

ANALISIS PRO DAN KONTRA ARTIFICIAL INTELLIGENCE DI PERUSAHAAN MANUFAKTUR

Moch Rizqi Ramadan Putra¹, Tubagus Heru Saiful Yaman²

moch.rizqi@students.paramadina.ac.id¹, herusaiful71@gmail.com²

Universitas Paramadina

ABSTRAK

Penerapan Artificial Intelligence (AI) di perusahaan manufaktur telah menjadi pendorong utama transformasi digital dalam era Industri 4.0 dan 5.0. Namun, adopsi teknologi ini memicu perdebatan pro dan kontra yang signifikan di kalangan akademisi dan pelaku industri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif peluang dan tantangan penerapan AI di industri manufaktur guna memberikan panduan strategis bagi pemangku kepentingan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur sistematis (Systematic Literature Review) terhadap artikel jurnal ilmiah terakreditasi yang diterbitkan dalam rentang tahun 2021 hingga 2026. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di satu sisi (pro), AI terbukti meningkatkan efisiensi operasional secara luar biasa melalui pemeliharaan prediktif yang memangkas waktu henti mesin hingga 25% dan sistem kontrol kualitas berbasis visi komputer dengan tingkat akurasi mencapai 95%. Di sisi lain (kontra), perusahaan menghadapi tantangan besar berupa tingginya biaya investasi awal, kesenjangan kompetensi sumber daya manusia, kerentanan keamanan siber, serta ancaman dislokasi tenaga kerja kelas menengah ke bawah. Keberhasilan implementasi AI memerlukan pendekatan sosio-teknis yang seimbang dan berpusat pada manusia.

Kata kunci: Kecerdasan Buatan, Manufaktur, Produktivitas, Tenaga Kerja, Keamanan Siber, Etika AI.

PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan salah satu pilar utama perekonomian global, yang bertanggung jawab atas sekitar 16,5% dari produk domestik bruto (PDB) dunia dalam hal nilai tambah dan mencakup lebih dari 57,5% dari total volume perdagangan internasional (Simangunsong dkk., 2025a). Seiring dengan akselerasi digitalisasi global, sektor ini mengalami pergeseran paradigma yang sangat masif menuju otomatisasi tingkat lanjut dan integrasi sistem siber-fisik (Siska dkk., 2023). Di tengah kompetisi yang semakin ketat, adopsi Artificial Intelligence (AI) berkembang dari sekadar eksperimen teknologi menjadi infrastruktur bisnis inti yang sangat menentukan daya saing perusahaan. Proyeksi menunjukkan bahwa pasar AI global yang dinilai sebesar USD 390,91 miliar pada tahun 2025 akan terus meroket hingga mencapai USD 3.497,26 miliar pada tahun 2033 dengan tingkat pertumbuhan per tahun (CAGR) sebesar 30,6% (Simangunsong dkk., 2025b). Pertumbuhan ini didorong oleh integrasi AI dalam otomatisasi proses, pemeliharaan mesin, serta optimasi rantai pasok secara real-time.

Namun, optimisme terhadap lompatan teknologi ini dihadapkan pada realitas makroekonomi yang kompleks. Fenomena yang dikenal sebagai "paradoks produktivitas" menunjukkan bahwa meskipun adopsi teknologi tinggi berkembang pesat, pertumbuhan produktivitas terukur di beberapa negara maju justru cenderung lambat (Siska dkk., 2023). Kesenjangan ini disebabkan oleh lambatnya difusi teknologi AI secara merata serta adanya jeda waktu (time lag) yang signifikan antara investasi awal dengan realisasi manfaat ekonominya. Hambatan utama yang sering ditemui adalah kegagalan integrasi teknologi cerdas dengan infrastruktur data warisan (legacy systems) perusahaan, yang dialami oleh hampir 80% organisasi global. Kegagalan penyelarasan ini memicu fragmentasi sistem, inefisiensi alokasi modal, dan hilangnya potensi nilai tambah yang seharusnya dapat dimaksimalkan oleh perusahaan.

Selain hambatan infrastruktur teknis, penetrasi AI di rantai produksi memicu resistensi sosiologis dan kekhawatiran etis yang mendalam. Otomatisasi pekerjaan rutin di rantai pabrik berisiko memicu gelombang pengangguran teknologi (*technological unemployment*) yang menyasar para pekerja dengan keterampilan rendah hingga menengah. Di sisi lain, peningkatan konektivitas di bawah ekosistem manufaktur pintar membuka celah kerentanan baru terhadap ancaman keamanan siber yang semakin canggih dan merusak. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian yang komprehensif, objektif, dan terstruktur untuk memetakan dinamika pro dan kontra dari penerapan AI di perusahaan manufaktur. Makalah ini bertujuan untuk menyajikan analisis mendalam mengenai peluang-peluang efisiensi yang ditawarkan oleh AI (sisi pro) sekaligus mengeksplorasi tantangan, risiko finansial, ancaman siber, dan konsekuensi sosial-ekonomi yang menyertainya (sisi kontra) menggunakan literatur ilmiah terbaru dalam rentang tahun 2021 hingga 2026.

TINJAUAN PUSTAKA

a. Konsep Kecerdasan Buatan dan manufaktur pintar

Kecerdasan buatan didefinisikan sebagai kemampuan sistem komputer untuk meniru fungsi kognitif manusia, termasuk kemampuan belajar dari pengalaman (*machine learning*), memahami bahasa alami (*natural language processing*), mengenali objek visual (*computer vision*), dan mengambil keputusan otonom dalam skenario kompleks. Dalam lanskap manufaktur, AI dipandang sebagai teknologi serbaguna (*general-purpose technology*) yang memiliki kapasitas untuk merestrukturisasi hubungan kerja, pembentukan nilai, dan relasi produksi (Siska dkk., 2023). Integrasi AI dengan *Industrial Internet of Things (IIoT)*, robotika, dan komputasi awan membentuk fondasi bagi apa yang disebut manufaktur cerdas (*smart manufacturing*).

Peralihan dari Industri 4.0 menuju Industri 5.0 membawa pergeseran fokus yang sangat penting (Siska dkk., 2023). Jika Industri 4.0 menitikberatkan pada otomatisasi murni dan optimasi sistem secara mandiri untuk menekan biaya operasional, maka Industri 5.0 memprioritaskan ketahanan (*resilience*), keberlanjutan lingkungan (*sustainability*), dan pemusatan peran manusia (*human-centricity*) di tengah ekosistem industri (Siska dkk., 2023). Dalam paradigma baru ini, teknologi AI tidak lagi diposisikan sebagai substitusi mutlak bagi tenaga kerja, melainkan sebagai mitra kolaboratif yang melipatgandakan kapabilitas manusia (*augmentation of human capabilities*) dan meningkatkan kesejahteraan pekerja di rantai pabrik (Siska dkk., 2023).

b. Aplikasi AI dalam Rantai Nilai Manufaktur

Implementasi praktis AI di sektor manufaktur tersebar di berbagai titik rantai nilai industri, mulai dari tahap desain produk hingga pengiriman ke konsumen akhir (Novita & Zahra, 2024). Salah satu aplikasi paling transformatif adalah pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*). Berbeda dengan metode pemeliharaan tradisional berbasis waktu atau pemeliharaan reaktif setelah kerusakan terjadi, pemeliharaan prediktif memanfaatkan algoritma pembelajaran mesin untuk menganalisis data sensor mesin secara waktu nyata (*real-time*) guna mendeteksi gejala anomali fisik sebelum kegagalan katastropik terjadi.

Selain pemeliharaan, sistem pengawasan mutu produk memanfaatkan teknologi visi komputer (*computer vision*). Melalui kamera resolusi tinggi dan jaringan saraf tiruan konvolusional (*Convolutional Neural Networks/CNN*), sistem mampu melakukan inspeksi visual otomatis secara terus-menerus tanpa kelelahan, mendeteksi cacat mikro, dan langsung mengisolasi produk cacat dari jalur perakitan. Pada dimensi desain dan simulasi, teknologi kembar digital (*digital twins*) yang dipadukan dengan pembelajaran mendalam memungkinkan pembuatan replika virtual yang presisi dari sistem manufaktur fisik. Model berbasis fisika ini memungkinkan desainer industri menyimulasikan berbagai skenario operasional dan melakukan pengujian prototipe secara virtual, mempercepat waktu

peluncuran produk ke pasar, serta meminimalkan pemborosan material selama proses uji coba fisik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur sistematis (Systematic Literature Review / SLR) yang mengadopsi kerangka kerja terstruktur untuk memastikan objektivitas, reliabilitas, dan keterulangan analisis. Proses pengumpulan data sekunder dilakukan dengan menyisir basis data akademik bereputasi tinggi, mencakup Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, Garuda, dan SINTA (Yusufadz & Rosyidin, 2022).

Guna menjamin relevansi dan aktualitas temuan dengan dinamika industri modern, kriteria inklusi membatasi artikel yang dianalisis hanya pada publikasi ilmiah yang diterbitkan dalam rentang waktu lima tahun terakhir, yaitu dari tahun 2021 hingga 2026. Artikel yang dipilih harus berupa artikel jurnal atau prosiding konferencing yang melalui proses penelaahan sejawat (peer-review), menyajikan data empiris atau analisis konseptual yang solid mengenai dampak sosiologis, finansial, teknis, dan operasional dari penerapan AI di lingkungan perusahaan manufaktur.

Proses seleksi literatur didasarkan pada diagram alur PRISMA untuk menyaring dokumen dari ribuan artikel potensial menjadi sampel akhir yang sangat relevan. Setelah melalui penapisan berdasarkan judul, abstrak, dan pembacaan teks lengkap secara mendalam, artikel yang memenuhi syarat dianalisis menggunakan pengodean tematik (thematic coding) (Yusufadz & Rosyidin, 2022). Data diekstraksi dan dikategorisasikan ke dalam dua sumbu utama, yaitu sumbu pro (peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya, kualitas produk, dan kelestarian lingkungan) serta sumbu kontra (biaya investasi tinggi, kesenjangan keterampilan, ancaman keamanan siber, dan dislokasi sosial) untuk kemudian disintesis secara kritis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pro: Lompatan Produktivitas Dan Keberlanjutan

Analisis mendalam terhadap literatur empiris menunjukkan bahwa argumen pendukung (pro) adopsi AI di sektor manufaktur bersandar pada bukti-bukti peningkatan efisiensi operasional yang sangat masif di rantai produksi. Di Indonesia, studi kasus pada beberapa perusahaan manufaktur di Sumatera Utara dan PT XYZ mengonfirmasi bahwa penerapan sistem pemeliharaan prediktif dan kontrol kualitas berbasis kecerdasan buatan mampu mereduksi waktu henti mesin tak terencana (unplanned downtime) hingga 25% serta mendongkrak akurasi deteksi cacat produk hingga menyentuh angka 95% (Novita & Zahra, 2024). AI meniadakan kesalahan akibat faktor kelelahan manusia (human error) dan memastikan standarisasi kualitas output yang konsisten secara presisi di sepanjang garis perakitan.

Dalam aspek penjadwalan produksi, integrasi algoritma pembelajaran mesin mampu mengoptimalkan alokasi sumber daya secara dinamis. Sistem penjadwalan cerdas ini mampu memproses data historis pesanan, kapasitas mesin, dan ketersediaan bahan baku untuk menghasilkan rute produksi yang optimal. Hal ini memungkinkan perusahaan mengadopsi model produksi kustomisasi massal (mass customization), di mana produk dapat disesuaikan secara personal berdasarkan permintaan unik konsumen tanpa mengorbankan kecepatan dan efisiensi biaya manufaktur skala besar. Untuk mengukur dampak pengurangan waktu henti produksi dan inefisiensi akibat penerapan AI, perusahaan manufaktur menggunakan formulasi indeks efisiensi operasional (η) sebagai berikut:

$$\eta = \frac{T_{\text{traditional}} - T_{\text{AI}}}{T_{\text{traditional}}} \times 100\%$$

Di mana $T_{traditional}$ merepresentasikan total waktu tidak produktif (mencakup waktu henti kerusakan mesin dan waktu pergantian produk/set-up) dalam sistem tradisional, sedangkan n mewakili total waktu tidak produktif setelah sistem dioptimalkan menggunakan algoritma pemeliharaan prediktif dan penjadwalan cerdas berbasis AI. Nilai n yang positif dan tinggi secara matematis berkorelasi langsung dengan peningkatan metrik Efektivitas Peralatan Keseluruhan (Overall Equipment Effectiveness/OEE) dan pemanfaatan aset secara maksimal, yang pada gilirannya akan menekan biaya operasional per unit secara berkelanjutan.

Selain dimensi finansial dan produktivitas, AI juga bertindak sebagai pendorong utama bagi inisiatif industri hijau (green manufacturing). Melalui implementasi AI generatif pada fase desain produk, desainer industri dapat melakukan pemodelan dan simulasi yang presisi untuk meminimalkan penggunaan bahan baku sejak awal fase rancangan. Di lantai produksi, sistem pemantauan energi berbasis AI dapat mendeteksi inefisiensi konsumsi daya listrik pada mesin-mesin pabrik dan secara otomatis melakukan penyesuaian alur kerja operasional (Siska dkk., 2023). Pengurangan limbah material sisa (scrap) dan optimasi penggunaan energi ini membantu perusahaan manufaktur menekan emisi karbon operasional mereka sekaligus memperkuat keunggulan kompetitif di mata konsumen yang semakin peduli terhadap isu keberlanjutan lingkungan.

Analisis Kontra: Kendala Teknis, Keamanan Siber, dan Biaya

Di balik berbagai klaim hiper-efisiensi yang ditawarkan, argumen penentang (kontra) menyajikan fakta-fakta hambatan teknis dan risiko finansial yang sangat signifikan (Department of Sectoral Policies, 2026). Salah satu rintangan utama adalah tingginya ambang batas investasi awal (high initial implementation costs) yang diperlukan untuk membangun infrastruktur fisik dan komputasi cerdas. Kebutuhan perangkat keras berkinerja tinggi seperti Graphics Processing Units (GPU) kelas industri untuk memproses aliran data video resolusi tinggi secara waktu nyata (real-time) dapat meningkatkan pengeluaran operasional perusahaan hingga 40% sampai 50%, sebuah angka yang sering kali berada di luar jangkauan finansial Usaha Kecil dan Menengah (UKM) (Department of Sectoral Policies, 2026). Hambatan ini memicu konsolidasi kekuatan pasar yang tidak seimbang, di mana hanya korporasi raksasa yang mampu mengadopsi AI secara utuh, sementara industri menengah ke bawah semakin tertinggal jauh di belakang.

Kerumitan teknis juga tecermin pada tingginya tingkat kegagalan integrasi sistem. Sebagian besar pabrik tradisional beroperasi menggunakan mesin warisan (legacy machines) yang tidak dirancang untuk berkomunikasi dengan protokol data internet modern. Hal ini menciptakan silo-silo informasi tertutup yang membatasi efektivitas analisis data skala besar. Untuk mengatasi ketidakcocokan ini, perusahaan terpaksa melakukan kustomisasi sistem yang rumit dan memakan biaya tinggi, yang sering kali tidak diimbangi dengan kejelasan pengembalian investasi (ROI) dalam jangka pendek.

Dari sudut pandang keamanan informasi, interkoneksi rantai pabrik dengan dunia siber eksternal mengelevasi risiko keamanan secara drastis. Dalam lanskap keamanan siber modern, identitas digital telah sepenuhnya menggantikan batas jaringan fisik tradisional sebagai perimeter pertahanan utama. Seiring dengan masifnya pendelegasian wewenang operasional kepada agen AI otonom di lantai produksi untuk meningkatkan produktivitas, muncul ancaman internal jenis baru (insider threats). Jika kredensial dan identitas digital dari agen AI otonom ini berhasil diretas atau dikompromikan oleh aktor jahat, penyusup dapat melakukan manipulasi parameter operasional secara senyap. Ancaman ini bergeser dari sekadar pencurian data menjadi sabotase integritas data produksi (Department of Sectoral Policies, 2026). Sebagai contoh, peretas dapat sedikit mengubah komposisi material atau toleransi ukuran pada replika virtual digital twin tanpa memicu alarm peringatan dini. Hal ini dapat mengakibatkan kegagalan struktural katastrofik pada produk fisik yang dihasilkan (seperti komponen mesin pesawat atau sasis otomotif) setelah produk tersebut dilepas ke pasar, yang berpotensi memicu

tuntutan hukum massal dan menyeret tanggung jawab pidana hingga ke tingkat dewan direksi perusahaan.

Dinamika Ketenagakerjaan dan Dampak Sosio-Psikologis

Perdebatan paling krusial dan bermuatan emosional dari adopsi AI di industri manufaktur berpusat pada dampak ketenagakerjaan dan dislokasi sosial. Otomatisasi proses produksi yang didorong oleh kecerdasan buatan secara langsung mengancam keberadaan jutaan pekerja manusia di seluruh dunia (Simangunsong dkk., 2025a). Proyeksi global menunjukkan bahwa hingga 30% dari total jam kerja dalam berbagai sektor ekonomi dapat diotomatisasi penuh pada tahun 2030, dengan perkiraan kehilangan sekitar 300 juta pekerjaan penuh waktu secara global. Kelompok pekerja dengan keterampilan rendah hingga menengah di lini produksi fisik berada pada posisi paling rentan untuk disingkirkan oleh kehadiran mesin-mesin pintar dan robot kolaboratif.

Meskipun diyakini bahwa transisi teknologi ini juga akan melahirkan sekitar 97 juta lapangan pekerjaan baru yang lebih terampil di bidang rekayasa data dan pengembangan AI, mayoritas buruh pabrik konvensional tidak memiliki latar belakang pendidikan dan keterampilan teknis yang memadai untuk mengisi posisi canggih tersebut. Tanpa adanya program peningkatan keterampilan (upskilling) dan pelatihan ulang (reskilling) yang masif dan inklusif, transisi ini akan memperlebar jurang ketimpangan sosial-ekonomi antara kelompok elit terdidik dengan kelas pekerja kasar. Pekerja yang tidak mampu beradaptasi akan tersingkir ke sektor informal dengan upah rendah, memperparah kerentanan sosial di era ekonomi berbasis pengetahuan.

Dampak negatif otomatisasi ini tidak hanya bersifat material, melainkan juga menyerang dimensi psikologis para pekerja di lantai produksi. Berdasarkan teori hierarki kebutuhan Abraham Maslow, motivasi manusia beroperasi secara bertahap mulai dari pemenuhan kebutuhan fisiologis dasar, rasa aman, kepemilikan sosial, penghargaan diri, hingga aktualisasi diri. Sebelum seorang pekerja dapat didorong untuk mencapai aktualisasi diri dan berinovasi di tempat kerja, kebutuhan paling mendasar berupa rasa aman dan stabilitas ekonomi (keamanan pekerjaan) harus terpenuhi terlebih dahulu. Ketika manajemen perusahaan memperkenalkan teknologi AI tanpa komunikasi yang transparan, pekerja akan mempersepsikan mesin tersebut sebagai ancaman langsung terhadap mata pencaharian mereka.

Rasa cemas akan kehilangan pekerjaan secara instan meruntuhkan rasa aman mereka, memicu stres kerja kronis, kelelahan mental, dan penurunan kepuasan kerja (Simangunsong dkk., 2025a). Dampak sistemik dari guncangan psikologis ini adalah munculnya resistensi organisasi yang kuat terhadap perubahan teknologi (Simangunsong dkk., 2025a). Pekerja mungkin akan melakukan boikot pasif, enggan mempelajari sistem baru, atau bahkan melakukan tindakan sabotase halus terhadap perangkat AI yang diimplementasikan, yang pada akhirnya berujung pada kegagalan proyek transformasi digital perusahaan secara keseluruhan (Simangunsong dkk., 2025a). Tantangan dan resistensi pekerja dalam adopsi AI ini tecermin secara jelas dalam data empiris hasil investigasi terhadap pelaku industri manufaktur, sebagaimana disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Distribusi tantangan utama implementasi kecerdasan buatan pada industri manufaktur 11

NO	Kategori Tantangan Utama	Frekuensi Responden	Presentase
1	Tingginya Biaya Investasi Awal (High Cost)	85	28.23
2	Keterbatasan Keterampilan Ahli (Lack of Expertise)	78	25.91
3	Resistensi Karyawan Terhadap Perubahan (Resistance)	65	21.59
4	Privasi Data dan Risiko Keamanan Siber (Cybersecurity)	50	16.61
5	Ketidakcukupan Infrastruktur Fisik (Infrastructure)	21	6.97

Berdasarkan data statistik pada Tabel 1, dapat dianalisis bahwa hambatan finansial berupa tingginya biaya investasi awal menempati urutan teratas sebagai tantangan paling krusial yang dihadapi oleh 28,23% perusahaan manufaktur. Namun, yang tidak kalah penting untuk dicermati adalah akumulasi tantangan non-finansial yang berpusat pada faktor manusia dan sosial, yaitu keterbatasan keterampilan ahli (25,91%) dan resistensi karyawan terhadap perubahan (21,59%). Jika digabungkan, kedua tantangan yang bersumber dari dimensi sumber daya manusia ini mencapai 47,5% dari total hambatan adopsi. Hal ini menunjukkan bahwa kegagalan implementasi AI di perusahaan manufaktur sering kali bukan disebabkan oleh kelemahan algoritmanya, melainkan oleh ketidaksiapan organisasi dalam mengelola transisi sosiologis pekerja dan menjembatani kesenjangan keterampilan digital di lantai produksi.

Sintesis Kebijakan: Kerangka Kerja Sosio-Teknis untuk Transisi Adil

Guna menyeimbangkan tekanan antara dorongan produktivitas (pro) dan perlindungan kesejahteraan sosial-ekonomi pekerja (kontra), perusahaan manufaktur harus meninggalkan pendekatan teknosentris murni dan beralih ke pendekatan sosio-teknis yang seimbang. Kebijakan adopsi AI harus dirancang selaras dengan prinsip "Transisi Adil" (Just Transition) yang diamanatkan oleh Organisasi Perburuhan Internasional (ILO). Transisi ini menuntut keterlibatan aktif serikat pekerja, manajemen perusahaan, dan pembuat kebijakan dalam merumuskan dialog sosial sebelum sistem otomatisasi diterapkan di lantai pabrik.¹

Perusahaan berkewajiban menyusun cetak biru jangka panjang yang menempatkan investasi pada pengembangan modal manusia setara dengan investasi pada infrastruktur digital. Program pelatihan ulang harus dirancang secara adaptif dan inklusif untuk membekali pekerja manual dengan keterampilan baru seperti literasi AI, analisis data dasar, dan operasi robotika kolaboratif. Di tingkat tata kelola korporasi, implementasi AI harus diposisikan sebagai tanggung jawab strategis di tingkat dewan direksi (board-level responsibility). Dewan direksi harus memastikan penerapan tata kelola AI yang transparan untuk menghindari bias algoritma dan fenomena kotak hitam (black box) yang membahayakan keselamatan fisik. Selain itu, komitmen finansial yang kuat harus dialokasikan untuk memperkuat sistem keamanan siber berbasis pemantauan identitas digital yang berkelanjutan guna memitigasi risiko sabotase industri oleh agen otonom jahat (Department of Sectoral Policies, 2026). Dengan menempatkan manusia sebagai pusat dari inovasi teknologi, perusahaan manufaktur dapat meminimalkan resistensi internal, melindungi integritas operasional, dan mewujudkan pertumbuhan bisnis yang etis, aman, serta berkelanjutan di era Industri 5.0.

KESIMPULAN

Analisis komprehensif terhadap pro dan kontra penerapan Artificial Intelligence (AI) di perusahaan manufaktur menyimpulkan bahwa teknologi ini merupakan pisau bermata dua yang sangat kuat bagi masa depan industri global. Di satu sisi, argumen pro didukung oleh bukti empiris kemampuan AI meningkatkan efisiensi operasional secara luar biasa, mereduksi waktu henti mesin hingga 25%, mendeteksi cacat dengan akurasi 95%, dan meminimalkan jejak karbon melalui desain produk hijau berbasis kembar digital. Di sisi lain, argumen kontra dihadapkan pada realitas tingginya hambatan finansial investasi awal bagi pelaku UKM, kerumitan integrasi dengan mesin warisan, ancaman keamanan siber baru di mana identitas digital agen otonom rentan disabotase untuk merusak integritas data, serta dampak sosial masif berupa potensi otomatisasi 30% jam kerja yang memicu kecemasan mendalam di kalangan pekerja kelas bawah.

Oleh karena itu, disarankan kepada manajemen perusahaan manufaktur untuk mengadopsi kerangka kerja sosio-teknis Industri 5.0 yang berpusat pada manusia (human-centric), di mana AI dimanfaatkan untuk memperkuat kapabilitas pekerja (cobots) alih-alih menggantikannya secara mutlak. Pemerintah dan pelaku industri harus berkolaborasi mendanai program pelatihan ulang (upskilling) secara inklusif, merumuskan regulasi tata

kelola AI yang transparan di tingkat direksi, serta memperkuat keamanan siber berbasis pemantauan identitas digital terus-menerus guna memastikan transisi teknologi yang adil, aman, dan membawa kemakmuran bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- A. C. Yusufadz and A. Rosyidin, "Analisis Penerapan Artificial Intelligence Dan Robotik Pada Industri Manufaktur Indonesia Dalam Menghadapi Era Industri 4.0," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 15-22, Dec. 2022.
- A. Nurtrihadi, Jupriyanto, and D. Waluyo, "Penerapan Artificial Intelligence (AI) Untuk Optimasi Jadwal Produksi Di Industri Manufaktur Dalam Upaya Meningkatkan Produktivitas Kerja," *Jurnal ISO: Jurnal Ilmu Sosial, Politik dan Humaniora*, vol. 5, no. 1, pp. 1-12, Jun. 2025.
- H. Simangunsong, J. Simanullang, and M. R. Wayahdi, "Analisis Peran AI dalam Meningkatkan Efisiensi dan Inovasi di Industri Manufaktur," *JUTEK: Jurnal Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 68-73, 2025.
- H. Simangunsong, J. Simanullang, and M. R. Wayahdi, "Artificial Intelligence in modern industrial systems: Applications and challenges," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 134, no. 1, pp. 301-319, Jan. 2025.
- J. W. Peterson and Y. Kurniawan, "Pengaruh dari penerapan big data, penerapan cloud computing, dan penerapan artificial intelligence pada kinerja profesi akuntan dalam menghadapi era revolusi industri 4.0 di PT. Perada Swara Productions," *Journal of Students' Research in Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 93-104, Feb. 2023.
- M. Siska, I. Siregar, A. Saputra, M. Juliana, and M. T. Afifudin, "Kecerdasan Buatan dan Big Data dalam Industri Manufaktur: Sebuah Tinjauan Sistematis," *Nusantara Technology and Engineering Review*, vol. 1, no. 1, pp. 41-53, Nov. 2023.
- S. J. and T. R., "The Future of Manufacturing and Industry 4.0," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 15, Art. no. 4655, pp. 1-8, Jun. 2025.
- S. Raspiyahni, "Penerapan Teknologi Ai Untuk Meningkatkan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Di Industri Manufaktur," *Global Journal of Multi Disciplinary Research*, vol. 2, no. 6, pp. 651-655, Jun. 2024.
- S. Wijayanti, S. J. Poluan, T. H. Kusuma, R. F. Nisa, and N. Yuliana, "Pemasaran global di era kecerdasan buatan: tantangan dan peluang untuk brand internasional," *Jurnal Bisnis Net*, vol. 8, no. 2, pp. 1319-1326, Aug. 2025.
- Sectoral Policies Department, "AI in manufacturing: Challenges and opportunities for promoting decent work, productivity and a just transition," *International Labour Office*, Geneva, Switzerland, Report TMDWAI/2026, Apr. 2026.
- T. Setyani, R. F. N. Susilo, S. F. Athallah, and K. Suryadi, "Pengaruh Artificial Intelligence dalam mendorong inovasi dan efisiensi technopreneurship," *Jurnal Ilmiah Informatika dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, vol. 4, no. 1, pp. 30-38, Mar. 2024.
- Y. Novita and R. Zahra, "Penerapan Artificial Intelligence (AI) untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional di Perusahaan Manufaktur: Studi Kasus PT. XYZ," *Jurnal Manajemen dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 11-21, May 2024.