fungsi yang jelas dalam pembelajaran. Perangkat tidak hanya menjadi sarana akses digital, tetapi juga menjadi alat untuk membantu murid belajar lebih aktif, kritis, kolaboratif, kreatif, dan bertanggung jawab.

## 4.3 REKOMENDASI RASIO PEMANFAATAN PERANGKAT

Rasio pemanfaatan laptop atau PC pembelajaran murid SMP perlu disusun secara kontekstual. Rasio tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan jumlah perangkat yang tersedia, tetapi perlu dikaitkan dengan tujuan pembelajaran, jenis aktivitas, jumlah murid, jumlah rombongan belajar, kesiapan jaringan, jadwal penggunaan, dan tata kelola sekolah. Dengan demikian, rasio perangkat sebaiknya dipahami sebagai strategi pemanfaatan, bukan angka baku yang berlaku sama untuk semua satuan pendidikan.

Secara umum, terdapat beberapa pola pemanfaatan perangkat, yaitu penggunaan individual, berpasangan, kelompok kecil, rotasi kelas, dan stasiun belajar. Masing-masing pola memiliki fungsi yang berbeda. Penggunaan individual lebih sesuai untuk asesmen digital atau tugas yang memerlukan akun dan hasil personal. Penggunaan berpasangan cocok untuk eksplorasi, diskusi, dan pengolahan informasi sederhana. Penggunaan kelompok kecil cocok untuk proyek, presentasi, dan produksi karya digital.

1 **Rasio 1 perangkat untuk 1 murid merupakan rasio paling tepat untuk kegiatan yang membutuhkan kemandirian tinggi.**

Kegiatan seperti asesmen digital, latihan individual, refleksi personal, atau pengerjaan tugas berbasis akun membutuhkan perangkat yang digunakan secara mandiri. Namun, rasio 1:1 membutuhkan jumlah perangkat yang besar, jaringan yang stabil, pengelolaan akun yang baik, dan dukungan teknis yang memadai. Karena itu, rasio 1:1 dapat ditempatkan sebagai target ideal untuk aktivitas tertentu, bukan sebagai satu-satunya pola penggunaan.

2 **Rasio 1 perangkat untuk 2 murid dapat menjadi pola yang lebih fleksibel untuk pembelajaran reguler.**

Pola ini memungkinkan murid berdiskusi, saling membantu, dan berbagi peran saat menggunakan perangkat. Rasio 1:2 sesuai untuk pencarian informasi, membaca sumber digital, mengolah data sederhana, mengerjakan lembar kerja digital, membuat ringkasan, atau menyusun presentasi sederhana. Pola ini juga lebih realistis untuk sekolah yang jumlah perangkatnya belum memungkinkan penggunaan individual.

3 **Rasio 1 perangkat untuk 3-4 murid masih dapat digunakan untuk aktivitas berbasis proyek atau karya kelompok.**

Dalam pola ini, guru perlu memastikan pembagian peran yang jelas agar semua murid terlibat. Misalnya, satu murid bertugas mencari informasi, satu murid mencatat, satu murid mengolah tampilan, dan satu murid mempresentasikan. Rasio ini cocok untuk pembuatan poster digital, laporan visual, presentasi kelompok, proyek berbasis masalah, atau produksi karya sederhana.

4 **Pola rotasi perangkat**

Dalam pola ini, perangkat digunakan secara bergantian antarrombel, antarmata pelajaran, atau antarkelompok belajar. Pola rotasi sesuai untuk sekolah yang memiliki perangkat terbatas, tetapi ingin memastikan semua murid memperoleh kesempatan menggunakan perangkat dalam kegiatan belajar. Pola ini membutuhkan jadwal yang jelas agar penggunaan perangkat tidak hanya terkonsentrasi pada kelas atau mata pelajaran tertentu.

5 **Stasiun belajar**.

Dalam model ini, perangkat ditempatkan pada salah satu pos pembelajaran, sementara pos lainnya menggunakan aktivitas non-digital. Murid berpindah dari satu pos ke pos lain secara bergilir. Model ini memungkinkan perangkat terbatas tetap digunakan secara bermakna

tanpa menunggu seluruh murid memiliki perangkat pada waktu yang sama. Stasiun belajar cocok untuk pembelajaran berdiferensiasi, praktik terbimbing, eksplorasi digital, dan penguatan konsep.

Tabel 4.2 Rekomendasi rasio pemanfaatan perangkat berdasarkan jenis aktivitas

| Rasio/Pola | Aktivitas Sesuai | Catatan |
|---|---|---|
| 1:1 | Asesmen dan tugas personal | Butuh akun stabil |
| 1:2 | Eksplorasi dan diskusi | Cocok reguler |
| 1:3-4 | Proyek dan karya | Perlu pembagian peran |
| Rotasi kelas | Lintas mata pelajaran | Perlu kalender |
| Stasiun belajar | Aktivitas bergilir | Cocok perangkat terbatas |

Rekomendasi rasio tersebut perlu dibaca sebagai panduan operasional. Untuk kegiatan yang menuntut hasil individual, rasio 1:1 lebih tepat. Untuk kegiatan yang menekankan diskusi dan pemecahan masalah, rasio 1:2 atau 1:3-4 tetap relevan. Untuk sekolah dengan keterbatasan perangkat, rotasi dan stasiun belajar dapat menjadi strategi transisi agar perangkat tetap dimanfaatkan secara merata.

Tabel 4.3 Rekomendasi rasio berdasarkan kebutuhan pembelajaran

| Kebutuhan | Rasio Disarankan |
|---|---|
| Asesmen digital | 1:1 |
| Latihan mandiri | 1:1 atau 1:2 |
| Pencarian informasi | 1:2 |
| Pengolahan data | 1:2 |
| Presentasi kelompok | 1:3-4 |
| Proyek kolaboratif | 1:3-4 |
| Produksi karya | 1:2 atau 1:3-4 |
| Perangkat terbatas | Rotasi/stasiun belajar |

Rasio pemanfaatan perangkat perlu disesuaikan dengan tujuan kegiatan dan kesiapan sekolah. Rasio 1:1 dapat menjadi kondisi ideal untuk kegiatan tertentu, terutama asesmen digital dan tugas individual. Namun, rasio 1:2 dan 1:3–4 tetap relevan untuk pembelajaran kolaboratif dan proyek. Dengan pendekatan ini, sekolah dapat memanfaatkan perangkat secara lebih realistis, bertahap, dan sesuai dengan kondisi satuan pendidikan.

Dengan demikian, penyediaan laptop atau PC pembelajaran murid SMP perlu mempertimbangkan bukan hanya jumlah perangkat, tetapi juga model pemanfaatannya. Rasio yang baik adalah rasio yang memungkinkan murid menggunakan teknologi secara bermakna, guru dapat mengelola pembelajaran dengan tertib, dan sekolah mampu menjaga keberlanjutan penggunaan perangkat.

## 4.4 REKOMENDASI SPESIFIKASI MINIMUM DAN IDEAL

Subbab ini merumuskan rekomendasi spesifikasi minimum laptop berdasarkan gabungan hasil analisis spesifikasi perangkat, pola penggunaan aplikasi, beban kerja digital, kebutuhan konektivitas, port, serta kendala teknis yang dialami responden. Rekomendasi ini tidak hanya disusun berdasarkan standar teknis perangkat, tetapi juga berdasarkan pengalaman penggunaan nyata guru dalam pembelajaran.

Dengan demikian, spesifikasi yang diusulkan lebih kontekstual karena mempertimbangkan kebutuhan guru untuk mengakses platform pembelajaran, membuat bahan ajar, membuka beberapa aplikasi secara bersamaan, menjalankan video conference, dan menggunakan perangkat pendukung di kelas.

Tabel 4.4 Rekomendasi Minimum dan Ideal

| Komponen | Minimum | Ideal |
|---|---|---|
| CPU | Prosesor 4 core/8 thread atau setara | Prosesor 6 core/12 thread atau setara |
| RAM | 8 GB | 16 GB |
| Storage | SSD 256 GB | SSD 512 GB |

| Komponen | Minimum | Ideal |
|---|---|---|
| Layar | 13-14 inci | 14-15 inci |
| Kamera | Terintegrasi | HD 480P |
| Konektivitas | Wi-Fi, Bluetooth | Wi-Fi 6, Bluetooth 5.x |
| Port | HDMI, USB-C, USB-A | HDMI, USB-C, USB-A, LAN/RJ-45 |

Rekomendasi RAM minimal 8 GB didasarkan pada kebutuhan multitasking. RAM 4 GB tidak lagi memadai karena guru banyak menggunakan platform berbasis web, aplikasi presentasi, browser banyak tab, dan video conference. RAM 16 GB lebih aman untuk guru yang membuka banyak aplikasi, menggunakan aplikasi multimedia, atau mengajar mata pelajaran yang memerlukan simulasi dan koding.

Rekomendasi SSD minimal 256 GB didasarkan pada kebutuhan responsivitas sistem. SSD membantu mempercepat booting, membuka aplikasi, dan memuat file bahan ajar. Kapasitas 512 GB lebih disarankan karena guru menyimpan dokumen, presentasi, video, aplikasi, cache browser, dan file pembelajaran lain.

Prosesor yang direkomendasikan adalah prosesor generasi baru dengan kelas performa memadai untuk mendukung multitasking pembelajaran. Kebutuhan ini muncul karena guru sering menjalankan platform pembelajaran, browser, aplikasi presentasi, dokumen digital, dan konferensi video secara bersamaan. Perangkat dengan prosesor generasi lama atau berperforma rendah lebih berisiko mengalami penurunan responsivitas pada beban kerja tersebut.

Rekomendasi layar minimal 13-14 inci didasarkan pada kebutuhan kenyamanan visual. Guru sering membuka beberapa tampilan sekaligus, sehingga layar terlalu kecil dapat mengganggu proses kerja. Layar 14-15 inci lebih ideal untuk presentasi, video conference, dan pengelolaan bahan ajar.

Rekomendasi port dan konektivitas didasarkan pada kebutuhan nyata responden. Hampir seluruh responden membutuhkan HDMI, semua membutuhkan Wi-Fi, dan lebih dari separuh menyebut LAN/RJ-45. Ini menunjukkan bahwa laptop guru perlu kompatibel dengan perangkat presentasi, jaringan sekolah, dan periferal pendukung pembelajaran.

## 4.5 REKOMENDASI INFRASTRUKTUR PENDUKUNG

Pemanfaatan laptop atau PC pembelajaran murid SMP tidak dapat dilepaskan dari kesiapan infrastruktur pendukung di satuan pendidikan. Perangkat yang memadai tidak akan berfungsi optimal apabila tidak didukung oleh listrik, konektivitas internet, ruang penyimpanan, sistem pengisian daya, keamanan fisik, serta dukungan teknis dasar. Oleh karena itu, penyediaan perangkat perlu disertai penguatan infrastruktur agar pemanfaatannya dapat berlangsung secara stabil dan berkelanjutan.

### 1 Ketersediaan listrik yang aman dan stabil.

Laptop atau PC pembelajaran membutuhkan pasokan daya yang cukup untuk pengisian perangkat, penggunaan di ruang kelas, serta pemeliharaan harian. Sekolah perlu memastikan bahwa ruang penyimpanan dan ruang penggunaan memiliki akses listrik yang aman, tidak membebani satu titik stop kontak secara berlebihan, dan dilengkapi pengaturan kabel yang tertib. Untuk sekolah dengan kondisi kelistrikan terbatas, perlu disiapkan jadwal pengisian daya dan penggunaan perangkat agar perangkat tetap siap digunakan saat pembelajaran berlangsung.

### 2 Konektivitas internet yang memadai.

Pembelajaran digital membutuhkan jaringan yang stabil untuk mengakses platform pembelajaran, sumber belajar daring, dokumen kolaboratif, kuis digital, dan asesmen berbasis komputer. Namun, kebutuhan konektivitas tidak selalu sama untuk semua aktivitas. Kegiatan seperti membaca dokumen lokal, menyusun laporan, membuat presentasi, atau mengolah data sederhana masih dapat dilakukan secara luring. Oleh karena itu, sekolah perlu menyiapkan dua skenario pemanfaatan, yaitu skenario daring dan skenario luring/semi-daring.

**3 Jaringan nirkabel di area pembelajaran.**

Karena laptop bersifat portabel, sekolah perlu memastikan sinyal Wi-Fi dapat menjangkau ruang-ruang yang direncanakan sebagai tempat penggunaan perangkat. Jika perangkat hanya dapat terhubung dengan baik di satu ruang tertentu, maka fleksibilitas pemanfaatannya akan berkurang. Sekolah dapat memetakan titik akses internet, kekuatan sinyal, area lemah, dan kebutuhan penguatan jaringan secara bertahap.

**4 Ruang penyimpanan dan pengisian daya.**

Laptop atau PC pembelajaran murid yang digunakan secara bergantian perlu disimpan di tempat yang aman, mudah diakses oleh pengelola, dan terlindung dari kelembapan, debu, panas berlebih, serta risiko kehilangan. Jika memungkinkan, sekolah dapat menyiapkan lemari penyimpanan khusus, rak pengisian daya, label inventaris, serta daftar keluar-masuk perangkat. Ruang penyimpanan tidak hanya berfungsi sebagai tempat menyimpan perangkat, tetapi juga sebagai titik kontrol pemeliharaan.

**5 Perangkat pendukung pembelajaran.**

Laptop atau PC murid akan lebih optimal apabila didukung oleh perangkat lain seperti proyektor, papan interaktif, speaker, perangkat audio, printer, jaringan lokal, atau media penyimpanan bersama. Perangkat pendukung ini tidak harus tersedia dalam jumlah besar, tetapi perlu disesuaikan dengan aktivitas pembelajaran yang direncanakan. Misalnya, pembelajaran presentasi membutuhkan perangkat tampilan; pembelajaran berbasis audio-video membutuhkan speaker atau headset; sedangkan asesmen digital membutuhkan jaringan yang lebih stabil

**6 Dukungan teknis dasar**.

Sekolah perlu memiliki petugas atau tim kecil yang memahami pemeriksaan dasar perangkat, pembaruan sistem, pengaturan jaringan, pencatatan kerusakan, dan tindak lanjut perbaikan. Dukungan teknis tidak harus selalu berbentuk teknisi khusus, tetapi dapat berupa penanggung

jawab TIK sekolah, guru yang ditugaskan, tenaga administrasi, atau tim kecil yang dibentuk melalui surat tugas. Hal terpenting adalah adanya pihak yang jelas bertanggung jawab terhadap kesiapan perangkat sebelum digunakan.

Tabel berikut merangkum rekomendasi infrastruktur pendukung laptop atau PC pembelajaran murid SMP.

Tabel 4.5 Rekomendasi infrastruktur pendukung laptop atau PC pembelajaran murid SMP

| Infrastruktur | Rekomendasi |
|---|---|
| Listrik | Aman dan cukup |
| Internet | Stabil sesuai kebutuhan |
| Wi-Fi | Menjangkau area belajar |
| Penyimpanan | Aman dan terkunci |
| Pengisian daya | Terjadwal dan tertib |
| Perangkat pendukung | Sesuai aktivitas belajar |
| Dukungan teknis | Ada penanggung jawab |
| Skenario luring | Disiapkan bila internet terbatas |

Dengan demikian, penguatan infrastruktur pendukung perlu menjadi bagian dari rencana penyediaan perangkat. Sekolah tidak hanya perlu menghitung jumlah laptop atau PC, tetapi juga perlu memastikan bahwa perangkat dapat dinyalakan, terhubung, disimpan, diisi daya, digunakan, dan dirawat secara berkelanjutan. Tanpa infrastruktur pendukung, perangkat berisiko menjadi inventaris yang tidak termanfaatkan secara optimal.

## 4.6 REKOMENDASI PENGUATAN PERAN GURU

Guru memiliki peran penting dalam memastikan laptop atau PC pembelajaran murid digunakan secara bermakna. Perangkat digital tidak akan otomatis meningkatkan kualitas pembelajaran apabila tidak disertai rancangan aktivitas, pendampingan, dan evaluasi yang tepat. Oleh karena itu, penguatan peran guru perlu menjadi bagian dari strategi penyediaan perangkat.

**1 Perancang aktivitas pembelajaran digital.**

Guru perlu menentukan kapan perangkat digunakan, untuk tujuan apa, aktivitas apa yang dilakukan murid, dan bagaimana hasil belajar dinilai. Penggunaan perangkat sebaiknya tidak hanya berupa instruksi membuka laman tertentu, tetapi diarahkan pada aktivitas yang mendorong murid membaca, mengolah informasi, berdiskusi, membuat produk, atau menyelesaikan masalah.

**2 Fasilitator literasi digital murid.**

Guru membantu murid menggunakan perangkat secara aman, etis, dan bertanggung jawab. Penguatan literasi digital mencakup kemampuan mencari informasi, mengevaluasi sumber, menjaga data pribadi, menggunakan akun dengan aman, menghargai hak cipta, mengutip sumber, serta berkomunikasi secara santun di ruang digital. Dalam hal ini, guru tidak hanya mengajarkan materi pelajaran, tetapi juga membimbing murid menjadi pengguna teknologi yang kritis dan bertanggung jawab.

**3 Pengelola pembelajaran kolaboratif.**

Laptop atau PC dapat digunakan secara individual, berpasangan, atau kelompok. Ketika perangkat digunakan bersama, guru perlu mengatur pembagian peran agar semua murid terlibat. Misalnya, dalam satu kelompok terdapat murid yang mencari informasi, mencatat hasil diskusi, mengolah data, membuat visual, dan mempresentasikan. Tanpa pembagian peran, penggunaan perangkat berisiko hanya dikuasai oleh satu atau dua murid.

**4 Pengarah asesmen digital.**

Guru perlu merancang asesmen yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Asesmen digital tidak hanya berupa kuis pilihan ganda, tetapi dapat berupa refleksi, pengumpulan karya, portofolio, proyek, laporan digital, atau presentasi. Guru juga perlu memastikan bahwa asesmen digital tetap adil, aman, dan dapat mengukur kemampuan murid secara tepat.

**5 Penghubung antara perangkat dan konteks belajar.**

Guru memahami karakteristik kelas, kemampuan murid, kondisi jaringan, waktu pembelajaran, serta ketersediaan perangkat. Karena itu, guru perlu diberi ruang untuk memilih model penggunaan yang paling sesuai, baik 1:1, berpasangan, kelompok, rotasi, maupun stasiun belajar. Fleksibilitas ini penting agar perangkat dapat dimanfaatkan sesuai kondisi nyata kelas.

**6 Pemberi umpan balik terhadap pemanfaatan perangkat.**

Guru merupakan pengguna yang paling dekat dengan proses pembelajaran. Pengalaman guru dalam menggunakan perangkat bersama murid dapat menjadi masukan penting bagi sekolah. Guru dapat mencatat kendala teknis, kesesuaian jumlah perangkat, efektivitas aktivitas, serta kebutuhan pelatihan lanjutan. Masukan tersebut dapat digunakan untuk memperbaiki tata kelola dan rencana pemanfaatan berikutnya.

Agar peran guru berjalan optimal, sekolah perlu menyediakan dukungan yang memadai. Dukungan tersebut dapat berupa pelatihan singkat, panduan aktivitas, contoh skenario pembelajaran, forum berbagi praktik baik, pendampingan teknis, serta waktu untuk merancang pembelajaran. Penguatan guru tidak harus selalu berbentuk pelatihan besar, tetapi dapat dilakukan melalui komunitas belajar internal sekolah.

Dengan penguatan peran guru, laptop atau PC pembelajaran murid tidak hanya menjadi perangkat yang digunakan sesekali, tetapi menjadi bagian dari strategi pembelajaran. Guru perlu didukung agar mampu mengintegrasikan perangkat ke dalam pembelajaran secara sederhana, bertahap, dan sesuai tujuan.

Dengan demikian, investasi perangkat dapat lebih berdampak pada pengalaman belajar murid.

## 4.7 TAHAPAN IMPLEMENTASI

Implementasi laptop atau PC pembelajaran murid SMP perlu dilakukan secara bertahap dan berbasis pada kondisi awal satuan pendidikan. Setiap sekolah memiliki tingkat kesiapan yang berbeda, baik dari sisi jumlah perangkat, jumlah murid, konektivitas, listrik, ruang penyimpanan, dukungan teknis, maupun kesiapan guru. Oleh karena itu, tahapan implementasi tidak dapat disusun dengan pendekatan yang seragam untuk semua sekolah.

Salah satu aspek penting dalam pemetaan awal adalah rasio ketersediaan laptop atau PC terhadap jumlah murid. Rasio ini membantu sekolah dan pengambil kebijakan melihat seberapa jauh perangkat dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran. Sekolah dengan jumlah perangkat sangat terbatas memerlukan strategi pemanfaatan yang berbeda dibandingkan sekolah yang jumlah perangkatnya sudah mendekati jumlah murid. Dengan demikian, rasio perangkat perlu digunakan sebagai dasar untuk menentukan model penggunaan, prioritas penguatan, dan tahapan menuju kondisi ideal.

Dalam kajian ini, pemetaan sekolah dapat dilakukan berdasarkan rasio laptop atau PC pembelajaran terhadap murid. Rasio tersebut tidak dimaksudkan sebagai satu-satunya indikator kesiapan, tetapi sebagai indikator awal untuk membaca kapasitas pemanfaatan perangkat di sekolah. Selain rasio perangkat, sekolah tetap perlu mempertimbangkan kesiapan jaringan, listrik, ruang penyimpanan, tata kelola, dan kompetensi guru.

Tabel 4.6 Klaster awal sekolah berdasarkan rasio ketersediaan laptop atau PC pembelajaran terhadap murid

| Klaster Sekolah | Rasio Perangkat | Kondisi Umum |
|---|---|---|
| Sangat terbatas | >1:10 | Perangkat sangat sedikit |
| Terbatas | 1:6–1:10 | Perlu rotasi ketat |
| Berkembang | 1:3–1:5 | Bisa kerja kelompok |

Tabel 4.6 Klaster awal sekolah berdasarkan rasio ketersediaan laptop atau PC pembelajaran terhadap murid

| Klaster Sekolah | Rasio Perangkat | Kondisi Umum |
|---|---|---|
| Cukup siap | 1:2 | Bisa berpasangan |
| Mendekati ideal | 1:1–1:2 | Bisa individual terbatas |
| Ideal | 1:1 | Setiap murid terlayani |

**Klaster sangat terbatas.**

Pada klaster sangat terbatas, jumlah perangkat masih jauh dari jumlah murid. Sekolah pada klaster ini belum memungkinkan penggunaan perangkat secara serentak oleh banyak murid. Pemanfaatan perangkat lebih tepat diarahkan melalui pola stasiun belajar, demonstrasi terbimbing, penggunaan kelompok kecil, atau jadwal rotasi terbatas. Fokus utama pada tahap ini adalah memastikan perangkat yang tersedia benar-benar digunakan untuk aktivitas belajar prioritas, seperti literasi digital dasar, eksplorasi sumber belajar, asesmen terbatas, atau proyek kelompok sederhana.

**Klaster terbatas.**

Pada klaster terbatas, sekolah mulai memiliki perangkat yang dapat digunakan secara bergantian oleh beberapa kelas atau kelompok. Rasio 1:6 sampai 1:10 belum memadai untuk penggunaan individual, tetapi sudah dapat mendukung pembelajaran berbasis kelompok. Strategi yang disarankan adalah rotasi antarrombel, penggunaan perangkat untuk proyek tertentu, pembelajaran berbasis stasiun, dan prioritas penggunaan pada aktivitas yang benar-benar membutuhkan perangkat. Pada tahap ini, sekolah perlu mulai menyusun jadwal pemanfaatan agar akses perangkat tidak hanya terkonsentrasi pada mata pelajaran tertentu.

**Klaster berkembang.**

Pada klaster berkembang, rasio perangkat berada pada kisaran 1:3 sampai 1:5. Kondisi ini memungkinkan perangkat digunakan dalam kelompok kecil. Sekolah dapat mulai memperluas aktivitas pembelajaran digital, seperti pencarian informasi, pengolahan data sederhana, pembuatan presentasi, produksi karya digital ringan, dan proyek kolaboratif. Guru perlu memastikan pembagian peran yang jelas agar semua murid terlibat, meskipun tidak semua murid memegang perangkat secara langsung.

**Klaster cukup siap.**

Pada klaster cukup siap, sekolah memiliki rasio sekitar 1 perangkat untuk 2 murid. Rasio ini memungkinkan pembelajaran berpasangan, diskusi digital, latihan berbasis web, pengolahan dokumen, dan asesmen formatif sederhana. Sekolah pada klaster ini sudah dapat mengembangkan pemanfaatan perangkat secara lebih rutin lintas mata pelajaran. Tantangan utamanya bukan lagi sekadar jumlah perangkat, tetapi pemerataan jadwal, stabilitas jaringan, kesiapan guru, dan pengelolaan penggunaan harian.

**Klaster mendekati ideal.**

Pada klaster mendekati ideal**,** sekolah memiliki rasio antara 1:1 sampai 1:2. Pada kondisi ini, sebagian aktivitas dapat dilakukan secara individual, terutama asesmen digital, latihan mandiri, penulisan refleksi, dan tugas berbasis akun. Untuk aktivitas kolaboratif, sekolah tetap dapat menggunakan pola berpasangan atau kelompok kecil. Klaster ini memerlukan tata kelola yang lebih matang, karena semakin tinggi jumlah perangkat, semakin besar kebutuhan terhadap pengaturan akun, penyimpanan, pengisian daya, pembaruan sistem, dan pemeliharaan berkala.

**Klaster ideal.**

Pada klaster ideal, sekolah memiliki rasio 1 perangkat untuk 1 murid. Kondisi ini memungkinkan setiap murid menggunakan perangkat secara mandiri dalam aktivitas pembelajaran yang membutuhkan akses personal. Rasio 1:1 menjadi kondisi ideal jangka panjang karena dapat mendukung pemerataan akses, asesmen digital, pembelajaran berdiferensiasi, tugas individual, literasi digital, dan produksi karya secara lebih optimal. Namun, rasio 1:1 tetap perlu dikelola secara hati-hati agar penggunaan perangkat tidak berlebihan dan tetap berorientasi pada tujuan pembelajaran.

Tabel 4.7 Tahapan Implementasi

| Tahap | Kondisi Awal | Strategi Pemanfaatan |
|---|---|---|
| Tahap 1 | Rasio sangat rendah | Stasiun belajar dan rotasi |
| Tahap 2 | Rasio terbatas | Kelompok kecil terjadwal |
| Tahap 3 | Rasio berkembang | Proyek kolaboratif |
| Tahap 4 | Rasio cukup siap | Berpasangan lintas mapel |
| Tahap 5 | Mendekati ideal | Individual untuk aktivitas tertentu |
| Tahap 6 | Ideal 1:1 | Individual dan terdiferensiasi |

**1 Tahap pertama adalah pemetaan rasio dan kesiapan sekolah.**

Sekolah perlu menghitung jumlah perangkat yang dapat digunakan untuk pembelajaran murid, jumlah murid, jumlah rombongan belajar, serta kondisi jaringan dan listrik. Pemetaan ini menghasilkan gambaran posisi sekolah dalam klaster kesiapan perangkat. Hasil pemetaan menjadi dasar untuk menentukan apakah sekolah menggunakan pola stasiun belajar, kelompok kecil, berpasangan, atau penggunaan individual.

**2 Tahap kedua adalah optimalisasi perangkat yang tersedia.**

Sekolah dengan rasio perangkat rendah tidak perlu menunggu kondisi ideal untuk mulai memanfaatkan perangkat. Perangkat yang terbatas tetap dapat digunakan melalui rotasi, stasiun belajar, atau proyek kelompok. Pada tahap ini, fokus utamanya adalah memastikan semua murid memperoleh kesempatan menggunakan perangkat secara bergantian dan terarah.

**3 Tahap ketiga adalah perluasan pemanfaatan lintas mata pelajaran.**

Setelah perangkat mulai digunakan secara terjadwal, sekolah perlu memperluas pemanfaatannya ke berbagai mata pelajaran. Perangkat tidak hanya digunakan untuk Informatika, tetapi juga untuk aktivitas literasi digital, pengolahan data, presentasi, asesmen formatif, simulasi, dan proyek pada mata pelajaran lain. Perluasan ini penting agar perangkat menjadi sarana belajar bersama, bukan fasilitas khusus untuk satu mata pelajaran.

**4 Tahap keempat adalah penguatan rasio menuju penggunaan berpasangan.**

Sekolah yang masih berada pada rasio 1:3 sampai 1:5 perlu diarahkan secara bertahap menuju rasio 1:2. Rasio 1:2 merupakan kondisi antara yang cukup realistis karena memungkinkan pembelajaran lebih aktif, diskusi berpasangan, dan penggunaan perangkat secara lebih merata. Pada tahap ini, penguatan perangkat perlu disertai penguatan jadwal, penyimpanan, pengisian daya, dan pemeliharaan.

**5 Tahap kelima adalah penguatan menuju penggunaan individual pada aktivitas tertentu.**

Sekolah yang telah mendekati rasio 1:1 dapat mulai menggunakan perangkat secara individual untuk kegiatan yang membutuhkan akun personal, seperti asesmen digital, latihan mandiri, penulisan refleksi, atau portofolio. Namun, penggunaan individual tidak harus dilakukan sepanjang waktu. Untuk kegiatan kolaboratif, pola berpasangan atau kelompok tetap relevan.

**6 Tahap keenam adalah pencapaian kondisi ideal 1:1 secara bertahap.**

Kondisi ideal jangka panjang adalah tersedianya perangkat yang memungkinkan setiap murid menggunakan laptop atau PC secara mandiri ketika aktivitas pembelajaran membutuhkannya. Rasio 1:1 memberi peluang lebih besar bagi murid untuk mengakses sumber belajar, mengerjakan tugas, mengikuti asesmen, mengembangkan literasi digital, dan menghasilkan karya secara personal. Namun, pencapaian 1:1 perlu tetap disertai tata kelola, pemeliharaan, keamanan, dan penguatan guru agar perangkat digunakan secara bermakna.

**7 Tahap ketujuh adalah monitoring dan evaluasi berbasis data.**

Setiap tahap implementasi perlu dievaluasi secara berkala. Sekolah perlu mencatat frekuensi penggunaan perangkat, mata pelajaran pengguna, jumlah murid yang terlayani, kendala teknis, kondisi perangkat, serta efektivitas aktivitas pembelajaran. Data ini dapat digunakan untuk menentukan prioritas penambahan perangkat, penguatan jaringan, perbaikan tata kelola, atau pelatihan guru.

Tabel 4.8 Arah implementasi secara bertahap

| Fase Implementasi | Fokus Utama | Arah Penguatan |
|---|---|---|
| Fase awal | Memanfaatkan perangkat terbatas | Rotasi dan stasiun belajar |
| Fase penguatan | Memperluas akses murid | Kelompok kecil |
| Fase transisi | Meningkatkan intensitas penggunaan | Rasio 1:2 |
| Fase lanjut | Mendukung aktivitas personal | Individual terbatas |
| Fase ideal | Pemerataan akses penuh | Rasio 1:1 |

Dengan tahapan tersebut, kebijakan penyediaan laptop atau PC pembelajaran murid SMP dapat diarahkan secara lebih realistis. Sekolah dengan rasio perangkat rendah tetap dapat mulai memanfaatkan perangkat melalui strategi rotasi dan kelompok. Sekolah dengan rasio lebih baik dapat memperluas penggunaan ke pembelajaran berpasangan dan individual. Pada akhirnya, arah pengembangan sarana TIK perlu menuju kondisi ideal 1:1, yaitu satu perangkat untuk satu

murid, terutama untuk aktivitas yang membutuhkan akses personal, asesmen digital, literasi digital, dan produksi karya mandiri.

Namun, rasio 1:1 tidak boleh dipahami sebagai sekadar target jumlah perangkat. Rasio tersebut harus dipahami sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran yang lebih luas. Perangkat yang memadai perlu didukung oleh guru yang siap, jaringan yang stabil, tata kelola yang tertib, sistem pemeliharaan, keamanan data, dan evaluasi pemanfaatan. Dengan demikian, pencapaian rasio 1:1 tidak hanya meningkatkan ketersediaan perangkat, tetapi juga memperkuat kualitas pengalaman belajar digital murid SMP.

# DAFTAR PUSTAKA


AMD. (2025, March 3). Simultaneous multithreading: Driving performance and scalability. https://www.amd.com/en/blogs/2025/simultaneous-multithreading-driving-performance-a

AMD. (n.d.). AMD Ryzen™ 3 7320U. https://www.amd.com/en/products/processors/laptop/ryzen/7000-series/amd-ryzen-3-7320u

Bebell, D., & Kay, R. (2010). One to one computing: A summary of the quantitative results from the Berkshire Wireless Learning Initiative. Journal of Technology, Learning, and Assessment, 9(2), 1–60.

CAST. (2024). Universal Design for Learning Guidelines 3.0. CAST.

CAST. (2024). Universal Design for Learning Guidelines 3.0. CAST.

Cuban, L. (2001). Oversold and underused: Computers in the classroom. Harvard University Press.

Di Giovanni, N. (2026, March 4). LED vs OLED: Comparing panel types found in monitors. RTINGS.com. https://www.rtings.com/monitor/learn/led-vs-oled

Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. Educational Technology Research and Development, 47(4), 47–61.

Google Workspace Updates. (2023, October 10). Full HD available for group meetings in Google Meet https://workspaceupdates.googleblog.com/2023/10/full-hd-resolution-for-group-meetings-google- meet.html

HDMI Forum. (2017, November 28). HDMI Forum releases version 2.1 of the HDMI Specification. https://www.hdmi.org/announce/detail/172

Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K–12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. Educational Technology Research and Development, 55(3), 223–252.

IBM. (n.d.). What is a central processing unit (CPU)? IBM Think. https://www.ibm.com/think/topics/central-processing-unit

IEEE Standards Association. (2022). IEEE 802.3-2022: IEEE standard for Ethernet. https://standards.ieee.org/ieee/802.3/10422/

Intel. (2021, December 10). Ethernet cabling specifications. https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000007187/ethernet-products.html

Intel. (n.d.). Intel® Core™ i5-1135G7 Processor. https://www.intel.com/content/www/us/en/products/sku/208658/intel-core-i51135g7-processor-8m-cache-up-to-4-20-ghz/specifications.html

Intel. (n.d.). What is hyper-threading? https://www.intel.com/content/www/us/en/gaming/resources/hyper-threading.html

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (2008). Cooperation in the classroom (8th ed.). Interaction Book Company.

Kingston Technology. (n.d.). DDR5 memory standard: An introduction to the next generation of DRAM module technology. https://www.kingston.com/en/blog/pc-performance/ddr5-overview

Kingston Technology. (n.d.). NAND flash technology and solid-state drives (SSDs). https://www.kingston.com/en/blog/pc-performance/nand-flash-technology-and-ssd

Kingston Technology. (n.d.). What is computer memory? https://www.kingston.com/en/blog/pc-performance/what-is-computer-memory

Kingston Technology. (n.d.). What is the difference between memory and storage? https://www.kingston.com/en/blog/pc-performance/difference-between-memory-storage

Kingston Technology. (n.d.-a). The 5 benefits of SSDs over hard drives. https://www.kingston.com/en/blog/pc-performance/benefits-of-ssd

Kingston Technology. (n.d.-b). The difference between SSD and HDD. https://www.kingston.com/en/blog/personal-storage/ssd-vs-hdd-differences

Kingston Technology. (n.d.-c). 2 types of M.2 SSDs: SATA and NVMe. https://www.kingston.com/en/blog/pc-performance/two-types-m2-vs-ssd

Kingston Technology. (n.d.-d). Understanding SSD technology: NVMe, SATA, M.2. https://www.kingston.com/en/ssd/what-is-nvme-ssd-technology

Lenovo. (n.d.). ThinkPad laptops. https://www.lenovo.com/id/id/c/laptops/thinkpad/

LG Display. (n.d.). OLED: Self-emissive technology. https://www.lgdisplay.com/eng/technology/oled

Logitech. (n.d.). C920e business webcam. https://www.logitech.com/en-gb/products/webcams/c920e-business-webcam.html

Lou, Y., Abrami, P. C., Spence, J. C., Poulsen, C., Chambers, B., & d'Apollonia, S. (1996). Within-class grouping: A meta-analysis. Review of Educational Research, 66(4), 423–458.

Micron Technology. (n.d.). DRAM memory modules. https://www.micron.com/products/memory/dram-modules

Micron. (n.d.). Introduction to memory. https://www.micron.com/content/dam/micron/educatorhub/intro-to-memory/micron-intro-to-memory-presentation.pdf

Microsoft Learn. (2024, June 25). Prepare your organization's network for Microsoft Teams. https://learn.microsoft.com/en-us/microsoftteams/prepare-network

Microsoft Learn. (2025, September 9). Quality of service (QoS) configuration on Teams Rooms devices. https://learn.microsoft.com/en-us/microsoftteams/devices/qos-on-teams-devices

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

OECD. (2015). Students, computers and learning: Making the connection. OECD Publishing.

OECD. (2015). Students, computers and learning: Making the connection. OECD Publishing

Penuel, W. R. (2006). Implementation and effects of one-to-one computing initiatives: A research synthesis. Journal of Research on Technology in Education, 38(3), 329–348.

Redecker, C., & Punie, Y. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union.

Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C. O'Malley (Ed.), Computer supported collaborative learning (pp. 69–97). Springer.

Salleh, N., Mendes, E., & Grundy, J. (2011). Empirical studies of pair programming for CS/SE teaching in higher education: A systematic literature review. IEEE Transactions on Software Engineering, 37(4), 509–525.

Samsung Display. (n.d.). QD-OLED. https://www.samsungdisplay.com/eng/tech/quantum-dot.jsp

Seagate. (2019). BarraCuda 2.5 HDD data sheet. https://www.seagate.com/www-content/datasheets/pdfs/barracuda-2-5-DS1907-2-1907US-en_US.pdf

Selwyn, N. (2016). Education and technology: Key issues and debates (2nd ed.). Bloomsbury Academic.

Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In R. K. Sawyer (Ed.), The Cambridge handbook of the learning sciences (pp. 409–426). Cambridge University Press.

Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. Review of Educational Research, 81(1), 4–28.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.

UNESCO. (2022). Guidelines for ICT in education policies and masterplans. UNESCO.

UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? UNESCO.

UNESCO. (2023). Global education monitoring report summary 2023: Technology in education—A tool on whose terms? UNESCO.

UNESCO. (2023). Global education monitoring report summary 2023: Technology in education—A tool on whose terms? UNESCO.

USB Implementers Forum. (2024). USB data performance language usage guidelines. https://www.usb.org/sites/default/files/usb_data_performance_language_usage_guidelines_jan_2024.pdf

USB Implementers Forum. (n.d.). USB 3.2 specification. https://www.usb.org/usb-32-0

ViewSonic. (2025, June 4). What is an IPS monitor? Monitor panel types explained. https://www.viewsonic.com/library/photography/what-is-an-ips-monitor-panel/

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens: With new examples of knowledge, skills and attitudes. Publications Office of the European Union.

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens: With new examples of knowledge, skills and attitudes. Publications Office of the European Union.

Warschauer, M. (2006). Laptops and literacy: Learning in the wireless classroom. Teachers College Press.

Wi-Fi Alliance. (2025). Wi-Fi CERTIFIED certificate: Spectrum capabilities and Wi-Fi CERTIFIED 6/7. https://api.cert.wi-fi.org/api/certificate/download/public?variantId=138088

Williams, L., & Kessler, R. R. (2002). Pair programming illuminated. Addison-Wesley.

Williams, L., & Upchurch, R. L. (2001). In support of student pair-programming. ACM SIGCSE Bulletin, 33(1), 327–331.

World Bank. (2020). Reimagining human connections: Technology and innovation in education at the World Bank. World Bank.

World Bank. (2020). Reimagining human connections: Technology and innovation in education at the World Bank. World Bank.

World Bank. (2024). Digital pathways for education: Enabling greater impact for all. World Bank.

Zheng, B., Warschauer, M., Lin, C.-H., & Chang, C. (2016). Learning in one-to-one laptop environments: A meta-analysis and research synthesis. Review of Educational Research, 86(4), 1052–1084.

Zoom Support. (n.d.). Using Zoom on a laptop. https://support.zoom.com/hc/en/article?id=zm_kb&sysparm_article=KB0062863

Zoom Support. (n.d.). Zoom system requirements: Windows, macOS, Linux. https://support.zoom.com/hc/en/article?id=zm_kb&sysparm_article=KB0060748

Zoom Support. (n.d.). Zoom system requirements: Zoom Web App. https://support.zoom.com/hc/en/article?id=zm_kb&sysparm_article=KB0058323

Kemendikdasmen

Direktorat Sekolah Menengah Pertama
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Menengah
Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah
Jakarta, 2026