

MENJAWAB TANTANGAN INDUSTRI 4.0: STRATEGI RESPONSIF TVET TERHADAP EVOLUSI MODEL KORPORASI

¹Mustamin, ²Nur Ramadhani, ³Muhammad Riska

¹Pendidikan Teknik Elektronika dan Teknologi Informasi, Universita Negeri Makassar

²PTK-PTIK Pogram Pascasarjana, Universitas Negeri Makassar

³Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar

mustamin@unm.ac.id¹, nurramadhani3011@gmail.com², muahmmadrabab@unm.ac.id²

*Corresponding author: Mustamin¹

ABSTRAK

Perubahan model bisnis dari era tradisional menuju era digital telah mengubah secara fundamental keterampilan yang dituntut industri, sementara pendidikan teknik dan vokasi (*Technical and Vocational Education and Training*/TVET) berada di garis depan dalam menyiapkan tenaga kerja terampil. Artikel ini bertujuan menganalisis evolusi tiga era model korporasi (tradisional, informasi, dan digital), mengidentifikasi dampaknya terhadap pergeseran kebutuhan keterampilan, serta merumuskan strategi respons TVET yang sistematis. Penelitian ini merupakan kajian konseptual dengan pendekatan tinjauan pustaka naratif (*narrative literature review*) terhadap laporan internasional, literatur ilmiah terindeks, dan studi kasus industriomotif. Hasil kajian menunjukkan bahwa evolusi korporasi menggeser tuntutan keterampilan dari keterampilan manual-repetitif menuju kombinasi keterampilan teknis-digital tingkat tinggi dan keterampilan nonteknis (*soft skills*). Studi kasus industriomotif menegaskan bahwa pekerjaan tidak hilang, tetapi isi keterampilannya bergeser: eksekusi fisik berpindah ke mesin, sementara manusia naik kelas menjadi pengawas, penganalisis, dan kolaborator mesin. Kajian ini merumuskan empat pilar strategi respons TVET, yaitu kurikulum dinamis berbasis modul, kolaborasi industri yang substantif, pembelajaran berbasis proyek nyata, dan integrasi soft skills ke dalam pembelajaran teknis, yang diperkuat pelajaran dari sistem pendidikan ganda Jerman dan gerakan SkillsFuture Singapura. Artikel ini juga memetakan tiga tantangan utama (infrastruktur digital, biaya teknologi, dan kesiapan pengajar) beserta peta jalan implementasi bertahap. Temuan ini menegaskan bahwa responsivitas TVET bukan lagi pilihan, melainkan syarat bagi relevansi lulusan di pasar kerja yang terus berubah.

Kata kunci: TVET; Industri 4.0; Strategi Responsif; Model Korporasi.

ABTRACT

The shift of business models from the traditional era to the digital era has fundamentally transformed the skills demanded by industry, while Technical and Vocational Education and Training (TVET) stands at the forefront of preparing a skilled workforce. This article aims to analyze the evolution of three corporate eras (traditional, information, and digital), identify their impact on shifting skill requirements, and formulate a systematic strategic response for TVET. This study is a conceptual review employing a narrative literature review approach toward international reports, indexed scientific literature, and an automotive industry case study. The findings indicate that corporate evolution shifts skill demands from manual-repetitive skills toward a combination of high-level technical-digital skills and soft skills. The automotive case study confirms that jobs do not disappear, but their skill content shifts: physical execution moves to machines, while workers ascend to become supervisors, analysts, and collaborators of machines. This review formulates four pillars of TVET strategic response: a dynamic module-based curriculum, substantive industry collaboration, real-world project-based learning, and the integration of soft skills into technical instruction, reinforced by lessons from Germany's dual education system and Singapore's SkillsFuture movement. The article also maps three main challenges (digital infrastructure, technology costs, and teacher readiness) along with a phased implementation roadmap. These findings affirm that TVET responsiveness is no longer an option, but a prerequisite for graduate relevance in an ever-changing labor market.

Keywords: TVET; Industry 4.0; Responsive Strategy; Corporate Model.

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mengubah lanskap dunia kerja secara mendasar. Pergeseran model bisnis dari tradisional menuju digital tidak hanya mengubah cara perusahaan berproduksi dan berkompetisi, tetapi juga mengubah secara radikal keterampilan yang dicari industri. Pekerjaan tidak selalu hilang, tetapi isi keterampilannya bergeser dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya. World Economic Forum (2025) memperkirakan 39% keterampilan inti pekerja akan berubah atau kedaluwarsa pada periode 2025–2030. Ketika perusahaan mengadopsi otomatisasi, kecerdasan buatan (AI), dan analitik data, keterampilan yang diajarkan hari ini berisiko tidak lagi relevan pada saat lulusan memasuki dunia kerja. Dalam konteks tersebut, pendidikan teknik dan vokasi (Technical and Vocational Education and Training/TVET) menempati posisi paling strategis sekaligus paling rentan. Sebagai institusi penyiap tenaga kerja terampil, TVET adalah yang pertama kali merasakan dampak kesenjangan antara kurikulum dan kebutuhan industri (World Bank et al., 2023). Laporan World Economic Forum (2025) menunjukkan bahwa hingga 2030 akan tercipta 170 juta pekerjaan baru, namun pada saat yang sama 92 juta pekerjaan tergantikan, dan 63% pengusaha menyebut kesenjangan keterampilan sebagai penghalang utama transformasi bisnis. Risiko bagi institusi vokasi yang gagal beradaptasi sangat nyata: lulusan tidak siap kerja, pengangguran terdidik meningkat, dan kepercayaan industri terhadap lembaga vokasi menurun.

Persoalan kesenjangan keterampilan (*skills gap*) antara lulusan vokasi dan kebutuhan industri juga telah lama menjadi perhatian di Indonesia. Riyanto et al. (2025) menemukan bahwa tantangan utama transformasi pendidikan vokasi di Indonesia mencakup kurikulum yang tidak adaptif, keterbatasan infrastruktur digital, dan rendahnya kapasitas pengajar dalam teknologi industri. Wahyuni et al. (2026) menegaskan pentingnya ekosistem pendidikan vokasi yang memadukan kemitraan industri, keselarasan kurikulum, pembiayaan pendidikan, dan ketercapaian kerja lulusan. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa respons TVET tidak cukup dilakukan secara parsial, melainkan harus dirumuskan sebagai strategi yang sistematis.

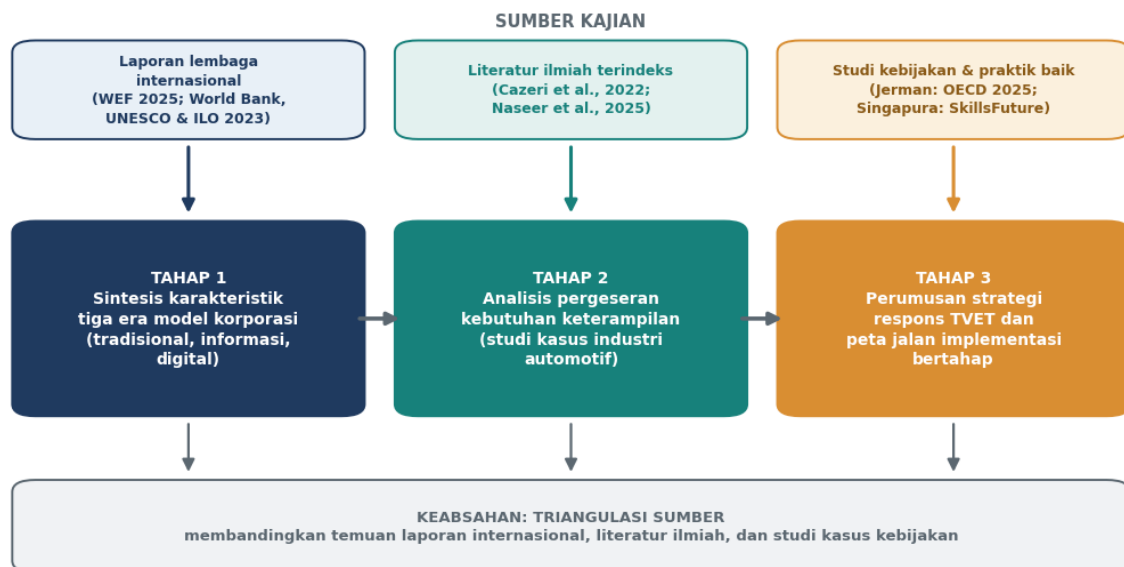
Meskipun literatur tentang Industri 4.0 dan pendidikan vokasi terus bertumbuh (Cazeri et al., 2022), masih terbatas kajian yang mengaitkan secara eksplisit evolusi model korporasi dari era tradisional, era informasi, hingga era digital dengan pergeseran kebutuhan keterampilan dan strategi respons TVET dalam satu kerangka analisis yang utuh. Artikel ini berupaya mengisi celah tersebut. Tujuan kajian ini ada tiga: (1) menganalisis karakteristik tiga era korporasi dari sisi struktur organisasi, teknologi penggerak, dan cara pengambilan keputusan; (2) mengidentifikasi dampak evolusi tersebut terhadap keterampilan industri melalui studi kasus industriomotif; dan (3) merumuskan strategi kurikulum TVET yang responsif beserta peta jalan implementasinya. Ketiga tujuan ini mengikuti alur berpikir yang logis: memahami perubahan, melihat dampaknya, kemudian menentukan langkah.

2. METODE PENELITIAN

Artikel ini merupakan kajian konseptual (*conceptual paper*) dengan pendekatan tinjauan pustaka naratif (*narrative literature review*). Pendekatan ini dipilih karena tujuan artikel adalah membangun kerangka analisis yang menghubungkan evolusi model korporasi, pergeseran kebutuhan keterampilan, dan strategi respons TVET, bukan menguji hipotesis empiris. Sumber kajian meliputi tiga kelompok: (1) laporan lembaga internasional yang menjadi rujukan global tentang masa depan kerja dan keterampilan, khususnya Future of Jobs Report 2025 dari World Economic Forum serta laporan bersama World Bank, UNESCO, dan ILO (2023) tentang sistem TVET; (2) literatur ilmiah terindeks tentang pelatihan untuk Industri 4.0, pembelajaran berbasis proyek, dan transformasi pendidikan vokasi, termasuk kajian sistematis Cazeri et al. (2022) dan studi kuasi-eksperimental Naseer et al. (2025); serta (3) studi kebijakan dan praktik baik dari sistem pendidikan ganda Jerman (Hoeckel & Schwartz, 2010; OECD, 2025) dan gerakan SkillsFuture Singapura (“Future-Skilling the Workforce,” 2024).

Analisis dilakukan dalam tiga tahap sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 1. Pertama, sintesis karakteristik tiga era model korporasi (tradisional, informasi, digital) dari aspek struktur organisasi, teknologi penggerak, fokus bisnis, keterampilan utama, dan peran pekerja. Kedua, analisis pergeseran kebutuhan keterampilan dengan menggunakan industriomotif sebagai studi kasus, karena sektor ini mengalami transformasi paling nyata dari lini perakitan manual menuju pabrik pintar (*smart factory*). Ketiga, perumusan strategi respons TVET berdasarkan temuan tahap pertama dan kedua, yang kemudian diperkaya dengan pembelajaran komparatif dari Jerman dan Singapura serta dipetakan ke dalam peta jalan

implementasi bertahap. Keabsahan kajian dijaga melalui triangulasi sumber, yaitu membandingkan temuan dari laporan lembaga internasional, literatur ilmiah, dan studi kasus kebijakan.



Gambar 1. Tahapan analisis kajian dan triangulasi sumber
Sumber: disusun oleh penulis (2026).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Evolusi Model Korporasi: Tiga Era

Perjalanan korporasi modern dapat dibagi ke dalam tiga fase besar yang mencerminkan perubahan teknologi, struktur organisasi, dan cara pengambilan keputusan. Setiap era menunjukkan bagaimana perusahaan beradaptasi dengan tuntutan zaman.

1. Era Tradisional : Hierarki Kaku dan Produksi Massal

Model korporasi era tradisional dicirikan oleh struktur organisasi yang hierarkis dan kaku, di mana keputusan mengalir dari atas ke bawah dan kewenangan terpusat pada segelintir manajer puncak. Fokus bisnis diarahkan pada produksi massal dan efisiensi biaya, dengan pekerjaan dipecah menjadi tugas-tugas kecil yang distandardisasi. Pada lini kerja pabrik awal abad ke-20, satu pekerja mengerjakan satu tugas secara berulang sepanjang hari; model ini efisien untuk volume besar, tetapi menuntut sedikit penalaran dari pekerjanya. Konsekuensinya, keterampilan yang dibutuhkan bersifat manual dan operasional pada satu mesin atau satu tugas, menekankan keahlian spesifik dan repetitif, ketepatan dan kecepatan kerja, serta kedisiplinan mengikuti prosedur baku (SOP). Nilai utama pekerja era ini adalah kepatuhan dan konsistensi, bukan inisiatif atau pengambilan keputusan.

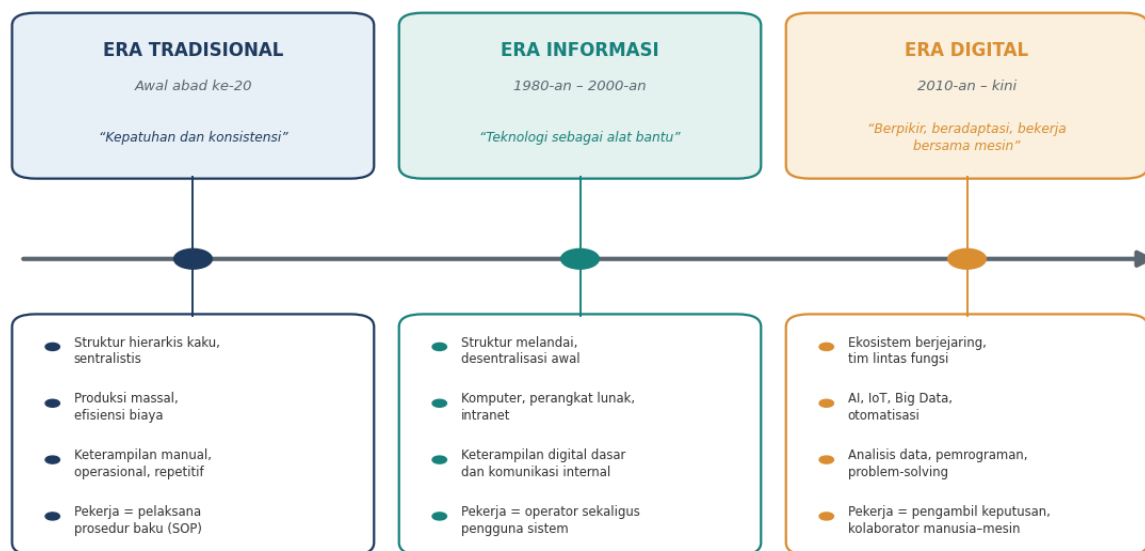
2. Era Informasi: Komputer Masuk, Struktur Melandai

Masuknya komputer pribadi, perangkat lunak perkantoran, serta jaringan surel dan intranet menandai era informasi. Struktur organisasi menjadi lebih datar dan sebagian kewenangan mulai dibagi; desentralisasi awal memberi unit kerja ruang untuk mengambil keputusan. Inovasi teknologi menjadi penggerak daya saing, dan dokumen serta proses mulai beralih dari kertas ke digital. Untuk pertama kalinya, pekerja dituntut melek teknologi: keterampilan digital dasar (komputer, pengolah data, lembar kerja), penggunaan perangkat lunak perkantoran dan sistem informasi perusahaan, serta komunikasi internal yang efektif lintas unit kerja menjadi kebutuhan. Meski demikian, teknologi pada era ini masih berperan sebagai alat bantu; manusia tetap menjadi pusat keputusan.

3. Era Digital: Ekosistem Berjejaring dan Keputusan Berbasis Data

Era digital menghadirkan perubahan yang lebih mendasar. Perusahaan bertransformasi menjadi ekosistem berbasis jaringan: perusahaan, pemasok, dan pelanggan terhubung dalam satu rantai nilai digital. Teknologi inti bergeser ke AI, *Internet of Things* (IoT), dan Big Data yang ditopang otomatisasi proses. Pengambilan keputusan berbasis data menggantikan intuisi semata, dan batas antarfungsi mengabur sehingga tim lintas disiplin menjadi norma. Di pabrik pintar, teknisi memantau produksi melalui dasbor digital: data sensor, kualitas, dan kinerja mesin tersaji secara *real-time*. Keterampilan yang dibutuhkan pun berubah menjadi analisis data dan literasi digital lanjutan, pemrograman dan pemahaman sistem otomasi, kolaborasi lintas fungsi dan lintas budaya, serta pemecahan masalah (*problem-solving*) untuk masalah yang belum memiliki prosedur baku. Pekerja era ini dinilai dari kemampuan berpikir, beradaptasi, dan bekerja bersama mesin (World Economic Forum, 2025).

Lintasan evolusi ketiga era divisualisasikan pada Gambar 2, sedangkan perbandingan rinci kelima aspek dirangkum pada Tabel 1. Perubahan paling tajam terjadi pada keterampilan utama dan peran pekerja: dari pelaksana tugas repetitif menjadi pemecah masalah yang bekerja berdampingan dengan mesin cerdas.



Gambar 2. Lintasan evolusi tiga era model korporasi

Sumber: diolah dari berbagai sumber oleh penulis (2026).

Tabel 1. Perbandingan Tiga Era Model Korporasi

Aspek	Era Tradisional	Era Informasi	Era Digital
Struktur organisasi	Hierarkis kaku, sentralistik	Lebih datar, desentralisasi awal	Ekosistem berbasis jaringan, tim lintas fungsi
Teknologi penggerak	Mesin produksi massal	Komputer, perangkat lunak, intranet	AI, IoT, Big Data, otomatisasi
Fokus bisnis	Volume dan efisiensi biaya	Kecepatan informasi dan inovasi	Ketangkasan dan keputusan berbasis data
Keterampilan utama	Manual, operasional, repetitif	Digital dasar dan komunikasi internal	Analisis data, pemrograman, problem-solving

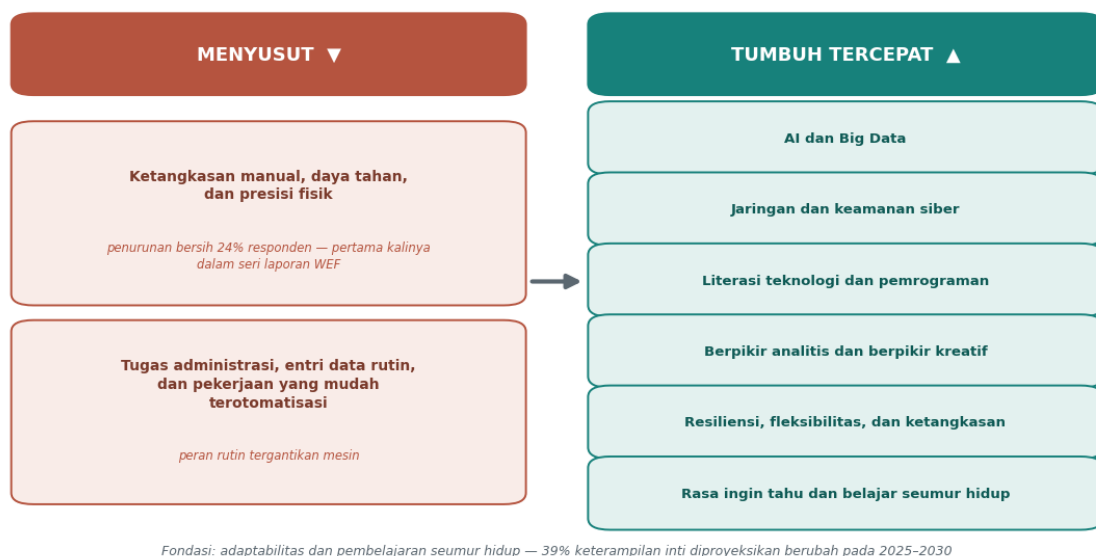
Aspek	Era Tradisional	Era Informasi	Era Digital
Peran pekerja	Pelaksana prosedur baku	Operator sekaligus pengguna sistem	Pengambil keputusan dan kolaborator manusia–mesin

Sumber: diolah dari berbagai sumber oleh penulis (2026).

B. Pergeseran Kebutuhan Keterampilan: Studi Kasus Industri Automotif

1. Arah Pergeseran Keterampilan Global

Data global menunjukkan pola yang konsisten: keterampilan manual menyusut, sementara kombinasi keterampilan teknis-digital dan *soft skills* meningkat, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 3. Menurut World Economic Forum (2025), keterampilan dengan pertumbuhan permintaan tercepat adalah AI dan Big Data, diikuti jaringan dan keamanan siber, literasi teknologi dan pemrograman, berpikir analitis dan berpikir kreatif, resiliensi-fleksibilitas-ketangkasan, serta rasa ingin tahu dan belajar seumur hidup. Sebaliknya, untuk pertama kalinya dalam seri laporan tersebut, ketangkasan manual, daya tahan, dan presisi fisik mengalami penurunan bersih; 24% responden memperkirakan penurunan relevansinya. Tugas administrasi dan entri data rutin serta pekerjaan yang mudah terotomatisasi juga menurun. Implikasinya bagi TVET sangat jelas: lulusan tidak cukup dibekali satu keahlian tetap. Yang dicari industri adalah kombinasi *hard skills* teknologi tinggi dan *soft skills*, dengan adaptabilitas dan pembelajaran seumur hidup sebagai fondasinya, sebab 39% keterampilan inti diproyeksikan berubah pada 2025–2030 (World Economic Forum, 2025).



Fondasi: adaptabilitas dan pembelajaran seumur hidup — 39% keterampilan inti diproyeksikan berubah pada 2025–2030

Gambar 3. Pergeseran permintaan keterampilan global: yang menyusut dan yang tumbuh tercepat

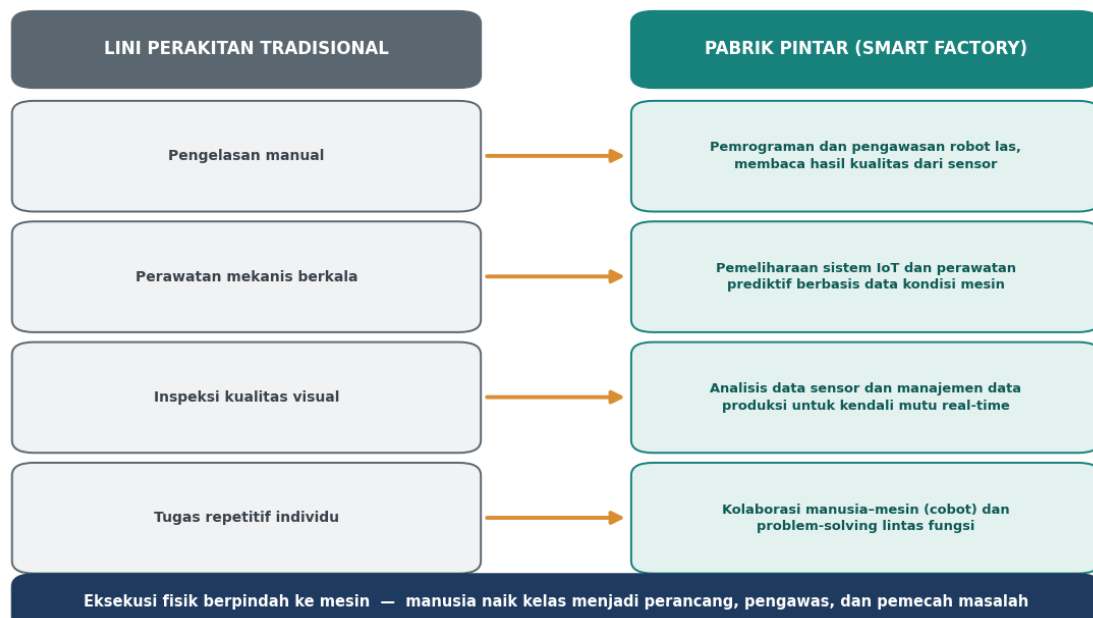
Sumber: diolah dari World Economic Forum (2025).

2. Dari Lini Perakitan ke Pabrik Pintar

Industri automotif menjadi ilustrasi paling gamblang dari pergeseran ini. Pada era tradisional, pekerja berdiri di jalur perakitan dengan tugas yang sama berulang sepanjang *shift*; pengelasan, pengecatan, dan perakitan dilakukan manual atau dengan mesin sederhana; kualitas dicek melalui inspeksi visual di akhir proses; dan gangguan mesin baru diketahui setelah mesin berhenti. Pada era digital, pabrik pintar, misalnya yang dioperasikan Toyota dan Siemens, menggunakan robot kolaboratif (*cobot*) dan AI di lini produksi. Teknisi kini memantau dasbor digital dan menganalisis data sensor, bukan lagi memegang alat sepanjang hari; kualitas diawasi sensor dan kamera cerdas secara *real-time*; dan perawatan bersifat prediktif, sehingga mesin dilayani sebelum rusak. Robot kolaboratif bekerja berdampingan dengan manusia, dan pekerja beralih dari pelaksana menjadi pengawas dan penganalisis sistem.

Yang penting dicatat, pekerjaan tetap ada, tetapi isi keterampilannya bergeser. Gambar 4 memetakan pergeseran tersebut pada industri automotif. Polanya konsisten: eksekusi fisik berpindah ke mesin,

sementara manusia naik kelas menjadi perancang, pengawas, dan pemecah masalah. Temuan ini sejalan dengan kajian Cazeri et al. (2022) yang menunjukkan bahwa pelatihan untuk Industri 4.0 harus mencakup dimensi teknis, teknologis, dan manusia sekaligus. Karena itu, kurikulum vokasi harus mengajarkan teknologi di balik mesin, bukan sekadar cara mengoperasikannya.



Gambar 4. Pergeseran keterampilan pada industri automotif: dari lini perakitan ke pabrik pintar
Sumber: diolah dari berbagai sumber oleh penulis (2026).

C. Strategi Respons TVET

Temuan pada dua bagian sebelumnya bermuara pada satu pertanyaan: apa yang harus dilakukan TVET? Kajian ini merumuskan empat pilar strategi respons yang saling menguatkan, sebagaimana dirangkum pada Gambar 5, yaitu kurikulum dinamis berbasis modul, kolaborasi industri yang substantif, pembelajaran berbasis proyek nyata, dan integrasi soft skills ke dalam pembelajaran teknis. Keempat pilar tersebut berdiri di atas satu fondasi yang sama: adaptabilitas dan pembelajaran seumur hidup. Uraian masing-masing pilar disajikan pada subbab berikut.



Gambar 5. Empat pilar strategi respons TVET di era Industri 4.0
Sumber: disusun oleh penulis (2026).

1. Kurikulum Responsif: dari Dokumen Statis menjadi Sistem yang Hidup

Kurikulum TVET tidak dapat lagi berlaku lima tahun tanpa perubahan. Ia harus ditinjau berkala bersama industri dan disusun dari modul-modul yang dapat diganti tanpa membongkar seluruh program. Kajian ini mengidentifikasi tiga prinsip kurikulum dinamis: (1) modular dan dapat ditumpuk (*stackable*),

sehingga modul baru dapat masuk tanpa mengubah seluruh struktur program; (2) ditinjau berkala bersama dewan industri, minimal setiap satu hingga dua tahun; dan (3) berbasis standar kompetensi yang ditetapkan bersama dunia usaha, bukan asumsi internal kampus. Empat modul baru perlu dimasukkan ke dalam kurikulum: robotika dan otomasi (memprogram, mengoperasikan, dan merawat robot industri serta cobot), dasar AI dan *machine learning* (memahami cara kerja, batas, dan penggunaan AI dalam proses produksi), analitik data (membaca data sensor dan produksi untuk mendukung keputusan), serta keamanan siber industri (melindungi mesin dan sistem produksi yang kini terhubung internet). Keempat modul ini selaras dengan keterampilan yang paling cepat tumbuh menurut World Economic Forum (2025): AI dan Big Data, keamanan siber, dan literasi teknologi.

2. Kolaborasi Industri: Belajar Paling Efektif Terjadi di Dua Tempat

Strategi kedua adalah membangun kolaborasi industri yang substantif dalam tiga bentuk. Pertama, magang di pabrik pintar (*smart factory*), sehingga mahasiswa mengalami langsung dasbor produksi, cobot, dan sistem IoT, bukan hanya membaca dari modul; pengalaman ini menutup kesenjangan antara laboratorium kampus dan rantai produksi nyata. Kedua, sistem pendidikan ganda (*dual education*) yang mengadopsi model Jerman: waktu belajar dibagi antara kampus dan perusahaan, sehingga teori dan praktik berjalan bersamaan dalam satu program (OECD, 2025). Ketiga, keterlibatan industri sejak awal dalam menyusun standar kompetensi dan menguji lulusan, agar ijazah vokasi benar-benar mencerminkan kebutuhan kerja. Bagi industri, manfaatnya timbal balik: pasokan tenaga siap kerja dan biaya rekrutmen yang lebih rendah. Di Indonesia, model pembelajaran berbasis industri seperti *teaching factory* dan kolaborasi pentahelix terbukti efektif meningkatkan kesiapan kerja lulusan (Riyanto et al., 2025).

3. Pembelajaran Berbasis Proyek: Mengerjakan Masalah Nyata Industri

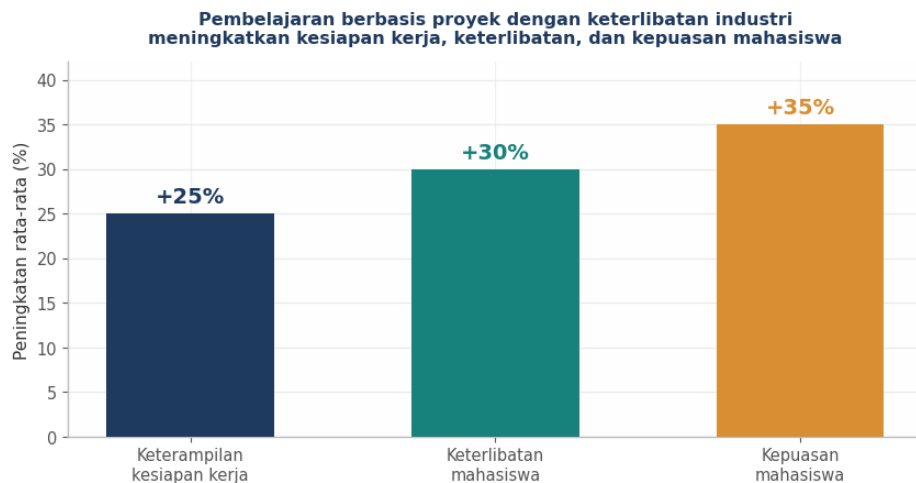
Strategi ketiga adalah pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), di mana mahasiswa diberi proyek nyata dari industri, bukan soal latihan berjawaban tunggal, misalnya merancang solusi IoT untuk efisiensi energi di bengkel atau pabrik mitra. Alurnya meniru cara kerja tim profesional sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 6: brief industri (memahami masalah dan batasan dari klien), desain solusi, pembangunan prototipe, uji dan iterasi, hingga presentasi dan pemertahanan solusi di depan industri. Melalui alur ini terbentuk tiga kompetensi sekaligus: *problem-solving* (masalah nyata tidak memiliki jawaban di buku teks), kerja tim (proyek dikerjakan berkelompok lintas peran), dan inovasi (solusi dinilai dari kebaruan dan keteraplikasiannya).



Gambar 6. Alur pembelajaran berbasis proyek yang meniru cara kerja tim profesional

Sumber: disusun oleh penulis (2026).

Bukti empiris mendukung strategi ini. Naseer et al. (2025) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek yang diperkaya keterlibatan industri meningkatkan keterampilan kesiapan kerja mahasiswa rata-rata 25%, meningkatkan keterlibatan 30%, dan kepuasan 35%, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 7. Kunci keberhasilannya, proyek harus berasal dari kebutuhan industri sungguhan dan dinilai bersama praktisi, bukan tugas buatan yang berakhir di laci.



Gambar 7. Dampak pembelajaran berbasis proyek dengan keterlibatan industri
Sumber: diolah dari Naseer et al. (2025).

4. Soft Skills Bukan Pelengkap, melainkan Bagian dari Kompetensi Teknis

Strategi keempat adalah mengintegrasikan *soft skills* ke dalam setiap mata pelatihan teknis, bukan mengajarkannya sebagai mata kuliah terpisah yang mudah dilupakan. Tiga bentuk integrasi dapat dilakukan: komunikasi lintas fungsi (setiap praktikum diakhiri presentasi hasil, sehingga mahasiswa teknik mampu menjelaskan pekerjaannya ke bagian produksi, mutu, dan manajemen), kepemimpinan adaptif (peran ketua kelompok proyek dirotasi agar setiap mahasiswa berlatih memimpin dalam situasi yang berubah-ubah), dan manajemen proyek (tugas teknis dikerjakan dengan jadwal, pembagian peran, dan target terukur seperti proyek sungguhan di industri). Integrasi ini penting karena mesin mengambil alih tugas rutin, dan yang tersisa untuk manusia justru pekerjaan yang paling manusiawi. Dalam survei World Economic Forum (2025), berpikir analitis menjadi keterampilan inti yang paling dicari, dianggap esensial oleh tujuh dari sepuluh perusahaan, diikuti resiliensi dan fleksibilitas serta kepemimpinan. Prinsipnya: kompetensi teknis membuat lulusan diterima bekerja; *soft skills* membuatnya bertahan dan naik.

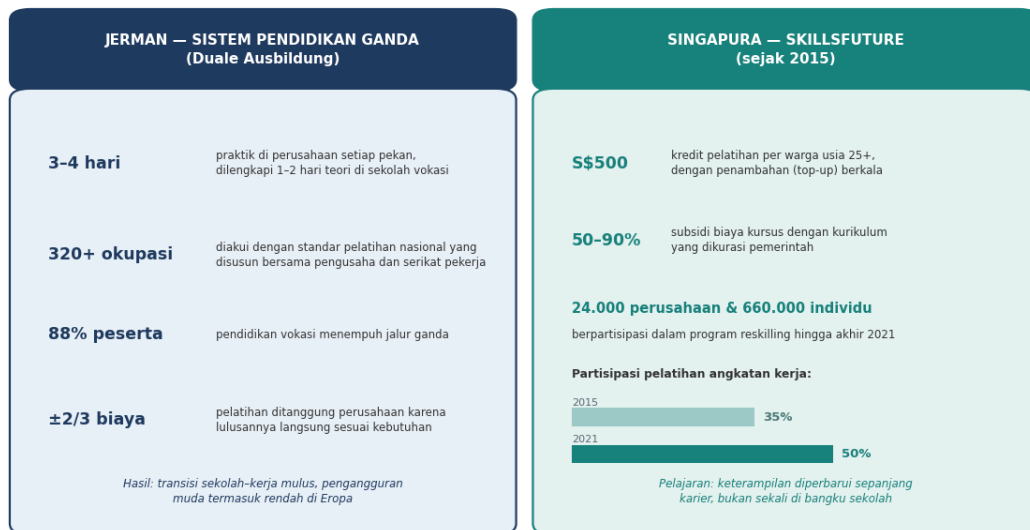
D. Pembelajaran dari Praktik Global: Jerman dan Singapura

1 Jerman: Sistem Pendidikan Ganda

Sistem pendidikan ganda Jerman (*duale Ausbildung*) menjadi rujukan dunia dalam menjembatani kesenjangan antara sekolah dan kerja. Peserta magang menjalani tiga hingga empat hari praktik di perusahaan dan satu hingga dua hari teori di sekolah vokasi setiap pekan. Lebih dari 320 okupasi diakui dengan standar pelatihan nasional yang disusun bersama pengusaha dan serikat pekerja, dan sekitar 88% peserta pendidikan vokasi menempuh jalur ganda ini (OECD, 2025). Perusahaan menanggung sekitar dua pertiga biaya pelatihan karena lulusannya langsung sesuai kebutuhan. Hasilnya adalah transisi sekolah ke kerja yang mulus dan tingkat pengangguran muda yang termasuk rendah di Eropa (Hoeckel & Schwartz, 2010). Pelajaran kuncinya: ketika industri dilibatkan sebagai pemilik standar dan pembelajar, kurikulum vokasi secara otomatis mengikuti kebutuhan pasar kerja.

2. Singapura: SkillsFuture dan Reskilling Berkelanjutan

Singapura menempuh jalur berbeda yang saling melengkapi: membangun budaya belajar seumur hidup melalui gerakan SkillsFuture yang diluncurkan pada 2015. Setiap warga berusia 25 tahun ke atas menerima kredit pelatihan SkillsFuture sebesar S\$500 dengan penambahan (*top-up*) berkala; biaya kursus disubsidi 50–90% dengan kurikulum yang dikurasi pemerintah; dan modul bersifat singkat, daring/luring, serta dapat ditumpuk menjadi kualifikasi penuh. Hasilnya terukur: tingkat partisipasi pelatihan angkatan kerja naik dari 35% pada 2015 menjadi 50% pada 2021, dan hingga akhir 2021 sebanyak 24.000 perusahaan serta 660.000 individu berpartisipasi dalam program *reskilling* yang didukung SkillsFuture (“Future-Skilling the Workforce,” 2024). Pelajaran kuncinya: keterampilan harus diperbarui terus-menerus sepanjang karier, bukan sekali di bangku sekolah. Perbandingan kedua model dirangkum pada Gambar 8. Keduanya menunjukkan bahwa responsivitas vokasi menuntut keterlibatan industri dan dukungan kebijakan negara secara bersamaan.



Gambar 8. Dua model pelengkap: pendidikan ganda Jerman dan SkillsFuture Singapura
Sumber: diolah dari Hoeckel & Schwartz (2010), OECD (2025), dan "Future-Skilling the Workforce" (2024).

E. Tantangan Implementasi dan Peta Jalan

Transformasi TVET menghadapi tiga tantangan utama. Pertama, keterbatasan infrastruktur digital: tidak semua institusi memiliki jaringan, perangkat, dan laboratorium yang memadai, sehingga responsnya perlu memprioritaskan jurusan berdampak terbesar dan memanfaatkan laboratorium bersama mitra industri. Kedua, biaya pelatihan teknologi canggih: robot industri, perangkat IoT, dan lisensi perangkat lunak mahal, sehingga diperlukan pembagian fasilitas dengan industri, penggunaan simulator, dan skema pembiayaan bersama seperti model Jerman. Ketiga, kesiapan dan resistensi tenaga pengajar: sebagian pengajar belum siap secara digital, sehingga dibutuhkan program upskilling dosen, sertifikasi industri, dan rekrutmen instruktur praktisi. Temuan serupa dilaporkan dalam konteks Indonesia oleh Riyanto et al. (2025). Catatan pentingnya, tantangan terbesar bukan teknologinya, melainkan kecepatan institusi berubah: teknologi dapat dibeli dan dipasang dalam setahun, tetapi mengubah kurikulum, budaya mengajar, dan kemitraan industri membutuhkan komitmen bertahun-tahun. Karena itu diperlukan peta jalan yang jelas sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta jalan implementasi respons strategis TVET
Sumber: disusun oleh penulis (2026); peta jalan bersifat ilustratif dan dapat diadaptasi tiap institusi.

Peta jalan ini bersifat ilustratif; urutannya menunjukkan prinsip yang dapat diadaptasi setiap institusi: mulai dari yang murah dan cepat (kurikulum dan pengajar), lanjut ke kemitraan, lalu ke perubahan sistemik yang membutuhkan dukungan kebijakan. Dalam konteks Indonesia, pengalaman SMK Negeri 1 Sidoarjo menunjukkan bahwa kolaborasi pentahelix sekolah, industri, pemerintah daerah, perguruan tinggi, dan komunitas mampu menumbuhkan ekosistem pendidikan vokasi yang responsif dan inovatif (Riyanto et al., 2025).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kajian ini menghasilkan tiga simpulan. Pertama, evolusi korporasi menuntut keterampilan baru: dari era tradisional yang hierarkis hingga era digital yang berjejaring, tuntutan bergeser dari keterampilan manual-repetitif menuju analisis data, pemrograman, dan pemecahan masalah. Kedua, pekerjaan tidak hilang tetapi berubah isi: sebagaimana ditunjukkan industriomotif, eksekusi fisik berpindah ke mesin sementara manusia naik kelas menjadi pengawas, penganalisis, dan kolaborator mesin, sehingga kombinasi *hard skills* dan *soft skills* menjadi syarat. Ketiga, TVET harus responsif: jawabannya adalah kurikulum dinamis, kemitraan industri yang nyata, pembelajaran berbasis proyek, dan pengembangan *soft skills* yang terintegrasi, seperti ditunjukkan sistem pendidikan ganda Jerman dan gerakan SkillsFuture Singapura. Implikasi praktisnya, institusi vokasi disarankan memulai dari audit kurikulum dan *upskilling* pengajar, kemudian membangun kemitraan industri formal, sebelum menuju perubahan sistemik berbasis kebijakan. Keterbatasan artikel ini terletak pada sifatnya sebagai kajian konseptual; penelitian lanjutan disarankan menguji secara empiris efektivitas keempat pilar strategi tersebut pada institusi TVET di Indonesia, misalnya melalui studi kuasi-eksperimental terhadap kesiapan kerja lulusan. Pada akhirnya, TVET yang responsif bukan pilihan, melainkan syarat agar lulusan tetap relevan di dunia kerja yang terus berubah.

REFERENSI

- Cazeri, G. T., de Santa-Eulalia, L. A., Serafim, M. P., & Anholon, R. (2022). Training for Industry 4.0: A systematic literature review and directions for future research. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2022.007>
- Future-skilling the workforce: SkillsFuture movement in Singapore. (2024). In U.-D. Ehlers & L. Eigbrecht (Eds.), *Creating the university of the future*. Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-42948-5_26
- Hoeckel, K., & Schwartz, R. (2010). OECD reviews of vocational education and training: A learning for jobs review of Germany 2010. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264113800-en>
- Naseer, F., et al. (2025). Project based learning framework integrating industry collaboration to enhance student future readiness in higher education. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-10385-4>
- OECD. (2025). Vocational education and training in Germany. Dalam *Vocational education and training systems in nine countries*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/vocational-education-and-training-systems-in-nine-countries_1a86eb6c-en.html
- Riyanto, S., Sidok, S. S., Arianah, S., & Hasanudin, I. (2025). Transforming vocational education management towards link and match with Industry 4.0. *Journal of Social Research*, 4(8). <https://doi.org/10.55324/josr.v4i8.2729>
- Wahyuni, S. T., Yensy, N. A., & Danim, S. (2026). Towards a vocational education ecosystem framework: A systematic literature review of industry partnership, curriculum alignment, educational financing, and employability in SMK and TVET. *Journal of Advanced Sciences and Mathematics Education*, 6(2), 178–203. <https://doi.org/10.58524/jasme.v6i2.1253>
- World Bank, UNESCO, & ILO. (2023). *Building better formal TVET systems: Principles and practice in low- and middle-income countries*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-92-2-039357-4>
- World Economic Forum. (2025). *The future of jobs report 2025*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>