



PENERAPAN MODEL INFRASTRUKTUR ARTIFICIAL INTELLIGENCE SEBAGAI PENGGERAK INDUSTRI 4.0

Muharjir Syamsu^{1(*)}, Vany Terisia², Diana Yusuf³

^{1,2,3} ITB Ahmad Dahlan, Jakarta

Abstract

Artificial Intelligence (AI) plays a very important role in driving Industry 4.0. which refers to industrial transformation driven by digital technologies, including AI, Internet of Things (IoT), big data, robotics, and cloud computing. AI provides intelligent computing and automation capabilities that can improve efficiency, productivity, and innovation in various industry sectors, by focusing on developing computer systems capable of performing tasks that require human intelligence, where AI involves building machines that can learn, plan, adapt, and perform intelligent tasks such as decision making, voice or image recognition, natural language processing, and problem solving. This research aims to investigate the application of Artificial Intelligence (AI) Infrastructure Models as a driver for Industry 4.0. This research will involve the development of AI models that can be used in a modern industrial context to improve efficiency, productivity, and innovation. By using the needs analysis method, this method involves an in-depth analysis of the target industry, both in terms of infrastructure and the needs that must be met. Through interviews, observations, and data analysis, the researcher is able to identify areas where AI technology can make an impact and appropriate solutions capable of providing significant benefits in improving efficiency, productivity, quality, and innovation in the industry, with a strong implementation of industry needs, good data collection and processing, adaptation to the context and regulations applicable to Industry 4.0 in the company.

Kata Kunci: AI, Industri 4.0, IoT, Big Data, Robotika, Komputasi Awan

Januari – Juni 2022, Vol 3 (1) : hlm 1-14

©2022 Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan.

All rights reserved

(*)Korespondensi: muhajirsyamsu77@gmail.com (Muhajir Syamsu)

PENDAHULUAN

Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan buatan adalah bidang dalam ilmu komputer yang bertujuan untuk menciptakan sistem komputer yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia. Tujuan utama dari *Artificial Intelligence* (AI) adalah untuk memungkinkan komputer atau mesin untuk belajar, memahami, merencanakan, dan memecahkan masalah dengan cara yang cerdas dan otonom. Teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti pengenalan wajah, pengenalan suara, pengolahan bahasa alami, diagnosis medis, sistem rekomendasi, kendaraan otonom, dan masih banyak lagi. Menurut **Kusumadewi (2003)**, “Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia” Pada dasarnya, *Artificial Intelligence* (AI) berupaya untuk memberikan kemampuan pada sistem komputer untuk mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan mengambil keputusan atau tindakan berdasarkan pemahaman yang mereka miliki. Dalam beberapa tahun terakhir, *Artificial Intelligence* (AI) telah mengalami perkembangan yang pesat, terutama berkat kemajuan dalam komputasi, kapasitas penyimpanan data, dan algoritma pembelajaran mesin yang lebih canggih. Namun, *Artificial Intelligence* (AI) juga melibatkan beberapa tantangan dan isu-etika, seperti privasi dan keamanan data, bias algoritma, pengaruh sosial dan ekonomi, Menurut **Jogiyanto H. M [2000]**, “*Artificial Intelligence* (AI) didefinisikan sebagai suatu mesin atau alat pintar (biasanya adalah suatu komputer) yang dapat melakukan suatu tugas yang bilamana tugas tersebut dilakukan oleh manusia akan dibutuhkan suatu kepintaran untuk melakukannya”, serta implikasi lebih luas terkait penggantian pekerjaan manusia oleh mesin. Oleh karena itu, pengembangan dan penerapan *Artificial Intelligence* (AI) perlu mempertimbangkan aspek etika, keamanan, dan dampak sosial agar dapat memberikan manfaat yang optimal bagi masyarakat secara keseluruhan.

Artificial Intelligence (AI) mencakup berbagai subbidang, termasuk pembelajaran mesin (*machine learning*), pemrosesan bahasa alami (*natural language processing*), pengenalan pola (*pattern recognition*), pengenalan suara (*speech recognition*), penglihatan komputer (*computer vision*), dan logika inferensial (*inferential reasoning*). Setiap subbidang ini berfokus pada aspek tertentu dari kecerdasan manusia dan mengembangkan algoritma dan model komputasional yang mampu meniru atau meniru kemampuan tersebut. Penerapan *Artificial Intelligence* (AI) dapat ditemukan di berbagai industri dan sektor, seperti otomasi industri, perbankan, kesehatan, transportasi, dan lain sebagainya. Contoh penerapan *Artificial Intelligence* (AI) yang populer adalah asisten virtual seperti Siri, *Google Assistant*, atau *Alexa* yang mampu menjawab pertanyaan, melakukan tugas-tugas rutin, dan memberikan rekomendasi. Meskipun perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) telah memberikan manfaat besar, juga ada sejumlah tantangan dan pertanyaan etis yang muncul seiring dengan kemajuannya. Misalnya, kekhawatiran tentang privasi dan keamanan data, keputusan yang diambil oleh *Artificial Intelligence* (AI) yang sulit dijelaskan, dan potensi penggantian pekerjaan manusia oleh mesin. **Stuart Russell**

dan Peter Norvig dalam buku "**Artificial Intelligence: A Modern Approach**" mendefinisikan AI sebagai "desain dan studi agen cerdas." Mereka menganggap agen cerdas sebagai entitas yang dapat mempersepsi lingkungan, mempelajari dari pengalaman, dan mengambil tindakan yang memaksimalkan peluang kesuksesan dalam mencapai tujuan tertentu.

Industri 4.0 sangat terkait dengan inovasi kreatif. Dalam beberapa decade terakhir, inovasi menambahkan kompilasi melalui *mobile application*, *cloud computing*, dan *big data* yang bersama-sama dapat membangun simbiosis yang sempurna, menciptakan konsep baru untuk proses industrialisasi, dan menggeser model pasar ke era baru persaingan dan diferensiasi produk (**Geiger & Sá, 2013**). *Artificial Intelligence* (AI) memainkan peran yang sangat penting sebagai penggerak utama dalam Industri 4.0. dengan mengacu pada revolusi industri yang sedang terjadi, di mana teknologi digital, konektivitas, dan otomatisasi semakin terintegrasi dalam operasi industri. *Artificial Intelligence* (AI), dengan kemampuannya untuk memproses dan menganalisis data secara cepat dan cerdas, membantu mendorong transformasi digital yang menyeluruh di berbagai sektor industri. Pengambilan keputusan yang lebih baik *Artificial Intelligence* (AI) memungkinkan pengumpulan dan analisis data yang lebih canggih, yang pada gilirannya memberikan informasi yang lebih baik untuk pengambilan keputusan bisnis. Dengan kemampuan untuk menganalisis data dalam jumlah besar dan mengidentifikasi pola yang kompleks, *Artificial Intelligence* (AI) membantu perusahaan membuat keputusan yang lebih baik secara akurat dan cepat. Peningkatan efisiensi dan produktivitas: Dengan kemampuan untuk otomatisasi tugas-tugas rutin dan pengolahan data yang cepat, *Artificial Intelligence* (AI) meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai sektor industri. *Artificial Intelligence* (AI) dapat mengurangi kebutuhan manusia untuk tugas-tugas berulang dan membebaskan waktu mereka untuk fokus pada pekerjaan yang lebih kreatif dan kompleks.

Dalam Inovasi dan pengembangan produk, *Artificial Intelligence* (AI) memungkinkan perusahaan untuk menghasilkan produk dan layanan yang lebih inovatif. Dengan kemampuannya untuk menganalisis data pelanggan, tren pasar, dan informasi eksternal lainnya, *Artificial Intelligence* (AI) membantu perusahaan memahami kebutuhan pelanggan, mengidentifikasi peluang pasar baru, dan mengembangkan solusi yang lebih baik. Transformasi digital pada *Artificial Intelligence* (AI) menjadi penggerak utama dalam transformasi digital industri. Dalam era Industri 4.0, di mana konektivitas dan teknologi digital menjadi lebih terintegrasi dalam operasi industri, *Artificial Intelligence* (AI) memainkan peran kunci dalam menghubungkan dan mengelola data dari berbagai sumber, serta mengoptimalkan proses bisnis. Menurut **Sharif (1994)**, untuk dapat memenangkan persaingan di pasar global, setiap bisnis dituntut untuk mengelola teknologi dalam menciptakan keunggulan bersaing (*competitive advantages*).

Kolaborasi manusia dan mesin, menurut **Herman dkk (2015)** mengatakan bahwa revolusi industri 4.0 adalah sebuah era industri digital dimana seluruh bagian yang ada didalamnya saling berkolaborasi dan berkomunikasi secara real time dimana saja dan kapan saja dengan pemanfaatan IT (teknologi informasi) berupa internet dan

CPS, IoT, dan IoS guna menghasilkan inovasi baru atau optimasi lainnya yang lebih efektif dan efisien, pentingnya kolaborasi antara manusia dan mesin dalam Industri 4.0, walaupun *Artificial Intelligence* (AI) dapat mengotomatisasi tugas-tugas tertentu, kemampuan manusia untuk memahami konteks, membuat keputusan etis, dan memiliki kreativitas yang unik tetap penting. Kolaborasi yang cerdas antara manusia dan mesin membantu meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan industri. Perubahan tenaga kerja: *Artificial Intelligence* (AI) juga memiliki dampak signifikan pada tenaga kerja industri. Beberapa ahli berpendapat bahwa *Artificial Intelligence* (AI) dapat menggantikan pekerjaan yang sederhana dan rutin, sementara yang lain berpendapat bahwa *Artificial Intelligence* (AI) akan menciptakan pekerjaan baru dan mengubah peran pekerja manusia menjadi lebih berfokus pada keterampilan yang tidak dapat digantikan oleh mesin, seperti kreativitas, pemecahan masalah kompleks, dan kemampuan beradaptasi.

METODE

Untuk melakukan penelitian tentang penerapan model Infrastruktur *Artificial Intelligence* (AI) sebagai penggerak Industri 4.0, disini peneliti mengidentifikasi tujuan penelitian dengan cara megembangkan dan membandingkan model AI yang sudah ada dalam sebuah industry, sehingga akan mendapatkan rumusan metodologi penelitian yang tepat yaitu dengan menggunakan analisis kebutuhan yang komprehensif dari hasil kebutuhan analisis itu, peneliti melakukan pengembangan pada; Identifikasi masalah atau tujuan bisnis, Data yang diperlukan, Kualitas dan keandalan data, Infrastruktur dan sumber daya, Ketersediaan keahlian dan sumber daya manusia, Keamanan dan privasi data, Skalabilitas dan integrase dan Kinerja dan metrik evaluasi. Kemudian didalam desain, peneliti melibatkan beberapa langkah strategis untuk memastikan efektivitas dan keberhasilan implementasi, sehingga ada beberapa langkah yang perlu dipertimbangkan, seperti yang ditunjukkan pada gambar:



Gambar 1.1 Alur Rancangan Desain

1. Pemrosesan Data:
 - a. Pengumpulan Data: Kumpulkan data dari berbagai sumber, termasuk *sensor IoT*, sistem produksi, sistem logistik, atau sumber data lainnya yang relevan dengan industri Anda.
 - b. Pembersihan Data: Lakukan pembersihan data untuk menghapus noise, mengatasi nilai yang hilang, atau mengatasi masalah lainnya yang mungkin muncul dalam data mentah.
 - c. Integrasi Data: Gabungkan data dari berbagai sumber menjadi satu dataset yang terintegrasi untuk analisis lebih lanjut.
 - d. Transformasi Data: Lakukan transformasi data yang diperlukan, seperti normalisasi, enkripsi, atau pengkodean variabel.

2. Pelatihan Model AI:
 - a. Pilih dan siapkan model AI yang sesuai dengan tujuan bisnis Anda. Misalnya, model pembelajaran mesin (*machine learning*) seperti regresi, klasifikasi, atau pengelompokan, atau model deep learning seperti jaringan saraf tiruan (*neural networks*).
 - b. Bagi dataset menjadi set pelatihan (*training set*), set validasi (*validation set*), dan set pengujian (*test set*).
 - c. Latih model menggunakan algoritma pembelajaran yang sesuai dengan dataset dan tujuan Anda.
 - d. Lakukan evaluasi dan penyetelan model untuk meningkatkan kinerjanya dengan memanfaatkan teknik seperti validasi silang (*cross-validation*) atau optimasi parameter.
3. Implementasi dan Penyimpanan Model:
 - a. Implementasikan model AI yang telah dilatih ke dalam sistem produksi Anda.
 - b. Pastikan infrastruktur AI dapat mengintegrasikan model ke dalam aliran data yang berkelanjutan untuk pengambilan keputusan *real-time*.
 - c. Pertimbangkan penggunaan teknologi container seperti Docker untuk mengemas model AI dan menjalankannya di berbagai lingkungan dengan konsistensi yang tinggi.
 - d. Simpan dan kelola model AI secara efisien dengan menggunakan sistem manajemen model (*model management system*) yang dapat melacak versi model, mengelola dependensi, dan memungkinkan pembaruan dan *rollback* dengan mudah.
4. Monitorisasi dan Pemeliharaan:
 - a. Monitor dan evaluasi kinerja model AI secara teratur dengan menggunakan metrik yang relevan dengan kasus penggunaan dan tujuan bisnis.
 - b. Pertimbangkan penggunaan teknik pemantauan *real-time* dan deteksi anomali untuk mendeteksi perubahan perilaku atau kinerja yang tidak diinginkan pada model.
 - c. Lakukan pemeliharaan rutin untuk memperbarui model dengan data baru dan memastikan model tetap relevan dan akurat.
 - d. Lakukan perbaikan dan penyesuaian pada infrastruktur AI sesuai dengan kebutuhan bisnis dan kemajuan teknologi.

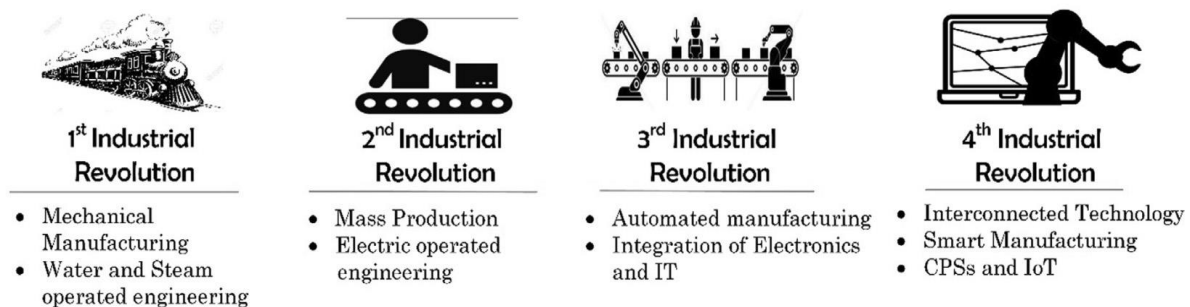
Dengan menggunakan metode analisis kebutuhan, sehingga metode ini melibatkan analisis mendalam terhadap industri yang dituju, baik dari segi infrastruktur maupun kebutuhan yang harus dipenuhi. Dari proses pengumpulan data peneliti melakukan pengumpulan data historis dari operasi produksi sebelumnya untuk digunakan dalam analisis dan pelatihan model AI, serta data dari sumber eksternal seperti sumber data publik, data pasar, atau data cuaca yang relevan dengan industri, jenis data yang digunakan terfokus pada *data structured*, yaitu data yang tersusun dalam format yang terstruktur, seperti data dalam basis data atau spreadsheet serta data teks, yaitu data berupa teks, seperti dokumen, laporan, atau komentar. Disamping pengolahan data yang dilakukan oleh peneliti dengan

menggabungkan data dari berbagai sumber menjadi satu dataset yang terintegrasi serta transformasi data seperti normalisasi, pengkodean variabel, atau ekstraksi fitur (*feature extraction*) untuk mempersiapkan data untuk analisis lebih lanjut. Prosedur analisis data dengan:

- Analisis Statistik: Melakukan analisis deskriptif, analisis korelasi, atau analisis regresi untuk memahami hubungan antar variabel.
- Pengelompokan (*Clustering*): Mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik untuk mengidentifikasi pola atau kelompok yang tersembunyi.
- Klasifikasi: Mengklasifikasikan data ke dalam kategori atau kelas yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan pola yang ada.
- Prediksi: Membuat prediksi atau estimasi berdasarkan data historis dan pola yang ditemukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan dan arsitektur model infrastruktur AI yang dapat diterapkan dalam Industri 4.0 didasarkan pada integrasi teknologi dan sistem yang menggabungkan sensor, konektivitas, pemrosesan data, dan kecerdasan buatan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan solusi yang memungkinkan pengumpulan data yang luas, analisis yang cerdas, dan pengambilan keputusan yang otomatis. Industri 4.0 berasal dari konsep manufaktur cerdas yang merupakan sistem adaptif yang melayani berbagai macam produk dan kondisi yang sering berubah-ubah. Dengan demikian akan terjadi peningkatan produktivitas, kualitas dan fleksibilitas terhadap pemenuhan kebutuhan konsumen bersifat khusus (*customized*) dan masal secara berkelanjutan. Revolusi industri 4.0 ini merupakan fenomena yang akan terus bergulir di masa mendatang dan akan terus mengalami berbagai kemajuan (Rubmann et al., 2015 dan Muhuri et al., 2019), secara ringkas disajikan pada Gambar 1.2



Gambar 1.2. Evolusi dari Revolusi Industri (Muhuri et al., 2019)

Sumber: *Konstruksi 4.0: Tantangan dan Inisiatif Penerapan di Indonesia*

Berikut ini mengenai rancangan dan arsitektur model infrastruktur AI untuk Industri 4.0:

- Sensor dan Data Acquisition:
 - Infrastruktur dimulai dengan penggunaan sensor yang sesuai untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber, seperti mesin, peralatan, perangkat IoT, dan sistem lainnya.

- 2) Sensor-sensor ini dapat mengukur parameter seperti suhu, tekanan, kelembaban, kecepatan, getaran, dan lain sebagainya.
 - 3) Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini akan menjadi dasar untuk analisis dan pengambilan keputusan yang cerdas.
- b. Jaringan Komunikasi:
- 1) Data yang dikumpulkan oleh sensor harus ditransfer melalui jaringan komunikasi yang andal dan aman ke sistem AI.
 - 2) Jaringan komunikasi yang digunakan dapat berupa jaringan kabel, jaringan nirkabel, atau kombinasi dari keduanya.
 - 3) Protokol komunikasi seperti MQTT, OPC-UA, atau standar industri lainnya dapat digunakan untuk mentransfer data secara efisien.
- c. *Edge Computing*:
- 1) Dalam infrastruktur AI untuk Industri 4.0, edge computing menjadi komponen penting.
 - 2) *Edge devices* seperti *gateway* atau *server* lokal digunakan untuk melakukan pemrosesan data awal (*preprocessing*) dan analisis sederhana secara langsung di lokasi sensor.
 - 3) Pemrosesan data di tepi jaringan (*edge*) membantu mengurangi latency, mempercepat respons, dan mengurangi kebutuhan akan bandwidth.
- d. *Cloud Computing*:
- 1) Data yang telah diproses di *edge devices* dapat dikirim ke platform cloud untuk analisis lanjutan, pelatihan model AI, dan penyimpanan data.
 - 2) Layanan cloud seperti *AWS*, *Azure*, atau *Google Cloud Platform* digunakan untuk memperoleh sumber daya komputasi yang skalabel dan penyimpanan yang fleksibel.
 - 3) Proses pelatihan model AI yang kompleks dan membutuhkan daya komputasi yang tinggi dapat dilakukan di lingkungan cloud.
- e. *Data Storage dan Manajemen*:
- 1) Infrastruktur AI memerlukan penyimpanan data yang kuat dan terstruktur.
 - 2) Basis data terdistribusi seperti *Apache Cassandra*, *MongoDB*, atau *Amazon DynamoDB* dapat digunakan untuk menyimpan dan mengelola data yang dikumpulkan.
 - 3) Teknik manajemen data seperti replikasi, partisi, dan pengindeksan digunakan untuk memastikan akses data yang cepat dan andal.
- f. *Machine Learning dan AI Models*:
- 1) Pengembangan dan pelatihan model AI dilakukan menggunakan teknik *machine learning* dan kecerdasan buatan yang relevan.
 - 2) Algoritma dan model AI digunakan untuk melakukan analisis prediktif, pengenalan pola, pengelompokan data, deteksi anomali, atau pengoptimalan proses.
 - 3) Model-model ini diterapkan dalam infrastruktur untuk memberikan solusi AI yang berkelanjutan.
- g. Antarmuka Pengguna dan Visualisasi:

- 1) Infrastruktur AI dalam Industri 4.0 harus memiliki antarmuka pengguna yang intuitif dan responsif.
 - 2) Antarmuka ini memungkinkan pengguna berinteraksi dengan sistem AI, mengakses data, melihat hasil analisis, dan membuat keputusan yang didukung oleh kecerdasan buatan.
 - 3) Visualisasi data dan hasil analisis digunakan untuk membantu pemahaman yang lebih baik, dengan menggunakan grafik, *dashboard*, atau teknologi *augmented reality* (AR).
- h. Keamanan dan Privasi:
- 1) Infrastruktur AI harus dilengkapi dengan langkah-langkah keamanan yang kokoh.
 - 2) *Enkripsi* data, otentikasi pengguna, otorisasi akses, dan audit sistem digunakan untuk melindungi data dari ancaman keamanan.
 - 3) Kebijakan privasi yang jelas dan kepatuhan terhadap regulasi data seperti GDPR sangat penting untuk menjaga privasi dan keamanan data.

Pemrosesan dan analisis data memainkan peran krusial dalam model infrastruktur AI dan melibatkan beberapa *step* untuk mengumpulkan, menyimpan, mengelola, memproses, dan menganalisis data yang diperlukan untuk melatih dan menjalankan model AI. Tahapan pemrosesan dan analisis data dalam model infrastruktur AI:

Pengumpulan Data: Tahap ini melibatkan pengumpulan data dari berbagai sumber yang relevan dengan tujuan model AI. Data ini bisa berupa teks, gambar, suara, atau jenis data lainnya tergantung pada jenis model AI yang dikembangkan.

Penyimpanan Data: Data yang dikumpulkan kemudian disimpan dalam infrastruktur penyimpanan data yang sesuai. Ini bisa mencakup basis data relasional, sistem file terdistribusi, atau platform penyimpanan data lainnya yang dapat menangani volume dan jenis data yang besar.

Pra-pemrosesan Data: Sebelum data dapat digunakan untuk melatih atau menjalankan model AI, sering kali diperlukan langkah pra-pemrosesan. Ini termasuk membersihkan data dari noise atau outlier, melakukan normalisasi atau transformasi data, dan membaginya menjadi subset pelatihan, validasi, dan pengujian.

Pelatihan Model: Dalam tahap ini, data yang telah diproses digunakan untuk melatih model AI. Proses pelatihan melibatkan memberikan data masukan ke model dan memperbarui parameter model berulang kali agar dapat belajar pola atau hubungan yang ada dalam data. Pelatihan ini sering memanfaatkan teknik seperti pembelajaran mendalam (*deep learning*) yang memerlukan komputasi yang intensif.

Validasi dan Evaluasi Model: Setelah pelatihan, model perlu divalidasi dan dievaluasi untuk memastikan kinerjanya. Data yang terpisah dari data pelatihan digunakan untuk menguji model dan mengukur performanya. Ini membantu mengidentifikasi apakah model memiliki kemampuan prediktif yang baik dan mengukur sejauh mana ia dapat menggeneralisasi dari data pelatihan ke data baru.

Implementasi dan Penyajian Model: Setelah model terlatih dan divalidasi, ia dapat diimplementasikan dalam infrastruktur AI untuk digunakan dalam aplikasi nyata. Ini melibatkan mengintegrasikan model dengan sistem yang ada, membangun antarmuka pengguna, dan memastikan model dapat menerima masukan dan menghasilkan output yang sesuai.

Pemantauan dan Pemrosesan Data

Lanjutan: Setelah model diimplementasikan, data yang dihasilkan oleh model dan responsnya terhadap pengguna perlu dipantau secara terus-menerus. Ini membantu memperoleh wawasan tentang performa model, mendeteksi anomali atau masalah, dan memungkinkan pemrosesan data lanjutan untuk meningkatkan model seiring waktu.

Implementasi teknologi AI di sektor industri memiliki potensi untuk menghasilkan sejumlah manfaat yang signifikan. Berikut ini adalah beberapa manfaat utama yang dapat diperoleh dari penggunaan AI dalam industri: Otomatisasi dan Efisiensi: AI dapat digunakan untuk otomatisasi proses-produksi, manajemen rantai pasokan, pengaturan inventaris, dan tugas-tugas rutin lainnya. Dengan menggunakan AI, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya produksi, dan menghindari kesalahan manusia. Prediksi dan Peramalan: Melalui analisis data dan algoritma pembelajaran mesin, AI dapat membantu dalam prediksi permintaan pasar, tren konsumen, dan perubahan kebutuhan pelanggan. Ini memungkinkan perusahaan untuk merencanakan produksi, persediaan, dan strategi pemasaran dengan lebih akurat, mengurangi risiko dan meningkatkan keuntungan. Peningkatan Kualitas dan Keamanan: AI dapat digunakan untuk memantau dan menganalisis data sensorik dalam lingkungan produksi, memungkinkan deteksi dini terhadap potensi kerusakan atau kegagalan mesin. Hal ini membantu mengurangi downtime yang tidak terduga dan meningkatkan keandalan serta kualitas produk. Pengoptimalan Proses Produksi: Dengan menerapkan AI pada proses produksi, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan energi, bahan baku, dan sumber daya lainnya. AI dapat mengidentifikasi pola dan variabel yang mempengaruhi efisiensi produksi, memberikan rekomendasi perbaikan, dan mengurangi pemborosan. Analisis Data yang Mendalam: AI memungkinkan perusahaan untuk menganalisis volume data yang besar dan kompleks dengan kecepatan dan ketepatan yang lebih tinggi daripada manusia. Dengan pemrosesan yang cepat dan kemampuan untuk menemukan pola-pola tersembunyi, perusahaan dapat mendapatkan wawasan yang berharga untuk pengambilan keputusan strategis. Peningkatan Layanan Pelanggan: AI dapat digunakan untuk meningkatkan layanan pelanggan melalui chatbot, asisten virtual, atau sistem rekomendasi yang dipersonalisasi. Ini memungkinkan perusahaan untuk memberikan pengalaman pelanggan yang lebih baik, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan memperoleh keunggulan kompetitif. Keselamatan Kerja dan Pengawasan: AI dapat digunakan untuk mendeteksi bahaya potensial dalam lingkungan kerja dan memperingatkan pekerja tentang risiko yang ada. Selain itu, AI juga dapat digunakan untuk memantau kepatuhan terhadap peraturan keselamatan dan menjaga kepatuhan dalam proses produksi.

Salah satu studi kasus tentang penerapan model infrastruktur AI dalam industri tertentu adalah penggunaan AI dalam sektor manufaktur. Dalam industri manufaktur, AI dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengoptimalkan proses produksi, dan mengurangi biaya produksi. Berikut adalah contoh penerapan model infrastruktur AI dalam industri manufaktur:

Studi Kasus: Penggunaan AI dalam Optimasi Rantai Pasokan

Deskripsi:

Sebuah perusahaan manufaktur besar yang memproduksi komponen elektronik menghadapi tantangan dalam mengelola rantai pasokan yang kompleks. Perusahaan ini memiliki banyak pemasok, ribuan komponen yang berbeda, dan tingkat permintaan yang fluktuatif. Mereka mengimplementasikan model infrastruktur AI untuk memperbaiki efisiensi rantai pasokan dan mengoptimalkan pengaturan inventaris.

Solusi:

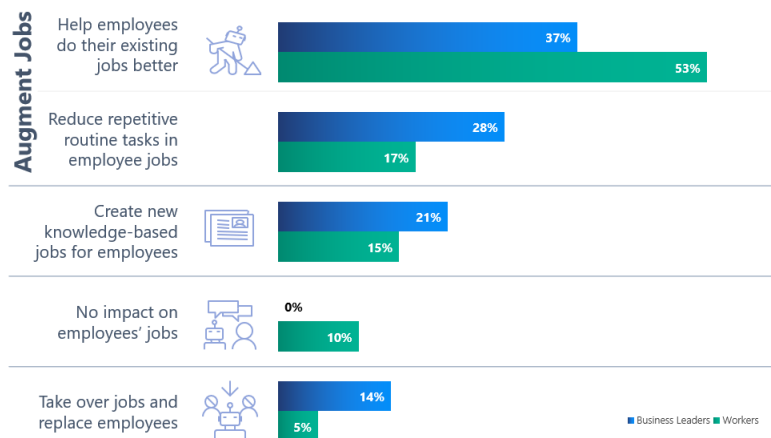
1. Pengumpulan Data: Perusahaan mengumpulkan data terkait pemesanan, persediaan, pengiriman, dan performa pemasok dari berbagai sistem internal.
2. Penyimpanan Data: Data yang dikumpulkan disimpan dalam basis data yang sesuai dan dapat diakses dengan mudah.
3. Pemrosesan Data: Data diproses dan dipersiapkan untuk analisis menggunakan teknik pra-pemrosesan seperti normalisasi, penghapusan outlier, dan penggabungan data dari berbagai sumber.
4. Pembuatan Model AI: Model AI dibangun untuk memprediksi permintaan pasar, mengidentifikasi pola penggunaan persediaan, dan mengoptimalkan keputusan pengaturan inventaris. Model AI ini menggunakan algoritma pembelajaran mesin seperti Random Forest atau Deep Learning.
5. Pelatihan Model: Model AI dilatih menggunakan data historis dan validasi dilakukan menggunakan data terbaru untuk memastikan kinerja yang baik.
6. Implementasi Model: Model AI diimplementasikan dalam infrastruktur IT perusahaan, dan proses pengumpulan data dan pemrosesan diperbarui secara otomatis untuk memasukkan data baru.
7. Penggunaan Model dan Analisis: Model AI digunakan untuk memberikan rekomendasi pengaturan inventaris yang optimal berdasarkan permintaan pasar yang diprediksi dan pola penggunaan persediaan. Analisis dilakukan secara berkala untuk memantau kinerja model dan melakukan perbaikan jika diperlukan.

Hasil:

1. Dengan menggunakan model infrastruktur AI, perusahaan manufaktur tersebut mencapai hasil sebagai berikut:
2. Pengurangan persediaan yang tidak diperlukan dan biaya penyimpanan yang terkait.
3. Peningkatan tingkat layanan pelanggan dengan ketersediaan produk yang lebih baik.
4. Pengurangan biaya transportasi dan waktu pengiriman dengan perencanaan yang lebih baik dalam rantai pasokan.
5. Penghematan biaya produksi dengan menghindari kelebihan persediaan dan pemenuhan permintaan yang akurat.

Tantangan, hambatan, dan strategi pengadopsian teknologi AI dalam konteks Industri tentu untuk menciptakan lapangan kerja baru bagi manusia yang bahkan tidak ada saat ini. Adanya lapangan kerja baru ini juga mencakup perubahan keterampilan yang dibutuhkan di lingkungan kerja, baik keterampilan teknis seperti

pemrograman maupun dalam *soft skill* seperti kemampuan beradaptasi dan keterampilan belajar dan desain teknologi. Tingginya permintaan *soft skill* menunjukkan bahwa teknologi berbasis AI masih perlu memainkan peran manusia, bukan menggantikan manusia, seperti yang ditunjukkan dalam gambar.



Gambar 1.3. Augment Jobs

Sumber: <https://www.itworks.id/18622/tantangan-adopsi-artificial-intelligence-di-indonesia-pengembangan-talenta-masa-depan.html>

Pengadopsian teknologi AI dalam konteks industri dapat menghadapi beberapa tantangan dan hambatan yang perlu diatasi. Berikut adalah beberapa tantangan umum yang mungkin muncul serta strategi pengadopsian untuk mengahadapinya: Keterbatasan Data: Implementasi teknologi AI membutuhkan data yang berkualitas dan berjumlah besar. Namun, banyak perusahaan menghadapi tantangan dalam mengumpulkan data yang memadai atau data yang ada tidak terstruktur dengan baik.

Strategi Pengadopsian: Perusahaan perlu melakukan audit data internal untuk mengidentifikasi data yang relevan, meningkatkan proses pengumpulan data, dan mempertimbangkan kolaborasi dengan mitra atau pihak ketiga untuk memperoleh data yang diperlukan. Keterampilan dan Keterbatasan Sumber Daya: Mengimplementasikan teknologi AI membutuhkan keahlian khusus dalam analisis data, pemodelan statistik, dan pemrograman. Banyak perusahaan mungkin menghadapi kekurangan keterampilan internal atau terbatasnya sumber daya untuk melaksanakan proyek AI. Strategi Pengadopsian: Perusahaan dapat menginvestasikan dalam pelatihan dan pengembangan keterampilan AI bagi tim internal atau mencari talenta AI dari luar. Kolaborasi dengan penyedia layanan AI atau konsultan eksternal juga dapat membantu mengatasi keterbatasan sumber daya. Keamanan dan Privasi Data: Dalam mengadopsi teknologi AI, perlindungan data dan privasi menjadi isu kritis. Perusahaan perlu memastikan kepatuhan terhadap peraturan perlindungan data yang berlaku dan mengimplementasikan langkah-langkah keamanan yang memadai untuk melindungi data sensitif. Strategi Pengadopsian: Perusahaan harus memperhatikan aspek keamanan data dari awal dan mengadopsi kerangka kerja yang memadai untuk keamanan data. Menerapkan pengenkripsian data, mengatur akses data yang terbatas, dan melakukan audit keamanan secara teratur dapat membantu

mengatasi tantangan ini. Ketidakpastian Hasil dan Penyelarasan dengan Bisnis: Proyek AI seringkali memiliki tingkat ketidakpastian hasil yang tinggi dan perlu disesuaikan dengan kebutuhan bisnis yang berkembang. Kurangnya pemahaman dan dukungan dari pihak manajemen dan kesulitan menyelaraskan inisiatif AI dengan strategi bisnis menjadi hambatan yang mungkin. Strategi Pengadopsian: Penting untuk mendapatkan dukungan penuh dari pihak manajemen dan mengkomunikasikan manfaat jangka panjang dari pengadopsian AI. Kolaborasi antara tim bisnis dan tim teknis juga diperlukan untuk memahami dan menyelaraskan tujuan bisnis dengan implementasi teknologi AI. Interpretasi dan Penjelasan Model: Model AI yang kompleks seringkali sulit diinterpretasikan dan dijelaskan secara transparan. Hal ini dapat menghambat kepercayaan dan adopsi model AI dalam industri. Strategi Pengadopsian: Perusahaan perlu mengembangkan metode dan alat untuk menjelaskan keputusan yang diambil oleh model AI secara transparan. Pendekatan seperti interpretabilitas model, dokumentasi yang baik, dan pemeriksaan pihak ketiga dapat membantu meningkatkan pemahaman dan kepercayaan terhadap model AI. Pengadopsian teknologi AI dalam konteks industri dapat menghadapi tantangan yang kompleks. Namun, dengan strategi yang tepat dan komitmen yang kuat, perusahaan dapat mengatasi hambatan tersebut dan mendapatkan manfaat yang signifikan dari implementasi AI.

KESIMPULAN

Penerapan model infrastruktur Artificial Intelligence (AI) merupakan salah satu penggerak utama dalam era Industri 4.0. Dalam konteks Industri 4.0, penggunaan AI dalam industri memberikan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keunggulan kompetitif. Berikut adalah kesimpulan tentang penerapan model infrastruktur AI sebagai penggerak Industri 4.0:

1. Transformasi Operasional: Penerapan model infrastruktur AI memungkinkan otomatisasi dan pengoptimalan proses-produksi, rantai pasokan, dan manajemen inventaris. Ini membantu perusahaan meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya produksi, dan menghindari kesalahan manusia.
2. Prediksi dan Perencanaan yang Akurat: Dengan menggunakan AI, perusahaan dapat melakukan prediksi permintaan pasar, tren konsumen, dan perubahan kebutuhan pelanggan. Informasi ini digunakan untuk perencanaan produksi yang lebih akurat, pengaturan inventaris yang efisien, dan pengambilan keputusan strategis yang tepat waktu.
3. Analisis Data yang Mendalam: AI memungkinkan perusahaan untuk menganalisis data yang besar dan kompleks dengan kecepatan dan ketepatan yang lebih tinggi. Dengan pemrosesan data yang cepat dan kemampuan menemukan pola tersembunyi, perusahaan dapat mengambil wawasan berharga untuk pengambilan keputusan yang lebih baik.
4. Peningkatan Layanan Pelanggan: Penggunaan AI dalam infrastruktur industri memungkinkan pengembangan chatbot, asisten virtual, dan sistem rekomendasi yang dipersonalisasi. Hal ini membantu perusahaan

meningkatkan layanan pelanggan, memberikan pengalaman yang lebih baik, dan membangun loyalitas pelanggan.

5. Keamanan dan Keselamatan yang Ditingkatkan: AI dapat digunakan untuk mendeteksi dan mencegah potensi risiko dan kecelakaan di lingkungan kerja. Dengan analisis data dan pengawasan yang terus-menerus, perusahaan dapat menjaga keamanan dan keselamatan kerja serta mematuhi peraturan yang berlaku.
6. Kolaborasi Manusia dan Mesin: Pengadopsian AI tidak menggantikan peran manusia, tetapi memperkuat kolaborasi dengan mesin. Dalam Industri 4.0, manusia dan mesin bekerja bersama untuk meningkatkan produktivitas, kreativitas, dan inovasi.

Dengan penerapan model infrastruktur AI, perusahaan dapat memanfaatkan potensi yang luar biasa dari teknologi ini dalam menghadapi tantangan dan peluang di era Industri 4.0. Transformasi digital dengan dukungan AI akan memberikan keuntungan kompetitif yang signifikan dan membantu mendorong kemajuan industri menuju masa depan yang lebih efisien dan inovatif..

DAFTAR PUSTAKA

- Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2016). *Where machines could replace humans—and where they can't (yet)*. McKinsey Quarterly. [Online]. Tersedia di: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet>
- Bughin, J., Chui, M., & Manyika, J. (2018). ***The age of analytics: Competing in a data-driven world***. McKinsey Global Institute.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). ***Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry***. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (Eds.). (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. ***Acatech - National Academy of Science and Engineering***.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). *Industry 4.0*. ***Business & Information Systems Engineering***, 6(4), 239-242.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. ***Manufacturing Letters***, 3, 18-23.
- Lu, Y., Xu, L., & Wang, X. (2017). Industry 4.0: State of the art and future trends. ***International Journal of Production Research***, 55(12), 3609-3629.
- Manyika, J., Chui, M., & Bughin, J. (2017). ***Harnessing automation for a future that works***. McKinsey Global Institute. [Online]. Tersedia di: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works>

- Osterle, H., Otto, B., & Österle, J. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming competition. **Harvard Business Review**, 92(11), 64-88.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming competition. **Harvard Business Review**, 93(10), 64-88.
- Schuh, G., Anderl, R., & Gausemeier, J. (2017). *Industrie 4.0 maturity index—Managing the digital transformation of companies*. **Fraunhofer Institute for Production Technology**.
- Shrouf, F., Ordieres, J., & Miragliotta, G. (2014). Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. In *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2014 **IEEE International Conference** (pp. 697-701). IEEE.
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. **Computer Networks**, 101, 158-168.
- World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report 2018*. [Online]. Tersedia di: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018>.