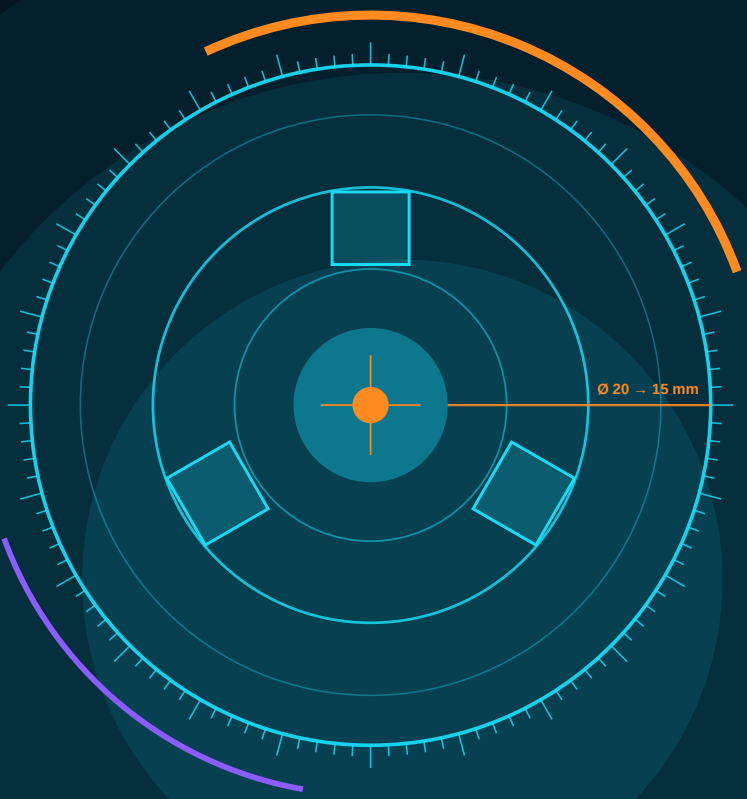
SIMULATION // ONLINE

MODUL 01 · TURNING



NASKAH INOVASI PEMBELAJARAN // PRAKTIK BAIK

VIRTUAL WORKSHOP

Inovasi Pembelajaran Teknik Pembubutan Dasar Berbasis Simulasi Virtual

Teknik Pemesinan · Kelas XI · SMK

FACING | STRAIGHT TURNING | K3

DISUSUN OLEH

Nono Kartono, S.T., Gr., S.Kom

SMKN 2 Tasikmalaya

Tasikmalaya, Jawa Barat

2026

BAGIAN AWAL

Identitas Inovasi Pembelajaran

Judul Inovasi	**Virtual Workshop: Inovasi Pembelajaran Teknik Pembubutan Dasar Berbasis Simulasi Virtual**
Bidang / Mata Pelajaran	Teknik Pemesinan — Teknik Pembubutan Dasar
Jenjang dan Kelas	Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), Kelas XI (Fase F)
Materi Pokok	Prinsip dasar pembubutan, komponen utama mesin bubut (cekam, eretan, pahat bubut), pembubutan muka (*facing*), dan pembubutan lurus (*straight turning*), serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3)
Pendekatan Pembelajaran	Pembelajaran berdiferensiasi berpusat pada peserta didik, berbasis pengalaman (*experiential learning*) dan simulasi virtual, kontekstual dengan dunia kerja
Media Utama	Video pembelajaran *Virtual Workshop* (durasi 4 menit 50 detik), modul simulasi virtual mesin bubut, LKPD, dan lembar asesmen
Alokasi Waktu	4 Jam Pelajaran (4 × 45 menit), dapat dibagi dalam dua pertemuan
Sasaran	Peserta didik kelas XI program keahlian Teknik Pemesinan; terbuka untuk adaptasi pada kelas X sebagai pengantar
Nama Penyusun	Nono Kartono, S.T., Gr., S.Kom
NIP / NUPTK	[NIP / NUPTK]
Satuan Pendidikan	SMKN 2 Tasikmalaya
Kabupaten/Kota, Provinsi	Tasikmalaya, Jawa Barat
Tahun	2026

Catatan pengisian. Bagian bertanda kurung siku, seperti [NIP / NUPTK], disiapkan untuk diisi oleh penyusun sebelum naskah dicetak, diunggah, atau diajukan.

NAVIGASI

Daftar Isi

Identitas Inovasi Pembelajaran . . . 2

Ringkasan / Abstrak . . . 5

BAB I — Pendahuluan . . . 6

A. Latar Belakang . . . 6

B. Identifikasi Masalah . . . 6

C. Rumusan Masalah . . . 7

D. Tujuan . . . 7

E. Manfaat . . . 7

BAB II — Deskripsi dan Keunggulan Inovasi . . . 8

A. Deskripsi Inovasi . . . 8

B. Komponen Inovasi . . . 8

C. Isi Pembelajaran dalam Video . . . 9

D. Keunggulan Inovasi . . . 10

E. Landasan Teoretis Singkat . . . 10

F. Keterbatasan dan Mitigasi . . . 11

BAB III — Langkah Pelaksanaan Pembelajaran . . . 12

A. Persiapan . . . 12

B. Skema Alur Pembelajaran . . . 12

C. Kegiatan Pembelajaran . . . 12

D. Pembelajaran Berdiferensiasi . . . 13

E. Pengelolaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) . . . 13

BAB IV — Asesmen dan Indikator Keberhasilan . . . 14

A. Prinsip Asesmen . . . 14

B. Jenis dan Teknik Asesmen . . . 14

C. Rubrik Penilaian Keterampilan (Simulasi dan Praktik) . . . 14

D. Indikator Keberhasilan Inovasi . . . 15

BAB V — Refleksi dan Tindak Lanjut . . . 16

A. Refleksi Pembelajaran . . . 16

B. Hasil Penerapan (diisi guru setelah pelaksanaan) . . . 16

C. Tindak Lanjut . . . 16

BAB VI — Penutup 17

A. Kesimpulan 17

B. Saran 17

LAMPIRAN A — Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) 18

Kegiatan 0 — Pemantik (setelah menonton video) 18

Kegiatan 1 — Identifikasi Komponen Utama 18

Kegiatan 2 — Pemeriksaan Awal dan K3 18

Kegiatan 3 — Simulasi Dua Teknik Penyayatan 19

Kegiatan 4 — Pertanyaan Analisis 19

Kegiatan 5 — Refleksi 20

LAMPIRAN B — Skenario Video Pembelajaran 21

Bagian 1 — Praktik Baik Pembelajaran (00:00 – 01:34) 21

Bagian 2 — Sesi Virtual Workshop (01:41 – 04:51) 22

DAFTAR PUSTAKA — Referensi 24

Referensi Media 24

RINGKASAN

Abstrak

Pembelajaran Teknik Pembubutan Dasar di SMK menuntut peserta didik memahami prinsip kerja mesin bubut sebelum mereka dapat mengoperasikannya secara aman dan teliti. Pada praktiknya, jumlah mesin yang terbatas, risiko kecelakaan kerja bagi pemula, serta biaya bahan dan pahat yang terbuang akibat kesalahan awal membuat sebagian peserta didik hanya sempat mengamati demonstrasi dan memiliki waktu berlatih yang sangat singkat.

Virtual Workshop adalah inovasi pembelajaran yang memindahkan tahap pengenalan dan latihan awal pembubutan ke lingkungan simulasi virtual. Inovasi ini terdiri atas (1) video pembelajaran berdurasi 4 menit 50 detik yang memadukan analogi kontekstual "mengupas apel", pengenalan tiga komponen utama mesin bubut (cekam, eretan, dan pahat bubut), serta dua teknik penyayatan dasar, yaitu pembubutan muka dan pembubutan lurus; (2) modul simulasi virtual yang dapat diulang tanpa risiko; dan (3) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) beserta instrumen asesmen berbasis rubrik.

Pelaksanaan dirancang dalam alur *Amati – Pahami – Simulasikan – Refleksikan – Praktikkan*. Peserta didik belajar konsep melalui video, melatih urutan kerja dan pengambilan keputusan pada simulasi, lalu membawa kesiapan tersebut ke praktik nyata di bengkel dengan pendampingan guru. Keberhasilan diukur melalui ketuntasan pemahaman konsep, ketepatan prosedur dan K3 pada simulasi, ketelitian ukuran hasil simulasi, serta sikap kerja.

Inovasi ini diharapkan meningkatkan kesiapan, rasa percaya diri, dan keselamatan peserta didik sebelum menyentuh mesin yang sesungguhnya, sekaligus menghemat waktu mesin dan bahan praktik. Naskah ini memuat dasar pemikiran, deskripsi inovasi, langkah pelaksanaan, asesmen, refleksi, LKPD, serta skenario video sebagai dokumentasi praktik baik yang dapat direplikasi oleh guru lain.

Kata kunci: pembubutan dasar, simulasi virtual, virtual workshop, teknik pemesinan, SMK, pembelajaran berdiferensiasi, K3.

BAB I

Pendahuluan

A. Latar Belakang

Pendidikan vokasi tidak cukup hanya mengajarkan teori. Peserta didik SMK perlu dibekali keterampilan, pengalaman, dan karakter kerja yang dibutuhkan industri. Di program keahlian Teknik Pemesinan, mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas paling mendasar. Banyak komponen berbentuk silindris, misalnya poros, bushing, dan pen, dihasilkan melalui proses pembubutan. Penguasaan teknik pembubutan dasar menjadi fondasi bagi proses pemesinan lanjut seperti pembubutan tirus, ulir, dan alur.

Dalam pembelajaran Teknik Pembubutan Dasar, peserta didik tidak hanya belajar menjalankan mesin. Mereka perlu memahami prosedur kerja, menggunakan alat ukur, memilih pahat, menerapkan K3, serta teliti menghasilkan benda kerja sesuai ukuran dan standar. Capaian ini hanya dapat dibangun lewat latihan yang berulang dan terarah.

Meski demikian, pelaksanaan praktik langsung di bengkel menghadapi beberapa kendala yang lazim ditemui di banyak SMK:

- rasio mesin dan peserta didik yang tidak ideal sehingga sebagian besar waktu praktik dihabiskan dengan menunggu giliran atau hanya mengamati;
- risiko keselamatan bagi pemula, seperti terlilit benda berputar, terkena geram panas, atau pahat patah akibat pemakanan berlebih;
- biaya bahan, pahat, dan perawatan mesin yang meningkat ketika terjadi kesalahan dasar;
- konsep abstrak (gerak relatif benda kerja dan pahat, arah gerak eretan) yang sulit dibayangkan hanya dari penjelasan lisan atau gambar statis;
- kesiapan awal peserta didik yang sangat beragam, sehingga demonstrasi klasikal tidak menjangkau semua gaya dan kecepatan belajar.

Perkembangan teknologi pembelajaran memungkinkan guru menyediakan lingkungan simulasi yang aman, dapat diulang tanpa batas, dan memberi umpan balik seketika. Berangkat dari kebutuhan tersebut, penulis mengembangkan **Virtual Workshop**, yaitu inovasi pembelajaran berbasis simulasi virtual untuk tahap pengenalan dan latihan awal Teknik Pembubutan Dasar sebelum peserta didik berlatih pada mesin sesungguhnya.

B. Identifikasi Masalah

1. Peserta didik belum memahami prinsip dasar pembubutan secara konseptual (apa yang berputar, apa yang bergerak, dan mengapa).
2. Peserta didik sulit mengenali fungsi komponen utama mesin bubut dan hubungannya dengan hasil penyayatan.
3. Peserta didik belum terbiasa menjalankan pemeriksaan awal dan urutan kerja yang aman.
4. Waktu dan kesempatan berlatih di mesin nyata terbatas, sedangkan risiko kesalahan bagi pemula tinggi.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang pembelajaran Teknik Pembubutan Dasar berbasis simulasi virtual yang kontekstual dan berpusat pada peserta didik?
2. Bagaimana langkah pelaksanaan Virtual Workshop agar peserta didik siap, aman, dan teliti ketika beralih ke praktik di mesin sesungguhnya?
3. Bagaimana mengukur keberhasilan inovasi ini secara valid dan dapat dipertanggungjawabkan?

D. Tujuan

Tujuan umum: meningkatkan kualitas pembelajaran Teknik Pembubutan Dasar melalui simulasi virtual yang aman, interaktif, dan dapat diulang.

Tujuan khusus: setelah mengikuti Virtual Workshop, peserta didik mampu:

1. menjelaskan prinsip dasar pembubutan, yaitu benda kerja berputar dan pahat bergerak menyayat;
2. mengidentifikasi tiga komponen utama mesin bubut (cekam, eretan, dan pahat bubut) beserta fungsinya;
3. membedakan dan mensimulasikan pembubutan muka (*facing*) serta pembubutan lurus (*straight turning*);
4. menerapkan pemeriksaan awal dan prinsip K3 sebelum menyalakan mesin;
5. menunjukkan ketelitian dalam mencapai ukuran target pada simulasi, misalnya mereduksi diameter dari 20 mm menjadi 15 mm.

E. Manfaat

Pihak	Manfaat
Peserta didik	Lebih siap, percaya diri, dan aman sebelum praktik nyata; dapat berlatih berulang sesuai kecepatan masing-masing; mendapat umpan balik langsung.
Guru	Demonstrasi tidak perlu diulang berkali-kali; waktu dialihkan untuk pendampingan individual; data asesmen lebih mudah dikumpulkan.
Sekolah	Efisiensi pemakaian mesin, bahan, dan pahat; menurunkan risiko kecelakaan kerja; mendukung visi sekolah vokasi yang adaptif teknologi.
Dunia usaha / industri	Lulusan memiliki kebiasaan kerja aman, teliti, dan prosedural sejak tahap awal pembelajaran.

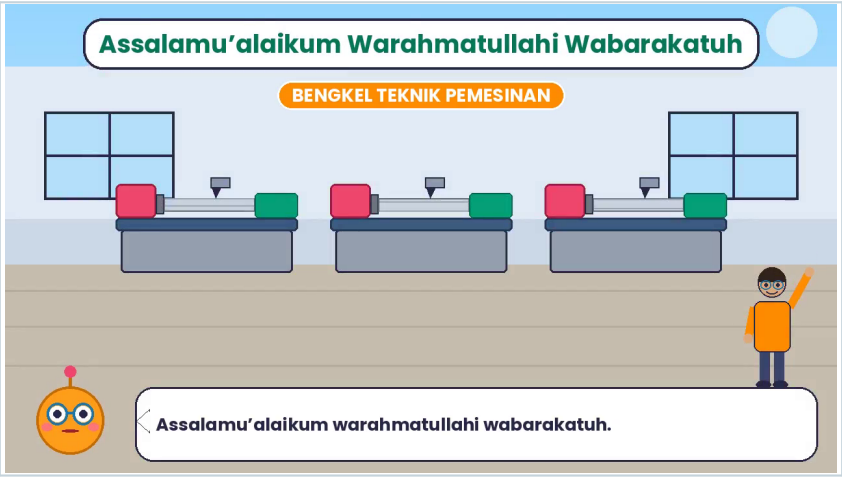
BAB II

Deskripsi dan Keunggulan Inovasi

A. Deskripsi Inovasi

Virtual Workshop adalah paket pembelajaran yang menghadirkan "bengkel virtual" tempat peserta didik mempelajari dan mencoba pembubutan dasar tanpa risiko panas, geram, ataupun kerusakan alat. Inovasi ini menyatukan penjelasan konsep, analogi kontekstual, pengenalan komponen, dan latihan gerakan penyayatan dalam satu alur yang dipandu oleh karakter pemandu (maskot) yang akrab disapa *Sobat Teknik*.

Inovasi ini bukan pengganti praktik di mesin sesungguhnya. Simulasi digunakan sebagai jembatan: peserta didik membangun pemahaman dan kebiasaan kerja di dunia virtual terlebih dahulu, kemudian memindahkannya ke bengkel dengan pendampingan guru.



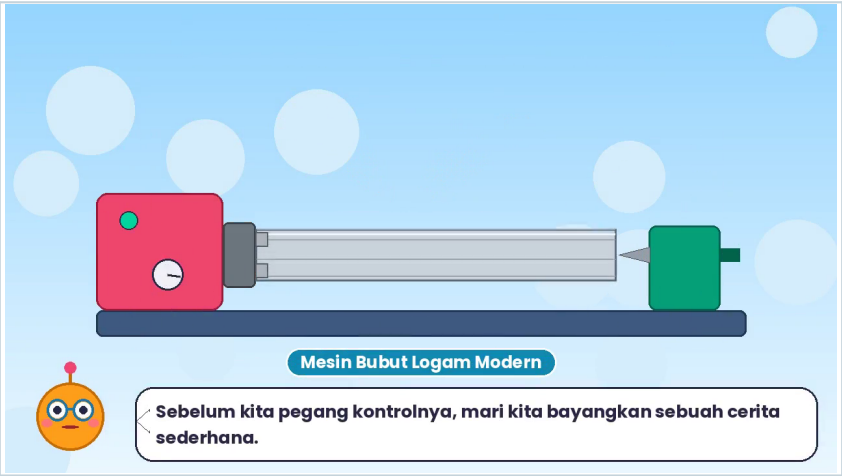
Gambar 1. Adegan pembuka video: suasana bengkel Teknik Pemesinan dan salam pembuka guru.

B. Komponen Inovasi

No.	Komponen	Uraian
1	Video Virtual Workshop	Video animasi 4 menit 50 detik dengan narasi (*voice over*) dan teks pendamping. Bagian pertama (±1 menit 33 detik) memaparkan praktik baik pembelajaran; bagian kedua (±3 menit 10 detik) berisi sesi Virtual Workshop untuk peserta didik.
2	Modul simulasi virtual	Lingkungan simulasi mesin bubut tempat peserta didik mengatur posisi pahat, memilih arah gerak, dan melihat hasil penyayatan secara visual.
3	LKPD	Lembar kerja berisi pemeriksaan K3, identifikasi komponen, latihan *facing* dan *straight turning*, tabel pengukuran, serta refleksi (Lampiran A).
4	Instrumen asesmen	Tes diagnostik singkat, daftar periksa observasi, rubrik keterampilan dan sikap, serta kuis penutup.
5	Skenario video	Dokumen perencanaan visual dan narasi per adegan agar video dapat direproduksi atau diadaptasi guru lain (Lampiran B).

C. Isi Pembelajaran dalam Video

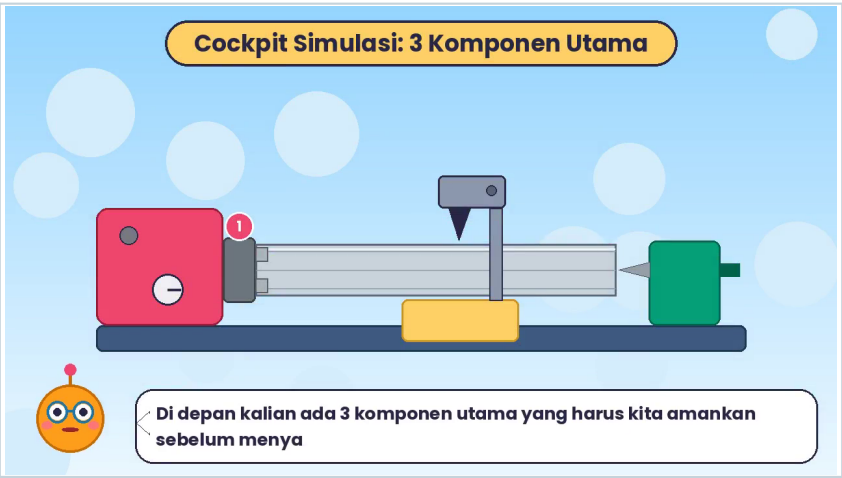
1. Analogi mengupas apel. Konsep dasar pembubutan diperkenalkan melalui pertanyaan sederhana: saat mengupas apel, apakah pisau yang mengelilingi apel atau apelnya yang diputar? Jawabannya, apel yang diputar. Dengan cara yang sama, benda kerja logam diputar pada kecepatan tertentu dan pahat bubut ditekan perlahan untuk menyayat serta membentuk logam sesuai ukuran.



Gambar 2. Analogi "pembubutan = mengupas apel" untuk memahami gerak relatif benda kerja dan pahat.

2. Tiga komponen utama (cockpit simulasi).

- **Cekam (*chuck*)**: "tangan besi" yang memegang poros logam agar tidak lepas saat berputar.
- **Eretan (*carriage*)**: "kemudi" yang mengarahkan gerak pahat, baik memanjang (sejajar poros) maupun melintang.
- **Pahat bubut**: pisau potong yang terpasang kuat pada *toolpost*.



Gambar 3. Cockpit simulasi: cekam (1), eretan (2), dan pahat bubut (3) beserta pemeriksaan awal.

3. Dua teknik penyayatan dasar.

- **Pembubutan muka (*facing*)**: pahat bergerak melintang dari luar menuju pusat poros untuk membuat permukaan ujung rata dan tegak lurus terhadap sumbu.
- **Pembubutan lurus (*straight turning*)**: pahat bergerak memanjang sejajar poros untuk memperkecil diameter benda kerja (contoh dalam video: dari 20 mm menjadi 15 mm).



Gambar 4. Ringkasan Virtual Workshop: prinsip pembubutan, komponen, dua gerakan penyayatan, serta ketelitian dan K3.

D. Keunggulan Inovasi

Aspek	Keunggulan
Keselamatan	Pemula berlatih tanpa paparan benda berputar, geram panas, atau risiko pahat patah. Pemeriksaan awal dibiasakan sebelum "mesin dinyalakan".
Kontekstual	Analogi mengupas apel menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman sehari-hari sehingga mudah dipahami dan diingat.
Dapat diulang	Peserta didik dapat mengulang video dan simulasi sebanyak yang dibutuhkan, di sekolah maupun mandiri di rumah.
Umpan balik cepat	Hasil gerakan pahat dan ukuran langsung terlihat sehingga kesalahan dapat dikenali dan diperbaiki saat itu juga.
Efisien	Menghemat bahan, pahat, listrik, dan waktu mesin; waktu bengkel dipakai untuk latihan yang bermakna.
Berdiferensiasi	Peserta didik bergerak sesuai kecepatan masing-masing; guru fokus mendampingi yang membutuhkan.
Mudah direplikasi	Seluruh materi (video, LKPD, rubrik, skenario) terdokumentasi sehingga dapat dipakai dan diadaptasi guru lain.

E. Landasan Teoretis Singkat

- **Pembelajaran multimedia** (Mayer, 2009): kombinasi narasi dan visual yang dirancang baik membantu pemahaman lebih dalam daripada kata-kata saja.
- **Pembelajaran berbasis pengalaman** (Kolb, 1984): belajar berlangsung melalui siklus mengalami, merefleksi, mengonsep, dan mencoba kembali, yang tercermin pada alur simulasi-refleksi-praktik.
- **Beban kognitif** (Sweller, 1988): konsep dipecah menjadi bagian kecil (tiga komponen, dua teknik) agar tidak membebani memori kerja pemula.
- **Zona perkembangan proksimal** (Vygotsky, 1978): simulasi dan bimbingan guru menjembatani apa yang dapat dilakukan peserta didik sendiri dengan yang dapat dilakukan dengan bantuan.

F. Keterbatasan dan Mitigasi

Keterbatasan	Mitigasi
Simulasi tidak menghadirkan sensasi fisik (getaran, suara, gaya potong).	Simulasi diposisikan sebagai tahap awal; praktik nyata tetap wajib dengan pendampingan guru.
Ketersediaan perangkat dan koneksi tidak merata.	Video dan LKPD tersedia luring; siswa berbagi perangkat dalam kelompok kecil 2–3 orang.
Risiko peserta didik menganggap simulasi sudah cukup.	Asesmen akhir menuntut demonstrasi pada mesin nyata sebelum dinyatakan kompeten.

BAB III

Langkah Pelaksanaan Pembelajaran

A. Persiapan

Guru menyiapkan: (1) video Virtual Workshop dan modul simulasi yang telah diuji; (2) perangkat (laptop/proyektor, komputer lab, atau gawai peserta didik); (3) LKPD dan lembar asesmen yang dicetak atau dibagikan digital; (4) peralatan bengkel untuk sesi praktik lanjutan (mesin bubut, benda kerja, pahat, jangka sorong, APD); dan (5) pembagian kelompok heterogen beranggota 2–3 orang.

Peserta didik menyiapkan: alat tulis, LKPD, dan perlengkapan K3 dasar (pakaian kerja, sepatu tertutup, kacamata pelindung) untuk sesi praktik.

B. Skema Alur Pembelajaran

1. AMATI	2. PAHAMI	3. SIMULASIKAN	4. REFLEKSIKAN	5. PRAKTIKKAN
Tonton video & analogi apel	Kenali komponen & teknik	Latihan di modul virtual	Diskusi & perbaikan	Praktik di mesin nyata

C. Kegiatan Pembelajaran

Rincian berikut untuk 4 JP (4 × 45 menit = 180 menit). Guru dapat membaginya menjadi dua pertemuan (Pertemuan 1: Amati–Pahami–Simulasikan; Pertemuan 2: Refleksikan–Praktikkan).

Tahap / Waktu	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
Pendahuluan (20 menit)	Mengucap salam, mengecek kehadiran dan kesiapan; mengaitkan materi dengan produk silindris di sekitar (poros motor, bushing); menyampaikan tujuan dan alur; memberi tes diagnostik singkat (5 soal).	Menjawab tes diagnostik; menyimak tujuan; menyebutkan contoh benda hasil bubut yang pernah dilihat.
1. Amati (25 menit)	Memutar video Virtual Workshop; menghentikan di momen kunci (analogi apel, tiga komponen, dua teknik) untuk pertanyaan pemantik: "Apa yang berputar dan apa yang bergerak?"	Menonton secara aktif dan mencatat kata kunci di LKPD bagian awal; menjawab pertanyaan pemantik.
2. Pahami (25 menit)	Membimbing diskusi kelompok: fungsi cekam, eretan, pahat; perbedaan arah gerak *facing* (melintang) dan *straight turning* (memanjang); menunjukkan model/gambar pendukung.	Mengisi LKPD Kegiatan 1 (identifikasi komponen) dan Kegiatan 2 (perbandingan teknik) bersama kelompok.
3. Simulasikan (45 menit)	Mengarahkan penggunaan modul simulasi: pemeriksaan awal K3, pengaturan cekam dan pahat, latihan *facing*, lalu *straight turning* 20 mm → 15 mm; berkeliling memberi umpan balik; menyiapkan tantangan lanjutan bagi yang cepat.	Melakukan simulasi bergantian (satu mengoperasikan, satu mengamati/mencatat); mengisi tabel hasil di LKPD Kegiatan 3; mengulang jika ukuran belum sesuai.

Tahap / Waktu	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
4. Refleksikan (25 menit)	Memfasilitasi diskusi kesalahan umum (pemakanan terlalu dalam, arah gerak terbalik, lupa pemeriksaan awal); menguatkan prinsip ketelitian dan K3; memberi kuis singkat.	Mempresentasikan hasil dan kendala; menulis refleksi; mengerjakan kuis.
5. Praktikkan (30 menit, pendampingan)	Mendemonstrasikan singkat pada mesin nyata; mendampingi rotasi praktik *facing* dan *straight turning* sederhana; menilai dengan daftar periksa observasi.	Menerapkan urutan kerja dan K3 pada mesin nyata sesuai arahan; mengukur hasil dengan jangka sorong.
Penutup (10 menit)	Merangkum bersama; menyampaikan umpan balik umum; menginformasikan tindak lanjut; berdoa dan salam.	Menyimpulkan pembelajaran; menyimpan LKPD; merapikan alat dan area kerja.

D. Pembelajaran Berdiferensiasi

Kelompok kebutuhan	Dukungan yang diberikan
Perlu penguatan konsep	Video diulang per segmen; kartu bergambar fungsi komponen; pendampingan guru di awal simulasi.
Sedang berkembang	LKPD standar; pemantik ringan; simulasi satu skenario ukuran target (20 mm → 15 mm).
Mahir / cepat	Tantangan tambahan: menentukan jumlah lintasan pemakanan dan kedalaman potong, menghitung putaran spindel (lihat LKPD), menjadi tutor sebaya.

E. Pengelolaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

- Kebiasaan K3 dimulai dari simulasi: setiap latihan diawali daftar periksa (cekam terpasang kuat, pahat terpasang kuat, area kerja bebas barang).
- Pada praktik nyata: pakaian kerja pas badan, rambut diikat, tanpa perhiasan atau sarung tangan saat mesin berputar, kacamata pelindung digunakan, dan kunci cekam dilepas sebelum mesin dinyalakan.
- Mesin dinyalakan hanya setelah guru memberi izin; benda berputar tidak boleh diukur atau disentuh; geram dibersihkan dengan kuas atau pengait, bukan tangan.

BAB IV

Asesmen dan Indikator Keberhasilan

A. Prinsip Asesmen

Asesmen dilakukan secara menyeluruh pada tiga ranah (pengetahuan, keterampilan, dan sikap) melalui asesmen diagnostik, formatif, dan sumatif. Fokusnya pada proses dan bukti nyata kemampuan, sesuai prinsip bahwa keterampilan harus dilatih, dibiasakan, dan dibuktikan melalui karya nyata.

B. Jenis dan Teknik Asesmen

Jenis	Waktu	Teknik / Instrumen	Tujuan
Diagnostik	Awal pembelajaran	Tes tertulis singkat (5 soal pilihan ganda)	Memetakan pengetahuan awal dan pengelompokan.
Formatif	Selama simulasi	Observasi dan daftar periksa; LKPD; tanya jawab	Memberi umpan balik dan menyesuaikan dukungan.
Formatif	Akhir sesi	Kuis penutup (5–10 soal)	Memastikan pemahaman konsep.
Sumatif	Praktik nyata	Penilaian kinerja dengan rubrik (urutan kerja, K3, ketelitian ukuran)	Menentukan ketercapaian keterampilan.
Sikap	Sepanjang kegiatan	Jurnal observasi guru, penilaian sejawat	Menilai ketelitian, tanggung jawab, kerja sama, disiplin K3.

C. Rubrik Penilaian Keterampilan (Simulasi dan Praktik)

Aspek	4 — Sangat Baik	3 — Baik	2 — Cukup	1 — Perlu Bimbingan
Pemeriksaan awal dan K3	Seluruh butir daftar periksa dilakukan mandiri dan berurutan	Seluruh butir dilakukan, 1 kali diingatkan	Sebagian butir terlewat	Banyak butir terlewat; perlu arahan terus-menerus
Identifikasi komponen	Menyebut 3 komponen dan fungsinya dengan tepat	Menyebut 3 komponen, 1 fungsi kurang tepat	Menyebut 2 komponen dengan benar	Kurang dari 2 komponen benar
Ketepatan teknik (*facing* / *straight turning*)	Arah gerak, urutan, dan pemakanan tepat pada percobaan pertama	Tepat setelah 1 kali koreksi	Tepat setelah 2 kali koreksi	Belum tepat setelah koreksi
Ketelitian ukuran	Hasil dalam toleransi ±0,1 mm	Selisih 0,1–0,3 mm	Selisih 0,3–0,5 mm	Selisih lebih dari 0,5 mm
Sikap kerja	Teliti, tertib, kerja sama sangat baik	Umumnya teliti dan tertib	Kadang tergesa-gesa	Sering mengabaikan prosedur

Nilai akhir = (jumlah skor ÷ skor maksimal 20) × 100. Kategori: 86–100 Sangat Baik; 71–85 Baik; 56–70 Cukup; ≤55 Perlu Bimbingan. Batas ketuntasan disesuaikan dengan kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran

(KKTP) satuan pendidikan.

D. Indikator Keberhasilan Inovasi

No.	Indikator	Target	Sumber Data
1	Peserta didik yang mencapai ketuntasan pemahaman konsep pada kuis penutup	≥ 80% peserta didik	Hasil kuis
2	Peserta didik yang menyelesaikan pemeriksaan awal K3 lengkap dan berurutan	≥ 90% peserta didik	Daftar periksa observasi
3	Peserta didik yang mencapai ukuran target simulasi dalam toleransi	≥ 75% peserta didik	LKPD Kegiatan 3
4	Peningkatan rata-rata skor dari tes diagnostik ke kuis penutup	Naik ≥ 20 poin	Perbandingan skor
5	Peserta didik yang menilai simulasi membantu kesiapan praktik	≥ 85% setuju/sangat setuju	Angket kepuasan
6	Kejadian kecelakaan kerja atau kerusakan pahat saat praktik nyata	Nihil / menurun dibanding sebelum inovasi	Catatan bengkel

Target di atas bersifat rencana awal dan perlu disesuaikan dengan kondisi kelas. Data hasil penerapan sebenarnya diisikan guru pada bagian refleksi (Bab V).

BAB V

Refleksi dan Tindak Lanjut

A. Refleksi Pembelajaran

Refleksi dilakukan oleh peserta didik dan guru secara berkala untuk menilai efektivitas inovasi dan menemukan hal yang perlu diperbaiki.

Pertanyaan refleksi peserta didik:

- Bagian mana dari video atau simulasi yang paling membantu saya memahami pembubutan?
- Kesalahan apa yang saya lakukan di simulasi, dan bagaimana saya memperbaikinya?
- Apa yang membuat saya lebih percaya diri atau masih ragu saat akan mengoperasikan mesin nyata?

Pertanyaan refleksi guru:

- Apakah alur Amati–Pahami–Simulasikan–Refleksikan–Praktikkan berjalan sesuai alokasi waktu?
- Pada tahap mana peserta didik paling banyak mengalami kesulitan, dan mengapa?
- Apakah ada perbedaan kesiapan antara peserta didik yang sempat berlatih di simulasi dan yang tidak?
- Apakah indikator keberhasilan tercapai, dan data apa yang mendukungnya?

B. Hasil Penerapan (diisi guru setelah pelaksanaan)

Indikator	Target	Capaian	Keterangan
Ketuntasan konsep (kuis)	≥ 80%	…… %	
Pemeriksaan awal K3 lengkap	≥ 90%	…… %	
Ukuran target simulasi tercapai	≥ 75%	…… %	
Kenaikan skor diagnostik → kuis	≥ 20 poin	…… poin	
Kepuasan peserta didik	≥ 85%	…… %	

C. Tindak Lanjut

1. **Pengayaan:** peserta didik yang tuntas diarahkan pada simulasi lanjutan (pembubutan tirus, pembuatan alur, atau ulir sederhana) dan peran tutor sebaya.
2. **Remedial:** peserta didik yang belum tuntas mengulang segmen video, kegiatan simulasi terarah, dan pendampingan kelompok kecil sebelum asesmen ulang.
3. **Perbaikan inovasi:** memperbarui video dan LKPD berdasarkan temuan refleksi, misalnya menambah umpan balik otomatis pada simulasi dan skenario kesalahan umum.
4. **Diseminasi:** berbagi praktik baik melalui komunitas belajar guru (KKG/MGMP), pelatihan internal sekolah, dan repositori bersama.
5. **Kemitraan industri:** mengundang praktisi untuk memberi masukan agar simulasi selaras dengan standar kerja industri.

BAB VI

Penutup

A. Kesimpulan

Virtual Workshop merupakan inovasi pembelajaran yang memanfaatkan simulasi virtual sebagai jembatan menuju praktik pembubutan yang sesungguhnya. Melalui analogi kontekstual, pengenalan komponen yang ringkas, dan latihan dua teknik penyayatan dasar, peserta didik dapat membangun pemahaman, kebiasaan kerja aman, dan ketelitian sebelum berhadapan dengan mesin nyata. Pembelajaran dirancang aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik, sehingga setiap proses menjadi pengalaman belajar yang bermakna.

Dengan langkah pelaksanaan yang jelas, asesmen berbasis rubrik, serta indikator keberhasilan yang terukur, inovasi ini dapat dievaluasi dan diperbaiki secara berkelanjutan, serta direplikasi oleh guru lain pada materi pemesinan yang serupa.

B. Saran

1. **Bagi guru:** gunakan simulasi sebagai pendahulu, bukan pengganti, praktik di mesin nyata; manfaatkan data LKPD untuk menyesuaikan pendampingan.
2. **Bagi sekolah:** menyediakan perangkat dan akses yang memadai serta mendukung pengembangan materi simulasi lanjutan.
3. **Bagi pengembang lanjutan:** menambah variasi proses pemesinan (tirus, ulir, alur), skenario kesalahan, dan fitur penilaian otomatis.

Semoga naskah ini bermanfaat bagi peningkatan mutu pendidikan vokasi. Belajar, berlatih, berkarya, dan siap menghadapi dunia kerja.

LAMPIRAN A

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Nama		Kelas	
Kelompok		Tanggal	

Judul: Virtual Workshop — Pembubutan Dasar (*Facing* dan *Straight Turning*)

Tujuan: mengidentifikasi komponen utama mesin bubut, mensimulasikan pembubutan muka dan pembubutan lurus, serta menerapkan K3 dan ketelitian ukuran.

Alat dan bahan (virtual): modul simulasi mesin bubut, benda kerja poros logam Ø 20 mm, pahat bubut, jangka sorong virtual. **Alat tulis:** pensil dan LKPD ini.

Kegiatan 0 — Pemantik (setelah menonton video)

1. Saat mengupas apel, mana yang berputar dan mana yang bergerak menyayat?
.....

2. Pada mesin bubut, benda apa yang berputar dan benda apa yang menyayat?
.....

3. Sebutkan dua benda di sekitarmu yang kemungkinan dibuat dengan mesin bubut:
.....

Kegiatan 1 — Identifikasi Komponen Utama

No.	Komponen	Fungsi (tuliskan dengan kata-katamu)	Perumpamaan
1	Cekam (*chuck*)		
2	Eretan (*carriage*)		
3	Pahat bubut		

Kegiatan 2 — Pemeriksaan Awal dan K3

Centang (□) setiap butir sebelum "mesin dinyalakan" pada simulasi.

No.	Butir pemeriksaan	Ya	Tidak
1	Cekam telah terpasang dengan kuat dan benda kerja tercekam rata		
2	Pahat bubut terpasang kuat pada *toolpost* dan sejajar tinggi sumbu benda kerja		
3	Eretan dapat bergerak bebas dan posisi pahat aman dari benda kerja		
4	Area kerja bersih dari alat dan benda yang tidak diperlukan		
5	Perlengkapan K3 (pakaian kerja, kacamata pelindung) lengkap		

Kegiatan 3 — Simulasi Dua Teknik Penyayatan

	Pembubutan Muka (*Facing*)	Pembubutan Lurus (*Straight Turning*)
Arah gerak pahat		
Tujuan penyayatan		
Hasil yang diharapkan		
Kesulitan yang dialami		

Tabel pengukuran *straight turning* (target: diameter 20 mm menjadi 15 mm).

Percobaan	Diameter awal (mm)	Kedalaman potong (mm)	Diameter hasil (mm)	Selisih dari target (mm)	Catatan
1	20				
2	20				
3	20				

Kegiatan 4 — Pertanyaan Analisis

1. Pada *straight turning* dari Ø 20 mm menjadi Ø 15 mm, berapa total pengurangan diameter, dan berapa total kedalaman potong pada setiap sisi? .....
2. Mengapa pemakanan sebaiknya dilakukan bertahap, tidak sekaligus? .....
3. Apa akibatnya jika arah gerak eretan tertukar antara *facing* dan *straight turning*? .....

Tantangan (opsional). Hitung putaran spindel dengan rumus **n = (Cs × 1000) ÷ (π × d)**, dengan n = putaran (rpm), Cs = kecepatan potong (m/menit), dan d = diameter benda kerja (mm). *Contoh:* untuk Cs = 25 m/menit dan d = 20 mm, n ≈ 398 rpm. Cari nilai Cs yang sesuai untuk bahan dan pahat pada tabel referensi bengkelmu, lalu hitung n untuk Ø 20 mm dan Ø 15 mm.

Kegiatan 5 — Refleksi

Pernyataan	Jawabanku
Hal paling penting yang kupelajari hari ini	
Bagian yang masih membingungkan	
Satu hal yang akan kulakukan agar lebih teliti dan aman saat praktik nyata	

Penilaian guru: K3 …… /4 · Komponen …… /4 · Ketepatan teknik …… /4 · Ketelitian …… /4 · Sikap …… /4 · **Nilai:** ……

LAMPIRAN B

Skenario Video Pembelajaran

Judul video: Virtual Workshop — Inovasi Pembelajaran Teknik Pembubutan Dasar Berbasis Simulasi Virtual

Durasi: 4 menit 50 detik · **Format:** 16:9 (1280 × 720 piksel) · **Gaya:** animasi 2D, latar bengkel dan kokpit simulasi, karakter pemandu maskot "Sobat Teknik", teks pendamping (*subtitle*) pada bagian bawah layar · **Sasaran:** peserta didik dan guru SMK Teknik Pemesinan.

Video terdiri atas dua bagian: **Bagian 1** — Praktik Baik Pembelajaran (narasi untuk guru/pemirsa umum) dan **Bagian 2** — Sesi Virtual Workshop (narasi untuk peserta didik).

Bagian 1 — Praktik Baik Pembelajaran (00:00 – 01:34)

No.	Waktu	Visual	Narasi (*voice over*)
1	00:00–00:09	Latar bengkel Teknik Pemesinan; seorang peserta didik melambaikan tangan; teks "Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh" dan label "Bengkel Teknik Pemesinan".	Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.
2	00:09–00:21	Peserta didik mengenakan helm kerja berdiri di depan mesin; judul "Teknik Pemesinan | Pembubutan Dasar" dan "Bukan Sekadar Mengoperasikan Mesin".	Pendidikan vokasi bukan sekadar mengajarkan teori, tetapi juga membekali peserta didik dengan keterampilan, pengalaman, dan karakter yang dibutuhkan di dunia kerja.
3	00:21–00:36	Tiga peserta didik di depan mesin bubut; teks pendamping menyorot materi pembubutan dasar kelas XI SMK.	Melalui pembelajaran Teknik Pemesinan, khususnya materi Teknik Pembubutan Dasar, siswa kelas XI SMK diajak untuk mengenal, memahami dan mempraktikkan secara langsung proses pembubutan menggunakan mesin bubut.
4	00:36–00:57	Lima ikon bermunculan berurutan: Prosedur Kerja, Alat Ukur, Pemilihan Pahat, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), Ketelitian dan Standar Ukuran.	Dalam pembelajaran ini, peserta didik tidak hanya belajar mengoperasikan mesin, tetapi juga memahami prosedur kerja, penggunaan alat ukur, pemilihan pahat, penerapan keselamatan dan kesehatan kerja, serta ketelitian dalam menghasilkan benda kerja sesuai ukuran dan standar yang ditentukan.
5	00:57–01:08	Guru mendemonstrasikan dan mengarahkan peserta didik di depan mesin; label "Aktif", "Kontekstual", "Berpusat pada Peserta Didik", "Pengalaman belajar yang bermakna".	Pembelajaran dirancang secara aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik, sehingga setiap proses menjadi pengalaman belajar yang bermakna.
6	01:08–01:29	Peserta didik dan guru bersorak mengangkat tangan; kartu judul "Praktik Baik Pembelajaran — Teknik Pembubutan Dasar — Kelas XI SMK" dengan ilustrasi mesin bubut.	Karena sejatinya, keterampilan tidak cukup hanya dipelajari, tetapi harus dilatih, dibiasakan, dan dibuktikan melalui karya nyata. Inilah praktik baik pembelajaran Teknik Pembubutan Dasar di kelas XI SMK. Belajar, berlatih, berkarya, dan siap menghadapi dunia kerja.
7	01:29–01:34	Penutup bagian pertama; teks salam.	Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Bagian 2 — Sesi Virtual Workshop (01:41 – 04:51)

No.	Waktu	Visual	Narasi (*voice over*)
8	01:41–02:11	Maskot "Sobat Teknik" menyapa; perbandingan poros mobil yang halus dan komponen silinder sempurna; ilustrasi mesin bubut; teks "Mesin Bubut: Mesin Legendaris Manufaktur" dan "Siap jadi ahli mesin masa depan?".	Halo Sobat Teknik! Selamat datang di Virtual Workshop kita hari ini! Pernahkah kalian membayangkan bagaimana poros mobil bisa sangat halus? Atau komponen mesin yang bentuknya silinder sempurna? Semuanya bermula dari satu mesin legendaris di dunia manufaktur: Mesin Bubut! Hari ini kita meluncur ke dunia virtual untuk mencoba pembubutan dasar, tanpa takut kena geram panas. Sudah siap jadi ahli mesin masa depan? Yuk, kita mulai!
9	02:11–02:49	Judul "Anekdot: Logika Dasar Pembubutan"; dua ilustrasi dibandingkan: pisau mengelilingi apel (tanda silang) dan apel diputar dengan pisau diam (tanda centang); teks "Pembubutan = mengupas apel!".	Sebelum kita pegang kontrolnya, mari kita bayangkan sebuah cerita sederhana. Bayangkan kalian sedang mengupas buah apel dengan pisau. Apakah pisau yang berputar mengelilingi apel, atau apelnya yang diputar? Betul sekali! Apelnya yang diputar. Nah, prinsip pembubutan dasar itu persis seperti mengupas apel! Benda kerja logam diputar dengan kecepatan tertentu, lalu pahat bubut ditekan perlahan untuk menyayat dan membentuk logam sesuai ukuran.
10	02:49–03:41	Judul "Cockpit Simulasi: 3 Komponen Utama"; mesin bubut dengan penanda bernomor. Sorotan 1: cekam beserta inset tampak depan tiga rahang; sorotan 2: eretan beserta panah gerak memanjang dan melintang; sorotan 3: pahat bubut beserta daftar periksa "Cekam terpasang".	Sekarang, mari kita masuk ke cockpit simulasi kita. Di depan kalian ada 3 komponen utama yang harus kita amankan sebelum menyalakan mesin: 1. Cekaman (Chuck): ini adalah tangan besi yang memegang poros logam kita agar tidak lepas saat berputar. 2. Eretan (Carriage): ini adalah kemudi yang mengarahkan pisau pemotong kita. 3. Pahat Bubut: pisau pemotong yang terpasang kuat di toolpost. Ketiganya sudah aman. Saatnya kita masuk ke teknik penyayatan!
11	03:41–04:22	Judul "Teknik 1: Pembubutan Muka (Facing)": pahat bergerak melintang (panah merah) dari luar ke pusat. Judul "Teknik 2: Pembubutan Lurus (Straight Turning)": pahat bergerak memanjang sejajar poros; label ukuran "Awal: 20 mm" menjadi "Sekarang: 15 mm".	Ada dua teknik penyayatan dasar yang wajib kalian kuasai di simulasi ini: 1. Pembubutan Muka (Facing): pahat bergerak melintang dari luar ke pusat poros untuk membuat permukaan ujung menjadi rata dan tegak lurus. 2. Pembubutan Lurus (Straight Turning): pahat bergerak memanjang sejajar poros untuk memperkecil diameter logam.
12	04:22–04:51	Kartu "Ringkasan Virtual Workshop": gambar poros hasil bubutan "halus dan mengilap!" dan empat butir centang (prinsip pembubutan; komponen: chuck, eretan, pahat; gerakan: facing dan straight turning; ketelitian dan keselamatan kerja).	Wah, tidak terasa! Kita sudah memahami prinsip dasar pembubutan, mengidentifikasi komponen utama, dan mengenali dua gerakan penyayatan dasar secara virtual. Ingat ya, kunci utama teknisi jempolan adalah ketelitian dan keselamatan kerja. Cobalah buka modul virtual kalian dan praktikkan langkah-langkah tadi secara mandiri. Sampai jumpa di sesi Virtual Workshop berikutnya. Tetap semangat, kreatif, dan salam Sobat Teknik!

Catatan produksi. Waktu pada tabel mengikuti berkas video referensi. Di antara dua bagian terdapat jeda ±7 detik (01:34–01:41). Pada adegan 10 dan 11, animasi berjalan sambil narasi diam sejenak untuk memberi ruang bagi pemirsa mengamati gerak komponen dan pahat.

DAFTAR PUSTAKA

Referensi

Daftar berikut memuat landasan hukum dan rujukan teoretis/teknis yang relevan dengan inovasi ini. Penyusun disarankan memeriksa kembali tahun terbit, edisi, dan nomor regulasi terbaru, serta menambahkan dokumen resmi satuan pendidikan (CP/ATP, KKTP, modul ajar) yang digunakan.

1. Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
2. Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (7th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
3. Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing Engineering and Technology* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
4. Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
5. Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction, 60*, 225–236.
6. Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
7. Republik Indonesia. (2003). *Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta.
8. Republik Indonesia. (1970). *Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja*. Jakarta.
9. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science, 12*(2), 257–285.
10. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
11. Widarto, dkk. (2008). *Teknik Pemesinan Jilid 1 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional.
12. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen* (Kurikulum Merdeka). Jakarta: Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.
13. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. *Capaian Pembelajaran Fase F Program Keahlian Teknik Pemesinan* (dokumen CP/ATP yang berlaku pada satuan pendidikan).

Referensi Media

14. Kartono, N. (2026). *Virtual Workshop: Pembubutan Dasar (video pembelajaran, 4 menit 50 detik)*. Berkas: virtual_workshop_pembubutan_voiceover_andra.mp4.