

Pemanfaatan AI dalam Smart Manufacturing dan transformasi HRD di Era Industri 4.0

Rahmiana¹, Nadienda Safitri², Alfin Azhari Hasibuan³, Abdurrozzaq Hasibuan⁴

Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia^{1,2,3,4}

Corresponding Author: rahmiana060106@gmail.com¹, nadiendasafitri@gmail.com², alfinhasibuan975@gmail.com³, rozzaq@uisu.ac.id⁴

Info Artikel

Submitted: 05 Oktober 2025

Revised : 11 November 2025

Accepted: 21 Desember 2025

Published: 29 Desember 2025

Keywords: Artificial Intelligence, Smart Manufacturing, Industry 4.0, HR Transformation, HR Digitalization

Kata Kunci: Artificial Intelligence, Smart Manufacturing, Industri 4.0, Transformasi HRD, Digitalisasi SDM

Abstract

This study discusses the use of Artificial Intelligence (AI) in smart manufacturing and the changing role of Human Resource Development (HRD) in the Industry 4.0 era. Through a literature review of various national journals, this study found that AI has a significant impact on increasing production efficiency, ranging from predictive maintenance that can reduce machine failures to computer vision-based quality inspection systems that make the inspection process faster and more accurate. On the other hand, this technological development requires HRD to adapt their work methods, especially in terms of recruitment, training, and employee competency development. HRD is now required to have a better understanding of digital technology to be able to prepare a workforce that meets the needs of modern industry. The results of the study indicate that the roles of technology and HRD are complementary because the implementation of AI will not run optimally without employee readiness. Thus, companies need to establish a balanced strategy between the use of technology and strengthening HR capabilities.

Abstrak

Penelitian ini membahas pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam smart manufacturing serta perubahan peran Human Resource Development (HRD) di era Industri 4.0. Melalui studi pustaka dari berbagai jurnal nasional, penelitian ini menemukan bahwa AI memiliki pengaruh besar terhadap peningkatan efisiensi produksi, mulai dari predictive maintenance yang mampu mengurangi gangguan mesin hingga sistem quality inspection berbasis computer vision yang membuat proses pengecekan lebih cepat dan akurat. Di sisi lain, perkembangan teknologi ini membuat HRD harus menyesuaikan cara kerja mereka, terutama dalam hal rekrutmen, pelatihan, dan pengembangan kompetensi karyawan. HRD kini dituntut lebih memahami teknologi digital agar mampu menyiapkan tenaga kerja yang sesuai dengan kebutuhan industri modern. Hasil kajian menunjukkan bahwa peran teknologi dan HRD saling melengkapi karena penerapan AI tidak akan berjalan optimal tanpa kesiapan karyawan. Dengan demikian, perusahaan perlu mengatur strategi yang seimbang antara pemanfaatan teknologi dan penguatan kemampuan SDM.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Publisher: Lembaga Penerbit Penelitian Nusantara

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital dalam beberapa tahun terakhir telah mengubah cara perusahaan

menjalankan kegiatan produksi maupun mengelola sumber daya manusia. Salah satu teknologi yang paling menonjol dalam perubahan ini adalah Artificial Intelligence (AI). Di era Industri 4.0, pemanfaatan AI tidak hanya terlihat pada otomatisasi mesin, tetapi juga pada bagaimana data dikumpulkan, diolah, dan diterjemahkan menjadi keputusan yang lebih cepat dan akurat. Kondisi ini membuka peluang besar bagi industri untuk meningkatkan kecepatan produksi, menekan kesalahan, serta menjaga kualitas secara konsisten.

Dalam dunia smart manufacturing, AI memegang peran penting karena mampu membuat proses produksi menjadi lebih pintar dan responsif. Melalui sensor, machine learning, dan sistem prediksi, perusahaan dapat memantau kinerja mesin secara real time, memperkirakan kerusakan sebelum terjadi, serta mengatur alur produksi secara lebih efisien. Teknologi ini juga membantu perusahaan menghadapi tantangan seperti fluktuasi permintaan, keterbatasan tenaga kerja terampil, dan tekanan untuk menekan biaya operasional. Dengan kata lain, AI memberikan kemampuan baru bagi perusahaan untuk beradaptasi dan terus berkembang meskipun kondisi pasar berubah dengan cepat.

Perubahan di sisi produksi juga berdampak besar pada fungsi Human Resource Development (HRD). Transformasi digital mengharuskan HRD tidak hanya berfokus pada administrasi atau pengelolaan tenaga kerja, tetapi juga pada pengembangan keahlian yang sesuai dengan kebutuhan industri modern. AI digunakan untuk mempermudah proses rekrutmen, analisis kinerja, pelatihan berbasis data, hingga prediksi kebutuhan tenaga kerja. Hal ini membuat HRD berperan sebagai penggerak perubahan, bukan hanya pendukung operasional.

Di tengah perubahan tersebut, banyak perusahaan menghadapi tantangan baru. Mulai dari kesenjangan kemampuan tenaga kerja, adaptasi terhadap teknologi baru, hingga kebutuhan untuk membangun budaya kerja yang lebih fleksibel dan berbasis data. Karena itu, pemanfaatan AI tidak bisa hanya dilihat dari sisi teknis, tetapi juga dari bagaimana perusahaan membangun sistem yang mampu mendukung pekerja agar siap menghadapi perubahan.

Melihat kondisi tersebut, penelitian mengenai pemanfaatan AI dalam smart manufacturing dan transformasi HRD menjadi penting. Penelitian ini membantu memahami bagaimana teknologi dapat dioptimalkan, tantangan apa saja yang muncul di perusahaan, serta bagaimana strategi HRD dapat diarahkan agar sesuai dengan perkembangan Industri 4.0. Dengan pemahaman yang lebih jelas, perusahaan dapat merancang langkah yang lebih tepat dalam menggabungkan teknologi dan pengembangan tenaga kerja, sehingga mampu bersaing secara berkelanjutan.

Tinjauan Pustaka

1. Industri 4.0 dan Smart Manufacturing

Industri 4.0 membawa perubahan besar dalam cara perusahaan menjalankan kegiatan produksi. Perkembangan teknologi seperti Internet of Things (IoT), big data, dan sistem otomatis membuat proses produksi menjadi lebih cepat, efisien, dan saling terhubung. Smart manufacturing pada dasarnya menggabungkan data, mesin, dan sistem digital agar proses produksi bisa berjalan lebih presisi dan mudah dikontrol. Konsep ini menekankan bagaimana data menjadi dasar pengambilan keputusan, mulai dari memonitor mesin hingga menyesuaikan alur kerja. Menurut Putra dan Santoso (2025), integrasi data dan otomatisasi di era Industri 4.0 membantu perusahaan meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan yang biasanya terjadi pada proses manual. Kondisi ini menunjukkan bahwa smart manufacturing bukan lagi sekadar tren, tetapi kebutuhan agar perusahaan bisa bertahan dalam persaingan.

2. Pemanfaatan AI dalam Produksi

AI menjadi salah satu teknologi yang sangat berpengaruh dalam dunia produksi karena kemampuannya memprediksi, menganalisis, dan memberikan rekomendasi berdasarkan data. Salah satu penerapan yang paling umum adalah predictive maintenance, yaitu kemampuan AI membaca pola kerusakan mesin sebelum kerusakan itu terjadi. Hal ini membuat perusahaan bisa mencegah downtime dan mengurangi biaya perbaikan. Selain itu, AI juga dipakai untuk quality control, misalnya mendeteksi cacat produk secara otomatis menggunakan computer vision. Produksi pun menjadi lebih konsisten dan akurat. Menurut penelitian Nasution dan Yuniarti (2022), penerapan AI mampu mengoptimalkan alur produksi dan meningkatkan kualitas output dengan meminimalkan human error. Dengan kata lain, AI memberi perusahaan peluang untuk bekerja lebih cepat, tepat, dan hemat biaya.

3. Transformasi HRD di Era Digital

Perubahan teknologi tidak hanya terjadi di lini produksi tetapi juga dalam pengelolaan sumber daya manusia. HRD kini tidak lagi hanya mengurus administrasi, tetapi menjadi bagian penting dalam mendukung transformasi digital perusahaan. AI digunakan dalam proses rekrutmen seperti penyaringan CV otomatis, penilaian kompetensi berbasis data, hingga analisis kinerja karyawan. Selain itu, pelatihan berbasis AI membuat proses pengembangan karyawan lebih personal karena materi bisa disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing individu. Menurut Dewi dan Prabowo

(2022), transformasi digital menuntut HRD untuk memperkuat kemampuan reskilling dan upskilling agar tenaga kerja siap menghadapi perubahan teknologi yang cepat. Ini menunjukkan bahwa HRD memegang peran penting dalam memastikan pekerja mampu mengikuti perkembangan Industri 4.0.

4. Keterkaitan AI dan HRD

Pemanfaatan AI di sektor produksi berpengaruh langsung pada kebutuhan kompetensi tenaga kerja. Ketika banyak proses sudah otomatis, perusahaan membutuhkan pekerja yang mampu mengoperasikan teknologi, menganalisis data, dan beradaptasi dengan sistem baru. Di sinilah peran HRD menjadi sangat penting. HRD harus memastikan bahwa pekerja tidak tertinggal dan mampu mengikuti perubahan, terutama melalui pelatihan teknologi dan peningkatan keterampilan digital. Menurut Fadhilah (2023), otomatisasi produksi membuat HRD harus mengubah fungsinya menjadi lebih strategis, yaitu membangun lingkungan kerja yang siap bertransformasi secara digital. Dengan demikian, AI dan HRD saling berkaitan karena keberhasilan teknologi sangat bergantung pada kesiapan sumber daya manusia yang mengelolanya.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka dengan mengumpulkan dan menelaah artikel jurnal nasional yang membahas penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam proses produksi serta perubahan peran HRD di era Industri 4.0. Sumber yang digunakan berasal dari jurnal bereputasi seperti Jurnal Rekayasa Sistem Industri, Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, dan Jurnal Manajemen Teknologi, sehingga informasi yang dianalisis relevan dengan perkembangan teknologi di dunia industri. Setiap artikel dipelajari untuk melihat bagaimana AI diterapkan dalam smart manufacturing, bagaimana HRD beradaptasi dengan digitalisasi, serta tantangan yang muncul dalam integrasi teknologi dan pengembangan tenaga kerja. Dengan metode ini, penelitian dapat memberikan gambaran yang utuh mengenai hubungan antara pemanfaatan AI dan transformasi HRD tanpa melakukan pengumpulan data lapangan secara langsung.

Hasil dan Pembahasan

Hasil kajian pustaka menunjukkan bahwa pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam smart manufacturing memberikan perubahan yang sangat signifikan terhadap cara perusahaan menjalankan proses produksi. AI tidak hanya berfungsi sebagai teknologi pendukung, tetapi sudah menjadi komponen inti dalam pengelolaan data, pemeliharaan mesin, hingga pengambilan

keputusan operasional. Perusahaan yang menerapkan AI umumnya mengalami peningkatan efisiensi, penurunan biaya operasional, dan peningkatan stabilitas produksi. Salah satu penerapan yang paling menonjol adalah predictive maintenance, yaitu kemampuan AI memprediksi kapan mesin berpotensi mengalami kerusakan. Sistem ini memungkinkan perusahaan melakukan perawatan sebelum kerusakan terjadi, sehingga produksi tidak terganggu. Penelitian Ramadhan dan Hidayat (2022) menunjukkan bahwa implementasi predictive maintenance mampu mengurangi kerusakan mesin secara mendadak hingga 40%, terutama pada industri yang memiliki siklus kerja mesin tinggi seperti otomotif dan elektronik.

Penerapan AI juga terbukti sangat efektif dalam meningkatkan kualitas produk melalui sistem quality inspection berbasis computer vision. Teknologi ini memungkinkan kamera dan algoritma mendeteksi cacat produk secara otomatis dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibanding pemeriksaan manual. Hal ini tidak hanya meningkatkan konsistensi kualitas, tetapi juga mempercepat proses produksi secara keseluruhan. Studi dari Puspitasari dan Ardiansyah (2021) menegaskan bahwa penggunaan AI dalam quality control mampu meningkatkan ketepatan inspeksi lebih dari 90% sekaligus menurunkan jumlah cacat produk secara signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa AI bukan lagi sekadar alat tambahan, tetapi sudah menjadi strategi utama untuk menjaga mutu dan reputasi perusahaan.

Dari sisi pengelolaan tenaga kerja, transformasi digital membuat HRD menghadapi perubahan besar dalam cara bekerja. HRD kini dituntut untuk memahami teknologi digital karena hampir seluruh proses manajemen SDM sudah terintegrasi dengan sistem berbasis data. Proses rekrutmen misalnya, tidak hanya mengandalkan intuisi atau pengalaman recruiter, tetapi menggunakan algoritma yang mampu menilai kecocokan kandidat berdasarkan pola perilaku, keterampilan, dan rekam jejak kerja. Penelitian Munawaroh (2023) mencatat bahwa perusahaan yang menggunakan sistem rekrutmen digital berbasis AI dapat mengurangi waktu seleksi hingga 60% dan menghasilkan kecocokan posisi yang lebih baik.

HRD juga berperan besar dalam memastikan pekerja mampu beradaptasi dengan teknologi baru. Munculnya otomatisasi produksi secara langsung mengubah jenis keterampilan yang dibutuhkan perusahaan. Karyawan yang sebelumnya banyak melakukan pekerjaan manual kini dituntut untuk memahami teknologi, membaca data, mengoperasikan mesin cerdas, dan bekerja dengan sistem otomatis. Oleh karena itu, program reskilling dan upskilling menjadi kebutuhan utama dalam industri modern. Studi dari Fauziah dan Sari (2022) menunjukkan bahwa investasi

perusahaan dalam pelatihan digital berpengaruh signifikan terhadap kemampuan karyawan dalam beradaptasi dengan perubahan sistem kerja berbasis AI.

Keterkaitan antara AI dan HRD semakin terlihat ketika perusahaan menerapkan otomasi secara menyeluruh. Otomatisasi tidak hanya mengubah struktur pekerjaan, tetapi juga budaya kerja. Perusahaan harus membangun lingkungan kerja yang fleksibel, adaptif, dan berbasis data. Di sinilah HRD memiliki peran strategis sebagai penggerak perubahan budaya, bukan sekadar pengelola administrasi. Menurut penelitian Laksono (2021), HRD harus mampu berperan sebagai change leader yang memastikan setiap karyawan memiliki kesiapan mental dan kompetensi dalam menghadapi transformasi digital. Keberhasilan integrasi AI sangat bergantung pada kesiapan SDM, sehingga peran HRD menjadi sangat krusial.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dan transformasi HRD berjalan saling terkait. AI meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi, tetapi keberhasilannya tetap membutuhkan dukungan sumber daya manusia yang kompeten. HRD menjadi pusat pengembangan tenaga kerja dan budaya perusahaan, memastikan bahwa perubahan yang terjadi dapat diikuti oleh setiap karyawan. Oleh karena itu, strategi perusahaan harus seimbang antara investasi teknologi dan investasi pada pengembangan SDM agar transformasi digital dapat berjalan efektif dan berkelanjutan.

SIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) benar-benar membawa perubahan besar dalam proses produksi. Teknologi seperti predictive maintenance dan quality inspection membuat pekerjaan lebih cepat, lebih akurat, dan mengurangi risiko gangguan mesin. AI pada akhirnya membantu perusahaan bekerja lebih efisien dan menghasilkan produk yang lebih konsisten. Di sisi lain, perubahan teknologi ini membuat peran HRD ikut bergeser. HRD sekarang tidak hanya mengurus administrasi, tetapi juga harus memastikan karyawan siap bekerja dengan sistem digital. Hal ini membuat HRD berperan penting dalam menyiapkan pelatihan, membaca kebutuhan kompetensi baru, dan mendampingi pekerja agar mampu mengikuti perubahan di era Industri 4.0. Dari keseluruhan pembahasan, terlihat bahwa AI dan HRD saling terkait karena teknologi tidak akan berjalan maksimal tanpa tenaga kerja yang paham cara mengoperasikannya.

Berdasarkan temuan di atas, perusahaan sebaiknya mulai memperkuat kemampuan karyawan melalui program pelatihan dan peningkatan keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan teknologi

baru. HRD juga perlu memanfaatkan sistem digital untuk rekrutmen, evaluasi, dan pengembangan karyawan agar prosesnya lebih cepat dan tepat sasaran. Selain itu, perusahaan perlu membangun budaya kerja yang terbuka terhadap perubahan, sehingga karyawan tidak merasa terbebani saat menghadapi teknologi baru. Ke depan, penelitian lain dapat dilakukan untuk melihat bagaimana AI memengaruhi kinerja karyawan secara lebih spesifik, termasuk dari sisi beban kerja, adaptasi, dan kepuasan bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, N. P., & Prabowo, A. (2022). Transformasi digital pada manajemen sumber daya manusia di era industri 4.0. *Jurnal Ilmu Manajemen (JIM)*, 9(2), 214–223.
- Fadhilah, R. (2023). Dampak otomatisasi terhadap kompetensi tenaga kerja pada industri manufaktur. *Jurnal Teknosains*, 12(1), 45–54.
- Fauziah, D., & Sari, R. P. (2022). Pengembangan kompetensi digital karyawan dalam menghadapi era otomatisasi industri. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 9(1), 33–42.
- Handayani, R., & Putri, AN (2023). Reskilling dan upskilling tenaga kerja sebagai strategi HRD di era transformasi digital. *Jurnal M*, 14(1), 1–10
- Kurniawan, D., & Lestari, S. (2022). Peran big data dan kecerdasan buatan dalam peningkatan kinerja produksi industri 4.0. *Jurnal*, 8(1), 55–63.
- Laksono, A. (2021). Peran HRD sebagai agen perubahan pada transformasi digital perusahaan. *Jurnal Administrasi Bisnis*, 70(2), 112–119.
- Maulana, F., & Hidayah, N. (2022). Integrasi kecerdasan buatan dan analisis sumber daya manusia dalam pengambilan keputusan SDM. *Jurnal Sistem Informasi Manaj*, 7(2), 66
- Munawaroh, S. (2023). Efektivitas sistem rekrutmen digital berbasis kecerdasan buatan pada perusahaan modern. *Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 25–34.
- Nasution, R., & Yuniarti, T. (2022). Implementasi artificial intelligence untuk meningkatkan kualitas proses produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 23(1), 55–64.
- Prasetyo, H., & Sutopo, W. (2021). Implementasi strategi smart manufacturing pada industri manufaktur di Indonesia. *Jurnal ReKay*, 10(2)
- Puspitasari, N., & Ardiansyah, A. (2024). Penerapan computer vision untuk inspeksi kualitas produk pada industri manufaktur. *Jurnal Teknologi dan Industri*, 19(2), 87–95.
- Putra, R., & Santoso, D. (2025). Penerapan konsep industri 4.0 dalam peningkatan efisiensi

manufaktur. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, 6(3), 112–120.

Ramadhan, M., & Hidayat, A. (2022). Optimalisasi predictive maintenance menggunakan machine learning pada mesin produksi. *Jurnal Sistem Cerdas*, 5(3), 145–154.

Siregar, AR, & Lubis, M. (2021). Digitalisasi sumber daya manusia dalam menghadapi revolusi industri 4.0. *juri*, 6

Wibowo, A. (2020). Tantangan dan peluang penerapan kecerdasan buatan pada sektor manufaktur. *Jurnal Teknologi*, 21(3)