



UNIMUS PRESS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ETHICAL ASPECTS MIDWIFERY AND NURSE



Compiled by:

Dr. Bdn. Fitriani Nur Damayanti, S.ST, SH, M.HKes

Bdn. Erna Kusumawati, S.ST, M.Kes

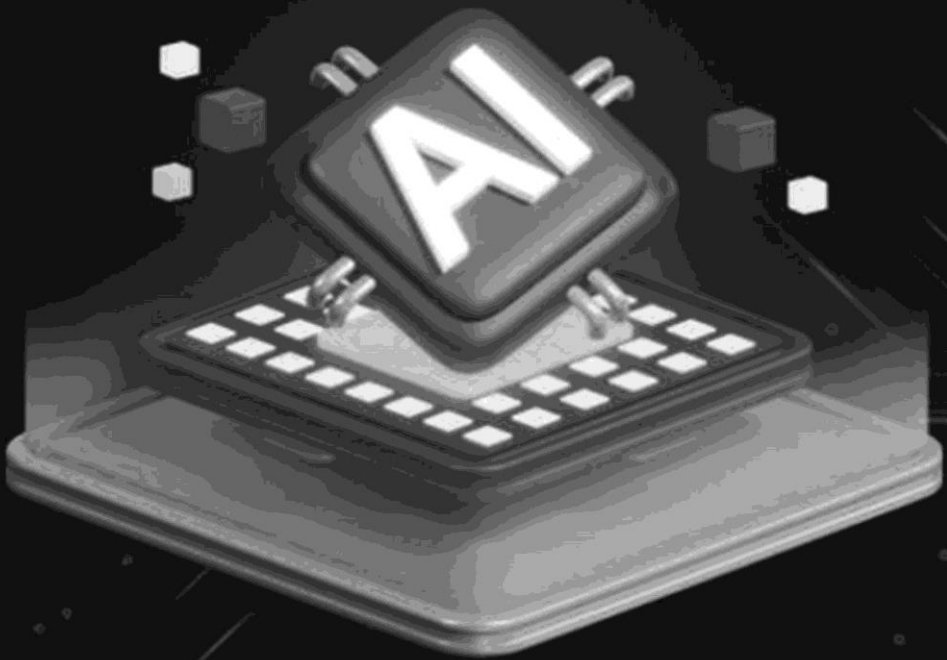
Bdn. Siti Istiana, S.SiT, M.Kes

Prof. Dr. Sandeep Poddar



UNIMUS PRESS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ETHICAL ASPECTS MIDWIFERY AND NURSE



Compiled by:

Dr. Bdn. Fitriani Nur Damayanti, S.ST, SH, M.HKes

Bdn. Erna Kusumawati, S.ST, M.Kes

Bdn. Siti Istiana, S.SiT, M.Kes

Prof. Dr. Sandeep Poddar



**ARTIFICIAL INTELLIGENCE
ETHICAL ASPECTS
MIDWIFERY AND NURSE**

JPMUS PRESS



Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).

Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

IS
PRESS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ETHICAL ASPECTS MIDWIFERY AND NURSE

Tim Penulis:

Dr. Bdn. Fitriani Nur Damayanti, S.ST., SH., M.HKes.

Bdn. Erna Kusumawati, S.ST., M.Kes.

Bdn. Siti Istiana, S.SiT., M.Kes.

Prof. Dr. Sandeep Poddar



UNIMUS PRESS

UNIMUS PRESS

Judul Buku :

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ETHICAL ASPECTS MIDWIFERY AND NURSE

Hak Cipta © Fitriani Nur Damayanti, Erna Kusumawati, Siti Istiana, Sandeep Poddar.

Hak terbit pada UNIMUS Press

Penulis :

Dr. Bdn. Fitriani Nur Damayanti, S.ST., SH., M.HKes.

Bdn. Erna Kusumawati, S.ST., M.Kes.

Bdn. Siti Istiana, S.SiT., M.Kes.

Prof. Dr. Sandeep Poddar

Layout : Tegar Dwi Setyo Maryono, S.T.

Cetakan I, Januari 2025

ISBN : 978-634-7119-03-2

viii, 82 halaman : 15.5 x 23 cm

Penerbit :



UNIMUS Press

Universitas Muhammadiyah Semarang

Jl. Kedungmundu Raya No. 18 Semarang

Telp / Fax. (024) 76740294

Anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia)

Nomor: 243/Anggota Luar Biasa/JTE/2022

Anggota APPTI (Afiliasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia)

Nomor : 003.051.1.09.2018

Email : unimuspress@unimus.ac.id

Website : <http://www.unimuspress.unimus.ac.id>

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa seizin tertulis dari penerbit dan penulis. Pengutip harap menyebut sumbernya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan monograf yang berjudul *Artificial Intelligence Ethical Aspects Midwifery and Nurse*. Monograf ini berisi tentang Pengertian AI, Manfaat AI, Peran AI dalam kesehatan, Penerapan AI dalam kesehatan.

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam bidang keperawatan dan kebidanan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan, efisiensi, dan keselamatan pasien. Penggunaan AI dapat memberikan manfaat signifikan, seperti pengurangan biaya, peningkatan efisiensi, peningkatan akurasi dalam diagnosis, dan pemahaman yang lebih dalam terhadap data kesehatan yang kompleks. Selain itu, AI juga dapat membantu mempercepat penemuan dan pengembangan obat, serta meningkatkan perawatan pasien dengan pendekatan yang lebih personal dan berbasis bukti.

Perkembangan teknologi dan ketersediaan data medis yang semakin melimpah, AI dapat memproses data besar secara cepat dan efisien untuk menghasilkan wawasan baru dan membantu pengambilan keputusan yang lebih baik dalam praktik medis. Algoritma dan model AI, seperti Convolutional Neural Networks (CNNs), dapat digunakan untuk mengenali pola kompleks dalam data medis, termasuk gambar medis seperti radiologi, citra mikroskopis, dan citra MRI.

Aplikasi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah diterapkan secara luas dalam berbagai bidang, termasuk di bidang kesehatan. Penelitian yang dilakukan menggunakan aplikasi kecerdasan buatan untuk kesehatan bertujuan untuk memanfaatkan teknologi AI untuk meningkatkan diagnosis, pengobatan, dan pengelolaan penyakit, serta meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan secara keseluruhan.

Semarang, Desember 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I	1
ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM KESEHATAN	1
1.1. Pengertian Artificial Intelligence	1
1.2. Pengertian Kesehatan	8
1.3. Pengertian AI dalam Bidang Kesehatan.....	10
1.4. Manfaat AI di Bidang Kesehatan	14
1.5. Peran Artificial Intelligence dalam Bidang Kesehatan	18
BAB II.....	20
PENERAPAN AI UNTUK KESEHATAN	20
1.1. Pengantar	20
1.2. Aplikasi AI dalam Monitoring Kesehatan Pasien.....	22
1.3. Aplikasi AI dalam Diagnosis Medis	24
1.4. Prediksi Jenis Kanker Berdasarkan Citra Medis.....	27
1.5. Penerapan Kecerdasan Buatan dalam Kedokteran.....	28
1.6. Penerapan Kecerdasan Buatan dalam Keperawatan	47
Regulasi dan Kebijakan AI Dalam Bidang Kesehatan.....	62
Daftar Pustaka	77

BAB I

ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM KESEHATAN

1.1. PENGERTIAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Sejarah penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam keperawatan tercatat berkembang dalam empat dekade. Dekade pertama dapat dilihat pada database Medline yang dimulai sejak tahun 1985 dimana teknologi menyediakan sebuah sistem untuk pakar untuk memberikan dukungan keputusan klinis, kemudian diikuti oleh model penjadwalan perawat (von Gerich et al., 2022). AI merupakan simulasi kecerdasan manusia dalam mesin seperti komputer atau robot yang diprogram untuk meniru fungsi kognitif manusia dengan pikiran manusia lainnya, seperti pembelajaran dan pemecahan masalah (Lee & Yoon, 2021). Sejak awal dikenalkan, tantangan yang dihadapi dalam pengadopsian AI dalam keperawatan telah menimbulkan kekhawatiran dari perawat. Perspektif baru tentang pengadopsian teknologi serta mengidentifikasi hambatan dalam penerimaan teknologi di kalangan perawat masih sama relevannya hingga saat ini (Parthasarathy et al., 2018). Jumlah penelitian mengenai AI di bidang kedokteran dan kesehatan telah berkembang pesat dan populer selama satu dekade terakhir (Tran et al., 2019). Ekosistem kesehatan yang kaya akan data saat ini menawarkan banyak kemungkinan bagi para pengembang AI dan AI menawarkan cara untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi layanan keperawatan (Matheny et al., 2020). Diperkirakan bahwa pada tahun 2025, AI dapat menciptakan potensi penghematan perawatan kesehatan sebesar \$150 miliar (McGrow, 2019). Memperkenalkan teknologi berbasis AI ke dalam ilmu keperawatan menimbulkan kekhawatiran dan diskusi publik, di mana banyak perawat yang takut teknologi akan menggantikan interaksi antara manusia, melanggar etika perawatan, sedangkan yang lain khawatir AI akan menggantikan peran perawat (Stokes & Palmer, 2020). Kekhawatiran besar lainnya berupa penggunaan etis dari teknologi AI, seperti mengelola bias data dan penggunaannya untuk melatih algoritma (Robert, 2019). Beberapa dari kekhawatiran ini dapat diatasi dengan memberikan informasi yang cukup tentang AI kepada end user, memahami penelitian terkini tentang teknologi AI, dan melalui diskusi transparan mengenai etika AI di keperawatan (Stokes & Palmer, 2020). Ketika dikembangkan dan diimplementasikan secara

komprehensif, teknologi berbasis AI di keperawatan harus mudah digunakan. Teknologi tersebut dapat membantuperawat dari tugas administratif, memungkinkanlebih fokus dalam pemberian asuhan keperawatan. Langkah penting menuju manfaat yang lebih luas dari teknologi berbasis AI untuk keperawatan adalah identifikasi domain di mana teknologi AI memberikan dampak positifbagikeperawatan (Robert, 2019). Perawat sebagai pengguna teknologi berbasis AI dalam pelayanan kesehatan, berada dalam posisi kunci untuk membentuk dan memimpin pengembangan AI dalam keperawatan (McGrow, 2019). Meskipun keahlian klinis dan penelitian perawat berperan penting dalam merancang teknologi yang relevan untuk keperawatan, tingkat keterlibatan perawat dalam penelitian dan rancangan teknologi AI masih belum jelas (Buchanan et al., 2020). Dengan mengumpulkan bukti penelitian dalam studi ini tentang teknologi berbasis AI dalam keperawatan, kesenjangan dalam pengetahuan, definisi, dan konsep terkait AI dalam keperawatan dapat lebih mudah disampaikan.

1. Apa itu Kecerdasan Buatan?

Kecerdasan Buatan (AI) adalah bidang ilmu komputer yang dikhususkan untuk memecahkan masalah kognitif yang umumnya terkait dengan kecerdasan manusia, seperti pembelajaran, penciptaan, dan pengenalan gambar. Organisasi modern mengumpulkan data dalam jumlah besar dari beragam sumber, seperti sensor pintar, konten buatan manusia, alat pemantauan, dan log sistem. Tujuan menggunakan AI adalah untuk menciptakan sistem belajar mandiri yang memperoleh makna dari data. Kemudian, AI dapat menerapkan pengetahuan tersebut untuk memecahkan masalah baru dengan cara layaknya yang dilakukan manusia. Misalnya, teknologi AI dapat merespons percakapan manusia secara bermakna, membuat gambar dan teks asli, dan membuat keputusan berdasarkan input data waktu nyata. Organisasi Anda dapat mengintegrasikan kemampuan AI dalam aplikasi Anda untuk mengoptimalkan proses bisnis, meningkatkan pengalaman pelanggan, dan mempercepat inovasi.

2. Bagaimana teknologi kecerdasan buatan berkembang?

Dalam makalah penting Alan Turing dari tahun 1950, “Computing Machinery and Intelligence,” ia mempertimbangkan apakah mesin bisa berpikir. Dalam makalah ini, Turing pertama kali menciptakan istilah *kecerdasan buatan* dan menyajikannya sebagai konsep teoritis dan filosofis. Antara 1957 dan 1974, perkembangan dalam komputasi memungkinkan komputer untuk menyimpan lebih banyak data dan memproses lebih cepat. Selama periode ini, para ilmuwan mengembangkan lebih lanjut algoritma *machine learning* (ML).

Kemajuan di bidang ini mendorong badan seperti Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) untuk menyediakan dana bagi penelitian AI. Pada awalnya, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menemukan apakah komputer dapat menyalin dan menerjemahkan bahasa lisan. Selama tahun 1980-an, peningkatan dana yang tersedia dan perangkat algoritmik yang digunakan oleh para ilmuwan dalam pengembangan AI membuat pengembangan menjadi lebih efisien. David Rumelhart dan John Hopfield menerbitkan makalah tentang teknik *deep learning*, yang menunjukkan bahwa komputer dapat belajar dari pengalaman.

Dari tahun 1990 hingga awal 2000-an, para ilmuwan mencapai banyak tujuan inti AI, seperti mengalahkan juara dunia catur. Dengan lebih banyak data komputasi dan kekuatan pemrosesan di era modern dibandingkan dekade sebelumnya, penelitian AI sekarang lebih umum dan mudah diakses. AI berkembang pesat menjadi *kecerdasan umum buatan* sehingga perangkat lunak dapat melakukan tugas-tugas yang kompleks. Perangkat lunak dapat membuat, mengambil keputusan, dan belajar sendiri, tugas-tugas yang sebelumnya hanya dapat dilakukan oleh manusia.

3. Apa saja manfaat kecerdasan buatan?

Kecerdasan buatan memiliki potensi untuk menawarkan berbagai manfaat bagi berbagai industri.

a. Memecahkan masalah yang kompleks

Teknologi AI dapat menggunakan ML dan jaringan *deep learning* untuk memecahkan masalah kompleks dengan kecerdasan layaknya manusia. AI dapat memproses informasi dalam skala besar, termasuk menemukan pola, mengidentifikasi informasi, dan memberikan jawaban. Anda dapat menggunakan AI untuk memecahkan masalah di berbagai bidang, seperti deteksi penipuan, diagnosis medis, dan analitik bisnis.

b. Meningkatkan efisiensi bisnis

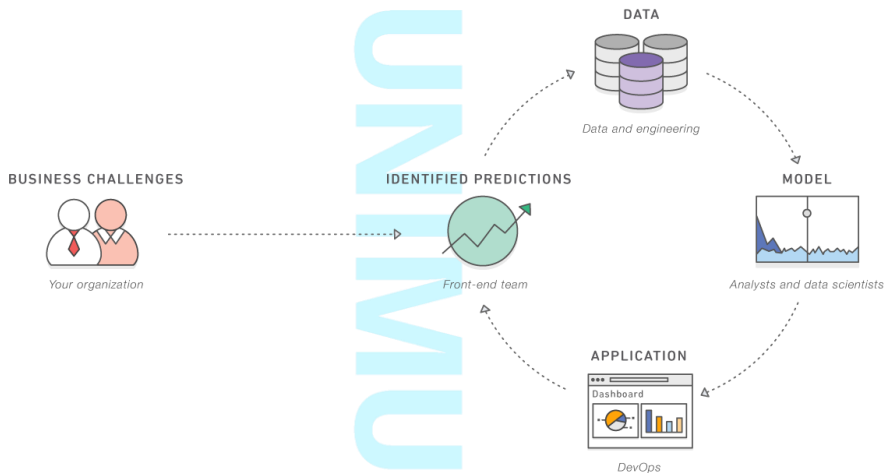
Tidak seperti manusia, teknologi AI dapat bekerja 24/7 tanpa mengurangi tingkat performa. Dengan kata lain, AI dapat melakukan tugas manual tanpa kesalahan. Anda dapat memungkingkan AI untuk fokus pada tugas-tugas yang berulang dan menjemukan sehingga Anda dapat menggunakan sumber daya manusia di bidang bisnis lainnya. AI dapat mengurangi beban kerja karyawan sekaligus menyederhanakan semua tugas terkait bisnis.

c. Membuat keputusan yang lebih pintar

AI dapat menggunakan ML untuk menganalisis data dalam jumlah besar dengan lebih cepat daripada yang bisa dilakukan oleh manusia. Platform AI dapat melihat tren, menganalisis data, dan memberikan panduan. Dengan prakiraan data, AI dapat membantu menyarankan tindakan terbaik untuk masa depan.

d. Mengotomatiskan proses bisnis

Anda dapat melatih AI dengan ML untuk melakukan tugas dengan tepat dan cepat. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dengan mengotomatiskan bagian bisnis yang sulit dilakukan oleh karyawan atau dianggap membosankan. Selain itu, Anda juga dapat menggunakan otomatisasi AI agar sumber daya karyawan dapat digunakan untuk pekerjaan yang lebih kompleks dan kreatif.



4. Apa saja jenis-jenis kecerdasan buatan?

Secara umum, identifikasi jenis AI dapat diklasifikasikan menurut kemampuan dan fungsinya. Berdasarkan kapabilitas yaitu bagaimana sistem belajar dan seberapa banyak sistem dapat menerapkan pengetahuannya, AI terdiri dari 3 jenis atau 3 level, yaitu:

1. Artificial Narrow Intelligence (ANI)

ANI adalah jenis AI yang dirancang untuk melakukan tugas atau perintah intelijen tertentu. Algoritma yang digunakan untuk melakukan tugas tertentu pada sistem ini juga menggunakan machine learning dan neural network. Neural network disusun menjadi lapisan-lapisan yang saling terhubung melalui simulasi. Dimana lapisan paling atas merupakan lapisan masukan yang memiliki fungsi penginderaan. Sensor atau input yang dimaksud adalah penerima informasi yang akan

memproses dan mengirimkan informasi tersebut ke sistem. Setidaknya ada dua sistem atau lebih dari selusin kelas dalam sebuah sistem besar, dan kelas-kelas tersebut disusun secara hierarkis (Zebua et al., 2023). Layer ini akan mengirim dan mengklasifikasikan informasi melalui koneksi dari input sistem sebelumnya, dimana layer paling bawah adalah layer output dengan artificial neuron yang paling sedikit (Niki, 2020).

Sistem ANI dirancang agar dapat digunakan dan dapat diandalkan dalam hal kapasitas kognitif, tetapi tidak memiliki kemampuan untuk mempelajari keterampilan secara mandiri di luar rancangannya dan tidak memiliki kapasitas untuk berpikir. Sistem hanya melakukan serangkaian fungsi yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh karena itu, ANI juga dikenal sebagai AI lemah atau AI terbatas. Hampir semua sistem berbasis AI yang dibangun hingga saat ini termasuk dalam kategori AI lemah. Beberapa contoh perangkat yang menggunakan sistem ANI adalah Siri, Alexa, mobil self-driving, Alpha-Go, humanoid Sophia. Beberapa contoh layanan atau aplikasi yang menggunakan sistem ANI antara lain chatbot (seperti ChatGPT dan Notion AI), pengenalan gambar (seperti kunci layar pada ponsel), filter spam pada email, asisten suara (seperti Siri atau Alexa), sistem rekomendasi (seperti di marketplace) (Zebua et al., 2023).

2. Artificial General Intelligence (AGI)

Jenis AI ini juga dikenal sebagai AI umum. Sistem AGI dirancang untuk dapat menjalankan berbagai tugas atau perintah intelijen secara efisien. Ide dari sistem ini adalah untuk menciptakan perangkat yang mampu berpikir dan bertindak cerdas seperti manusia. Selama ini sistem AGI masih dalam tahap penelitian dan belum ada perangkat atau aplikasi yang berbasis sistem AGI. Proses pembuatan keseluruhan sistem ini masih membutuhkan banyak penelitian dan waktu. Selain itu, sejumlah perdebatan mengenai keberadaan AI dengan sistem AGI juga menjadi pertimbangan selama pengembangan. Beberapa perangkat yang diyakini mengarah ke sistem AGI adalah Alpha-Go, Sophia the Humanoid, IBM Watson, dan Neuralink (Zebua et al., 2023).

3. Artificial Super Intelligence (ASI)

Jenis AI ini juga dikenal sebagai AI Super. Sistem ASI dirancang untuk dapat melakukan berbagai tugas atau perintah intelijen dengan lebih andal dan dapat menangani data yang lebih besar daripada sistem AGI, serta memiliki kemampuan pengambilan keputusan seperti manusia. Akibatnya, sistem ASI membutuhkan sumber daya komputasi yang jauh lebih kuat untuk mengoperasikan sistem. Untuk saat ini, ASI hanyalah sebuah teori yang digambarkan dalam film dan buku fiksi

ilmiah. Pada dasarnya, tidak ada perangkat atau aplikasi yang dapat digunakan sebagai contoh atau cenderung mengarah pada kemampuan berbasis sistem ASI (Zebua et al., 2023).

Selain itu, AI juga dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsinya. Klasifikasi ini berkaitan dengan bagaimana AI menyebarkan kemampuan belajar mengolah data, menanggapi rangsangan, dan berinteraksi dengan lingkungan. Berdasarkan hal tersebut, AI dapat diklasifikasikan menjadi 4 level yaitu:

a. Reactive Machines

AI menggunakan sistem Reactive Machines adalah level dasar AI, akibatnya mempunyai keterbatasan kapabilitas dan fungsi. Respon yg dilakukan sang sistem ini hanya bergantung dalam data yang sudah ada dan hanya mempertimbangkan situasi saat ini. AI menggunakan sistem ini hanya bersifat reaktif dan tidak mempunyai kemampuan memprediksi atau merencanakan masa depan. Sistem ini tidak mempunyai memori internal, sebagai akibatnya tidak bisa menyimpan pengalamannya dan tentu saja juga tidak bisa melakukan pembelajaran terhadap peristiwa sebelumnya. Contoh penggunaan sistem ini merupakan sistem pengereman otomatis dalam mobil, komputer catur milik IBM (IBM's Deep Blue) dalam masa awal pengembangannya, sistem sensor eksklusif yg menaruh reaksi untuk suatu tindakan eksklusif (Zebua et al., 2023).

b. Limited Memory

Sistem AI ini adalah pengembangan dari kekurangan sebelumnya, yaitu menghadirkan tempat penyimpanan data, tetapi masih terbatas. Oleh karena itu, diistilahkan menggunakan Limited Memory AI. Keberadaan memori atau tempat penyimpanan data ini membuat sistem AI ini sanggup buat menyelidiki data atau informasi dari tindakan atau aktivitas sebelumnya. Meskipun memori yang dimiliki terbatas atau mempunyai jangka waktu pendek, tetapi bermanfaat dalam memberikan pengalaman dan pembelajaran. Beberapa model penggunaan sistem ini, antara lain: tunggangan otonom (self-driving car), pengenalan suara pada ponsel, pengenalan gambar atau pola tertentu, dan aplikasi chatbot (Zebua et al., 2023).

c. Theory of Mind

Perkembangan selanjutnya dalam dunia AI bertujuan untuk mencapai tahap pemikiran teoritis (Theory of Mind), yaitu sistem AI yang melibatkan faktor psikologis, seperti kecerdasan emosi, perilaku, bahkan keyakinan. Sistem ini akan melakukan pengenalan dan pembelajaran, serta bereaksi sesuai emosi lingkungan atau lawan

bicara. Saat ini, sistem AI ini masih dikonsep dan diteliti. Nyatanya, tidak ada contoh nyata perangkat berbasis sistem ini atau aplikasi yang mampu menerapkan konsep ini. Bahkan, beberapa ilmuwan skeptis tentang realitas konsep ini (Zebua et al., 2023).

d. Self-Aware

Pada level impian lainnya, pengembangan AI akan mengarah pada sistem kesadaran diri (self-aware). Sistem ini akan memperkenalkan mesin berbasis AI yang mampu melakukan persepsi diri dan kepentingan pribadi serta refleksi diri. Sistem AI ini masih dalam kerangka impian masa depan. Oleh karena itu, tidak ada contoh nyata perangkat berdasarkan sistem ini atau aplikasi yang menggunakan sistem ini (Zebua et al., 2023).

5. Pengaruh Kecerdasan Buatan di Bidang Kesehatan

Semua aspek kesehatan menggunakan bisnis digital untuk beroperasi dan terus menghasilkan penelitian, penemuan, dan hasil yang lebih efektif dan efisien. Perangkat monitoring yang dilengkapi dengan kecerdasan buatan digunakan untuk memantau pasien yang berisiko tinggi dan sakit kronis. Area yang menggunakan teknologi AI antara lain mendeteksi penyakit, membantu diagnosis, memahami efek obat, mendeteksi penipuan, dan menemukan pengobatan baru. AI memiliki manfaat untuk mengurangi kesalahan medis, meningkatkan hasil dan menerapkan model perawatan (obat presisi) yang lebih tepat (Aryasa, 2022).

Kecerdasan buatan atau yang sering disebut Artificial intelligence (AI) memegang peranan yang sangat penting saat ini. Perkembangan kecerdasan buatan mampu memberikan terobosan yang sangat inovatif tergantung pada keadaan yang ada. Pesatnya perkembangan kecerdasan buatan menawarkan terobosan baru dalam berbagai bidang kehidupan, teknologi kecerdasan buatan secara fundamental banyak mempengaruhi kehidupan manusia. Penerapan kecerdasan buatan memberikan dampak positif dalam berbagai bidang kehidupan, dimana kehadiran kecerdasan buatan terkadang dapat membantu seseorang dalam melakukan pekerjaannya, bahkan pekerjaan manusia dapat digantikan oleh kecerdasan buatan, seperti Alexa Virtual Assistant, yang dapat melakukan tugas sehari-hari, termasuk lampu, TV, AC, dll. Implementasi kecerdasan buatan dalam kesehatan dapat meningkatkan kemungkinan keberhasilan pengobatan dengan bantuan sistem bedah Da Vinci, yang menggunakan teknologi robotik untuk membuat cedera yang lebih akurat, tepat, dan minim trauma pada pasien.

Namun di sisi lain, penerapan kecerdasan buatan juga berdampak negatif pada keberlanjutan sumber daya manusia dalam banyak pekerjaan, kecerdasan buatan perlahan menggantikan keberadaan manusia sebagai contoh kecerdasan buatan dalam belanja online dengan fungsi chatbot menggantikan customer service dalam penyampaian layanan pelanggan (Pakpahan, 2021).

Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan dalam rangka penguatan sistem kesehatan nasional khususnya pada kasus yang terkait dengan penanganan COVID-19 telah diterapkan pada tahapan surveilans epidemiologi, deteksi kasus, pengendalian infeksi lokal, komunikasi publik dan perawatan klinis. Penerapan teknologi kecerdasan buatan dapat membantu penguatan sistem kesehatan di beberapa negara, termasuk Indonesia (Astuti, 2021).

Dalam bidang kesehatan melalui pendidikan gizi, kecerdasan buatan dapat membantu mengurangi kematian ibu dan anak, memperbaiki gizi dan meningkatkan harapan hidup. Seiring tumbuhnya kesadaran dan pengetahuan tentang makan sehat, anak-anak memiliki kesempatan yang lebih bisa membuat pilihan makanan yang baik untuk kesehatan mereka. Dampaknya terasa dalam jangka panjang, dimana Masyarakat akan memiliki gaya hidup yang lebih sehat, mengurangi risiko penyakit terkait gizi dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan (Syafii et al., 2023).

Kecerdasan buatan atau Artificial intelligence (AI) merupakan salah satu bidang ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat komputer memiliki kecerdasan seperti manusia, yakni kemampuan mengenali pola, kemampuan belajar, dan kemampuan mengambil keputusan. Sejarah kecerdasan buatan dimulai pada tahun 1956 ketika John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester dan Claude Shannon mengadakan konferensi di Dartmouth College yang menandai dimulainya perkembangan AI. Jenis AI dapat diklasifikasikan menurut kemampuan dan fungsinya. Berdasarkan kapabilitas AI terdiri dari 3 jenis atau 3 level, yaitu Artificial Narrow Intelligence (ANI), Artificial General Intelligence (AGI), Artificial Super Intelligence (ASI). Berdasarkan fungsinya AI dapat diklasifikasikan menjadi 4 level yaitu Reactive Machines, Limited Memory, Theory of Mind, dan Self Aware.

1.2. PENGERTIAN KESEHATAN

Makna kesehatan telah berkembang seiring dengan waktu. Dalam perspektif model biomedis, definisi awal kesehatan difokuskan pada

kemampuan tubuh untuk berfungsi. Kesehatan dipandang sebagai kondisi tubuh yang berfungsi normal yang dapat terganggu oleh penyakit dari waktu ke waktu. Bendera Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Pada tahun 1958, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mendefinisikan kesehatan sebagai "kesejahteraan fisik, mental, dan sosial, dan bukan hanya tidak adanya penyakit dan kelemahan". Meskipun definisi ini disambut baik oleh beberapa orang dan dipandang inovatif, definisi ini juga dikritik karena tidak jelas, terlalu luas, dan tidak diuraikan dengan terukur. Beberapa ilmuwan mengajukan definisi kesehatan yang lain, misalnya "kondisi yang ditandai dengan integritas anatomi; kemampuan untuk melakukan peran dalam keluarga, pekerjaan, dan masyarakat, yang dihargai secara pribadi; kemampuan untuk menghadapi tekanan fisik, biologis, dan sosial; perasaan sejahtera; dan kebebasan dari risiko penyakit dan kematian sebelum waktunya." Semakin lama, penyakit tidak lagi dipandang sebagai sebuah kondisi, tetapi sebuah proses. Pergeseran sudut pandang ini juga terjadi pada kesehatan. Pada awal 1980-an, WHO mendorong perkembangan gerakan promosi kesehatan. Gerakan ini memungkinkan orang-orang meningkatkan kendali atas kesehatan mereka dan memperbaiki status kesehatan mereka masing-masing. Untuk mewujudkan kondisi kesejahteraan fisik, mental, dan sosial yang lengkap, sebagaimana definisi WHO tentang kesehatan, seseorang atau sekelompok orang perlu memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi dan mewujudkan aspirasi, memenuhi kebutuhan, serta mengubah atau mengatasi lingkungannya. Kesehatan dipandang sebagai sumber daya untuk kehidupan sehari-hari, bukan tujuan hidup. Untuk mewujudkannya, ada beberapa prasyarat yang perlu dipenuhi, yaitu perdamaian, tempat tinggal, pendidikan, makanan, pendapatan, ekosistem yang stabil, sumber daya berkelanjutan, serta keadilan sosial dan kesetaraan.

Gerakan promosi kesehatan memungkinkan kesehatan untuk diajarkan, dipelajari, dan diperkuat. Pemahaman konsep kesehatan sebagai "kemampuan untuk beradaptasi dan mengatur diri sendiri" dan berkembangnya teknologi kesehatan berbasis digital telah membuka pintu bagi setiap orang untuk menilai diri mereka sendiri. Hal ini juga memungkinkan setiap orang untuk merasa sehat, bahkan ketika mereka memiliki berbagai penyakit kronis atau berada dalam kondisi terminal. Belakangan, istilah "sehat" juga banyak digunakan dalam berbagai konteks organisasi tak hidup yang memengaruhi kepentingan manusia, seperti dalam komunitas sehat, kota sehat, atau lingkungan sehat.

1.3. PENGERTIAN AI DALAM BIDANG KESEHATAN

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) di bidang kesehatan telah membawa dampak positif yang signifikan. Salah satu aplikasi utamanya adalah dalam analisis data medis. AI dapat memproses dan menganalisis sejumlah besar data pasien untuk membantu dalam diagnosis penyakit, peramalan risiko kesehatan, dan perencanaan perawatan yang lebih efektif.

Dalam praktik klinis sehari-hari, sistem pendukung keputusan berbasis AI membantu dokter membuat keputusan yang lebih informasional dan tepat waktu. Dari interpretasi gambar medis hingga perencanaan perawatan, kehadiran AI telah meningkatkan presisi dan efisiensi dalam pelayanan kesehatan. Contohnya termasuk sistem pendukung keputusan untuk diagnosis radiologi atau analisis gambar medis. Selain itu, AI dapat membantu dalam manajemen data pasien, mengoptimalkan jadwal perawatan, dan memberikan rekomendasi berbasis evidens untuk pengobatan.

1. Dampak AI Di Bidang Kesehatan

Dampak kecerdasan buatan (AI) di bidang kesehatan sangat signifikan. Berikut beberapa dampak positif yang telah terlihat:

- a. **Diagnosis Cepat dan Akurat**
AI dapat menganalisis data medis dengan cepat dan akurat, membantu dalam diagnosis penyakit. Algoritma AI dapat menemukan pola yang sulit dikenali manusia, memungkinkan deteksi dini dan perawatan yang lebih efektif.
- b. **Pengobatan yang Dipersonalisasi**
Melalui analisis data genomik dan informasi kesehatan individu, AI dapat membantu merancang rencana pengobatan yang dipersonalisasi. Ini memaksimalkan efektivitas pengobatan dan mengurangi efek samping.
- c. **Optimasi Manajemen Data Pasien**
Sistem AI dapat membantu mengelola dan menganalisis data pasien secara efisien. Ini termasuk pencatatan riwayat kesehatan, jadwal perawatan, dan pemantauan kondisi pasien secara real-time.
- d. **Penelitian Medis yang Cepat**
AI mendukung penelitian medis dengan menganalisis besar data klinis dan genomik. Ini mempercepat proses penemuan obat dan pengembangan terapi baru.
- e. **Perawatan Kesehatan Jarak Jauh**
AI memungkinkan layanan kesehatan jarak jauh dengan bantuan telemedicine dan monitoring pasien secara virtual. Ini meningkatkan

aksesibilitas perawatan kesehatan, terutama di daerah yang sulit dijangkau.

Meskipun kecerdasan buatan (AI) membawa banyak manfaat di bidang kesehatan, ada juga dampak negatif yang perlu diperhatikan. Salah satu masalah utama adalah masalah privasi dan keamanan data. Penggunaan AI dalam menganalisis data medis yang sensitif dapat menimbulkan risiko kebocoran informasi pribadi pasien jika tidak diatur dengan ketat.

Selain itu, ketergantungan berlebihan pada teknologi AI bisa mengurangi keterlibatan manusia dalam pengambilan keputusan klinis. Dokter dan tenaga medis masih perlu memainkan peran kunci dalam interpretasi hasil AI dan membuat keputusan akhir berdasarkan konteks medis yang lebih luas.

Dampak ekonomi juga bisa menjadi isu, terutama dalam hal investasi besar yang diperlukan untuk mengadopsi teknologi AI di berbagai fasilitas kesehatan. Hal ini bisa menciptakan kesenjangan dalam akses ke teknologi kesehatan canggih antara fasilitas yang mampu berinvestasi dan yang tidak.

Selain itu, pertanyaan etika juga muncul, terutama seputar tanggung jawab dan akuntabilitas dalam keputusan yang dibuat oleh sistem AI. Siapa yang bertanggung jawab jika terjadi kesalahan atau kegagalan dalam diagnosis atau perawatan yang dipandu oleh AI?

Oleh karena itu, sambil memanfaatkan potensi positif AI di bidang kesehatan, penting untuk secara hati-hati menangani dampak negatif yang mungkin muncul dan mengembangkan regulasi yang efektif untuk memitigasi risiko tersebut.

Meskipun manfaat besar yang ditawarkan oleh AI di bidang kesehatan, tetap diperlukan pengawasan dan regulasi yang ketat untuk memastikan keamanan dan privasi data pasien. Keselarasan antara teknologi AI dan praktik medis tradisional juga menjadi fokus untuk memaksimalkan potensi positifnya.

2. Tantangan AI di bidang Kesehatan

Implementasi kecerdasan buatan (AI) di bidang kesehatan menghadapi beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah integrasi yang kompleks dengan sistem yang sudah ada. Sistem kesehatan umumnya telah memiliki infrastruktur dan protokol tertentu, dan memasukkan teknologi AI bisa memerlukan penyesuaian yang cermat agar dapat beroperasi secara efektif.

Selain itu, kurangnya standar dan interoperabilitas antara platform AI yang berbeda dapat menjadi hambatan. Hal ini dapat menyulitkan

pertukaran data yang diperlukan untuk melatih dan mengembangkan model AI dengan kualitas yang optimal.

Beberapa tantangan dalam implementasi AI di bidang kesehatan antara lain:

- a. Privasi dan Keamanan Data: Penggunaan AI melibatkan analisis data medis yang sensitif. Tantangan terbesar adalah memastikan privasi pasien terjaga dan mencegah potensi kebocoran data yang dapat membahayakan keamanan informasi pribadi.
- b. Ketersediaan Data yang Berkualitas: Kualitas data sangat penting dalam pelatihan model AI. Tantangan di sini adalah memastikan ketersediaan data yang mencukupi, bervariasi, dan berkualitas tinggi untuk melatih algoritma dengan akurasi yang tinggi.
- c. Ketergantungan Teknologi: Terlalu bergantung pada teknologi AI bisa mengurangi keterlibatan manusia dalam pengambilan keputusan klinis. Ini menimbulkan risiko terkait kurangnya interpretasi kontekstual dan pengalaman manusia.
- d. Investasi dan Biaya: Implementasi teknologi AI memerlukan investasi finansial yang signifikan, baik dalam pengadaan perangkat keras dan perangkat lunak, maupun dalam pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia.
- e. Keselarasan Regulasi: Tantangan dalam menyelaraskan penggunaan AI dengan regulasi kesehatan yang ada. Penting untuk mengembangkan kerangka regulasi yang memastikan keamanan, etika, dan konsistensi penggunaan AI di bidang kesehatan.
- f. Kesenjangan Akses Teknologi: Ada risiko kesenjangan akses terhadap teknologi AI di berbagai fasilitas kesehatan. Fasilitas yang kurang mampu finansial mungkin kesulitan untuk mengadopsi teknologi canggih ini.
- g. Pelatihan dan Pendidikan Tenaga Medis: Diperlukan upaya untuk melibatkan tenaga medis dan profesional kesehatan dalam pelatihan yang memadai untuk menggunakan dan memahami hasil AI dengan benar.

Dengan mengatasi tantangan-tantangan ini, implementasi AI di bidang kesehatan dapat menjadi lebih efektif dan memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan diagnosis, perawatan, dan manajemen data kesehatan.

3. Langkah-Langkah Umum Mengintegrasikan AI Dalam Bidang Kesehatan

Mengintegrasikan kecerdasan buatan (AI) dalam bidang kesehatan melibatkan sejumlah langkah kunci untuk memastikan keberhasilan dan

manfaat maksimal. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam proses integrasi AI di bidang kesehatan:

- a. **Evaluasi Kebutuhan dan Tujuan:**
Identifikasi area atau tugas spesifik di bidang kesehatan yang dapat diuntungkan dari implementasi AI.
Tetapkan tujuan yang jelas, seperti meningkatkan akurasi diagnosis, mengoptimalkan proses perawatan, atau memperbaiki manajemen data.
- b. **Ketersediaan Data yang Berkualitas:**
Pastikan ketersediaan data medis yang memadai dan berkualitas tinggi untuk melatih model AI.
Bersihkan dan normalisasi data agar sesuai dengan kebutuhan algoritma.
- c. **Pelatihan Model AI:**
Gunakan data yang telah disiapkan untuk melatih model AI yang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.
Pilih atau kembangkan algoritma yang paling cocok untuk tugas tertentu.
- d. **Uji Validitas dan Akurasi:**
Uji model AI dengan dataset validasi untuk memastikan akurasi dan kinerja yang baik.
Lakukan iterasi dan peningkatan pada model jika diperlukan.
- e. **Pengembangan Infrastruktur IT:**
Persiapkan infrastruktur IT yang mendukung implementasi AI, termasuk perangkat keras, perangkat lunak, dan konektivitas yang diperlukan.
- f. **Kepatuhan Regulasi dan Etika:**
Pastikan kepatuhan terhadap regulasi kesehatan yang berlaku dan pertimbangkan aspek etika dalam penggunaan AI.
Tetapkan kebijakan privasi dan keamanan data yang ketat.
- g. **Pelatihan Tenaga Medis dan Staf:**
Berikan pelatihan kepada tenaga medis dan staf terkait untuk memahami dan menggunakan hasil AI dengan efektif.
Fasilitasi integrasi yang mulus antara AI dan praktik medis tradisional.
- h. **Pengawasan dan Evaluasi Berkelanjutan:**
Tetap awasi kinerja model AI secara berkala dan lakukan evaluasi untuk memastikan bahwa tujuan tercapai.
Siapkan mekanisme pemantauan dan respons cepat terhadap masalah atau kesalahan yang mungkin muncul.

Melalui langkah-langkah ini, implementasi AI di bidang kesehatan dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan layanan kesehatan, efisiensi, dan akurasi.

1.4. MANFAAT AI DI BIDANG KESEHATAN

Lantas, apa manfaat teknologi AI di bidang kesehatan? Melansir IBM, ada 5 manfaat utama AI di bidang kesehatan, yaitu:

1. Operasional Pelayanan Kesehatan yang Lebih Efisien

Dengan otomatisasi proses-proses yang rutin terjadi di bidang pelayanan kesehatan, seperti pemantauan pasien, pengelolaan inventaris, dan penjadwalan, lembaga kesehatan dapat meningkatkan efisiensinya secara signifikan. Hal ini tentunya mengarah pada peningkatan produktivitas, penghematan biaya, dan pelayanan yang lebih baik.

2. Berpotensi Meningkatkan User Experience (UX) di Bidang Pelayanan Kesehatan

Penggunaan AI dalam pelayanan kesehatan juga dapat meningkatkan user experience atau pengalaman yang dialami pasien. Misalnya, sistem otomatis dapat memberikan informasi akurat dan relevan kepada pasien, mengurangi waktu tunggu, dan menyediakan jalur perawatan yang lebih terpersonalisasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

3. Meningkatkan Efisiensi dalam Diagnosis

AI dapat menganalisis data medis dengan kecepatan dan akurasi yang sulit dicapai manusia. Dalam interpretasi medis, seperti pemindaian CT atau MRI, AI dapat membantu dalam mendeteksi pola-pola yang mungkin sulit terlihat oleh mata manusia. Dengan demikian, diagnosis dapat dibuat dengan lebih cepat dan tepat.

4. Membuat Monitoring Kesehatan & Aksi Pencegahan yang Lebih Baik

Pemantauan kesehatan berbasis AI dapat memberikan informasi yang berkesinambungan dan real-time tentang kondisi pasien. Ini memungkinkan untuk deteksi dini potensi masalah kesehatan, memungkinkan tim medis untuk mengambil tindakan pencegahan sebelum kondisi pasien semakin memburuk.

5. Menyambungkan Data Pelayanan Kesehatan

Pentingnya pengelolaan data kesehatan yang efisien tentunya tidak bisa diabaikan. Di sinilah peran AI yang dapat membantu menyatukan dan menganalisis data dari berbagai sumber, menciptakan gambaran menyeluruh tentang riwayat kesehatan pasien. Hal ini juga

mendukung tim medis dalam membuat keputusan yang berbasis pada data yang akurat.

6. AI memiliki potensi untuk meningkatkan pengalaman pengguna layanan Kesehatan

Sebuah studi baru-baru ini menemukan bahwa 83% pasien melaporkan komunikasi yang buruk sebagai bagian terburuk dari pengalaman mereka, yang menunjukkan besarnya kebutuhan akan komunikasi yang lebih jelas antara pasien dan penyedia layanan. Teknologi AI seperti pemrosesan bahasa alami (NLP), analisis prediktif, dan pengenalan suara dapat membantu penyedia layanan kesehatan melakukan komunikasi yang lebih efektif dengan pasien. Misalnya, AI dapat memberikan informasi yang lebih spesifik tentang pilihan perawatan pasien, memungkinkan penyedia layanan kesehatan untuk melakukan percakapan yang lebih bermakna dengan pasien untuk pengambilan keputusan bersama.

7. AI dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dalam diagnosis layanan Kesehatan

Menurut Harvard School of Public Health, meskipun baru tahap awal, menggunakan AI untuk membuat diagnosis dapat mengurangi biaya perawatan hingga 50% dan meningkatkan hasil kesehatan hingga 40%.

Salah satu contoh penggunaan adalah dari University of Hawaii, di mana tim peneliti menemukan bahwa menerapkan teknologi AI pembelajaran mendalam dapat meningkatkan prediksi risiko kanker payudara. Penelitian lebih lanjut diperlukan, tetapi peneliti utama menunjukkan bahwa algoritma AI dapat dilatih pada serangkaian gambar yang jauh lebih lengkap daripada seorang ahli radiologi, sebanyak satu juta atau lebih gambar radiologi. Selain itu, algoritma tersebut dapat direplikasi tanpa biaya kecuali biaya untuk perangkat keras.

Sebuah kelompok MIT mengembangkan algoritma ML untuk menentukan kapan seorang pakar manusia dibutuhkan. Dalam beberapa kasus, seperti mengidentifikasi kardiomegali pada sinar-X dada, mereka menemukan bahwa model hybrid manusia dan AI memberikan hasil terbaik.

Studi lain yang diterbitkan menemukan bahwa AI mengenali kanker kulit lebih baik daripada dokter berpengalaman. Peneliti AS, Jerman, dan Prancis menggunakan pembelajaran mendalam pada lebih dari 100.000 gambar untuk mengidentifikasi kanker kulit. Dengan membandingkan hasil AI dengan 58 dokter kulit internasional, mereka menemukan bahwa AI bekerja lebih baik.

8. AI dalam organisasi layanan kesehatan mungkin berarti pemantauan kesehatan dan perawatan pencegahan yang lebih baik

Seiring dengan makin populernya monitor kesehatan dan kebugaran, makin banyak orang yang menggunakan aplikasi yang melacak dan menganalisis detail tentang kesehatan mereka. Mereka dapat berbagi kumpulan data real-time ini dengan dokter mereka untuk memantau masalah kesehatan dan memberikan peringatan jika ada masalah.

Solusi AI, seperti aplikasi big data, algoritma machine learning, dan algoritma pembelajaran mendalam, juga dapat digunakan untuk membantu manusia menganalisis kumpulan data yang besar untuk membantu pengambilan keputusan klinis dan lainnya. AI juga dapat digunakan untuk membantu mendeteksi dan melacak penyakit menular, seperti COVID 19, tuberkulosis, dan malaria.

9. AI dapat membantu menghubungkan data layanan kesehatan yang berbeda

Salah satu manfaat penggunaan AI untuk sistem kesehatan adalah membuat pengumpulan dan berbagi informasi lebih mudah. AI dapat membantu penyedia melacak data pasien dengan lebih efisien.

Salah satu contohnya adalah diabetes. Menurut Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit, 10% populasi AS menderita diabetes. Pasien sekarang dapat menggunakan perangkat wearable dan perangkat pemantauan lainnya yang memberikan masukan tentang kadar glukosa mereka kepada diri mereka sendiri dan tim medis mereka. AI dapat membantu penyedia layanan mengumpulkan informasi tersebut, menyimpan, dan menganalisisnya, serta memberikan insight berbasis data dari banyak orang. Penggunaan informasi ini dapat membantu profesional kesehatan menentukan cara mengobati dan mengelola penyakit dengan lebih baik.

Organisasi juga mulai menggunakan AI untuk membantu meningkatkan keamanan obat. Perusahaan SELTA SQUARE, misalnya, sedang melakukan inovasi proses farmakovigilans (PV), disiplin yang diamanatkan secara hukum untuk mendeteksi dan melaporkan efek samping dari obat-obatan, kemudian menilai, memahami, dan mencegah efek tersebut. PV menuntut upaya dan ketekunan yang signifikan dari produsen farmasi karena dilakukan mulai dari fase uji klinis hingga ketersediaan obat seumur hidup. Selta Square menggunakan kombinasi AI dan otomatisasi untuk membuat proses PV lebih cepat dan lebih akurat, yang membantu membuat obat-obatan lebih aman bagi orang-orang di seluruh dunia.

Terkadang, AI dapat mengurangi kebutuhan untuk menguji senyawa obat potensial secara fisik, yang merupakan penghematan biaya yang sangat besar. Simulasi molekuler dengan fidelitas tinggi dapat berjalan di komputer tanpa menimbulkan biaya tinggi metode penemuan tradisional.

AI juga memiliki potensi untuk membantu manusia memprediksi toksisitas, bioaktivitas, dan karakteristik molekul lainnya atau menciptakan molekul obat yang sebelumnya tidak diketahui dari awal.

10. Tata kelola AI dalam layanan Kesehatan

Seiring dengan makin pentingnya AI dalam penyediaan layanan kesehatan dan makin banyaknya aplikasi medis AI yang dikembangkan, tata kelola etika dan regulasi harus ditetapkan. Berbagai isu yang menjadi perhatian termasuk kemungkinan bias, kurangnya transparansi, masalah privasi terkait data yang digunakan untuk melatih model AI, serta masalah keamanan dan tanggung jawab.

“Tata kelola AI diperlukan, terutama untuk aplikasi klinis teknologi,” kata Laura Craft, VP Analyst di Gartner. “Namun, karena teknik AI baru sebagian besar merupakan wilayah baru bagi sebagian besar [organisasi penyedia layanan kesehatan], ada kekurangan aturan, proses, dan pedoman umum untuk diikuti oleh para pengusaha yang bersemangat ketika merancang proyek percontohan mereka.”

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menghabiskan waktu 18 bulan untuk berdiskusi dengan para pakar terkemuka di bidang etika, teknologi digital, hukum, dan hak asasi manusia serta berbagai anggota Kementerian Kesehatan untuk menghasilkan laporan yang diberi judul *Ethics & Governance of Artificial Intelligence for Health*. Laporan ini mengidentifikasi tantangan etika dalam penggunaan AI dalam layanan kesehatan, mengidentifikasi risiko, dan menguraikan enam prinsip konsensus untuk memastikan AI berfungsi demi kepentingan masyarakat:

- a. Melindungi otonomi
- b. Mendorong keselamatan dan kesejahteraan manusia
- c. Memastikan transparansi
- d. Menumbuhkan akuntabilitas
- e. Memastikan kesetaraan
- f. Mempromosikan alat yang responsif dan berkelanjutan

Laporan WHO juga memberikan rekomendasi yang memastikan pengaturan AI untuk layanan kesehatan memaksimalkan janji teknologi dan membuat petugas kesehatan bertanggung jawab dan responsif terhadap komunitas dan orang-orang yang bekerja dengan mereka.

1.5. PERAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM BIDANG KESEHATAN

Tidak bisa kita pungkiri, teknologi memegang peranan yang sangat besar dalam kelangsungan peradaban manusia zaman sekarang. Berawal dari revolusi industri di Inggris pada abad ke-19, teknologi telah mengubah bagaimana manusia melakukan pekerjaannya. Dari yang awalnya, semua pekerjaan murni dilakukan dengan tenaga dan memakan waktu yang lama, kini teknologi mengubah pekerjaan apapun menjadi lebih praktis dan efisien. Apapun dapat kita lakukan hanya dengan suara, sentuhan, atau gerakan. Salah satu inovasi jenius yang turun dari terciptanya teknologi adalah *artificial intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan.

Namun, tahukah Anda apa itu *artificial intelligence* atau AI? Haag dan Keen (dalam Amrizal dan Aini, 2013: 2) menjelaskan bahwa AI adalah sebuah bidang studi yang berhubungan dengan penangkapan, pemodelan, dan penyimpanan kecerdasan manusia dalam sebuah sistem teknologi informasi sehingga sistem tersebut dapat memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang biasanya dilakukan oleh manusia. AI bukanlah suatu program, melainkan suatu bidang ilmu pengetahuan yang terdiri atas disiplin ilmu lainnya, yaitu *machine learning*, *deep learning*, *neural network*, *cognitive computing*, *natural language processing*, serta *computer vision* (CSU Global, 2021).

AI bekerja dengan mengumpulkan berbagai kumpulan data dengan cekatan melalui algoritma yang dijalankan secara berulang. AI nantinya akan menganalisa pola serta keunikan yang mungkin ada dalam kumpulan data tersebut. Setiap sistemnya memproses data, ia akan mengukur ketepatan hasil pekerjaannya agar mampu meningkatkan performanya seiring berjalannya waktu. Selain itu, kecerdasan buatan juga mampu untuk memproses jutaan data dalam sekejap mata sehingga dapat mempercepat pengambilan keputusan oleh manusia.

Karena kemampuannya yang luar biasa itu, AI kerap diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan guna mempermudah pekerjaan manusia dan mengurangi waktu. Salah satu bidang yang telah dibantu dengan adanya AI adalah bidang kesehatan. Bahkan, menurut Gartner, 38% penyedia layanan kesehatan memanfaatkan teknologi AI sebagai penunjang diagnostik (Jovanovic, 2022). Menurut Bohr dan Memarzadeh (2020), penggunaan AI dalam bidang kesehatan di Amerika Serikat dapat memakan anggaran USD 150 miliar pada tahun 2026. Hal ini membuktikan betapa pentingnya peran AI dalam bidang kesehatan.

Dalam bidang kesehatan, seringkali para tenaga kesehatan dihadapi dengan tantangan untuk dapat menganalisis serta mengaplikasikan berbagai macam ilmu secara bersamaan. Hal ini diperlukan untuk dapat memecahkan masalah klinikal yang kompleks (Ramesh, Kambhampati, Monson, & Drew, 2004: 334). Dengan hadirnya AI di tengah-tengah bidang kesehatan, sistem pintarnya membantu nakes untuk membuat diagnosis serta memprediksi kemungkinan yang akan dihadapi. AI dalam pelayanan kesehatan didesain untuk membantu para nakes dalam pekerjaan yang mengharuskan mereka untuk memanipulasi data sekaligus menerapkan ilmu kesehatan.

Selain itu, AI juga dapat meningkatkan performa bidang pelayanan kesehatan dengan mengutamakan pengobatan preventif dan memungkinkan ditemukannya substansi obat baru. Contoh lain dari peranan AI dalam bidang kesehatan adalah IBM Watson yang mampu menyarankan perawatan yang tepat bagi pasien kanker. Menurut Insider Intelligent (2022), para peneliti di University of North Carolina Lineberger Comprehensive Cancer Center menggunakan IBM Watson untuk mengidentifikasi perawatan bagi lebih dari 1,000 pasien kanker (Insider Intelligence, 2022). IBM Watson menggunakan *big data analysis* untuk menentukan pilihan perawatan bagi pasien kanker dengan abnormalitas genetik.

Contoh selanjutnya adalah Cloud Healthcare milik Google yang memungkinkan dokter untuk dapat memperdalam informasi tentang pasiennya. Hal ini tentu sangat memudahkan dokter untuk dapat menentukan perawatan yang terbaik bagi pasiennya. Google juga bekerja sama dengan University of California, Stanford University, dan University of Chicago untuk dapat menciptakan sistem kecerdasan buatan yang dapat memprediksi jumlah kunjungan rumah sakit (Insider Intelligence, 2022). Teknologi ini dapat mencegah kunjungan berulang atau remisi dan ditujukan untuk mempersingkat waktu penanganan pasien.

Namun, ternyata AI tidak hanya berguna dalam perawatan dan pengobatan pasien, lho! AI juga digunakan dalam administrasi rumah sakit. Menurut Insider Intelligence (2022), 30% anggaran untuk bidang kesehatan dialokasikan untuk tugas administrasi. Dengan adanya AI, tugas-tugas administrasi seperti otorisasi asuransi kesehatan, menindaklanjuti tagihan yang belum dibayar, mencatat riwayat pasien dapat dilakukan secara otomatis. Jadi, anggaran dapat dialokasikan ke divisi lainnya dan beban kerja para nakes akan berkurang.

BAB II

PENERAPAN AI UNTUK KESEHATAN

1.1. PENGANTAR

Penggunaan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam bidang kesehatan telah menjadi topik yang semakin menarik perhatian dalam beberapa tahun terakhir. AI memiliki potensi besar untuk menghadirkan transformasi dalam pengelolaan kesehatan, diagnosis penyakit, perawatan pasien, dan penelitian medis.

Penggunaan AI dalam kesehatan dapat memberikan manfaat signifikan, seperti pengurangan biaya, peningkatan efisiensi, peningkatan akurasi dalam diagnosis, dan pemahaman yang lebih dalam terhadap data kesehatan yang kompleks. Selain itu, AI juga dapat membantu mempercepat penemuan dan pengembangan obat, serta meningkatkan perawatan pasien dengan pendekatan yang lebih personal dan berbasis bukti.

Latarnya, dengan perkembangan teknologi dan ketersediaan data medis yang semakin melimpah, AI dapat memproses data besar secara cepat dan efisien untuk menghasilkan wawasan baru dan membantu pengambilan keputusan yang lebih baik dalam praktik medis. Algoritma dan model AI, seperti *Convolutional Neural Networks* (CNNs), dapat digunakan untuk mengenali pola kompleks dalam data medis, termasuk gambar medis seperti radiologi, citra mikroskopis, dan citra MRI.

Aplikasi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah diterapkan secara luas dalam berbagai bidang, termasuk di bidang kesehatan. Penelitian yang dilakukan menggunakan aplikasi kecerdasan buatan untuk kesehatan bertujuan untuk memanfaatkan teknologi AI untuk meningkatkan diagnosis, pengobatan, dan pengelolaan penyakit, serta meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan secara keseluruhan.

Beberapa contoh penelitian dalam aplikasi kecerdasan buatan untuk kesehatan antara lain:

1. **Diagnosis Penyakit:** AI dapat digunakan untuk membantu dalam proses diagnosa penyakit. Dengan analisis data medis seperti data laboratorium, data pencitraan medis, dan data klinis pasien, AI dapat membantu mengenali pola yang mungkin sulit untuk dideteksi oleh tenaga medis. Misalnya, dalam deteksi kanker, AI dapat membantu mengenali tanda-tanda awal kanker pada hasil pemeriksaan mammografi atau hasil CT scan.
2. **Pengobatan yang Dipersonalisasi:** AI dapat membantu dalam menyusun rencana pengobatan yang dipersonalisasi untuk pasien berdasarkan data

medis mereka. Dengan mempelajari data medis pasien yang terkumpul dari berbagai sumber, seperti rekam medis elektronik, AI dapat memberikan rekomendasi pengobatan yang optimal berdasarkan karakteristik pasien, termasuk faktor risiko, riwayat penyakit, dan respon terhadap pengobatan sebelumnya.

3. **Monitoring Pasien:** AI dapat digunakan untuk memantau kondisi pasien secara real-time. Misalnya, dengan menggunakan sensor yang terhubung secara langsung ke pasien, AI dapat memantau data vital seperti tekanan darah, denyut jantung, atau kadar oksigen dalam darah. AI kemudian dapat menganalisis data tersebut dan memberikan peringatan dini jika terjadi perubahan yang mengkhawatirkan dalam kondisi pasien.
4. **Pengelolaan Data Medis:** AI dapat digunakan untuk mengelola data medis yang kompleks dan besar. Dalam bidang kesehatan, data medis yang terdiri dari berbagai jenis data seperti data klinis, data pencitraan medis, dan data genetik sering kali sangat kompleks dan memerlukan analisis yang cermat. Dengan menggunakan teknologi AI, data medis dapat dianalisis secara cepat dan akurat, yang dapat membantu tenaga medis dalam mengambil keputusan yang informasional.
5. **Penelitian Klinis:** AI dapat digunakan dalam penelitian klinis untuk membantu mempercepat proses pengujian obat atau terapi baru. AI dapat menganalisis data klinis dan genetik dari banyak pasien untuk mengidentifikasi pola yang mungkin tidak terdeteksi oleh manusia. Hal ini dapat membantu peneliti dalam mengidentifikasi kelompok pasien yang berpotensi merespons terapi baru, mengurangi biaya dan waktu yang diperlukan dalam penelitian klinis.

Namun, penting untuk diingat bahwa penggunaan aplikasi kecerdasan buatan dalam kesehatan juga memiliki tantangan, seperti masalah privasi dan keamanan data medis, etika dalam penggunaan AI dalam pengambilan keputusan medis, dan kualitas data medis yang digunakan dalam pengembangan model AI. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan dalam aplikasi kecerdasan buatan untuk kesehatan juga mencakup pengembangan metode dan protokol yang aman, etis, dan akurat dalam penggunaan AI dalam konteks medis.

Selain itu, penelitian juga berfokus pada pengembangan model AI yang dapat diinterpretasi dan dapat dipertanggungjawabkan secara medis. Model AI yang dapat dijelaskan oleh tenaga medis akan membantu dalam memahami bagaimana keputusan dibuat oleh AI dan memberikan keyakinan kepada tenaga medis dan pasien dalam mengandalkan hasil dari aplikasi kecerdasan buatan.

Penelitian juga melibatkan kolaborasi antara ahli kedokteran, peneliti teknologi informasi, dan pengambil keputusan kebijakan untuk memastikan bahwa penggunaan aplikasi kecerdasan buatan dalam kesehatan adalah aman, efektif,

dan sesuai dengan regulasi yang berlaku. Penelitian ini juga akan membantu dalam mengidentifikasi potensi kekurangan, memperbaiki kesalahan, dan meningkatkan performa aplikasi kecerdasan buatan untuk kesehatan.

Dalam rangka meningkatkan adopsi aplikasi kecerdasan buatan dalam kesehatan, penelitian juga akan menggali kemungkinan penggunaan teknologi AI untuk mengurangi kesenjangan kesehatan, meningkatkan aksesibilitas pelayanan kesehatan, dan meningkatkan hasil kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

Dalam kesimpulannya, penelitian dalam aplikasi kecerdasan buatan untuk kesehatan melibatkan penggunaan teknologi AI untuk meningkatkan diagnosis, pengobatan, dan pengelolaan penyakit, serta mengelola data medis secara efisien dan efektif. Penelitian ini juga melibatkan aspek privasi, etika, interpretabilitas, dan kolaborasi antara ahli kedokteran, peneliti teknologi informasi, dan pengambil keputusan kebijakan untuk memastikan penggunaan yang aman, efektif, dan sesuai dengan regulasi yang berlaku.

1.2. APLIKASI AI DALAM MONITORING KESEHATAN PASIEN

Monitoring kesehatan pasien adalah salah satu aplikasi telemedicine yang dapat dilakukan secara jarak jauh. Dalam monitoring kesehatan pasien, data kesehatan pasien seperti tekanan darah, detak jantung, tingkat gula darah, atau indikator kesehatan lainnya diukur dan dipantau secara berkala oleh tenaga medis atau perangkat medis yang sesuai. Data ini kemudian dikirim ke tenaga medis melalui platform telemedicine untuk dianalisis dan memberikan saran atau tindakan medis yang diperlukan. Berikut adalah beberapa detail lebih lanjut tentang monitoring kesehatan pasien yakni sebagai berikut :

- 1. Pengukuran Kesehatan:** Pasien dapat melakukan pengukuran kesehatan sendiri atau dengan bantuan perangkat medis yang sesuai, seperti tensi meter untuk mengukur tekanan darah, glucometer untuk mengukur tingkat gula darah, atau monitor detak jantung untuk mengukur denyut jantung. Data hasil pengukuran ini dapat diinput ke dalam platform telemedicine atau sistem manajemen kesehatan yang terintegrasi.
- 2. Pengiriman Data:** Data hasil pengukuran kesehatan pasien kemudian dikirimkan melalui koneksi internet ke platform telemedicine atau sistem manajemen kesehatan yang terintegrasi. Data ini dapat dikirimkan secara otomatis melalui perangkat medis yang terhubung, atau diinput manual oleh pasien atau tenaga medis.
- 3. Analisis Data:** Data yang diterima oleh platform telemedicine atau sistem manajemen kesehatan kemudian dianalisis untuk menghasilkan informasi

yang berguna tentang kondisi kesehatan pasien. Misalnya, data tekanan darah dapat digunakan untuk memantau kontrol hipertensi pasien, data tingkat gula darah dapat digunakan untuk mengelola diabetes, atau data detak jantung dapat digunakan untuk mengidentifikasi gangguan irama jantung.

4. **Pemberian Saran atau Tindakan Medis:** Setelah data dianalisis, tenaga medis dapat memberikan saran atau tindakan medis yang diperlukan. Misalnya, jika data menunjukkan adanya perubahan yang signifikan dalam kondisi kesehatan pasien, tenaga medis dapat memberikan saran untuk mengatur pengobatan, mengubah pola makan, atau merujuk pasien untuk evaluasi lebih lanjut.
5. **Komunikasi dengan Pasien:** Melalui platform telemedicine, tenaga medis dapat berkomunikasi dengan pasien secara online untuk memberikan penjelasan, menjawab pertanyaan, atau memberikan dukungan. Komunikasi dapat dilakukan melalui chat, video call, atau pesan elektronik.
6. **Pemantauan Berkala:** Monitoring kesehatan pasien dilakukan secara berkala sesuai dengan kebutuhan dan kondisi kesehatan pasien. Data kesehatan pasien dapat terus dipantau untuk mengikuti perkembangan kondisi kesehatan pasien sepanjang waktu, dan tindakan medis dapat diperbarui atau disesuaikan sesuai kebutuhan. Monitoring kesehatan pasien melalui telemedicine dapat digunakan dalam berbagai situasi, seperti pengelolaan penyakit kronis, pemantauan pasca-operasi, perawatan ibu hamil, atau pemantauan pasien dengan risiko tinggi atau yang tinggal di daerah terpencil. Beberapa manfaat dari monitoring kesehatan pasien melalui telemedicine antara lain:
 - a. **Penghematan Waktu dan Biaya:** Monitoring kesehatan pasien secara jarak jauh memungkinkan pasien untuk menghindari perjalanan rutin ke fasilitas medis untuk pengukuran atau pemantauan kesehatan. Hal ini dapat mengurangi biaya transportasi dan waktu yang diperlukan untuk pergi ke fasilitas medis, serta mengurangi risiko paparan infeksi.
 - b. **Penyuluhan dan Pendidikan Pasien:** Dalam monitoring kesehatan pasien, tenaga medis dapat memberikan penyuluhan dan pendidikan kepada pasien tentang pengelolaan kondisi kesehatan mereka, seperti pengaturan pengobatan, perubahan gaya hidup, atau perawatan mandiri. Pasien dapat belajar lebih banyak tentang kondisi kesehatan mereka dan memiliki pengetahuan yang lebih baik untuk mengelola kesehatan mereka sehari-hari.
 - c. **Pemantauan Berkala dan Intervensi Dini:** Monitoring kesehatan pasien secara teratur dapat membantu dalam mendeteksi perubahan kondisi kesehatan pasien dengan cepat. Hal ini memungkinkan tenaga medis untuk melakukan intervensi dini, seperti mengatur pengobatan atau

mengganti rencana perawatan, sehingga dapat mencegah komplikasi lebih lanjut atau perburukan kondisi kesehatan pasien.

- d. Meningkatkan Kualitas Hidup Pasien: Dengan monitoring kesehatan pasien, pasien dapat memiliki akses yang lebih mudah dan cepat untuk perawatan medis. Pasien dapat merasa lebih aman dan nyaman dalam mengelola kesehatan mereka sendiri, serta menghindari komplikasi yang mungkin terjadi akibat kurangnya pemantauan kesehatan.
- e. Meningkatkan Efisiensi Sistem Kesehatan: Monitoring kesehatan pasien melalui telemedicine dapat membantu mengurangi beban fasilitas medis dengan memungkinkan pengukuran dan pemantauan kesehatan pasien dilakukan secara jarak jauh. Hal ini dapat mengurangi antrian pasien di fasilitas medis dan meningkatkan efisiensi sistem kesehatan secara keseluruhan.

Namun, seperti halnya dengan aplikasi telemedicine lainnya, ada beberapa tantangan yang perlu diperhatikan dalam monitoring kesehatan pasien, seperti kebutuhan akan infrastruktur teknologi yang memadai, perlindungan data kesehatan pasien, dan koordinasi antara pasien, tenaga medis, dan perangkat medis yang terlibat dalam proses monitoring kesehatan. Oleh karena itu, implementasi monitoring kesehatan pasien melalui telemedicine harus memperhatikan aspek keamanan, privasi, dan regulasi yang berlaku.

1.3. APLIKASI AI DALAM DIAGNOSIS MEDIS

Pada tahun 2010-an, AI mulai diterapkan secara luas dalam bidang kesehatan. AI digunakan dalam diagnosis penyakit, peramalan prognosis pasien, manajemen data medis, telemedicine, dan berbagai aplikasi kesehatan lainnya. Teknologi AI telah digunakan untuk meningkatkan diagnosis dan pengobatan, mempercepat penemuan obat, membantu dalam manajemen penyakit kronis, dan meningkatkan perawatan pasien. Perkembangan Teknologi saat ini, AI dapat digunakan untuk membantu dalam diagnosis penyakit, seperti kanker, penyakit jantung, dan penyakit paru-paru. Contohnya, IBM Watson for Oncology adalah sistem AI yang membantu dokter dalam menentukan rencana perawatan untuk pasien kanker. Aplikasi Kecerdasan Buatan (AI) telah digunakan secara luas dalam bidang kesehatan, termasuk dalam proses diagnosis medis. Berikut adalah penjelasan secara detail tentang aplikasi AI dalam diagnosis medis, yakni sebagai berikut:

1. Pengolahan Data Medis, dimana AI dapat mengolah dan menganalisis data medis dalam jumlah besar secara cepat dan akurat. Data medis seperti catatan medis pasien, hasil tes laboratorium, citra medis, dan informasi klinis lainnya dapat digunakan oleh algoritma AI untuk mengidentifikasi

pola dan tren yang mungkin tidak dapat dikenali oleh manusia secara manual. Pengolahan data medis oleh AI dapat membantu dalam memperoleh informasi yang lebih komprehensif dan mendalam tentang kondisi medis pasien.

2. **Diagnosis Otomatis**, teknologi AI dapat digunakan untuk membuat diagnosis otomatis berdasarkan data medis yang ada. Algoritma AI dapat dilatih untuk mengenali pola klinis pada data medis pasien dan membuat diagnosis yang akurat dan cepat. Misalnya, dalam penggunaan citra medis seperti CT scan atau MRI, AI dapat membantu dalam mengidentifikasi tanda-tanda penyakit, tumor, atau kelainan lainnya yang mungkin sulit dideteksi oleh manusia secara visual.
3. **Prediksi Risiko Penyakit**, disini AI dapat digunakan untuk melakukan prediksi risiko penyakit berdasarkan faktor risiko dan data medis pasien. Algoritma AI dapat mengolah data seperti riwayat kesehatan pasien, faktor risiko seperti usia, jenis kelamin, riwayat keluarga, gaya hidup, dan hasil tes laboratorium untuk memprediksi risiko terjadinya penyakit tertentu seperti diabetes, kanker, atau penyakit jantung. Informasi ini dapat digunakan untuk melakukan tindakan pencegahan atau intervensi dini untuk mengurangi risiko penyakit.
4. **Dukungan Keputusan Klinis**, AI dapat digunakan sebagai alat untuk membantu dokter dalam pengambilan keputusan klinis. Algoritma AI dapat memberikan rekomendasi berdasarkan data medis pasien, pedoman klinis, penelitian medis terbaru, dan pengalaman sebelumnya. Hal ini dapat membantu dokter dalam membuat keputusan yang lebih informatif dan berbasis bukti dalam mengelola kasus pasien.
5. **Deteksi Dini Penyakit**, diharapkan AI dapat digunakan untuk deteksi dini penyakit berdasarkan data medis pasien. Algoritma AI dapat mengenali tanda-tanda awal penyakit pada data medis seperti perubahan dalam hasil tes laboratorium, pola klinis, atau gejala awal penyakit yang mungkin tidak dapat dikenali oleh manusia secara langsung. Hal ini dapat membantu dalam deteksi dini penyakit dan memungkinkan tindakan medis yang lebih awal dan efektif

Itulah beberapa contoh aplikasi kecerdasan buatan dalam diagnosis medis. Penggunaan AI dalam bidang kesehatan terus berkembang dan menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan diagnosa, pengobatan, dan pengelolaan pasien. Namun, penting untuk diingat bahwa AI tidak menggantikan peran dokter atau tenaga medis yang berpengalaman, tetapi sebagai alat yang dapat membantu dan meningkatkan pengambilan keputusan medis.

Penggunaan aplikasi kecerdasan buatan dalam diagnosis medis dapat diarahkan oleh beberapa kebutuhan yang melibatkan berbagai aspek dalam praktik medis.

Beberapa kebutuhan utama yang mungkin dihadapi dalam penggunaan aplikasi kecerdasan buatan dalam diagnosis medis antara lain:

Akurasi dan Kecepatan Diagnosis: Diagnosis yang akurat dan cepat sangat penting dalam pengelolaan pasien. Aplikasi kecerdasan buatan dapat membantu meningkatkan akurasi dan kecepatan diagnosis dengan menggunakan algoritma yang canggih untuk menganalisis data medis secara menyeluruh dan membandingkannya dengan basis data pengetahuan medis yang luas. Hal ini dapat membantu dalam mengidentifikasi penyakit dengan lebih akurat dan lebih cepat, meminimalkan risiko kesalahan dalam diagnosis, serta memungkinkan penanganan medis yang lebih dini dan efektif.

1. **Integrasi Data Medis yang Kompleks:** Data medis dapat berasal dari berbagai sumber, seperti rekam medis elektronik, hasil tes laboratorium, citra medis, dan data lainnya. Aplikasi kecerdasan buatan harus dapat mengintegrasikan dan menganalisis data medis yang kompleks dan beragam ini untuk menghasilkan diagnosis yang komprehensif. Oleh karena itu, diperlukan kemampuan aplikasi kecerdasan buatan untuk mengakses, menggali, dan mengintegrasikan data medis yang berbeda dari berbagai sumber dengan efisien dan akurat.
2. **Kemampuan Pembelajaran dan Adaptasi:** Aplikasi kecerdasan buatan harus mampu belajar dan beradaptasi dengan perubahan dalam praktik medis dan pengetahuan medis yang terus berkembang. Algoritma AI harus dapat diperbarui dan ditingkatkan secara berkala untuk mencerminkan perkembangan terbaru dalam ilmu kedokteran, pedoman klinis, dan penelitian medis. Selain itu, aplikasi kecerdasan buatan juga harus dapat mengenali pola dan tren baru dalam data medis pasien untuk memperbaiki kualitas diagnosis dan perawatan medis.
3. **Privasi dan Keamanan Data:** Data medis adalah data yang sangat sensitif dan harus dijaga privasinya dengan ketat sesuai dengan peraturan dan regulasi yang berlaku, seperti HIPAA di Amerika Serikat atau Undang-Undang Kesehatan di Indonesia. Oleh karena itu, aplikasi kecerdasan buatan harus memiliki langkah-langkah keamanan yang kuat untuk melindungi kerahasiaan dan integritas data medis pasien, serta memastikan penggunaan yang sesuai dan legal dari data medis.
4. **Interoperabilitas dan Integrasi Sistem:** Aplikasi kecerdasan buatan harus dapat berintegrasi dengan sistem medis yang ada, seperti sistem rekam medis elektronik, sistem laboratorium, dan sistem lainnya yang digunakan dalam praktik medis. Interoperabilitas yang baik akan memungkinkan aplikasi kecerdasan buatan untuk mengakses dan menganalisis data medis secara efisien, serta menghasilkan hasil yang dapat digunakan dalam

praktik medis sehari-hari.

5. Validasi dan Evidensiasi: Validasi dan evidensiasi yang kuat diperlukan dalam penggunaan aplikasi kecerdasan buatan dalam diagnosis medis. Aplikasi harus diuji secara klinis dan divalidasi menggunakan metode ilmiah yang sesuai untuk memastikan akurasi dan kualitas hasil diagnosis yang dihasilkan. Selain itu, evidensiasi dari hasil penggunaan aplikasi kecerdasan buatan dalam praktik medis yang sebenarnya dapat digunakan untuk memperkuat kepercayaan dan penerimaan terhadap teknologi ini oleh praktisi medis, pasien, dan pemangku kepentingan lainnya.
6. Biaya dan Nilai Ekonomi: Aspek ekonomi juga menjadi pertimbangan dalam penggunaan aplikasi kecerdasan buatan dalam diagnosis medis. Aplikasi harus memberikan nilai tambah yang cukup besar bagi praktisi medis, pasien, dan sistem kesehatan secara keseluruhan untuk dapat dijustifikasi dari segi biaya. Oleh karena itu, perhitungan biaya dan manfaat harus diperhitungkan dalam penggunaan aplikasi kecerdasan buatan dalam praktik medis.

1.4. PREDIKSI JENIS KANKER BERDASARKAN CITRA MEDIS

Penerapan AI dalam bidang Kesehatan salah satunya adalah memprediksi jenis kanker berdasarkan citra medis. Berikut ini adalah contoh algoritma untuk penggunaan aplikasi kecerdasan buatan (AI) dalam kesehatan. Dalam contoh ini, kita akan menggunakan pustaka TensorFlow dan Keras untuk mengimplementasikan sebuah model jaringan saraf tiruan (Artificial Neural Network) untuk prediksi jenis kanker berdasarkan citra medis.

Algoritma yang digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN), yang merupakan salah satu jenis dari jaringan saraf tiruan (Artificial Neural Network) yang khusus digunakan untuk memproses data citra. Berikut adalah penjelasan singkat tentang struktur model CNN yang diimplementasikan:

1. Layer Conv2D:

Layer ini bertanggung jawab untuk melakukan konvolusi pada citra input. Konvolusi adalah operasi matematis untuk mengambil fitur-fitur penting dari citra dengan menggeserkan filter pada citra tersebut.

2. Layer MaxPooling2D:

Layer ini bertanggung jawab untuk melakukan pooling pada citra hasil konvolusi. Pooling digunakan untuk mengurangi ukuran citra dengan memilih nilai maksimal dari area yang diberikan.

3. Layer Flatten:

Layer ini digunakan untuk meratakan citra hasil pooling menjadi vektor satu dimensi, sehingga dapat dihubungkan dengan layer berikutnya.

4. Layer Dense:

Layer ini merupakan layer fully connected (sepenuhnya terhubung) yang digunakan untuk menghubungkan vektor hasil flatten dengan output yang diinginkan. Activation function yang digunakan adalah ReLU (Rectified Linear Unit) untuk memperkenalkan non-linearitas.

5. Layer Dropout:

Layer ini digunakan untuk mencegah overfitting dengan menghapus sebagian neuron secara acak selama proses pelatihan. Nilai dropout rate yang digunakan dalam contoh ini adalah 0.5, yang berarti setiap neuron memiliki peluang 50% untuk dihapus selama pelatihan.

6. Layer Dense (output layer):

Layer ini merupakan output layer yang digunakan untuk memberikan prediksi kelas (jenis kanker) dari citra input. Activation function yang digunakan adalah softmax, yang menghasilkan probabilitas untuk setiap kelas.

Selain itu, kita juga menggunakan data augmentasi pada data latih menggunakan ImageDataGenerator, yang bertujuan untuk memperluas variasi citra latih dengan melakukan operasi seperti rescale, shear, zoom, dan flip horizontal. Setelah membangun model, kita mengkompilasi model dengan optimizer Adam, loss function categorical_crossentropy (karena kita memiliki lebih dari 2 kelas), dan menggunakan metrik akurasi untuk evaluasi. Model kemudian dilatih dengan data latih dan divalidasi dengan data uji selama 50 epochs. Setelah pelatihan selesai, kita melakukan prediksi pada data uji dan menghitung akurasi model menggunakan accuracy_score. Laporan klasifikasi (classification_report) juga dicetak untuk mengevaluasi performa model dalam memprediksi kelas-kelas yang ada.

1.5. PENERAPAN KECERDASAN BUATAN DALAM KEDOKTERAN

a. Diagnosis dan Deteksi Penyakit

AI mempunyai beberapa potensial manfaat membantu diagnosis penyakit antara lain, peningkatan akurasi diagnosis dalam diagnosis penyakit, peningkatan efisiensi, dukungan keputusan yang lebih baik, pengobatan yang dipersonalisasi, deteksi dan pencegahan dini akses kesehatan jarak jauh dan di daerah terpencil. Algoritma AI meningkatkan akurasi diagnosis karena dapat menganalisis data medis dalam jumlah besar dan mengidentifikasi pola yang mungkin tidak mudah terdeteksi oleh dokter manusia. Hal ini dapat menghasilkan diagnosis yang lebih akurat dan tepat waktu. Selain meningkatkan akurasi diagnosis, AI juga meningkatkan efisiensi proses diagnosis. AI dapat mengotomatisasi beberapa aspek dari proses diagnosis,

seperti analisis gambar atau interpretasi data, sehingga tenaga medis dapat fokus pada tugas-tugas penting lainnya. Hal ini dapat menghasilkan diagnosis yang lebih cepat dan efisien (Al-Antari, 2023).

Sistem AI dapat membantu dokter dalam membuat keputusan yang lebih baik. Sistem AI memberikan rekomendasi berdasarkan bukti dan pilihan pengobatan berdasarkan analisis data medis yang luas, sehingga membantu dokter memilih rencana pengobatan yang paling tepat (Al-Antari, 2023).

Algoritma AI dapat menganalisis data pasien secara individual, termasuk informasi genetik, riwayat medis, dan faktor gaya hidup, untuk memberikan diagnosis dan rekomendasi pengobatan yang dipersonalisasi. Hal ini dapat menghasilkan intervensi yang lebih terarah dan efektif. Algoritma AI dapat membantu deteksi dan pencegahan dini suatu penyakit. Algoritma AI dapat menganalisis data dari berbagai sumber, seperti catatan kesehatan elektronik, perangkat wearable, dan media sosial, untuk mengidentifikasi tanda-tanda awal penyakit atau faktor risiko. Hal ini dapat memungkinkan intervensi proaktif dan langkah-langkah pencegahan. Alat diagnosis berbasis AI dapat diterapkan di daerah terpencil atau yang kurang terlayani di mana akses ke tenaga medis mungkin terbatas. Hal ini dapat membantu mengatasi kesenjangan akses kesehatan dan memberikan diagnosis tepat (Al-Antari, 2023).

Saat ini, AI sudah digunakan dalam membantu diagnosis penyakit. Salah satu teknologi AI yang canggih yang berpotensi meningkatkan diagnosis medis adalah kecerdasan buatan kuantum atau Quantum Artificial intelligence (QAI). Komputer kuantum memiliki daya pemrosesan yang jauh lebih besar daripada komputer klasik, yang memungkinkan algoritma AI kuantum untuk menganalisis jumlah data medis yang besar secara real-time, sehingga menghasilkan diagnosis yang lebih akurat dan efisien (Al-Antari, 2023).

Teknologi AI canggih lainnya adalah kecerdasan buatan umum atau General Artificial intelligence (GAI). GAI mengacu pada sistem AI yang memiliki kecerdasan mirip manusia dan dapat melakukan berbagai tugas. Dalam konteks diagnosis medis, GAI dapat meningkatkan akurasi, kecepatan, dan efisiensi diagnosis dengan menganalisis jumlah data medis yang besar dan mengidentifikasi pola dan hubungan (Al-Antari, 2023).

Dalam diagnosis penyakit, beberapa algoritma AI yang biasa digunakan antara lain, Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks, ANN), Mesin Vektor Dukungan (Support Vector Machines, SVM), dan Pohon Keputusan (Decision Trees). Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks, ANN): ANN adalah model komputasi yang terinspirasi oleh struktur dan fungsi jaringan saraf manusia. Algoritma ini telah diterapkan dalam diagnosis

berbagai penyakit dengan hasil yang baik. Sebagai contoh, dalam diagnosis penyakit Parkinson, ANN mencapai akurasi sebesar 85%. Dalam diagnosis keparahan asma, ANN mencapai akurasi sebesar 92%. Mesin Vektor Dukungan (Support Vector Machines, SVM): SVM adalah algoritma pembelajaran mesin yang digunakan untuk klasifikasi. Dalam diagnosis penyakit, SVM telah digunakan dengan sukses. Sebagai contoh, dalam diagnosis kanker payudara, SVM mencapai akurasi sebesar 97%. Pohon Keputusan (Decision Trees): Pohon keputusan adalah model prediktif yang menggunakan struktur pohon untuk menggambarkan keputusan dan konsekuensinya. Algoritma ini telah diterapkan dalam diagnosis penyakit dengan kinerja yang baik. Sebagai contoh, dalam diagnosis penyakit kulit erythematosquamous, pendekatan deep learning hibrida menggunakan pohon keputusan mencapai akurasi sebesar 92% (Mirbabaie dkk., 2021).

Mekanisme teknologi AI dalam mendiagnosa penyakit melibatkan beberapa langkah. Pertama, algoritma AI akan dilatih menggunakan data set yang terdiri dari gambar medis, data pasien, dan informasi medis lainnya. Pelatihan ini melibatkan proses machine learning dan deep learning di mana algoritma akan belajar mengenali pola dan hubungan antara data yang berbeda. Setelah dilatih, algoritma AI dapat diterapkan pada data baru untuk mendiagnosa penyakit. Misalnya, dalam kasus gambar medis, algoritma AI akan menganalisis gambar tersebut untuk mendeteksi kelainan atau tanda-tanda penyakit tertentu. Algoritma ini dapat menggunakan teknik pengolahan citra dan pengenalan pola untuk mengidentifikasi fitur-fitur yang relevan dengan penyakit yang sedang dicari. Selain itu, algoritma AI juga dapat menganalisis data pasien lainnya, seperti riwayat medis, hasil tes laboratorium, dan tanda-tanda vital. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor ini, algoritma AI dapat memberikan prediksi dan rekomendasi diagnosis yang lebih akurat (AI-Antari, 2023).

Integrasi AI ke dalam lingkungan klinis untuk diagnosis penyakit dapat dilakukan melalui beberapa langkah dan strategi. Berikut adalah beberapa cara AI dapat diintegrasikan ke dalam lingkungan klinis. Pertama, pengumpulan dan pengolahan data. AI membutuhkan data medis yang berkualitas untuk melakukan diagnosis penyakit. Oleh karena itu, langkah pertama adalah mengumpulkan data medis yang relevan dari berbagai sumber, seperti catatan medis elektronik, hasil tes laboratorium, dan gambar medis. Data ini kemudian diproses dan disiapkan untuk digunakan dalam algoritma AI. Kedua, pengembangan model AI. Setelah data dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah mengembangkan model AI yang sesuai untuk diagnosis penyakit. Ini melibatkan pemilihan algoritma AI yang tepat, seperti jaringan saraf tiruan (ANN) atau mesin vektor dukungan (SVM), dan melatih

model menggunakan data yang dikumpulkan sebelumnya. Ketiga, validasi dan evaluasi. Setelah model AI dikembangkan, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi dan evaluasi untuk memastikan kinerja yang baik. Ini melibatkan pengujian model menggunakan data yang independen dan membandingkan hasil diagnosis AI dengan diagnosis yang dilakukan oleh ahli medis (Mirbabaie dkk., 2021).

Penting untuk dicatat bahwa teknologi AI dalam mendiagnosis penyakit masih dalam tahap pengembangan dan penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan akurasi dan efektivitasnya. Selain itu, ada juga tantangan terkait kualitas data, bias, privasi, dan interoperabilitas, validasi dan regulasi, serta kepercayaan masyarakat yang perlu diatasi (Al-Antari, 2023).

Kualitas dan ketersediaan data medis menjadi salah satu tantangan algoritma AI. Algoritma AI membutuhkan data medis yang berkualitas tinggi dan berlabel untuk melatih model dengan baik. Namun, data medis seringkali fragmentaris, tidak lengkap, tidak berlabel, atau tidak tersedia secara luas (Al-Antari, 2023).

Algoritma AI juga rentan terhadap bias dalam data. Jika algoritma AI dilatih dengan data yang tidak mewakili populasi yang dituju, dapat terjadi bias dalam diagnosis. Hal ini dapat menghasilkan diagnosis yang tidak akurat atau tidak adil (Al-Antari, 2023).

Privasi dan keamanan data juga menjadi tantangan algoritma AI dalam mendiagnosa penyakit. Penggunaan AI dalam diagnosis medis melibatkan pengolahan data medis yang sensitif. Hal ini menimbulkan pertanyaan etis tentang privasi data, transparansi algoritma, dan akuntabilitas atas keputusan yang diambil oleh algoritma AI (Al-Antari, 2023). Alat diagnostik berbasis AI seringkali dikembangkan oleh perusahaan dan organisasi yang berbeda. Diperlukan standar dan protokol interoperabilitas untuk memastikan bahwa alat-alat ini dapat bekerja secara efektif bersama-sama (Al-Antari, 2023).

Algoritma AI dalam diagnosis medis juga perlu divalidasi secara menyeluruh untuk memastikan keandalan dan keakuratan hasilnya. Selain itu, diperlukan regulasi yang tepat untuk mengatur penggunaan teknologi AI dalam praktik medis (Al-Antari, 2023).

Kepercayaan dan penerimaan juga menjadi salah satu isu yang harus diperhatikan karena penggunaan teknologi AI dalam diagnosis medis juga memerlukan kepercayaan dan penerimaan dari masyarakat dan profesional kesehatan. Pendidikan dan pemahaman yang lebih baik tentang potensi dan batasan AI dalam diagnosis medis perlu ditingkatkan (Al-Antari, 2023).

b. Telemedicine

Telemedicine atau telemedis, berasal dari kata “tele-“ yang berarti “jarak jauh”, dan “medis” yang berarti “bersifat kedokteran”. Secara keseluruhan, layanan telemedis berarti “layanan yang menggunakan fasilitas komunikasi elektronik untuk memberikan pelayanan atau dukungan medis dari jarak yang terpisah (tidak bertatap muka)”. Fasilitas komunikasi yang digunakan bermacam-macam, dapat berupa telepon, panggilan video (video call), situs internet, atau alat canggih lainnya (Prawiroharjo dkk., 2019).

Kelebihan utama layanan telemedis adalah penggunaan teknologi untuk mengeliminasi batasan jarak dan geografis serta biaya yang terkait, khususnya untuk pelayanan medis di daerah terpencil yang kekurangan tenaga medis. Hal ini sangat relevan dan menjadi keniscayaan di Indonesia, yang memiliki area sangat luas, terdiri dari ribuan pulau, dengan infrastruktur transportasi penghubung masih belum baik, serta memiliki jumlah dokter yang sangat terbatas. Sementara itu, jaringan internet dapat ditunjang melalui satelit ke seluruh pelosok nusantara, melintasi kendala geografis seperti laut, bukit, gunung, hutan, dan sebagainya. Tentu saja dengan demikian pemerintah Indonesia perlu memprioritaskan investasi dalam pengadaan satelit milik negara yang dapat menunjang pelayanan telemedis (Prawiroharjo dkk., 2019).

Telemedis memiliki manfaat dalam meningkatkan akses ke layanan kesehatan adalah sebagai berikut: 1) Peningkatan akses ke layanan kesehatan: Telemedis memungkinkan pasien untuk mengakses layanan kesehatan secara jarak jauh, mengatasi hambatan geografis dan meningkatkan akses bagi individu di daerah pedesaan atau yang kurang terlayani. 2) Kemudahan dan penghematan waktu: Telemedis menghilangkan kebutuhan bagi pasien untuk melakukan perjalanan ke fasilitas kesehatan, menghemat waktu dan mengurangi beban transportasi serta waktu menunggu. 3) Konsultasi dengan spesialis: Telemedis memungkinkan pasien untuk berkonsultasi dengan spesialis yang mungkin tidak tersedia di daerah mereka. Ini meningkatkan akses ke perawatan khusus dan keahlian. 4) Kontinuitas perawatan: Telemedis memfasilitasi konsultasi tindak lanjut dan pemantauan jarak jauh, memastikan kontinuitas perawatan bagi pasien dengan kondisi kronis atau yang membutuhkan pemeriksaan rutin. 5) Efisiensi biaya: Telemedis dapat mengurangi biaya perawatan kesehatan dengan menghilangkan biaya perjalanan dan mengurangi rawat inap atau kunjungan ke unit gawat darurat (Nittari dkk., 2020).

Selain memiliki manfaat, telemedis juga memiliki keterbatasan dalam memberikan layanan kesehatan. Telemedis memberikan ruang yang terbatas untuk melakukan pemeriksaan fisik. Konsultasi telemedis mungkin tidak memungkinkan pemeriksaan fisik yang komprehensif, yang dapat

membatasi kemampuan untuk mendiagnosa kondisi dengan akurat. Telemedis juga bergantung pada teknologi, seperti konektivitas internet dan platform konferensi video. Akses terbatas terhadap teknologi atau masalah teknis dapat menghambat implementasi dan efektivitas telemedis. Masalah privasi dan keamanan juga menjadi isu dalam layanan kesehatan menggunakan telemedis karena telemedis melibatkan transmisi dan penyimpanan informasi pasien yang sensitif. Selain itu, memastikan privasi dan keamanan data sangat penting untuk menjaga kerahasiaan pasien dan mematuhi peraturan. Telemedis mungkin kekurangan sentuhan pribadi dan interaksi tatap muka yang disukai beberapa pasien. Hal ini dapat mempengaruhi hubungan pasien penyedia dan keseluruhan pengalaman pasien. Selain itu, praktik telemedis harus mematuhi persyaratan hukum dan peraturan, yang dapat berbeda di seluruh yurisdiksi. Menavigasi kompleksitas ini dan memastikan kepatuhan dapat menjadi tantangan (Jin dkk., 2020). Tantangan etika dan hukum utama dalam telemedis meliputi masalah persetujuan yang diinformasikan, perlindungan data, privasi pasien, malpraktik, dan tanggung jawab hukum. Tantangan tantangan ini muncul karena sifat jarak jauh dalam telemedis dan penggunaan teknologi telekomunikasi untuk memberikan layanan kesehatan. Penting untuk memastikan bahwa pasien sepenuhnya memahami risiko dan manfaat telemedis serta memberikan persetujuan yang diinformasikan untuk pengobatan (Jin dkk., 2020).

Perlindungan data pasien dan menjaga kerahasiaan dalam pertemuan telemedis juga merupakan hal yang harus diperhatikan secara signifikan karena sifat sensitif dari informasi pasien yang ditransmisikan dan disimpan secara elektronik. Implikasi perlindungan data dan privasi dalam telemedis meliputi: 1) Kerahasiaan: Telemedis melibatkan transmisi dan penyimpanan data pasien, termasuk catatan medis, hasil tes, dan informasi pribadi. Memastikan kerahasiaan data ini penting untuk menjaga kepercayaan pasien dan mematuhi kewajiban hukum dan etika. 2) Keamanan: Platform dan sistem telemedis harus memiliki langkah-langkah keamanan yang kuat untuk melindungi data pasien dari akses yang tidak sah, pelanggaran, atau serangan siber. Enkripsi, jaringan yang aman, dan protokol otentikasi diperlukan untuk melindungi informasi pasien. 2) Persetujuan dan kontrol: Pasien harus memiliki kendali atas data mereka dan diberi informasi tentang bagaimana informasi mereka akan digunakan dan dibagikan. Mendapatkan persetujuan yang diinformasikan untuk pengumpulan, penyimpanan, dan berbagi data penting untuk menghormati otonomi dan privasi pasien. 3) Yurisdiksi dan masalah lintas batas: Telemedis sering melibatkan transmisi data lintas batas, yang dapat menimbulkan tantangan yurisdiksi dan hukum. Berbagai negara

mungkin memiliki peraturan dan standar yang berbeda untuk perlindungan data, sehingga penting untuk mengatasi kompleksitas ini dan memastikan kepatuhan. 4) Kepatuhan terhadap regulasi: Penyedia telemedis harus mematuhi regulasi perlindungan data dan privasi yang relevan, seperti General Data Protection Regulation (GDPR) di Uni Eropa atau Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) di Amerika Serikat. Kepatuhan terhadap regulasi ini membantu melindungi privasi pasien dan menghindari konsekuensi hukum. 5) Pelanggaran dan akuntabilitas data: Jika terjadi pelanggaran data atau akses tidak sah ke informasi pasien, penyedia telemedis harus memiliki protokol untuk merespons dengan segera, mengurangi bahaya, dan memberi tahu individu yang terkena dampak. Akuntabilitas untuk pelanggaran data sangat penting untuk menjaga kepercayaan pasien dan memastikan tindakan yang tepat diambil (Nittari dkk., 2020).

Selain itu, potensi malpraktik dan tanggung jawab hukum dalam telemedis menimbulkan pertanyaan tentang akuntabilitas dan tanggung jawab. Tantangan-tantangan ini menekankan perlunya pedoman etika yang jelas dan regulasi hukum untuk mengatur praktik telemedis dan melindungi baik pasien maupun penyedia layanan kesehatan (Nittari dkk., 2020).

Dalam praktik telemedis, persetujuan yang diinformasikan dapat diperoleh melalui berbagai metode. Salah satu pendekatan adalah dengan memberikan informasi yang detail kepada pasien tentang proses telemedis, termasuk tujuan, manfaat, dan potensi risiko yang terlibat. Informasi ini dapat disampaikan melalui materi tertulis, video, atau sumber daya online (Nittari dkk., 2020).

Selain itu, penyedia layanan kesehatan dapat melakukan diskusi dengan pasien untuk memastikan mereka memahami sifat telemedis, layanan yang diberikan, dan adanya batasan atau alternatif yang tersedia. Diskusi ini dapat dilakukan melalui konferensi video atau panggilan telepon, memungkinkan pasien untuk bertanya dan mencari klarifikasi (Nittari dkk., 2020).

Penting untuk mendokumentasikan proses persetujuan yang diinformasikan dalam pertemuan telemedis. Hal ini dapat dilakukan dengan meminta pasien untuk menandatangani formulir persetujuan secara elektronik atau dengan merekam persetujuan verbal mereka selama sesi telemedis. Selanjutnya, penyedia layanan kesehatan harus memastikan bahwa pasien memiliki kesempatan untuk mencabut persetujuan mereka kapan saja selama pertemuan telemedis. Hal ini dapat disampaikan kepada pasien pada awal sesi dan diulang sesuai kebutuhan (Nittari dkk., 2020).

Regulasi telemedis yang efektif sangat penting untuk memastikan keselamatan pasien dan kualitas perawatan. Berikut adalah beberapa strategi

yang dapat diterapkan. Pertama, menetapkan pedoman dan standar yang jelas. Badan regulasi harus mengembangkan pedoman dan standar komprehensif untuk praktik telemedis, mencakup area seperti privasi pasien, keamanan, persetujuan yang diinformasikan, dan protokol klinis. Pedoman ini harus diperbarui secara berkala untuk menjaga kecepatan perkembangan teknologi. Kedua, lisensi dan kredensial. Penyedia telemedis harus diwajibkan untuk memperoleh lisensi dan kredensial yang sesuai untuk memastikan kualifikasi dan kompetensi mereka. Ini dapat mencakup verifikasi lisensi medis, sertifikasi, dan kepatuhan terhadap standar profesional. Ketiga, privasi dan keamanan data. Regulasi harus mengatasi perlindungan data pasien selama konsultasi telemedis dan memastikan kepatuhan terhadap undang-undang privasi yang relevan. Ini termasuk transmisi yang aman, penyimpanan, dan langkah-langkah pengendalian akses. Keempat, malpraktik dan tanggung jawab. Pedoman yang jelas harus ditetapkan mengenai tanggung jawab penyedia telemedis dalam kasus malpraktik atau kejadian yang merugikan. Ini dapat mencakup menentukan standar perawatan, persyaratan persetujuan yang diinformasikan, dan mekanisme untuk menangani keluhan atau sengketa pasien. Kelima, jaminan kualitas dan pemantauan. Badan regulasi harus menerapkan mekanisme untuk memantau dan mengevaluasi kualitas layanan telemedis. Ini dapat mencakup audit reguler, penilaian kinerja, dan mekanisme umpan balik dari pasien dan profesional kesehatan. Keenam, pelatihan dan pendidikan telemedis. Peraturan harus menekankan pentingnya pelatihan dan pendidikan bagi profesional kesehatan yang terlibat dalam telemedis. Ini dapat mencakup program pelatihan khusus, persyaratan pendidikan berkelanjutan, dan harus berkolaborasi dengan organisasi perawatan kesehatan, asosiasi profesional, dan penyedia teknologi untuk mengembangkan dan menerapkan peraturan yang efektif. Hal ini dapat memastikan bahwa peraturan bersifat praktis, mudah beradaptasi, dan selaras dengan praktik terbaik industri (Jin dkk., 2020).

Di Indonesia sendiri, selama masa pandemi COVID-19, telemedis berperan besar dalam memberikan kontinuitas perawatan bagi pasien penyakit kronis. Telemedis menjadi alternatif untuk menggantikan layanan perawatan tatap muka yang terbatas selama pandemi. Teknologi ini memungkinkan pasien untuk tetap mendapatkan akses ke layanan kesehatan yang mereka butuhkan tanpa harus datang ke fasilitas kesehatan secara fisik. Hal ini memungkinkan pasien untuk berkonsultasi dengan dokter, mendapatkan resep obat, dan memantau kondisi kesehatan mereka tanpa harus datang ke rumah sakit atau klinik secara langsung (Bitar & Alismail, 2021).

Dengan adanya teknologi ini, pasien penyakit kronis dapat tetap mendapatkan perawatan yang mereka butuhkan tanpa harus meningkatkan risiko terpapar COVID-19 di lingkungan fasilitas kesehatan. Selain itu, telemedis juga dapat membantu mengurangi beban sistem kesehatan dengan mengurangi jumlah penilaian kompetensi. Ketujuh, kolaborasi dan koordinasi. Badan pengatur pasien yang datang ke fasilitas kesehatan secara fisik (Bitar & Alismail, 2021).

Dalam pengembangan infrastruktur dan kesiapan untuk telemedis di negara-negara berkembang, terdapat beberapa kebutuhan utama yang perlu dipenuhi. Salah satunya adalah meningkatkan infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang dapat mendukung layanan telemedis. Hal ini meliputi akses yang luas terhadap internet yang stabil dan cepat, serta ketersediaan perangkat seperti komputer, smartphone, dan perangkat medis terkait telemedis (Bitar & Alismail, 2021).

Selain itu, pelatihan dan pendidikan bagi tenaga medis dan staf kesehatan juga menjadi kebutuhan penting. Mereka perlu diberikan pengetahuan dan keterampilan yang cukup untuk menggunakan teknologi telemedis dengan efektif dan aman. Pelatihan ini dapat mencakup penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak telemedis, serta etika dan privasi dalam penggunaan teknologi ini (Bitar & Alismail, 2021).

Selanjutnya, perlu adanya kebijakan dan regulasi yang mendukung pengembangan telemedis di negaranegara berkembang. Hal ini meliputi penetapan standar dan pedoman penggunaan telemedis, perlindungan data dan privasi pasien, sertapembayaran dan penggantian biaya layanan telemedis oleh sistem kesehatan (Bitar & Alismail, 2021)

Dalam layanan telemedis dengan maksud komunikasi/konsultasi dan supervisi antara staf medis jenis ini, satu pihak staf medis melakukan interaksi tatap muka langsung dengan pasien, namun melibatkan staf medis lain yang dihubungi melalui layanan telemedis. Umumnya kedua pihak staf medis itu adalah sama-sama dokter atau tim dokter, namun dapat juga antara perawat home care dengan dokter. Contoh paling sederhana adalah konsul dokter jaga IGD kepada spesialis, atau konsul dokter residen kepada konsultannya (Prawiroharjo dkk., 2019).

Seperti halnya konsultasi antara dokter dengan spesialis, layanan telemedis dapat digunakan untuk memperoleh ekspertise atas pemeriksaan penunjang tertentu dari ahli atau spesialis terkait. Salah satu yang paling sering digunakan adalah teleradiologi, yakni penggunaan teknologi untuk mengirim data radiologis ke sentra lain untuk diinterpretasi oleh dokter spesialis radiologi di tempat tersebut. Teknik ini sangat membantu pelayanan

medis mengingat jumlah spesialis radiologi yang sangat terbatas (Prawiroharjo dkk., 2019).

Layanan telemedis hendaknya dikembangkan bukan untuk merusak, melainkan memperkuat nilai-nilai luhur etika kedokteran berdasarkan KODEKI dan 32 Sumpah Dokter. Oleh karena itu, IDI dan MKEK perlu mulai memperhatikan layanan-layanan telemedis yang makin menjamur, karena sesungguhnya praktik-praktik ini memberikan saran medis layaknya praktik dokter biasa, dan hingga saat ini belum dikendalikan peraturan apapun; dokter telemedis tidak memerlukan SIP, dan layanannya pun tidak memerlukan izin (Prawiroharjo dkk., 2019).

IDI/MKEK bekerjasama dengan pemerintah perlu mendata dan mengaudit semua layanan semacam ini, baik dari segi protokol pelayanan maupun teknis internet, demi menjamin kualitas pelayanan kesehatan dan konfidensialitas pasien. Kemudian IDI/MKEK dapat memberikan saran perbaikan untuk pelayanan yang terbukti kurang atau bahkan mengadvokasi penutupan layanan yang bandel. Dokter dan pelayanan telemedis perlu didaftarkan secara terpusat, misalnya dengan pemberian izin praktik telemedis khusus yang diatur dalam regulasi negara. MKEK juga perlu menerbitkan fatwa etik yang sesuai sebagai batasan etik umum bagi dokter-dokter yang menjalankan layanan telemedis. IDI dan MKEK hendaknya tegas kepada pelayanan-pelayanan telemedis yang ditemukan mulai menyimpang, dan memastikan agar interaksi jarak jauh ini tidak menggeser keluhuran interaksi dokter pasien (Prawiroharjo dkk., 2019).

c. Robotika dalam Pembedahan

Peran AI dalam pengembangan robotik bedah adalah untuk meningkatkan efisiensi prosedur bedah (Zhou dkk., 2020). Penggunaan robotika dalam bedah termasuk juga meningkatkan akurasi, visualisasi yang lebih baik, akses yang lebih baik ke area yang sulit dijangkau, dan pemulihan yang lebih cepat bagi pasien (Brodie & Vasdev, 2018). Dalam pengembangan robotik bedah, AI dapat digunakan dalam empat aspek utama: persepsi, lokalisasi dan pemetaan, pemodelan dan kontrol sistem, serta interaksi manusia-robot (Zhou dkk., 2020).

Pemodelan dan kontrol sistem melibatkan pengembangan model matematika yang akurat dari sistem bedah robotik. Teknik AI, seperti pembelajaran mesin dan kontrol adaptif, digunakan untuk mengoptimalkan kontrol robot bedah dan meningkatkan efisiensi prosedur. Hal ini dapat mempersingkat waktu operasi dan meminimalkan risiko komplikasi (Zhou dkk., 2020).

Interaksi manusia dengan robot adalah aspek penting lain dari bedah robotik. AI dapat digunakan untuk meningkatkan komunikasi dan kolaborasi antara ahli bedah dan robot. Teknik seperti pengenalan suara dan pengenalan gerakan memungkinkan robot dikendalikan melalui perintah suara atau gerakan tangan, meningkatkan efisiensi dan keamanan prosedur pembedahan (Zhou dkk., 2020).

Terdapat beberapa tren terkini dalam pengembangan AI dalam bedah. 1) Penggunaan Deep Learning: Deep learning telah menjadi tren utama dalam pengembangan AI dalam bedah. Teknik ini memungkinkan pengembangan algoritma yang dapat belajar secara mandiri dari data medis yang besar dan kompleks. Deep Learning telah digunakan dalam berbagai aplikasi bedah, termasuk segmentasi gambar medis, deteksi patologi, dan prediksi hasil operasi. 2) Penggunaan Augmented reality (AR) dan Virtual reality (VR): AR dan VR telah digunakan dalam bedah untuk membantu visualisasi dan navigasi bedah. AI dapat digunakan dalam pengembangan sistem AR dan VR untuk memperbaiki persepsi dan pemetaan lingkungan bedah, serta untuk mengintegrasikan data medis dengan pandangan bedah real-time. 3) Pengembangan Robotik Bedah: AI telah digunakan dalam pengembangan robotik bedah untuk meningkatkan efisiensi dan presisi prosedur bedah. Robot bedah yang didukung AI dapat memahami lingkungan bedah, melacak pergerakan jaringan, dan melakukan tugas bedah dengan presisi yang tinggi. 4) Penggunaan Data Multimodal: AI dapat digunakan untuk menggabungkan dan menganalisis data medis dari berbagai sumber, termasuk gambar medis, data genetik, dan data klinis. Dengan menggunakan teknik AI seperti penggalan data dan integrasi data, informasi yang berharga dapat diekstraksi dari data multimodal untuk mendukung pengambilan keputusan bedah. 5) Pengembangan Algoritma Interpretabel: Dalam bedah, interpretabilitas algoritma AI sangat penting. Saat ini, penelitian sedang dilakukan untuk mengembangkan algoritma AI yang dapat diinterpretasikan oleh dokter bedah dan memberikan penjelasan yang jelas tentang keputusan yang diambil. Dengan adanya tren ini, pengembangan AI dalam bedah terus berkembang untuk meningkatkan efisiensi, presisi, dan keamanan prosedur bedah (Zhou dkk., 2020).

Selain itu, teknologi nanorobotik juga sedang dikembangkan untuk digunakan dalam bedah. Nanorobotik memungkinkan operasi pada tingkat seluler dengan presisi yang lebih tinggi dan akses yang lebih baik ke semua sistem organ. Namun, teknologi ini masih dalam tahap eksperimental dan memerlukan lebih banyak penelitian dan pengembangan sebelum dapat digunakan secara klinis (Brodie & Vasdev, 2018).

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam bedah dapat meningkatkan presisi dan keamanan prosedur. AI dapat digunakan dalam perencanaan praoperasi, bimbingan intraoperatif, dan robotik bedah. Dalam perencanaan praoperasi, AI dapat membantu dalam tugas seperti klasifikasi, deteksi, segmentasi, dan registrasi berdasarkan data medis seperti gambar Xray, CT, Ultrasound, dan MRI. Dengan menggunakan pendekatan berbasis Deep Learning, AI dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan konsisten dalam menganalisis data medis ini (Beyaz, 2020).

Selain itu, AI juga dapat digunakan dalam bimbingan intraoperatif, seperti navigasi endoskopik dan pelacakan jaringan. AI dapat membantu dalam estimasi kedalaman dari gambar endoskopik, yang penting untuk navigasi bedah yang akurat. Teknik AI seperti odometri visual, rekonstruksi 3D, dan teknik lokalisasi telah dikembangkan untuk membantu dalam navigasi bedah. Dengan menggunakan AI, dokter bedah dapat memiliki panduan yang lebih baik dalam melakukan prosedur bedah, yang dapat meningkatkan presisi dan keamanan (Beyaz, 2020).

Dalam robotik bedah, AI juga memiliki peran penting. AI dapat membantu dalam sistem persepsi, lokalisasi dan pemetaan, pemodelan dan kontrol sistem, serta interaksi manusia-robot. Dengan menggunakan AI, robot bedah dapat memiliki kemampuan untuk memahami lingkungan yang kompleks, membuat keputusan secara real-time, dan melakukan tugas yang diinginkan dengan presisi, keamanan, dan efisiensi yang lebih tinggi (Beyaz, 2020).

Dengan demikian, penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam bedah dapat meningkatkan presisi dan keamanan prosedur dengan memberikan panduan yang lebih akurat, analisis yang lebih konsisten, dan kemampuan pengambilan keputusan yang lebih baik. Selain itu, AI juga dapat digunakan dalam pelacakan jaringan dalam bedah. Dengan menggunakan teknik rekonstruksi 3D, AI dapat membangun model 3D dari jaringan yang sedang dilacak berdasarkan data gambar endoskopik. Teknik lokalisasi juga dapat digunakan untuk melacak posisi dan orientasi jaringan dalam ruang 3D (Zhou dkk., 2020).

Dengan menggunakan AI dalam navigasi endoskopik dan pelacakan jaringan, dokter bedah dapat memiliki panduan yang lebih baik dalam melakukan prosedur bedah, yang dapat meningkatkan presisi dan keamanan. Teknik AI seperti rekonstruksi 3D dan teknik lokalisasi dapat digunakan untuk membangun model 3D dari area operasi dan melacak pergerakan robot serta jaringan dalam ruang 3D. Hal ini memungkinkan robot bedah untuk melakukan tugas dengan presisi yang tinggi dan menghindari kerusakan pada jaringan yang sehat (Zhou dkk., 2020).

Beberapa sistem robotik baru yang disebutkan dalam artikel dan fitur-fiturnya meliputi: 1) Sistem bedah robotik Telelap ALF-X/Senhance: Sistem ini memiliki tiga lengan robotik terpisah dan dirancang untuk bedah minimal invasif. Sistem ini memberikan visualisasi yang lebih baik, akses yang lebih baik ke area yang sulit dijangkau, dan prosedur bedah yang presisi. 2) Versius: Sistem ini memiliki lima lengan robotik portabel dan juga dirancang untuk bedah minimal invasif. Sistem ini menawarkan presisi, fleksibilitas, dan keterampilan yang lebih baik bagi ahli bedah. 3) Sistem Verb Surgical: Sistem ini, yang dikembangkan oleh Verb Surgical, bertujuan untuk menciptakan "Surgery 4.0" dengan menggabungkan otonomi robot yang lebih tinggi dan pembelajaran mesin. Sistem ini memiliki dua lengan robotik dengan tujuh derajat kebebasan, desain ringan, dan memberikan umpan balik visual, auditori, dan taktil kepada ahli bedah. 4) Sistem bedah M7 Telerobotic: Sistem ini, yang dikembangkan oleh Stanford Research International Robotics dan dilisensikan oleh Verb Surgical, terdiri dari dua lengan robotik ringan dengan tujuh derajat kebebasan. Sistem ini memberikan umpan balik auditori, visual, dan taktil kepada ahli bedah dan mengkompensasi gerakan eksternal (Brodie & Vasdev, 2018).

Dalam bedah robotik sangat diperlukan haptic feedback atau umpan balik haptik karena memberikan sensasi sentuhan kepada ahli bedah dan memungkinkan mereka merasakan gaya dan informasi taktil selama prosedur. Umpan balik ini membantu ahli bedah dalam menilai ketegangan jaringan, tekanan, kepatuhan, dan viskositas, yang penting untuk manipulasi dan jahitan yang akurat, sehingga dapat meningkatkan hasil bedah. Umpan balik haptik adalah kombinasi umpan balik gaya/kinestetik dan umpan balik taktil/kulit yang memberikan sensasi sentuhan kepada ahli bedah. Umpan balik gaya berguna dalam menilai ketegangan atau tekanan pada jaringan atau jahitan, sedangkan umpan balik taktil memberikan informasi tentang sifat-sifat jaringan lokal seperti kepatuhan atau viskositas (Beyaz, 2020).

Beberapa modifikasi telah dilakukan untuk memberikan umpan balik haptik kepada ahli bedah dalam bedah robotik. Salah satu pendekatan adalah implementasi sensor taktil pada instrumen robotik. Sensor taktil BiotTac yang ditanam pada ujung efektor instrumen laparoskopi robotik da Vinci, memberikan umpan balik kulit kepada ujung jari ahli bedah melalui perangkat umpan balik ujung jari khusus. Modifikasi lain melibatkan penggunaan umpan balik gaya visual (VFF). Reilly et al. mengevaluasi manfaat penggunaan VFF pada pengikatan simpul bedah robotik menggunakan sistem robotik da Vinci. Strain gauge diimplementasikan ke dalam instrumen untuk mengukur gaya lentur, dan tampilan grafis menampilkan ketegangan jahitan yang ideal. Studi ini melaporkan jumlah

jahitan yang lebih sedikit yang rusak dan gaya puncak yang lebih rendah pada jahitan dengan VFF. Selain itu, fixture virtual telah dibuat menggunakan perangkat lunak untuk menciptakan area "no-go" dan mencegah instrumen robotik masuk ke jaringan sensitif. Sistem MAKO RIO, misalnya, menggunakan fixture virtual untuk memungkinkan penggilingan tulang sesuai dengan rencana praoperasi (Beyaz, 2020).

d. Pengembangan Obat dan Riset Klinis

Di era pesatnya perkembangan teknologi, kini isu terkait kecerdasan buatan atau Artificial intelligence (AI) mulai hangat diperbincangkan di berbagai belahan dunia. Hal ini karena AI dianggap memiliki potensi besar untuk bisa dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Berkat kehadiran AI kini banyak memunculkan penemuan-penemuan riset terbaru oleh peneliti di segala cabang ilmu pengetahuan agar dapat mempelajari, menyempurnakan, dan menerapkan AI sehingga dapat memaksimalkan pemanfaatan keberadaannya dalam kehidupan sehari-hari.

Penemuan AI ini juga tidak luput masuk dalam upaya penyempurnaan untuk peningkatan pelayanan kesehatan di dunia kedokteran. Terutama dalam pengembangan pengobatan dan riset klinis dalam dunia medis. AI digadang-gadang dapat menguntungkan pasien dan penyedia pelayanan kesehatan karena dianggap mampu membantu memprediksi, mengklasifikasi, dan mendiagnosa penyakit. Pendapat tersebut didukung oleh Aliza Becker yang beranggapan bahwa AI di padang dapat bermanfaat bagi dokter, pasien, dan penyedia pelayanan kesehatan melalui empat cara: pertama, dengan memperkirakan peluang keberhasilan pengobatan dan mengevaluasi penyakit awal sebelum memulai pengobatan; kedua, dengan menghindari atau mengelola komplikasi, dan ketiga, dengan secara aktif mendukung pasien selama diagnosis dan/atau pengobatan, dan keempat, dengan menemukan patologi penyakit dan memberikan perawatan terbaik (Jimma, 2023).

Habuza, Navaz, Hashim, dkk (2021, 1) juga beranggapan bahwa AI dapat diterapkan dalam banyak bidang kesehatan dari perawatan di rumah sakit, penelitian klinis, penemuan obat serta memprediksi diagnosis pasien. Mereka beranggapan kemajuan besar di bidang komputasi yang mengarah pada transformasi digital kesehatan dengan di dorong penerapan teknologi inovatif dalam lingkup kerja di bidang kesehatan akan memungkinkan dokter dan para tenaga kesehatan dapat mengakses data serta analitik Big data terkait kondisi terbaru dari pasien yang dokter rawat dengan aman. Hal ini juga tentu dianggap mampu meningkatkan kolaborasi antara para spesialis dalam upaya peningkatan kualitas perawatan pada pasien secara menyeluruh

(Habuzza et al., 2021). Berkat kolaborasi tersebut tentu dokter dapat berpartisipasi dalam pengembangan teknologi AI untuk digunakan dalam industri medis dan farmasi. Solanki P, Baldaniya D, Jogani D, dkk juga berpandangan positif terkait kemunculan AI. Hal ini karena di industri pengembangan obat penggunaan metode penyimpanan data secara konvensional dipandang mulai tidak efektif karena jumlah penggunaan Big data yang semakin meningkat. Pada Paradigma terbaru "Big data" dipandang sebagai kumpulan-kumpulan data besar yang penggabungannya melalui analitik canggih sehingga memungkinkan penemuan atau pemahaman terbaru di dalam data (Patel and Shah, 2022). Dalam hal ini penggunaan AI dipandang lebih efektif sebab AI memiliki peran yang lebih umum dalam pengelolaan dan analisis Big data. Berdasarkan hasil penelusuran data di bidang farmasi, Big data dapat memperbesar kemungkinan untuk studi lebih mendalam sehingga mampu meningkatkan manufaktur farmasi (Patel and Shah, 2022). Dalam hal ini penggunaan AI dipandang lebih efektif sebab AI memiliki peran yang lebih umum dalam pengelolaan dan analisis Big data. Berdasarkan hasil penelusuran data di bidang farmasi, Big data dapat memperbesar kemungkinan untuk studi lebih mendalam sehingga mampu meningkatkan manufaktur farmasi (Patel and Shah, 2022). Sejalan dengan pandangan Solanki, problem pengembangan obat di industri farmasi juga dirasakan semakin hari kian kompetitif dan mahal jika terus menggunakan metode konvensional. Situasi ini juga semakin menyadarkan banyak perusahaan farmasi terkemuka di dunia agar terus berinovasi dalam pengembangan obat terbaru sehingga menghindari risiko kesalahan-kesalahan yang menyebabkan pengeluaran tinggi. Hal ini juga diharapkan mampu menekan biaya dalam periode research and development (R&D) yang luas termasuk uji klinis serta biaya investasi yang sangat besar walau hanya untuk mengembangkan satu obat (Jung, Yoo and Hwang, 2022).

Menurut California Biomedical Research Association, waktu rata-rata yang digunakan untuk pemindahan obat dari penelitian laboratorium sehingga dapat dipasarkan secara umum yaitu 12 tahun dan dengan menggunakan AI yang revolusioner, durasi waktu ini dapat diperpendek secara signifikan (Habuzza et al., 2021).

Berkat hal tersebut, maka tidak mengherankan seluruh investasi di sektor publik dan swasta dalam pelayanan kesehatan yang berbasis AI diperkirakan akan berkembang sangat. Bahkan investasi tersebut telah mencapai \$6,6 miliar di tahun 2021 (Habuzza et al., 2021). Ditambah lagi estimasi nilai AI di pasar penemuan obat akan tumbuh dengan cepat pada tingkat pertumbuhan tahunan campuran 40,8% naik dari 260 juta USD pada 2019 menjadi 1,43 miliar USD pada 2024 (Jung, Yoo and Hwang, 2022). Hal ini dipandang

sebagai investasi yang menjanjikan bagi banyak perusahaan farmasi besar multinasional.

Identifikasi dan validasi target, desain dan optimasi molekul kecil, prediksi biomarker, dan patologi komputasi adalah bidang di mana teknologi AI dapat digunakan dalam penemuan dan pengembangan obat (Vamathevan et al., 2019). AI juga dapat digunakan dalam pembuatan senyawa baru dengan sifat yang jelas, mengidentifikasi pola yang tepat pada skala (bahkan dalam sel dan jaringan), memahami pathophysiology, membuat pilihan terapeutik yang inovatif, dan membuat biomarker yang akurat. Hal ini juga dapat secara signifikan mengurangi biaya dan waktu yang diperlukan untuk memasarkan produk.

Selain itu dalam hal riset klinis, AI menggunakan metode manajemen data tiga langkah setelah akuisisi yang mencakup: ekstraksi dan kompilasi sebagian besar data yang tersebar dan heterogen; konfigurasi data untuk memastikan pemformatan yang seragam; dan akhirnya analisis data menggunakan berbagai platform analisis untuk menghasilkan output akhir, interpretasi yang dapat menginformasikan keputusan tentang senyawa atau obat yang harus dikembangkan atau proses apa yang harus dipakai dalam memaksimalkan efisiensi (Patel and Shah, 2022).

Beberapa aplikasi AI yang umum membantu dalam proses penemuan obat seperti Atomwise, BenevolentAI, In silico Medicine, Numerate, Recursion Pharmaceuticals, Deep Genomics, BERG Health, Nebula Genomics, TwoXAR, Euretos, Exscientia, Cyclica, dan lain-lain. Secara khusus, sebagian besar aplikasi telah difokuskan pada optimalisasi dan meningkatkan efisiensi dalam proses penemuan obat.

e. Pengelolaan Penyakit Kronis

The US Centers for Disease Control and Prevention (CDCP) berpendapat penyakit kronis/ penyakit jangka panjang diidentifikasi sebagai “penyakit yang akan berlangsung lama, juga tidak dapat sembuh secara spontan sehingga jarang dapat benar-benar terobati”. Dalam hasil penelitian CDCP, penyakit kronis berperan terkait kematian dua pertiga orang di seluruh dunia dan mampu menghabiskan banyak biaya untuk sistem perawatan kesehatan masyarakat dari pemerintah (Yu et al., 2022). Contoh sistem perawatan kesehatan dari pemerintah tersebut seperti BPJS (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial) jika di Indonesia.

Ditambah lagi dengan dampak beban penyakit kronis yang akan lebih besar di tanggung oleh negaranegara dengan pendapatan rendah dan menengah dibandingkan dengan negara pendapatan tinggi. Miranda, Kinra, dkk juga memprediksi pada tahun 2030, 80% kematian akibat penyakit tidak

menular yang kronis akan terjadi di negara berpenghasilan rendah dan menengah. Dalam prediksi tersebut juga diketahui bahwa masalah penyakit tidak menular kronis ini secara global juga akan melonjak sehingga mampu menyebabkan 69% dari penyebab kematian dunia (Yu et al., 2022).

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan penyelesaian yang efisiensi dalam mengatasi macam-macam masalah kesehatan mendatang, terlebih masalah keterbatasan pendanaan kesehatan dari pemerintah di negara-negara dengan jumlah penduduk yang besar seperti Indonesia. Perlunya perhatiannya yang mendalam terkait masalah tersebut di negara Indonesia bukan tanpa alasan, karena di tahun 2022 Indonesia telah berhasil keluar dari kategori negara dengan pendapatan menengah ke bawah menjadi negara dengan pendapatan ke atas. Untuk itu perlu adanya teknologi yang efektif, akurat, dan mampu melakukan pendekatan secara personal sehingga pasien dapat diberikan pelayanan kesehatan secara tepat dan maksimal terkait kondisi yang dideritanya secara menyeluruh.

Kemunculan AI mengenai masalah tersebut menjadi angin segar terutama di bidang pelayanan kesehatan. Hal ini karena penambahan kecerdasan buatan untuk penyakit kronis/jangka panjang telah membuka jalan bagi revolusi dalam pendekatan yang lebih dipersonalisasi dan efektif terhadap kesehatan. AI berhasil mentransformasi pemahaman lama terkait pengobatan penyakit kronis seperti diabetes, PPOK (Penyebab Penyakit Paru Obstruktif Kronis), penyakit ginjal, kanker dan lainnya.

Contohnya, pada penyakit ginjal kronis yang mampu menyebabkan kerusakan permanen pada struktur dan fungsi ginjal sehingga mampu menimbulkan risiko penyakit kronis lainnya seperti hipertensi dan diabetes maka, dengan hadirnya Big data penerapan AI sangat membantu mengatasi masalah deteksi dini dan evaluasi yang telah lama menjadi perkara yang sulit untuk dipecahkan karena keterbatasan metode pencitraan (radiologi) dan biopsi ketika menggunakan metode tradisional. Bahkan di Amerika Serikat analisis data ginjal berbasis AI merupakan metode perbantuan yang paling umum digunakan dalam bidang pemeriksaan penyakit ginjal kronis (Zhao et al., 2023).

Hal ini karena AI memungkinkan ketersediaan yang luas dan efektif dalam biaya penggunaanya. Berkat kualitasnya itu membuat AI-assisted di Amerika Serikat menjadi kandidat kuat untuk digunakan dalam perawatan dan pengobatan jarak jauh, serta dapat mempromosikan pengenalan AI di lingkungan yang sumber dayanya terbatas, agar bisa meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem perawatan kesehatan di lingkungan tersebut.

Selain pada penyakit ginjal kronis, AI juga dipandang dapat turut berperan dalam koordinasi dan manajemen perawatan pasien kanker

payudara. Perencanaan otomatis dari AI dalam pengobatan klinis dan aspek pendekatan pasien secara bersama-sama dari berbagai disiplin ilmu, dipandang akan mampu merampingkan rencana perawatan.

Hal ini karena dalam koordinasi dan manajemen gejala dalam perawatan kanker payudara diperlukan komunikasi yang intens dari seluruh penyedia pelayanan kesehatan baik dari ahli pencitraan gambar (radiolog), patologi, genetik, pengobatan serta penyedia perawatan primer dan suportif. Bahkan kerap kali dalam kasus pasien penderita komorbiditas juga diperlukan pendapat ahli geriatri, spesialis endokrin atau kardiovaskular agar dapat menimbang manfaat pengobatan serta risiko toksisitas dalam pengobatan sehingga dalam mengambil keputusan pengobatan pasien perlu pengembangan alat AI karena dapat menampung data dari berbagai multidisiplin ilmu sehingga dapat meningkatkan perencanaan perawatan sekuensial (Moser and Narayan, 2020).

Begitupun, pada pengelolaan penyakit Irritable Bowel Syndrome (IBS) yang selama ini masih sulit dibedakan dengan penyakit lain oleh para ahli gastroenterologi. Sindrom ini sulit dideteksi sebab gejalanya yang sering bercampur dengan gejala penyakit lain seperti dispepsia fungsional, mulas, penyakit Gastroesophageal reflux, dan depresi. Hal ini tentu dapat berdampak buruk dalam pengelolaan perawatan kesehatan pasien karena berpotensi menyebabkan kesalahan diagnosis sehingga menimbulkan beban sosial ekonomi yang serius pada penderita.

IBS merupakan gangguan gastrointestinal fungsional kronis yang dapat mengakibatkan kecacatan, penurunan kualitas hidup dan beban ekonomi bagi penderitanya. Bahkan 11% dari populasi global telah menjadi korban penyakit ini dan penyakit ini dengan cepat menyebar ke wilayah Eropa, Asia Tenggara, dan Amerika Utara (Kordi et al., 2022). Untuk mengatasi persoalan IBS yang semakin marak, AI juga ditilik sebagai jawaban atas persoalan tersebut. Mesin-mesin yang terhubung pada AI dapat memainkan peran untuk menyelesaikan masalah kesehatan di situasi yang kompleks karena mesin yang beroperasi meniru pemikiran manusia dalam proses penalaran untuk prediksi, diagnosis, dan pengobatan penyakit IBS.

Melihat besarnya potensi AI dalam berbagai persoalan penanganan kesehatan dunia. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan strategis dalam organisasi pelayanan kesehatan agar dapat meningkatkan kualitas diagnosis dan pengelolaan penyakit kronis yang akan berdampak pada keakuratan perencanaan pengembangan kesehatan sehingga dapat mendorong minat dokter untuk dapat menggunakan sistem AI dan sekaligus berguna meningkatkan infrastruktur.

Dalam dunia kedokteran, penerapan AI merupakan salah satu perkembangan teknologi yang sangat membantu dan memberikan banyak manfaat. Dengan adanya AI dalam dunia kedokteran, dapat membantu dokter dalam mendiagnosa penyakit. Manfaat AI dalam membantu diagnosis penyakit antara lain, peningkatan akurasi diagnosis dalam diagnosis penyakit, peningkatan efisiensi, dukungan keputusan yang lebih baik, pengobatan yang dipersonalisasi, deteksi dan pencegahan dini akses kesehatan jarak jauh dan di daerah terpencil.

Dengan adanya AI juga terbentuklah telemedis yang mana dapat memberikan pelayanan atau dukungan medis dari jarak yang terpisah atau jarak jauh (tidak bertatap muka). Penggunaan layanan telemedis dapat mengeliminasi batasan jarak dan geografis serta biaya yang terkait, khususnya untuk pelayanan medis di daerah terpencil yang kekurangan tenaga medis.

Tidak hanya itu, AI juga berperan dalam robotik bedah. Penggunaan robotika dalam bedah termasuk juga meningkatkan akurasi, visualisasi yang lebih baik, akses yang lebih baik ke area yang sulit dijangkau, dan pemulihan yang lebih cepat bagi pasien. Robotik bedah juga dapat meningkatkan efisiensi, presisi, dan keamanan prosedur bedah.

Dalam industri pengembangan obat, kehadiran AI juga membawa dampak positif. AI memiliki peran penting dalam mengelola dan menganalisis Big data, yang semakin meningkat penggunaannya dalam penelitian lebih mendalam dan pengembangan obat.

Kemunculan kecerdasan buatan (AI) juga membawa harapan baru pada bidang pelayanan kesehatan dalam penanganan penyakit kronis. Pengaplikasian AI dalam diagnosis dan pengobatan penyakit kronis seperti penyakit ginjal, kanker payudara, dan IBS memberikan manfaat besar, termasuk deteksi dini yang akurat dan manajemen perawatan yang terkoordinasi dengan baik. Selain itu, AI dapat memperluas akses ke perawatan kesehatan di lingkungan dengan sumber daya terbatas.

Walaupun AI mempunyai banyak manfaat dalam bidang kedokteran, tidak dipungkiri AI tetap memiliki keterbatasan sendiri, seperti dapat terjadi bias dalam diagnosis, privasi dan keamanan yang kurang terjamin, kepercayaan dan penerimaan masyarakat dalam memperoleh layanan medis, terbatasnya ruang untuk melakukan pemeriksaan fisik sehingga membatasi kemampuan untuk mendiagnosa kondisi dengan akurat, telemedis juga konektivitas internet dan platform konferensi video.

Selain itu juga terdapat tantangan dari pengaplikasian AI dalam layanan telemedis. Tantangan etika dan hukum utama dalam telemedis meliputi masalah persetujuan yang diinformasikan, perlindungan data, privasi pasien,

malpraktik, dan tanggung jawab hukum. Tantangan-tantangan ini muncul karena sifat jarak jauh dalam telemedis dan penggunaan teknologi telekomunikasi untuk memberikan layanan kesehatan.

1.6. PENERAPAN KECERDASAN BUATAN DALAM KEPERAWATAN

A. AI dalam Membantu Perawatan Pasien

Kata robot berasal dari bahasa *Ceko* yaitu "*robota*" yang berarti kerja keras. Robot digunakan pertama kali untuk pelayanan kesehatan di Rumah Sakit *Connecticut*, Amerika pada tahun 1991. Lima robot digunakan untuk memindahkan barang dari ruangan satu ke ruangan lainnya di rumah sakit tersebut. Saat itu, perawat melihat bahwa robot dapat melengkapi pekerjaan mereka karena robot mampu mengerjakan pekerjaan yang membutuhkan waktu sehingga perawat bisa konsentrasi ke pasien (Marlon dkk., 2020).

Robot perawatan (*The Nursing Robot*) sendiri sudah ada sejak tahun 1986 menggunakan sistem robot yang bisa berpindah-pindah. Fungsi dari robot untuk menolong pasien yang cacat fisik. Robot dapat melakukan kegiatan sederhana yaitu mengambilkan segelas air, mengoperasikan peralatan elektronik, atau mengganti kaset pada perekam video (Marlon dkk., 2020).

Kecerdasan Buatan atau *Artificial intelligence (AI)* didefinisikan sebagai kemampuan sistem untuk melakukan interpretasi data eksternal dengan benar, untuk belajar dari data tersebut, dan menggunakan pembelajaran tersebut untuk mencapai tujuan dan tugas melalui adaptasi yang fleksibel, Sebagai struktur disiplin pada tahun 1950-an, AI tetap masih menjadi area pembahasan ilmiah *Relative* dan praktis terbatas selama lebih dari setengah abad. Kini, memasuki perkembangan *Big data* dan peningkatan daya komputasi, maka *AI* telah memasuki pembahasan setiap orang (Marlon dkk., 2020).

Dalam *Artificial intelligence*, istilah *Problem solving* dan *search* mengacu pada sekumpulan ide yang berhubungan dengan deduksi, kesimpulan, perencanaan, penalaran akal sehat, pembuktian teorema dan proses terkait. Pengaplikasian dari ide ini umumnya ditemukan dalam program untuk *natural language understanding*, *information retrieval*, *Automatic programming*, *robotika*, *analisis teks*, *game playing*, *expert systems*, dan pembuktian teorema matematika. *Artificial intelligence*

merupakan subjek pembelajaran dari *intelligence agent* yang menerima persepsi dari lingkungan dan menunjukkan aksinya (Astuti, 2021).

Pada era digital yang terus berkembang pesat, teknologi *Artificial intelligence (AI)* telah menjadi salah satu inovasi terpenting yang memiliki potensi besar dalam mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia. AI mengacu pada kemampuan mesin untuk meniru atau meniru kecerdasan manusia, termasuk kemampuan untuk belajar, memecahkan masalah, mengambil keputusan, dan berinteraksi dengan lingkungan mereka. AI telah diterapkan dalam berbagai sektor, seperti kesehatan, transportasi, finansial, manufaktur, dan banyak lagi, dengan tujuan meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas hidup manusia (Masrichah, 2023).

Keberadaan AI telah mempengaruhi lapangan kerja, dengan otomatisasi menggantikan pekerjaan manusia dalam beberapa kasus. Selain itu, ada kekhawatiran tentang privasi dan keamanan data, karena AI dapat mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data pribadi dalam skala yang belum pernah terjadi sebelumnya. Dalam hal ini, perlindungan data dan kebijakan privasi menjadi penting untuk mencegah penyalahgunaan dan pelanggaran privasi yang tidak diinginkan (Masrichah, 2023).

Selain ancaman, penggunaan AI juga menawarkan peluang yang signifikan. Dalam sektor kesehatan, misalnya, AI dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit, meramalkan hasil pengobatan, dan memberikan perawatan yang disesuaikan secara individual. Dalam industri manufaktur, AI dapat meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk. Di bidang transportasi, AI dapat digunakan untuk mengembangkan mobil otonom yang dapat mengurangi kecelakaan dan kemacetan lalu lintas. Peluang-peluang seperti ini menunjukkan potensi AI dalam menciptakan kemajuan yang signifikan dalam berbagai sektor dan memperbaiki kualitas hidup manusia (Masrichah, 2023).

Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam membentuk resep elektronik adalah *Artificial intelligence (AI)* kecerdasan buatan. AI secara umum adalah kemampuan mesin untuk meniru perilaku manusia atau menggunakan perangkat lunak komputer untuk melakukan tugas-tugas khusus yang biasanya memerlukan kecerdasan otak manusia. Dalam hal ini, implementasi AI pada bidang kesehatan dapat berupa fisik seperti dalam operasi robotik atau virtual yang berkaitan dengan manipulasi gambar digital, jaringan saraf, dan pembelajaran mesin (Zephaniah dan Febrian, 2023)

Program perawatan kesehatan universal perlu untuk mengembangkan metode diagnostik pencitraan *Telemedicine* berbasis AI yang cocok. Di satu sisi, menggunakan AI untuk memproses gambar dapat mengurangi biaya unit pengenalan gambar medis. Karena layanan kesehatan inklusif memiliki cakupan yang komprehensif, banyak data citra medis perlu diproses dan dikenali di *cloud* (Komalasari, 2022).

Di sisi lain, metode berbasis AI dapat meningkatkan akurasi pengenalan citra medis. Identifikasi manual nodul paru dan glioma dalam gambar medis tetap menjadi tantangan. Selain itu, mengerjakan sejumlah besar data citra medis untuk waktu yang lama rentan terhadap kelelahan dan penurunan ketelitian. Penemuan yang tertunda selama beberapa bulan akan berarti dua kali lipat kesulitan pengobatan dan penurunan yang signifikan dalam kualitas prognosis untuk banyak tumor (Komalasari, 2022).

Menurut penelitian, ada dua kelompok yang dapat dipisahkan: satu kelompok menggunakan rekayasa morfologi dan karakteristik, sementara yang lain menggunakan jaringan syaraf (seperti *Convolutional Neural Network: CNN*) untuk mendeteksi gambar medis. Baru-baru ini, banyak yang menggunakan proses untuk mendeteksi jenis tumor otak yang berbeda, sebuah pendekatan yang menggunakan rekayasa morfologis berbasis fitur untuk mengidentifikasi citra otak. Ruang lingkup penelitian dikurangi dengan ekstraksi fitur, seleksi, dan klasifikasi, memberikan metodologi praktis untuk mengambil tumor otak dari gambar *Magnetic resonance imaging* (MRI) (Komalasari, 2022).

Tumor otak diekstraksi menggunakan algoritma. Dalam enam contoh spesimen glioma, mengumpulkan berbagai jenis gambar Raman. Dengan menggunakan informasi ini, ia merancang algoritma untuk mengklasifikasikan glioma menggunakan data spektral Raman dari sifat morfologis dan ekspresi kimianya. menggunakan histogram untuk mengidentifikasi gambar otak (Komalasari, 2022).

Salah satu peluang utama penggunaan AI adalah dalam mengoptimalkan operasi sistem energi terbarukan. AI dapat digunakan untuk menganalisis data yang kompleks, seperti data cuaca, data pemantauan sistem energi, dan data operasional lainnya. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin dan teknik optimisasi, AI dapat mengidentifikasi pola, hubungan, dan tren dalam data tersebut. Hal ini memungkinkan AI untuk memberikan rekomendasi yang cerdas dan berdasarkan data untuk mengoptimalkan produksi energi

terbarukan, pengaturan kapasitas penyimpanan energi, dan manajemen jaringan energi secara efisien (Masrichah, 2023).

Data yang ditemukan berasal dari berbagai sumber. Ada istilah *Garbage In-Garbage Out* yang berarti hasil dari *Machine learning* akan buruk jika input yang dimasukkan juga buruk. Berikut adalah tahapan yang harus dilakukan dalam analisis teks dengan menggunakan *Machine learning* (Astuti, 2021):

a. *Data Cleaning/Preparation*

Sebelum membuat model *machine learning*, data *training* yang ada harus dilakukan proses data *cleaning*. Tahapan yang dilakukan dalam proses ini meliputi pengecekan konsistensi format, skala data, duplikasi data, *missing value*, dan *skewness* (kemencengan yang menyebabkan distribusi data tidak seimbang).

b. *Data Preprocessing*

Dalam tahap ini dilakukan berbagai proses dimulai dari case folding (membuat teks berhuruf kecil semua). Kemudian, *Tokenizing* yaitu ini akan dilakukan proses penghapusan angka, kata sambung, tanda baca, dan memecah kalimat ke dalam tokens (kata-kata penyusunnya). Kemudian dilakukan penghapusan kata-kata *stopword* seperti yang, dengan, dan kata penghubung lainnya.

c. *Data Normalization*

Dalam tahap ini dilakukan normalisasi teks ke dalam bentuk baku sesuai dengan kaidah bahasa (Inggris atau Indonesia). Semua kata-kata dalam bahasa *slang word* (gaul) akan diubah terlebih dahulu menjadi bentuk bakunya. Sehingga pada saat membangun model nanti akan mengurangi bias dan diharapkan bisa meningkatkan akurasi model yang akan dibuat.

d. *Data Classifying*

Klasifikasi adalah teknik untuk menentukan kelas atau kategori berdasarkan atribut yang diberikan. Klasifikasi masuk dalam kategori *Supervised learning*. Sebuah model *Classification* bertujuan untuk menentukan kelas berdasarkan atribut tertentu.

B. Pemantauan Kondisi Pasien

Dalam beberapa tahun terakhir perkembangan dunia teknologi semakin pesat. Salah satu perkembangan teknologi yang hangat diperbincangkan yaitu *Artificial intelligence*. Kecerdasan buatan sendiri adalah kemampuan mesin untuk meniru dan melakukan tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. Artikel ini dibuat

untuk mencari perkembangan AI di masa depan serta dampaknya bagi masyarakat. Dalam artikel ini menggunakan metode penelitian kepustakaan yaitu suatu pendekatan penelitian yang mengumpulkan dan menganalisis informasi yang dipublikasikan dalam bentuk literatur ilmiah, termasuk artikel jurnal, buku, laporan penelitian, dan sumber lainnya. Dari studi literatur atau penelitian kepustakaan didapat kesimpulan bahwa perkembangan AI serta dampaknya bagi masyarakat yaitu dampak terhadap pekerjaan dan perekonomian, dampak pada kesehatan dan layanan medis, dampak Pada Etika dan Privasi, dan dampak Pada Pendidikan (Agustian, 2019).

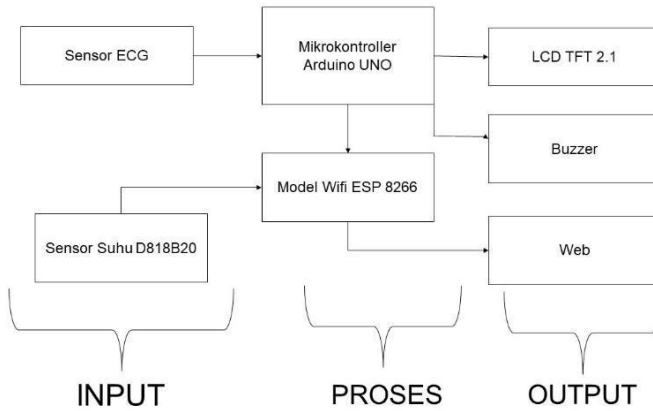
Salah satu dampak paling signifikan dari revolusi kecerdasan buatan adalah kehidupan kerja dan ekonomi. Kecerdasan buatan dapat membantu mengotomatiskan tugas-tugas rutin dan meningkatkan efisiensi, tetapi juga menimbulkan kekhawatiran bahwa kecerdasan buatan akan menggantikan manusia. Salah satu contoh pemanfaatan kecerdasan buatan untuk membantu memudahkan adalah pemanfaatan kecerdasan buatan dalam bidang

Bioinformatika (Ririh *et al.*, 2020). AI atau kecerdasan buatan akan dapat melakukan tugas yang sederhana dan berulang dengan lebih efisien, sedangkan tugas yang membutuhkan kreativitas, empati, dan kecerdasan emosional manusia dapat lebih aman dari dampak teknologi ini. Namun perlu dicatat bahwa revolusi AI juga menciptakan peluang baru. Kehadiran kecerdasan buatan memungkinkan terciptanya lapangan kerja yang belum pernah ada sebelumnya. Dalam hal ini, masyarakat harus siap menghadapi perubahan dan mengembangkan keterampilan baru yang memenuhi tuntutan pasar tenaga kerja yang terus berkembang (Agustian, 2019).

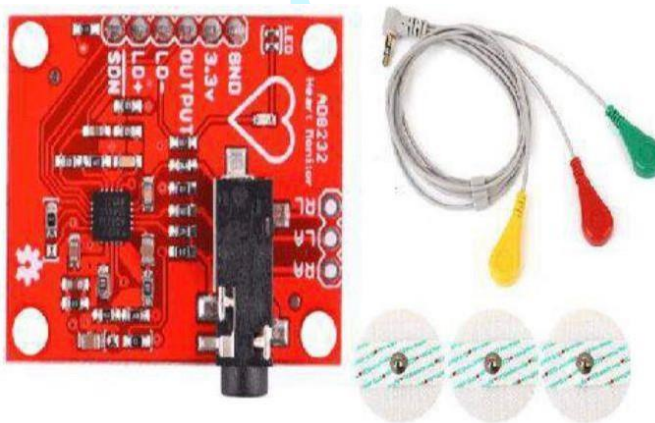
Pemeriksaan detak jantung dan suhu tubuh dapat sangat membantu tenaga kesehatan untuk mendiagnosa kondisi kesehatan pasien. Untuk memudahkan tenaga kesehatan, maka dirancang alat pemantau detak jantung portabel dengan sistem IoT. Desain portabel ditujukan agar alat ini mudah dibawa, dan mudah digunakan oleh pasien yang sedang rawat jalan, sedangkan fungsi IoT, tenaga kesehatan dapat memantau kondisi pasien dari jarak jauh dan secara kontinyu. Detak jantung dideteksi menggunakan sensor ECG AD8232, dan suhu tubuh dideteksi menggunakan sensor DS18B20 terkoneksi ke mikrokontroler. Pengujian menunjukkan sensor ECG AD8232 dan sensor suhu DS18B20 sensor sangat layak digunakan. Sistem IoT yang dibangun dapat membantu tenaga kesehatan dan pasien untuk mendapatkan penanganan segera jika terjadi keadaan abnormal (Agustian, 2019).

Perkembangan teknologi dibidang kesehatan telah mengalami perkembangan pesat baik pada proses pengobatan pasiennya, teknologi untuk pengembangan ilmu kesehatan itu sendiri. Berbagai macam proses pengoperasian rumah sakit sudah banyak yang mengalami perkembangan dengan menggantikan kinerja manusia menjadi sistem-sistem otomatis. Salah satu bentuk penerapan sistem otomatis tersebut adalah pada bagian monitoring detak jantung dan suhu tubuh manusia. Proses pemantauan detak jantung dan suhu tubuh manusia yang terjadi selama ini masih banyak dilakukan secara manual dan ditempat tertentu. Perawat atau dokter melakukan pemeriksaan jumlah detak jantung dan suhu tubuh manusia secara berkala ketika pasien dirawat. Sedangkan proses pemantauan detak jantung dan suhu tubuh manusia tersebut tidak boleh lengah agar tidak membahayakan pasien sehingga harus dilakukan proses monitoring secara berkala oleh perawat atau dokter (Agustian, 2019).

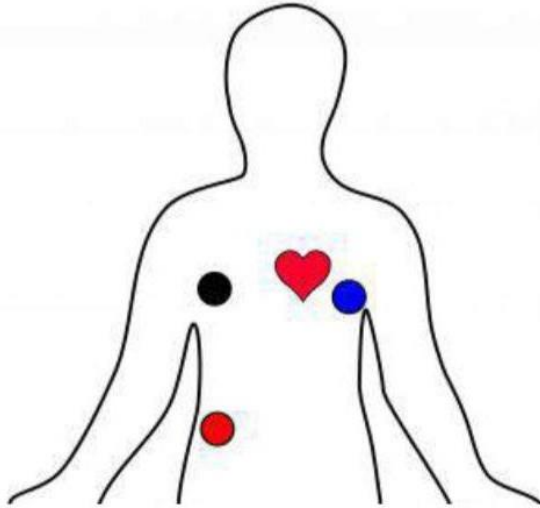
Ketika terjadi kelalaian pemantauan atau bahkan kondisi tidak tahu pasien normal atau tidak maka dapat menimbulkan hal-hal berbahaya pada pasien karena terlambatnya penanganan. Jika tidak segera secepatnya diatasi pasien akan mengalami koma bahkan kematian. Oleh karena itu diperlukan alat pemantau yang dapat memberikan informasi secara kontinyu dan dapat dipantau dari jarak jauh, sehingga penanganan secara cepat dapat dilakukan jika terjadi suatu keadaan abnormal pada detak jantung dan suhu tubuh pasien. Alat pemantau detak jantung dan suhu tubuh pada manusia ini menggunakan mikrokontroler yang telah diprogram kemudian menggunakan modul wifi sebagai pengirim data ke IoT *cloud* server, data pengukuran berupa detak jantung BPM (Beats Per Minute) dan suhu tubuh dapat diakses secara online via telepon pintar atau computer (Agustian, 2019).



Gambar 1. Skema perangkat keras sistem



Gambar 2. Desain perangkat keras sistem



Gambar 3. Lokasi elektroda, biru LA, hitam RA, merah RL

Pada Gambar 1 memperlihatkan kesatuan hubungan dari setiap bagian komponen atau perangkat keras pada penelitian ini. Modul Sensor ECG yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe “Fully integrated single-lead ECG front end” AD8232 (Gambar 3). Kebutuhan rangkaian filter pendukung AD8232 tergantung pada implementasi penggunaan. Ada tiga konfigurasi rangkaian utama yang dapat digunakan berdasarkan lokasi penempatan elektroda, pertama rangkaian untuk pengukuran detak jantung dengan lokasi deteksi dekat dengan area jantung, rangkaian ini hanya menggunakan dua elektroda. Kedua, rangkaian dengan lokasi elektroda pada lengan yang biasa digunakan untuk mendeteksi denyut nadi, menggunakan tiga elektroda. Ketiga, rangkaian untuk “cardiac monitoring”, lokasi elektroda seperti pada Gambar 4, konfigurasi ini dirancang untuk memantau bentuk gelombang EKG (Agustian, 2019).

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC. Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian $(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (single wire data bus/1-wire protocol). Gambar 4 menunjukkan Sensor DS18B20 yang digunakan (Agustian, 2019).

C. Sistem Pendukung Keputusan Klinis

Dewasa ini, perawat dianggap sebagai tenaga profesional yang bertanggung jawab dalam memberikan proses keperawatan kepada klien. Berdasar hal tersebutlah perawat harus mampu mengambil keputusan klinis sebagai upaya membantu pasien dalam memecahkan masalah dan menemukan jalan keluar dari setiap masalah keperawatan yang dialami pasien. Perawat selalu dihadapkan dengan berbagai masalah klinis dalam memberikan perawatan terhadap pasien (Muhith and Siyoto, 2021).

Perawat yang profesional tentu saja akan mampu mengambil keputusan klinis agar masalah pasien dapat diatasi dengan cepat dan tepat. Kurangnya kemampuan perawat dalam mengambil keputusan dalam situasi yang kritis tentu saja akan membahayakan pasien dan menimbulkan kerugian bagi pasien, diantaranya pasien akan terlambat untuk mendapatkan bantuan hidup, kondisi pasien akan semakin memburuk dan akibat yang paling fatal adalah kematian (Muhith and Siyoto, 2021).

Sistem pendukung keputusan klinis (CDSS) adalah teknologi informasi kesehatan bagi tenaga kesehatan yang berisi pengetahuan dan informasi yang spesifik, tersaring dengan baik dan disajikan tepat waktu untuk meningkatkan kesehatan dan perawatan. CDSS meliputi berbagai alat untuk meningkatkan pengambilan keputusan di alur kerja klinis. Alat-alat ini termasuk peringatan terkomputerisasi dan pengingat untuk penyedia layanan dan pasien, pedoman klinis, set pesanan khusus kondisi, laporan dan ringkasan data pasien yang terfokus, templat dokumentasi, dukungan diagnostik, dan informasi referensi kontekstual yang relevan (Mu'minah dan Hariyati, 2022).

CDSS adalah sistem informasi yang digunakan untuk meningkatkan pengambilan keputusan klinis atau diagnosis, dan hasil pasien. Pengingat untuk perawatan pencegahan, set pesanan, saran berbasis bukti untuk manajemen penyakit, dan peringatan untuk resep obat adalah dukungan utama fungsi yang disediakan oleh CDSS. Sistem ini menganalisis data khusus untuk pasien individu untuk mengoptimalkan kesehatan. CDSS paling sering digunakan untuk meningkatkan perawatan pasien dengan penyakit kronis atau proses perawatan yang rentan terhadap kesalahan, seperti obat-obatan resep pemesanan dan administrasi (Mu'minah dan Hariyati, 2022).

Sistem pendukung keputusan klinis (CDSS) telah berkembang selama 25 tahun terakhir dan akan terus berkembang secara pesat. Menurut (Dady, Erika and Rachmawaty, 2020), beberapa sistem pendukung keputusan klinis populer yang sudah digunakan oleh berbagai

penyedia layanan kesehatan antara lain Quick Medical Reference (QMR), MYCIN, IndiGO, Causal Associational NETworks (CASNET), dan ONCOCIN. Di Indonesia sendiri, terdapat beberapa sistem pendukung keputusan klinis yang dikembangkan antara lain adalah *Case Based Reasoning* (CBR), *Case Based System* (CBS), dan Rule Based System IF THEN.

CDSS yang diimplementasikan di lingkungan kesehatan telah menggunakan metode praktik terbaik untuk pengembangan dan implementasi memiliki potensi untuk membantu perawat dan penyedia dari semua tingkat pengalaman mengenali kondisi berisiko tinggi. Dengan membantu perawat triase mengidentifikasi kondisi berisiko tinggi menggunakan bukti terbaru, CDSS memiliki kemampuan untuk meningkatkan akurasi triase, meminimalkan risiko kerusakan klinis, dan mengoptimalkan hasil pasien (Mu'minah dan Hariyati, 2022).

Penilaian klinis diagnostik perawat tentang aktual dan masalah potensial, serta tentang proses kehidupan pasien, harus diungkapkan oleh diagnosis keperawatan dengan akurasi tinggi, karena ini akan memungkinkan pencapaian hasil pasien yang lebih baik. CDSS membantu perawat dalam hal ini, terutama bagi perawat yang belum berpengalaman. Keputusan klinis yang dibuat perawat harus didukung dengan data yang akurat serta lengkap dan sistem yang baik agar dapat menjawab kebutuhan pasien secara tepat. Sistem pendukung keputusan klinis (CDSS) yang direncanakan dengan baik dan dimasukkan ke dalam layanan kesehatan akan menciptakan layanan yang berkualitas dan meningkatkan efektivitas serta mengurangi biaya perawatan (Sutton *et al.*, 2020).

Ada beberapa faktor yang berhubungan dengan pengambilan keputusan klinik diantaranya (Mirsaidi dan Lakdizaji, 2012):

- Usia
Usia merupakan indikator seseorang dalam mengambil keputusan klinik. Semakin bertambahnya umur seseorang maka akan membuat seseorang tersebut semakin bertanggung jawab dan berpengalaman.
- Pendidikan, sertifikat, dan pelatihan
Selain usia faktor pendidikan juga berperan dalam hal pengambilan keputusan. Banyak penelitian yang telah menunjukkan bahwa pendidikan yang tinggi atau rendah akan berpengaruh bagi seseorang untuk mengambil keputusan. Faktor sertifikat yang dimiliki oleh perawat juga seharusnya memiliki hubungan dalam hal perawat

mengambil keputusan. Dengan adanya sertifikat pelatihan yang dimiliki perawat menunjukkan perawat tersebut kompeten berada di area perawatan kritis. Sertifikat yang dimiliki perawat sebagai kompetensi yang dimiliki perawat tidak ternilai harganya, karena kompetensi ini akan mendukung perawat dalam mengambil keputusan independen dalam lingkungan perawatan kritis. Adanya sertifikat yang dimiliki perawat memberikan gambaran bahwa perawat tersebut kompeten dan memiliki pengetahuan yang baik di bidangnya sehingga perawat terampil dan mempunyai skill yang baik untuk memberikan perawatan kepada pasiennya sehingga kualitas asuhan keperawatan yang diberikan.

- **Lama bekerja**

Lama kerja adalah jumlah tahun yang dilalui perawat selama bekerja di unit kerjanya sebagai perawat. Faktor lama kerja perawat di unit dan unit tempat perawat bekerja akan mempengaruhi kemampuan dalam membuat keputusan. Hal ini tentu saja akan membuat perawat sudah terampil dan terbiasa dengan mengambil keputusan karena pengalaman sebelumnya pada sebuah kasus akan membantu tingkat keberhasilan dari situasi klinis serupa dimasa yang datang. Pelaksanaan pengambilan keputusan oleh perawat pada unit ini merupakan hal yang sangat penting sekali mengingat instalasi perawatan intensif merawat pasien-pasien kritis yang mendapatkan perawatan intensif sehingga jika perawat tidak cepat dalam pengambilan keputusan klinik maka akan menimbulkan kerugian bagi pasien yang seharusnya bisa ditangani dengan cepat dan tepat. Faktor lama kerja berhubungan dengan semakin lama seseorang bekerja semakin lebih berpengalaman sehingga produktivitas kerja lebih meningkat. Masa kerja > 5 tahun telah cukup lama menjalankan profesinya sebagai perawat karena semakin lama seseorang bekerja semakin banyak kasus yang ditanganinya sehingga meningkat pengalaman serta memberikan keahlian dan keterampilan kerja. Orang yang punya pengalaman akan selalu lebih pandai dalam menyikapi dari segala hal daripada mereka yang sama sekali tidak memiliki pengalaman.

CDSS telah terbukti membantu perawat dalam berbagai pengambilan keputusan dan tugas perawatan pasien, dan saat ini CDSS secara aktif dan di mana- mana mendukung pemberian layanan berkualitas. Beberapa penerapan CDSS memiliki lebih banyak bukti di baliknya. Dukungan untuk CDSS terus meningkat di era rekam medis elektronik, dan masih banyak kemajuan yang harus dilakukan termasuk interoperabilitas,

kecepatan dan kemudahan penerapan, serta keterjangkauan. Pada saat yang sama, kita harus tetap waspada terhadap potensi dampak buruk CDSS, mulai dari tidak berfungsi dan membuang-buang sumber daya, hingga membuat penyedia layanan menjadi lelah dan menurunkan kualitas layanan pasien. Tindakan pencegahan ekstra dan desain yang cermat harus dilakukan ketika membangun, menerapkan, dan memelihara CDSS (Sutton *et al.*, 2020).

D. AI dalam Pendidikan Keperawatan

Era revolusi industri 5.0 ditandai dengan perubahan paradigma dari penggunaan teknologi informasi (IT) digital mengarah kepada multi integrative teknologi. Di era industri 5.0 keterlibatan infrastruktur IT tetap ada tetapi lebih didominasi aspek kolaborasi antaraphysical cyber technology, infrastruktur jaringan, dan *Internet of Things* (IoT) dalam melahirkan revolusi digital. Kolaborasi tersebut memberikan dampak lahirnya perkembangan keilmuan baru di antaranya: *internet of things* (IoT), *big data*, *data mining*, data sains, *Artificial Intelligent* (AI) atau kecerdasan buatan, *machine learning* dan *deep learning*. Dampak dari revolusi industri tersebut adalah terjadinya *disruption* (kekacauan tatanan) di segala bidang termasuk di bidang keperawatan (Mu'minah dan Hariyati, 2022).

Kualitas pelayanan kesehatan ditentukan oleh kualitas sumber daya manusia, salah satunya adalah kualitas perawat. Perawat dituntut untuk mempunyai kemampuan dalam 3 aspek yaitu kognitif, afektif dan psikomotorik, kepekaan terhadap perbedaan sosial budaya, serta mempunyai pengetahuan yang luas tentang teknologi informasi. Perawat profesional dapat dibangun berdasarkan tiga fondasi, yaitu: Pertama, *Evidence Based*. Keperawatan dibangun berdasarkan keilmuan dan bukti-bukti ilmiah dari suatu hasil penelitian sehingga perawat merupakan suatu profesi yang mandiri. Kedua, *Quality of Practice*. Perawat dengan berbekal ilmu dan hasil-hasil penelitian yang ada akan selalu meningkatkan kompetensi, kemampuan berpikir kritis, kemampuan mengambil keputusan yang tepat dan kepercayaan diri yang baik dalam praktik dan bekerjasama dengan profesi lain. Dan yang ketiga, *Patient Safety*. Praktik keperawatan harus menjamin keamanan yang tinggi kepada masyarakat yang dilayani. Untuk itu diperlukan adanya sistem pendidikan yang efektif, standar praktik keperawatan, kode etik keperawatan, sertifikasi perawat, dan kejelasan regulasi keperawatan (Mahayanti dan Ismoyo, 2021).

memperhatikan proses pembelajaran dengan pendekatan 5 model yaitu:

1. Logical abduksi, merupakan penalaran logis untuk mengembangkan suatu perkiraan atau hipotesis yang akan diuji dengan penalaran lebih lanjut atau berbasis data. Pembelajaran di dorong untuk melatih diri berani bereksperimen, berpikir berbeda, kreatif, bahkan mengkritisi gagasan pendidik.
2. Lima langkah memecah masalah secara ilmiah yaitu:
 - a. Mengungkap masalah yang masih dalam situasi tidak pasti.
 - b. Merumuskan masalah secara lebih spesifik.
 - c. Mengusulkan kemungkinan-kemungkinan pemecahan masalah.
 - d. Memberikan penalaran.
 - e. Evaluasi atas pilihan pemecahan masalah dan konsekuensi pilihan, menerapkan, menguji dan menindaklanjuti pemecahan masalah yang dipilih.
3. Design thinking dengan langkah-langkah :
 - a. Empati dan mengumpulkan informasi.
 - b. Analisis dan definisi masalah.
 - c. Menciptakan gagasan baru yang potensial memberi pemecahan masalah.
 - d. Membuat sintesis dengan pemodelan dan implementasi. evaluasi kritis dan pembelajaran yang bisa dipetik.
4. Berpikir komputasional dengan lima komponen yaitu:
 - a. Dekomposisi: pemecahan data, mengubah masalah yang kompleks menjadi bagian - bagian lebih sederhana dalam pengelolaan.
 - b. Mengenali pola: mengamati pola, trend dan keteraturan data, lalu menghubungkan dengan masalah-masalah atau pengalaman sejenis.
 - c. Abstraksi: merumuskan masalah agar lebih mudah dipahami, fokus ke masalah utama dengan mengurangi informasi-informasi tak perlu untuk menyelesaikan masalah.
 - d. Mendesain algoritma: mendesain petunjuk langkah-langkah demi memecahkan masalah yang dihadapi atau masalah sejenis lainnya, evaluasi: memastikan solusi yang dipilih tepat dan baik, nilai atau makna di dapat.
5. Analisis wacana kritis dengan langkah-langkah:
 - a. Memfokuskan pada ketidakberesan sosial.
 - b. Mengidentifikasi hambatan-hambatan untuk menangani

ketidakberesan sosial itu.

- c. Apakah tatanan social membutuhkan ketidakberesan sosial itu.
- d. Mengidentifikasi cara untuk mengatasi hambatan dengan menggunakan pemecahan masalah.

Teknologi *Artificial intelligence* atau yang sering disebut AI merupakan salah satu teknologi yang sedang berkembang sekarang ini. ChatGPT yang merupakan sebuah *Large Language Model* atau LLM berbasis AI, memberikan dampak positif dalam berbagai bidang, termasuk di bidang pendidikan keperawatan. Penggunaan AI memberikan kemudahan, efektivitas, dan efisiensi pada aspek pendidikan, penelitian, dan praktek perawatan kesehatan. Dibalik sangat membantunya teknologi ini, penggunaannya juga memunculkan beberapa tantangan dalam pemanfaatannya (Chiang Jen We, 2022).

Penggunaan teknologi kecerdasan buatan atau AI dalam dunia pendidikan keperawatan memiliki potensi untuk meningkatkan motivasi belajar dan memperluas akses informasi bagi pelajar dalam pembelajaran mandiri. Meski demikian, terdapat potensi bias pada saat pengembangan keterampilan belajar mandiri dan ketika pembelajar memanfaatkan teknologi pendidikan. Hal ini terkait dengan penanggungjawab dalam memastikan efektivitas penggunaan AI, baik oleh pembelajar, pengajar, maupun alat digital yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan keterampilan yang lebih untuk memanfaatkan dukungan AI secara maksimal, yang mencakup kemampuan efektif dan kolaborasi antara manusia dan kecerdasan buatan. Selain itu, interaksi sosial yang positif dan keterampilan pengaturan seperti perencanaan dan pemantauan juga merupakan faktor kunci dalam proses pembelajaran (Isohätälä, Näykki and Järvelä, 2020).

Teknologi AI bukan merupakan hal yang baru. Dalam sistem kesehatan, penggunaan teknologi kesehatan AI menjadi semakin populer karena kapasitasnya untuk menyortir dan menganalisis sejumlah besar bukti penelitian, serta data klinis dan pasien untuk mengidentifikasi pola yang meningkatkan pengetahuan dan pengambilan keputusan untuk meningkatkan kesehatan manusia dan bidang keperawatan. AI sudah mulai memengaruhi peran keperawatan, alur kerja, dan hubungan perawat-pasien. *Artificial intelligence* telah digunakan dalam analisis data yang rumit dan besar untuk memberikan keluaran tanpa input manusia dalam berbagai konteks perawatan kesehatan (Mirwanti dkk., 2023). Kehadiran teknologi AI telah menjadi terobosan penting di bidang pendidikan, yang membantu memudahkan proses pembelajaran dan

mempercepat akselerasi pendidikan. Dalam konteks pendidikan menengah, penggunaan teknologi AI dapat mendorong pengembangan sifat mandiri pada pelajar dan membebaskan guru dari peran yang terlalu dominan, sehingga guru dapat fokus pada memberikan pencerahan yang substansial kepada siswa. Namun, esensi dari pengajaran tetap harus dijaga, yaitu menanamkan moral dan perilaku pada siswa. Bagi siswa, teknologi pendidikan dapat membantu mereka mengontrol dan memantau pembelajaran mereka sendiri, sehingga dapat membantu mereka siap menghadapi masa depan dengan baik. Di bidang keperawatan, penggunaan teknologi juga didorong untuk memfasilitasi kemajuan dalam pendidikan tinggi keperawatan (Chiang, 2022).

Kecerdasan Buatan atau *Artificial intelligence* (AI) didefinisikan sebagai kemampuan sistem untuk melakukan interpretasi data eksternal dengan benar, untuk belajar dari data tersebut, dan menggunakan pembelajaran tersebut untuk mencapai tujuan dan tugas melalui adaptasi yang fleksibel. Sebagai struktur disiplin pada tahun 1950-an, AI tetap masih menjadi area pembahasan ilmiah *Relative* dan praktis terbatas selama lebih dari setengah abad. Kini, memasuki perkembangan *Big data* dan peningkatan daya komputasi, maka AI telah memasuki pembahasan setiap orang.

Pada era digital yang terus berkembang pesat, teknologi *Artificial intelligence* (AI) telah menjadi salah satu inovasi terpenting yang memiliki potensi besar dalam mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia. AI mengacu pada kemampuan mesin untuk meniru atau meniru kecerdasan manusia, termasuk kemampuan untuk belajar, memecahkan masalah, mengambil keputusan, dan berinteraksi dengan lingkungan mereka. AI telah diterapkan dalam berbagai sektor, seperti kesehatan, transportasi, finansial, manufaktur, dan banyak lagi, dengan tujuan meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas hidup manusia. Penggunaan teknologi AI dalam pendidikan keperawatan mempunyai potensi untuk merevolusi dengan memberikan pengalaman pembelajaran dan meningkatkan efisiensi dan hasil. Namun, penggunaan AI yang etis dan bertanggung jawab harus dipastikan melalui pertimbangan yang cermat dan strategi efektif yang mengatasi masalah seperti privasi, keamanan, bias, dan kepatuhan terhadap standar profesional. Selain itu, penelitian dan inovasi berkelanjutan di bidang AI dalam pendidikan keperawatan sangat penting untuk mengeksplorasi praktik terbaik dengan menggabungkan teknologi AI, mengkaji dampaknya terhadap pembelajaran siswa dan hasil program, serta mengatasi masalah etika dan hukum.

REGULASI DAN KEBIJAKAN AI DALAM BIDANG KESEHATAN

1. Perlindungan Terhadap Bias

Kemampuan AI dalam mengolah informasi, sangat dipengaruhi dengankelengkapan data, kualitas data dan ketepatan akurasi algoritma yangdimasukkan ke dalam sistem. Pertimbangan klinis yang komprehensif akanperlumempertimbangkan banyak sumber informasi, antara lain teori dan literatur, data uji klinis, data populasi, termasuk data pribadi pasien, untuk dibandingkandengan data hasil observasi, hasil pemeriksaan medis, hasil pemeriksananlaboratorium, di samping banyak data relevan lainnya (Librianty & Prawiroharjo, 2023). Selain dengan memilih sistem AI yang handal, Penyelenggara layananjugaperlu melakukan evaluasi teknologi AI secara berkala, termasuk mendapatkanmasukan dan rekomendasi dari asosiasi profesi dokter sendiri untukmengembangkan AI secara berkelanjutan. Dokter dituntut untuk lebih teliti danbijak dalam mengembangkan teknik anamnesis, serta menggabungkan beberapainformasi sekaligus, karena keputusan akhir terkait penanganan teatp menjadi kewenangan Dokter (Sidi et al., 2021). Seluruh pendekatan ini dikembangkan dengan tujuan agar analisis, kesimpulan, dan rekomendasi klinis yang diusulkan benar-benar menggambarkanperkembangan teknologi kedokteran terbaru dan sesuai dengan karakteristikpopulasi dan masyarakat yang ditangani.

2. Perlindungan & Kerahasiaan Data Pribadi

Beberapa tantangan terkait perlindungan data pribadi dalampenyelenggaraan layanan kesehatan berbasis AI, diantaranya aspek efektivitasdan keamanan, tanggung jawab, perlindungan data perlindungan data pribadi, kemanan siber dan aspek hukum hak cipta (Siregar, 2023; Yuliana, 2023). Kerahasiaan data pasien merupakan salah satu aspek penting yang perludijaga dalam hubungan antara Dokter dan Pasien. Hal ini mengingat bahwauntuk dapat menyelenggarakan layanan kesehatan berbasis data dan AI akanmembutuhkan jumlah dan variasi data yang besar dan komprehensif mengenai pasien yang bersifat pribadi dan sensitif. (Trenggono & Bachtiar, 2023). Sebagai pemilik data, ketika pasien menggunakan layanan kesehatanberbasis AI, maka Pasien harus memberikan izin pemanfaatan data pribadi danrekam medis miliknya untuk diakses oleh sistem informasi, agar dapat diolehlebih lanjut untuk mendapatkan rekomendasi yang paling sesuai. Informasi mengenai tujuan dan area penggunaan data perlu disampaikan, termasuksiapasaja yang memiliki akses terhadap data, serta data seperti apa yang akandapat dibuka. Penyelenggara harus bisa memastikan bahwa data milik Pasien dikelolasecara baik, serta tidak akan disebarluaskan atau digunakan untuk kepentinganlain tanpa sepengetahuan Pasien. Pengelolaan

data sebagaimana dimaksud meliputi untuk penggunaan, penyimpanan, akses, dan penyebaran data, termasuk untuk penelitian, publikasi maupun untuk kepentingan lainnya (Librianty & Prawiroharjo, 2023). Di sisi lain, penyelenggara layanan harus bisa memastikan adanya upaya untuk melindungi data pribadi pasien, agar tidak dibocorkan atau dimanfaatkan untuk hal yang merugikan pasien. Hal ini sebagaimana diatur dalam UU Kesehatan yang mewajibkan kepada seluruh setiap fasilitas pelayanan kesehatan untuk menjaga data Kesehatan pribadi Pasien, serta dapat menolak mengungkapkan segala informasi kepada publik yang berkaitan dengan rahasia Kesehatan pribadi Pasien, kecuali diperbolehkan berdasarkan Undang-undang (RI, 2023). Pasien dapat memberikan izin persetujuan (informed consent) kepada Dokter dan Penyedia Fasilitas Kesehatan untuk mengakses dan memanfaatkan data rekam medis, sehingga dapat digunakan oleh Penyedia layanan untuk menentukan tindakan yang paling tepat bagi Pasien. Izin persetujuan ini harus terdokumentasi dengan baik untuk memastikan data tidak dapat disalahgunakan untuk kepentingan lain di luar konteks layanan kesehatan yang disepakati. Adapun hak untuk memberikan izin persetujuan sepenuhnya merupakan otonomi dari Pasien. Pasien harus memiliki pilihan untuk memilih menyetujui atau tidak dalam penanganan, pemrosesan, dan berbagi data. Pasien berhak memiliki rekam medis elektronik kesehatannya (Librianty & Prawiroharjo, 2023).

3. Perlindungan Terhadap Malpraktik Medis

AI berperan membantu dokter dengan memberikan beberapa rekomendasi kepada dokter berdasarkan informasi dan algoritma yang sudah disusun, hingga pada akhirnya hanya keputusan dokter yang menjadi penentu penetapan diagnosis. Dalam memberikan rekomendasi terkait pelayanan kesehatan kepada pasien, teknologi AI tetap berpotensi melakukan kesalahan-kesalahan teknis. Salah satu penyebab kesalahan tersebut yaitu karena algoritme pengambilan keputusan oleh AI yang tidak sejalan dengan penalaran dokter, misalnya dalam penegakan diagnosis klinis, atau penetapan pemberian terapi (Trenggono & Bachtiar, 2023).

Meskipun tidak semua kejadian yang tidak diharapkan tidak selalu merupakan malpraktik, tetapi malpraktik biasanya akan selalu terjadi dengan diaduhinya adanya kesalahan, baik berupa kesalahan diagnosis, kesalahan pengobatan, kesalahan tidak melakukan pencegahan, dan kesalahan lain-lain seperti kesalahan komunikasi (Andrianto & Athira, 2022). Dilema terjadi apabila ditemukan kesalahan penanganan kepada pasien, sehingga perlu ditetapkan pertanggungjawabannya di hadapan hukum, mengingat bahwa hukum positif di Indonesia secara substantif belum mengenal konsep AI secara khusus (Simbolon, 2023).

Sebagai sebuah sistem elektronik, teknologi AI hanya dapat beroperasi ataskendali oleh manusia, dengan menggunakan seperangkat dan informasi yangdiberikan oleh manusia. AI hanya bisa menjalankan fungsi yang sudahdiprogramkan kepadanya (Siregar, 2023). AI juga tidak memiliki kesadaranatashukum, tidak mampu memahami implikasi atas tindakannya, serta tidakdapat secara sadar menentukan kemauan dalam melakukan tindakan. Dengandemikian AI tidak dapat digolongkan menjadi subjek hukum (Haris & Tantimin, 2022). Dengan demikian, apabila diketahui adanya perbuatan atau tindakanyangmelawan hukum atau dapat merugikan bagi Pasien, maka perlu dikaji lebihlanjut peran pihak yang mengendalikan atau mengembangkan system AI untuk menjalankan tugas atau perintah tersebut. Dalam hal ini, teknologi AI merupakan objek hukum dan bukan subjek hukum yang dapat dimintai pertanggungjawaban hukum (Ningrum et al., 2024).

Seperti halnya pada praktik pengobatan konvensional yang tidak lepas dari adanya kaidah serta aturan yang harus patuhi, begitupun dengan implementasi telemedisin dan penggunaan aplikasi interaktif lainnya di bidang dan pelayanankesehatan adalah keharusan menjaga integritas, keamanan sistemdata, dankerahasiaan informasi kesehatan individu, kualitas layanan, dan perlindungankonsumen dan kepentingan komersial industri kesehatan terhadap praktik- praktik yang tidak etis dan tidak sesuai hukum (Sulaiman et al., 2021).

REGULASI DAN KEBIJAKAN AI DALAM BIDANG KESEHATAN

A. Pentingnya Regulasi Dan Kebijakan

Pentingnya regulasi dan kebijakan dalam menggunakan teknologi AI dalam berbagai sektor menjadi perbincangan publik dan sorotan pemerintah di berbagai belahan negara terutama negara maju yang sudah lebih awal membangun menggunakan, dan mengembangkan teknologi AI. Pada tahun 2010 awal menjadi tahun permulaan dan perbincangan publik karena diadakan diskusi pertama tentang regulasi dan kebijakan dari AI terkait pertimbangan etis dan formula dalam meregulasikan penggunaan AI. Selanjutnya pada tahun 2018, kembali disoroti lebih dalam serta mengambil langkah yang signifikan oleh negara-negara eropa atau Uni Europe (UE) terkait pedoman kebijakan AI yang dapat dipercaya. Selanjutnya pada tahun 2020 UE mengusulkan peraturan AI yaitu berbentuk kerangka legislatif yang komprehensif untuk AI, serta menguraikan peraturan tentang transparansi, akuntabilitas, dan pertimbangan etis.

Pentingnya meregulasikan kebijakan dan moral dari AI itu sendiri juga harus menyadari bahwasanya pendekatan regulasi AI di berbagai negara dan wilayah

berbedabeda, dan diskusi mengenai topik ini terus berkembang secara global. Beberapa negara sedang dalam proses merumuskan atau menyempurnakan peraturan terkait AI untuk mengatasi masalah etika, privasi, dan keamanan yang terkait dengan teknologi AI. Beberapa sektor vital yang perlu dan penting dalam meregulasikan AI adalah keuangan dan perbankan, serta kesehatan dan kedokteran. Penerapan AI dalam kesehatan dan kedokteran menjadi sorotan utama di beberapa tahun terakhir ini sehingga menjadi landasan dalam penulis membuat penelitian ini. Di samping itu, pentingnya menyoroti regulasi dan kebijakan dari AI dalam kesehatan dan kedokteran yang dinamakan dengan precision medicine menjadi topik utama yang akan dibahas dalam paper penelitian ini dengan memberikan uraian dari literatur yang jelas dan komprehensif terkait regulasi dan kebijakan AI dalam precision medicine yang akan dibahas dan didiskusikan di bagian sub-bab berikutnya.

Beberapa literatur dan referensi yang membahas terkait regulasi dan kebijakan penggunaan AI dalam precision medicine akan dibahas secara komprehensif pada subbab ini secara mendetail dan menyeluruh. Beberapa aspek-aspek penting dari literature review yang akan dibahas adalah seperti metode AI yang digunakan dalam precision medicine, jenis penyakit yang bisa dibantu dengan AI, tingkat akurasi dari metode AI dalam precision medicine, dan yang menjadi poin utama dan paling penting adalah menyoroti bagaimana regulasi atau kebijakan serta kebijakan dalam pengembangan AI in precision medicine. Beberapa penelitian menyoroti terkait regulasi dan kebijakan AI dari beberapa kasus dalam bidang precision medicine terutama dalam bidang onkologi presisi (precision oncology) seperti yang diulas dalam penelitian yang berasal dari negara Iran membahas tentang kebijakan dari AI dari sudut pandang terkait privasi dan otonomi dari pasien (patient privacy and autonomy) Penelitian lainnya disusul dari Megan Doerr dan Meeder Sara yang mengatakan bahwa teknologi AI sekarang digunakan dalam pengoalahan data medis secara masif tapi bagaimana dengan aturan yang berlaku sebenarnya yang harus diperaktekkan dalam dunia riset terutama dalam penelitian yang menggunakan sistem trial-error pada subjek penelitian makhluk hidup terutama pada manusia (humansubject).

Selain itu, banyaknya AI digunakan dalam berbagai kasus dalam precision medicine digunakan sebagai tools atau alat yang membantu kinerja tenaga kesehatan seperti dokter, perawat, dan tenaga kesehatan lainnya yang membutuhkan analisis dan diagnosis penunjang. Penunjang yang dimaksud adalah seperti prediksi, klasifikasi, serta deteksi pada berbagai kasus penyakit manusia. Beberapa jenis penyakit yang sering menggunakan teknologi AI dalam kasus penunjangnya akan dibahas pada bagian di bawah ini. Beberapa metode atau teknologi AI yang banyak digunakan dalam precision medicine seperti pada

kasus pembacaan hasil gambar berupa radiologi seperti rontgen dada (chest x-ray), diagnosis gambar berupa Computer Tomography (CT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI).

AI digunakan dan berperan penting untuk membantu analisis gambar untuk deteksi dini kelainan dan penyakit, serta membantu tenaga kesehatan untuk interpretasi hasil dari x-ray, serta mengidentifikasi pola dan anomali (anomaly detection) pada paru-paru [19]. Selanjutnya dalam dukungan keputusan klinis (decision support system), AI digunakan untuk memberikan peringatan secara akurasi (real-time) kepada penyedia layanan kesehatan untuk potensi masalah, interaksi obat, atau penyimpangan dari protokol standar dari AI itu sendiri. Selain itu, AI juga dapat digunakan untuk membantu dalam memprediksi hasil rontgen pasien dan mengidentifikasi individu berisiko tinggi untuk intervensi serta pencegahan dini. Selain dari hal yang disebutkan di atas, beberapa metode AI juga bisa dijadikan sebagai metode untuk pemantauan kesehatan dengan menggunakan metode Natural language processing (NLP). AI dapat menganalisis percakapan pasien berdasarkan data teks tertulis untuk mendeteksi tanda-tanda masalah kesehatan mental (mental illness), sehingga memungkinkan dilakukan intervensi dini, dan penanganan bisa dilakukan lebih awal.

Beberapa penyakit yang bisa dibantu oleh AI seperti penyakit kanker, AI dapat digunakan untuk deteksi dini (early detection) melalui analisis data gambar pencitraan medis (medical image) seperti citra mammogram, CTScan, dan slide patologi (pathology slide). Selain itu dalam kasus penyakit kanker AI berperan dalam pemodelan prediktif dalam membantu menilai risiko kanker dan mengoptimalkan rencana pengobatan, serta AI juga bisa digunakan pendekatan pengobatan yang dipersonalisasi (personalized medicine) untuk pengobatan kanker dengan cara memanfaatkan AI untuk menganalisis data genomik manusia (human genome). Selanjutnya adalah penyakit syaraf (neuro diseases), dimana AI juga bisa berperan penting dalam penanganan kasus penyakit seperti ini dengan berkontribusi terhadap diagnosis dini (early diagnosis). Kondisi seperti penyakit Alzheimer dan Parkinson melalui analisis data pencitraan otak, dan analisis gelombang otak Echoencephalograph (EEG) serta pemodelan prediktif membantu dalam menilai risiko stroke atau penyakit neurodegeneratif. Selain daripada itu, penyakit yang bisa dibantu dengan AI adalah penyakit yang sering ditemukan pada masyarakat yaitu pernafasan atau paru-paru. AI digunakan menganalisis data pencitraan medis untuk membantu diagnosis dini kondisi seperti pneumonia, pneumonia thorax, dan kanker paru-paru (lung cancer) dapat dilakukan pemodelan prediktif membantu memantau kondisi pernafasan dan memprediksi eksaserbasi.

AI telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi untuk diagnosis, serta prediksi penyakit. Algoritma machine

learning, deep learning, khususnya dalam pencitraan medis, telah berhasil mengidentifikasi pola halus dan kelainan yang mungkin luput dari pandangan manusia. Misalnya, dalam radiologi diagnostik, sistem yang didukung AI menganalisis gambar medis seperti x-ray, CT-Scan, dan MRI, sehingga membantu tenaga kesehatan dalam mendeteksi dini kondisi seperti kanker, penyakit kardiovaskular, dan gangguan neurologis lainnya. Kemampuan AI untuk memproses data pencitraan dalam jumlah besar (massive data) dengan cepat, serta konsisten dalam berkontribusi pada diagnosis yang lebih cepat dan tepat, yang pada akhirnya meningkatkan hasil diagnosis dan penanganan pasien.

Selanjutnya, pemodelan AI prediktif telah terbukti bermanfaat dalam menilai risiko berkembangnya penyakit tertentu. Algoritma AI dapat menghasilkan profil risiko yang dipersonalisasi dengan menganalisis beragam data pasien, termasuk informasi genetik (genetic information), faktor gaya hidup (lifestyle factor), dan riwayat klinis (medical records). Dengan menggunakan model-model ini memungkinkan praktisi layanan kesehatan untuk mengidentifikasi individu yang berisiko lebih tinggi terkena diabetes, penyakit kardiovaskular, dan kanker tertentu, sehingga memungkinkan dilakukannya intervensi pencegahan yang ditargetkan. Keakuratan dan efisiensi yang ditawarkan AI dalam prediksi penyakit memberikan dukungan untuk tenaga kesehatan untuk mengambil tindakan proaktif, sehingga berpotensi mengurangi beban penyakit kronis dan meningkatkan hasil kesehatan masyarakat secara keseluruhan. Seiring berkembangnya teknologi AI, penelitian, validasi, dan kolaborasi berkelanjutan antara AI dan komunitas layanan kesehatan sangat penting untuk memastikan keandalan dan penerapan etis dari alat inovatif (innovative device) ini dalam praktik klinis.

B. Regulasi dan kebijakan AI dalam bidang kesehatan

Regulasi dan kebijakan AI dalam bidang kesehatan sangat penting untuk memastikan penggunaan teknologi ini secara aman, efektif, dan etis. Berikut adalah beberapa aspek utama yang perlu dipertimbangkan:

1. Keamanan dan Privasi Data :

Keamanan dan privasi data dalam konteks regulasi dan kebijakan AI di bidang kesehatan sangat penting karena melibatkan informasi sensitif tentang individu. AI dalam kesehatan seringkali memerlukan akses ke data pasien yang sensitif. Regulasi seperti GDPR di Eropa atau HIPAA di Amerika Serikat mengatur bagaimana data pribadi harus dilindungi dan digunakan. Kebijakan harus memastikan bahwa data pasien dilindungi dari pelanggaran dan penyalahgunaan.

a. Regulasi Data Pribadi

1. GDPR: Di Eropa, Regulasi Perlindungan Data Umum (GDPR) memberikan kerangka hukum untuk perlindungan data pribadi,

- termasuk data kesehatan. Ini mencakup hak individu untuk mengakses, memperbaiki, dan menghapus data mereka.
2. HIPAA: Di Amerika Serikat, Undang-Undang Portabilitas dan Akuntabilitas Asuransi Kesehatan (HIPAA) melindungi informasi kesehatan yang dapat diidentifikasi, mengatur penggunaan dan pengungkapan data pasien.
 - b. Kebijakan Pengumpulan Data:
Kebijakan harus menjelaskan secara jelas tujuan pengumpulan data, serta batasan penggunaannya. Data harus dikumpulkan dengan persetujuan yang jelas dari individu dan hanya untuk tujuan yang telah disetujui.
 - c. Keamanan Data
 1. Implementasi langkah-langkah keamanan yang ketat, seperti enkripsi data dan kontrol akses, sangat penting untuk melindungi informasi kesehatan dari akses yang tidak sah.
 2. Audit dan pemantauan rutin untuk memastikan bahwa sistem tetap aman dari ancaman cyber.
 - d. Transparansi dan Akuntabilitas
 1. Penggunaan AI dalam kesehatan harus transparan. Pengembang dan penyedia layanan kesehatan perlu menjelaskan bagaimana AI mengolah data dan membuat keputusan.
 2. Akuntabilitas diperlukan untuk memastikan bahwa ada mekanisme untuk menangani pelanggaran privasi atau kebocoran data.
 - e. Etika dan Keadilan
 1. Kebijakan harus mempertimbangkan etika penggunaan AI, termasuk potensi bias dalam algoritma yang dapat berdampak negatif pada kelompok tertentu.
 2. Penting untuk memastikan bahwa penggunaan AI tidak mengorbankan privasi demi kemajuan teknologi.
 - f. Inovasi dan Penelitian
 1. Regulasi harus mendukung inovasi sambil tetap menjaga privasi. Ini bisa melibatkan pengembangan metode anonimisasi data yang memungkinkan penelitian tanpa mengorbankan privasi individu. Keamanan dan privasi data dalam penggunaan AI di bidang kesehatan memerlukan pendekatan yang seimbang antara perlindungan individu dan kemajuan teknologi. Regulasi yang ketat, kebijakan yang jelas, dan komitmen terhadap etika sangat diperlukan untuk menciptakan ekosistem yang aman dan terpercaya.
 2. Validasi dan Uji Coba

Sebelum AI dapat digunakan dalam praktik klinis, algoritma harus melalui proses validasi yang ketat untuk memastikan akurasi dan keamanan. Ini mencakup uji coba klinis dan penilaian oleh badan regulasi seperti FDA (Food and Drug Administration) di AS atau BPOM di Indonesia. Validasi dan uji coba dalam konteks regulasi dan kebijakan AI di bidang kesehatan sangat penting untuk memastikan bahwa sistem AI dapat diandalkan, aman, dan efektif. Berikut adalah beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan:

- a) Tujuan Validasi
 1. Keamanan dan Efektivitas: Validasi bertujuan untuk memastikan bahwa model AI tidak hanya aman digunakan tetapi juga memberikan hasil yang akurat dan bermanfaat dalam konteks klinis.
 2. Akurasi dan Konsistensi: Uji coba diperlukan untuk menilai seberapa baik AI dalam mendiagnosis, merawat, atau memprediksi hasil kesehatan.
- b) Proses Validasi
 1. Pengujian Praklinis: Sebelum diterapkan secara klinis, model AI harus diuji menggunakan data yang representatif untuk menilai kinerjanya. Ini termasuk pengujian dengan dataset yang telah dilabeli secara manual oleh ahli.
 2. Uji Klinis: Setelah validasi awal, sistem AI perlu diuji dalam pengaturan klinis melalui studi uji coba acak untuk memastikan hasilnya dalam situasi nyata.
- c) Regulasi dan Standar
 1. FDA dan CE Marking: Di banyak negara, termasuk AS dan Eropa, badan regulasi seperti FDA (Food and Drug Administration) dan CE marking di Eropa mengharuskan perangkat medis berbasis AI melalui proses validasi dan pengujian yang ketat.
 2. Pedoman Khusus: Regulasi dapat mencakup pedoman khusus untuk jenis AI tertentu, seperti diagnostic tools atau alat prediksi, yang harus dipatuhi.
- d) Pengawasan Pasca-Pemasaran
 1. Setelah AI diterapkan dalam praktik klinis, penting untuk melakukan pengawasan berkelanjutan. Ini termasuk monitoring untuk mendeteksi potensi masalah atau efek samping yang tidak teridentifikasi selama fase uji coba.
- e) Transparansi dan Reprodusibilitas

1. Validasi dan hasil uji coba harus terdokumentasi dengan jelas dan dapat diakses untuk meningkatkan transparansi. Ini juga memungkinkan peneliti lain untuk mereproduksi studi dan memverifikasi hasilnya.
- f) Keterlibatan Pemangku Kepentingan
 1. Melibatkan pemangku kepentingan, termasuk dokter, pasien, dan ahli etika, dalam proses validasi dan uji coba dapat memberikan perspektif yang lebih holistik mengenai penggunaan AI di bidang kesehatan.
- g) Etika dalam Uji Coba
 1. Pertimbangan etis dalam desain dan pelaksanaan uji coba sangat penting, terutama terkait dengan perlindungan privasi pasien dan persetujuan yang diinformasikan.

Validasi dan uji coba adalah komponen krusial dalam regulasi dan kebijakan AI di bidang kesehatan. Proses ini memastikan bahwa teknologi tidak hanya efektif, tetapi juga aman dan sesuai dengan standar etika, memberikan kepercayaan kepada pengguna dan pasien.

3. Transparansi dan Akuntabilitas

Penting untuk memiliki transparansi dalam bagaimana algoritma AI membuat keputusan. Kebijakan harus mengharuskan pengembang untuk menjelaskan proses dan data yang digunakan, serta menyediakan mekanisme untuk akuntabilitas jika terjadi kesalahan. Transparansi dan akuntabilitas merupakan dua pilar penting dalam regulasi dan kebijakan AI di bidang kesehatan. Keduanya berperan dalam membangun kepercayaan, memastikan penggunaan yang etis, dan meningkatkan kualitas layanan kesehatan. Berikut adalah penjelasan lebih rinci mengenai masing-masing aspek:

a) Transparansi

1. Definisi: Transparansi mengacu pada kejelasan dan keterbukaan informasi mengenai cara kerja sistem AI, termasuk algoritma yang digunakan, sumber data, dan proses pengambilan keputusan.
2. Pentingnya Transparansi:
 - a. Kepercayaan Pengguna: Pengguna (dokter, pasien, dan pemangku kepentingan lainnya) lebih cenderung mempercayai dan menggunakan sistem AI yang jelas tentang cara dan alasannya beroperasi.
 - b. Pemahaman yang Lebih Baik: Dengan transparansi, pengguna dapat memahami batasan dan potensi risiko

dari AI, yang membantu mereka dalam mengambil keputusan yang lebih informasional.

b) Keterbukaan Algoritma

Penyedia teknologi AI harus bersikap transparan mengenai bagaimana algoritma mereka bekerja, termasuk data yang digunakan untuk melatih model dan metode yang diterapkan. Ini membantu pengguna memahami keputusan yang diambil oleh sistem.

c) Pengungkapan Bias

Penting untuk mengidentifikasi dan mengkomunikasikan potensi bias dalam algoritma. Kebijakan harus mencakup langkah-langkah untuk mengurangi bias dan melaporkan temuan tersebut secara terbuka.

d) Dokumentasi dan Audit

Setiap sistem AI harus didokumentasikan dengan jelas, termasuk proses pengembangan dan evaluasi. Audit reguler oleh pihak ketiga dapat membantu menilai kepatuhan terhadap standar etika dan regulasi.

e) Pelaporan Kejadian

Kebijakan harus mewajibkan pelaporan kejadian terkait kesalahan atau masalah yang disebabkan oleh sistem AI. Ini menciptakan saluran bagi pengguna untuk melaporkan masalah dan membantu dalam perbaikan sistem.

f) Keterlibatan Stakeholder

Melibatkan berbagai pihak, termasuk profesional kesehatan, pasien, dan masyarakat, dalam pengembangan kebijakan AI dapat meningkatkan transparansi dan akuntabilitas. Umpan balik dari berbagai stakeholder penting untuk menciptakan kebijakan yang komprehensif.

g) Pendidikan dan Informasi

Masyarakat dan tenaga kesehatan perlu diberi informasi yang jelas mengenai penggunaan AI, manfaat, risiko, dan hak-hak mereka. Ini meningkatkan pemahaman dan membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik.

h) Penyediaan Laporan Kinerja

Penyedia teknologi harus menyediakan laporan kinerja yang menunjukkan efektivitas dan keamanan sistem AI secara berkala. Ini membantu dalam pemantauan dampak teknologi terhadap hasil kesehatan.

i) Regulasi yang Fleksibel

Kebijakan harus cukup fleksibel untuk beradaptasi dengan perkembangan teknologi yang cepat, sambil tetap mempertahankan standar transparansi dan akuntabilitas.

j) Tanggung Jawab Hukum

Harus ada kejelasan mengenai tanggung jawab hukum dalam kasus kegagalan sistem AI. Ini termasuk menentukan siapa yang bertanggung jawab jika terjadi kesalahan dalam diagnosis atau pengobatan.

k) Mekanisme Pengaduan

Kebijakan harus menyediakan mekanisme yang jelas bagi pasien dan tenaga kesehatan untuk mengajukan pengaduan terkait penggunaan AI, serta memastikan bahwa pengaduan tersebut ditindaklanjuti.

Dengan memastikan transparansi dan akuntabilitas, kita dapat meminimalkan risiko yang terkait dengan penggunaan AI dalam kesehatan, serta meningkatkan kepercayaan publik terhadap teknologi ini.

4. Etika dalam Penggunaan AI

Kebijakan harus mempertimbangkan isu-isu etis, termasuk bias dalam algoritma dan dampaknya terhadap keputusan klinis. **Transparency** dan **akuntabilitas** dalam pengembangan dan penggunaan AI sangat penting. Etika dalam penggunaan AI di bidang kesehatan adalah aspek yang sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi ini digunakan dengan cara yang adil dan bertanggung jawab. Berikut adalah beberapa prinsip etika yang perlu dipertimbangkan:

a) Keadilan dan Akses

Pastikan bahwa teknologi AI tidak menciptakan atau memperburuk kesenjangan dalam akses layanan kesehatan. Semua pasien, tanpa memandang latar belakang sosial atau ekonomi, harus memiliki akses yang sama terhadap manfaat AI.

b) Privasi dan Perlindungan Data

Perlindungan data pribadi pasien harus menjadi prioritas utama. Penggunaan AI harus mematuhi regulasi yang ada mengenai privasi, dan data harus dikelola dengan aman dan etis.

c) Transparansi dalam Keputusan

Proses pengambilan keputusan yang didukung oleh AI harus jelas dan dapat dipahami oleh semua pihak, termasuk pasien dan tenaga kesehatan. Ini termasuk menjelaskan bagaimana dan mengapa keputusan diambil.

- d) **Tanggung Jawab dalam Penggunaan**
Harus ada kejelasan mengenai siapa yang bertanggung jawab jika sistem AI menghasilkan keputusan yang salah. Penggunaan AI tidak boleh menggantikan tanggung jawab profesional medis.
 - e) **Penghindaran Bias**
AI harus dikembangkan dan dilatih dengan mempertimbangkan keberagaman data untuk menghindari bias yang dapat berdampak negatif pada kelompok tertentu. Pemantauan dan evaluasi sistem harus dilakukan secara berkala untuk mendeteksi dan mengurangi bias.
 - f) **Keamanan Pasien**
Keamanan pasien harus menjadi prioritas dalam pengembangan dan penerapan teknologi AI. Setiap sistem harus diuji untuk memastikan bahwa ia tidak membahayakan pasien dan bahwa risiko ditangani dengan tepat.
 - g) **Keterlibatan Pasien**
Pasien harus dilibatkan dalam proses pengembangan dan implementasi AI. Mereka harus diberi kesempatan untuk memberikan umpan balik dan mengungkapkan kekhawatiran terkait penggunaan teknologi dalam perawatan mereka.
 - h) **Pendidikan dan Kesadaran**
Tenaga kesehatan dan masyarakat perlu dididik tentang penggunaan AI, termasuk potensi manfaat dan risiko. Kesadaran ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dan meningkatkan kepercayaan terhadap teknologi.
 - i) **Informed Consent**
Penggunaan AI dalam diagnosis dan pengobatan harus dilakukan dengan mendapatkan persetujuan yang diinformasikan dari pasien. Pasien harus memahami bagaimana AI digunakan dalam proses perawatan mereka.
 - j) **Peningkatan Berkelanjutan**
Kebijakan harus mencakup komitmen untuk evaluasi dan peningkatan berkelanjutan dalam penggunaan AI. Ini termasuk mengadaptasi teknologi berdasarkan umpan balik dan hasil yang diperoleh dari penggunaan di lapangan.
Dengan menerapkan prinsip-prinsip etika ini, penggunaan AI dalam kesehatan dapat dilakukan dengan cara yang lebih aman, adil, dan bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat.
5. **Perlindungan Terhadap Bias**

Kemampuan AI dalam mengolah informasi, sangat dipengaruhi dengan kelengkapan data, kualitas data dan ketepatan akurasi algoritma yang dimasukkan ke dalam sistem. Pertimbangan klinis yang komprehensif akan perlu mempertimbangkan banyak sumber informasi, antara lain teori dan literatur, data uji klinis, data populasi, termasuk data pribadi pasien, untuk dibandingkan dengan data hasil observasi, hasil pemeriksaan medis, hasil pemeriksaan laboratorium, di samping banyak data relevan lainnya. (Librianty & Prawiroharjo, 2023)

Selain dengan memilih sistem AI yang handal, Penyelenggara layanan juga perlu melakukan evaluasi teknologi AI secara berkala, termasuk mendapatkan masukan dan rekomendasi dari asosiasi profesi dokter sendiri untuk mengembangkan AI secara berkelanjutan. Dokter dituntut untuk lebih teliti dan bijak dalam mengembangkan teknik anamnesis, serta menggabungkan beberapa informasi sekaligus, karena keputusan akhir terkait penanganan tetap menjadi kewenangan Dokter (Sidi et al., 2021).

Seluruh pendekatan ini dikembangkan dengan tujuan agar analisis, kesimpulan, dan rekomendasi klinis yang diusulkan benar-benar menggambarkan perkembangan teknologi kedokteran terbaru dan sesuai dengan karakteristik populasi dan masyarakat yang ditangani.

6. Perlindungan & Kerahasiaan Data Pribadi.

Beberapa tantangan terkait perlindungan data pribadi dalam penyelenggaraan layanan kesehatan berbasis AI, diantaranya aspek efektivitas dan keamanan, tanggung jawab, perlindungan data perlindungan data pribadi, keamanan siber dan aspek hukum hak cipta (Siregar, 2023; Yuliana, 2023).

Kerahasiaan data pasien merupakan salah satu aspek penting yang perlu dijaga dalam hubungan antara Dokter dan Pasien. Hal ini mengingat bahwa untuk dapat menyelenggarakan layanan kesehatan berbasis data dan AI akan membutuhkan jumlah dan variasi data yang besar dan komprehensif mengenai pasien yang bersifat pribadi dan sensitif. (Trenggono & Bachtiar, 2023).

Sebagai pemilik data, ketika pasien menggunakan layanan kesehatan berbasis AI, maka Pasien harus memberikan izin pemanfaatan data pribadi dan rekam medis miliknya untuk diakses oleh sistem informasi, agar dapat dioleh lebih lanjut untuk mendapatkan rekomendasi yang paling sesuai. Informasi mengenai tujuan dan area penggunaan data perlu disampaikan, termasuk siapa

saja yang memiliki akses terhadap data, serta data seperti apa yang akan dapat dibuka. Penyelenggara harus bisa memastikan bahwa data milik Pasien dikelola secara baik, serta tidak akan disebarluaskan atau digunakan untuk kepentingan lain tanpa sepengetahuan Pasien. Pengelolaan data sebagaimana dimaksud meliputi untuk penggunaan, penyimpanan, akses, dan penyebaran data, termasuk untuk penelitian, publikasi maupun untuk kepentingan lainnya (Librianty & Prawiroharjo, 2023).

Di sisi lain, penyelenggara layanan harus bisa memastikan adanya upaya untuk melindungi data pribadi pasien, agar tidak dibocorkan atau dimanfaatkan untuk hal yang merugikan pasien. Hal ini sebagaimana diatur dalam UU Kesehatan yang mewajibkan kepada seluruh setiap fasilitas pelayanan kesehatan untuk menjaga data Kesehatan pribadi Pasien, serta dapat menolak mengungkapkan segala informasi kepada publik yang berkaitan dengan rahasia Kesehatan pribadi Pasien, kecuali diperbolehkan berdasarkan Undang-undang (RI, 2023).

Pasien dapat memberikan izin persetujuan (informed consent) kepada Dokter dan Penyedia Fasilitas Kesehatan untuk mengakses dan memanfaatkan data rekam medis, sehingga dapat digunakan oleh Penyedia layanan untuk menentukan tindakan yang paling tepat bagi Pasien. izin persetujuan ini harus terdokumentasi dengan baik untuk memastikan data tidak dapat disalahgunakan untuk kepentingan lain di luar konteks layanan kesehatan yang dipsepakati. Adapun hak untuk memberikan izin persetujuan sepenuhnya merupakan otonomi dari Pasien. Pasien harus memiliki pilihan untuk memilih menyetujui ataupun tidak dalam penanganan, pemrosesan, dan berbagi data. Pasien berhak memiliki rekam medis elektronik kesehatannya (Librianty & Prawiroharjo, 2023).

7. Perlindungan Terhadap Malpraktik Medis

AI berperan membantu dokter dengan memberikan beberapa rekomendasi kepada dokter berdasarkan informasi dan algoritma yang sudah disusun, hingga pada akhirnya hanya keputusan dokter yang menjadi penentu penetapan diagnosis. Dalam memberikan rekomendasi terkait pelayanan kesehatan kepada pasien, teknologi AI tetap berpotensi melakukan kesalahan-kesalahan teknis. Salah satu penyebab kesalahan tersebut yaitu karena algoritme pengambil keputusan oleh AI yang tidak sejalan dengan penalaran

dokter, misalnya dalam penegakan diagnosis klinis, atau penetapan pemberian terapi (Trenggono & Bachtiar, 2023).

Meskipun tidak semua kejadian yang tidak diharapkan tidak selalu merupakan malpraktik, tetapi malpraktik biasanya akan selalu terjadi dengan didahului adanya kesalahan, baik berupa kesalahan diagnosis, kesalahan pengobatan, kesalahan tidak melakukan pencegahan, dan kesalahan lain-lain seperti kesalahan komunikasi (Andrianto & Athira, 2022) 30 . Dilema terjadi apabila ditemukan kesalahan penanganan kepada pasien, sehingga perlu ditetapkan pertanggungjawabannya di hadapan hukum, mengingat bahwa hukum positif di Indonesia secara substantif belum mengenal konsep AI secara khusus (Simbolon, 2023)

Sebagai sebuah sistem elektronik, teknologi AI hanya dapat beroperasi atas kendali oleh manusia, dengan menggunakan seperangkat dan informasi yang diberikan oleh manusia. AI hanya bisa menjalankan fungsi yang sudah diprogramkan kepadanya (Siregar, 2023)32 . AI juga tidak memiliki kesadaran atas hukum, tidak mampu memahami implikasi atas tindakannya, serta tidak dapat secara sadar menentukan kemauan dalam melakukan tindakan. Dengan demikian AI tidak dapat digolongkan menjadi subjek hukum (Haris & Tantimin, 2022)

Dengan demikian, apabila diketahui adanya perbuatan atau tindakan yang melawan hukum atau dapat merugikan bagi Pasien, maka perlu dikaji lebih lanjut peran pihak yang mengendalikan atau mengembangkan sistem AI untuk menjalankan tugas atau perintah tersebut. Dalam hal ini, teknologi AI merupakan objek hukum dan bukan subjek hukum yang dapat dimintai pertanggungjawaban hukum (Ningrum et al., 2024).

Seperti halnya pada praktik pengobatan konvensional yang tidak lepas dari adanya kaidah serta aturan yang harus patuhi, begitupun dengan implementasi telemedisin dan penggunaan aplikasi interaktif lainnya di bidang dan pelayanan kesehatan adalah keharusan menjaga integritas, keamanan sistem data, dan kerahasiaan informasi kesehatan individu, kualitas layanan, dan perlindungan konsumen dan kepentingan komersial industri kesehatan terhadap praktik- praktik yang tidak etis dan tidak sesuai hukum (Sulaiman et al., 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Ganis Sanhaji, AI (2024). Utilization Of Artificial Intelligence In The Field Of Health. *Edusaintek: Journal of Education, Science and Technology* , 234-242.
- Handels H, Rop T, Kreusch J, Wolff HH, Poppl SJ. Feature selection for optimized skin tumor recognition using genetic algorithms. *Artif Intell Med* 1999; 16: 283–97. 66.
- Kluge, E.-H. W. (2020). Artificial intelligence in healthcare: Ethical considerations. *Healthcare Management Forum*, 33(1), 47–49. <https://doi.org/10.1177/0840470419850438>
- Krishnan, R. H., & Pugazhenth, S. (2014). Mobility assistive devices and self-transfer robotic systems for elderly, a review. *Intelligent Service Robotics*, 7(1), 37–49. <https://doi.org/10.1007/s11370-013-0142-6>
- Lee, D., & Yoon, S. N. (2021). Application of Artificial Intelligence-Based Technologies in the Healthcare Industry: Opportunities and Challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 271. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010271>
- Matheny, M. E., Whicher, D., & Thadaney Israni, S. (2020). Artificial Intelligence in Health Care. *JAMA*, 323(6), 509. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.21579>
- McCarthy, M. K. (2019). Artificial Intelligence in Health: Ethical Considerations for Research and Practice. HIMSS. McGraw, K. (2019). Artificial intelligence: Essentials for nursing. *Nursing*, 49(9), 46–49. <https://doi.org/10.1097/01.NURSE.0000577716.57052.8d>
- Organisasi Kesehatan Dunia (2020). "Constitution of the World Health Organization". Basic Documents (PDF) (edisi ke-49). Jenewa: Organisasi Kesehatan Dunia. hlm. 1. ISBN 978-92-4-000051-3.
- Librianty, N., & Prawiroharjo, P. (2023). Tinjauan Etika penggunaan Artificial Intelligence di Kedokteran. *Jurnal Etika Kedokteran Indonesia*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.26880/jeki.v7i1.68>
- Sidi, R., Aprilianti Sinaga, S. A., & Purba, H. (2021). Legal Protection for Patients Who Are Harmed as a Result of Wrong Diagnosis of the Doctor in the Service App-Based Health Online. *International Journal of Research and Review*, 8(12), 159–166



- Siregar, R. A. (2023). Perspektif Hukum tentang Transformasi Pelayanan Kesehatan dengan Kecerdasan Buatan. *Soepra : Jurnal Hukum Kesehatan*, 9(2), 306–314. 24 Yuliana. (2023).
- The Challenges Of Implementing Medical Practice In The Artificial Intelligence Era. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 10(2), 589–597. 25 Trenggono, P. H., & Bachtiar, A. (2023).
- Peran Artificial Intelligence Dalam Pelayanan Kesehatan : A Systematic Review. *Jurnal Ners*, 7(1), 444–451
- Librianty, N., & Prawiroharjo, P. (2023). Tinjauan Etika penggunaan Artificial Intelegence di Kedokteran. *Jurnal Etika Kedokteran Indonesia*, 7(1), 1–9.
- UU No. 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan
- Librianty, N., & Prawiroharjo, P. (2023). Tinjauan Etika penggunaan Artificial Intelegence di Kedokteran. *Jurnal Etika Kedokteran Indonesia*, 7(1), 1
- Trenggono, P. H., & Bachtiar, A. (2023). Peran Artificial Intelligence Dalam Pelayanan Kesehatan : A Systematic Review. *Jurnal Ners*, 7(1), 444–451.
- Andrianto, W., & Athira, A. B. (2022). Telemedicine (Online Medical Services) Dalam Era New Normal Ditinjau Berdasarkan Hukum Kesehatan (Studi: Program Telemedicine Indonesia/Temenin Di Rumah Sakit Dr. Cipto Mangunkusumo). *Jurnal Hukum & Pembangunan*, 52(1), 11.
- Simbolon, Y. (2023). Pertanggungjawaban Perdata Terhadap Artificial Intelligence Yang Menimbulkan Kerugian Menurut Hukum Di Indonesia. *Veritas Et Justitia*, 9(1), 246–273.
- Siregar, R. A. (2023). Perspektif Hukum tentang Transformasi Pelayanan Kesehatan dengan Kecerdasan Buatan. *Soepra : Jurnal Hukum Kesehatan*, 9(2), 306–314.
- Haris, M. T. A. R., & Tantimin. (2022). Analisis Pertanggungjawaban Hukum Pidana Terhadap Pemanfaatan Artificial Intelligencedi Indonesia. *Jurnal Komunikasi Hukum*, 8(1),
- Zebua, R.S.Y. et al. (2023) *Fenomena Artificial Intelligence (AI)*. jambi: Sonpedia Publishing Indonesia.
- Niki Ratama, S.K.M.K. (2020) *Sistem Penunjang Keputusan Dan Sistem Pakar Dengan Pemahaman Studi Kasus*. Ponorogo: uwais inspirais indonesia. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=OBv9DwAAQB AJ>.
- Aryasa, K.B. (2022) *Ainomics - Economic Artificial intelligence: Hubungan Manusia dengan Mesin*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=X4IEAAAQBAJ>.
- Pakpahan, R. (2021) ‘Analisa Pengaruh Implementasi Artificial intelligence dalam Kehidupan Manusia’, *Journal of Information System, Informatics and Computing*, 5(2), pp. 506–513. Available at: <https://doi.org/10.52362/jisicom.v5i2.616>.

- Syafii, I. et al. (2023) 'Penyuluhan Skrining Gizi Dasar Secara Mandiri Berbasis Kecerdasan Buatan Machine Learning Pada Siswa SMA', *Aptekmas Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 6(2), pp. 172–178.
- Prawiroharjo, P., Pratama, P., & Librianty, N. (2019). Layanan telemedis di Indonesia: keniscayaan, risiko, dan batasan etika. *Jurnal Etika Kedokteran Indonesia*, 166 3(1), 1. <https://doi.org/10.26880/jeki.v3i1>.
- Bitar, H., & Alismail, S. (2021). The role of eHealth, telehealth, and Telemedicine for chronic disease patients during COVID-19 pandemic: A rapid systematic review. *DIGITAL HEALTH*, 7, 205520762110093. <https://doi.org/10.1177/20552076211009396>
- Nittari, G., Khuman, R., Baldoni, S., Pallotta, G., Battineni, G., Sirignano, A., Amenta, F., & Ricci, G. (2020). Telemedicine practice: review of the current ethical and legal challenges. *Telemedicine and e-Health*, 26(12), 1427–1437. <https://doi.org/10.1089/tmj.2019.0158>
- Jin, M. X., Kim, S. Y., Miller, L. J., Behari, G., & Correa, R. (2020). Telemedicine: current impact on the future. *Cureus*,
- Beyaz, S. (2020). A brief history of Artificial intelligence and robotic surgery in orthopedics & traumatology and future expectations. *Joint Diseases and Related Surgery*, 31(3), 653–655. <https://doi.org/10.5606/ehc.2020.75300>
- Brodie, A., & Vasdev, N. (2018). The future of robotic surgery. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 100(Supplement 7), 4–13. <https://doi.org/10.1308/rcsann.supp2.4>
- Zhou, S., Zhao, J. and Zhang, L. (2022) 'Application of Artificial intelligence on Psychological Interventions and Diagnosis: An Overview', *Frontiers in Psychiatry*, 13(1), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.811665>.
- Patel, V. and Shah, M. (2022) 'Artificial intelligence and Machine learning in Drug Discovery and development', *Intelligent Medicine*, 2(3), pp. 134–140. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.imed.2021.10.001>.
- Jimma, B.L. (2023) 'Artificial intelligence in healthcare: A bibliometric analysis', *Telematics and Informatics Reports*, 9(June 2022), p. 100041. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.teler.2023.100041>.
- Organisasi Kesehatan Dunia. "The Ottawa Charter for Health Promotion". *WHO*. Diakses tanggal 22 Juni 2020.
- Mental disorders: Key facts. *WHO*. 28 November 2019. Diakses tanggal 24 Juni 2020.
- Mental disorders affect one in four people. *WHO*. 4 Oktober 2001. Diakses tanggal 24 Juni 2020.
- Nutrients. *WHO*. Diakses tanggal 19 Juli 2020.



- Karimian, G., Petelos, E., & Evers, S. M. A. A. (2022). The ethical issues of the application of artificial intelligence in healthcare: a systematic scoping review. *AI and Ethics*, 2(4), 539–551. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00131-7>
- Marlon, R. et al. (2020) ‘Penerapan Artificial Intelligence (AI) pada Robot Asuhan Keperawatan NAR dalam Peningkatan Efektivitas Kinerja Kerja di Rumah Sakit’, *Journal of Information System and Technology*, 01(02), pp. 169–175. Available at: www.covid19.co.id/.
- Astuti, F.A. (2021) ‘Pemanfaatan Teknologi Artificial intelligence untuk Penguatan Kesehatan dan Pemulihan Ekonomi Nasional’, *Jurnal Sistem Cerdas*, 4(1), pp. 25–34.
- Masrichah, S. (2023) ‘Ancaman Dan Peluang Artificial intelligence (AI)’, *Jurnal Pendidikan dan Sosial Humaniora*, 3(3), pp. 83–101.
- Zephaniah, I. and Febrian, D. (2023) ‘Artificial intelligence To Improve Accuracy and Efficiency of Prescribing Between Doctors & Pharmacists’, *Metacommunication; Journal of Communication Studies*, 8(1), pp. 89–103. Available at: <https://doi.org/10.20527/mc.v8i1.15706>
- Komalasari, R. (2022) ‘Pemanfaatan Kecerdasan Buatan (Artificial intelligence) dalam Telemedicine : dari Perspektif Profesional Kesehatan’, *J.Ked Mulawarman*, 9(September), pp. 72–81.
- Komalasari, R. and Fudsy, M.I. (2021) ‘Peran Teknologi Informasi Dalam Pengendalian Pandemi Covid-19’, *J-SIKA: Jurnal Sistem Informasi Karya Anak Bangsa*, 3(02), pp. 73–85.
- Agustian, I. (2019) ‘Rancang Bangun Pemantau Detak Jantung dan Suhu Tubuh Portabel Dengan Sistem IoT’, *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(2), pp. 14–18. Available at: <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v9i2.15378>.
- Muhith, A. and Siyoto, S. (2021) *Aplikasi Komunikasi Terapeutik Nursing & Health*. Yogyakarta: Penerbit Andi. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=fL9jDwAAQBAJ>.
- Mu’minah and Hariyati, R. (2022) ‘Sistem Pendukung Keputusan Klinis Dalam Keperawatan’, *Jurnal Keperawatan Muhammadiyah*, 7(2), pp. 171–175.
- Isohätälä, J., Näykki, P. and Järvelä, S. (2020) ‘Convergences of Joint, Positive Interactions and Regulation in Collaborative Learning’, *Small Group Research*, 51(2), pp. 229–264. Available at: <https://doi.org/10.1177/1046496419867760>.



TENTANG PENULIS



Dr. Bdn. Fitriani Nur Damayanti, S.ST, SH, M.HKes lahir di Semarang, 18 Mei 1988. Lulus DIV Bidan Pendidik dari Poltekkes Kemenkes Semarang. Lulus S2 Hukum Kesehatan Unika Soegijapranata. Lulus S3 Hukum konsentrasi Hukum Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang. Lulus Pendidikan Profesi Bidan Universitas Muhammadiyah Semarang. Dosen Program Studi Kebidanan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang. Mengajar matakuliah Etika Profesi dan Hukum Kesehatan, Kesehatan Masyarakat, Hukum Kesehatan, Etikolegal dalam Praktik Kebidanan. Aktif menulis artikel baik di jurnal Nasional maupun Internasional. Karya buku yang dihasilkan Buku Pintar Balitaku, Perlindungan Hukum Profesi Bidan, Medikolegal Pelayanan Kegawatdaruratan Maternal Neonatal, Profesionalisme Bidan dalam Praktik Kebidanan, Perlunya Cegah Stunting, ASI Eksklusif dalam Perspektif Transendental.



Bdn. Erna Kusumawati, S.ST.M.Kes lahir di Semarang, 25 Maret 1980. Lulus DIII Kebidanan dari Akademi Kebidanan Bhakti Husada Semarang. Lulus DIV Bidan Pendidik dari Poltekkes Kemenkes Semarang. Lulus S2 dari Program Studi Kesehatan Masyarakat Kajian Kesehatan Reproduksi HIV/AIDS Universitas Diponegoro Semarang. Aktif sebagai anggota IBI, dan menjadi Praktek Mandiri Bidan sejak 2004 sampai sekarang. Aktif menulis artikel di jurnal nasional. Mengajar matakuliah Asuhan Kebidanan Persalinan, Asuhan Kebidanan Keluarga Berencana dan Kesehatan Reproduksi, Asuhan Kebidanan Bayi, Balita dan Anak Pra sekolah. Karya buku yang dihasilkan Pijat Perinum Menuju Persalinan Yang Nyaman





deteksi dini kanker serviks dan payudara dan Pijat Perinum Menuju Persalinan Yang Nyaman.

Bdn. Siti Istiana, S.SiT.M.Kes lahir di Demak, 18 Februari 1985. Lulus DIII Kebidanan dari Akademi Kebidanan Pemkab Kudus. Lulus DIV Bidan Pendidik dari STIKES Ngudi Waluyo Ungaran Semarang. Lulus S2 dari Program Studi Kesehatan Masyarakat Kajian Manajemen Kesehatan Ibu dan Anak Universitas Diponegoro Semarang. Aktif sebagai anggota IBI. Aktif menulis artikel di jurnal nasional. Mengajar matakuliah asuhan kebidanan perempuan dan anak dalam kondisi rentan, kesehatan perempuan dan perencanaan keluarga, asuhan kebidanan pra nikah dan pra konsepsi. Karya buku yang dihasilkan



Prof. Dr. Sandeep Poddar lahir di India 27 Desember 1972. Lulus B.Sc (Hons) in Zoology University of Calcutta, Kolkata, India. M.Sc. in Zoology Dayalbagh Educational Institute, (Deemed University) Agra, India. Lulus PhD (Sc) in Zoology University of Calcutta, Kolkata, India. Deputy Vice Chancellor, Administration(acting) Lincoln University College for 6 months. Director of Operations, Lincoln University College more than 1 year. Deputy Vice Chancellor (Research & Innovation) Executive Editor, Lincoln University College (Publications). Member, Board of Studies, Lincoln University College, Malaysia.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ETHICAL ASPECTS MIDWIFERY AND NURSE

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam bidang keperawatan dan kebidanan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan, efisiensi, dan keselamatan pasien. Penggunaan AI dapat memberikan manfaat signifikan, seperti pengurangan biaya, peningkatan efisiensi, peningkatan akurasi dalam diagnosis, dan pemahaman yang lebih dalam terhadap data kesehatan yang kompleks. Selain itu, AI juga dapat membantu mempercepat penemuan dan pengembangan obat, serta meningkatkan perawatan pasien dengan pendekatan yang lebih personal dan berbasis bukti.

Perkembangan teknologi dan ketersediaan data medis yang semakin melimpah, AI dapat memproses data besar secara cepat dan efisien untuk menghasilkan wawasan baru dan membantu pengambilan keputusan yang lebih baik dalam praktik medis. Algoritma dan model AI, seperti Convolutional Neural Networks (CNNs), dapat digunakan untuk mengenali pola kompleks dalam data medis, termasuk gambar medis seperti radiologi, citra mikroskopis, dan citra MRI.

Aplikasi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah diterapkan secara luas dalam berbagai bidang, termasuk di bidang kesehatan. Penelitian yang dilakukan menggunakan aplikasi kecerdasan buatan untuk kesehatan bertujuan untuk memanfaatkan teknologi AI untuk meningkatkan diagnosis, pengobatan, dan pengelolaan penyakit, serta meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan secara keseluruhan.

Penerbit:



Unimus Press
Gd. Rektorat Lt. 4, Ruang 407,
Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kedungmundu Raya No. 18.,
Kec. Tembalang, Kota Semarang
Telp : 024 - 76740296
Email : unimuspress@unimus.ac.id
Website : <http://www.unimuspress.unimus.ac.id>



Buku Referensi

ISBN 978-634-7117-03-2



9

786347

119032