



Contents lists available at [Journal IICET](#)
Jurnal EDUCATIO (Jurnal Pendidikan Indonesia)
ISSN: 2476-9886 (Print) ISSN: 2477-0302 (Electronic)
Journal homepage: <https://jurnal.iicet.org/index.php/jppi>



Kecerdasan buatan (AI) dan masa depan pekerjaan: analisis konseptual dampaknya pada tenaga kerja manusia

Andri Dermawan^{1*}, Alzet Rama¹, Wiki Lofandri¹
¹Universitas Negeri Padang

Article Info

Article history:

Received Aug 13th, 2025
Revised Sep 22th, 2025
Accepted Oct 31th, 2025

Keyword:

Kecerdasan Buatan (AI)
Masa Depan Pekerjaan
Otomatisasi
Kolaborasi Manusia-AI
Ketimpangan Sosial
Reskilling
Revolusi Industri 4.0

ABSTRACT

Penelitian ini menganalisis secara konseptual dampak kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) terhadap masa depan pekerjaan manusia di era Revolusi Industri 4.0. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana AI memengaruhi struktur ketenagakerjaan global, menciptakan peluang baru, sekaligus menimbulkan tantangan sosial-ekonomi yang signifikan. Menggunakan pendekatan kajian literatur dan analisis teoretis lintas disiplin, penelitian ini menggabungkan perspektif ekonomi, sosiologis, dan etika untuk mengevaluasi dampak disrupsi dan adaptasi akibat adopsi AI di berbagai sektor. Hasil kajian menunjukkan bahwa AI berpotensi menggantikan pekerjaan rutin dan berketerampilan menengah, sekaligus mendorong munculnya profesi baru yang menuntut kemampuan teknologi, kreativitas, dan kecerdasan emosional yang tinggi. Temuan juga menegaskan bahwa kolaborasi manusia-AI dapat meningkatkan produktivitas dan inovasi jika diimbangi dengan kebijakan pelatihan ulang (reskilling), desain kerja etis, serta sistem perlindungan sosial yang adaptif. Kesimpulannya, keberhasilan integrasi AI dalam dunia kerja bergantung pada sejauh mana pemerintah, institusi pendidikan, dan sektor industri mampu menciptakan ekosistem kerja yang berorientasi pada manusia, berkelanjutan, dan inklusif terhadap perubahan teknologi.

© 2025 The Authors. Published by IICET.



This is an open access article under the CC BY-NC-SA license
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>)

Corresponding Author:

Andri Dermawan,
Universitas Negeri Padang
Email: andridermawan@unp.ac.id

Introduction

Kecerdasan buatan (AI) telah berkembang dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam beberapa dekade terakhir, terutama berkat kemajuan dalam daya komputasi, ketersediaan data yang besar, dan pengembangan algoritma yang kompleks (Gao, and Wang, 2023) (Tu et al., 2024). Perkembangan teknologi ini telah memungkinkan sistem AI untuk menjalankan tugas-tugas rumit dengan presisi yang mengagumkan, mengubah sektor-sektor seperti kesehatan, perbankan, dan transportasi (Stone et al., 2022) (Rawas, 2024). Secara bersamaan, penggunaan AI yang luas telah mempercepat transformasi digital, mengubah secara radikal cara perusahaan beroperasi dan bersaing secara global (Bustamante, Pérez, and Escott-Mota, 2024).

Paradigma tradisional tentang cara kerja telah terganggu oleh transformasi digital yang bersamaan, yang telah mengubah lingkungan kerja global (Rodriguez-Lluesma, Ruiz, and Pinto-Garay, 2020). AI telah secara signifikan mengganggu sejumlah sektor ekonomi, selain meningkatkan efisiensi operasional melalui proses manufaktur otomatis dan analisis data prediktif. Tenaga kerja kini dihadapkan pada peluang dan tantangan akibat munculnya profesi baru yang membutuhkan keterampilan teknologi tinggi serta penggantian sebagian pekerjaan. Perubahan ini menyoroti betapa pentingnya bagi pekerja manusia untuk beradaptasi dengan cepat

baik melalui reskilling maupun upskilling agar tetap relevan di dunia yang semakin terdigitalisasi (Vizjak, Paulišić, and Mišević, 2024).

Kemajuan pesat dalam kecerdasan buatan (AI) telah memicu Revolusi Industri Keempat, yang telah mengubah secara drastis berbagai industri dengan mengotomatisasi pekerjaan yang sebelumnya dilakukan oleh manusia (Gabsi, 2024). Banyak pekerjaan konvensional telah digantikan oleh robot cerdas dan sistem yang didukung AI, terutama dalam pengolahan data, manufaktur, dan layanan pelanggan (Lei, and Kim, 2024). Meskipun perubahan ini telah menurunkan biaya operasional dan meningkatkan efisiensi, hal ini juga menyebabkan pengangguran massal, sehingga sulit bagi banyak orang untuk beradaptasi.

Meskipun menghadapi berbagai kesulitan, revolusi teknologi juga telah membuka peluang baru, seperti munculnya profesi yang didorong oleh teknologi di bidang analisis data, keamanan siber, dan pengembangan kecerdasan buatan (AI). AI juga telah meningkatkan produktivitas di berbagai industri, memungkinkan perusahaan untuk berinovasi dan berkembang dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya (Noy, and Zhang, 2023). Namun, pergeseran ini menimbulkan isu penting mengenai bagaimana menyeimbangkan antara pengembangan pekerjaan baru dan penggantian pekerjaan. Untuk memastikan pekerja memiliki keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses di pasar tenaga kerja yang terus berubah, pembuat kebijakan, pendidik, dan eksekutif bisnis harus bekerja sama untuk mengatasi kesenjangan keterampilan yang mungkin terjadi (Ehlers, and Eigbrecht, 2024).

Diskusi kritis tentang dampak jangka panjang kecerdasan buatan (AI) terhadap tenaga kerja manusia telah dipicu oleh adopsi teknologi ini yang cepat di tempat kerja (Eloundou et al., 2023). Di satu sisi, AI dapat bekerja bersama manusia untuk meningkatkan kemampuan mereka dengan mengelola pekerjaan yang repetitif, menganalisis dataset besar, dan memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik (Brynjolfsson, Li, and Raymond, 2023) (Hemmer et al., 2024) (Trinh, and Elbanna, 2025). Kolaborasi ini dapat menghasilkan tingkat inovasi yang belum pernah terjadi sebelumnya, membebaskan karyawan untuk fokus pada aspek strategis, kreatif, dan interpersonal dari pekerjaan mereka (Beugelsdijk, 2008). Namun, ada juga kekhawatiran bahwa AI justru dapat bertindak sebagai kekuatan yang mengganggu, mengotomatisasi kategori pekerjaan tertentu dan membuat sejumlah besar manusia rentan terhadap pengangguran (Occhipinti et al., 2024). Hasilnya akan bergantung pada bagaimana masyarakat memutuskan untuk mengatur dan menyesuaikan diri dengan perubahan ini, selain perkembangan teknologi.

Di luar implikasi teknologinya, dilema ini memiliki dampak sosial-ekonomi dan filosofis yang mendalam (Sio, 2024). Era kecerdasan buatan (AI) akan berdampak pada keamanan kerja, ketidaksetaraan upah, dan mungkin definisi kerja itu sendiri (Deranty, and Corbin, 2022). Beberapa pihak memperingatkan bahwa ketidaksetaraan akan semakin parah jika inisiatif peningkatan keterampilan dan perubahan legislatif tidak memadai, meskipun ada klaim bahwa AI akan meningkatkan kapasitas manusia dan membuka peluang baru (Vaccaro, Almaatouq, and Malone, 2024). Pemerintah, korporasi, dan lembaga pendidikan harus secara aktif menciptakan masa depan yang inklusif di mana AI akan menggantikan pekerjaan manusia, karena jutaan mata pencaharian orang berada di ujung tanduk (Capraro et al., 2024). Masa depan membutuhkan tidak hanya kreativitas tetapi juga visi moral dan pertanggungjawaban kolektif (Rebecchi, Todd, and Hagege, 2024).

Pihak-pihak terkait utama, seperti legislator, akademisi, dan eksekutif bisnis, harus proaktif dalam mempersiapkan diri menghadapi integrasi AI yang semakin cepat di berbagai industri (Anderljung et al., 2023). Untuk memprediksi bagaimana AI akan mengubah pasar tenaga kerja, sistem ekonomi, dan institusi sosial, perlu dikembangkan kerangka konseptual yang komprehensif (Deranty, and Corbin, 2022). Untuk mengidentifikasi sektor-sektor mana seperti manufaktur, transportasi, dan layanan berbasis rutinitas yang paling rentan terhadap otomatisasi, serta memprediksi bisnis baru yang akan menciptakan lapangan kerja di masa depan, hal ini memerlukan studi yang mendalam. Menentukan keterampilan yang akan dibutuhkan pekerja dari literasi teknis AI hingga keterampilan manusiawi yang adaptif seperti kecerdasan emosional dan pemecahan masalah yang cangguh sama pentingnya (Ehlers et al., 2023).

Masyarakat berisiko memperburuk ketidaksetaraan yang ada dan menciptakan jenis-jenis pengangguran struktural baru tanpa adanya visi strategis yang jelas (Occhipinti et al., 2024) (Capraro et al., 2024). Jika program pelatihan ulang dan kebijakan transisi tertinggal dari gangguan teknologi, kelompok rentan seperti pekerja dengan keterampilan rendah dan mereka yang bekerja di pekerjaan berulang mungkin mengalami pengangguran yang tidak proporsional. Dampaknya melampaui aspek ekonomi, jika sebagian besar tenaga kerja tertinggal maka fragmentasi sosial mungkin semakin parah (Pohlan, 2024). Oleh karena itu, sangat penting untuk menerapkan strategi kolaboratif dan interdisipliner yang mengintegrasikan pengetahuan teknologi dengan penelitian pasar tenaga kerja, reformasi pendidikan, dan desain kebijakan inklusif untuk memastikan bahwa manfaat AI tersebar luas sambil mengurangi potensi disruptifnya (Capraro et al., 2024).

Salah satu isu paling mendesak saat ini adalah pergeseran tenaga kerja yang didorong oleh kecerdasan buatan (AI). Sistem pendidikan, yang secara historis lambat dalam beradaptasi, perlu mengalami perubahan drastis agar siswa siap menghadapi keterampilan masa depan (Teschers, Neuhaus, and Vogt, 2024). Hal ini melibatkan mendorong fleksibilitas, kreativitas, dan mentalitas belajar seumur hidup, selain mengajarkan keterampilan teknis seperti pemrograman atau analisis data (Zhang, Guan, and Hu, 2024). Kurikulum di pendidikan tinggi dan pelatihan vokasi harus diperbarui secara berkala melalui kolaborasi dengan perusahaan yang mempersiapkan diri menghadapi gangguan yang disebabkan oleh AI (Petridou, and Lao, 2024). Meskipun pendidikan STEM perlu dilengkapi dengan penekanan pada kemampuan manusia yang unik yang tidak dapat ditiru oleh AI, mikro-kredensial dan jalur pembelajaran modular mungkin dapat membantu pekerja dalam melakukan reskilling secara efektif (Barty et al., 2024).

Pemerintah harus secara bersamaan menerapkan kebijakan yang kuat untuk mendukung perubahan tenaga kerja secara aktif sambil juga mengurangi dampak pengangguran akibat penggantian pekerjaan (Ding, and Hirvilammi, 2024). Hal ini mencakup perluasan jaring pengaman sosial, penyediaan asuransi gaji selama pelatihan ulang, dan mendorong perusahaan untuk memprioritaskan kerja sama manusia-AI daripada otomatisasi penuh. Selain itu, pembuat kebijakan ingin mendukung ekosistem inovasi inklusif di mana baik perusahaan yang sudah mapan maupun startup menciptakan solusi AI yang melengkapi rather than menggantikan tenaga kerja manusia (Capraro et al., 2024). Peningkatan produktivitas AI berisiko memberikan manfaat yang tidak proporsional bagi pemilik modal dan profesional berkualifikasi tinggi tanpa adanya kebijakan komprehensif semacam itu, yang akan memperburuk ketidaksetaraan dan mengganggu kohesi sosial (Rochat, 2023). Seiring dengan percepatan adopsi AI di berbagai industri, peluang untuk bertindak efektif semakin sempit (Anderljung et al., 2023).

Meskipun ada kekhawatiran yang sah bahwa kecerdasan buatan (AI) dapat menggantikan pekerjaan manusia, ketika digunakan dengan benar, teknologi yang kuat ini juga menawarkan kemungkinan revolusioner. Alih-alih hanya menggantikan tenaga kerja manusia, AI dapat digunakan sebagai alat kolaboratif untuk meningkatkan produktivitas dengan mengotomatisasi aktivitas yang berulang, sehingga karyawan dapat fokus pada aspek strategis, kreatif, dan interpersonal dari pekerjaan mereka (Noy, and Zhang, 2023). Sementara bisnis baru seperti AI yang dapat dijelaskan dan etika AI membuka peluang pekerjaan baru yang tidak ada lima tahun lalu, AI sudah mempercepat kemajuan di bidang seperti penelitian ilmiah dan kesehatan yang sebelumnya membutuhkan puluhan tahun (Stone et al., 2022).

Pemerintahan yang disengaja sangat penting untuk mengarahkan pengembangan kecerdasan buatan (AI) menuju konsekuensi sosial yang positif (Anderljung et al., 2023). Hal ini memerlukan pembentukan kerangka moral yang memberikan penekanan yang sama pada peningkatan efisiensi dan martabat manusia, serta menciptakan mekanisme yang secara adil membagikan manfaat di seluruh masyarakat (Westerstrand, 2024). Kita dapat mengubah AI dari ancaman yang dipercepat menjadi salah satu alat paling berguna untuk mengatasi masalah global yang kompleks, seperti modeling iklim dan pendidikan yang dipersonalisasi, sambil memberikan pekerjaan yang lebih memuaskan bagi manusia dengan secara aktif mempengaruhi masa depannya melalui kebijakan yang disengaja, prinsip desain inklusif, dan peningkatan keterampilan tenaga kerja yang berkelanjutan (Capraro et al., 2024). Masa depan adalah tentang bagaimana kecerdasan yang ditingkatkan dapat memaksimalkan potensi manusia, bukan tentang manusia melawan mesin (Scripter, 2024).

Dampak transformatif kecerdasan buatan (AI) terhadap sifat kerja manusia dianalisis secara sistematis dalam esai ini, dengan fokus pada dampak sosial-ekonomi jangka panjang dan langkah-langkah adaptasi (Deranty, and Corbin, 2022). Potensi disruptif maupun peluang kreatif yang terkandung dalam adopsi AI ditekankan dalam pembahasan ini, yang mengeksplorasi hubungan antara transformasi tenaga kerja dan gangguan teknologi (Eloundou et al., 2023). Melampaui dampak langsung, penelitian ini mempertimbangkan bentuk-bentuk kolaborasi manusia-mesin yang berkembang, perubahan struktural di pasar tenaga kerja, dan penafsiran ulang produksi nilai dalam ekonomi yang diperkuat oleh kecerdasan buatan (Occhipinti et al., 2024). Bagi pemangku kepentingan yang berusaha mempertahankan stabilitas sosial sambil menavigasi peralihan ke proses industri yang lebih otomatis, wawasan ini sangat penting (Lei, and Kim, 2024).

Kecepatan integrasi kecerdasan buatan (AI) di berbagai industri, mulai dari manufaktur dan profesi kreatif hingga kesehatan dan pendidikan, menjadikan penelitian ini sangat diperlukan (Maslej et al., 2024). Kekhawatiran mendasar terkait obsolesensi keterampilan, penggantian tenaga kerja, dan perubahan struktur keunggulan kompetitif di pasar tenaga kerja muncul seiring dengan sistem algoritmik yang mengambil alih pekerjaan yang sebelumnya dianggap sebagai domain eksklusif manusia (Lei, and Kim, 2024). Di sisi lain, sektor-sektor baru dan peningkatan produktivitas yang didorong oleh AI menyediakan penyeimbang yang, jika didistribusikan secara adil, dapat meningkatkan standar hidup (Capraro et al., 2024). Hal ini menawarkan kerangka kerja praktis untuk memanfaatkan teknologi ini sebagai alat kemajuan inklusif rather than sebagai penyebab ketidaksetaraan, karena berfokus pada teknik adaptasi berkelanjutan, yang meliputi desain AI yang

etis, inovasi kebijakan, dan reformasi pendidikan (Kiden et al., 2024). Dengan demikian, esai ini menangani salah satu isu kunci yang dihadapi pertumbuhan ekonomi dan sosial di abad ke-21.

Perkembangan kecerdasan buatan (AI) menimbulkan masalah konseptual yang signifikan terkait dampaknya terhadap organisasi tenaga kerja manusia (Deranty, and Corbin, 2022). Menurut penelitian, AI mengubah hirarki keterampilan dan nilai ekonomi tenaga kerja, serta mengubah jenis pekerjaan yang tersedia (Eloundou et al., 2023). Misalnya, pekerjaan rutin kemungkinan besar akan digantikan oleh otomatisasi yang didorong oleh AI, sementara pekerjaan yang memerlukan pengambilan keputusan yang kompleks, kreativitas, dan empati mungkin akan menjadi lebih dihargai (Mäkelä, and Stephany, 2024). Pertanyaan penting muncul: Bagaimana perubahan ini akan mengubah definisi “pekerjaan” itu sendiri dan karakter interaksi manusia-mesin di tempat kerja? (Woodruff et al., 2024)

Ada dua kerangka teoritis utama yang dapat digunakan untuk menganalisis dampak ekonomi dari otomatisasi yang didorong oleh kecerdasan buatan (AI). Teori pertama, yang dikenal sebagai Skill-Biased Technological Change (SBTC), berpendapat bahwa meskipun AI membuat pekerjaan dengan keterampilan menengah menjadi usang, hal ini secara tidak proporsional membantu individu dengan keterampilan tinggi dengan meningkatkan keahlian mereka dalam aktivitas analitis dan kreatif (Card, and DiNardo, 2002). Fenomena ini berkontribusi pada polarisasi pasar tenaga kerja, di mana pertumbuhan lapangan kerja terkonsentrasi di bagian atas (misalnya, insinyur AI, ilmuwan data) dan bagian bawah (misalnya, peran layanan manual) spektrum keterampilan, sehingga mengikis pekerjaan kelas menengah tradisional. Pendekatan Berbasis Tugas memperluas studi ini dengan melihat bagaimana robot dan kecerdasan buatan (AI) mengotomatisasi aktivitas tertentu daripada menggantikan pekerjaan secara keseluruhan, sehingga menghasilkan rekonfigurasi peran daripada penghapusan total dalam banyak profesi (Agrawal, Gans, and Goldfarb, 2023).

Pandangan yang lebih komprehensif diberikan oleh gagasan Schumpeter tentang “Creative Destruction”, yang menggambarkan gangguan AI sebagai gelombang inovasi yang, meskipun mungkin menggantikan beberapa profesi, secara historis menciptakan bisnis dan peluang kerja baru, mulai dari ahli komputasi awan hingga etikus AI (Kollmann, 2025). Namun, laju perkembangan AI yang belum pernah terjadi sebelumnya menimbulkan pertanyaan penting tentang sejauh mana pasar tenaga kerja dapat beradaptasi (Eloundou et al., 2024). Gangguan AI terjadi dalam skala dekade, yang membuat program pelatihan ulang dan struktur gaji saat ini sulit beradaptasi dengan baik, berbeda dengan revolusi industri sebelumnya di mana pergeseran tenaga kerja terjadi selama puluhan tahun (Anger et al., 2023). Ketidakcocokan antara pekerja yang tergusur dan peluang baru mungkin menyebabkan pengangguran struktural jangka panjang dan memperburuk ketidaksetaraan jika tidak diambil tindakan sengaja, seperti melalui rencana diversifikasi industri, kebijakan gaji yang adaptif, dan program pelatihan ulang yang cepat (Ding, and Hirvilammi, 2024).

Modernisasi mekanisme pasar tenaga kerja untuk lebih tahan terhadap guncangan yang disebabkan oleh kecerdasan buatan (AI) merupakan masalah utama. Hal ini memerlukan Program pendidikan dinamis yang memprioritaskan sertifikat keterampilan modular dan pembelajaran seumur hidup. Pekerja yang tergusur oleh otomatisasi harus menerima bantuan transisi dan asuransi upah. insentif untuk kerja sama manusia-AI dalam desain tempat kerja yang memastikan peningkatan produktivitas melalui augmentasi rather than penggantian.

Langkah-langkah ekonomi regional untuk mencegah manfaat AI terkonsentrasi di satu wilayah. Teori ekonomi menyediakan kerangka kerja untuk diagnosis, tetapi seberapa baik mereka memprediksi hasil bergantung pada seberapa baik institusi dapat beradaptasi dengan teknologi baru. Alternatifnya, pembagian yang tak terkendali dan ketidakcocokan keterampilan berisiko membuat keuntungan ekonomi AI menjadi eksklusif rather than tersebar luas.

Dengan meneliti dampak kecerdasan buatan (AI) terhadap dinamika kekuasaan di tempat kerja, identitas profesional, dan sistem sosial yang lebih luas, sosiologi kerja menawarkan wawasan tambahan. Meskipun metode Kolaborasi Manusia-AI mengidentifikasi potensi bagi orang untuk beralih ke posisi yang lebih strategis, teori seperti Post-Workism dan Precariat memperingatkan tentang bahaya mengabaikan pekerja yang tidak beradaptasi (Scripter, 2024). Bagaimana negara-negara dapat memastikan bahwa pergeseran ini adil secara sosial dan ekonomi? Ini adalah topik kunci yang harus dijawab yang bertujuan untuk menciptakan kerangka analitis untuk memahami implikasi kompleks kecerdasan buatan terhadap masa depan tenaga kerja manusia dengan menggabungkan perspektif sosial dan ekonomi (Deranty, and Corbin, 2022).

Dampak kecerdasan buatan terhadap tenaga kerja manusia dibahas secara mendalam dalam esai ini (Eloundou et al., 2023). Laporan ini meneliti topik-topik penting seperti bagaimana otomatisasi menggantikan pekerjaan, bagaimana kemajuan AI menciptakan peluang kerja baru, dan bagaimana kerja sama antara manusia dan AI di tempat kerja berubah (Lei, and Kim, 2024). Tujuan dari penyelidikan komprehensif ini adalah untuk mengidentifikasi dinamika kompleks yang mengubah pasar tenaga kerja kontemporer (Perez.,2025). Selain sekadar menyoroti kesulitan yang ditimbulkan oleh gangguan teknologi, studi ini

menunjukkan bagaimana perubahan ini dapat dimanfaatkan untuk keuntungan (Park, 2024). Laporan ini menawarkan ide-ide untuk merancang rencana tenaga kerja yang mendorong fleksibilitas dan inklusi dengan menganalisis potensi keuntungan serta risiko integrasi AI (Bositkhanova, and Dadaboyev, 2025). Suatu pekerjaan dapat berubah dan dari sudut pandang yang seimbang ini, sangat penting untuk memahami bagaimana cara memaksimalkan interaksi antara teknologi cerdas dan tenaga kerja manusia (Trinh, and Elbanna, 2025).

Dalam analisis teoretis, penelitian ini mengembangkan kerangka kerja komprehensif untuk mengevaluasi dampak kompleks kecerdasan buatan (AI) pada berbagai sektor pekerjaan (Nelson, Biddle, and Shapira, 2023). Menurut (Lei, and Kim, 2024) ada 3 disiplin ilmu utama diintegrasikan ke dalam pendekatan ini, antara lain Pengetahuan sosiologis tentang dinamika tempat kerja. Penilaian teknologi tentang kemungkinan otomatisasi, dan Studi ekonomi tentang perkembangan pasar tenaga kerja. Pendekatan multidisiplin ini memberikan panduan praktis bagi pemangku kepentingan dalam menghadapi berbagai peluang dan tantangan yang terkait dengan implementasi AI. Misalnya, dalam lingkungan kolaboratif antara manusia dan AI, pendekatan ini membantu menentukan pekerjaan mana yang akan mengalami perubahan dan kompetensi apa yang akan semakin penting.

Kerangka kerja ini dirancang khusus untuk memfasilitasi para pengambil keputusan penting, seperti lembaga akademik, eksekutif bisnis, dan pejabat pemerintah, dalam merancang rencana yang berorientasi pada masa depan. Kerangka kerja ini memberikan rekomendasi berbasis bukti bagi pembuat kebijakan yang sedang mengembangkan jaring pengaman sosial dan undang-undang ketenagakerjaan. Temuan ini dapat digunakan oleh lembaga pendidikan untuk mengevaluasi kembali kurikulum mereka guna mengisi kesenjangan keterampilan baru. Temuan ini juga dapat digunakan oleh praktisi industri untuk meningkatkan kolaborasi manusia-mesin di dalam perusahaan mereka. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk memberikan panduan bagi program pelatihan dan kegiatan pengembangan tenaga kerja berkelanjutan yang memfasilitasi transisi yang mulus ke era baru kolaborasi manusia-AI di semua tingkatan pekerjaan.

Method

Artikel ini mengeksplorasi bagaimana kecerdasan buatan (AI) mengubah pekerjaan manusia melalui tinjauan literatur yang komprehensif dan teknik analisis konseptual (Deranty, and Corbin, 2022). Dengan menggabungkan penelitian akademis dan kerangka teoritis terkini, metode ini memungkinkan analisis yang canggih terhadap dinamika pasar tenaga kerja yang tidak terbatas oleh batas sektoral atau geografis. Untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang implikasi AI terhadap tenaga kerja, penelitian ini menggabungkan unsur-unsur dari berbagai bidang akademik, seperti studi teknologi, psikologi organisasi, dan ekonomi tenaga kerja. Pendekatan ini mengidentifikasi celah dalam penelitian yang ada yang perlu diisi dan sangat berguna untuk mengidentifikasi tren dan pola makro yang mungkin terlewatkan dalam penelitian empiris lokal.

Tiga pilar yang saling terkait dari pengaruh kecerdasan buatan (AI) terhadap pasar tenaga kerja menjadi fokus studi ini, untuk membedakan antara penggantian tenaga kerja akibat otomatisasi dan perubahan proses antara lain (1) studi ini pertama-tama menganalisis tren gangguan tenaga kerja di berbagai industri. (2) studi ini mengevaluasi strategi adaptasi tenaga kerja baru, seperti reorganisasi organisasi, program peningkatan keterampilan, dan pengembangan institusi pasar tenaga kerja. (3) Menganalisis implikasi etis integrasi AI di tempat kerja, termasuk kekhawatiran tentang bias algoritmik, pengawasan pekerja, dan akses yang adil terhadap kesempatan untuk meningkatkan keterampilan. Ketika digabungkan, aspek-aspek analitis ini memberikan pemimpin organisasi dan pembuat kebijakan alat konseptual yang kuat untuk menavigasi manfaat dan tantangan yang ditimbulkan oleh kehadiran AI yang semakin luas di tempat kerja.

Studi ini menggabungkan wawasan dari berbagai disiplin ilmu untuk membangun kerangka analitis yang kokoh. Dari bidang ekonomi, studi ini menerapkan teori Perubahan Teknologi yang Berorientasi pada Keterampilan (SBTC) untuk menjelaskan bagaimana kecerdasan buatan (AI) memberikan manfaat yang tidak proporsional bagi pekerja berketerampilan tinggi sambil menggantikan pekerjaan rutin berketerampilan menengah, yang berkontribusi pada polarisasi pasar tenaga kerja. Kerangka Risiko Otomatisasi lebih lanjut mempertajam analisis ini dengan mengukur kategori pekerjaan mana terutama yang melibatkan tugas fisik atau kognitif yang dapat diprediksi yang memiliki kemungkinan tertinggi untuk digantikan oleh teknologi. Melengkapi perspektif ini, sosiologi teknologi menyumbangkan Model Simbiosis Manusia-AI, yang memindahkan fokus dari penggantian ke peningkatan, dengan mengeksplorasi bagaimana teknologi kognitif dapat meningkatkan kemampuan manusia dalam bidang seperti pengambilan keputusan dan kreativitas.

Untuk memastikan ketelitian teoretis, metode penelitian ini secara sistematis meninjau literatur ilmiah yang telah direview oleh rekan sejawat dari publikasi terkemuka di bidang studi organisasi, ekonomi tenaga kerja, dan etika kecerdasan buatan (AI). Kontekstualisasi dunia nyata mengenai pola adopsi AI di berbagai sektor

disediakan oleh studi industri dari perusahaan konsultan terkemuka dan organisasi antar pemerintah. Data tenaga kerja pemerintah dan penelitian pengembangan tenaga kerja mendukung klaim teoretis, sementara karya dasar tentang ekonomi digital dan masa depan kerja memberikan latar belakang konseptual dan historis. Analisis menyoroti area di mana proyeksi teoretis menyimpang dari hasil empiris sambil mengidentifikasi pola umum dalam implikasi pasar tenaga kerja AI dengan mengacu pada berbagai sumber ini langkah esensial dalam menciptakan rekomendasi kebijakan berbasis bukti.

Ada tiga tahap metodologis dalam penelitian ini (1) Melakukan analisis literatur yang mendalam untuk mengidentifikasi tema-tema kunci (seperti gangguan, ketahanan, dan etika). (2) menggabungkan penelitian dari bidang lain (seperti sosiologi, ekonomi, dan etika teknologi) untuk menghasilkan pandangan yang komprehensif. (3) Membangun kerangka analitis yang memetakan dampak AI terhadap tenaga kerja di dimensi teknologi, sosial, dan kebijakan. Pendekatan ini bertujuan untuk membantu pemangku kepentingan dalam memprediksi tren saat mereka merencanakan pemanfaatan peluang dan mitigasi risiko.

Results and Discussions

Dampak Negatif AI (Teori Disrupsi)

Kecerdasan buatan (AI) telah secara keras mengubah pasar tenaga kerja dengan menggantikan pekerjaan, terutama yang memerlukan tugas-tugas berulang dan berbasis aturan. Industri-industri di mana pekerjaan mengikuti pola yang dapat diprediksi dan memerlukan sedikit masukan kreatif adalah tempat di mana gangguan teknologi ini paling terlihat. Dua industri yang mengalami transformasi signifikan seiring dengan sistem cerdas yang mengambil alih tugas-tugas yang sebelumnya dilakukan oleh tenaga kerja manusia adalah manufaktur dan administrasi.

Data empiris bahwa otomatisasi yang didorong oleh kecerdasan buatan (AI) secara rutin outperform tenaga kerja manusia dalam tugas-tugas tertentu. Robot kini dapat merakit produk dengan presisi tinggi dan hampir tanpa kesalahan, sementara algoritma dapat memproses dataset besar dalam hitungan detik, sedangkan pekerja manusia membutuhkan waktu jauh lebih lama untuk melakukan aktivitas tersebut. Chatbot yang dapat beroperasi 24 jam dan menangani pertanyaan umum juga telah merevolusi interaksi dukungan pelanggan dasar. Kemajuan ini menunjukkan seberapa efektif AI dalam konteks kerja yang terorganisir.

Teori revolusioner tentang pengangguran teknologi, yang menyatakan bahwa teknologi yang menghemat tenaga kerja secara sementara menurunkan tingkat pengangguran agregat, erat kaitannya dengan kecenderungan ini (Nakamura, and Zeira, 2023). Contoh kontemporer dari fenomena ini adalah gelombang adopsi kecerdasan buatan (AI) saat ini, yang menyebabkan ketidakcocokan antara kemampuan pekerja dan lowongan pekerjaan yang tersedia. Pergeseran semacam ini seringkali bersifat sementara, menurut tren historis, meskipun waktu penyesuaian ini menjadi lebih sulit karena kecepatan luar biasa di mana AI berkembang.

Hasil penelitian menunjukkan meningkatnya kekhawatiran tentang pengangguran struktural, terutama di kalangan pekerja dengan keterampilan rendah. Pekerja yang tergusur oleh otomatisasi seringkali tidak memiliki keterampilan teknis yang diperlukan untuk pekerjaan baru yang didukung oleh kecerdasan buatan (AI), sehingga mereka berisiko menjadi pengangguran dalam waktu yang lama (Tong, Wu, and Evans, 2021). Karena mereka yang tidak mempunyai pengalaman kerja untuk menghadapi peluang kerja di dunia kerja, kesenjangan keterampilan ini memperburuk ketidaksetaraan yang sudah ada. Untuk memastikan bahwa manfaat AI dibagikan secara adil di seluruh masyarakat, pembuat kebijakan harus menangani masalah-masalah ini.

Studi ini menekankan bagaimana, sesuai dengan teori perubahan teknologi yang berorientasi pada keterampilan, kecerdasan buatan (AI) mengubah struktur ketenagakerjaan melalui polarisasi pekerjaan. Pekerjaan dengan keterampilan menengah yang bergantung pada aktivitas fisik atau kognitif yang berulang, seperti asisten akuntansi, pekerja administrasi, dan operator mesin, terdampak secara tidak proporsional oleh otomatisasi. Permintaan meningkat untuk pekerjaan layanan bergaji rendah yang memerlukan kehadiran fisik (seperti pembersihan dan perawatan anak) serta pekerjaan bergaji tinggi yang membutuhkan kemampuan teknis atau kreatif yang kuat (seperti ilmuwan data dan spesialis AI). Sektor pekerjaan kelas menengah tradisional menjadi kosong akibat pembagian ini.

Pekerja dengan pengalaman sedikit menjadi tergusur akibat polarisasi ini terpaksa melakukan transisi yang sulit, baik dengan menerima pekerjaan layanan dengan upah lebih rendah atau berisiko menganggur jika mereka tidak mampu mempelajari keterampilan baru (Unknown Author, 2025). Karena penghasilan profesional berketerampilan tinggi semakin terkonsentrasi sementara upah pekerja lain stagnan atau menurun, kesenjangan keterampilan yang dihasilkan memperburuk ketimpangan upah (Godechot et al., 2024). Perkembangan ini berisiko memperlebar jurang sosial dan menyebabkan ketidakstabilan ekonomi jika tidak disertai program reskilling yang substansial dan reformasi pendidikan (Occhipinti et al., 2024). Untuk mendukung adaptasi pekerja dan menjamin distribusi yang lebih adil dari manfaat finansial AI, langkah-langkah pemerintah yang

proaktif seperti pelatihan vokasi yang terfokus, subsidi gaji, dan inisiatif pembelajaran seumur hidup sangat penting (Capraro et al., 2024).

Perubahan struktural yang signifikan di berbagai sektor ekonomi sedang terjadi akibat revolusi kecerdasan buatan (AI) (Erdil, and Besiroglu, 2023). Pesaing yang fleksibel dan didorong oleh AI menimbulkan risiko eksistensial bagi bisnis tradisional dengan metode operasional yang kaku, terutama di sektor manufaktur, layanan profesional, dan keuangan (Singh et al., 2024). Misalnya, bank tradisional semakin bersaing dengan bank digital yang menggunakan AI untuk menganalisis risiko, mendeteksi penipuan, dan memberikan layanan pelanggan dengan kecepatan dan skala yang belum pernah terjadi sebelumnya. Perusahaan-perusahaan lama terpaksa harus mengubah operasional mereka atau berisiko menjadi usang akibat gangguan ini, yang juga menciptakan lingkungan kompetitif baru di mana kelangsungan hidup organisasi sangat ditentukan oleh kemampuan beradaptasi (Audretsch et al., 2024).

Di luar penggantian pekerjaan yang jelas, studi ini mengungkap efek yang lebih halus: penurunan perlahan pengetahuan manusia akibat ketergantungan berlebihan pada sistem AI. Tanpa perlindungan yang memadai, penggunaan luas teknologi diagnostik AI dalam bidang kesehatan dapat mengikis kemampuan penalaran klinis dokter. Seiring dengan semakin umumnya dukungan AI di berbagai bidang, tren serupa mungkin muncul, yang berpotensi menghasilkan generasi profesional yang bergantung pada pengambilan keputusan algoritmik tanpa mempertahankan keterampilan dasar. Kebutuhan akan kerangka kerja sama manusia dan AI yang seimbang untuk mempertahankan keterampilan manusia yang kritis ditekankan oleh penurunan kemampuan ini, yang merupakan penurunan kualitas modal manusia yang dapat memiliki dampak jangka panjang pada ketahanan tenaga kerja dan potensi inovasi.

Tiga perubahan kebijakan yang krusial ditekankan dalam laporan ini sebagai langkah yang diperlukan untuk memaksimalkan potensi kecerdasan buatan (AI) sambil meminimalkan risikonya. Lembaga pendidikan perlu dirancang ulang secara drastis untuk memprioritaskan keterampilan yang tahan lama dan relevan di masa depan, seperti analisis sistem, kecerdasan emosional, dan pemikiran kreatif—keterampilan yang memperkuat rather than bersaing dengan kemampuan AI. Untuk mengejar otomatisasi penuh yang dapat menyebabkan kehilangan pekerjaan, pemerintah harus menerapkan insentif pajak dan kerangka regulasi yang mendorong perusahaan untuk mengembangkan model kemitraan manusia-AI. Untuk membantu pekerja yang terpaksa pindah pekerjaan, perlu diterapkan jaminan sosial yang kuat, seperti program peningkatan keterampilan yang disubsidi, asuransi gaji selama transisi karier, dan manfaat yang dapat dipindahkan.

Jika langkah-langkah ini tidak diambil, ada kemungkinan ketidaksetaraan sosial dan pengangguran teknologi akan meluas tanpa terkendali. Dalam transisi AI yang tidak terkelola, kelompok rentan seperti pekerja dengan keterampilan rendah, pekerja lanjut usia, dan mereka yang bekerja di profesi yang secara rutin menuntut menghadapi marginalisasi yang tidak proporsional. Seiring dengan konsentrasi peningkatan produktivitas di kalangan pemilik modal dan elit teknis, ketidaksetaraan yang timbul dapat mengancam kohesi sosial dan stabilitas ekonomi. Temuan ini memberikan pemerintah pilihan yang jelas: menerima dampak disruptif dari gangguan teknologi yang tidak terkendali atau mengarahkan transisi AI dengan regulasi yang hati-hati dan investasi dalam modal manusia. Seiring dengan percepatan adopsi AI di berbagai bisnis, peluang untuk tindakan yang efektif semakin sempit.

Dampak Positif AI (Teori Adaptasi)

Penelitian kami menunjukkan peran penting kecerdasan buatan (AI) dalam menciptakan peluang karier kreatif, yang bertentangan dengan kekhawatiran umum tentang hilangnya pekerjaan secara massal (Meiling, Jin, and Li, 2024). Spesialis otomatisasi yang memaksimalkan kolaborasi manusia-robot, insinyur pembelajaran mesin yang menciptakan sistem cerdas, dan etikus AI yang menangani bias algoritmik hanyalah beberapa contoh dari jenis profesi baru yang muncul di pasar tenaga kerja modern dan tidak terbayangkan sepuluh tahun yang lalu (Stone et al., 2022). Menurut (Mäkelä, and Stephany, 2024) menyatakan bahwa bagaimana kemajuan teknologi menciptakan kebutuhan baru akan pengetahuan khusus yang memperkuat dan menggantikan kemampuan AI.

Efek Kompensasi, teori ekonomi tradisional yang menyatakan bahwa kemajuan teknologi pada akhirnya akan menciptakan lebih banyak lapangan kerja daripada yang dihapusnya, didukung kuat oleh pola ini (Nakamura, and Zeira, 2023). Studi World Economic Forum tahun 2023 menyediakan data spesifik, memprediksi bahwa meskipun AI mungkin menghilangkan 83 juta pekerjaan di seluruh dunia pada tahun 2027, ia juga akan menciptakan 69 juta lapangan kerja baru, menghasilkan efek positif bersih. Mengingat perubahan jangka panjang di pasar tenaga kerja, dinamika ini menunjukkan bahwa kekhawatiran tentang pengangguran sangat tinggi. Hal ini mencerminkan proses pasar yang secara alami menggantikan posisi yang usang melalui tuntutan ekonomi baru dan perkembangan yang didorong oleh produktivitas (Aghion, Akcigit, and Howitt, 2015).

AI secara radikal mengubah sifat dan nilai tambah pekerjaan saat ini di berbagai sektor, bukan hanya menciptakan pekerjaan baru (Eloundou et al., 2023). Radiolog kini bertransformasi menjadi “dokter diagnostik yang didukung AI,” di mana tanggung jawab mereka di industri kesehatan melampaui analisis manual hasil pemindaian, termasuk mengawasi interpretasi AI dan memberikan konteks klinis yang krusial. Dalam konteks serupa, guru kini menjadi “perancang pengalaman belajar,” memanfaatkan teknologi AI untuk menyesuaikan pelajaran sambil menekankan pengembangan kreativitas dan kompetensi sosial-emosional (Rui-li et al., 2025). Perubahan ini di tempat kerja menunjukkan bagaimana AI memperkuat tenaga kerja manusia daripada menggantikannya, mengarahkan pekerja menuju pekerjaan yang lebih bernilai yang memanfaatkan keterampilan manusia yang unik (Mäkelä, and Stephany, 2024).

Teori Augmentasi, yang menyatakan bahwa teknologi kecerdasan buatan (AI) berfungsi untuk meningkatkan kemampuan manusia rather than menggantikannya, sejalan dengan fenomena ini (French, and Shim, 2024). Ada bukti kuat dari studi empiris yang dilakukan oleh Tim Tugas MIT (2022) bahwa posisi yang didukung AI meningkatkan produktivitas sebesar 28–40% sambil juga membutuhkan kemampuan manusia yang lebih kompleks. Karyawan dalam peran yang dirancang ulang ini harus menguasai keterampilan yang lebih baik di bidang seperti pengawasan etis, kecerdasan emosional, dan pengambilan keputusan yang kompleks—keterampilan yang tidak dapat ditiru oleh AI (Mäkelä, and Stephany, 2024). AI diposisikan sebagai penguat kemampuan yang kuat melalui dampak simultan dari efisiensi yang ditingkatkan dan kebutuhan keterampilan yang lebih tinggi, menciptakan paradigma baru di mana kecerdasan manusia dan kecerdasan buatan berkolaborasi di tempat kerja (Raisch, and Fomina, 2024).

Menurut penelitian kami, terdapat tiga jenis utama integrasi manusia-AI yang sukses (1) Augmentasi adalah proses di mana teknologi AI meningkatkan kemampuan manusia (misalnya, AI diagnostik yang mendukung keputusan klinis yang dibuat oleh tenaga medis). (2) Delegasi adalah proses di mana manusia menyerahkan tugas-tugas berulang kepada sistem AI (seperti pemrosesan data otomatis dalam akuntansi). (3) Kemitraan: ini merujuk pada kolaborasi pemecahan masalah yang sejati antara manusia dan AI (misalnya, iterasi desain kolaboratif dalam teknik). Di sektor kreatif, di mana DALL-E dan Midjourney bertindak sebagai kolaborator digital, pendekatan-pendekatan ini sangat revolusioner.

Sistem AI ini menunjukkan bagaimana model kemitraan dapat meningkatkan dan menggantikan kreativitas manusia dengan cepat menghasilkan versi konsep yang dapat disesuaikan lebih lanjut oleh para ahli, sehingga memperluas kemungkinan kreatif rather than menggantikan desainer manusia (Choi et al., 2024).

Manfaat yang dapat diamati dari strategi saling menguntungkan ini dibuktikan oleh data empiris dari industri manufaktur. Pabrik yang menggunakan robot kolaboratif (cobots) 30–50% lebih produktif dibandingkan yang menggunakan otomatisasi penuh atau hanya tenaga manusia (Keshvarparast et al., 2023). Titik optimal ini tercapai ketika pekerja manusia fokus pada pengendalian kualitas, perakitan yang rumit, dan optimasi proses, sementara cobots menangani tugas-tugas berulang dan presisi (Keshvarparast et al., 2023). Hasil ini memberikan dukungan kuat bagi Model Simbiosis Manusia-AI Wilson dan Daugherty, menunjukkan bahwa perusahaan mencapai produktivitas maksimal ketika mereka secara strategis mengintegrasikan manfaat AI (kecepatan, akurasi, pemrosesan data) dengan kekuatan manusia (kreativitas, penilaian, dan fleksibilitas) (Sauer, and Burggräf, 2024). Studi ini menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan untuk mengembangkan model kerja hibrida lintas industri ini akan menentukan daya saing mereka di masa depan (Li, and Xiaona, 2025).

Menurut studi makroekonomi, kecerdasan buatan (AI) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya saing nasional. Berdasarkan data OECD tahun 2023, negara-negara yang memimpin dalam penerapan AI memiliki pertumbuhan produktivitas tahunan yang lebih baik sebesar 1,2-1,8% dibandingkan dengan negara-negara yang kurang maju secara teknologi. Kemampuan AI untuk meningkatkan pengambilan keputusan, mengoptimalkan sistem kompleks, dan mempercepat siklus inovasi di berbagai industri menjadi faktor utama di balik keunggulan produktivitas ini. Di ekonomi yang padat pengetahuan, di mana AI dapat mengotomatisasi pekerjaan pemrosesan informasi dan meningkatkan keterampilan manusia, efeknya lebih terlihat.

Menurut (Toner-Rodgers, 2024), Berbagai industri mengalami revolusi produktivitas dengan cara yang berbeda-beda (1) Algoritma rute berbasis kecerdasan buatan (AI) dalam logistik meningkatkan waktu pengiriman dan menghemat biaya operasional sebesar 15% hingga 25%. (2) Dengan menggunakan machine learning, lembaga keuangan dapat mengidentifikasi transaksi curang dalam hitungan menit dibandingkan dengan jam, yang mengakibatkan waktu penyelesaian 90% lebih cepat. (3) Model molekuler yang didukung AI dan optimasi uji klinis telah menghasilkan jadwal pengembangan obat yang 40% lebih cepat, menurut perusahaan farmasi.

Contoh-contoh ini menyoroti fungsi ganda AI sebagai katalisator kreativitas dan mesin efisiensi. Dampak kumulatif dari kemajuan ini menjelaskan mengapa, dalam ekonomi pengetahuan kontemporer, pemerintah di seluruh dunia semakin memandang pengembangan AI sebagai prioritas strategis setara dengan pengembangan

infrastruktur atau reformasi pendidikan. Perbedaan produktivitas ini diperkirakan akan memperlebar kesenjangan ekonomi yang sudah ada antara negara-negara yang mengadopsi AI dan yang tidak, saat mereka bersaing untuk supremasi teknologi.

Salah satu dampak sosial paling penting dari kecerdasan buatan (AI) adalah kemunculan teknologi pendidikan yang didukung AI. Dengan meningkatkan akses ke talenta berkualitas tinggi, platform pembelajaran adaptif dan sistem bimbingan cerdas sedang menghilangkan hambatan-hambatan lama dalam pengembangan karier (Gedrimiene et al., 2023). Penggunaan teknologi pembelajaran yang diperkuat AI telah terbukti secara signifikan meningkatkan tingkat penyelesaian pelatihan vokasi di kalangan populasi yang historis kurang terlayani sebesar 35–45%, menurut studi longitudinal (Katona, and Gyönyörű, 2025). Pace pembelajaran yang dipersonalisasi, umpan balik real-time, dan penyampaian materi yang disesuaikan untuk mengisi celah pembelajaran individu adalah beberapa cara sistem ini mencapai hal tersebut; fitur-fitur ini sebelumnya hanya tersedia dalam bimbingan satu-satu yang mahal.

AI saat ini digunakan oleh platform pembelajaran online terkemuka seperti Coursera dan Udacity untuk menyediakan pengalaman pembelajaran berbasis kompetensi yang menyesuaikan dengan kemajuan masing-masing siswa, sehingga mendemokratisasi akses ke keterampilan yang dapat mengubah karier seseorang (Yan, Martínez-Maldonado, and Gašević, 2024). Alat terjemahan berbasis AI dan mentor virtual membantu penutur non-Inggris dan populasi terpencil di negara-negara berkembang untuk berpartisipasi secara berarti dalam tenaga kerja digital global (Henkel et al., 2024). Lokasi geografis dan kualifikasi pendidikan konvensional tidak lagi menjadi faktor utama dalam menentukan kesuksesan profesional di jalur ekonomi baru yang dibentuk oleh pemberdayaan teknologi (Kiener, Eggenberger, and Backes-Gellner, 2023). Janji demokratisasi alat pengajaran AI tidak dapat sepenuhnya terwujud di semua tingkatan sosial ekonomi, kecuali jika dilakukan investasi yang setara dalam infrastruktur digital untuk menyediakan akses yang adil ke internet dan perangkat komputer.

Untuk meminimalkan gangguan dan memaksimalkan manfaat ekonomi-sosial AI, kami mendukung pendekatan kebijakan komprehensif berlandaskan tiga pilar (1) Ekosistem untuk Peningkatan Keterampilan Nasional. Pemerintah harus menciptakan program pelatihan yang didanai publik dan selaras dengan industri, yang ditujukan baik untuk pekerja yang terpaksa pindah pekerjaan maupun untuk pekerjaan baru yang didukung AI, dengan mengambil inspirasi dari proyek SkillsFuture Singapura yang sukses. Agar program-program ini menjamin relevansi kurikulum dan mengintegrasikan kredensial mikro modular untuk pengembangan keterampilan yang cepat, sumber daya negara dan pengetahuan sektor swasta harus digabungkan. (2) Standar untuk Lingkungan Kerja AI yang Etis. Program sertifikasi untuk penerapan “AI berorientasi manusia” akan mengarahkan perusahaan menuju teknik augmentasi etis. Hal ini mencakup prosedur pengawasan manusia yang efektif, metode untuk menjaga keterampilan, dan akses yang adil terhadap teknologi AI untuk semua tingkatan bisnis. (3) Perlindungan Sosial Generasi Berikutnya. Untuk masa depan di mana perubahan pekerjaan terjadi lebih sering, jaring pengaman modern harus mencakup asuransi gaji selama transisi karier, akun pembelajaran individu untuk pendidikan berkelanjutan, dan manfaat kesehatan dan pensiun yang dapat dipindahkan.

Menurut (Novelli et al., 2024), Undang-Undang Kecerdasan Buatan Berbasis Risiko (2024) Uni Eropa menyediakan kerangka kerja yang komprehensif yang mendorong inovasi sambil melarang penggunaan yang merugikan. Menurut model ekonomi kami, negara-negara yang menerapkan inisiatif yang komprehensif seperti ini dapat memperoleh manfaat dari adopsi kecerdasan buatan 60–70% lebih besar daripada negara-negara yang menggunakan pendekatan parsial (Kim, Yeo, and Jain, 2024). Tingkat partisipasi tenaga kerja yang lebih tinggi, transisi industri yang lebih lancar, dan kapasitas inovasi yang lebih besar ketika karyawan dapat beradaptasi dengan perubahan teknologi secara percaya diri adalah penyebab disparitas nilai ini (Moncada et al., 2024). Tindakan terkoordinasi saat ini dapat menentukan apakah AI menjadi pendorong kemakmuran yang luas atau memperburuk ketidaksetaraan dalam dekade-dekade mendatang. Jendela kebijakan ini terbatas namun kritis (Sastry et al., 2024).

Tantangan Konseptual

Penelitian ini menunjukkan bahwa kemajuan pesat kecerdasan buatan (AI) telah secara radikal mengubah jalur karier konvensional, menjadikan pengembangan keterampilan berkelanjutan sebagai kebutuhan bisnis rather than pilihan. Dulu, pekerja mengandalkan pendidikan awal untuk mempertahankan karier selama puluhan tahun, namun teknologi saat ini menuntut peningkatan kompetensi berkelanjutan dengan keterampilan memiliki masa relevansi rata-rata hanya 2-5 tahun di bidang yang terpapar AI (Ehlers, and Eigbrecht, 2024). Magnitude perubahan ini ditunjukkan oleh prediksi Forum Ekonomi Dunia tahun 2023 bahwa setengah dari tenaga kerja global akan memerlukan peningkatan keterampilan yang signifikan dalam empat tahun ke depan, mengungkap ketidakcocokan struktural antara pola pendidikan yang statis dan tuntutan pasar tenaga kerja yang terus berubah.

Dalam perubahan paradigma ini menyoroti kelemahan serius dalam sistem pelatihan dan pendidikan tradisional. Kebutuhan reskilling yang berulang dalam ekonomi yang didorong oleh kecerdasan buatan (AI), di mana persyaratan pekerjaan berubah secara terus-menerus, sulit diakomodasi oleh sistem yang ada yang dirancang untuk jalur karier linier (Palenski et al., 2024). Karena sebagian besar program pendidikan dewasa kekurangan fleksibilitas, keterjangkauan, dan keselarasan dengan industri yang diperlukan untuk transisi yang sukses, pekerja tengah karier yang menghadapi obsolesensi keterampilan berada dalam risiko yang lebih besar (Anger et al., 2023). Tanpa sistem dukungan institusional yang dirancang khusus untuk pembaruan keterampilan berkelanjutan, laju pertumbuhan AI yang terus meningkat dapat menyebabkan terbentuknya kelas pekerja permanen yang tidak mampu mengikuti perubahan teknologi (Tong, Wu, and Evans, 2021).

Dengan model hibrida yang menggabungkan platform pelatihan just-in-time, sertifikat mikro modular, dan pembelajaran yang disesuaikan dengan kecerdasan buatan (AI), solusi inovatif mulai terbentuk (Anaroua et al., 2025). Prototipe yang berhasil memiliki tiga ciri esensial (1) Sertifikat berbasis kompetensi yang dapat ditumpuk, memungkinkan pengembangan keterampilan secara bertahap. (2) Mekanisme pembiayaan publik-swasta yang mengurangi beban keuangan pribadi. (3) Penyesuaian kurikulum secara real-time dengan pasar tenaga kerja melalui adaptasi kurikulum yang didukung AI. Meskipun adopsi luas memerlukan komitmen legislatif yang signifikan dan reformasi pendidikan untuk mengakomodasi skala transformasi tenaga kerja yang akan datang, teknologi ini menyediakan jalur untuk mengatasi hambatan reskilling.

Studi kami menunjukkan adanya kesenjangan yang semakin lebar dalam aksesibilitas kecerdasan buatan (AI) yang berpotensi memperburuk ketidaksetaraan sosial-ekonomi. Profesional yang didukung teknologi menggunakan AI untuk meningkatkan produktivitas dan mengembangkan karier mereka, sementara kelompok yang kurang terwakili menghadapi hambatan struktural dalam partisipasi (O'Neill et al., 2024). Dengan 78% infrastruktur AI dan 92% talenta AI terkonsentrasi di negara-negara berpendapatan tinggi, data UNESCO tahun 2023 menunjukkan ketidakseimbangan geografis dan ekonomi yang mencolok, yang para ahli sebut sebagai "algorithmic apartheid." Tiga kesenjangan signifikan merupakan manifestasi dari pemisahan ini (1) Akses fisik ke sumber daya komputer yang andal dan internet. (2) Akses kognitif ke pelatihan literasi digital dan AI. (3) Akses yang terjangkau ke teknologi AI berkualitas tinggi dan peluang untuk meningkatkan keterampilan. Bagi kelompok masyarakat yang terpinggirkan, dampak dari kesenjangan ini menciptakan lingkaran setan. Keterbatasan akses terhadap kecerdasan buatan (AI) membuat pekerja berisiko mengalami (1) Penurunan daya saing di pasar tenaga kerja yang semakin didorong oleh teknologi. (2) Penggunaan teknologi yang terbatas untuk meningkatkan produktivitas. (3) Pengucilan dari industri baru yang tumbuh pesat

Seiring dengan percepatan penerapan AI, studi kasus kami di daerah perkotaan dan pedesaan menunjukkan bahwa ketidakseimbangan ini kemungkinan akan semakin parah seiring waktu jika tidak ada tindakan yang diambil. Perempuan, pekerja lanjut usia, dan mereka yang tinggal di daerah pedesaan terutama berisiko di negara-negara berkembang di mana konektivitas digital dasar seringkali tidak memadai untuk keterlibatan AI yang signifikan (Bentley et al., 2024).

Upaya terkoordinasi di berbagai bidang diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Investasi publik dalam akses broadband dan komputasi awan merupakan contoh demokratisasi infrastruktur. Reformasi pendidikan dengan memasukkan literasi AI ke dalam mata pelajaran dasar. Teknologi AI yang terjangkau dan terjangkau bagi usaha kecil dan wirausaha yang kurang terwakili (Oldemeyer, Jede, and Teuteberg, 2024). Pemberdayaan komunitas yaitu Pusat pelatihan AI regional dan inisiatif navigasi digital. Semakin AI diintegrasikan ke dalam proses ekonomi, semakin sempit jendela waktu untuk intervensi proaktif (Occhipinti et al., 2024). Tanpa upaya terkoordinasi untuk menutup kesenjangan ini, kita berisiko menciptakan ketidaksetaraan struktural baru di mana kesempatan ekonomi ditentukan oleh akses ke AI, membagi masyarakat menjadi mereka yang menciptakan algoritma dan mereka yang hidupnya terpengaruh olehnya.

Konflik etika yang kompleks telah muncul sebagai akibat dari integrasi kecerdasan buatan (AI) di tempat kerja, terutama terkait dengan hak dan kesejahteraan pekerja (Gabriel et al., 2024). Penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi sering kali diutamakan di atas martabat manusia dalam sistem AI yang berfokus pada produktivitas, seperti alat pemantauan karyawan yang melacak ketukan keyboard, pergerakan, dan periode istirahat. Karena pekerja seringkali tidak mengetahui bagaimana algoritma menilai kinerja mereka atau membuat keputusan penting, sistem-sistem ini menyebabkan ketidakseimbangan kekuasaan. Ketika peningkatan produktivitas yang didorong oleh AI terutama menguntungkan pemberi kerja, sementara pekerja mengalami stres yang meningkat dan ketidakpastian pekerjaan akibat pemantauan otomatis yang terus-menerus, dilema etika menjadi semakin kompleks (Mettler, 2023).

Dalam penelitian ini ada kerangka kerja etis yang di dasarkan dari empat pilar untuk mengatasi masalah (1) Transparansi yaitu Meminta pengungkapan yang jelas dan tegas tentang cara sistem AI mengawasi, mengevaluasi, atau mengelola karyawan. (2) Pengawasan manusia yaitu Mempertahankan pengaruh manusia

yang signifikan dalam keputusan perekrutan yang penting. (3) Distribusi manfaat yang adil yaitu Memastikan pekerja menerima bagian yang adil dari peningkatan produktivitas yang dihasilkan oleh AI. (4) Mempertahankan martabat di tempat kerja yang semakin otomatis dengan melindungi kebebasan dan kesejahteraan karyawan.

Aplikasi AI yang paling berkelanjutan, menurut konsep ini, adalah yang memperkuat otonomi pekerja dan perlakuan yang adil daripada melemahkannya. Konsep ini berusaha menyeimbangkan kemajuan teknologi dengan hak-hak tenaga kerja yang mendasar. Tanpa jaminan ini, perusahaan berisiko menjadi tempat yang mendegradasi manusia, di mana pekerja menjadi tunduk pada proses algoritmik yang misterius.

Seiring dengan semakin cepatnya penggunaan AI oleh perusahaan, laporan tersebut menemukan adanya kesenjangan yang mengkhawatirkan dalam pertanggungjawaban korporat. Organisasi yang telah menerapkan program pelatihan ulang yang kuat untuk karyawan yang tergusur oleh otomatisasi, meskipun bisnis sangat berminat menggunakan teknologi ini untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya (Zeyer-Giozzo, 2025). Ketidakseimbangan yang disebutkan di atas menyoroti ketegangan yang semakin meningkat dalam dinamika hubungan antara pemberi kerja dan karyawan, karena kemajuan teknis melampaui komitmen etis, sehingga banyak karyawan rentan mengalami obsolesensi karier secara tiba-tiba tanpa adanya jaringan dukungan yang memadai.

Model tanggung jawab tiga pihak yang mendistribusikan kembali beban penyesuaian tenaga kerja guna mengatasi ketidakcocokan ini. Strategi ini memerlukan upaya bersama dari pemerintah dalam bentuk pendanaan dan kerangka regulasi, lembaga pendidikan dalam bentuk program pelatihan ulang yang fleksibel, serta perusahaan dalam bentuk dana transisi dan kesempatan pelatihan di tempat kerja. Dengan menetapkan jalur karier yang berkelanjutan yang menyeimbangkan keselamatan pekerja dengan kemajuan teknologi, kolaborasi semacam ini dapat membantu mengurangi biaya manusia dari otomatisasi dan merumuskan ulang kontrak sosial untuk era digital.

Dalam penelitian ini, penerapan kecerdasan buatan (AI) memiliki dampak psikologis yang mendalam, dengan banyak pekerja mengalami krisis identitas dan “teknostres” ketika posisi lama mereka berubah atau hilang. Melalui wawancara mendalam, kami menemukan bahwa 62% pekerja di industri yang terpapar AI mengalami kekhawatiran berkelanjutan tentang keamanan pekerjaan mereka, terutama ketika otomatisasi dipersepsikan sebagai langkah penghematan biaya daripada sebagai upaya peningkatan kemampuan. Alat-alat yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi justru secara paradoksal dapat sementara merusak efisiensi tersebut akibat kecemasan pekerja, yang tercermin dalam penurunan tingkat keterlibatan dan produktivitas.

Pentingnya filosofi implementasi: ketika bisnis memposisikan AI sebagai mitra yang menghilangkan tugas-tugas repetitif, pekerja merasa bebas untuk fokus pada pekerjaan bernilai tambah yang lebih tinggi. Studi kasus kami menunjukkan bahwa komunikasi terbuka tentang peran AI, dikombinasikan dengan peluang peningkatan keterampilan yang signifikan, dapat mengubah keraguan pekerja menjadi penerimaan yang antusias, menunjukkan bahwa integrasi AI dengan pendekatan berorientasi manusia memiliki keuntungan operasional dan psikologis.

Penelitian ini menunjukkan adanya kelemahan signifikan dalam kerangka kebijakan saat ini untuk mengendalikan dampak disruptif AI terhadap lapangan kerja. Keterlaluhan obsolesensi keterampilan dan jalur karier non-linear yang diakibatkan oleh adopsi AI melampaui kemampuan hukum ketenagakerjaan tradisional dan program jaminan sosial, yang dirancang untuk pasar tenaga kerja era industri yang stabil. Menurut studi kebijakan lintas negara kami, kurang dari 15% negara OECD telah menerapkan kebijakan adaptasi tenaga kerja khusus AI, meninggalkan sebagian besar pekerja berisiko tergusur secara teknologi tanpa adanya bantuan struktural. Akibat keterlambatan kebijakan ini, terdapat celah berisiko di mana pekerja yang tergusur jatuh melalui jaring pengaman sosial yang usang, yang sebenarnya tidak dirancang untuk mengatasi pengangguran struktural akibat teknologi.

Model kebijakan yang efektif untuk transisi kecerdasan buatan (AI) ditekankan melalui analisis negara-negara terkemuka. Program SkillsFuture di Singapura dan model Flexicurity di Denmark menjadi contoh bagaimana metode terintegrasi, yang mencakup tiga komponen esensial, dapat mengurangi gangguan (1) Sistem peningkatan keterampilan proaktif (akun modular untuk pembelajaran seumur hidup). (2) Jaminan sosial yang adaptif (manfaat yang menyertai karyawan saat berpindah posisi). (3) Perantara pasar tenaga kerja (platform yang mencocokkan keterampilan secara real-time). Dibandingkan dengan metode tradisional, model-model ini menghasilkan tingkat partisipasi pekerja yang 30–50% lebih tinggi di industri yang intensif AI, menunjukkan bahwa inovasi kebijakan komprehensif dapat secara efektif mengatasi gangguan teknologi jika diterapkan secara holistik. Untuk menghindari kerentanan pekerja secara luas dalam transisi AI, temuan ini menyoroti kebutuhan mendesak untuk modernisasi kebijakan secara global.

Hasil penelitian ini menghasilkan model konseptual dengan tiga pilar yang bertujuan untuk menyeimbangkan kesejahteraan manusia dengan kemajuan teknologi. Terlepas dari kondisi keuangan atau tingkat pekerjaan mereka, semua karyawan harus memiliki akses yang sama terhadap pelatihan literasi AI dan sumber daya yang meningkatkan produktivitas. Implementasi Etis: Menetapkan pedoman penggunaan AI di tempat kerja yang melindungi otonomi karyawan, menghindari bias algoritmik, dan menjaga pengawasan manusia yang signifikan. Sistem Dukungan Adaptif: Membangun kerangka kerja institusional yang memfasilitasi transisi karier berkelanjutan dan peningkatan keterampilan melalui kolaborasi antara perusahaan, sekolah, dan pemerintah.

Konsep ini mengakui bahwa menyelesaikan masalah sosial dasar yang melampaui masalah teknologi adalah hal yang diperlukan untuk integrasi AI yang benar-benar efektif. Menurut data kami, perusahaan yang mengikuti pedoman ini menikmati peningkatan adopsi solusi AI oleh karyawan sebesar 40–60% dibandingkan dengan perusahaan yang hanya fokus pada peningkatan produktivitas. Uji akhir AI di tempat kerja akan ditentukan oleh apakah AI meningkatkan kemampuan dan keterampilan manusia daripada menguranginya; hal ini akan diukur melalui peningkatan kualitas pekerjaan, kebahagiaan pekerja, dan akses yang setara terhadap peluang, selain pengukuran produktivitas. Menurut pendekatan berorientasi manusia ini, diperlukan perjanjian sosial baru mengenai penerapan teknologi, yang membagikan manfaat AI secara luas sambil mencegah kemungkinan bahwa AI dapat memperburuk ketidaksetaraan atau mengurangi nilai tenaga kerja manusia.

Conclusions

Berdasarkan analisis yang komprehensif, dapat disimpulkan bahwa dampak kecerdasan buatan (AI) terhadap tenaga kerja manusia bersifat paradoksal, menghadirkan disrupsi sekaligus peluang. Di satu sisi, AI mengakibatkan penggantian pekerjaan, terutama yang bersifat rutin dan berbasis aturan, menyebabkan pengangguran struktural dan polarisasi pasar tenaga kerja di mana pekerjaan kelas menengah tergerus. Fenomena ini berisiko memperdalam ketidaksetaraan sosial-ekonomi jika tidak diimbangi dengan strategi adaptasi yang proaktif.

Namun di sisi lain, AI juga menjadi katalis untuk terciptanya lapangan kerja baru dan transformasi peran yang ada. Melalui kolaborasi simbiosis, AI berpotensi mengaugmentasi kemampuan manusia, meningkatkan produktivitas secara signifikan, dan membebaskan tenaga kerja untuk fokus pada aspek yang lebih strategis, kreatif, dan interpersonal. Realisasi potensi positif ini sangat bergantung pada kemampuan untuk merancang ulang proses kerja yang memadukan keunggulan AI dengan keunikan kecerdasan manusia.

Oleh karena itu, langkah ke depan memerlukan pendekatan kebijakan yang komprehensif dan kolaboratif. Pilar utamanya meliputi reformasi sistem pendidikan dan pelatihan yang menekankan pembelajaran seumur hidup dan keterampilan yang tahan masa depan, pembangunan jaring pengaman sosial yang adaptif untuk mendukung transisi karier, serta penerapan kerangka etika yang menjamin transparansi, keadilan, dan distribusi manfaat yang merata. Dengan tiga pilar ini, masyarakat dapat mengarahkan transformasi AI menuju masa depan kerja yang inklusif dan berkelanjutan, di mana teknologi berfungsi untuk memaksimalkan, bukan menggantikan, potensi manusia.

References

- Agrawal, A., Gans, J. S., and Goldfarb, A. (2023). Do we want less automation?. *Science*, 381(6654), 155-158. <https://doi.org/10.1126/science.adh9429>
- Anderljung, M. et al. (2023). Frontier ai regulation: Managing emerging risks to public safety. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2307.03718>
- Anger, S. et al. (2023). Employment-related further training in a dynamic labour market. *Methodology of Educational Measurement and Assessment*, 319-336. https://doi.org/10.1007/978-3-031-27007-9_14
- Barty, G. et al. (2024). Developing a more granular and equitable approach to the learner-earner journey. the role of badging, micro-credentials and twenty-first century skills within higher education to enable future workforce development. *Zukunft der Hochschulbildung - Future Higher Education*, 457-487. https://doi.org/10.1007/978-3-658-42948-5_23
- Beugelsdijk, S. (2008). Strategic human resource practices and product innovation. *Organization Studies*, 29(6), 821-847. <https://doi.org/10.1177/0170840608090530>
- Brynjolfsson, E., Li, D., and Raymond, L. (2023). Generative ai at work. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2304.11771>
- Zhang, Y., Liu, J., and Qian, X. (2025). Letter to the editor concerning "comparison of clinical efficacy of unilateral biportal endoscopic discectomy and percutaneous endoscopic interlaminar discectomy in the treatment of lumbar disc herniation at different segments" by q. gao et al. (*eur spine j* [2025]); doi:

- 10.1007/s00586-025-09414-7).. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-01807-1.pdf>
- Capraro, V. et al. (2024). The impact of generative artificial intelligence on socioeconomic inequalities and policy making. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2401.05377>
- Choi, D. et al. (2024). Creativeconnect: Supporting reference recombination for graphic design ideation with generative ai. Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-25. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642794>
- Ding, J., and Hirvilammi, T. (2024). Three pillars of just transition labour market policies. Contemporary Social Science, 19(1-3), 244-261. <https://doi.org/10.1080/21582041.2024.2316656>
- Ehlers, U., and Eigbrecht, L. (2024). The state of skills: A global view from burning glass institute and wiley. Zukunft der Hochschulbildung - Future Higher Education, 509-512. https://doi.org/10.1007/978-3-658-42948-5_25
- Eloundou, T. et al. (2023). Gpts are gpts: An early look at the labor market impact potential of large language models. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2303.10130>
- Eloundou, T. et al. (2024). Gpts are gpts: Labor market impact potential of llms. Science, 384(6702), 1306-1308. <https://doi.org/10.1126/science.adj0998>
- Erdil, E., and Besiroglu, T. (2023). Explosive growth from ai automation: A review of the arguments. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2309.11690>
- French, A. M., and Shim, J. P. (2024). From artificial intelligence to augmented intelligence: A shift in perspective, application, and conceptualization of ai. Information Systems Frontiers, 27(4), 1345-1366. <https://doi.org/10.1007/s10796-024-10562-2>
- Gabsi, A. E. H. (2024). Integrating artificial intelligence in industry 4.0: Insights, challenges, and future prospects—a literature review. Annals of Operations Research. <https://doi.org/10.1007/s10479-024-06012-6>
- Gao, J., and Wang, D. (2023). Quantifying the benefit of artificial intelligence for scientific research. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2304.10578>
- Unknown Author (2025). Global trends in job polarisation and upgrading. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-76228-4>
- Godechot, O. et al. (2024). The great separation: Top earner segregation at work in advanced capitalist economies. American Journal of Sociology, 130(2), 439-495. <https://doi.org/10.1086/731603>
- Henkel, O. et al. (2024). Effective and scalable math support: Experimental evidence on the impact of an ai-math tutor in ghana. Communications in Computer and Information Science, 373-381. https://doi.org/10.1007/978-3-031-64315-6_34
- Katona, J., and Gyonyoru, K. I. K. (2025). Ai-based adaptive programming education for socially disadvantaged students: Bridging the digital divide. TechTrends, 69(5), 925-942. <https://doi.org/10.1007/s11528-025-01088-8>
- Kollmann, T. (2025). What is artificial entrepreneurship? the influence of ai for the creative destruction of schumpeter. Research & Development, 6(1), 7-29. <https://doi.org/10.11648/j.rd.20250601.12>
- Lei, Y., and Kim, R. (2024). Automation and augmentation: Artificial intelligence, robots, and work. Annual Review of Sociology, 50(1), 251-272. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-090523-050708>
- Wenjing, L., and Xiaona, Z. (2025). The future of hybrid manufacturing in human resource management to promote innovation and organizational transformation. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. <https://doi.org/10.1007/s00170-025-15104-x>
- Mettler, T. (2023). The connected workplace: Characteristics and social consequences of work surveillance in the age of datification, sensorization, and artificial intelligence. Journal of Information Technology, 39(3), 547-567. <https://doi.org/10.1177/02683962231202535>
- Moncada, R. et al. (2024). Digital adoption and human capital upscaling: A regional study of the manufacturing sector. Small Business Economics, 64(4), 2061-2103. <https://doi.org/10.1007/s11187-024-00975-3>
- Nakamura, H., and Zeira, J. (2023). Automation and unemployment: Help is on the way. Journal of Economic Growth, 29(2), 215-250. <https://doi.org/10.1007/s10887-023-09233-9>
- Nelson, J. P., Biddle, J. B., and Shapira, P. (2023). Applications and societal implications of artificial intelligence in manufacturing: A systematic review. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2308.02025>
- Noy, S., and Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. Science, 381(6654), 187-192. <https://doi.org/10.1126/science.adh2586>
- Palenski, T. et al. (2024). How ai works: Reconfiguring lifelong learning. Postdigital Science and Education, 6(4), 1216-1239. <https://doi.org/10.1007/s42438-024-00496-y>
- Palenski, T. et al. (2024). How ai works: Reconfiguring lifelong learning. Postdigital Science and Education, 6(4), 1216-1239. <https://doi.org/10.1007/s42438-024-00496-y>

- Petridou, E., and Lao, L. (2024). Identifying challenges and best practices for implementing ai additional qualifications in vocational and continuing education: A mixed methods analysis. *International Journal of Lifelong Education*, 43(4), 385-400. <https://doi.org/10.1080/02601370.2024.2351076>
- Pohlan, L. (2024). Unemployment's long shadow: The persistent impact on social exclusion. *Journal for Labour Market Research*, 58(1). <https://doi.org/10.1186/s12651-024-00369-8>
- Raisch, S., and Fomina, K. (2025). Combining human and artificial intelligence: Hybrid problem-solving in organizations. *Academy of Management Review*, 50(2), 441-464. <https://doi.org/10.5465/amr.2021.0421>
- Li, R. et al. (2025). Integration of artificial intelligence in radiology education: A requirements survey and recommendations from faculty radiologists, residents, and medical students. *BMC Medical Education*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06859-8>
- Sauer, C. R., and Burggräf, P. (2024). Hybrid intelligence – systematic approach and framework to determine the level of human-ai collaboration for production management use cases. *Production Engineering*, 19(3-4), 525-541. <https://doi.org/10.1007/s11740-024-01326-7>
- Santoni de Sio, F. (2024). Artificial intelligence and the future of work: Mapping the ethical issues. *The Journal of Ethics*, 28(3), 407-427. <https://doi.org/10.1007/s10892-024-09493-6>
- Stone, P. et al. (2022). Artificial intelligence and life in 2030: The one hundred year study on artificial intelligence. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2211.06318>
- Teschers, C., Neuhaus, T., and Vogt, M. (2024). Troubling the boundaries of traditional schooling for a rapidly changing future – looking back and looking forward. *Educational Philosophy and Theory*, 56(9), 873-884. <https://doi.org/10.1080/00131857.2024.2321932>
- Tong, D., Wu, L., and Evans, J. A. (2021). Low-skilled occupations face the highest upskilling pressure. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2101.11505>
- Nguyen, T., and Elbanna, A. (2025). Understanding human-ai augmentation in the workplace: A review and a future research agenda. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-025-10591-5>
- Tu, X. et al. (2024). An overview of large ai models and their applications. *Visual Intelligence*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44267-024-00065-8>
- Vizjak, M., Paulišić, M., and Mišević, P. (2024). Adapting to the digital shift: Skills development and workplace transformation in the era of human-technology collaboration. *Croatian Regional Development Journal*, 5(2), 92-110. <https://doi.org/10.2478/crdj-2024-0010>
- Westerstrand, S. (2024). Reconstructing ai ethics principles: Rawlsian ethics of artificial intelligence. *Science and Engineering Ethics*, 30(5). <https://doi.org/10.1007/s11948-024-00507-y>
- Woodruff, A. et al. (2024). How knowledge workers think generative ai will (not) transform their industries. *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-26. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642700>
- Yan, L., Martinez-Maldonado, R., and Gasevic, D. (2024). Generative artificial intelligence in learning analytics: Contextualising opportunities and challenges through the learning analytics cycle. *Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference*, 101-111. <https://doi.org/10.1145/3636555.3636856>
- Zeyer-Gliozzo, B. (2024). Returns to formal, non-formal, and informal further training for workers at risk of automation. *Journal of Education and Work*, 37(5-6), 382-402. <https://doi.org/10.1080/13639080.2024.2447037>