



## Pengaruh Implementasi Teknologi Rekayasa Industri terhadap Peningkatan Kapabilitas SDM di Sektor Produksi

Abrar Guntar Damanik<sup>1\*</sup>, Rendy Purwanto<sup>2</sup>, Rafly Zam Zami Anwar<sup>3</sup>,  
Abdurrozaq Hasibuan<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Universitas Islam Sumatera Utara, Indonesia

Email: [abrarguntar@gmail.com](mailto:abrarguntar@gmail.com)<sup>1\*</sup>, [purwantorendy7@gmail.com](mailto:purwantorendy7@gmail.com)<sup>2</sup>, [raplizamzami@gmail.com](mailto:raplizamzami@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[rozzaq@uisu.ac.id](mailto:rozzaq@uisu.ac.id)<sup>4</sup>

\*Korespondensi penulis

**Abstract.** *The implementation of industrial engineering technologies, such as automation, the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and lean manufacturing, has significantly transformed human resource (HR) capabilities in the production sector, particularly in response to the Industry 4.0 paradigm. This study aims to examine the relatively low level of technology adoption in Indonesia, estimated at only 6–20% of manufacturing companies, and its impact on the development of HR competencies. The analysis focuses on changes in technical skill requirements, including digital literacy, data analytics, and technology-based decision-making, as well as the shift in job roles from manual tasks to more strategic functions. This research employs a qualitative descriptive approach grounded in sociotechnical systems theory and the strategic alignment model. The findings indicate that existing skill gaps can be addressed through continuous upskilling and reskilling programs, supported by strengthened triple helix collaboration among government, industry, and educational institutions. The implementation of these strategies has been shown to increase productivity by approximately 30–72% and enhance the competitiveness of the national production sector in the global industrial landscape.*

**Keywords:** *Human Resource Capabilities; Industrial Engineering Technology; Internet of Things; Lean Manufacturing; Production Sector*

**Abstrak** Implementasi teknologi rekayasa industri, seperti otomasi, Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), dan lean manufacturing, telah membawa perubahan signifikan terhadap dinamika kapabilitas sumber daya manusia (SDM) di sektor produksi, khususnya dalam menghadapi paradigma Industri 4.0. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat adopsi teknologi rekayasa industri yang masih relatif rendah di Indonesia, yang diperkirakan baru mencapai sekitar 6–20% pada perusahaan manufaktur, serta dampaknya terhadap pengembangan kompetensi SDM. Fokus kajian meliputi perubahan kebutuhan kompetensi teknis, seperti literasi digital, kemampuan analisis data, dan pengambilan keputusan berbasis teknologi, serta pergeseran peran kerja dari aktivitas manual menuju fungsi yang lebih strategis. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan landasan teori sociotechnical systems dan strategic alignment model. Hasil studi menunjukkan bahwa kesenjangan keterampilan SDM dapat diatasi melalui program upskilling dan reskilling yang berkelanjutan serta penguatan kolaborasi triple helix antara pemerintah, industri, dan institusi pendidikan. Implementasi strategi tersebut terbukti mampu meningkatkan produktivitas hingga 30–72% dan memperkuat daya saing sektor produksi nasional dalam menghadapi tantangan global.

**Kata kunci:** Internet of Things; Kapabilitas SDM; Lean Manufacturing; Sektor Produksi; Teknologi Rekayasa Industri

### 1. LATAR BELAKANG

Perubahan teknologis di sektor produksi semakin cepat sejak munculnya paradigma Industri 4.0; integrasi mesin pintar, sensor, dan sistem informasi menciptakan proses produksi yang lebih efisien tetapi juga menuntut kapabilitas baru dari sumber daya manusia (SDM) seperti literasi digital, kemampuan analisis data, dan keterampilan pemeliharaan sistem otomatis. Studi empiris dan kajian literatur menunjukkan bahwa meskipun teknologi dapat meningkatkan produktivitas dan akurasi produksi, tanpa investasi pada pelatihan dan pengembangan SDM manfaat penuh teknologi tidak tercapai karena adanya kesenjangan

keterampilan antara kemampuan pekerja saat ini dan yang dibutuhkan oleh teknologi baru (Felsberger et al., 2022).

Selain peningkatan produktivitas, implementasi teknologi rekayasa industri menggeser komposisi jenis pekerjaan: tugas-tugas berulang cenderung diotomasi sementara pekerjaan yang tersisa menuntut kompetensi tinggi seperti pemrograman, troubleshooting, dan pengambilan keputusan berbasis data. Perubahan ini menimbulkan kebutuhan kuat akan program reskilling dan upskilling bagi pekerja produksi (Ruslan, 2025).

Konteks Indonesia menambahkan lapisan tantangan tersendiri karena distribusi kapabilitas SDM yang masih bervariasi antar wilayah dan sektor, serta keterbatasan akses pelatihan vokasional dan program pembelajaran terapan yang relevan dengan kebutuhan industri modern; oleh karena itu, kebijakan pemerintah dan kolaborasi antara industri, perguruan tinggi, dan lembaga pelatihan vokasi memegang peran sentral dalam mempercepat peningkatan kapabilitas SDM agar selaras dengan implementasi teknologi rekayasa industri (Ruslan, 2025).

Penelitian tentang hubungan antara inovasi teknologi dan kinerja SDM juga menunjukkan bahwa penerapan praktik manajemen SDM strategis seperti pelatihan berbasis kompetensi, pengukuran kinerja yang disesuaikan dengan teknologi baru, dan insentif untuk pembelajaran kontinu dapat memediasi dampak teknologi terhadap peningkatan kapabilitas tenaga kerja dan keunggulan kompetitif perusahaan di sektor produksi (Aryanto et al., 2015).

Meskipun banyak kajian telah menelaah aspek teknis otomasi dan efisiensi produksi, terdapat celah penelitian tentang bagaimana secara sistematis implementasi teknologi rekayasa industri mempengaruhi dimensi kapabilitas SDM spesifik termasuk kompetensi teknis, kompetensi kognitif (analisis data dan pengambilan keputusan), dan kompetensi sosial (kerjasama lintas-disiplin) khususnya dalam konteks perusahaan manufaktur di negara berkembang seperti Indonesia. Penelitian ini bertujuan mengisi kekosongan tersebut dengan menganalisis hubungan antara tingkat adopsi teknologi rekayasa industri dan peningkatan kapabilitas SDM pada unit produksi, serta menilai peran kebijakan pelatihan, pendidikan vokasional, dan praktik manajemen SDM dalam proses tersebut (Kunjir, 2024).

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **Teori Sistem Siosioteknis**

Teori Sistem Siosioteknis (*Sociotechnical Systems Theory/STST*) merupakan kerangka pemikiran yang menekankan keterkaitan harmonis antara dimensi teknis dan sosial dalam organisasi, khususnya di sektor produksi di mana teknologi rekayasa industri seperti

otomatisasi dan robotika diterapkan untuk meningkatkan kapabilitas sumber daya manusia (SDM). Teori ini pertama kali dikembangkan oleh Eric Trist dan Ken Bamforth pada 1951 melalui studi di tambang batubara Inggris, yang menemukan bahwa pendekatan mekanistik murni justru menurunkan produktivitas karena mengabaikan aspek sosial pekerja, sehingga diperlukan optimasi bersama (*joint optimization*) kedua sistem tersebut. Dalam konteks artikel ini, STST relevan karena implementasi teknologi rekayasa industri tidak hanya meningkatkan efisiensi proses produksi, tetapi juga harus mendukung pengembangan keterampilan SDM agar pekerja dapat beradaptasi dan berkontribusi optimal.

Prinsip utama STST mencakup kompatibilitas antara tujuan organisasi dengan desain kerja, spesifikasi minimal kritis untuk memberi fleksibilitas, serta kriteria sosioteknis yang menjaga variasi tugas agar sesuai dengan kemampuan manusia. Cherno (1976) merumuskan prinsip-prinsip ini sebagai panduan desain organisasi, di mana dimensi teknis meliputi hardware, software, dan prosedur produksi, sementara dimensi sosial mencakup hubungan antarpekerja, motivasi, dan pelatihan SDM. Di sektor produksi, penerapan teknologi rekayasa industri seperti sistem manajemen produksi terintegrasi memerlukan desain ulang pekerjaan (*job redesign*) seperti pengayaan kerja (*job enrichment*), pembesaran kerja (*job enlargement*), dan rotasi kerja untuk mencegah human error serta meningkatkan kepuasan kerja. Pendekatan ini memastikan bahwa teknologi tidak hanya menggantikan tenaga kerja manual, tetapi juga membangun kapabilitas SDM melalui tim swakelola (*self-managed teams*) yang otonom.

Penerapan STST dalam rekayasa industri sektor produksi terbukti efektif melalui studi kasus seperti di pabrik-pabrik otomotif, di mana integrasi robotika dan AI meningkatkan efisiensi produksi sekaligus kapabilitas SDM melalui pelatihan adaptif. Penelitian menunjukkan bahwa sistem sosioteknis mengurangi overload informasi dengan menyeimbangkan beban kerja teknis dan dukungan sosial, sehingga pekerja memperoleh keterampilan baru seperti pemecahan masalah berbasis data dan kolaborasi tim. Di Indonesia, penerapan ini terlihat pada optimalisasi job design di mana teknologi mendukung variasi tugas, menghasilkan peningkatan produktivitas dan retensi SDM di tengah transformasi Industri 4.0. (Tanoto et al., 2024) dalam studi data *collection system* menegaskan bahwa faktor seperti people, procedures, dan data structures harus selaras untuk menghindari kegagalan implementasi.

STST menjadi fondasi analisis empiris karena menjelaskan bagaimana teknologi seperti simulasi proses dan IoT memengaruhi kapabilitas SDM melalui joint optimization, di mana pelatihan menjadi jembatan antara sistem teknis dan sosial. Pendekatan ini mengantisipasi tantangan seperti resistensi pekerja terhadap otomatisasi dengan prinsip dukungan kesepakatan

(*support congruence*), seperti insentif dan feedback untuk memperkuat motivasi. Hasilnya, kapabilitas SDM meningkat dalam bentuk keterampilan digital, adaptabilitas, dan inovasi, yang pada akhirnya mendukung daya saing sektor produksi berkelanjutan.

### **Teori pemberdayaan SDM dan model keselarasan bisnis-teknologi informasi (Strategic Alignment Model oleh Henderson & Venkatraman)**

Teori pemberdayaan sumber daya manusia (SDM) merupakan proses strategis untuk meningkatkan kemampuan, kepercayaan diri, wewenang, dan tanggung jawab karyawan dalam organisasi, sehingga mereka mampu berkontribusi optimal terhadap pencapaian tujuan perusahaan, khususnya di sektor produksi yang menerapkan teknologi rekayasa industri. Pemberdayaan ini bertujuan menghasilkan keputusan terbaik, meningkatkan rasa memiliki karyawan, serta memperbaiki kinerja secara keseluruhan melalui langkah-langkah seperti pengembangan pemahaman program, seleksi kegiatan berpotensi sukses, dan evaluasi kemajuan berkelanjutan (Zulfadlillah, 2024).

Indikator utama pemberdayaan SDM mencakup meaning (makna kerja), *competence* (kompetensi diri), *self-determination* (otonomi), dan impact (pengaruh terhadap organisasi), yang semuanya dapat ditingkatkan melalui implementasi teknologi rekayasa industri seperti *Manufacturing Execution System* (MES) yang memungkinkan karyawan mengambil keputusan cepat tanpa otorisasi berjenjang. Penelitian menunjukkan bahwa pemberdayaan ini tidak hanya meningkatkan kinerja individu, tetapi juga produktivitas sektor produksi dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan mengurangi waktu produksi. Di sektor manufaktur Indonesia, penerapan teknologi digital melalui pemberdayaan SDM terbukti efektif untuk menghadapi revolusi industri 4.0, di mana up-skilling dan reskilling menjadi kunci utama (Mulyadi et al., 2022).

Model Keselarasan Strategis (*Strategic Alignment Model/SAM*) yang dikembangkan oleh Henderson dan Venkatraman pada 1993 menekankan integrasi empat domain utama: strategi bisnis, strategi TI, infrastruktur bisnis, dan infrastruktur TI, untuk mencapai keunggulan kompetitif melalui strategic fit (kesesuaian internal-eksternal) dan *functional integration* (integrasi fungsional). Model ini membutuhkan keselarasan dua arah, di mana TI mendukung strategi bisnis sekaligus bisnis menyesuaikan infrastrukturnya dengan kemajuan TI, termasuk faktor pemicu seperti dukungan eksekutif dan komunikasi efektif. Dalam artikel tersebut, SAM relevan untuk menganalisis bagaimana implementasi teknologi rekayasa industri selaras dengan strategi produksi, sehingga meningkatkan kapabilitas SDM melalui infrastruktur TI yang mendukung pelatihan dan pengambilan keputusan.

Penerapan SAM di sektor produksi memastikan bahwa teknologi rekayasa industri tidak hanya efisien secara operasional, tetapi juga selaras dengan pengembangan SDM, seperti melalui integrasi cloud computing dan fog computing yang meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan karyawan. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa keselarasan ini menghasilkan peningkatan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dan efisiensi waktu produksi, di mana infrastruktur TI mendukung strategi bisnis untuk memberdayakan SDM. Kombinasi SAM dengan teori pemberdayaan memungkinkan perusahaan manufaktur mencapai sinergi, di mana teknologi menjadi enabler kapabilitas SDM yang lebih tinggi.

### **Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) serta rekayasa industri praktis seperti otomasi dan lean manufacturin**

Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) serta rekayasa industri praktis seperti otomasi dan *lean manufacturing* menjadi kunci utama dalam meningkatkan kapabilitas sumber daya manusia (SDM) di sektor produksi. Pendekatan ini tidak hanya mengoptimalkan proses operasional, tetapi juga memaksa transformasi keterampilan pekerja melalui integrasi digital dan prinsip efisiensi. Di Indonesia, sektor manufaktur yang semakin kompetitif memerlukan adaptasi cepat terhadap Industry 4.0 untuk mempertahankan daya saing global (Septiana et al., 2025).

TIK, termasuk IoT, big data analytics, dan sistem ERP, memungkinkan pemantauan real-time proses produksi, sehingga pekerja dapat beralih dari tugas manual repetitif ke analisis data dan pengambilan keputusan strategis. Implementasi ini meningkatkan kapabilitas SDM dengan pelatihan berbasis platform e-learning, yang mempercepat penguasaan keterampilan digital seperti pemrograman dasar dan interpretasi data. Penelitian menunjukkan bahwa kapabilitas TIK berpengaruh positif terhadap kinerja SDM melalui mediasi inovasi kerja, dengan peningkatan produktivitas hingga 20-30% di sektor manufaktur (Muntu et al., 2023).

Otomasi melalui robotika dan *cyber-physical systems* mengurangi beban fisik pekerja, memungkinkan fokus pada tugas bernilai tinggi seperti pemeliharaan prediktif dan desain proses. Di sektor produksi Indonesia, otomasi terintegrasi dengan TIK meningkatkan efisiensi hingga 35% sambil menuntut upskilling SDM dalam operasi mesin cerdas. Hal ini menciptakan kapabilitas baru seperti kemampuan troubleshooting digital, yang terbukti menurunkan downtime dan meningkatkan kepuasan kerja.

Lean manufacturing, dengan prinsip 5S, Kaizen, dan Value Stream Mapping, menghilangkan waste seperti waktu tunggu dan overproduction, sehingga pekerja dilatih untuk berpikir lean dan berkontribusi pada *continuous improvement*. Kombinasi dengan TIK dan otomasi, seperti di Astra Group, menghasilkan pengurangan lead time hingga 33% dan cacat

produk 62,5%, sekaligus membangun kapabilitas SDM dalam problem-solving kolaboratif. Studi empiris membuktikan pengaruh signifikan lean terhadap efisiensi operasional, dengan kontribusi 46,2% pada variasi kinerja produksi (Pratiwi et al., 2025).

Integrasi TIK, otomasi, dan lean manufacturing membentuk SDM yang adaptif, dengan peningkatan keterampilan digital dan *lean thinking* yang esensial untuk Industry 4.0. Di Indonesia, tantangan seperti resistensi budaya diatasi melalui pelatihan berkelanjutan, menghasilkan peningkatan employability dan inovasi kerja hingga 28% di industri otomotif. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga daya saing SDM di sektor produksi.

### **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menggali makna dan dinamika implementasi teknologi rekayasa industri, seperti lean manufacturing atau sistem otomasi, dalam meningkatkan kompetensi SDM di sektor produksi. Metode deskriptif bertujuan menyajikan fakta apa adanya melalui narasi mendalam, sesuai definisi Arikunto yang menekankan pengungkapan kejadian atau fenomena saat penelitian berlangsung. Pendekatan ini dipilih karena sifat topik yang kompleks, melibatkan persepsi operator produksi, manajer, dan dampak teknologi terhadap keterampilan kerja.

Lokasi penelitian difokuskan pada perusahaan manufaktur di Indonesia yang menerapkan rekayasa industri, seperti pabrik otomotif atau furnitur skala menengah, untuk menangkap konteks lokal sektor produksi. Waktu penelitian direncanakan selama 6-8 bulan, mencakup observasi lapangan dan wawancara mendalam. Strategi ini memastikan data autentik dari sumber primer di lingkungan kerja nyata.

#### **Sumber dan Teknik Pengumpulan Data**

Dengan data sekunder berupa literatur jurnal, dan dokumen kebijakan industri melengkapi triangulasi. Teknik ini mengikuti model interaktif Miles dan Huberman, memastikan kelengkapan dan kredibilitas data.

#### **Analisis Data**

Analisis data dilakukan secara iteratif dengan reduksi data (meringkas temuan relevan), penyajian data (matriks tema pengaruh teknologi terhadap kapabilitas SDM), dan verifikasi kesimpulan melalui member check. Teknik triangulasi sumber dan metode memvalidasi temuan, sementara analisis tematik mengidentifikasi pola seperti peningkatan kompetensi via pelatihan berbasis rekayasa industri. Proses ini menghasilkan deskripsi holistik tentang pengaruh teknologi terhadap kapabilitas SDM (Anugraha et al., 2023).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### **Tingkat Adopsi Teknologi Rekayasa Industri di Sektor Produksi**

Tingkat adopsi teknologi rekayasa industri di sektor produksi Indonesia masih berada pada tahap awal, dengan hanya sekitar 6% industri manufaktur yang telah menerapkan teknologi Industri 4.0 seperti otomatisasi, IoT, AI, dan robotika lanjutan. Hal ini mencerminkan kesiapan menengah secara keseluruhan, di mana indeks kesiapan Industri 4.0 (INDI 4.0) rata-rata berada pada level 2 dari 5, menunjukkan bahwa sebagian besar perusahaan masih dalam tahap persiapan dasar. Faktor utama rendahnya adopsi meliputi kurangnya strategi digital yang jelas, keterbatasan sumber daya, serta kesenjangan keterampilan SDM yang belum mampu mengoperasikan teknologi canggih tersebut.

Sektor produksi, khususnya manufaktur, menunjukkan pertumbuhan positif pasca-pandemi, dengan laju produksi industri rata-rata 3,23% dari 2011 hingga 2025, didorong oleh subsektor seperti logam, mesin, dan elektronika yang tumbuh hampir 19% pada triwulan II 2025. Namun, adopsi teknologi rekayasa industri tetap rendah; survei menunjukkan hanya 10-20% perusahaan manufaktur yang mengadopsi teknologi Revolusi Industri 4.0, dengan hambatan utama berupa biaya investasi tinggi dan ketergantungan pada impor bahan baku. Kajian sektor manufaktur 2021 menekankan bahwa adaptasi teknologi masih terbatas pada proses dasar, sementara strategi menuju mass customization dan smart factories belum merata (Monoarfa, 2021).

Tantangan utama mencakup kualitas SDM rendah, di mana tenaga kerja manufaktur mayoritas memiliki keterampilan manual dan kurang familiar dengan AI serta robotika, menyebabkan ketertinggalan dibanding negara tetangga seperti Vietnam. Selain itu, infrastruktur pendukung seperti energi kompetitif dan akses pembiayaan masih belum optimal, dengan proyeksi bahwa hanya sebagian kecil industri yang siap transformasi digital hingga 2030. Kurangnya kolaborasi antar-stakeholder juga menghambat, meskipun inisiatif seperti Making Indonesia 4.0 dan PIDI 4.0 mulai mendorong adopsi melalui pelatihan vokasi (Kurniawan & Yasin, 2025).

Implementasi teknologi rekayasa industri berpotensi meningkatkan kapabilitas SDM melalui up-skilling dan reskilling, seperti program pelatihan IoT dan AI yang dapat mengurangi biaya operasional serta waktu peluncuran produk. Namun, pada tingkat adopsi saat ini, dampaknya terbatas; studi menunjukkan bahwa perusahaan dengan teknologi tinggi memiliki total factor productivity (TFP) lebih baik, tetapi mayoritas firma mengalami regresi teknologi akibat kurangnya inovasi SDM. Peningkatan kesiapan SDM diperlukan untuk merealisasikan kontribusi Industri 4.0 terhadap PDB hingga USD 121 miliar pada 2025 (Prabowo et al., 2024).

Prospek adopsi meningkat dengan dukungan kebijakan RIPIN 2015-2035 dan program Kemenperin, yang menargetkan lima sektor prioritas seperti makanan-minuman dan otomotif untuk transformasi digital. Rekomendasi mencakup penguatan BLK, kerjasama internasional untuk TVET, serta insentif fiskal di KEK guna percepatan adopsi. Dengan demikian, peningkatan tingkat adopsi akan secara langsung mendongkrak kapabilitas SDM sektor produksi menuju daya saing global.

### **Dampak Implementasi Teknologi terhadap Kompetensi Teknis SDM**

Implementasi teknologi rekayasa industri, seperti otomatisasi, AI, IoT, dan big data, secara signifikan memengaruhi kompetensi teknis sumber daya manusia (SDM) di sektor produksi. Teknologi ini meningkatkan efisiensi operasional melalui integrasi sistem cerdas, memaksa SDM menguasai keterampilan baru untuk mengoperasikan mesin pintar dan menganalisis data real-time, sehingga produktivitas naik hingga 72% berkat pelatihan digital (Nikmah et al., 2023).

Pada satu sisi, dampak positif terlihat dari peningkatan kapabilitas SDM melalui reskilling, di mana 75% pekerja mengakui pentingnya pengolahan big data dan 70% menekankan keamanan siber untuk melindungi aset produksi. Namun, tantangan muncul berupa kesenjangan keterampilan, di mana SDM tradisional kesulitan beradaptasi dengan Industri 4.0 dan 5.0, menyebabkan risiko pengangguran struktural jika pelatihan tidak merata. Di sektor produksi Indonesia, transformasi ini menuntut kolaborasi manusia-mesin untuk inovasi berkelanjutan.

Faktor pendukung utama adalah akses pelatihan (72,3%) dan dukungan organisasi (64,7%), yang mempercepat pengembangan kompetensi seperti pemrograman dan otomasi. Tanpa itu, implementasi teknologi justru menimbulkan inefisiensi. Oleh karena itu, perusahaan harus investasi pada program upskilling untuk memaksimalkan kapabilitas SDM.

### **Perubahan Peran dan Pola Kerja SDM**

Implementasi teknologi rekayasa industri, seperti otomatisasi, AI, dan IoT, telah merevolusi sektor produksi dengan meningkatkan efisiensi, sehingga memaksa perubahan mendasar pada peran dan pola kerja sumber daya manusia (SDM). Di era Industri 4.0, SDM tidak lagi fokus pada tugas rutin manual seperti perakitan atau pengemasan, melainkan beralih ke pengelolaan mesin, analisis data, dan inovasi proses. Hal ini meningkatkan kapabilitas SDM melalui keterampilan digital yang lebih tinggi.

Peran SDM bergeser dari pelaksana operasional menjadi mitra strategis dalam rekayasa industri. Karyawan kini bertanggung jawab atas pemantauan sistem otomatis, pemeliharaan robotika, dan pengoptimalan supply chain berbasis big data, yang menuntut kolaborasi



manusia-mesin. Transformasi ini menciptakan peran baru seperti teknisi AI dan analis prediktif, di mana kreativitas dan pemecahan masalah menjadi kunci utama untuk mendukung peningkatan produktivitas sektor produksi.

Pola kerja SDM pun berubah dari hierarkis tradisional menjadi fleksibel dan kolaboratif. Model kerja hybrid, termasuk tim virtual dan work from home, didukung teknologi cloud memungkinkan koordinasi real-time antar departmen produksi. Pelatihan berkelanjutan melalui e-learning dan simulasi VR menjadi norma untuk mengantisipasi disrupsi, sehingga SDM lebih adaptif terhadap perubahan teknologi dan meningkatkan kapabilitas kompetitif perusahaan (Laura et al., 2024).

Tantangan utama adalah kesenjangan keterampilan digital di kalangan SDM Indonesia, terutama di sektor manufaktur. Namun, dengan program link and match pendidikan vokasi, perusahaan dapat membangun SDM yang resilient. Pada akhirnya, perubahan ini tidak hanya meningkatkan kapabilitas individu tetapi juga daya saing nasional di sektor produksi.

### **Adaptasi SDM terhadap Perubahan Sistem Kerja**

Implementasi teknologi rekayasa industri, seperti otomatisasi dan robotika, telah merevolusi sektor produksi dengan mengubah sistem kerja dari manual menjadi berbasis digital. Perubahan ini menuntut sumber daya manusia (SDM) untuk beradaptasi secara cepat guna meningkatkan kapabilitas, di mana upskilling dan reskilling menjadi kunci utama. Tantangan utama adalah mengatasi kesenjangan kompetensi, terutama di kalangan pekerja senior yang kurang familiar dengan teknologi baru.

Adaptasi SDM melibatkan pengembangan literasi digital dasar, analisis data, serta penggunaan software kerja seperti ERP dan *cloud computing*. Di sektor produksi Indonesia, pelatihan berbasis kebutuhan (*need-based training*) efektif mempercepat proses ini, dengan blended learning yang menggabungkan daring dan tatap muka untuk fleksibilitas. Generasi muda cenderung lebih siap, sementara manajemen atas memerlukan pendekatan khusus untuk mengurangi resistensi perubahan (Alam & Purwanto, 2025).

Kolaborasi triple helix antara pemerintah, industri, dan pendidikan vokasi memperkuat kurikulum demand-driven, termasuk sertifikasi kompetensi nasional. Digitalisasi tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga agilitas SDM melalui restrukturisasi peran dan budaya inovasi. Studi kasus di perusahaan manufaktur menunjukkan bahwa pelatihan berkelanjutan dapat mendongkrak produktivitas hingga 30%.

Dukungan manajemen puncak krusial untuk mengatasi hambatan seperti keterbatasan anggaran dan ketakutan kehilangan pekerjaan. Strategi proaktif seperti microlearning dan magang industri memastikan SDM tidak tergantikan oleh teknologi, melainkan diberdayakan

sebagai pengelola sistem cerdas. Dengan demikian, adaptasi ini menjadi fondasi peningkatan kapabilitas SDM di sektor produksi (Natsir & Amiah, 2025).

### **Studi Kasus**

#### ***Transformasi Digital di Perusahaan Manufaktur Indonesia***

Studi kasus ini berasal dari penelitian kualitatif pada perusahaan manufaktur di Indonesia yang menerapkan transformasi digital dalam manajemen sumber daya manusia (SDM) untuk menghadapi era Industri 4.0. Penelitian dilakukan melalui wawancara mendalam dengan manajer SDM, survei karyawan, dan analisis dokumen perusahaan, menyoroti bagaimana teknologi rekayasa industri seperti platform digital meningkatkan kapabilitas SDM di sektor produksi.

Perusahaan menghadapi resistensi terhadap perubahan dari karyawan yang terbiasa dengan proses manual, kekurangan keterampilan digital di kalangan SDM, serta keterbatasan infrastruktur teknologi seperti sistem IT yang tidak memadai. Tantangan ini sering menghambat adopsi teknologi rekayasa industri, seperti software HR berbasis cloud untuk pengelolaan data produksi.

Transformasi digital berhasil meningkatkan efisiensi proses kerja melalui otomatisasi tugas rutin, pengelolaan data karyawan yang lebih akurat via platform digital, serta peningkatan keterlibatan karyawan melalui aplikasi interaktif. Hasilnya, kapabilitas SDM di sektor produksi terdongkrak dengan pengambilan keputusan berbasis data real-time, mendukung produktivitas manufaktur secara keseluruhan.

Penelitian merekomendasikan investasi pada pelatihan keterampilan digital bagi karyawan, pengembangan infrastruktur teknologi, dan program change management untuk mengurangi resistensi. Pendekatan ini memaksimalkan pengaruh teknologi rekayasa industri terhadap peningkatan kompetensi SDM, seperti kemampuan analisis data dan operasi mesin pintar di lini produksi (Atmaja et al., 2024).

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Implementasi teknologi rekayasa industri di sektor produksi Indonesia terbukti meningkatkan kapabilitas SDM melalui peningkatan kompetensi teknis, perubahan pola kerja kolaboratif, dan adaptasi sistem kerja berbasis digital, meskipun adopsi masih rendah akibat kesenjangan keterampilan dan infrastruktur. Teori sociotechnical systems dan strategic alignment model mendukung sinergi antara teknologi dan pengembangan SDM, menghasilkan efisiensi operasional serta produktivitas signifikan di perusahaan manufaktur. Secara keseluruhan, transformasi ini memperkuat daya saing nasional jika didukung pelatihan

vokasional dan kebijakan inklusif. Perusahaan disarankan menginvestasikan program pelatihan digital berkelanjutan seperti e-learning IoT dan AI untuk mengurangi resistensi perubahan dan downtime produksi. Pemerintah dan perguruan tinggi perlu memperkuat kolaborasi triple helix melalui kurikulum demand-driven serta insentif fiskal di kawasan ekonomi khusus untuk percepatan adopsi teknologi.

## DAFTAR REFERENSI

- Alam, Y., & Purwanto, M. B. (2025). Kesiapan sumber daya manusia dalam menghadapi implementasi teknologi digital: Studi kebutuhan pelatihan dan pengembangan kompetensi. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Pariwisata dan Perhotelan*, 4(3), 774–786. <https://doi.org/10.55606/jempper.v4i3.5223>
- Anugraha, B., Nopianti, R., & Satriadi. (2023). Implementasi strategi sumber daya manusia pada CV De Roepa Arsitek di Kota Tanjungpinang. *Management Business Innovation Conference*, 6, 888–901.
- Aryanto, R., Fontana, A., & Zakaria, A. (2015). Strategic human resource management, innovation capability, and performance: An empirical study in Indonesia software industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211, 874–879. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.115>
- Atmaja, H. E., Permana, J., Batubara, Z. K., Ardiani, W., & Parlindungan, A. (2024). Transformasi digital dalam manajemen sumber daya manusia: Tantangan dan peluang (Studi kasus pada perusahaan manufaktur di Indonesia). *Edunomika*, 8(2), 1–15.
- Felsberger, A., Qaiser, F. H., Choudhary, A., & Reiner, G. (2022). The impact of Industry 4.0 on the reconciliation of dynamic capabilities: Evidence from the European manufacturing industries. *Production Planning & Control*, 33(2–3), 277–300. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810765>
- Kunjir, A. (2024). Advancements in industrial engineering and their influence on efficiency. *International Journal of Smart Business and Technology*, 12(2), 1–12. <https://doi.org/10.21742/IJSBT.2024.12.2.01>
- Kurniawan, R., & Yasin, M. (2025). Dampak revolusi industri 4.0 terhadap kesiapan Indonesia. *MENAWAN: Jurnal Riset dan Publikasi Ilmu Ekonomi*, 3(1), 195–205. <https://doi.org/10.61132/menawan.v3i1.1181>
- Laura, K., Lee, F. V., Pranoto, E., Gunawan, K., Lim, K., Fransisca, C., & Christine, N. (2024). Dampak perkembangan teknologi terhadap manajemen sumber daya manusia. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(2), 31–34.
- Monoarfa, S. (2021). *Kajian sektor manufaktur Indonesia 2021*. Economic Research Institute for ASEAN and East Asia (ERIA).
- Mulyadi, I., Taufik, K., & Suhardi. (2022). Pengaruh pemberdayaan dan implementasi teknologi informasi dan komunikasi terhadap kompetensi SDM dan dampaknya terhadap kinerja karyawan. *Jurnal Cahaya Mandalika (JCM)*, 3(1), 468–486.
- Muntu, A. N. H., Trang, I., & Mintardjo, C. (2023). Pengaruh kapabilitas teknologi informasi dan berbagi pengetahuan terhadap kinerja sumber daya manusia yang dimediasi oleh inovasi kerja. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 11(4), 1545–1553. <https://doi.org/10.35794/emba.v11i4.52714>

- Natsir, A. W., & Amiah, R. (2025). Transformasi digital SDM dan pengaruhnya terhadap agilitas karyawan pada UMKM di Kota Makassar. *Jurnal Mirai Management*, 10(2), 584–592.
- Nikmah, W., Mukarromah, A., Widyansyah, D., & Anshori, M. I. (2023). Penggunaan teknologi dalam pengembangan SDM. *Mutiara: Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah*, 1(5). <https://doi.org/10.59059/mutiara.v1i5.511>
- Prabowo, P. S., Restikasari, W., Othman, N., & Hutabarat, R. E. (2024). The impact of technology improvement on Indonesia manufacturing industry productivity. *International Journal of Emerging Research and Review*, 2(3), 1–13. <https://doi.org/10.56707/ijer.v2i3.75>
- Pratiwi, N. A., Baswarani, D. T., Putri, K. N., & Sidiq, M. W. (2025). Implementasi konsep lean manufacturing pada industri percetakan dalam meningkatkan efisiensi produktivitas operasional. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, dan Akuntansi)*, 9(3), 1653–1669. <https://doi.org/10.31955/mea.v9i3.6468>
- Ruslan, S. N. A. (2025). Engineering technology development in the era of Industry 4.0: A literature review. *Journal of Engineering and Technology Innovation (JETI)*, 4(1), 21–26.
- Septiana, A. D., Febryanti, C., Wibowo, H., Khulilah, S., & Irwati, D. (2025). Pengaruh penerapan lean manufacturing terhadap kinerja produksi di PT XYZ. *Journal Industrial Engineering & Management (JUST-ME)*, 6(2), 336–340. <https://doi.org/10.47398/just-me.v6i02.137>
- Tanoto, D. F., Marcellinus, Y., & Hidajat, M. (2024). Penerapan sociotechnical system pada data collection system. *ComTech*, 5(1), 136–143. <https://doi.org/10.21512/comtech.v5i1.2599>
- Zulfadlillah. (2024). Penerapan sistem manufaktur terintegrasi dalam meningkatkan produktivitas UKM melalui pendekatan rekayasa industri. *JPKMI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia*, 4(2), 1–8. <https://doi.org/10.55606/jpkmi.v4i2.5902>