

Implikasi Revolusi Industri 4.0 Terhadap Perubahan Struktur Ekonomi Indonesia: Sebuah Studi Literatur

Lokot Muda Harahap¹⁾, Afifa Rahma Wudda²⁾, Andika Zulfri³⁾, Putri Waiwini
Fonataba⁴⁾, Samuel Indra Sitorus⁵⁾

^{1,2,3,4,5}Universitas Negeri Medan

Email: ¹lokotmuda14@gmail.com, ²afifawudda01@gmail.com,

³andikazulfri470@gmail.com, ⁴putrifonataba2@gmail.com, ⁵samsitorus36@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis dampak Revolusi Industri 4.0 terhadap perubahan struktur ekonomi di Indonesia melalui pendekatan studi literatur. Fokus utama penelitian adalah bagaimana transformasi berbasis teknologi memengaruhi pertumbuhan ekonomi, struktur tenaga kerja, serta tantangan dan peluang yang muncul di era digital. Hasil analisis menunjukkan bahwa Revolusi Industri 4.0 mendorong pergeseran ekonomi dari sektor berbasis sumber daya alam dan tenaga kerja manual menuju sektor berbasis teknologi. Pergeseran ini berdampak pada model bisnis, sistem produksi, pola konsumsi masyarakat, dan dinamika pasar tenaga kerja. Meskipun menawarkan peluang besar untuk pertumbuhan ekonomi, implementasi Revolusi Industri 4.0 di Indonesia menghadapi tantangan signifikan, seperti rendahnya kesiapan sumber daya manusia, ketimpangan infrastruktur digital, serta kebutuhan akan regulasi dan kebijakan yang lebih adaptif. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, sektor industri, dan institusi pendidikan untuk mengatasi tantangan tersebut dan memaksimalkan potensi Revolusi Industri 4.0 dalam mendorong transformasi ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Revolusi Industri 4.0, Struktur Ekonomi, Transformasi Digital, Ekonomi Indonesia*

Abstract

This research analyzes the impact of the Industrial Revolution 4.0 on changes in economic structure in Indonesia through a literature study approach. The main focus of the research is how technology-based transformation affects economic growth, labor structure, and the challenges and opportunities that arise in the digital era. The results of the analysis show that the Industrial Revolution 4.0 is driving an economic shift from natural resource-based sectors and manual labor to technology-based sectors. This shift has an impact on business models, production systems, public consumption patterns, and labor market dynamics. Despite offering great opportunities for economic growth, the implementation of Industrial

Revolution 4.0 in Indonesia faces significant challenges, such as the low readiness of human resources, digital infrastructure inequality, and the need for more adaptive regulations and policies. Therefore, collaboration between the government, industry sector, and educational institutions is needed to overcome these challenges and maximize the potential of the Industrial Revolution 4.0 in driving inclusive and sustainable economic transformation.

Keywords: *Industrial Revolution 4.0, Economic Structure, Digital Transformation, Indonesian Economy*

Pendahuluan

Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan mendasar dalam berbagai aspek kehidupan, baik di sektor ekonomi, sosial, maupun ketenagakerjaan. Perubahan tersebut didorong oleh pesatnya kemajuan teknologi digital, kecerdasan buatan (AI), Internet of Things (IoT), dan sistem otomasi yang semakin menggantikan peran tenaga kerja manusia di berbagai industri (Irwan et al., 2024). Sebagaimana yang diungkapkan oleh Suryahani, Nurhayati, dan Gunawan (2024), Revolusi Industri 4.0 tidak hanya merevolusi proses produksi dan distribusi, tetapi juga menciptakan model bisnis baru yang berbasis pada teknologi dan pemanfaatan data.

Indonesia sebagai negara berkembang dengan jumlah penduduk yang besar dihadapkan pada tantangan sekaligus peluang dalam beradaptasi dengan Revolusi Industri 4.0. Haqqi dan Wijayati (2019) menyatakan bahwa salah satu kendala utama dalam pelaksanaan revolusi ini adalah belum meratanya kesiapan sumber daya manusia (SDM), terutama di sektor industri tradisional. Banyak tenaga kerja yang masih belum memiliki keterampilan digital yang memadai, sehingga berisiko tertinggal di era industri berbasis teknologi. Selain masalah sumber daya manusia, keterbatasan infrastruktur digital juga menjadi kendala yang cukup signifikan. Arifqi dan Junaedi (2021) menegaskan bahwa akses internet dan teknologi masih belum merata di seluruh Indonesia, terutama di daerah pedesaan dan luar Jawa. Ketimpangan akses ini menghambat usaha kecil menengah (UMKM) dalam mengadopsi teknologi digital yang berpotensi meningkatkan daya saing mereka.

Di sisi lain, Revolusi Industri 4.0 juga membuka peluang besar bagi pertumbuhan ekonomi nasional. Program Making Indonesia 4.0 yang digagas Kementerian Perindustrian bertujuan untuk meningkatkan daya saing industri

nasional melalui integrasi teknologi digital dalam produksi dan distribusi barang (Irwan et al., 2024). Widiyanta dan Miftahuddin (2023) menyatakan bahwa kebijakan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas industri di Indonesia, sekaligus menciptakan lebih banyak lapangan pekerjaan di sektor teknologi dan inovasi.

Tidak hanya itu, keberhasilan penerapan Revolusi Industri 4.0 juga memerlukan kolaborasi antara pemerintah, sektor industri, dan lembaga pendidikan. Perguruan tinggi di Indonesia perlu menyesuaikan kurikulumnya agar selaras dengan kebutuhan industri modern, terutama dalam pengembangan keterampilan digital, pemrograman, dan analisis data (Suryahani, Nurhayati, & Gunawan, 2024). Selain itu, regulasi yang mendukung ekosistem industri digital juga harus diperkuat untuk meningkatkan daya saing Indonesia di pasar global. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implikasi Revolusi Industri 4.0 terhadap perubahan struktur ekonomi di Indonesia. Melalui pendekatan studi pustaka, jurnal ini akan mengkaji bagaimana transformasi industri berbasis teknologi memengaruhi pertumbuhan ekonomi, perubahan struktur tenaga kerja, serta tantangan dan peluang yang dihadapi Indonesia di era digital.

Kajian Teori

1. Teori Revolusi Industri

Revolusi Industri 4.0 merupakan tahapan keempat dalam sejarah perkembangan revolusi industri yang dimulai pada abad ke-18. Menurut Prof. Schwab, dunia telah mengalami empat fase revolusi industri. Revolusi Industri 1.0 ditandai dengan ditemukannya mesin uap yang mendukung pengoperasian mesin-mesin produksi, transportasi kereta api, dan kapal layar. Penggunaan mesin uap

menggantikan tenaga manusia dan hewan dalam berbagai proses kerja, sehingga meningkatkan kapasitas produksi dan memperluas distribusi barang secara lebih luas. Namun, revolusi industri ini juga membawa dampak negatif berupa peningkatan pengangguran massal.

Revolusi industri pada dasarnya mencerminkan perubahan mendasar dalam gaya hidup dan proses kerja manusia, di mana kemajuan teknologi informasi memungkinkan integrasi kehidupan dengan sistem digital yang berdampak pada berbagai disiplin ilmu. Dalam konteks jurnal ini, Era Industri 4.0 mengacu pada fase di mana perkembangan teknologi mengakibatkan integrasi dimensi fisik, biologis, dan digital yang semakin sulit dibedakan. Era ini ditandai dengan digitalisasi dan meluasnya penerapan kecerdasan buatan di berbagai sektor kehidupan, terutama di sektor ekonomi (Schwab, Klaus, 2020).

2. Teori Pertumbuhan Ekonomi

Inovasi memegang peranan penting dalam mendorong pembangunan ekonomi Indonesia, terutama dalam menghadapi tantangan demografi dan geografis. Berdasarkan teori Michael Porter, inovasi tidak hanya berkontribusi pada pembangunan sektor tertentu, tetapi juga harus merata di seluruh wilayah dan masyarakat. Sebuah studi yang dilakukan oleh Hysa et al. (2020) menekankan keterkaitan antara ekonomi sirkular, keberlanjutan, dan pertumbuhan ekonomi, yang menunjukkan pentingnya penerapan praktik inovatif dalam pembangunan jangka panjang. Selain itu, Manzoor et al. (2023) menekankan bahwa sistem inovasi yang berkelanjutan merupakan faktor utama dalam menjaga stabilitas ekonomi.

Selain itu, Penelitian yang dilakukan oleh Yang dan Cheng (2023) membuktikan bahwa inovasi dalam sains dan teknologi berkontribusi pada peningkatan daya saing global. Penelitian oleh Zinchenko et al. (2023) mengusulkan kerangka kerja untuk mengevaluasi kapasitas inovasi yang sejalan dengan kepentingan ekonomi nasional. Sementara itu, penelitian oleh Altynbekov et al. (2023) menunjukkan dampak positif inovasi terhadap pertumbuhan ekonomi

di Kazakhstan, yang menegaskan sifat universal inovasi sebagai faktor utama dalam meningkatkan kesejahteraan. Mishchuk et al. (2020) juga menyoroti hubungan antara persaingan berkelanjutan, inovasi, dan daya saing perusahaan, yang mendukung pendekatan holistik untuk mendorong pertumbuhan ekonomi berkelanjutan.

3. Teori Transformasi Struktural

Transformasi struktural merupakan konsep yang menggambarkan perubahan mendasar dalam struktur sosial, ekonomi, politik, atau budaya suatu masyarakat. Transformasi ini mencakup pergeseran signifikan dalam cara masyarakat beroperasi, berinteraksi, dan mengorganisasikan dirinya (Sasmita et al., 2023). Menurut United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), transformasi struktural diartikan sebagai perubahan struktur ekonomi dari sektor tradisional dengan produktivitas rendah menjadi sektor ekonomi dengan produktivitas lebih tinggi. Sementara itu, Chenery menjelaskan bahwa transformasi struktural merupakan proses transisi dari sistem ekonomi tradisional ke sistem ekonomi modern, di mana setiap sektor ekonomi mengalami perubahan yang berbeda-beda. Todaro dan Smith juga berpendapat bahwa model perubahan struktural berfokus pada mekanisme yang memungkinkan negara-negara berkembang untuk mengubah struktur ekonominya, dari sistem ekonomi pertanian subsisten dengan produktivitas rendah menjadi sistem ekonomi yang lebih modern dengan tingkat produktivitas lebih tinggi (Rinaldi et al., 2022).

Konsep transformasi struktural di sektor industri mengacu pada perubahan mendasar dalam struktur industri suatu negara atau kawasan. Transformasi ini ditandai dengan pergeseran dari sektor ekonomi yang didominasi oleh industri tradisional, seperti pertanian dan manufaktur, menjadi sektor yang lebih berbasis

pengetahuan dan berorientasi pada jasa. Al Farabi mengatakan bahwa pertumbuhan ekonomi diyakini berperan dalam mendorong pergeseran struktur ekonomi. Dalam model perubahan struktural, pertumbuhan ekonomi merupakan bagian dari transformasi ini, karena perubahan permintaan dan alokasi sumber daya memicu kemajuan teknologi yang selanjutnya mempercepat proses transformasi (Amir dalam Rinaldi, 2022).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kepustakaan atau kajian literatur (*library research* atau *literature review*), yaitu serangkaian penelitian yang berkaitan dengan pengumpulan data melalui sumber-sumber kepustakaan. Objek penelitian dalam metode ini diperoleh dari berbagai referensi akademis, seperti buku, ensiklopedia, jurnal ilmiah, surat kabar, majalah, dan dokumen lainnya (Sukmadinata). Pemilihan metode penelitian kepustakaan didasarkan pada relevansinya dengan masalah yang diteliti, yaitu mempelajari dan menemukan berbagai teori, hukum, prinsip, dan gagasan yang terdapat dalam literatur akademis (*academic-oriented literature*). Literatur ini digunakan sebagai dasar untuk menganalisis dan menjawab pertanyaan penelitian mengenai implikasi Revolusi Industri 4.0 terhadap perubahan struktur ekonomi Indonesia dalam bentuk telaah pustaka.

Dalam menganalisis hasil penelitian, penulis menggunakan pendekatan analisis deskriptif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan gejala, peristiwa, atau kejadian yang terjadi pada saat ini, dimana penulis berusaha mencatat dan menyajikan kejadian tersebut secara objektif (Sudjana et al.). Pemilihan metode analisis deskriptif dilakukan karena penelitian ini berfokus pada penggambaran dan penyajian fakta secara sistematis, yang memudahkan pemahaman dan kesimpulan mengenai kejadian yang sedang berlangsung serta relevansinya dengan kondisi saat ini.

Hasil dan Pembahasan

1) Perubahan Struktur Ekonomi Akibat Revolusi Industri 4.0

Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan mendasar pada struktur ekonomi global, termasuk di Indonesia. Perubahan ini merupakan konsekuensi dari perkembangan ilmu pengetahuan yang telah berlangsung sejak abad ke-16, dengan kontribusi dari para ilmuwan seperti Francis Bacon, Rene Descartes, dan Galileo Galilei. Kemajuan ilmu pengetahuan semakin pesat berkat dukungan lembaga-lembaga penelitian seperti The Royal Society of England dan The French Academy of Science, yang menjadi penggerak utama inovasi di berbagai sektor (Anggraeni, 2018). Peran pemerintah dalam menciptakan kebijakan yang mendukung inovasi tanpa hambatan yang berlebihan menjadi faktor penting dalam keberhasilan transformasi ekonomi. Revolusi Industri 4.0 yang dikenal dengan konsep sistem siber-fisik ditandai dengan terintegrasinya teknologi digital ke dalam proses industri. Dengan semakin berkembangnya Internet of Things (IoT) dan Internet of Services (IoS), industri kini mampu beroperasi secara lebih efisien dan fleksibel (Herman, et al.). Jika pada era sebelumnya tenaga manusia menjadi faktor dominan dalam proses produksi, kini banyak pekerjaan mulai tergantikan oleh otomatisasi dan kecerdasan buatan. Konsep Industri 4.0 pertama kali diperkenalkan di Jerman pada Pameran Hannover tahun 2011 sebagai bagian dari strategi High-Tech Strategy 2020 yang bertujuan untuk mempertahankan daya saing Jerman di sektor manufaktur global.

Dalam perspektif sejarah, revolusi industri senantiasa membawa perubahan pada pola produksi dan gaya hidup masyarakat. Revolusi Industri pertama yang terjadi di Inggris menggeser struktur ekonomi dari ekonomi berbasis pertanian menjadi industri berbasis manufaktur. Pergeseran ini mengubah sistem produksi yang sebelumnya mengandalkan tenaga manusia dan hewan menjadi berbasis mesin. Di Indonesia, dampak Revolusi Industri 4.0 semakin nyata dengan

diadopsinya teknologi digital di berbagai sektor, seperti perdagangan, transportasi, dan jasa. Keberadaan platform e-commerce seperti Tokopedia, Shopee, dan Bukalapak telah mendominasi aktivitas perdagangan, memungkinkan transaksi dilakukan secara daring tanpa memerlukan interaksi fisik. Sektor transportasi juga mengalami disrupsi dengan hadirnya layanan transportasi daring seperti Gojek dan Grab yang telah mengubah pola mobilitas masyarakat. Di sisi lain, media sosial seperti Instagram dan TikTok telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari interaksi sosial dan pemasaran digital.

Transformasi digital juga berdampak pada sektor pendidikan dan ketenagakerjaan, terutama sejak pandemi COVID-19 yang mengakselerasi penerapan sistem pembelajaran daring dan kerja jarak jauh. Namun, perkembangan ini bukan tanpa tantangan, terutama bagi masyarakat yang tinggal di wilayah dengan akses internet terbatas. Pergeseran ekonomi dari ekonomi berbasis sumber daya alam dan tenaga kerja manual menjadi ekonomi berbasis teknologi telah mengubah model bisnis, sistem produksi, dan pola konsumsi masyarakat. Putri (2021) menegaskan bahwa Revolusi Industri 4.0 mendorong efisiensi dan daya saing industri melalui penerapan teknologi digital. Untuk mendukung transformasi tersebut, pemerintah melalui Kementerian Perindustrian meluncurkan program Making Indonesia 4.0 yang berfokus pada integrasi otomasi dan IoT dalam proses produksi. Laporan McKinsey & Company (2017) memperkirakan otomasi dapat meningkatkan produktivitas industri hingga 40%, sementara sektor perdagangan digital menunjukkan pertumbuhan transaksi e-commerce sebesar 30% per tahun. Perkembangan ini juga berdampak pada sektor keuangan, di mana layanan perbankan digital semakin menggantikan transaksi konvensional. Otoritas Jasa Keuangan (2023) mencatat bahwa layanan mobile banking dan teknologi keuangan (fintech) telah memungkinkan akses keuangan yang lebih inklusif dan efisien.

Selain mengubah struktur produksi, Revolusi Industri 4.0 juga membawa perubahan signifikan dalam dinamika pasar tenaga kerja. Otomatisasi dan kecerdasan buatan semakin menggantikan pekerjaan repetitif dan manual, seperti

operator mesin dan pekerja administrasi. Laporan World Economic Forum (2023) menunjukkan bahwa industri kini lebih mengutamakan pekerja dengan keterampilan digital daripada pekerja konvensional. Fenomena ini juga didukung oleh Dinas Ketenagakerjaan Kabupaten Buleleng (2023) yang mencatat adanya peningkatan permintaan pekerja dengan kompetensi teknologi informasi dan sains data. Untuk menjawab tantangan tersebut, berbagai program pelatihan berbasis teknologi telah dikembangkan oleh pemerintah dan sektor swasta. Program Beasiswa Talenta Digital dari Kementerian Komunikasi dan Informatika, serta inisiatif pelatihan dari perusahaan teknologi seperti Tokopedia, Bukalapak, dan Gojek, bertujuan untuk meningkatkan literasi digital dan daya saing tenaga kerja Indonesia di era digital.

Di sisi lain, perubahan ini juga berimplikasi pada pola konsumsi masyarakat. Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah menggeser kebiasaan berbelanja konvensional ke arah digital. Kompasiana.com (2024) melaporkan bahwa transaksi e-commerce di Indonesia mengalami lonjakan yang signifikan seiring dengan meningkatnya penggunaan internet dan media sosial. Platform seperti Shopee, Tokopedia, dan Lazada semakin gencar dalam menggaet konsumen melalui strategi pemasaran berbasis algoritma dan iklan digital yang disesuaikan dengan preferensi masing-masing individu. Selain itu, perkembangan layanan keuangan digital seperti e-wallet dan metode pembayaran non-tunai juga telah mempercepat perubahan pola konsumsi. Dengan proses transaksi yang semakin cepat dan efisien, kecenderungan masyarakat untuk berbelanja impulsif pun ikut meningkat. Namun, pergeseran ini membawa tantangan baru, seperti meningkatnya risiko konsumsi berlebihan dan utang konsumen dan perlunya peningkatan literasi keuangan agar masyarakat dapat mengelola keuangan secara lebih bijak di tengah meningkatnya konsumsi digital.

2) Tantangan dan Hambatan Implementasi Revolusi Industri 4.0 di Indonesia

Implementasi Revolusi Industri 4.0 di Indonesia menghadapi berbagai tantangan yang kompleks, antara lain kesiapan sumber daya manusia (SDM), ketimpangan infrastruktur digital, regulasi yang belum adaptif, serta aspek sosial yang menghambat transformasi industri. Tantangan utama pada aspek SDM terletak pada rendahnya keterampilan tenaga kerja di sektor teknologi digital. Haqqi dan Wijayati (2019) menyoroti bahwa mayoritas tenaga kerja Indonesia belum memiliki kompetensi yang memadai untuk memenuhi kebutuhan industri berbasis teknologi digital, yang diperparah dengan terbatasnya akses pendidikan teknologi, terutama di luar Jawa. Kesenjangan ini menimbulkan ketidakseimbangan kesiapan tenaga kerja antara perkotaan dan pedesaan, yang akhirnya berkontribusi pada lambatnya adopsi teknologi di berbagai sektor industri.

Selain keterbatasan sumber daya manusia, infrastruktur digital yang belum merata juga menjadi kendala signifikan dalam implementasi Revolusi Industri 4.0. Arifqi dan Junaedi (2021) menegaskan bahwa keterbatasan akses internet di daerah terpencil menghambat usaha kecil menengah (UMKM) dalam mengadopsi teknologi digital. Ketimpangan infrastruktur ini semakin memperlebar kesenjangan digital antara sektor industri maju dan sektor industri terbelakang, sehingga menghambat pertumbuhan ekonomi berbasis teknologi. Dari sisi regulasi, kebijakan pemerintah yang belum sepenuhnya adaptif terhadap perkembangan teknologi menjadi kendala lain dalam implementasi Revolusi Industri 4.0. Suryahani, Nurhayati, dan Gunawan (2024) menyatakan bahwa kebijakan perlindungan data, keamanan siber, dan insentif bagi industri teknologi masih perlu diperkuat untuk mendukung ekosistem industri digital yang lebih kondusif. Tanpa regulasi yang jelas dan adaptif, perusahaan di Indonesia kesulitan mengintegrasikan sistem digital ke dalam operasionalnya, sehingga menghambat inovasi dan daya saing industri nasional.

Selain tantangan teknis dan kebijakan, aspek sosial juga menjadi faktor penghambat dalam penerapan Revolusi Industri 4.0 di Indonesia. Widiyanta dan Miftahuddin (2023) menjelaskan bahwa resistensi terhadap perubahan, khususnya di kalangan pekerja tradisional, menjadi tantangan tersendiri. Banyak pekerja yang merasa terancam oleh otomatisasi karena kekhawatiran akan meningkatnya pengangguran akibat transformasi digital. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih inklusif untuk tidak hanya mendorong adopsi teknologi tetapi juga meningkatkan kesiapan sosial dan psikologis tenaga kerja dalam menghadapi perubahan industri. Kemudian pihak pemerintah, industri, dan institusi pendidikan perlu bekerja sama untuk mengatasi hambatan ini, baik dari sisi teknologi, regulasi, maupun kesiapan tenaga kerja.

3) Strategi dan Kebijakan dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0

Pemerintah Indonesia telah mencanangkan strategi Making Indonesia 4.0 sebagai langkah awal untuk menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0. Program ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi industri nasional melalui integrasi teknologi digital, kecerdasan buatan (AI), Internet of Things (IoT), dan otomatisasi dalam proses produksi (Irwan et al., 2024). Keberhasilan implementasi teknologi di sektor industri sangat dipengaruhi oleh kesiapan infrastruktur dan kemampuan sumber daya manusia dalam beradaptasi dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat (Purba & Yando, 2020). Oleh karena itu, selain Making Indonesia 4.0, pemerintah juga tengah menjalankan berbagai kebijakan untuk mengakselerasi digitalisasi guna meningkatkan daya saing industri nasional.

Salah satu kebijakan utama yang diterapkan adalah pengembangan infrastruktur digital, termasuk perluasan jaringan internet dan peningkatan kapasitas teknologi informasi di seluruh Indonesia. Meskipun adopsi teknologi

digital semakin meningkat, namun masih terdapat kesenjangan akses dan pemanfaatan yang signifikan, terutama di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur (Arifqi & Junaedi, 2021). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, strategi pengembangan digital harus dibarengi dengan kebijakan yang menjamin pemerataan akses dan peningkatan literasi digital di masyarakat. Selain itu, kesiapan tenaga kerja juga menjadi faktor penting dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0. Salah satu tantangan utama yang dihadapi Indonesia adalah ketimpangan keterampilan tenaga kerja, yang dapat menghambat transformasi industri (Haqqi & Wijayati, 2019). Menanggapi permasalahan tersebut, pemerintah telah meluncurkan berbagai program pelatihan berbasis digital, seperti Kartu Pra Kerja, untuk meningkatkan kompetensi tenaga kerja dalam menghadapi perubahan industri.

Bagi pelaku industri, adaptasi terhadap Revolusi Industri 4.0 memerlukan investasi pada teknologi baru dan peningkatan keterampilan tenaga kerja. Perusahaan yang mampu mengadopsi otomatisasi dan digitalisasi dalam operasionalnya akan memiliki daya saing yang lebih tinggi (Widiyanta & Miftahuddin, 2023). Namun, tingginya biaya penerapan teknologi dan ketidaksiapan tenaga kerja dalam mengoperasikan teknologi tersebut menjadi tantangan utama yang harus dihadapi oleh industri. Oleh karena itu, diperlukan insentif pemerintah berupa subsidi teknologi dan pelatihan tenaga kerja berbasis industri agar transformasi digital dapat berjalan optimal.

Di sektor pendidikan, penyesuaian kurikulum menjadi faktor krusial dalam menyiapkan lulusan yang siap menghadapi tantangan industri modern. Sistem pendidikan di Indonesia perlu lebih menekankan pada keterampilan abad 21, seperti pemrograman, analisis data, dan manajemen inovasi (Suryahani, Nurhayati, & Gunawan, 2024). Selain itu, kolaborasi antara lembaga pendidikan dan industri perlu diperkuat agar peserta didik memperoleh pengalaman langsung di dunia kerja yang semakin terdigitalisasi. Dengan adanya sinergi antara kebijakan pemerintah, kesiapan tenaga kerja, serta dukungan dari industri dan pendidikan,

diharapkan Indonesia dapat beradaptasi terhadap perubahan yang ditimbulkan Revolusi Industri 4.0 secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Simpulan

Revolusi Industri 4.0 telah memberikan dampak yang signifikan terhadap perubahan struktural perekonomian Indonesia, yang mendorong terjadinya pergeseran dari sektor yang mengandalkan sumber daya alam dan tenaga kerja manual menjadi sektor yang mengutamakan teknologi dan inovasi digital. Transformasi ini tidak hanya mengubah cara barang diproduksi dan didistribusikan, tetapi juga menciptakan model bisnis baru, mengubah pola konsumsi masyarakat, dan mengubah dinamika pasar tenaga kerja dengan meningkatnya permintaan keterampilan berbasis digital. Meskipun menawarkan peluang besar bagi pertumbuhan ekonomi nasional dan peningkatan daya saing industri, implementasi Revolusi Industri 4.0 di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan yang cukup kompleks. Tantangan utama tersebut antara lain adalah terbatasnya kesiapan sumber daya manusia dalam keterampilan digital, kesenjangan infrastruktur teknologi antara wilayah perkotaan dan pedesaan, serta regulasi dan kebijakan yang belum sepenuhnya adaptif terhadap perkembangan industri berbasis digital. Selain itu, perubahan dunia kerja yang cepat akibat otomatisasi juga menimbulkan kekhawatiran akan meningkatnya angka pengangguran bagi pekerja yang belum memiliki keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan industri modern.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan sinergi antara pemerintah, sektor industri, dan lembaga pendidikan dalam merancang kebijakan yang mendukung percepatan digitalisasi industri, meningkatkan investasi infrastruktur digital, serta memperkuat program pelatihan keterampilan berbasis teknologi bagi

tenaga kerja Indonesia. Program seperti Making Indonesia 4.0 telah menjadi langkah awal yang positif, namun masih memerlukan implementasi yang lebih luas dan berkeadilan agar manfaat Revolusi Industri 4.0 dapat dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat. Dengan strategi yang komprehensif, dukungan kebijakan yang adaptif, serta kolaborasi yang erat antara berbagai pemangku kepentingan, Indonesia memiliki peluang besar untuk memanfaatkan Revolusi Industri 4.0 secara optimal. Jika dikelola dengan baik, transformasi ini dapat menjadi katalis bagi pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan, sekaligus meningkatkan daya saing Indonesia di kancah global.

Daftar Pustaka

- Altynbekov, M. A., Yesbergen, R. A., Aimurzinov, M. S., Zhadigerova, O. Z., & Ibrasheva, A. Z. (2023). Relationship between innovation and economic growth in the example of the Republic of Kazakhstan. *Economics: The Strategy and Practice*, 18(2), 94–106. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2023-2-94-106>
- Ari, & Industry, R. J. (2022). Kemenperin: Revolusi Industri 4.0 optimalkan potensi Indonesia di sektor manufaktur. *Jurnal Industry*. Diakses pada Maret dari <https://www.jurnalindustry.com/kemenperin-revolusi-industri-4-0-optimalkan-potensi-indonesia-di-sektor-manufaktur/>
- Arifqi, M. M., & Junaedi, D. (2021). Pemulihan perekonomian Indonesia melalui digitalisasi UMKM berbasis syariah di masa pandemi Covid-19. *Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah*, 3(2), 311.
- Bah, E. H. (2009). Structural transformation in developed and developing countries. *Proceedings of the German Development Economics Conference*.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W. W. Norton & Company.
- Doyle, E. (1997). Structural change in Ireland. *Journal of Economic Studies*, 24, 58–68.
- Fajriyani, D., Fauzi, A., Kurniawati, M. D., Dewo, A. Y. P., Baihaqi, A. F., & Nasution, Z. (2023). Tantangan kompetensi SDM dalam menghadapi era digital: Literatur review. *Jurnal Ekonomi Manajemen dan Sains Indonesia (JEMSI)*, 4(6), 1004–1013.
- Fonna, N. (2019). Pengembangan revolusi industri 4.0 dalam berbagai bidang. *Guepedia*.

- Haqqi, H., & Wijayati, H. (2019). Revolusi Industri 4.0 di tengah Society 5.0: Sebuah integrasi ruang, terobosan teknologi, dan transformasi kehidupan di era disruptif. Anak Hebat Indonesia.
- Hariyanto, A. (2023). Dampak e-commerce era industri 4.0 pada perekonomian Indonesia. Diakses dari https://ftmm.unair.ac.id/dampak-e-commerce-era-industri-4-0-pada-perekonomian-indonesia/?utm_source
- Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N. U., & Laurenti, R. (2020). Circular economy innovation and environmental sustainability impact on economic growth: An integrated model for sustainable development. *Sustainability*, 12(12), 4831. <https://doi.org/10.3390/su12124831>
- Indonesia, B. P. S. (2024). Indeks pembangunan teknologi informasi dan komunikasi 2022. Diakses dari <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/09/29/cfa3a7c9e8b2397799ec6bb3/indeks-pembangunan-teknologi-informasi-dan-komunikasi-2022.html>
- Irwan, I., Hasibuan, E. S., Angrifani, T. S., Syahputra, E., Adam, Z., & Yusnaldi, E. (2024). Revolusi industri dan pengaruhnya terhadap ekonomi Indonesia dari aspek sejarah dan geografi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 43505–43512.
- Ismunandar, A., & Rini, A. P. (2024). Implikasi era revolusi industri 4.0 terhadap pengembangan kemampuan sumber daya manusia di perguruan tinggi. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(2), 4831–4837.
- Kemenko PMK. (2021). Tantangan tenaga kerja Indonesia di era industri 4.0. Diakses pada Maret dari <https://www.kemenkopmk.go.id/tantangan-tenaga-kerja-indonesia-di-era-industri-40?>
- Kompasiana.com. (2024). Modernisasi konsumsi terhadap revolusi industri 4.0: Manfaat atau malapetaka? Diakses pada Maret dari <https://www.kompasiana.com/azzahrotu4430/675e55c9c925c4655709cac3/modernisasi-konsumsi-terhadap-revolusi-industri-4-0-manfaat-atau-malapetaka?>
- Manzoor, F., Wei, L., Subhan, Q. A., & Siraj, M. (2023). Sustainability-oriented innovation system and economic stability of the innovative countries. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1138034>
- Pratama, A., & Yulia, A. (2021). Strategi pengembangan SDM dalam menghadapi revolusi industri 4.0. *Jurnal Humaniora*, 15(1), 89–102.
- Purba, M. A., & Yando, A. D. (2020). Revolusi Industri 4.0. Cv Batam Publisher.

- Purba, N., Yahya, M., & Nurbaiti, M. (2021). Revolusi industri 4.0: Peran teknologi dalam eksistensi penguasaan bisnis dan implementasinya. *Jurnal Perilaku dan Strategi Bisnis*, 9(2), 91–98.
- Putri, R. C. P. H. (2024). Dampak revolusi industri 4.0 terhadap pasar kerja: Peluang dan tantangan bagi pekerja dan perusahaan. Diakses dari <https://accounting.binus.ac.id/2024/07/02/dampak-revolusi-industri-4-0-terhadap-pasar-kerja-peluang-dan-tantangan-bagi-pekerja-dan-perusahaan/>
- Rinaldi, N., Erfit, E., & Rosmeli, R. (2022). Transformasi struktural perekonomian Indonesia. *Jurnal Ekonomi Aktual*, 1(3), 117–126.
- Sasmita, M. A., Palit, A. P., & Yasin, M. (2023). Konsep transformasi struktural pada sektor industri. *Journal of Creative Student Research (JCSR)*, 1(3), 268–273.
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Crown Publishing Group.
- Schwab, K. (2020). *The fourth industrial revolution: What it means, how to respond*. Diakses pada Maret dari <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>
- Sudjana, N., & Ibrahim, I. (1989). *Penelitian kualitatif dan kuantitatif*. Bandung: Sinar Baru.
- Sukmadinata, N. S. (2009). *Metode penelitian pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Suryahani, I., Nurhayati, N., & Gunawan, E. R. S. (2024). *Buku referensi dinamika global perekonomian Indonesia*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Szirmai, A. (2012). Industrialisation as an engine of growth in developing countries, 1950–2005. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 406–420.
- Widiyanta, D., & Miftahuddin, M. (2023). Nasionalisme Indonesia dalam perubahan masa reformasi dan tantangan globalisasi. *Mozaik: Kajian Ilmu Sejarah*, 14(2), 65836.
- Yang, J., & Cheng, H. (2023). Coupling coordination between university scientific & technological innovation and sustainable economic development in China. *Sustainability*, 15(3), 2494. <https://doi.org/10.3390/su15032494>
- Zinchenko, O., Apalkova, V., Mylnichenko, S., Rudenko, O., & Prygodiuk, O. (2023). Procedure for assessing the territorial innovation potential in the context of national economic interests. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(13), 47–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274058>