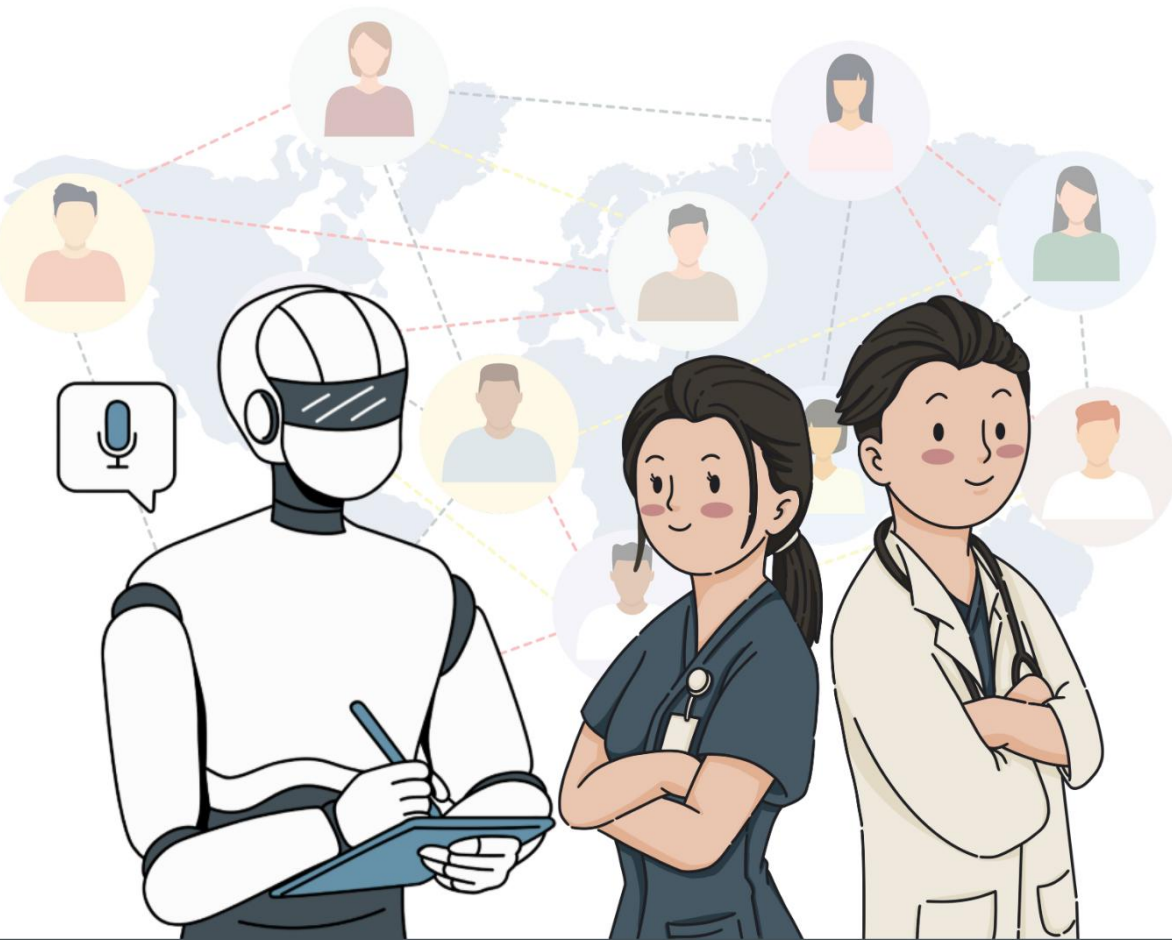


PERAN KECERDASAN BUATAN

PADA KESEHATAN MASYARAKAT GLOBAL



TIM PENULIS:

MOHAMMAD YUSUF ALAMUDI

ARIEF FARDIANSYAH

H.HENRY SUDIYANTO

**PERAN KECERDASAN BUATAN PADA KESEHATAN
MASYARAKAT GLOBAL**

UU No. 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta pada Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual.
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

- 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 Rp 100.000 (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 Rp 500.000.000 (lima ratus juta rupiah).

**PERAN KECERDASAN BUATAN PADA KESEHATAN
MASYARAKAT GLOBAL**

PENULIS:

Dr Mohammad Yusuf Alamudi, S.Si, M.Kes

Arief Fardiansyah, ST, M.Kes

Dr.H.Henry Sudiyanto, S.Kp. M.Kes



2025

PERAN KECERDASAN BUATAN PADA KESEHATAN MASYARAKAT GLOBAL

Jumlah halaman : xiv, 67 halaman

Ukuran halaman : 15,5 x 23 cm

ISBN e-book: 978-602-7989-72-6 (PDF)

Penulis:

- Dr Mohammad Yusuf Alamudi, S.Si, M.Kes
- Arief Fardiansyah, ST, M.Kes
- Dr. H. Henry Sudiyanto, S.Kp. M.Kes

Desain Cover:

Nurhakim As'ad Wicaksono

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

Siapapun dilarang keras menerjemahkan, mencetak, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit.

Cetakan pertama:

Mei 2025

Diterbitkan oleh:

Universitas Bakrie Press

Penerbit Anggota IKAPI No. 638/Anggota Luar Biasa/DKI/2024



Komplek Rasuna Epicentrum
Jl. HR. Rasuna Said, Setiabudi, Kuningan
Jakarta 12920

KATA PENGANTAR

Asslamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul “Peran Kecerdasan Buatan Pada Kesehatan Masyarakat di Indonesia”. Pendekatan penggunaan kecerdasan buatan atau Sistem Pakar merupakan suatu terobosan baru di dunia kesehatan dalam penanganan dan penatalaksanaan berbagai masalah terhadap pasien termasuk dalam penanganan pasien dengan kondisi kegawatdaruratan. Penggunaan AI merupakan pendekatan mutakhir dan terupdate dengan menggunakan teknologi yang terus maju dan memudahkan tenaga kesehatan dalam memberikan pertolongan. Dengan perkembangan teknologi yang sangat modern, maka dikembangkan pula suatu teknologi yang mampu mengadopsi cara berfikir manusia yaitu teknologi *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan.

Terselesaikannya penulisan buku ini karena bantuan dan peran dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati diucapkan terima kasih tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada berbagai pihak.

Buku ini diperuntukkan bagi kalangan akademisi dan sumber daya manusia di pelayanan kesehatan sebagai tambahan wawasan dan keilmuan terkait peran kecerdasan buatan pada kesehatan masyarakat di Indonesia. Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penyusunan dan penulisan buku ini.

Wassalamualaikum, Wr. Wb.

Mojokerto, 10 Februari 2025

Dr. Eka Diah Kartiningrum, SKM, M.Kes.

PRAKATA

Segala puji syukur kepada Allah SWT, atas selesainya Peran Kecerdasan Buatan Pada Kesehatan Masyarakat Global. AI (*Artificial Intelligence*) atau lebih dikenal dengan kecerdasan buatan adalah teknologi kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. AI dapat memecahkan masalah, memahami, belajar, dan mengambil keputusan berdasarkan data yang diberikan. Kecerdasan buatan (AI) dalam bidang kesehatan termasuk Kesehatan masyarakat.

Buku ini terdiri pendahuluan, kecerdasan buatan, definisi dan sejarah Kesehatan Masyarakat, peran kecerdasan buatan pada kesehatan masyarakat global, penutup. Harapan penulis, agar buku ini dapat menjadi bahan pendamping bagi mahasiswa dan masyarakat, penulis juga menyadari bahwa buku ini jauh dari sempurna, karena itu penulis sangat berterima kasih bila ada kritik dan saran untuk perbaikan pada edisi berikutnya.

Mojokerto, 17 Februari 2025

Penulis

Dr Mohammad Yusuf Alamudi,S.Si,M.Kes

Arief Fardiansyah,ST,M.Kes

Dr.H.Henry Sudiyanto,S.Kp. M.Kes

PERSEMBAHAN

Buku ini kami persembahkan untuk

1. Kiki Pangesti yang telah memberikan semangat untuk terus berkarya
2. Keluarga penulis dari Arief Fardiansyah,ST,M.Kes (Endah Dwi Susanti, S.Si.,Apt., Ramzi Haidar Syahputra, Fahri Azis Syahputra, Rafi Iqbal Syahputra)
3. Keluarga penulis dari Dr.H.Henry Sudiyanto,S.Kp. M.Kes
4. Alm.Achmad Alamudi
5. Ibu Sriyati

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur para penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, atas segala berkah, rahmat, dan karunia-Nya yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, kekuatan, kesabaran, dan kesempatan kepada para penulis sehingga mampu menyelesaikan buku ini. Akan tetapi sesungguhnya tim penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka penyusunan buku ini tidak dapat berjalan dengan baik hingga selesainya penulisan buku ini telah banyak menerima bantuan waktu, tenaga dan pikiran dari banyak pihak. Sehubungan dengan itu, maka pada kesempatan ini perkenankanlah para penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr Nurwidji, Drs., MHA., M.Si-Selaku Ketua Stikes Majapahit Mojokerto
2. Ibu Dr. Eka Diah Kartiningrum, SKM, M.Kes-Selaku Ketua LPPM Stikes Majapahit Mojokerto
3. Dosen-Dosen dan staf Program Magister Kesehatan Masyarakat
4. Dosen-Dosen dan staf Program Sarjana Kesehatan Masyarakat
5. Dosen-Dosen dan staf Program Sarjana Keperawatan
6. Dosen-Dosen dan staf Program Sarjana Kebidanan
7. Dosen-Dosen dan staf Program Profesi Ners
8. Dosen-Dosen dan staf Program Profesi Kebidanan
9. MYA Corp dan Institute

Semoga Allah AWT, memberikan balasan dengan segala kebaikan dunia dan ahirat atas keikhlasan dan dan kebaikan semua pihak yang telah diberikan kepada para penulis. Harapan para penulis semoga buku ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya pengembangan untuk ilmu Kesehatan masyarakat di Indonesia dan Global.

Mojokerto, 15 februari, 2025
Dr Mohammad Yusuf Alamudi, S.Si, M.Kes
Arief Fardiansyah, ST, M.Kes
Dr.H.Henry Sudiyanto, S.Kp. M.Kes

KATA SAMBUTAN

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah sehat, ilmu, dan berbagai nikmat lainnya kepada kita semua. Shalawat beserta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda rosulluloh Muhammad SAW, sosok panutan alam semesta, manusia teladan dalam seluruh aspek kehidupan dan pejuang pengemban risalah kenabian terakhir beserta seluruh keluarga, sahabat dan ummatnya hingga akhir zaman.

Stikes Majapahit merupakan perguruan tinggi kesehatan yang memiliki komitmen yang kuat dalam mencetak tenaga kesehatan yang handal, professional dan ulet serta menjunjung tinggi etika dan senantiasa mengembangkan ilmu kesehatan sehingga dapat lebih mudah diterapkan pada masyarakat luas dalam rangka mencapai derajat kesehatan masyarakat yang optimal.

Salah satu upaya konkrit Stikes Majapahit dalam upaya pengembangan ilmu kesehatan menjadi teknologi tepat guna adalah memajukan publikasi ilmiah baik berupa artikel jurnal bereputasi maupun textbook, reference book hingga modul yang dapat bermanfaat bagi khalayak luas. Publikasi textbook yang murah, terjangkau dan dapat diakses dengan mudah sangat didukung.

AI (Artificial Intelligence) atau lebih dikenal dengan kecerdasan buatan adalah teknologi kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. AI dapat memecahkan masalah, memahami, belajar, dan mengambil keputusan berdasarkan data yang diberikan. Kecerdasan buatan (AI) dalam bidang kesehatan dapat membantu diagnosis penyakit, pengobatan, dan manajemen pasien. AI juga dapat membantu dalam penelitian medis dan meningkatkan efisiensi layanan kesehatan/ Pemanfaatan AI dalam dunia kesehatan tidak hanya sebagai desakan perkembangan IPTEK namun menjadi suatu kebutuhan agar layanan yang diberikan kepada pasien menjadi lebih komprehensif, tepat sasaran, solutif bagi segala keluhan penderita penyakit sekaligus informatif bagi keluarga. Dukungan AI dalam dunia kesehatan menyempurnakan pelayanan yang diberikan.

Meskipun memiliki manfaat, namun AI juga memiliki banyak kelemahan yang membahayakan sistem kesehatan yang telah dibangun. Pada hakikatnya pemakaian teknologi yang tidak terkontrol dengan baik, tidak mampu memberikan manfaat langsung pada pengguna. Oleh sebab itu perlu bijak dalam menggunakan AI agar mampu mendorong temaga kesehatan mencapai serangkaian target yang telah ditetapkan.

Stikes Majapahit sangat mendukung tersusunnya buku “Peran Kecerdasan Buatan Pada Kesehatan Masyarakat di Indonesia”. Buku ini mampu dijadikan rujukan bagi tenaga kesehtan, pasien maupun kelompok ormas kesehatan dan organisasi profesi tertentu untuk melaksanakan upaya preventif dan kuratif yang komprehsif. Buku ini memberikan rekomendasi bagi pembaca agar lebih bijak dalam memanfaatkian AI.

Seluruh penulis buku ini memiliki latar belakang ilmu Kesehatan. Didalamnya terdapat sejumlah khazanah pemikiran intelektual serta hasil riset Kesehatan yang sangat relevan dengan kondisi kekinian. Kompetensi keilmuan dan pengalaman penulis sangat memperkaya khazanah pemikiran intelektual yang dimiliki oleh bangsa ini, khususnya di kalangan ilmuwan yang tentu saja memiliki tanggungjawab moral dan intelektual yang sangat berat yaitu harus terlibat secara aktif dalam mencerdaskan kehidupan bangsa.

Sebagai Ketua Stikes Majapahit, saya menyambut baik terbitnya buku ini, sebagai buku pertama yang banyak memberikan sorotan penggunaan AI di bidang kesehatan. Harapan saya kedepan akan terbit pula buku edisi berikutnya yang akan memperluas bidang bahasan menjadi lebih lengkap dan mudah diterapkan.

Saya mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah terlibat dan telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam upaya penerbitan buku ini, khususnya kepada rekan rekan LPPM Stikes Majapahit dan Penyelenggara lomba buku akademisi di Universitas Bakrie. Semoga buku ini menjadi torehan sejarah intelektual wujud kepedulian para ahli Kesehatan masyarakat terhadap bangsa dan negara Indonesia tercinta ini. Aamiin ya Rabbal Aalamiin.

Mojokerto, 12 Februari 2025
Stikes Majapahit Mojokerto

Dr Nurwidji, Drs., MHA., M.Si

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
PRAKATA	vi
PERSEMBAHAN	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
KATA SAMBUTAN.....	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
PENDAHULUAN	1
BAB I KECERDASAN BUATAN	4
1.1 Kecerdasan Buatan (AI)	4
1.2 Jenis-jenis AI (Berdasarkan Kemampuannya)	5
1.3 Jenis-jenis AI (Berdasarkan Fungsionalitasnya)	6
1.4 Domain AI.....	7
1.5 Pembagian Kecerdasan Buatan	8
1.5.1 Machine Learning	9
1.5.2 Deep Learning.....	11
1.6 Aplikasi Kecerdasan Buatan di Dunia Modern	14
1.6.1 Pertanian	15
1.6.2 Bisnis, Perbankan, dan Keuangan	17
1.6.3 Pendidikan	17
1.6.4 Hiburan dan Permainan.....	18
1.6.5 Perawatan Kesehatan	19
1.6.6 Kota Cerdas dan Transportasi	20
1.6.7 Eksplorasi Luar Angkasa	21
1.6.8 Kecerdasan Buatan untuk Diagnosis Medis Tingkat Lanjut .	22
BAB 2 DEFINISI DAN SEJARAH KESEHATAN MASYARAKAT	29
2.1 Definisi Kesehatan Masyarakat	29
2.2 Sejarah Kesehatan Masyarakat.....	30

2.2.1 Sebelum Abad Kedelapan Belas	30
2.2.2 Abad Kedelapan Belas	31
2.2.3 Abad Kesembilan Belas	32
2.2.4 Akhir Abad Kesembilan Belas	32
2.2.5 Awal Abad Kedua Puluh.....	33
2.2.6 Pertengahan Abad Kedua Puluh.....	34
2.2.7 Akhir Abad Kedua Puluh	34
BAB 3 PERAN KECERDASAN BUATAN PADA KESEHATAN	
MASYARAKAT GLOBAL	36
3.1. Sejarah AI dalam kesehatan masyarakat	36
3.2 Tantangan kesehatan masyarakat akibat AI	37
3.3 Implikasi AI terhadap pengembangan kebijakan kesehatan public.....	40
3.4 Peran Kecerdasan Buatan Pada Kesehatan Masyarakat Global ...	40
3.4.1 Penerapan Big Data dalam Kesehatan Masyarakat.....	40
3.4.2 Pemodelan prediktif	46
3.4.3 Perkiraan penyakit	47
3.4.4 Prediksi risiko	49
3.4.5 Pemodelan spasial.....	50
3.4.6 Catatan kesehatan elektronik	51
3.4.7 Diagnostik.....	54
3.4.8 Pengawasan kesehatan masyarakat	56
BAB 4 PENUTUP	58
DAFTAR PUSTAKA	61
BIOGRAFI PENULIS	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 sisi positif dan sisi negaif AI (Amisha, Malik., Pathania, & Rathaur, 2019).	3
Gambar 1. 2 Berbagai domain Kecerdasan Buatan	8
Gambar 1. 3 Hubungan antara AI, ML, dan DL	8
Gambar 1. 4 Diagram skema jaringan saraf pembelajaran sederhana dan mendalam	12
Gambar 1. 5 Diagram skematik yang menggambarkan pengenalan citra masukan menggunakan CNN/ Convolutional Neural Networks	14
Gambar 1. 6 penggunaan AI dan robotic untuk sistem Kesehatan	24
Gambar 1. 7 Gambar yang menggambarkan tiga kategori utama pengembangan perangkat medis	27
Gambar 3. 1 Kecerdasan buatan pada Kesehatan Masyarakat (Olawade,dkk 2023). 37	
Gambar 3. 2 Integrasi Big Data dengan Artificial Intelligence (AI).....	43
Gambar 3. 3 Integrasi Big Data dengan Internet-of-Things (IoT)	46

PENDAHULUAN

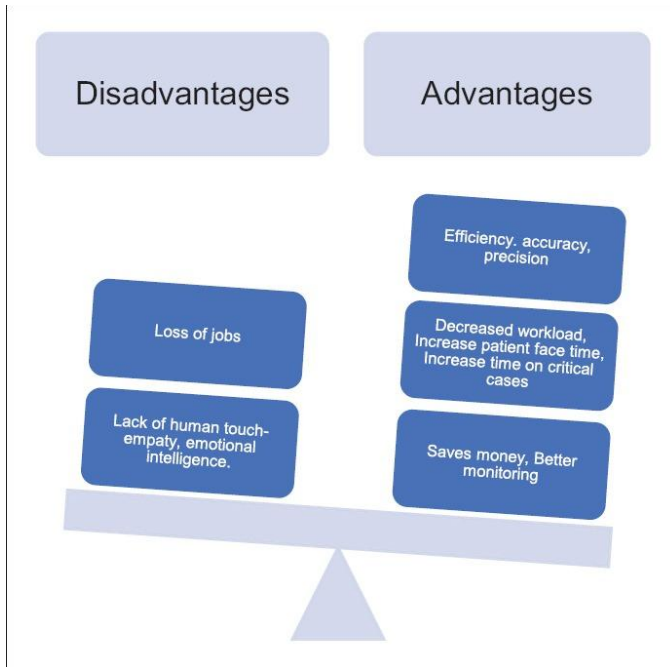
AI berkembang pesat di sektor kesehatan publik dan akan berdampak besar pada setiap aspek perawatan primer. Aplikasi komputer yang didukung AI akan membantu dokter perawatan primer untuk mengidentifikasi pasien yang memerlukan perhatian ekstra dengan lebih baik dan menyediakan protokol yang dipersonalisasi untuk setiap individu. Dokter perawatan primer dapat menggunakan AI untuk mencatat, menganalisis diskusi mereka dengan pasien, dan memasukkan informasi yang diperlukan secara langsung ke dalam sistem EHR. Aplikasi ini akan mengumpulkan dan menganalisis data pasien dan menyajikannya kepada dokter perawatan primer bersamaan dengan wawasan tentang kebutuhan medis pasien.

Sebuah studi yang dilakukan pada tahun 2016 menemukan bahwa dokter menghabiskan 27% dari hari kerja mereka untuk berhadapan langsung dengan pasien dan menghabiskan 49,2% dari hari kerja mereka untuk catatan rumah sakit elektronik dan pekerjaan meja. Saat berada di ruang pemeriksaan dengan pasien, dokter menghabiskan 52,9% waktu mereka untuk EHR dan pekerjaan lainnya. Sebagai kesimpulan, dokter yang menggunakan dukungan dokumentasi seperti bantuan dikte atau layanan juru tulis medis terlibat dalam lebih banyak waktu tatap muka langsung dengan pasien daripada mereka yang tidak menggunakan layanan ini. Selain itu, peningkatan penggunaan AI dalam pengobatan tidak hanya mengurangi tenaga kerja manual dan menghemat waktu dokter perawatan primer, tetapi juga meningkatkan produktivitas, presisi, dan kemanjuran.

Mencari dan mengembangkan agen farmasi untuk melawan penyakit tertentu melalui uji klinis membutuhkan waktu bertahun-tahun dan menghabiskan biaya miliaran dolar. Untuk mengutip contoh terbaru, AI digunakan untuk menyaring obat-obatan yang ada, yang dapat digunakan untuk melawan ancaman virus Ebola yang sedang berkembang yang akan memakan waktu bertahun-tahun untuk diproses jika tidak demikian. Dengan bantuan AI, kita akan dapat merangkul konsep baru "pengobatan presisi".

Beberapa kajian terdahulu telah didokumentasikan di mana sistem AI mampu mengungguli dokter kulit dalam mengklasifikasikan lesi kulit yang mencurigakan dengan benar. Hal ini karena sistem AI dapat mempelajari lebih banyak dari kasus-kasus yang berurutan dan dapat melihat beberapa kasus dalam hitungan menit, yang jumlahnya jauh lebih banyak daripada kasus-kasus yang dapat dievaluasi oleh dokter dalam satu kehidupan manusia. Pendekatan pengambilan keputusan berbasis AI digunakan dalam situasi di mana para ahli sering tidak setuju, seperti mengidentifikasi tuberkulosis paru pada radiografi dada.

Era baru praktik yang didukung AI ini memiliki jumlah skeptis dan pendukung yang sama banyaknya. Meningkatnya pemanfaatan teknologi telah mengurangi jumlah peluang kerja, yang membuat banyak dokter yang sedang menjalani pendidikan dan praktik dokter khawatir. Secara analitis dan logis, mesin mungkin dapat menerjemahkan perilaku manusia, tetapi sifat-sifat manusia tertentu seperti berpikir kritis, keterampilan interpersonal dan komunikasi, kecerdasan emosional, dan kreativitas tidak dapat diasah oleh mesin. Pada tahun 2016, Digital Mammography DREAM Challenge dilakukan di mana beberapa jaringan komputer dihubungkan, dan tujuannya adalah untuk membangun algoritma berbasis AI dengan meninjau 640.000 mammogram digital. Yang terbaik yang dicapai adalah spesifisitas 0,81, sensitivitas 0,80, area di bawah kurva operator penerima adalah 0,87, yang secara kasar mendekati 10% radiolog terbawah. Sebagai kesimpulan, AI memiliki potensi, tetapi tidak mungkin AI akan menggantikan dokter sepenuhnya. AI akan menjadi bagian integral dari pengobatan di masa depan. Oleh karena itu, penting untuk melatih generasi baru dokter muda mengenai konsep dan penerapan AI serta cara bekerja secara efisien di tempat kerja bersama mesin untuk meningkatkan produktivitas sekaligus menumbuhkan keterampilan lunak seperti empati pada mesin.



**Gambar 1. 1 sisi positif dan sisi negaif AI
(Amisha, Malik., Pathania, & Rathaur, 2019).**

Penting bagi dokter perawatan primer untuk memahami dengan baik kemajuan AI di masa depan dan wilayah baru yang belum diketahui yang akan dituju oleh dunia kedokteran. Tujuannya adalah untuk mencapai keseimbangan yang saling menguntungkan antara penggunaan otomatisasi dan AI yang efektif serta kekuatan dan penilaian manusia dari dokter perawatan primer yang terlatih. Hal ini penting karena AI yang sepenuhnya menggantikan manusia di bidang kedokteran merupakan masalah yang dapat menghambat manfaat yang dapat diperoleh darinya. Buku ini lebih membahas kecerdasan buatan pada Kesehatan masyarakat.

BAB I

KECERDASAN BUATAN

1.1 Kecerdasan Buatan (AI)

Kecerdasan Buatan (AI) adalah domain ilmu komputer yang berhubungan dengan pengembangan sistem komputer cerdas, yang mampu memahami, menganalisis, dan bereaksi sesuai dengan masukan. Sudah menjadi fakta umum bahwa manusia dianggap sebagai spesies paling cerdas dan pintar di bumi. Fitur-fitur yang telah membantu mereka untuk mengantongi gelar ini termasuk kemampuan untuk berpikir, menerapkan logika, melakukan penalaran, memahami kompleksitas, dan membuat keputusan sendiri. Mereka juga dapat melakukan perencanaan, inovasi, dan memecahkan masalah pada tingkat yang lebih besar.

Sejak era penemuan api hingga mencapai Mars, manusia telah menciptakan banyak hal untuk kepentingan manusia. Salah satu penemuan tersebut adalah komputer, yang memainkan peran penting dalam mengurangi beban kerja manusia dan memecahkan banyak masalah matematika dan logika yang kompleks. Namun, bagi para peneliti, dapat dianggap bahwa langit bukanlah batas untuk penemuan baru. Jadi, mereka mencoba menciptakan spesies “homo sapiens buatan manusia”, yang dapat dikaitkan dengan dunia komputer dalam bentuk AI (yang merupakan Artificial, yaitu buatan manusia, dan Intelligence, yaitu memiliki daya pikir). Jika suatu sistem dapat memiliki keterampilan dasar seperti belajar, penalaran, pengembangan diri (dengan belajar dari pengalaman), pemahaman bahasa, dan pemecahan masalah, maka dapat diasumsikan bahwa AI itu ada. AI telah digunakan dan diterapkan di banyak bidang terutama dalam domain teknologi dan diharapkan dapat menyediakan 2,3 juta pekerjaan pada tahun 2020. Ini adalah teknologi mutakhir yang berdampak di hampir setiap bidang, baik itu bisnis, pertahanan, kedirgantaraan, atau sistem perawatan kesehatan. AI juga dapat dilambangkan sebagai metode simulasi kecerdasan manusia yang dirancang atau diprogram oleh manusia.

Dengan bantuan AI, kehidupan yang diperlengkapi dengan baik dihasilkan di mana mesin otomatis bekerja untuk manusia, menghemat waktu dan energi mereka. Pada dasarnya, ada dua jenis asisten yang dipertimbangkan untuk manusia, yaitu manual (dalam bentuk robot) dan digital (Chatbots) yang dapat melakukan tugas-tugas yang berisiko,

berulang, dan merepotkan. Tugas mengembangkan mesin-mesin tersebut dicapai dengan mempelajari perilaku manusia secara saksama dan menerapkan logika dalam bentuk algoritma yang menghasilkan penemuan perangkat lunak, perangkat, robot, dll., yang membuat manusia menjadi lebih cerdas. Ada banyak bidang yang berkontribusi pada kecerdasan buatan, termasuk matematika (digunakan untuk mengembangkan algoritma), biologi, filsafat, psikologi, ilmu saraf (untuk mempelajari pikiran manusia dan perilakunya), statistik (untuk menangani data besar), dan yang terakhir, ilmu komputer (untuk menjalankan algoritma guna mengimplementasikan konsep-konsep).

Tujuan dasar AI adalah untuk menyediakan sistem yang lebih transparan, dapat ditafsirkan, dan dijelaskan yang dapat membantu membangun sistem yang lebih lengkap yang digunakan sebagai agen cerdas. Konsep mempercayai mesin sebagai replika manusia berawal dari penemuan uji turing, di mana mesin diuji tanpa mempedulikan pengetahuan pemeriksa atas instruksi yang diberikan, dengan menganggapnya sebagai manusia. Jika mesin lulus uji, mesin dianggap cerdas. Tidak heran AI telah memengaruhi banyak aspek masyarakat dan menghadirkan era modern baru dalam revolusi digital ini.

1.2 Jenis-jenis AI (Berdasarkan Kemampuannya)

Berbagai jenis kecerdasan buatan berdasarkan kemampuannya dapat diklasifikasikan sebagai:

– Weak atau narrow AI

Ini adalah jenis AI yang dapat melakukan serangkaian instruksi sempit yang telah ditentukan sebelumnya tanpa menunjukkan kemampuan berpikir apa pun. Ini adalah jenis AI yang paling banyak digunakan di dunia ini. Beberapa contoh terkenal adalah software milik Apple, Alexa, Alpha Go, superkomputer Watson milik IBM, Sophia (humanoid) semuanya termasuk dalam jenis AI lemah.

– General AI

Ini adalah jenis AI yang dapat melakukan tugas-tugas seperti yang dapat dilakukan manusia. Hingga saat ini hal itu belum tercapai, tidak ada mesin yang bekerja seperti manusia atau dapat berpikir sesempurna manusia, tetapi hal itu mungkin akan terjadi dalam waktu dekat.

– *Strong AI*.

Ini adalah jenis AI yang diharapkan dapat melampaui kapasitas manusia. Mesin akan bekerja lebih baik daripada manusia, meskipun sulit, tetapi bukan berarti mustahil. Mungkin ini adalah situasi di mana mesin dapat menjadi penguasa dan menyalip manusia. Hal ini dianggap sebagai ancaman besar bagi masyarakat oleh para ilmuwan termasuk Stephen Hawking.

1.3 Jenis-jenis AI (Berdasarkan Fungsionalitasnya)

Berdasarkan fungsinya, kecerdasan buatan dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis-jenis berikut:

1. Mesin reaktif/ *Reactive machines*

ini adalah mesin yang bekerja pada data yang tersedia dalam bentuk kumpulan data yang telah ditentukan sebelumnya. Mesin ini tidak memiliki fasilitas penyimpanan data untuk menyimpan data masa lalu dan masa depan. Mesin ini sepenuhnya bergantung pada data saat ini. Program catur IBM yang mengalahkan juara terkenal Garry Kasparov dan sistem Deep Blue, AlphaGo milik Google adalah beberapa contoh mesin reaktif.

2. Memori terbatas/ *Limited memory*

ini adalah mesin yang dapat menyimpan pengalaman masa lalu atau menyimpan memori untuk jangka waktu terbatas. Contoh AI dengan memori terbatas adalah mobil yang dapat mengemudi sendiri (dapat menyimpan informasi seperti kecepatan, jarak, batas kecepatan yang diperlukan untuk navigasi mobil).

3. Teori pikiran/ *Theory of mind*

ini adalah jenis mesin yang diharapkan dapat memahami aspek psikologis dan emosional dari pikiran manusia dan bekerja sesuai dengannya. Sejauh ini mesin seperti itu masih merupakan mimpi, tetapi para ilmuwan sedang berupaya mengembangkan mesin seperti itu dalam waktu dekat.

4. Kesadaran diri/ *Self-awareness*

Mesin-mesin ini termasuk dalam konsep hipotetis yang akan dianggap sebagai mesin super-cerdas, yang dapat berpikir, bertindak, dan akan sadar diri karena mereka akan memiliki kesadaran dan sentimen seperti manusia. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan mesin-mesin tersebut dan dianggap sebagai AI masa depan.

1.4 Domain AI

Bidang utama AI adalah *neural network*, *robotics*, *expert systems*, *fuzzy logic systems*, *natural language processing (NLP)*.

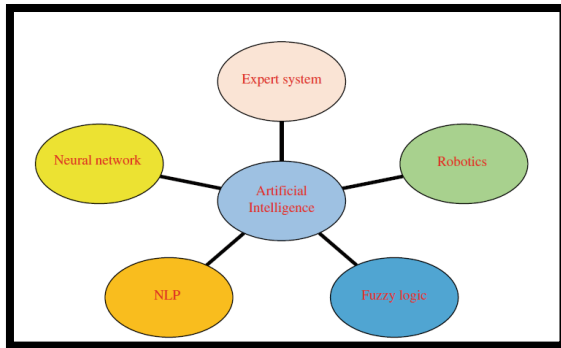
-**Neural networks**: ini dapat digambarkan sebagai representasi sistem saraf manusia, yaitu neuron dan dendrit dalam bentuk lapisan dan simpul yang mewakili data. Ini terdiri dari algoritma yang memahami hubungan antara data sambil meniru otak manusia. Ini banyak digunakan dalam AI dalam bentuk pembelajaran mesin dan pembelajaran mendalam. Beberapa contoh tipikal adalah pengenalan pola wajah dan pengenalan gambar dalam diagnosis medis.

-**Robotics**: Ini adalah domain AI yang sebagian besar terkait dengan pengembangan mesin cerdas dalam bentuk robot yang mematuhi instruksi manusia. Penggunaan robot atau humanoid merupakan tren baru dan sedang diapresiasi dan diadopsi di seluruh dunia. Robot yang digunakan dalam industri, bedah medis, restoran, dll., diklasifikasikan dalam kategori ini.

-**Expert system**: Sistem ini membuat keputusan dengan bantuan data yang ada dalam basis pengetahuan dan mendapatkan bimbingan dari seorang ahli. Pada dasarnya, sistem ini adalah aplikasi komputer yang dikembangkan untuk memecahkan masalah rumit dengan kecerdasan dan keahlian.

-**Fuzzy logic system**: Domain ini dianggap menyerupai metode berpikir dan pengambilan keputusan manusia. Domain ini cukup mirip dengan cara manusia memutuskan antara 0 dan 1, tetapi domain ini juga menangani semua kemungkinan antara 0 dan 1. Contoh sistem logika fuzzy yang digunakan adalah dalam elektronik konsumen, mobil, perbandingan data, dll.

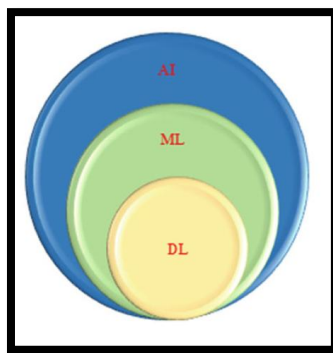
-**Natural language processing (NLP)**: Domain ini berkaitan dengan menjembatani kesenjangan komunikasi antara bahasa komputer dan manusia. Pada dasarnya, domain ini merupakan interaksi antara komputer dan manusia dengan cara yang cerdas. Google Translate dan pemeriksa ejaan adalah beberapa contoh dalam domain NLP.



Gambar 1. 2 Berbagai domain Kecerdasan Buatan

1.5 Pembagian Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan telah muncul sebagai anugerah bagi masyarakat karena kemajuan teknik-teknik canggih untuk menangani masalah-masalah kehidupan nyata. Dua subset utama AI adalah Pembelajaran Mesin/ *Machine Learning* (ML) dan Pembelajaran Mendalam/ *Deep Learning* (DL). ML dianggap sebagai subset AI dan DL dianggap sebagai subset ML.



Gambar 1. 3 Hubungan antara AI, ML, dan DL

1.5.1 Machine Learning

Sebagaimana manusia dapat berpikir, meningkatkan diri melalui siklus peningkatan diri, dan belajar dari pengalaman masa lalu, mesin AI juga dapat belajar dari pengalaman masa lalu dengan bantuan konsep yang dikenal sebagai Pembelajaran Mesin/*Machine Learning* (ML). Pembelajaran mesin berkaitan dengan pengembangan algoritma yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data dan pengalaman masa lalunya sendiri.

Dalam metode ini, mesin menganalisis kumpulan data yang tersedia, yang juga dikenal sebagai data pelatihan, dan dengan bantuan algoritma memprediksi kemungkinan keluaran atas masukan yang diberikan. Semakin banyak data (informasi) yang diberikan, semakin sempurna kinerja atau prediksinya. Dengan kata lain, hubungan antara data dan efisiensi adalah bahwa mesin dapat meningkatkan efisiensinya dengan memperoleh lebih banyak data. Mesin dapat belajar dari data dan meningkatkannya secara otomatis. Hal ini sangat membantu dalam menangani data besar dari masalah kompleks, yang sulit ditangani oleh manusia dan juga menghabiskan lebih banyak waktu dalam penyelesaiannya. Dalam proses komputasi ini, mesin menerima data sebagai masukan dan memberikan hasil menggunakan algoritma yang sesuai.

1.5.1.1 Klasifikasi Pembelajaran Mesin/*Machine Learning*

Berdasarkan sifat sinyal pembelajaran atau respons yang diterima mesin; pembelajaran mesin dapat diklasifikasikan ke dalam kategori berikut:

1. *Supervised learning*

Menurut makna harfiahnya, metode ini berkorelasi dengan metode pembelajaran siswa di bawah pengawasan guru. Karena guru menggambarkan siswa dengan banyak contoh yang baik untuk membantu memahami konsep dengan sempurna, mesin diberikan banyak data berlabel untuk membantu memperoleh keluaran yang sempurna dari masukan yang diberikan. Algoritma dalam metode ini diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu regresi dan klasifikasi. Salah satu contoh metode ini adalah penyaringan spam.

2. *Unsupervised learning*

Dalam metode ini mesin harus melatih dirinya sendiri tanpa pengawas, yaitu, data yang diberikan pada input tidak diberi label atau diklasifikasikan. Algoritma harus melatih dirinya sendiri dengan mencari tingkat kesamaan di antara data yang diberikan dan mencari tahu output yang sesuai untuk masalah yang diberikan. Algoritma membantu untuk menyempurnakan data yang dapat dikorelasikan dengan output yang diinginkan. Algoritma diklasifikasikan ke dalam tipe pengelompokan dan asosiasi.

3. *Reinforcement learning.*

Metode ini biasanya merupakan metode pembelajaran berbasis umpan balik. Dalam metode ini, mesin diberi hadiah untuk setiap tindakan yang benar yang diambilnya dan penalti untuk setiap tindakan yang salah, jadi ini adalah metode pembelajaran mandiri yang dilakukan dengan menganalisis kinerja masa lalunya. Tujuan dari algoritma ini adalah untuk mencapai poin hadiah maksimum. Contoh untuk pembelajaran penguatan adalah anjing robot yang belajar dari kesalahan dan kinerjanya sendiri, komputer yang bermain gim video sendiri. Algoritma pembelajaran mesin/*Machine Learning* banyak digunakan di berbagai bidang seperti diagnosis medis, pemrosesan gambar, mesin pencari web, aplikasi penandaan foto, sektor keuangan dan pemasaran, deteksi penipuan, prakiraan cuaca, dan masih banyak lagi. Keuntungan utamanya adalah proses berulang dan metode pembelajaran mandiri yang diterapkannya untuk menemukan output.

1.5.1.2 Tantangan dan keterbatasan ML/ *Machine Learning*

Tantangan dan keterbatasan mendasar untuk ML/ *Machine Learning* adalah bahwa ia memerlukan sejumlah besar data. Tanpa data yang berkualitas, algoritme ML/ *Machine Learning* tidak dapat memberikan hasil yang akurat untuk analisis lebih lanjut. Prediksi dapat dianggap terbaik jika analisis dilakukan pada sejumlah besar data. Hal lain adalah bahwa data juga harus heterogen. Dengan berbagai macam masukan atau kumpulan data, efisiensi algoritme akan ditingkatkan dengan keluaran yang sesuai. Hal ini mirip dengan pendatang baru dalam suatu organisasi yang membuat kesalahan sebagai junior dan akhirnya meningkat dengan belajar sendiri dan memberikan keluaran dengan akurasi dan efisiensi yang dibutuhkan.

1.5.2 Deep Learning

Deep Learning (DL) dianggap sebagai subdomain dari ML/*Machine Learning* dan dengan demikian merupakan bagian dari AI. Dalam ML/*Machine Learning* sistem diberikan set data input yang diberikan dan mengalami pembelajaran mandiri dari pengalaman masa lalu dan memberikan prediksi sebagai output. *Deep learning* dapat dilambangkan sebagai level berikutnya dari *machine learning* di mana sistemnya mirip dengan sistem saraf manusia dan meniru kerja neuron. Dalam ML/*Machine Learning*, sistem sebagian besar ditempatkan dalam metode pembelajaran terbimbing atau tidak terbimbing dengan beberapa lapisan algoritma yang menjalani metode pembelajaran tersebut. Seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan, sistem ini disebut sebagai *deep learning* atau *Deep Neural Network* (DNN). Lapisan awal disebut sebagai lapisan input, lapisan terakhir disebut lapisan output dan lapisan perantara disebut sebagai lapisan tersembunyi, di mana semua lapisan saling berhubungan.

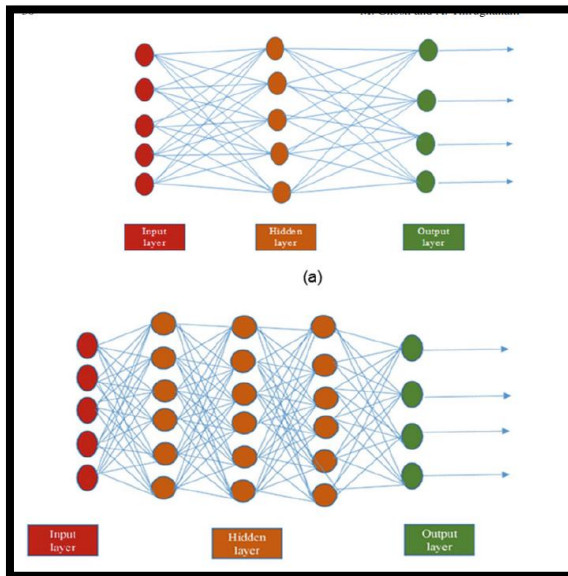
Jumlah kedalaman jaringan dalam hal lapisan menentukan seberapa efisien algoritme dapat melakukan representasi data yang padat (misalnya, dalam gambar, tepi, batas, dll., adalah data yang diperlukan untuk representasi). Metode ini memiliki kemampuan untuk bekerja pada data yang tidak terstruktur dan memberikan hasil yang efisien. Ini termasuk pengambilan data dalam jumlah besar yang dikenal sebagai bigdata dan memastikan kinerja yang lebih baik sehubungan dengan data yang kompleks. Ini membantu dalam ekstraksi fitur yang ditingkatkan, pengenalan pola kumpulan data yang kompleks, dan ekstraksi data tingkat tinggi. Keuntungan utamanya adalah dapat belajar tanpa data yang telah ditentukan sebelumnya dan tidak memerlukan pemrograman eksplisit oleh programmer. Proses pembelajaran mendalam dimulai dengan memahami masalah yang diberikan, mengidentifikasi data, memilih algoritme yang tepat diikuti dengan pelatihan dan pengujian model.

1.5.2.1 Type Neural Networks

Pada dasarnya jaringan syaraf tiruan dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu:

1. **Shallow neural network :**

(hanya terdapat satu lapisan tersembunyi antara lapisan input dan output) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4a.



Gambar 1. 4 Diagram skema jaringan saraf pembelajaran sederhana dan mendalam

2. **Deep neural network :**

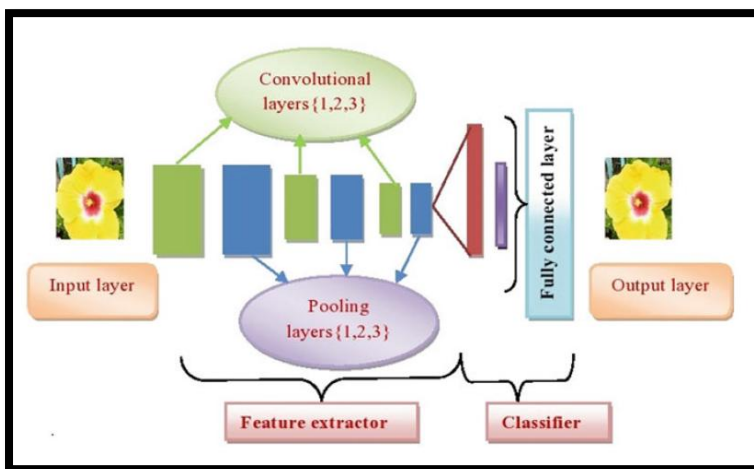
(terdapat beberapa lapisan tersembunyi antara lapisan input dan output dan merupakan jaringan yang paling banyak digunakan) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4b.

Deep neural networks secara umum diklasifikasikan menjadi tiga kategori:

1. *Feed-forward neural networks*: Ini adalah jenis jaringan transmisi data satu arah di mana data bergerak menuju lapisan keluaran melalui lapisan masukan. Tidak mengandung pergerakan informasi yang berulang.
2. *Recurrent neural networks*: Dalam Recurrent Neural Networks (RNN), terdapat aliran data yang berulang dari output ke input untuk menghasilkan memori bagi sistem, belajar dari data dan menghasilkan hasil. Beberapa aplikasi utama RNN adalah Chatbots, algoritma deteksi penipuan dalam transaksi moneter, penyediaan teks untuk gambar, dan masih banyak lagi.
3. *Convolutional neural networks*: *Convolutional Neural Networks* (CNN) merupakan jaringan saraf yang paling banyak digunakan yang memiliki jaringan saraf berlapis-lapis. CNN dianggap sebagai bentuk jaringan saraf yang paling efisien yang pada dasarnya digunakan untuk ekstraksi fitur gambar dan pengenalan pola. CNN memiliki berbagai macam aplikasi dalam bidang diagnosis medis dan telah membantu dalam analisis gambar medis. CNN dalam memiliki kegunaan yang besar dalam radiologi dan patologi juga. Misalnya, CNN dapat membantu dalam endoskopi esofagus untuk mendeteksi kanker esofagus. Diagram skematik (Gbr. 5) menjelaskan bagaimana gambar dikenali oleh jaringan. Jaringan CNN merupakan metode dan algoritma yang banyak digunakan dalam penerapan pembelajaran mendalam dan pada dasarnya digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi gambar. Algoritma dikembangkan dengan cara untuk menangani data piksel. Jaringan CNN dasar terdiri dari dua bagian, yaitu ekstraktor fitur dan pengklasifikasi.

Ekstraktor fitur berisi lapisan konvolusional dan penggabungan yang tujuannya adalah untuk mengekstrak fitur-fitur kecil dari gambar dalam bentuk data piksel. Lapisan konvolusional menangani ekstraksi fitur gambar dan menyimpan data yang relevan tentang piksel. Lapisan ini mengungkap informasi seperti tepi, batas gambar. Lapisan penggabungan mengurangi dimensionalitas gambar sambil mempertahankan informasi penting. Karena CNN adalah jaringan neuron berlapis-lapis, peran bagian pengklasifikasi dari jaringan adalah untuk mengklasifikasikan informasi yang diperoleh dari lapisan konvolusional dan penggabungan. Peran ini

dimainkan oleh lapisan penghubung penuh yang motifnya adalah untuk menghubungkan setiap simpul dari suatu lapisan dengan simpul lainnya. Hasilnya, gambar apa pun yang ditempatkan di lapisan masukan diproduksi di lapisan keluaran jika melewati jaringan CNN deteksi gambar sederhana. Tantangan dan keterbatasan terbesar DL adalah memperoleh data dalam jumlah besar dan memberi label secara akurat untuk membantu mesin saat mempelajari data. Tantangan lain yang dapat muncul adalah tingkat interpretabilitas yang harus tinggi dan akurat.



Gambar 1. 5 Diagram skematik yang menggambarkan pengenalan citra masukan menggunakan *CNN/Convolutional Neural Networks*

1.6 Aplikasi Kecerdasan Buatan di Dunia Modern

Kecerdasan buatan telah berkembang menjadi salah satu teknologi terpenting di dunia ini, dengan dampaknya pada hampir setiap bidang usaha manusia. Semuanya dimulai pada tahun 1950-an, setelah penemuannya oleh John McCarthy (bapak AI). Seiring berjalannya waktu, kecerdasan buatan telah memainkan peran penting dalam membantu generasi manusia menjadi lebih maju dan lebih siap daripada sebelumnya. Dapat disebutkan bahwa kecerdasan buatan telah menyebarkan spektrum luas penerapannya dari "tanah hingga luar angkasa". Fasilitas Internet 24x7, penemuan teknologi cloud, konsep big data, sensor, dan kemajuan teknologi lainnya telah muncul sebagai anugerah bagi pengembangan AI. Meskipun AI belum sepenuhnya menggantikan manusia, kecerdasan buatan telah membantu manusia dalam banyak hal dalam memecahkan

dan menangani masalah yang sulit dan berisiko. Dalam bentuk mesin cerdas, kecerdasan buatan telah memainkan peran sebagai representasi manusia.

Saat ini, AI telah menemukan aplikasi yang luas dalam bidang pertanian, bisnis, pendidikan, industri hiburan, medis, pertahanan, dan teknologi antariksa yang memiliki dampak yang penting dan mengagumkan. AI memiliki dampak yang besar dalam sektor kesehatan yang telah membantu menjembatani kesenjangan antara teknologi dan kedokteran, dalam mendiagnosis pasien. AI membutuhkan keakuratan dan keamanan data serta kepercayaan pasien terhadap sistem. AI juga memiliki banyak aplikasi robotika yang menakjubkan dalam bentuk robot yang melakukan operasi atau membantu diagnosis. Pada dasarnya, AI menangani sejumlah besar data untuk mendapatkan hasil yang diperlukan, dan karenanya algoritma dirancang untuk mengurangi kemungkinan kesalahan dan memberikan hasil yang akurat. Seperti yang telah disebutkan, spektrum aplikasinya telah menyebar dari tanah ke antariksa sebagai teknologi yang sedang berkembang untuk perbaikan dan pengembangan kehidupan manusia. Berikut ini :

1.6.1 Pertanian

Pertanian merupakan tulang punggung negara mana pun dan karenanya, meningkatkan sektor ini dengan bantuan teknologi sangatlah penting. Dengan mempertimbangkan skenario dunia, sektor pertanian akan mampu menghasilkan hampir 50% lebih banyak makanan daripada yang diproduksi saat ini. Penerapan AI dan teknologinya telah memainkan peran penting dalam meningkatkan situasi industri pertanian. Seiring dengan fase-fase pertanian, AI digunakan dalam analisis tanah dan pemantauannya, kemajuan dalam fase penanaman tanaman, kemajuan dalam metode pengendalian hama/gulma, dan terakhir pada pemanenan tanaman dan penyediaan hasil panen ke tempat yang tepat dan pada tingkat yang dapat dibenarkan.

Dengan munculnya AI, teknologi sensor, dan Internet, industri ini telah memperoleh manfaat yang besar. Dalam analisis dan pemantauan tanah, AI dapat membantu kita mengetahui tentang hubungan tanah dan benih. Dalam hal ini, AI memberi tahu benih mana yang harus dipilih untuk jenis tanah tertentu. AI memprediksi pengurangan penggunaan pupuk kimia berbahaya yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan

tanaman dan memantau metode irigasi sehingga menghemat air. Menurut sebuah penelitian yang dilakukan di Alfalfa, California, penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam metode irigasi telah membantu meningkatkan hasil panen hingga 35% dan mengurangi jumlah air yang digunakan untuk irigasi. Aplikasi berbasis AI, pada dasarnya dengan bantuan sensor, gambar, dan sinar inframerah membantu menentukan kualitas dan sifat tanah. Oleh karena itu, aplikasi ini membantu dalam meningkatkan proses pertanian yang menjamin hasil panen dan keuntungan yang lebih baik bagi petani yang bersangkutan. Beralih ke aplikasi berikutnya adalah peningkatan proses penanaman dengan penggunaan aplikasi penanaman AI.

Menurut sebuah studi pada tahun 2016, proyek percontohan dengan 175 petani diprakarsai oleh ICRISAT (*The International Crop Research Institute for the Semi-Arid*

Tropics) dengan kemitraan Microsoft di distrik Kurnool, Andhra Pradesh, India, yang bertujuan untuk meningkatkan tingkat hasil (sekitar 30%) dengan penurunan investasi yang dilakukan sebelum penanaman. Aplikasi ini dilengkapi dengan pesan peringatan yang diberikan kepada petani mengenai tanggal yang paling tepat untuk penanaman, persiapan lahan, dan penggunaan pupuk menggunakan aplikasi ini yang berfungsi dan memberikan hasil yang dibutuhkan dengan mengambil gambar yang diunggah oleh petani dari sisi pengguna. Dalam studi lain, pengembangan teknologi pembelajaran mesin bersama dengan aplikasi visi komputer terintegrasi oleh *Blue River Technologies* bertujuan untuk mengoptimalkan herbisida dan pengendalian hama. Teknologi ini membantu membedakan antara bagian tanaman yang terkena dan yang normal. Proyek "*see and spray*" di Arkansas, AS, yang menggunakan teknologi ini, memperoleh pengurangan jumlah biaya yang diperlukan untuk herbisida per hektar lahan. Dalam studi lain yang dilakukan pada panen tanaman, ditemukan bahwa waktu yang dibutuhkan oleh robot berbasis AI di perkebunan tomat di Jepang, lebih singkat daripada waktu yang dibutuhkan oleh manusia.

1.6.2 Bisnis, Perbankan, dan Keuangan

Di sektor keuangan dan perbankan, AI telah menghasilkan banyak bantuan teknologi, baik dalam bentuk aplikasi maupun metode untuk mencegah penipuan, meningkatkan penyimpanan/pengambilan data pelanggan yang lebih baik, dan masih banyak lagi. Sebuah studi oleh bank membantu penyedia solusi deteksi penipuan daring, yaitu Teradata yang membantu mengelola kasus positif palsu dan mendeteksi penipuan nyata.

Studi lain mengungkapkan bahwa penipuan pembayaran atas anomali data ditangani dengan baik oleh bank klien menggunakan perangkat lunak Feedzai, yang dengannya bank memperoleh peningkatan 78% pelanggan baru. Perangkat lunak DataVisor membantu bank di AS untuk mendeteksi penipuan dalam pinjaman dan pembayaran kembali dan memperoleh laba sebesar 30% dengan akurasi tinggi sebesar 90%. Demikian pula, di sektor bisnis, AI telah membantu banyak perusahaan TI seperti Deloitte, IBM, Infosys untuk berkembang di pasar sebagai penyedia layanan teknologi yang lebih baik. Elsevier mengalami transformasi digital dari penerbit menjadi teknologi dengan bantuan big data dan pembelajaran mesin.

1.6.3 Pendidikan

Ini adalah sektor negara mana pun yang mengubah negara, karena semua siswa adalah masa depan negara. Mengingat India hanya di mana diasumsikan bahwa hampir lebih dari separuh penduduk berusia di bawah 25 tahun, oleh karena itu, jauh lebih penting untuk melindungi data yang dibagikan oleh siswa dan menyediakan bentuk pendidikan terbaik. Di tahun pandemi ini, tidak diketahui bagaimana teknologi telah melengkapi sektor pendidikan untuk melanjutkan proses pendidikan baik di sekolah, perguruan tinggi, atau penelitian. Aplikasi seperti Zoom, Microsoft Teams telah memungkinkan atau memudahkan untuk memberikan pengetahuan secara daring dan dari jarak jauh. AI telah membantu siswa di seluruh dunia untuk mendapatkan akses ke sejumlah besar data dalam bentuk silabus, kurikulum, buku teks, artikel penelitian dan makalah, dan pembelajaran elektronik pada tingkat yang lebih besar.

Menurut *Content Technologies Inc.*, yang merupakan perusahaan penelitian dan pengembangan AI, konten pendidikan yang cerdas dan disesuaikan dapat dibuat dan dikembangkan yang membantu siswa untuk mendapatkan akses ke materi pelajaran yang disesuaikan. Pada dasarnya,

ReadEx menggunakan konsep pembelajaran mendalam. Dalam hackathon (yang diselenggarakan oleh NITI Ayog), ReadEx ditampilkan yang membantu menghasilkan pertanyaan waktu nyata menggunakan pemrosesan bahasa alami dan juga memberikan rekomendasi konten dan pembuatan kartu flash. Dalam studi terbaru, pemerintah Andhra Pradesh (India) dibantu oleh analisis prediktif yang dilakukan dengan bantuan Microsoft menggunakan beberapa proses pembelajaran mesin Azure untuk menemukan siswa yang putus sekolah di sebuah lembaga akademis. Aplikasi ini berhasil mendeteksi 19.500 catatan siswa yang lebih mungkin putus sekolah di distrik Visakhapatnam untuk tahun (2018–2019) sehingga sesi konseling pencegahan dapat diatur untuk menasihati siswa. Tidak hanya siswa, guru juga mendapat manfaat dari teknologi ini karena mengoptimalkan pencarian di Wikipedia atau kursus pembelajaran elektronik dari berbagai organisasi. Sebuah studi kasus menggambarkan penggunaan aplikasi Write-To-Learn milik Pearson untuk peningkatan keterampilan menulis. Aplikasi ini menyediakan kiat, petunjuk, dan umpan balik yang dipersonalisasi untuk meningkatkan keterampilan menulis pelajar, baik itu siswa maupun guru. Dalam studi lain, AI telah mengemukakan fakta tentang bagaimana Wikipedia menangani situasi penurunan jumlah penulis konten hingga 40% dan masalah pengendalian komentar kasar oleh pengguna. Aplikasi ini menggunakan AI dan teknologi terkait untuk mengatasinya dan sekarang AI-lah yang menulis untuk Wikipedia yang benar-benar telah mengubah dunia.

1.6.4 Hiburan dan Permainan

Industri ini tidak memerlukan banyak pengenalan dan pengaruh AI dalam hal ini. Teknologi digital yang sangat efisien dan tangguh telah menghasilkan film dan karya yang mengagumkan, yang mencakup penyuntingan, pencitraan, dan efek suara berdaya tinggi. Teknologi ini telah mengubah industri media. Mulai dari efek kamera hingga efek aksi, semuanya telah ditingkatkan. Mungkin negara adikuasa yang memiliki banyak penggemar tidak ada apa-apanya menggunakan teknologi. Netflix yang terkenal menggunakan AI dan big data untuk mengelola pencarian dan memberikan rekomendasi konten yang lebih baik serta banyak cara lain untuk membantu pengguna agar dapat mengakses data dengan lebih baik. Industri game juga menggunakan AI untuk meningkatkan kualitas game dan mengamankan data yang diberikan oleh pengguna. Teknologi ini telah memungkinkan game daring di media sosial dengan banyak

peserta. Ludoking, PUBG, dan banyak game lainnya telah menyentuh dan merebut hati jutaan remaja.

1.6.5 Perawatan Kesehatan

Kecerdasan buatan memiliki pengaruh maksimal di sektor ini dan telah mengubah total cara perawatan dan diagnosis. Sasaran untuk memiliki sistem perawatan kesehatan yang sangat efektif di suatu negara kini dapat dicapai dengan berbagai cara melalui penyelesaian tugas yang sulit dengan bantuan teknologi dan AI. Tiga langkah dasar perawatan, yaitu deteksi, diagnosis, dan analisis, serta perawatan kini ditingkatkan dan disempurnakan dengan hadirnya kecerdasan buatan di sektor ini. Dua faktor utama yang menjadi perhatian utama adalah privasi dan keamanan data pasien. Setiap teknologi yang diperkenalkan terutama berfokus pada kedua faktor ini. Ini termasuk pengembangan berbagai aplikasi, termasuk aplikasi pengumpulan data, Chatbot digital untuk konsultasi primer, deteksi gambar, dan analisis menggunakan algoritme tertentu.

1.6.5.1 Peran AI dalam Penanganan Pandemi COVID-19

Peran AI dalam bidang medis sangat besar karena planet ini menyaksikan pandemi akibat wabah Corona, yang telah memengaruhi seluruh populasi manusia dengan jumlah kasus kematian yang sangat besar. Dalam skenario ini, AI hadir dengan teknologinya untuk membantu orang-orang agar tidak terinfeksi virus. AI tidak dapat menjamin untuk menghindari kematian tetapi dapat menjamin pencegahan dan kehati-hatian dengan cara-cara berikut:

1. Telah berfungsi sebagai alat penambangan data tingkat tinggi: dengan bantuan AI, peneliti dapat memperoleh bantuan untuk melawan penyakit tersebut. Informasi seperti sifat virus, gejala, data penting dari makalah penelitian lain, dan catatan kejadian masa lalu tersedia melalui metodologi penambangan data.
2. Sebagai prediktor: wabah Corona dilaporkan terjadi di Wuhan, Cina. Fakta bahwa wabah tersebut berubah menjadi pandemi dan semua informasi terkait diprediksi dengan bantuan AI dan ML. Telah diidentifikasi bahwa BlueDot dan Metabiota menggunakan AI dan ML untuk memprediksi wabah pandemi.

3. Diagnosis cepat: memang benar bahwa AI sendiri tidak dapat mengobati pasien, tetapi telah banyak membantu dalam diagnosis cepat dalam hal analisis citra paru-paru (CT scan) pada kasus yang diduga dan positif.
4. Melacak pasien: pekerjaan yang paling umum dilakukan adalah menyimpan catatan kasus aktif, sembuh, dan meninggal. Microsoft mengembangkan pelacak daring Corona untuk melacak status virus dan kemungkinan prediksinya berdasarkan data saat ini. Demikian pula, pemerintah India juga mengembangkan situs webnya sendiri untuk melacak orang yang terinfeksi Corona. Aplikasi Aarogya Setu yang sangat terkenal yang dikembangkan oleh Kementerian Telekomunikasi dan Teknologi Informasi, Pemerintah India, membantu memandu warga dalam melacak pasien yang terkena dampak di sekitar dan mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan. AI telah membantu melawan pandemi dari virus mematikan ini.

1.6.6 Kota Cerdas dan Transportasi

Inilah area di mana penerapan AI memiliki peran yang spesifik dan unik. Kota pintar adalah istilah yang telah menjadi tolok ukur urbanisasi suatu negara. Kota pintar dapat digambarkan sebagai kota dengan teknologi yang membuat kehidupan masyarakat menjadi lebih mudah dan maju. Demikian pula, transportasi pintar menandakan cara penanganan transportasi dan pengendalian lalu lintas serta kecelakaan yang benar-benar menjadi masalah karena banyaknya kematian di jalan raya dan jalan raya. Karena masyarakat di kota pintar cenderung menggunakan teknologi pintar, jelaslah bahwa keamanan data akan menjadi perhatian utama. Baik itu rumah pintar, taman, restoran yang dilengkapi robot, atau pengiriman makanan ke rumah, semuanya karena AI.

Mereka juga memainkan peran penting dalam manajemen keramaian dan keamanan siber di kota pintar. Mempertimbangkan mobilitas dan transportasi pintar, AI telah memberi kendaraan otonom kekuatan untuk mendeteksi kemungkinan kecelakaan dan melindungi orang tersebut. Mungkin kantung udara otomatis atau percikan air hingga suara yang mengkhawatirkan jika pengemudi tertidur saat mengemudi. Aplikasi yang lebih luas dari sistem transportasi cerdas adalah penggunaan kamera CCTV yang dipasang di jalan raya untuk melacak dan merekam semua aktivitas. Google Maps tidak memerlukan penjelasan tambahan tentang

bagaimana ia membantu melacak orang yang bepergian dan menelusuri tempat-tempat yang perlu dikunjungi.

Ia juga membantu menyarankan rute yang berbeda untuk mengendalikan kemacetan. Berdasarkan sebuah penelitian, ditemukan bahwa hampir lebih dari 500 kecelakaan kereta api terjadi dari tahun 2012 hingga 2017 di India, yang 53% di antaranya disebabkan oleh anjloknya rel. Jadi, Kementerian Perkeretaapian India menggunakan teknologi AI untuk membantu mendeteksi masalah di lintasan dan menghindari banyak kecelakaan seperti itu. Teknologi ini sedang digunakan dan akan digunakan lebih lanjut untuk kemajuan bangsa dan dunia.

1.6.7 Eksplorasi Luar Angkasa

Dalam skenario saat ini, hampir mustahil membayangkan dunia tanpa teknologi dan pengaruh AI dalam eksplorasi ruang angkasa. Dunia menyadari misi ruang angkasa Chandrayan-2 dan misi ke Mars oleh ISRO yang tidak mungkin dilakukan tanpa bantuan AI dan penerapannya. Mulai dari komunikasi satelit hingga penjelajah yang bergerak di sekitar permukaan Mars, banyak aktivitas perlu dilakukan sendiri atau tanpa instruksi dari stasiun ruang angkasa. Baik itu NASA atau ISRO atau organisasi ruang angkasa lainnya, tidak seorang pun dapat menyangkal penggunaan AI dalam eksplorasi ruang angkasa dan bagaimana ia telah meningkatkan kualitas eksplorasi ruang angkasa.

Satelit yang mengirimkan gambar dari ruang angkasa didekodekan dan ekstraksi informasi yang berguna dari gambar dilakukan dengan bantuan mesin dan pembelajaran mendalam. Berdasarkan sebuah studi pada tahun 2015, telah diketahui bahwa misi ruang angkasa SpaceX Falcon 9 diselesaikan dengan bantuan pembelajaran mesin yang membantunya mendarat dengan sukses di Stasiun Angkatan Udara Cape Canaveral. Penerapan pembelajaran mendalam telah memastikan pendaratan otomatis banyak pesawat, pengumpulan dan pengiriman data yang akurat tanpa peluang kesalahan manusia yang minimal. Dari studi lain dilaporkan bahwa SKICAT (*Sky Image Cataloging and Analysis Tool*) bekerja melampaui ekspektasi manusia dan mampu mengklasifikasikan banyak gambar yang memiliki resolusi lebih rendah selama rentang Survei Langit Palomer kedua.

Dengan bantuan AI, NASA dan Google menemukan dua planet yang tidak jelas pada tahun 2017 [Kepler-90i dan Kepler-90 g]. Dari studi-studi ini, dapat diasumsikan seberapa kuat AI dan teknologi berbasis subsetnya telah mengubah dunia dalam eksplorasi ruang angkasa dan pastinya, masih banyak lagi yang akan datang dengan kekuatan teknologi AI dalam menciptakan dunia mesin cerdas.

1.6.8 Kecerdasan Buatan untuk Diagnosis Medis Tingkat Lanjut

Bidang medis adalah bidang di mana AI telah memberikan dampak terpentingnya yang telah mengubah cara diagnosis medis. AI telah membuat proses diagnosis jauh lebih efektif, efisien, cepat, dan jauh lebih andal. AI tidak pernah bertujuan untuk menggantikan dokter, tetapi untuk membantu mereka dalam mempermudah layanan mereka. AI pada dasarnya bertindak sebagai asisten dokter. Peran AI dalam diagnosis medis diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu virtual dan fisik. Cabang virtual menangani manajemen data klinis dan cabang fisik sebagian besar menangani penggunaan robot.

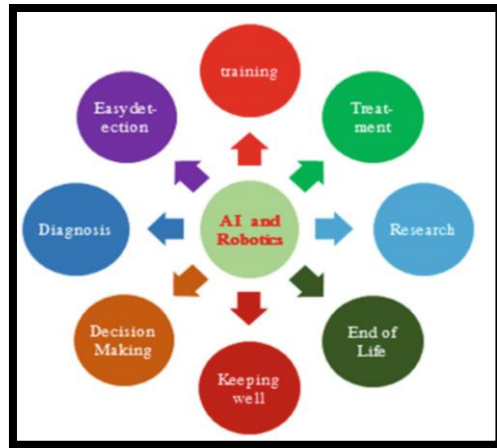
AI memiliki banyak aplikasi, seperti membantu diagnosis, dalam pembedahan, dengan bantuan robot dan peralatan yang dirancang khusus yang membantu dalam memandu pasien tentang penyakit tertentu. AI juga membantu untuk menyadarkan mereka dan membatasi mereka agar tidak terpengaruh dengan bantuan teknologi Teletreatment. AI juga digunakan dalam pemrosesan sinyal dan gambar bersama dengan beberapa prediksi penting mengenai organ. AI juga membantu dokter dalam menjaga jadwal harian mereka dengan bertindak sebagai pengingat bagi mereka. Ini juga membantu pasien untuk terus memantau kondisi pra dan pascaoperasi mereka dengan dokter. Pemeliharaan data dan catatan medis, fasilitas pembayaran, dan masih banyak lagi aplikasi yang digunakan dalam sistem perawatan kesehatan. Karena sistem perawatan kesehatan merupakan salah satu sektor terpenting bagi negara mana pun, sistem ini benar-benar perlu ditingkatkan untuk memudahkan masyarakat dan meningkatkan kualitas perawatan di sektor ini.

Semua ini dimungkinkan berkat pengenalan AI, teknologi cloud (untuk penyimpanan data dan pengambilan cepat), konsep big data, dan penggunaan komputasi seluler dalam sistem perawatan kesehatan. Akhirnya, kombinasi AI, Robotika, *Internet of Things* (IoT), dan *Internet of Medical Things* (IoMT) menjadi era baru sistem solusi perawatan

kesehatan dan tonggak penting dalam proses revolusi industri keempat. Gambar berikut (Gbr. 6) menggambarkan kasus penggunaan AI dan robotika yang paling penting secara keseluruhan dalam sistem perawatan kesehatan. Berdasarkan data dari studi kasus, sebuah proyek bernama *DeepDream* yang dikembangkan oleh Google pada tahun 2015 membantu membuat gambar dari input yang diberikan dan juga membayangkan semua fitur yang mungkin dimiliki gambar tersebut.

Metode ini mencakup pelatihan perangkat lunak berbasis jaringan saraf dengan jutaan gambar sebagai input dan kemudian diminta untuk menghasilkan gambar dari gambar yang dipilih. Berdasarkan beberapa studi kasus tentang teknologi pemberantasan penyakit mematikan yang paling umum yaitu kanker, sebuah perangkat lunak diperkenalkan oleh IBM, yaitu Watson untuk onkologi, termasuk teknologi ML dan NLP, pada tahun 2016. Perangkat lunak ini membantu pasien untuk mengetahui tentang mode perawatan yang tepat yang diperlukan bagi mereka berdasarkan gejala dan kondisi kesehatan mereka.

Proyek serupa untuk mempercepat proses terapi kanker adalah AI yang dikembangkan oleh organisasi NITI Ayog milik pemerintah India yang diberi nama Digital Pathology yang berisi gambar patologi yang diberi anotasi dan dikurasi. Proyek lain yang sedang berlangsung adalah Biobank untuk pasien kanker yang membantu menjembatani kesenjangan antara pencitraan yang dilakukan oleh ahli radiologi dan oleh mesin serta mencari tahu beberapa detail yang sangat rinci. Satu studi kasus lagi membahas tentang layanan konsultasi dan perawatan kesehatan elektronik yang disediakan oleh AI Babylon yang berbasis di Inggris pada tahun 2018. Dalam studi kasus tersebut, dijelaskan bagaimana robot perawat Molly membantu dokter dalam mengatur gejala pasien dan menindaklanjuti proses perawatan. Sebuah aplikasi yang dikembangkan oleh *National Institutes of Health* bernama AI AiCure untuk mengelola resep pasien dan mengelola kondisi kesehatan pasien.



Gambar 1. 6 penggunaan AI dan robotic untuk sistem Kesehatan

Hal mendasar yang menjadi fokus pengembang AI adalah pembuatan data, pengelolaan data, serta deteksi dan pengelolaan penyakit. Ada banyak contoh pencitraan medis yang ditingkatkan dengan penerapan algoritma pembelajaran mendalam, baik dalam mendeteksi penyakit yang tepat pada waktu yang tepat *atau* selama proses diagnosis seperti penyakit mata seperti retinopati diabetik, deteksi diabetes, prediksi dan pengendalian risiko, dan juga sistem pemantauan penyakit jantung. Ada juga banyak kasus di mana penemuan obat dilakukan dengan bantuan AI, pembelajaran mesin, dan teknologi pembelajaran mendalam serta membantu menemukan solusi terbaik untuk suatu penyakit. Tidak ada batasan untuk penerapannya dengan implementasi dan ideologi yang tepat.

Namun, ada beberapa tantangan yang harus dihadapi AI di bidang kedokteran dan perawatan kesehatan seperti akurasi data, keamanan, integritas, dan interpretabilitas. Faktor-faktor ini sangat penting agar teknologi apa pun dapat dipercaya dan digunakan oleh masyarakat umum. Faktor lainnya adalah tingkat *ketersediaan* layanan bagi masyarakat yang membutuhkan pada waktu yang tepat yang bertujuan untuk mendigitalkan negara secara menyeluruh karena diketahui bahwa daerah pedesaan kekurangan fasilitas dan juga para dokter pindah ke kota-kota untuk meningkatkan layanan mereka. Jadi, pedesaan tetap sama dalam sebagian besar kasus, dengan demikian tugas utamanya adalah menyediakan layanan di tempat yang sangat dibutuhkan. Namun, dengan semua

tantangan ini, AI telah bekerja dengan sangat akurat dalam perawatan kesehatan dan tidak hanya diagnosis atau perawatan, tetapi telah melampaui itu dan menyediakan beberapa aplikasi medis tingkat lanjut.

1.6.8.1 Manajemen Basis Data

Dalam sistem perawatan kesehatan, penerapan AI, ML, DL, komputasi awan, dan IoMT telah menciptakan teknologi yang sangat baik untuk pengembangan dan layanan pada sistem perawatan kesehatan. Saat ini, seluruh dunia mengalami digitalisasi dengan kecepatan yang lebih tinggi dan berada dalam cengkeraman layanan yang dibantu teknologi. Dengan bantuan teknologi, seperti penyimpanan awan dan perangkat yang berbasis pada metode komputasi seluler, dunia digital hadir dan bekerja secara efisien.

Dunia digital menyediakan banyak data untuk disimpan, dilacak, dan diambil dengan kecepatan yang lebih tinggi. Berdasarkan laporan *International Data Corporation* (IDC), ukuran data dari jagat raya digital ini akan mencapai hampir 40.000 Exabytes (EB) pada akhir tahun 2020. Demikian pula, dengan penggunaan AI dan teknologi yang relevan dalam sistem perawatan kesehatan, sistem ini menghasilkan sejumlah besar data dalam bentuk EHR (*Electronic Health Record*), EMR (*Electronic Medical Record*), PHR (*Personal Health Record*), MPM (*Medical Practice Management software*), dan catatan digital lainnya yang terkait dengan pasien dan dokter. Tantangan terbesarnya adalah mengelola, menjaga privasi, dan norma keamanan semua data ini. Dalam kasus seperti itu, diperlukan algoritme tingkat lanjut oleh AI dan ML untuk menangani big data secara efisien guna memastikan tidak ada kehilangan keamanan dan integritas data. Misalnya, pendekatan AI dan ML telah digunakan untuk menemukan informasi yang berguna dari “danau data” yang merupakan kumpulan data besar berisi informasi yang diekstraksi dari catatan kesehatan elektronik.

Jumlah data yang sangat besar ini disimpan dalam gudang data dan kemudian dilakukan analisis untuk menghasilkan hasil yang efektif dan layak. Salah satu fitur penting dari big data perawatan kesehatan adalah sifatnya yang tidak terstruktur dan heterogen, yang lagi-lagi menjadi lebih menantang dalam hal pengelolaan yang tepat. Dalam skenario ini, ML, DL, dan NLP berfungsi sebagai anugerah bagi sektor ini yang membantu memecahkan banyak masalah yang terkait dengan manajemen basis data.

Baik itu ekstraksi data dari berbagai gambar medis (CT, MRI, X-ray, ECG, EMG, PET, dan EEG) atau untuk mengelola catatan medis; sangat mudah dengan penggunaan algoritma tingkat lanjut. Namun, AI harus menerima tantangan untuk manajemen basis data yang tepat dan menyelesaikan tugas mengelola big data perawatan kesehatan. Beberapa tantangan dasar adalah penyimpanan data, akurasi, ketersediaan, pembersihan data, integritas data, pembagian data, dan keamanan.

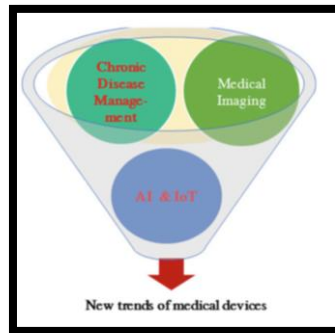
1.6.8.2 Perangkat Medis Canggih

Dalam layanan medis dan perawatan kesehatan, AI dan teknologi terkaitnya telah menunjukkan keajaibannya dalam pengembangan perangkat medis yang digunakan untuk perawatan. Berbicara tentang perangkat, yang terlintas dalam pikiran kita hanyalah mesin dan peralatan yang sebagian besar mencakup peralatan bedah, perangkat penangkap gambar, dan perangkat analisis. Namun, dalam skala besar, perangkat lunak merupakan media paling penting yang digunakan dalam perangkat untuk menganalisis, menafsirkan, dan memecahkan masalah terkait kesehatan dalam diagnosis dan perawatan penyakit. Klasifikasi perangkat medis terutama didasarkan pada tiga kategori dasar (Gbr. 6) dan semua perkembangan terkini diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi utama ini.

Pada tahun 2016, Medtronic, perusahaan perangkat medis terkemuka, bekerja sama dengan IBM Watson, mengembangkan Aplikasi SugarIQ yang mencakup teknologi AI. Aplikasi ini membantu pasien diabetes untuk memantau kadar gula beserta panduan yang tepat untuk kebiasaan makan dan semua informasi mengenai kebiasaan makan yang sehat. Pada tahun 2017, Medtronic kembali memperkenalkan perangkat yang menegaskan kontrol dan stabilisasi insulin otomatis dalam tubuh sepanjang hari. Perangkat yang diberi nama sistem MiniMed 670G diluncurkan dengan persetujuan Badan Pengawas Obat dan Makanan (FDA). Pada tahun 2017, pemindaian CT terkomputerisasi diperkenalkan oleh GE Health Care bekerja sama dengan NVIDIA. Pemindaian ini menyempurnakan proses pencitraan medis dan memastikan penangkapan detail kecil bagian tubuh yang terpengaruh yang tidak mungkin diperoleh dengan melihat data pemindaian secara fisik.

Penemuan IoT dan AI telah memberikan banyak perangkat dalam bentuk berbagai aplikasi seluler untuk memantau tubuh yang dibutuhkan untuk menjaga kesehatan yang baik. Sistem pemantauan pasien juga

merupakan perangkat atau sistem untuk memantau aktivitas terperinci pasien dan membantu mengendalikan kerusakan tubuh dengan memberikan umpan balik dan saran. Salah satu pengembangan tersebut adalah IntelliVue Guardian Solution, yang dilakukan oleh Philips Healthcare yang menggunakan konsep kecerdasan buatan dan membuat prediksi yang tepat untuk mengelola status kesehatan pasien secara efektif dan dini.



Gambar 1. 7 Gambar yang menggambarkan tiga kategori utama pengembangan perangkat medis

1.6.8.3 Desain Obat

Kecerdasan buatan telah menandai signifikansinya dalam penemuan obat dan kini desain obat juga menjadi aplikasi utama AI dalam proses pengembangan obat. Proses pengembangan obat dasar mencakup berbagai langkah seperti identifikasi dan validasi target obat, desain obat baru, penggunaan kembali obat, peningkatan penelitian dan pengembangan, penegasan konformasi biomedis, dan akhirnya uji klinis pada pasien. AI juga telah berhasil membantu dalam metode penemuan obat dengan menentukan molekul obat yang benar dan informasi tentang reaksi protein dalam tubuh sebelum melakukan desain. Untuk desain obat, AI digunakan untuk menentukan molekul kandidat yang tepat dari grafik obat yang akan dirancang. Jenis pekerjaan ini dilakukan oleh perusahaan Tessella. AI juga dapat membantu dalam membedakan senyawa yang tidak cocok untuk desain obat yang tidak cocok untuk tubuh pasien. AI juga membutuhkan bantuan teknik desain berbantuan komputer untuk merancang obat untuk persyaratan tertentu.

1.6.8.4 Konsultasi Digital

AI menyediakan konsultasi digital ke seluruh dunia dalam bentuk chatbot layanan kesehatan. Ini adalah solusi perangkat lunak berbasis AI yang menyediakan layanan khusus dalam bentuk pesan kepada pasien atau pengguna tanpa membuat mereka menyadari bahwa mereka berbicara dengan orang atau perangkat apa pun. Pada dasarnya, ini menggunakan metode pemrosesan bahasa alami dan membantu industri layanan kesehatan untuk menyediakan layanan digital. Mereka juga menyediakan konsultasi mengenai kebiasaan makan, olahraga, dan kiat-kiat lain untuk tetap sehat. Ini membantu untuk mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan oleh pengguna guna melindungi diri mereka dari penyakit apa pun dan memantau kesehatan mereka. Banyak perusahaan layanan seperti Sensely, Your.MD, Babylon HealthTap+, Pact., Woebot, dan lainnya menyediakan platform untuk konsultasi digital kepada pasien dengan bantuan AI dan teknologi terkait seperti ML, NLP, dan DL.

1.6.8.5 Pengeditan Genom

Ini adalah aspek yang sama sekali berbeda dari aplikasi AI yang berfokus pada fitur komposisi genetik seseorang. Mereka mencoba untuk mendapatkan hubungan antara kemunculan penyakit dan perubahan yang terjadi pada gen. Dengan menggunakan teknik AI dan ML, para ilmuwan kini dapat mengetahui data genomik menggunakan penyuntingan gen dan teknik pengurutan. Pengeditan gen dapat dijelaskan sebagai teknik yang terlibat dalam mutasi DNA dengan beberapa perubahan pada urutan target seperti penyisipan, penghapusan, dan substitusi. Diketahui bahwa urutan gen terdiri dari pasangan basa yang terdiri dari (A, T, C, G); pengurutan DNA umum membutuhkan banyak waktu tetapi setelah ditemukannya teknologi yang disebut sebagai pengurutan throughput tinggi (HTS) yang membantu melakukan pengurutan DNA dalam waktu kurang dari satu hari.

Perubahan yang dilakukan pada urutan tersebut disebut sebagai penyuntingan gen. Banyak platform AI telah dikembangkan untuk meningkatkan HTS untuk representasi genom yang lebih baik seperti DeepVariant. Secara keseluruhan, AI telah membantu sistem perawatan kesehatan secara efisien dan diharapkan dapat berbuat lebih banyak dalam waktu dekat terkait dengan penyuntingan genom dan lebih banyak kemajuan termasuk alat skrining genetik untuk bayi.

BAB 2

DEFINISI DAN SEJARAH KESEHATAN MASYARAKAT

2.1 Definisi Kesehatan Masyarakat

Mirip dengan tantangan yang terkait dengan pendefinisian kesehatan secara komprehensif, pengembangan definisi umum dan tidak kontroversial untuk kesehatan masyarakat terbukti sulit dipahami, dengan berbagai pendekatan yang menekankan berbagai aspek kesehatan masyarakat. Definisi Acheson yang berpengaruh dari tahun 1988 menegaskan bahwa kesehatan masyarakat adalah 'ilmu dan seni mencegah penyakit, memperpanjang hidup, dan meningkatkan kesehatan manusia melalui upaya terorganisasi dan pilihan masyarakat, organisasi, publik dan swasta, komunitas dan individu yang terinformasi'.

Definisi ini secara efektif menangkap bahwa kesehatan masyarakat berkaitan dengan kesehatan populasi, memiliki orientasi masa depan, dan membutuhkan tindakan sosial/kolektif yang sering kali melibatkan koordinasi lintas berbagai sektor. Cakupan kesehatan masyarakat dalam pengertian luas ini mencakup semua upaya masyarakat terorganisasi yang berupaya membangun, memelihara, dan meningkatkan kesehatan. Ini menyiratkan penyertaan semua kegiatan yang mempromosikan kesehatan, mencegah, mengurangi, dan mengobati penyakit, dan mengambil tindakan terhadap determinan sosial dan ekologis kesehatan, yang sering kali membutuhkan perubahan kebijakan publik dan tindakan masyarakat.

Melalui lensa kesehatan dalam semua kebijakan, kesehatan masyarakat ada di mana-mana dan merupakan segalanya. Tantangannya, bagaimanapun, dengan definisi yang mencakup semua faktor yang memengaruhi kesehatan populasi adalah risiko hilangnya fokus dan pengenceran dari apa sebenarnya kesehatan masyarakat pada intinya.

Sebaliknya, definisi yang sempit, yang hanya didasarkan pada aktivitas tenaga kesehatan masyarakat atau upaya masyarakat untuk mengatasi masalah-masalah terpisah, berisiko meremehkan dampak tindakan hulu pada faktor-faktor sistemik yang menciptakan kondisi untuk kesehatan. Ketegangan ini dari kebutuhan untuk mempertahankan identitas disiplin (dalam kaitannya dengan tenaga kesehatan masyarakat dan layanan) sementara juga menangkap pluralitas dan keluasan (mempertimbangkan kesehatan populasi secara lebih luas) ditangkap dengan baik dalam deskripsi John Last tentang kesehatan masyarakat sebagai 'cara berpikir,

serangkaian disiplin ilmu, lembaga masyarakat, dan cara praktik...dengan semakin banyaknya dan beragamnya domain khusus dan tuntutan para praktisi terhadap serangkaian keterampilan dan keahlian yang semakin meningkat'.

2.2 Sejarah Kesehatan Masyarakat

Selama 150 tahun terakhir, dua faktor telah membentuk sistem kesehatan publik modern: pertama, pertumbuhan pengetahuan ilmiah tentang sumber dan cara mengendalikan penyakit; kedua, pertumbuhan penerimaan publik terhadap pengendalian penyakit sebagai kemungkinan dan tanggung jawab publik. Pada abad-abad sebelumnya, ketika sedikit yang diketahui tentang penyebab penyakit, masyarakat cenderung menganggap penyakit sebagai sesuatu yang tidak penting, dan sedikit tindakan publik yang diambil. Ketika pemahaman tentang sumber penularan dan cara mengendalikan penyakit menjadi lebih baik, intervensi yang lebih efektif terhadap ancaman kesehatan dikembangkan. Organisasi dan lembaga publik dibentuk untuk menggunakan intervensi yang baru ditemukan terhadap ancaman kesehatan. Ketika pengetahuan ilmiah berkembang, otoritas publik berkembang untuk mengambil tugas-tugas baru, termasuk sanitasi, imunisasi, regulasi, pendidikan kesehatan, dan perawatan kesehatan pribadi.

Hubungan antara sains, pengembangan intervensi, dan organisasi otoritas publik untuk menggunakan intervensi meningkatkan pemahaman publik dan komitmen sosial untuk meningkatkan kesehatan. Pertumbuhan sistem publik untuk melindungi kesehatan bergantung pada penemuan ilmiah dan tindakan sosial. Pemahaman tentang penyakit memungkinkan tindakan publik untuk mengurangi rasa sakit dan penderitaan, dan nilai-nilai sosial tentang manfaat tujuan ini memungkinkan tindakan publik. Sejarah sistem kesehatan publik adalah sejarah penyatuan pengetahuan dan nilai-nilai di ranah publik untuk membentuk pendekatan terhadap masalah kesehatan.

2.2.1 Sebelum Abad Kedelapan Belas

Sepanjang sejarah yang tercatat, epidemi seperti wabah pes, kolera, dan cacar membangkitkan upaya publik yang sporadis untuk melindungi warga negara dalam menghadapi penyakit yang menakutkan. Meskipun penyakit epidemi sering dianggap sebagai tanda kondisi moral dan spiritual yang buruk, yang harus dimediasi melalui doa dan kesalehan,

beberapa upaya publik dilakukan untuk menahan penyebaran epidemi penyakit tertentu melalui isolasi orang sakit dan karantina pelancong. Pada akhir abad ketujuh belas, beberapa kota di Eropa menunjuk otoritas publik untuk mengadopsi dan menegakkan tindakan isolasi dan karantina (dan untuk melaporkan dan mencatat kematian akibat wabah).

2.2.2 Abad Kedelapan Belas

Pada abad kedelapan belas, isolasi orang sakit dan karantina orang yang terpapar menjadi tindakan umum untuk mengatasi penyakit menular tertentu. Beberapa kota pelabuhan Amerika mengadopsi aturan untuk karantina perdagangan dan isolasi orang sakit. Pada tahun 1701, Massachusetts mengeluarkan undang-undang untuk mengisolasi pasien cacar dan untuk karantina kapal sesuai kebutuhan. (Setelah tahun 1721, inokulasi dengan bahan dari keropeng cacar juga diterima sebagai cara yang efektif untuk mengatasi penyakit ini setelah ancaman epidemi diumumkan.) Pada akhir abad kedelapan belas, beberapa kota, termasuk Boston, Philadelphia, New York, dan Baltimore, telah membentuk dewan permanen untuk menegakkan aturan karantina dan isolasi.

Prakarsa abad kedelapan belas ini mencerminkan ide-ide baru tentang penyebab dan makna penyakit. Penyakit tidak lagi dianggap sebagai efek alami dari kondisi manusia, tetapi lebih sebagai sesuatu yang berpotensi dapat dikendalikan melalui tindakan publik. Juga pada abad kedelapan belas, kota-kota mulai mendirikan rumah sakit umum sukarela untuk orang yang sakit fisik dan lembaga publik untuk perawatan orang yang sakit mental. Akhirnya, orang-orang yang sakit fisik dan mental dirawat oleh tetangga mereka di komunitas lokal. Praktik ini diresmikan di Inggris dengan penerapan Undang-Undang Orang Miskin tahun 1601 dan berlanjut di koloni-koloni Amerika. Pada abad kedelapan belas, beberapa komunitas telah mencapai ukuran yang menuntut pengaturan yang lebih formal untuk perawatan orang sakit mereka daripada praktik Undang-Undang Orang Miskin. Rumah sakit sukarela Amerika pertama didirikan di Philadelphia pada tahun 1752 dan di New York pada tahun 1771. Rumah sakit jiwa publik pertama didirikan di Williamsburg, Virginia pada tahun 1773.

2.2.3 Abad Kesembilan Belas

Abad kesembilan belas menandai kemajuan besar dalam kesehatan masyarakat. "Kebangkitan sanitasi yang hebat" (Winslow, 1923)—identifikasi kotoran sebagai penyebab penyakit dan sarana penularan serta penerapan kebersihan sebagai hasilnya—merupakan komponen utama reformasi sosial abad kesembilan belas. Sanitasi mengubah cara masyarakat berpikir tentang kesehatan. Penyakit mulai dilihat sebagai indikator kondisi sosial dan lingkungan yang buruk, serta kondisi moral dan spiritual yang buruk. Kebersihan dianut sebagai jalan menuju kesehatan fisik dan moral. Kebersihan, kesalehan, dan isolasi dipandang sebagai langkah-langkah yang kompatibel dan saling memperkuat untuk membantu masyarakat melawan penyakit. Pada saat yang sama, lembaga kesehatan mental mulai berorientasi pada "perawatan moral" dan penyembuhan.

Sanitasi juga mengubah cara masyarakat berpikir tentang tanggung jawab publik atas kesehatan warga negara. Melindungi kesehatan menjadi tanggung jawab sosial. Pengendalian penyakit terus berfokus pada epidemi, tetapi cara pengendalian berubah dari karantina dan isolasi individu menjadi pembersihan dan perbaikan lingkungan bersama. Dan pengendalian penyakit bergeser dari sekadar bereaksi terhadap wabah yang terjadi sesekali menjadi tindakan pencegahan yang berkelanjutan. Dengan sanitasi, kesehatan masyarakat menjadi tujuan masyarakat dan melindungi kesehatan menjadi kegiatan publik.

2.2.4 Akhir Abad Kesembilan Belas

Serangkaian perkembangan besar lainnya dalam kesehatan masyarakat terjadi pada akhir abad kesembilan belas. Kemajuan pesat dalam pengetahuan ilmiah tentang penyebab dan pencegahan berbagai penyakit membawa perubahan besar dalam kesehatan masyarakat. Banyak penyakit menular utama dikendalikan melalui ilmu pengetahuan yang diterapkan pada kesehatan masyarakat. Louis Pasteur, seorang ahli kimia Prancis, membuktikan pada tahun 1877 bahwa antraks disebabkan oleh bakteri. Pada tahun 1884, ia telah mengembangkan imunisasi buatan terhadap penyakit tersebut. Selama beberapa tahun berikutnya, penemuan agen bakteriologis penyakit dilakukan di laboratorium Eropa dan Amerika untuk penyakit menular seperti tuberkulosis, difteri, tifus, dan demam kuning.

Identifikasi bakteri dan pengembangan intervensi seperti imunisasi dan teknik pemurnian air menyediakan sarana untuk mengendalikan penyebaran penyakit dan bahkan mencegah penyakit. Teori kuman penyakit menyediakan dasar ilmiah yang kuat untuk kesehatan masyarakat. Langkah-langkah kesehatan masyarakat terus difokuskan terutama pada penyakit menular tertentu, tetapi cara mengendalikan penyakit ini berubah secara dramatis. Penelitian laboratorium mengidentifikasi penyebab pasti dan strategi khusus untuk mencegah penyakit tertentu. Untuk pertama kalinya, diketahui bahwa penyakit memiliki penyebab tunggal dan spesifik. Ilmu pengetahuan juga mengungkapkan bahwa lingkungan dan manusia dapat menjadi agen penyakit. Selama periode ini, lembaga publik yang telah dikembangkan untuk melakukan dan menegakkan tindakan sanitasi menyempurnakan kegiatan mereka dan berkembang menjadi ilmu laboratorium dan epidemiologi. Tanggung jawab publik terhadap kesehatan mencakup sanitasi lingkungan dan kesehatan individu.

2.2.5 Awal Abad Kedua Puluh

Pada awal abad kedua puluh, peran departemen kesehatan masyarakat negara bagian dan lokal berkembang pesat. Meskipun pengendalian penyakit didasarkan pada bakteriologi, semakin jelas bahwa individu lebih sering menjadi sumber penularan penyakit daripada benda. "Pekerjaan laboratorium mengarahkan Dewan untuk menentukan keberadaan dan karakter sejumlah penyakit paling berbahaya dan menyediakan sarana medis untuk pengendaliannya." Identifikasi dan pengobatan kasus penyakit individual merupakan langkah alami berikutnya. Massachusetts, Michigan, dan New York City mulai memproduksi dan mendistribusikan antitoksin pada tahun 1890-an. Beberapa negara bagian membuat daftar penyakit. Pada tahun 1907, Massachusetts mengesahkan undang-undang yang mewajibkan pelaporan kasus individual dari 16 penyakit yang berbeda. Pelaporan yang diwajibkan menyiratkan kewajiban untuk mengobati. Misalnya, pelaporan kanker kemudian ditambahkan ke dalam daftar, dan program pengobatan kanker dimulai pada tahun 1927.

Aktivitas federal dalam kesehatan masyarakat juga meluas selama akhir abad kesembilan belas dan awal abad kedua puluh. Laboratorium Higienis Nasional, yang didirikan pada tahun 1887 di Rumah Sakit Mariner di Staten Island, New York, mencakup divisi-divisi di bidang kimia,

zoologi, dan farmakologi. Pada tahun 1906, Kongres mengesahkan Undang-Undang Makanan dan Obat-obatan, yang memulai kontrol terhadap pembuatan, pelabelan, dan penjualan makanan. Pada tahun 1912, Layanan Rumah Sakit Marinir berganti nama menjadi Layanan Kesehatan Masyarakat AS, dan direktornya, dokter bedah umum, diberi wewenang lebih besar. Meskipun kegiatan Layanan Kesehatan Masyarakat pada awalnya sederhana, pada tahun 1918 kegiatan tersebut mencakup pemberian pemeriksaan fisik dan mental terhadap orang asing, proyek percontohan dalam kesehatan pedesaan, serta pengendalian dan pencegahan penyakit kelamin. Pada tahun 1914, Kongres memberlakukan Undang-Undang Chamberlain-Kahn, yang membentuk Badan Higienis Sosial Antar Departemen AS, sebuah program pengendalian penyakit kelamin yang komprehensif untuk militer, dan menyediakan dana untuk karantina warga sipil yang terinfeksi.

2.2.6 Pertengahan Abad Kedua Puluh

Dari tahun 1930-an hingga 1970-an, tanggung jawab lokal, negara bagian, dan federal dalam bidang kesehatan terus meningkat. Peran federal dalam bidang kesehatan juga menjadi lebih menonjol. Pemerintah federal yang kuat dan peran pemerintah yang kuat dalam memastikan kesejahteraan sosial merupakan nilai-nilai sosial yang didukung publik pada era ini. Dari New Deal Roosevelt pada tahun 1930-an hingga Johnson's Great Society pada tahun 1960-an, peran federal dalam layanan yang memengaruhi kesehatan dan kesejahteraan warga negara menjadi mapan. Pemerintah federal dan lembaga kesehatan negara bagian dan lokal mengambil peran yang lebih besar dalam menyediakan dan merencanakan layanan kesehatan, dalam promosi kesehatan dan pendidikan kesehatan, dan dalam membiayai layanan kesehatan. Lembaga-lembaga tersebut juga melanjutkan dan meningkatkan kegiatan dalam sanitasi lingkungan, epidemiologi, dan statistik kesehatan.

2.2.7 Akhir Abad Kedua Puluh

Pada tahun 1970-an, dampak finansial dari perluasan kegiatan kesehatan publik dari tahun 1930-an hingga 1960-an, termasuk peran publik baru dalam pembiayaan perawatan medis, mulai terlihat. Pengeluaran kesehatan per kapita meningkat dari \$198 pada tahun 1965 menjadi \$334 pada tahun 1970. Selama periode yang sama, porsi sektor publik dari jumlah ini meningkat dari 25 persen menjadi 37 persen. Nilai-

nilai sosial dari dekade-dekade sebelumnya dikritik. Pengendalian biaya kesehatan menjadi tujuan nasional. Undang-Undang Pemeliharaan Kesehatan tahun 1973, yang mempromosikan organisasi pemeliharaan kesehatan sebagai sarana perawatan kesehatan yang lebih murah, dan Undang-Undang Perencanaan Kesehatan dan Pengembangan Sumber Daya Nasional tahun 1974, yang menetapkan sistem sertifikasi untuk layanan kesehatan baru, adalah contoh dari upaya ini.

Pada dekade saat ini, upaya untuk pengendalian biaya terus berlanjut. Meskipun kebutuhan dan layanan kesehatan belum berkurang, nilai-nilai politik dan sosial saat itu mendorong pembatasan fiskal. Nilai-nilai terkini juga menekankan tanggung jawab negara atas sebagian besar program kesehatan dan kesejahteraan. Hibah blok dilaksanakan pada tahun 1981, menggabungkan hibah bantuan federal untuk negara bagian menjadi empat kelompok utama dan memangkas jumlah uang hibah (sebagian pemotongan dikembalikan pada tahun 1983). Medicaid diubah untuk memberi keleluasaan yang lebih besar kepada negara bagian dalam desain dan pelaksanaan program, meskipun porsi federal dari pembiayaan Medicaid tidak diubah.

Perubahan juga telah dilakukan dalam kebijakan pembayaran Medicare untuk menahan kenaikan biaya, terutama untuk perawatan di rumah sakit. Pada saat yang sama, masalah kesehatan baru terus bermunculan. AIDS, penyakit menular yang sebelumnya tidak dikenal, mencapai proporsi epidemi. Semakin banyak produk sampingan industri yang berbahaya diproduksi dan dibuang ke lingkungan. Banyak masalah lain yang menjadi perhatian yang berkembang—paparan asbestos, efek samping dari vaksin pertusis, penyakit Alzheimer, alkoholisme dan penyalahgunaan narkoba, serta tuna wisma hanyalah beberapa di antaranya. Masalah kesehatan baru terus teridentifikasi, bertentangan dengan kekhawatiran tentang pertumbuhan pemerintah dan pengeluaran pemerintah di bidang kesehatan.

BAB 3

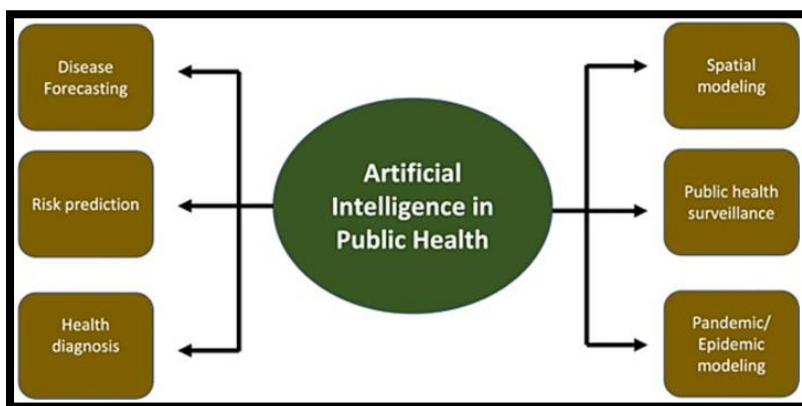
PERAN KECERDASAN BUATAN PADA KESEHATAN MASYARAKAT GLOBAL

3.1. Sejarah AI dalam kesehatan masyarakat

Tahun 1960-an menandai dimulainya penelitian kecerdasan buatan (AI), yang awalnya bertujuan untuk menciptakan sistem yang dapat meniru kecerdasan manusia. Sistem pakar, yang memanfaatkan pengetahuan dari spesialis manusia untuk memberikan bantuan pengambilan keputusan untuk diagnosis medis dan perencanaan perawatan, merupakan fokus utama aplikasi AI awal dalam perawatan kesehatan. Sistem pakar masih menjadi fokus utama penelitian AI di sektor perawatan kesehatan pada tahun 1980-an dan 1990-an, tetapi pembelajaran mesin dan pemrosesan bahasa alami juga sedang diselidiki. Para peneliti dapat mulai mengeksplorasi potensi AI dalam domain seperti diagnosis medis, penemuan obat, dan pengawasan kesehatan masyarakat sebagai hasil dari ketersediaan basis data informasi medis yang sangat besar dan sistem komputer yang canggih.

Tahun 2000-an menyaksikan kemajuan dalam visi komputer, pemrosesan bahasa alami, dan pembelajaran mesin yang memungkinkan para peneliti untuk menciptakan sistem AI yang semakin kompleks yang dapat mengevaluasi sejumlah besar data dan mengantisipasi hasil di masa mendatang. Karena itu, sistem diagnostik berbasis AI diciptakan, seperti yang menganalisis gambar medis dan membantu mengidentifikasi penyakit seperti kanker. Selain itu, peningkatan dalam metode penambangan teks dan pemrosesan bahasa alami memungkinkan akademisi menggunakan AI untuk mengevaluasi sejumlah besar data tidak terstruktur, seperti catatan kesehatan elektronik, dan memperoleh kesimpulan yang mendalam. Dalam beberapa tahun terakhir, minat terhadap penggunaan AI dalam kesehatan masyarakat meningkat, terutama dalam bidang pemodelan prediktif dan pengawasan kesehatan masyarakat. Algoritma AI, misalnya, telah digunakan untuk memperkirakan penyebaran penyakit menular seperti COVID-19 atau influenza, yang memungkinkan pejabat kesehatan masyarakat mengambil tindakan pencegahan.

Algoritma tersebut juga telah digunakan untuk menganalisis sejumlah besar data dari media sosial dan sumber lain untuk menemukan potensi wabah dan memantau penyebaran penyakit. Lebih jauh lagi, penerapan AI dalam kesehatan masyarakat telah berkembang hingga mencakup bidang-bidang baru seperti pengembangan obat dan perawatan yang dipersonalisasi karena meningkatnya aksesibilitas data besar-besaran dan sumber daya komputasi yang canggih. Secara umum, telah terjadi pertumbuhan dalam sejarah AI dalam kesehatan masyarakat dari sistem pakar primitif menjadi sistem yang lebih canggih yang dapat memeriksa sejumlah besar data dan membuat prediksi. Penggunaan AI dalam perawatan kesehatan memiliki sejumlah keuntungan potensial bagi kesehatan masyarakat, tetapi ada juga masalah etika dan hukum seperti privasi dan pengawasan data, keselamatan, transparansi, keadilan dan bias algoritma, serta teka-teki filosofis prospektif tentang fungsi penilaian manusia yang harus diperhitungkan untuk mengintegrasikan teknologi ini ke dalam sistem perawatan kesehatan.



Gambar 3. 1 Kecerdasan buatan pada Kesehatan Masyarakat (Olawade,dkk 2023).

3.2 Tantangan kesehatan masyarakat akibat AI

Agar penerapan AI ini aman dan berhasil dalam kesehatan masyarakat, beberapa kesulitan harus diatasi. Ini termasuk masalah etika dan hukum, khususnya yang berkaitan dengan keamanan dan privasi data. Sementara HIPAA di Amerika Serikat menetapkan pedoman untuk penggunaan dan distribusi informasi kesehatan yang dilindungi (PHI), dengan pedoman

serupa yang berlaku di Uni Eropa (Peraturan Perlindungan Data Umum, GDPR) dan Inggris (Undang-Undang Perlindungan Data 2018) dengan memastikan privasi data sangat penting dalam membangun kepercayaan dalam penggunaan AI untuk mendukung pengembangan kebijakan dan praktik perawatan kesehatan. Implikasi etika dari masalah termasuk bias dan diskriminasi dalam sistem berbasis AI, yang dapat secara tidak proporsional merugikan orang yang rentan, juga menjadi perhatian.

Di sisi lain, akurasi dan efisiensi sistem berbasis AI bergantung pada presisi dan kelengkapan data yang digunakan untuk melatih algoritme. Tidak adanya transparansi dan pemahaman dalam sistem berbasis AI merupakan salah satu masalah utama yang dihadapi aplikasi AI dalam kesehatan masyarakat. Para pembuat kebijakan mungkin merasa sulit untuk memahami bagaimana algoritma tersebut sampai pada kesimpulannya sebagai hasilnya, dan ini juga dapat menumbuhkan skeptisisme tentang penggunaan AI dalam kesehatan masyarakat. Meskipun demikian, beberapa pedoman muncul dari COVID-19 yang dapat dianggap sebagai sumber daya untuk penerapan AI untuk kesehatan masyarakat. Pedoman tersebut meliputi, dokumen Pilar WHO untuk perencanaan dan panduan operasional yang menyediakan kerangka kerja bagi negara-negara untuk mempersiapkan dan menanggapi keadaan darurat kesehatan masyarakat. Ini mencakup beberapa bagian tentang penggunaan AI untuk kesehatan masyarakat. Ini meliputi :

1. Pilar 1: Koordinasi, perencanaan, dan pemantauan tingkat negara, yang mengusulkan penggunaan AI untuk melacak penyebaran penyakit, mengidentifikasi potensi wabah, dan mengoordinasikan respons terhadap keadaan darurat kesehatan masyarakat.
2. Pilar 2 berfokus pada pengawasan, tim respons cepat, dan investigasi kasus yang mengeksplorasi penggunaan AI untuk mengumpulkan data tentang wabah penyakit, mengidentifikasi dan menyelidiki kasus, dan melacak efektivitas intervensi.

Pertimbangan serupa dibahas di KTT Global AI for Health pada tahun 2021. KTT tersebut menghasilkan sejumlah rekomendasi untuk penggunaan AI bagi kesehatan masyarakat, termasuk membangun kapasitas untuk penggunaan AI dalam kesehatan masyarakat dan mempromosikan penggunaan AI yang etis dan bertanggung jawab dalam kesehatan masyarakat. Strategi tersebut harus selaras dengan dokumen pilar WHO dan harus didasarkan pada penelitian berbasis bukti. Ini

hanyalah beberapa dari sekian banyak pedoman yang muncul dari COVID-19 yang dapat dianggap sebagai sumber daya untuk penerapan AI bagi kesehatan masyarakat. Pedoman ini menyediakan kerangka kerja bagi negara-negara untuk digunakan dalam mempersiapkan dan menanggapi keadaan darurat kesehatan masyarakat dan menyoroti potensi AI untuk meningkatkan kesehatan masyarakat.

Menangani keamanan data dan perlindungan privasi sangat penting untuk keberhasilan penerapan AI dalam kesehatan masyarakat. Meskipun penggunaan data pasien dari berbagai pusat tidak dapat dihindari untuk model AI yang kuat dan dapat digeneralisasi, memastikan privasi pasien dan keamanan data tetap penting. Upaya kolaboratif yang melibatkan kolaborasi dan berbagi data melalui teknik seperti pembelajaran terfederasi menawarkan solusi potensial untuk tantangan ini. Pemanfaatan data pasien dari berbagai pusat meningkatkan keragaman dan kelengkapan model AI, sehingga menghasilkan algoritme yang lebih akurat dan adaptif. Namun, praktik ini harus disertai dengan protokol de-identifikasi, agregasi, dan anonimisasi data yang ketat untuk melindungi privasi pasien. Kepatuhan terhadap peraturan seperti HIPAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*) memastikan bahwa informasi pasien yang sensitif dilindungi dengan tepat. Kolaborasi dan berbagi data memungkinkan pengumpulan wawasan dari berbagai sumber tanpa memusatkan data sensitif.

Pembelajaran terfederasi, pendekatan yang terdesentralisasi, memungkinkan model AI dilatih di berbagai pusat tanpa berbagi data mentah. Sebaliknya, model diperbarui secara kolaboratif menggunakan data yang disimpan secara lokal, sehingga meminimalkan risiko privasi. Teknik ini memastikan bahwa data tetap berada di dalam institusi sumbernya sekaligus berkontribusi pada pengembangan model AI kolektif yang kuat. Terlepas dari manfaatnya, pembelajaran terfederasi menghadapi tantangan, seperti menangani heterogenitas di seluruh kumpulan data, inefisiensi komunikasi, dan memastikan konvergensi model. Para peneliti secara aktif berupaya mengatasi rintangan ini melalui kemajuan algoritmik.

3.3 Implikasi AI terhadap pengembangan kebijakan kesehatan public

AI dapat menjadi alat yang berharga untuk pengembangan kebijakan kesehatan masyarakat. Kemampuan untuk menyatukan berbagai kumpulan data memungkinkan wawasan yang sulit dikembangkan dengan metode tradisional. Algoritme dapat digunakan secara berulang, dengan hasil kebijakan dipantau, dan selanjutnya menginformasikan dan meningkatkan kebijakan di masa mendatang. Memanfaatkan wawasan ini akan memungkinkan kebijakan dikembangkan yang lebih tepat sasaran, berdampak, dan tepat waktu. AI memiliki banyak hal untuk ditawarkan kepada para pembuat kebijakan, tetapi, seperti semua teknologi baru, kepercayaan dan pendidikan tentang cara menggunakannya secara efektif dan bertanggung jawab sangat penting bagi penerapan dan kegunaannya di masa mendatang.

3.4 Peran Kecerdasan Buatan Pada Kesehatan Masyarakat Global

3.4.1 Penerapan Big Data dalam Kesehatan Masyarakat

Terdapat beberapa jenis Big Data yang digunakan untuk kesehatan masyarakat, diantaranya adalah big data biologis, seperti profil exome dan metabolomik yang digunakan untuk penelitian etiologi dan skrining. Kemudian terdapat big data geospasial yang berupa karakteristik lingkungan yang digunakan untuk penelitian etiologi dan surveilans. Lalu terdapat big data rekam medis pasien dengan penyakit tertentu yang dapat digunakan untuk penelitian klinis maupun pengawasan. Big data yang didapat dari hasil pencarian pada internet seperti google maupun reddit yang digunakan sebagai pengawasan, penyaringan, serta pengidentifikasian.

Penelitian *Big Data* berpeluang dalam penelitian kesehatan masyarakat. Jika digunakan dengan tepat maka akan menghasilkan dampak yang menguntungkan, misalnya dalam mengambil keputusan langkah-langkah yang tepat dalam pengobatan. Tetapi penggunaan Big Data membutuhkan kerangka kerja yang jelas dan transparan di berbagai tingkatan. Peran Big Data dalam presisi kesehatan masyarakat dapat digunakan sebagai pengawasan penyakit dan deteksi sinyal, Memprediksi risiko kesehatan masyarakat mengarah pada peluang untuk menerapkan intervensi pencegahan, serta melakukan identifikasi maupun pemahaman lebih mengenai penyakit.

Kesehatan masyarakat presisi masa depan akan transformatif. Ini akan mencakup aplikasi baru, modifikasi, dan penggunaan aset saat ini, termasuk media sosial dan platform komunikasi, kendaraan udara tak berawak, aplikasi seluler, pengurutan seluler, penyaringan mandiri, sensor, penemuan *internet-of-things* vaksin atau obat, dan banyak lagi. Analisis multivariatif menunjukkan bahwa risiko lingkungan tertentu, faktor pengobatan, dan rehabilitasi sangat mempengaruhi transisi dari penyakit kronis. Akhirnya, model yang diusulkan juga memfasilitasi prognosis yang akurat terhadap risiko lingkungan dan faktor rehabilitasi. Selama dekade terakhir, telah terjadi peningkatan minat di bidang kedokteran presisi. Bidang ini mengeksplorasi pengembangan perawatan yang ditargetkan untuk individu berdasarkan faktor genetik, lingkungan, klinis, dan sosial. Dalam epidemiologi, big data dapat berperan sebagai pendeteksi dini penyebaran epidemi dengan melacak kueri online tentang gejala penyakit menggunakan media sosial seperti *google search* dan *twitter*.

Selain itu big data berperan sebagai kedokteran presisi, dimana uji klinis didasarkan pada pemilihan pasien menurut profil DNA yang menyediakan biomarker untuk pengobatan yang ditargetkan, daripada pendekatan standar yang digunakan untuk seluruh populasi. pemilihan individu dengan kelainan genetik yang sama untuk uji klinis mengarah pada pengembangan obat yang lebih tepat dan perawatan yang lebih akurat dengan obat yang ada. kombinasi AI dan *Big Data* memiliki potensi untuk memberikan efek mendalam pada masa depan.

Big data dapat memberikan informasi berguna yang memungkinkan sektor publik dan penyedia layanan kesehatan menilai sistem layanan kesehatan dan distribusi sumber daya mereka. Data perawatan kesehatan yang besar juga memiliki potensi besar untuk meningkatkan pemahaman kita tentang keefektifan perawatan di dunia nyata, serta insiden, manajemen, dan prognosis berbagai kondisi medis, terutama untuk penyakit langka. Informasi berguna yang diperoleh dari data besar akan memungkinkan profesional kesehatan memberikan perawatan medis yang lebih baik. Meskipun privasi informasi individu harus dilindungi, mengingat besarnya potensi data besar, data layanan kesehatan yang dihasilkan dalam proses pemerintah harus terbuka bagi peneliti yang memiliki ide unik untuk memberikan informasi berguna terkait kesehatan masyarakat.

Sumber daya data yang perlu ditangani dengan tepat oleh industri perawatan kesehatan untuk menciptakan kemampuan data besar dikategorikan sebagai berikut:

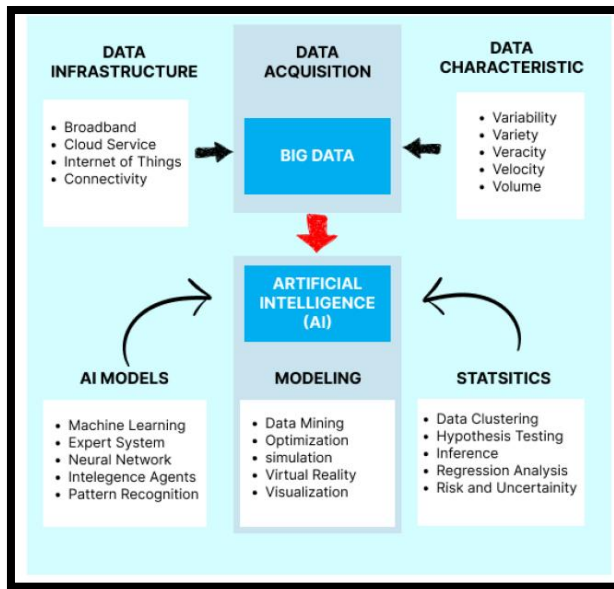
1. data klinis,
2. pasien dan data sentimen,
3. administrasi dan data aktivitas biaya, dan
4. data farmasi dan R&D.

Namun, untuk transformasi data menjadi kemampuan, proses analisis data diperlukan di antaranya. teknik analisis data kesehatan adalah: pemodelan, simulasi, pembelajaran mesin, visualisasi, penambangan data, statistik, web penambangan, pengoptimalan, penambangan teks, peramalan, dan jejaring sosial teknik analisis.

3.4.1.1 Integrasi Big Data dengan Artificial Intelligence (AI)

Kombinasi AI dan Big Data memiliki potensi untuk memberikan efek mendalam pada masa depan. Peran tenaga medis maupun ahli diagnosis akan ditantang karena teknologi menjadi lebih luas dan terintegrasi (seperti integrasi big data dan AI, dimana big data berperan sebagai *resource* dan AI sebagai model). dengan adanya AI dan *Big Data* dalam dunia kesehatan masyarakat memungkinkan kedepannya manusia akan menempati peran baru sebagai generalis dan spesialis informasi, sehingga manusia dapat lebih bebas untuk mengelola dan mengintegrasikan informasi dalam konteks klinis, memberi saran tentang pengujian tambahan jika diperlukan, serta memberikan panduan berkelanjutan kepada dokter dan pasien.

Big data, AI, dan *Machine Learning* sejauh ini telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam berbagai pengaturan percobaan bisnis dan industri untuk mengungkapkan pola tersembunyi dan memprediksi kemungkinan masa depan. Model lanjutan terbaru, seperti pembelajaran mendalam pendekatan jaringan netral buatan, telah menunjukkan hasil positif dalam mengekstraksi struktur yang sangat nonlinier dari kumpulan data masif. Dalam konteks terkait penyakit, penelitian terbaru menggunakan metode AI untuk melacak reservoir hewan pengerat dari penyakit zoonosis di masa depan, memprediksi organisme penghasil *Extended-spectrum b-lactamase* (ESBL), dan mengendalikan penyakit tuberkulosis (TB) dan gonore menyebar.



Gambar 3. 2 Integrasi Big Data dengan Artificial Intelligence (AI)

Kombinasi AI dan Big Data memiliki potensi untuk memberikan efek mendalam pada masa depan. Peran tenaga medis maupun ahli diagnosis akan ditantang karena teknologi menjadi lebih luas dan terintegrasi (seperti integrasi big data dan AI, dimana big data berperan sebagai *resource* dan AI sebagai model). dengan adanya AI dan Big Data dalam dunia kesehatan masyarakat memungkinkan kedepannya manusia akan menempati peran baru sebagai generalis dan spesialis informasi, sehingga manusia dapat lebih bebas untuk mengelola dan mengintegrasikan informasi dalam konteks klinis, memberi saran tentang pengujian tambahan jika diperlukan, serta memberikan panduan berkelanjutan kepada dokter dan pasien. Big data, AI, dan *Machine Learning* sejauh ini telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam berbagai pengaturan percobaan bisnis dan industri untuk mengungkapkan pola tersembunyi dan memprediksi kemungkinan masa depan.

Model lanjutan terbaru, seperti pembelajaran mendalam pendekatan jaringan netral buatan, telah menunjukkan hasil positif dalam mengekstraksi struktur yang sangat nonlinier dari kumpulan data masif. Dalam konteks terkait penyakit, penelitian terbaru menggunakan metode

AI untuk melacak reservoir hewan pengerat dari penyakit zoonosis di masa depan, memprediksi organisme penghasil *Extended-spectrum b-lactamase* (ESBL), dan mengendalikan penyakit tuberkulosis (TB) dan gonore menyebar.

3.4.1.2 Integrasi *Big Data* dengan *Machine Learning*

Machine Learning adalah istilah umum untuk teknik yang sesuai dengan model secara algoritme beradaptasi dengan pola dalam data. Teknik ini dapat diklasifikasikan sebagai salah satu dari

1. Supervised Learning,
2. Unsupervised Learning, dan
3. Semi-supervised Learning.

Supervised Learning ditentukan oleh mengidentifikasi pola yang menghubungkan variabel dengan hasil yang diukur dan memaksimalkan akurasi saat memprediksi hasil tersebut. Misalnya, model regresi yang dipasang secara otomatis (termasuk model apa pun bentuk model linier umum) adalah teknik *Supervised Learning*. Sebaliknya, *Unsupervised Learning* mengeksplorasi sifat bawaan dari kumpulan data input untuk mendeteksi tren dan pola tanpa penunjukan eksplisit satu kolom sebagai hasil yang menarik. Misalnya, komponen utama analisis, yang mengidentifikasi struktur kovarians yang mendasari dalam data yang diamati, tidak diawasi.

Semi-supervised Learning, semacam hibrida, digunakan dalam konteks di mana prediksi adalah tujuan tetapi mayoritas poin data tidak memiliki informasi hasil. Metode *Semi-supervised Learning* dan *Unsupervised Learning* sering digunakan dalam fase *Data Mining* sebagai prekursor untuk pendekatan *Supervised Learning* yang dimaksudkan prediksi atau analisis statistik yang lebih ketat dalam tindak lanjut.

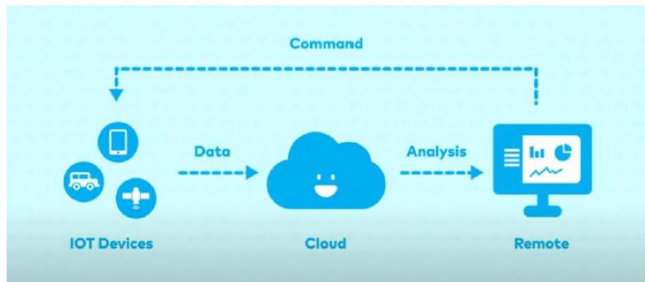
Berbagai jenis big data yang telah dijelaskan pada ulasan sebelumnya dapat diolah menggunakan *Machine Learning* sehingga dapat bermanfaat bagi kesehatan masyarakat. Adapun beberapa contoh penerapan metode-metodenya seperti *K-means clustering* yang digunakan sebagai *Hot spot detection*, *Retrospective event detection* yang digunakan untuk penetapan kasus, *Content Analysis* digunakan untuk surveilans kesehatan masyarakat, *K-nearest neighbors clustering* digunakan untuk deteksi titik panas spatiotemporal, *Naive Bayes* digunakan untuk

pengawasan sindrom gastrointestinal akut, *Neural Networks* digunakan untuk memprediksi kematian pada pasien trauma kepala atau memprediksi hasil vaksinasi influenza, *Support Vector Machine* digunakan untuk diagnosis diabetes melitus. Kemudian metode *Decision Tree* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bayi yang beresiko tinggi terkena infeksi bakteri serius.

Penerapan *big data* dengan *internet-of-things* yang berfokus pada penerapannya di sektor kesehatan masyarakat, dimana akan mengalami transformasi radikal yang tidak hanya menawarkan perbaikan untuk proses dan sistem tradisional. Sistem kesehatan yang berbasis *big data* dan *IoT* juga menawarkan mengenai pemantauan lanjutan sinyal fisiologis dan patologis, asupan obat, dan aktivitas. Tetapi sistem menginspirasi dan memungkinkan pendekatan, proses, dan aplikasi baru yang tak terduga seperti peningkatan lingkungan hidup, rehabilitasi di rumah, dan perawatan kesehatan pribadi.

Internet-of-Things dapat diintegrasikan dengan *big data* untuk bidang kesehatan masyarakat. Salah satunya dengan diusulkannya sebuah sistem tanggap darurat medis secara *real-time* berbasis *IoT* dengan memanfaatkan analitik *big data*. Sistem yang diusulkan memberikan solusi yang menjanjikan untuk masalah tidak setujuan supositoria dengan secara otomatis sehingga dapat mengingatkan individu tentang resep mereka, serta membantu dan mendukung mereka dalam berbagai kesempatan (misalnya, meminta pertolongan pertama, dokter jarak jauh, kantor polisi, dll.).

Selain itu untuk mengembangkan tindak lanjut berkelanjutan dan memantau tanda-tanda vital individu (kapan saja-di mana saja), sistem yang fleksibel dirancang berdasarkan *Intelligent Building* yang menganalisis data yang diterima dari berbagai sensor medis yang melekat pada berbagai orang. Oleh karena itu, sistem ini dapat digunakan untuk menumbuhkan masyarakat yang sehat dan dapat memberikan kontribusi yang lebih besar bagi pembangunan ekonomi negara.



Gambar 3. 3 Integrasi Big Data dengan Internet-of-Things (IoT)

3.4.2 Pemodelan prediktif

Untuk memeriksa data dan memperkirakan hasil di masa mendatang, pemodelan prediktif menggabungkan model statistik dan teknik pembelajaran mesin. Pemodelan prediktif telah digunakan dalam kesehatan masyarakat untuk meramalkan penyebaran penyakit menular seperti COVID-19 dan influenza. Model prediktif dapat menemukan pola dan tren yang dapat memandu langkah-langkah kesehatan masyarakat dengan memeriksa data tentang epidemi sebelumnya dan elemen terkait lainnya, seperti demografi populasi dan pola cuaca. Karena pemodelan prediktif berpotensi meningkatkan kapasitas kita untuk memperkirakan penyebaran penyakit menular dan memandu perawatan kesehatan masyarakat, pemodelan prediktif merupakan aplikasi utama AI untuk kesehatan masyarakat.

Masalah inti yang harus dipecahkan dengan penggunaan AI untuk pemodelan prediktif, yang mencakup peramalan penyakit, prediksi risiko, dan pemodelan spasial, adalah peningkatan akurasi, efisiensi, dan wawasan yang dapat ditindaklanjuti dalam pengambilan keputusan kesehatan masyarakat. Metode tradisional dalam domain ini sering kali menghadapi keterbatasan dalam menangani kompleksitas data, mengidentifikasi pola, dan membuat prediksi yang akurat. Di sinilah AI muncul sebagai solusi transformatif untuk mengatasi tantangan ini dan mencapai hasil yang lebih efektif.

Tidak adanya kategorisasi dan ringkasan yang jelas dari metode tradisional dan AI untuk pemodelan prediktif, seperti peramalan penyakit, prediksi risiko, dan pemodelan spasial, menghambat pengambilan keputusan yang terinformasi, efisiensi, aksesibilitas, dan kolaborasi

penelitian di bidang kesehatan masyarakat. Kurangnya klasifikasi terstruktur membuat pemilihan metode menjadi menantang, menunda implementasi, dan menghalangi adopsi yang lebih luas. Mengembangkan taksonomi standar dan ringkasan ringkas untuk setiap pendekatan sangat penting untuk meningkatkan kemajuan bidang ini, memungkinkan praktisi untuk menavigasi metode secara efisien, mempercepat pengambilan keputusan, dan memfasilitasi kolaborasi penelitian.

3.4.3 Perkiraan penyakit

Peramalan penyakit merupakan aplikasi penting (AI dalam kesehatan masyarakat), karena memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan kita dalam mengantisipasi penyebaran penyakit menular dan selanjutnya menginformasikan dan mengarahkan tindakan kesehatan masyarakat. Ini merupakan komponen penting dari kesehatan masyarakat karena memungkinkan petugas untuk mencegah wabah dan bertindak cepat jika terjadi. Secara historis, analisis deret waktu dan teknik statistik konvensional lainnya digunakan dalam peramalan penyakit.

Namun, dengan perkembangan AI, kini dimungkinkan untuk memanfaatkan algoritme yang lebih kompleks dan mengevaluasi berbagai macam data untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Penerapan algoritme pembelajaran mesin merupakan salah satu tren utama dalam AI untuk prediksi penyakit. Algoritme ini dapat memeriksa berbagai sumber data, termasuk media sosial dan catatan kesehatan elektronik, untuk menemukan pola dan meramalkan penyebaran penyakit. Perkembangan lain dalam AI untuk peramalan penyakit adalah semakin luasnya aksesibilitas data besar dan sumber daya komputer mutakhir. Hal ini memungkinkan untuk menganalisis kumpulan data yang sangat besar dan beragam, seperti catatan kesehatan elektronik, media sosial, dan data sensor, untuk mengantisipasi masa depan dengan lebih akurat dan menemukan pola yang sebelumnya sulit ditemukan.

Kemampuan untuk mengevaluasi data dalam jumlah besar, mengidentifikasi pola dan tren, dan memperkirakan hasil di masa mendatang adalah beberapa keuntungan potensial AI untuk peramalan penyakit dalam kesehatan masyarakat. Ini dapat berfungsi untuk memandu inisiatif kesehatan masyarakat dan menghentikan atau mengurangi penyebaran penyakit menular. Lebih jauh lagi, penerapan AI untuk peramalan penyakit dapat meningkatkan efektivitas dan ketepatan

prediksi, yang pada akhirnya dapat menghasilkan hasil kesehatan yang lebih baik bagi individu dan masyarakat. Namun, ada keterbatasan dalam memanfaatkan AI dalam kesehatan masyarakat untuk peramalan penyakit. Karena keakuratan prediksi bergantung pada kualitas dan kelengkapan data yang digunakan untuk melatih algoritma, menemukan data berkualitas tinggi merupakan tantangan utama. Lebih jauh lagi, ketika menerapkan AI dalam kesehatan masyarakat, ada juga pertimbangan etika dan hukum yang harus dibuat, terutama dalam hal keamanan dan privasi data.

Penggunaan AI dalam kesehatan masyarakat untuk peramalan penyakit diperkirakan akan terus berkembang. Integrasi AI dengan teknologi lain, seperti *Internet of Things* (IoT) dan perangkat yang dapat dikenakan, yang dapat memberikan data waktu nyata dan meningkatkan akurasi dan ketepatan waktu prediksi, merupakan salah satu area yang berpotensi untuk berkembang. Selain itu, teknik AI yang dapat dijelaskan (XAI) sedang dikembangkan, yang dapat meningkatkan akuntabilitas dan transparansi sistem peramalan penyakit berbasis AI dengan mengungkapkan bagaimana algoritme menghasilkan prediksi.

Penerapan AI untuk peramalan penyakit yang dipersonalisasi, di mana algoritme dapat memeriksa informasi dari catatan kesehatan elektronik dan sumber lain untuk memprediksi risiko penyakit untuk pasien tertentu dan memandu keputusan pengobatan, merupakan bidang lain dengan potensi pertumbuhan. Selain itu, menggabungkan data spasial dengan teknologi GIS (Sistem Informasi Geografis) dapat meningkatkan prediksi tingkat lokal dan memandu intervensi yang terfokus dalam peramalan penyakit. Masalah inti dalam peramalan penyakit adalah memprediksi penyebaran dan dampak penyakit di masa mendatang secara akurat. Metode tradisional yang didasarkan pada data historis dan teknik statistik mungkin kesulitan untuk menangkap dinamika yang kompleks dan pola yang berkembang.

AI, khususnya algoritma pembelajaran mesin dan pembelajaran mendalam, mengatasi masalah ini dengan menganalisis kumpulan data besar secara efisien, mengidentifikasi hubungan tersembunyi, dan mendeteksi tren yang rumit. Tujuannya adalah untuk memberikan peringatan dini, wawasan yang dapat ditindaklanjuti, dan strategi untuk mengurangi wabah penyakit. AI digunakan untuk memperkirakan penyebaran penyakit seperti COVID-19. Misalnya, Google AI telah

mengembangkan model yang dapat memprediksi jumlah kasus COVID-19 di wilayah tertentu hingga dua minggu sebelumnya.

3.4.4 Prediksi risiko

Komponen penting dari kesehatan masyarakat adalah prediksi risiko karena memungkinkan tindakan pencegahan atau manajemen penyakit yang terfokus. Teknik prediksi risiko tradisional, seperti perhitungan manual berdasarkan data klinis dan demografi, dapat memakan waktu dan mungkin tidak selalu menghasilkan temuan yang dapat diandalkan. AI berpotensi meningkatkan efektivitas dan ketepatan prediksi risiko, sehingga menghasilkan hasil yang lebih baik untuk kesehatan masyarakat. Sejumlah besar data, seperti catatan kesehatan elektronik, dapat dianalisis oleh algoritma pembelajaran mesin untuk menemukan pola dan memprediksi kemungkinan penyakit. Lebih jauh, algoritma ini dapat memeriksa data yang rumit, termasuk genomik dan gambar medis, untuk menemukan pola yang dapat menilai kemungkinan suatu penyakit.

Prediksi risiko AI dalam kesehatan masyarakat kemungkinan akan berkembang lebih jauh. Integrasi AI dengan teknologi lain, termasuk gadget yang dapat dikenakan dan genomik, berpotensi memberikan prediksi yang lebih akurat dengan menyediakan data yang lebih tepat dan waktu nyata. Selain itu, alat AI yang dapat dijelaskan (XAI) dapat membantu meningkatkan akuntabilitas dan keterbukaan sistem berbasis AI dengan mengungkap bagaimana algoritma membuat prediksi, dan dengan demikian meningkatkan kepercayaan dalam penggunaan AI dalam perawatan kesehatan.

Untuk prediksi risiko, masalah inti adalah mengidentifikasi individu yang berisiko tinggi terkena penyakit tertentu. Pendekatan tradisional bergantung pada analisis data demografi dan klinis, yang mungkin tidak sepenuhnya menangkap faktor risiko yang tidak kentara atau kondisi yang berkembang. Metode AI, termasuk pembelajaran mesin dan pemrosesan bahasa alami, meningkatkan prediksi risiko dengan mengintegrasikan berbagai sumber data, mendeteksi hubungan non-linier, dan mengidentifikasi pola laten. Tujuannya adalah untuk menyesuaikan intervensi, mengalokasikan sumber daya, dan meningkatkan strategi perawatan kesehatan yang dipersonalisasi. AI digunakan untuk memprediksi risiko kejadian seperti serangan jantung, stroke, dan kecelakaan mobil. Misalnya, IBM Watson Health telah mengembangkan

model yang dapat memprediksi risiko serangan jantung dengan akurasi 90%.

3.4.5 Pemodelan spasial

Pemodelan spasial—menganalisis informasi geografis untuk mengenali pola dan tren dalam hasil kesehatan—merupakan komponen penting kesehatan masyarakat karena memungkinkan lokalisasi intervensi ke area dengan beban penyakit tertinggi. Teknik pemodelan spasial konvensional, seperti pengumpulan dan analisis data manual, mungkin tidak selalu menghasilkan temuan yang akurat dan dapat memakan waktu lama untuk diselesaikan. AI dapat meningkatkan efektivitas dan ketepatan pemodelan geografis, sehingga meningkatkan hasil kesehatan masyarakat. Data geografis skala besar, seperti citra satelit, dapat dianalisis oleh algoritma pembelajaran mesin untuk menemukan tren dan memperkirakan di mana penyakit akan menyebar. Misalnya, teknik tersebut telah digunakan untuk memperkirakan risiko demam berdarah, termasuk kasus demam berdarah, tingkat, waktu puncak, dan intensitas puncak, serta prediktor risiko demam berdarah, termasuk tingkat gigitan nyamuk.

Integrasi sistem informasi geografis (SIG) dengan AI merupakan pengembangan lebih lanjut dalam pemodelan spasial dalam kesehatan masyarakat. Hal ini memungkinkan pemeriksaan kumpulan data yang besar dan beragam, seperti data media sosial dan catatan kesehatan elektronik, dalam konteks geografis untuk menghasilkan perkiraan yang lebih akurat dan mengidentifikasi tren yang sebelumnya sulit dikenali. Penggunaan algoritme pembelajaran mendalam untuk pemodelan spasial dalam kesehatan masyarakat merupakan tren lain yang muncul dalam AI.

Algoritme ini dapat memeriksa data yang rumit, termasuk genetika dan gambar medis, untuk menemukan pola yang dapat menandakan bahaya penyakit di wilayah tertentu. Misalnya, satu studi menggunakan ini untuk mempertimbangkan bagaimana wilayah otak tertentu terhubung dengan gangguan neurologis tertentu. Studi kerja lainnya menggunakannya untuk meningkatkan diagnosis gangguan pernapasan dengan mengambil rekaman audio batuk pasien sebagai tambahan laporan gejala. Gunasekaran dkk. melakukan tinjauan cakupan sistematis yang berfokus pada aplikasi kesehatan digital untuk respons kesehatan masyarakat terhadap COVID-19. Tinjauan mereka menekankan peran AI dalam pemodelan prediktif. Dengan memanfaatkan algoritme AI, model

prediktif dapat menganalisis sejumlah besar data, termasuk demografi, catatan kesehatan, dan faktor lingkungan. Model-model ini memungkinkan perkiraan penyebaran penyakit, identifikasi populasi berisiko tinggi, dan pengembangan intervensi yang ditargetkan.

Dalam pemodelan spasial, masalah inti berkisar pada pengungkapan pola dan tren geografis dalam hasil kesehatan. Metode tradisional sering kali tidak mampu menangani kompleksitas data spasial, mengidentifikasi interaksi, dan membuat prediksi akurat di tingkat lokal. AI, yang dipadukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), menawarkan solusi dengan memanfaatkan pembelajaran mesin dan teknik pembelajaran mendalam. Hal ini memungkinkan identifikasi pola spasial yang rumit, seperti kelompok penyakit, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data untuk intervensi yang ditargetkan. AI digunakan untuk memodelkan penyebaran penyakit dan fenomena lain di seluruh ruang. Misalnya, Universitas California, Berkeley telah mengembangkan model yang dapat memprediksi penyebaran kebakaran hutan.

3.4.6 Catatan kesehatan elektronik

Riset dan praktik di bidang kesehatan masyarakat sangat diuntungkan dari informasi yang terkandung dalam catatan kesehatan elektronik (EHR). Catatan digital informasi kesehatan pasien, seperti riwayat medis, penggunaan resep, hasil lab, dan informasi terkait lainnya, disimpan dalam EHR. EHR lebih umum di lingkungan perawatan kesehatan tetapi menawarkan banyak informasi untuk riset dan praktik di bidang kesehatan masyarakat. Akan tetapi, banyaknya data dalam EHR dapat menyulitkan analisis manual, sehingga memerlukan pengembangan teknologi baru untuk menarik kesimpulan dari data tersebut. AI memiliki kemampuan untuk meningkatkan efektivitas dan ketepatan pemrosesan data EHR, sehingga meningkatkan hasil untuk kesehatan masyarakat. Misalnya, untuk mengekstraksi data klinis pasien, seperti tanda-tanda vital, hasil laboratorium, dan resep obat.

Penerapan algoritma pembelajaran mesin merupakan salah satu tema utama dalam AI untuk EHR di bidang kesehatan masyarakat. Algoritma ini dapat menganalisis data dalam jumlah besar, seperti catatan kesehatan elektronik, dan menemukan tren serta mengantisipasi bagaimana penyakit akan menyebar. Metode pemrosesan bahasa alami (NLP) merupakan pengembangan AI lainnya untuk EHR di bidang kesehatan masyarakat.

Metode-metode ini dapat mengekstrak data dari sumber teks yang tidak terstruktur, seperti catatan dokter, untuk lebih memahami status kesehatan pasien. Analisis EHR kini semakin banyak menggunakan algoritma pembelajaran mendalam, yang dapat mengevaluasi data yang kompleks dan menghasilkan prediksi yang sangat akurat.

Rumus-rumus ini telah diterapkan untuk memperkirakan hasil pasien, termasuk penerimaan kembali ke rumah sakit, dan dapat digunakan untuk membantu mengembangkan kebijakan kesehatan masyarakat, seperti dengan memastikan apakah kelompok populasi tertentu akan mendapat manfaat dari intervensi yang ditargetkan (seperti vaksinasi untuk kelompok yang lebih rentan terhadap penyakit tertentu yang dapat dicegah dengan vaksin). Penggunaan AI pada EHR dapat meningkatkan efektivitas dan ketepatan prediksi, yang pada akhirnya dapat menghasilkan hasil kesehatan yang lebih baik bagi individu dan masyarakat.

Algoritma AI mampu memproses data EHR dalam jumlah besar untuk mengekstrak wawasan yang berharga. Wawasan ini membantu dalam identifikasi pola penyakit, pendekatan pengobatan yang dipersonalisasi, dan deteksi dini wabah. Dengan memanfaatkan AI dalam analisis EHR, profesional perawatan kesehatan dapat membuat keputusan yang lebih tepat dan memberikan perawatan yang optimal. Namun, penerapan AI untuk EHR dalam kesehatan masyarakat bukannya tanpa tantangan. Karena keakuratan prediksi bergantung pada kualitas dan kelengkapan data yang digunakan untuk melatih algoritme, menemukan data berkualitas tinggi merupakan salah satu masalah utama. Sangat penting untuk melindungi keamanan dan privasi data pasien, dan penggunaan AI pada EHR harus mematuhi undang-undang seperti Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) di AS. Kurangnya keseragaman dalam sistem EHR juga dapat membuat interpretasi data dari berbagai sumber menjadi sulit. Selain itu, mungkin sulit untuk membangun algoritme AI yang andal untuk analisis karena kedalaman dan keragaman data dalam EHR, yang mencakup teks tak terstruktur, foto, dan data deret waktu.

Prediksi masa depan menyerukan agar AI untuk EHR di sektor kesehatan publik dikembangkan lebih lanjut dan mencapai batas baru. Penggunaan AI untuk pengobatan yang dipersonalisasi, di mana algoritme dapat memeriksa informasi dari catatan kesehatan elektronik dan sumber lain untuk memperkirakan risiko penyakit dan memandu keputusan

perawatan untuk pasien tertentu, merupakan salah satu bidang yang menjanjikan pertumbuhan. AI untuk EHR di kesehatan publik berpotensi meningkatkan efektivitas dan akurasi analisis data, sehingga menghasilkan hasil kesehatan publik yang lebih baik.

Meskipun masih ada kesulitan dalam penggunaan AI di kesehatan publik, seperti persyaratan untuk data berkualitas tinggi dan masalah etika, teknologi ini juga memiliki banyak potensi keuntungan. Penelitian masa depan di bidang ini harus difokuskan pada peningkatan presisi dan efisiensi algoritme, menangani masalah moral dan hukum, serta menstandardisasi platform EHR. Penelitian yang melibatkan Catatan Kesehatan Elektronik (EHR) yang dikombinasikan dengan teknik Pemrosesan Bahasa Alami (NLP) dan Kecerdasan Buatan (AI) telah mendapatkan daya tarik dalam beberapa tahun terakhir, yang bertujuan untuk mengekstrak wawasan berharga dari data tekstual yang tidak terstruktur dalam EHR.

Metode NLP mencakup teknik seperti Pengenalan Entitas Bernama (NER) untuk mengidentifikasi istilah medis, analisis sentimen untuk umpan balik pasien, dan klasifikasi teks untuk diagnosis. Metode AI, seperti pembelajaran mesin dan pembelajaran mendalam, digunakan untuk memprediksi hasil penyakit, merekomendasikan perawatan, dan memungkinkan pengobatan yang dipersonalisasi dengan mengintegrasikan data EHR terstruktur dengan informasi tekstual yang diproses NLP. Secara khusus, model pembelajaran mendalam seperti jaringan saraf berulang (RNN) dan arsitektur berbasis transformator (misalnya, BERT) unggul dalam menangani data sekuensial dan menangkap hubungan kontekstual yang rumit dalam narasi EHR. Model-model ini memfasilitasi ekstraksi informasi yang akurat dan pemahaman semantik teks medis, yang penting untuk analisis yang bermakna. Basis data publik ini menyediakan dasar bagi para peneliti untuk menerapkan teknik NLP dan AI ke EHR, yang memungkinkan kemajuan dalam prediksi penyakit, rekomendasi perawatan, analisis hasil pasien, dan banyak lagi. Namun, pertimbangan etika dan privasi data harus dijunjung tinggi saat bekerja dengan EHR, memastikan penanganan informasi pasien yang sensitif dengan aman.

3.4.7 Diagnostik

Diagnosis merupakan komponen penting dari kesehatan masyarakat karena diagnosis penyakit yang cepat dan tepat diperlukan untuk penanganan dan manajemen penyakit yang efisien. Teknik diagnostik tradisional, seperti pengujian laboratorium, dapat mahal dan memakan waktu, dan hasilnya mungkin tidak selalu dapat diandalkan. AI memiliki kemampuan untuk meningkatkan kecepatan dan ketepatan prosedur diagnostik, sehingga meningkatkan hasil kesehatan masyarakat. Algoritma pembelajaran mesin dapat memeriksa dan mengintegrasikan data dalam jumlah besar, termasuk hasil uji laboratorium dan pencitraan medis, untuk menemukan pola dan memperkirakan penyakit.

Algoritma pembelajaran mendalam, yang dapat mengevaluasi data kompleks dan menghasilkan prediksi dengan akurasi tinggi, sangat membantu untuk menguraikan pola dalam gambar medis seperti sinar-X dan pemindaian CT yang dapat menunjukkan adanya penyakit. Penggunaan metode NLP juga dapat digunakan untuk mengekstrak data dari teks medis yang tidak terstruktur, seperti catatan dokter dan laporan medis, untuk mengungkap pola data yang dapat memprediksi penyakit. AI dapat meningkatkan kecepatan dan ketepatan prosedur diagnostik, sehingga meningkatkan kesehatan individu dan masyarakat secara keseluruhan.

Biaya uji laboratorium dan prosedur diagnostik lainnya juga dapat dikurangi dengan menggunakan AI dalam diagnostik, dengan pengawasan ahli manusia. Penerapan AI untuk diagnostik dalam kesehatan masyarakat bukannya tanpa kekurangan. Karena akurasi prediksi bergantung pada kualitas dan kelengkapan data yang digunakan untuk melatih algoritme, menemukan data berkualitas tinggi bisa jadi sulit. Lebih jauh, pengujian kinerja, validasi, dan perbandingan dengan teknik diagnostik konvensional harus dibandingkan dengan yang diambil dari sistem diagnostik berbasis AI. Kesulitan lain adalah persyaratan untuk volume data berlabel yang cukup besar, yang mungkin tidak selalu tersedia. Dokter mungkin juga memerlukan pelatihan untuk memahami bagaimana algoritme diagnostik berbasis AI memperoleh hasil untuk menjelaskan prakiraan mereka kepada pasien atau pembuat kebijakan.

Diagnosis medis telah menyaksikan pergeseran transformatif dengan integrasi metode AI, seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN), model berbasis Transformer, pendekatan berbasis NLP, dan banyak lagi, dalam menganalisis beragam modalitas data seperti USG, X-ray, CT, MRI, dan gambar fisiologis. Konvergensi teknik AI canggih dan data medis multi-moda ini telah secara signifikan meningkatkan akurasi diagnostik, kecepatan, dan rekomendasi perawatan yang dipersonalisasi.

Metode berbasis CNN unggul dalam analisis gambar dan telah merevolusi diagnostik pencitraan medis. Dengan mempelajari fitur hierarkis dari gambar secara otomatis, CNN memungkinkan identifikasi pola, anomali, dan kelainan pada sinar-X, pemindaian CT, dan MRI. Kemampuan untuk menangkap hubungan spasial dalam gambar telah memungkinkan deteksi, pelokalan, dan klasifikasi penyakit yang lebih baik. Awalnya dirancang untuk pemrosesan bahasa alami, model berbasis transformator seperti BERT dan variannya telah diadaptasi untuk diagnosis medis. Model-model ini unggul dalam menangkap hubungan kontekstual, memungkinkan pemahaman yang komprehensif tentang laporan teks medis, catatan klinis, dan laporan radiologi.

Aplikasinya meningkatkan pengambilan keputusan dan membantu dalam mendiagnosis kondisi yang kompleks. Metode berbasis NLP memainkan peran penting dalam mengekstraksi wawasan berharga dari data tekstual dalam catatan medis, riwayat pasien, dan artikel penelitian. Pengenalan Entitas Bernama (NER) dan analisis sentimen membantu dalam memahami pengalaman pasien dan mengidentifikasi istilah medis yang kritis, memfasilitasi diagnosis dan rekomendasi perawatan yang akurat.

Penggunaan AI dalam diagnostik kesehatan masyarakat berpotensi meningkatkan kecepatan dan ketepatan prosedur diagnostik, sehingga meningkatkan hasil kesehatan masyarakat. Meskipun ada beberapa keterbatasan dalam penggunaan AI dalam kesehatan masyarakat, seperti persyaratan data berkualitas tinggi dan masalah etika, teknologi ini juga memiliki banyak potensi keuntungan. Penelitian di masa mendatang dalam bidang ini harus difokuskan pada pembuatan algoritma yang lebih tepat dan efektif, penyelesaian masalah moral dan hukum, serta perluasan aksesibilitas data berlabel untuk pelatihan model AI. Pengembangan metodologi AI yang dapat dijelaskan untuk sistem diagnostik dapat berkontribusi untuk meningkatkan kepercayaan publik terhadap

penggunaan AI dalam perawatan kesehatan dan pengembangan kebijakan kesehatan masyarakat, serta dalam meningkatkan akurasi sistem.

3.4.8 Pengawasan kesehatan masyarakat

Pengawasan kesehatan masyarakat selama ini selalu bergantung pada pengumpulan dan interpretasi data manual yang padat karya dan rawan kesalahan. AI telah menjadi alat yang ampuh untuk pengawasan kesehatan masyarakat karena meningkatnya jumlah data terkait kesehatan yang dihasilkan, termasuk data dari catatan kesehatan elektronik (EHR), media sosial, dan data sensor. Dibandingkan dengan pendekatan konvensional, sistem AI dapat mengevaluasi sejumlah besar data dengan lebih cepat dan mengidentifikasi tren serta memberikan peringatan dini tentang potensi wabah penyakit dan epidemi.

Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit (CDC) menggunakan AI untuk melacak penyebaran COVID-19. CDC telah mengembangkan sistem yang menggunakan AI untuk menganalisis data dari berbagai sumber, termasuk catatan kesehatan elektronik, media sosial, dan data perjalanan. Sistem ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi wabah dan melacak penyebaran virus secara real time. Infodemiologi dan infopengawasan, yang diinformasikan oleh AI dan teknik penambangan data, memungkinkan analisis perilaku pencarian, pola komunikasi di media sosial, dan tren publikasi. Metode yang digerakkan oleh AI ini memberikan wawasan waktu nyata tentang tren penyakit, sentimen publik, dan misinformasi. Otoritas kesehatan masyarakat dapat memanfaatkan informasi ini untuk deteksi dini, perencanaan respons, dan strategi komunikasi yang efektif.

Kemampuan untuk mengevaluasi sejumlah besar data, mengenali pola dan tren, dan memperkirakan adalah beberapa keuntungan potensial AI untuk pengawasan kesehatan masyarakat. Ini dapat berfungsi untuk memandu inisiatif kesehatan masyarakat dan menghentikan atau mengurangi penyebaran penyakit menular. Lebih jauh, menerapkan AI pada pengawasan kesehatan masyarakat dapat meningkatkan efektivitas dan ketepatan prediksi, yang pada akhirnya dapat menghasilkan hasil kesehatan yang lebih baik bagi individu dan masyarakat. Karena data untuk pengawasan kesehatan masyarakat sering kali berasal dari berbagai sumber dan mungkin memiliki format yang berbeda, integrasi dan pengelolaan data dapat menjadi rumit. Akurasi prediksi dapat menurun

sebagai akibatnya karena mungkin sulit untuk menggabungkan data dan memverifikasi konsistensinya. Selain itu, masalah bias dan diskriminasi dapat muncul dari penerapan AI dalam pengawasan kesehatan masyarakat. Misalnya, jika data yang digunakan untuk melatih algoritme tidak akurat, prediksi algoritme juga cenderung tidak akurat. Hal ini khususnya bermasalah untuk pengawasan kesehatan masyarakat, karena proyeksi yang tidak akurat dapat mengakibatkan distribusi sumber daya yang tidak merata dan berdampak buruk pada masyarakat yang terpinggirkan.

BAB 4

PENUTUP

AI dapat menjadi alat yang berharga untuk pengembangan kebijakan kesehatan masyarakat. Kemampuan untuk menyatukan berbagai kumpulan data memungkinkan wawasan yang sulit dikembangkan dengan metode tradisional. Algoritme dapat digunakan secara berulang, dengan hasil kebijakan dipantau, dan selanjutnya menginformasikan dan meningkatkan kebijakan di masa mendatang. Memanfaatkan wawasan ini akan memungkinkan kebijakan dikembangkan yang lebih tepat sasaran, berdampak, dan tepat waktu. AI memiliki banyak hal untuk ditawarkan kepada para pembuat kebijakan, tetapi, seperti semua teknologi baru, kepercayaan dan pendidikan tentang cara menggunakannya secara efektif dan bertanggung jawab sangat penting bagi penerapan dan kegunaannya di masa mendatang.

Ada berbagai implikasi etis seputar penggunaan AI dalam kesehatan masyarakat. Keputusan kesehatan masyarakat hampir secara eksklusif dibuat oleh manusia di masa lalu, dan penggunaan mesin pintar untuk membuat atau membantu keputusan tersebut menimbulkan masalah akuntabilitas, transparansi, izin, dan privasi. Mungkin masalah yang paling sulit untuk diatasi mengingat teknologi saat ini adalah transparansi. Banyak algoritme AI – khususnya algoritme pembelajaran mendalam yang digunakan untuk analisis gambar – hampir tidak mungkin ditafsirkan atau dijelaskan. Jika seorang pasien diberi tahu bahwa suatu gambar telah mengarah pada diagnosis kanker, ia mungkin ingin tahu alasannya. Algoritme pembelajaran mendalam, dan bahkan dokter yang umumnya terbiasa dengan pengoperasiannya, mungkin tidak dapat memberikan penjelasan.

Sistem AI pasti akan membuat kesalahan dalam diagnosis dan perawatan pasien dan mungkin sulit untuk menetapkan akuntabilitas atas kesalahan tersebut. Kemungkinan juga akan ada insiden di mana pasien menerima informasi medis dari sistem AI yang lebih mereka sukai dari dokter yang berempati. Sistem pembelajaran mesin dalam perawatan kesehatan juga dapat mengalami bias algoritmik, mungkin memprediksi kemungkinan penyakit yang lebih besar berdasarkan jenis kelamin atau ras padahal hal tersebut sebenarnya bukan faktor kausal.

Kita mungkin akan menghadapi banyak perubahan etika, medis, pekerjaan, dan teknologi dengan AI dalam perawatan kesehatan. Penting bagi lembaga perawatan kesehatan, serta badan pemerintah dan regulator, untuk membangun struktur guna memantau isu-isu utama, bereaksi secara bertanggung jawab, dan membangun mekanisme tata kelola guna membatasi implikasi negatif. Ini adalah salah satu teknologi yang paling kuat dan berdampak pada masyarakat manusia, sehingga memerlukan perhatian berkelanjutan dan kebijakan yang cermat selama bertahun-tahun.

Kami yakin bahwa AI memiliki peran penting dalam layanan kesehatan di masa depan. Dalam bentuk pembelajaran mesin, AI merupakan kemampuan utama di balik pengembangan pengobatan presisi, yang secara luas disetujui sebagai kemajuan yang sangat dibutuhkan dalam perawatan. Meskipun upaya awal dalam memberikan rekomendasi diagnosis dan perawatan terbukti menantang, kami berharap bahwa AI pada akhirnya akan menguasai domain tersebut juga.

Mengingat kemajuan pesat dalam AI untuk analisis pencitraan, tampaknya sebagian besar gambar radiologi dan patologi akan diperiksa pada suatu saat oleh mesin. Pengenalan ucapan dan teks sudah digunakan untuk tugas-tugas seperti komunikasi pasien dan perekaman catatan klinis, dan penggunaannya akan meningkat. Tantangan terbesar bagi AI dalam domain kesehatan masyarakat ini bukanlah apakah teknologi tersebut akan cukup mampu untuk berguna, tetapi lebih kepada memastikan penerapannya dalam praktik klinis sehari-hari. Agar penerapannya dapat dilakukan secara luas, sistem AI harus disetujui oleh regulator, diintegrasikan dengan sistem EHR, distandarisasi hingga tingkat yang memadai sehingga produk serupa bekerja dengan cara yang sama, diajarkan kepada dokter, dibayar oleh organisasi pembayar publik atau swasta, dan diperbarui dari waktu ke waktu di lapangan. Tantangan-tantangan ini pada akhirnya akan dapat diatasi, tetapi akan memakan waktu lebih lama daripada waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan teknologi itu sendiri. Akibatnya, kami memperkirakan akan melihat penggunaan AI yang terbatas dalam praktik klinis dalam waktu 5 tahun dan penggunaan yang lebih luas dalam waktu 10 tahun.

Tampaknya semakin jelas bahwa sistem AI tidak akan menggantikan manusia dalam skala besar, tetapi justru akan menambah upaya mereka untuk merawat pasien. Seiring berjalannya waktu, manusia dapat beralih ke tugas dan desain pekerjaan yang memanfaatkan keterampilan unik manusia seperti empati, persuasi, dan integrasi gambaran besar. Mungkin satu-satunya penyedia layanan kesehatan yang akan kehilangan pekerjaan seiring berjalannya waktu adalah mereka yang menolak bekerja sama dengan kecerdasan buatan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amisha, Malik, P., Pathania, M., & Rathaur, V. K. (2019). Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of family medicine and primary care*, 8(7), 2328–2331. https://doi.org/10.4103/jfmmpc.jfmmpc_440_19
2. Olawade DB, Wada OJ, David-Olawade AC, Kunonga E, Abaire O, Ling J. 2023. Using artificial intelligence to improve public health: a narrative review. *Front Public Health*.;11:1196397. doi: 10.3389/fpubh.2023.1196397.
3. Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0. In *Journal of Industrial Information Integration* (Vol. 18). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100129>
4. Arima, H. (2016). Utilizing big data for public health. In *Journal of Epidemiology* (Vol. 26, Issue 3, pp. 105–105). Japan Epidemiology Association. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20160036>
5. Benke, K., & Benke, G. (2018). Artificial intelligence and big data in public health. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 15, Issue 12). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122796>
6. Barbedo, J.G.A: (2020). Detecting and Classifying Pests in Crops Using Proximal Images and Machine Learning: A Review. *Artif.Intell.* 1(2), 312 - 328
7. Colace, F., De Santo, M., Lombardi, M., Pascale, F., Pietrosanto, A., Lemma, S.: (2018). Chatbot for e-learning: a case of study. *Int. J. Mech. Eng. Robot. Res.* 7(5), 528–533
8. Chan, C. L., & Chang, C. C. (2020). Big data, decision models, and public health. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 18, pp. 1–7). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186723>
9. Dolley, S. (2018). Big data's role in precision public health. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 6). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00068>
10. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. 2017. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*.;542:115–8. doi: 10.1038/nature21056.

11. Fisher S, Rosella LC. (2022).Priorities for successful use of artificial intelligence by public health organizations: a literature review. *BMC Public Health*. 22:2146. doi: 10.1186/s12889-022-14422-z
12. Galetsi, P., Katsaliaki, K., & Kumar, S. (2019). Values, challenges and future directions of big data analytics in healthcare: A systematic review. In *Social Science and Medicine* (Vol. 241). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.112533>
13. Gutierrez, A. C. Q., Lindegger, D. J., Heravi, A. T., Stojanov, T., Sykora, M., Elayan, S., Mooney, S. J., Naslund, J. A., Fadda, M., & Gruebner, O. (2023). Reproducibility and Scientific Integrity of Big Data Research in Urban Public Health and Digital Epidemiology: A Call to Action. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1473. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021473>
14. Herzog, S., Tetzlaff, C., Wörgötter, F.: (2020) Evolving artificial neural networks with feedback. *Neural Netw.* **123**, 153–162
15. Hernández-Blanco, A., Herrera-Flores, B., Tomás, D., Navarro-Colorado, B.: (2019). A Systematic Review of Deep Learning Approaches to Educational Data Mining. *Complexity*,
16. Hamet, P., Tremblay, J.: (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism* **69**, S36–S40
17. Hamlet P, Tremblay J. 2017 Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*.;69S:S36–40. doi: 10.1016/j.metabol.2017.01.011.
18. Isti Cahyani, D., Irene Kartasurya, M., & Zen Rahfiludin, M. (2020). Nomor 1, Halaman 10-18. In *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia* (Vol. 15, Issue 10). <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jkmi>,
19. Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, Hao:, Ma, Sufeng:, Wang, Yongjun:, Dong, Q., Shen, H., Wang, Y.: (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Stroke Vasc. Neurol.* 2(4), 230 - 243
20. Kiryu, S., Akai, H., Yasaka, K.: (2019) Deep learning application in the oesophageal endoscopy. *J. Med. Artif. Intell.* **2**, 22–22
21. Kamble, R., Shah, D.: (2018) Applications of artificial intelligence in human life. *Int. J. Res.* **6**(6), 178–188
22. Lobo, J.L., Del Ser, J., Bifet, A., Kasabov, N.: (2020). Spiking Neural Networks and online learning: an overview and perspectives. *Neural Netw.* **121**, 88–100

23. Labovitz DL, Shafner L, Reyes Gil M, Virmani D, Hanina A. 2017.Using artificial intelligence to reduce the risk of nonadherence in patients on anticoagulation therapy. *Stroke*.;48:1416–9. doi: 10.1161/STROKEAHA.116.016281.
24. Lakhani P, Sundaram B. 2017. Deep learning at chest radiography: Automated classification of pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks. *Radiology*.;284:574–82. doi: 10.1148/radiol.2017162326
25. Manghwar,H., Lindsey,K., Zhang, X., Jin, S.: (2019) CRISPR/Cas system: recent advances and future prospects for genome editing. *Trends Plant Sci.* **24**(12), 1102–1125
26. Mooney, S. J., & Pejaver, V. (2018). *Big Data in Public Health: Terminology, Machine Learning, and Privacy*. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth>
27. Mayo RC, Leung J. 2018. Artificial intelligence and deep learning- Radology's next frontier? *Clin Imaging*.;49:87–8. doi: 10.1016/j.clinimag.2017.11.007.
28. McCall HC, Richardson CG, Helgadottir FD, Chen FS. 2018. Evaluating a web-based social anxiety intervention: A randomized controlled trial among university students? *J Med Internet Res.*;20:e91. doi: 10.2196/jmir.8630. doi: 10.2196/jmir. 8630.
29. Mintz Y, Brodie R. 2019.Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minim Invasive Ther Allied Technol.*;28:73–81. doi: 10.1080/13645706. 1575882.
30. Mani Sekhar, S.R., Siddesh, G.M., Tiwari, A., Anand, A.: (2020). Bioinspired Techniques for Data Security in IoT. In: Alam M., Shakil K., K. S. (eds) *Internet of Things (IoT):Concept andApplicationspp.* 167 - 187, Springer, Cham
31. Mak, K.K., Pichika,M.R.: (2019) Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. *Drug Discov. Today.* **24**(3), 773–780
32. Prosperi, M., Min, J. S., Bian, J., & Modave, F. (2018). Big data hurdles in precision medicine and precision public health. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, **18**(1). <https://doi.org/10.1186/s12911-018-0719-2>
33. Riihimaa, P.: (2020). Impact of machine learning and feature selection on type 2 diabetes risk prediction. *J. Med. Artif. Intell.* **3**, 1–6

34. Rathore, M. M., Ahmad, A., Paul, A., Wan, J., & Zhang, D. (2016). Real-time Medical Emergency Response System: Exploiting IoT and Big Data for Public Health. *Journal of Medical Systems*, 40(12). <https://doi.org/10.1007/s10916-016-0647-6>
35. Sahay, S. (2016). Big data and public health: Challenges and opportunities for low and middle income countries. *Communications of the Association for Information Systems*, 39(1), 419–438. <https://doi.org/10.17705/1cais.03920>
36. Saunders, G. H., Christensen, J. H., Gutenber, J., Pontoppidan, N. H., Smith, A., Spanoudakis, G., & Bamiou, D. E. (2020). Application of Big Data to Support Evidence-Based Public Health Policy Decision-Making for Hearing. *Ear and Hearing*, 41(5), 1057–1063. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000850>
37. Shah, F., Kendall, P., Khozin, N., Goosen, S., Hu, R., Laramie, J., Ringel, J., Schork, M. (2019): Artificial intelligence and machine learning in clinical development: a translational perspective. *npj Digit. Med.* 2, 69
38. Smith MJ, Axler R, Bean S, Rudzicz F, Shaw J. (2020). Four equity considerations for the use of artificial intelligence in public health. *Bull World Health Organ.* 98:290. doi: 10.2471/BLT.19.237503
39. Singh, H.: (2017) Artificial intelligence revolution and India's AI development: challenges and scope. *Int. J. Sci. Res.* 3(3), 417–421
40. Simeone, O.: (2018). A brief introduction to machine learning for engineers. *Found. Trends SignalProcess.* 12(3–4), 200–431
41. Simeone, O.: (2018). A very brief introduction to machine learning with applications to communications systems. *IEEE Trans. Cogn. Commun. Netw.* 4(4), 648–664
42. Schmidhuber, J.: (2015). Deep Learning in neural networks: an overview. *Neural Netw.* 61, 85–117
43. Sinsky C, Colligan L, Li L, Prgomet M, Reynolds S, Goeders L, et al. 2016. Allocation of physician time in ambulatory practice: A time and motion study in 4 specialties. *Ann Intern Med.* 165:753–60. doi: 10.7326/M16-0961.
44. Tian, C., Xu, Y., Zuo, W.: (2020) Image denoising using deep CNN with batch renormalization. *Neural Netw.* 121, 461–473
45. Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., Shah, M.: (2020). Artificial Intelligence in Agriculture Implementation of artificial

- intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Artif. Intell. Agric.* **4**, 58–73
46. Tang, C., Ji, J., Tang, Y., Gao, S., Tang, Z., Todo, Y.: (2020) A novel machine learning technique for computer-aided diagnosis. *Eng. Appl. Artif. Intell.* **92**(February), 103627
 47. Vayena, E., Salathé, M., Madoff, L. C., & Brownstein, J. S. (2015). Ethical challenges of big data in public health. *PLoS computational biology*, *11*(2), e1003904.
<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003904>
 48. Velmovitsky PE, Bevilacqua T, Alencar P, Cowan D, Morita PP. 2021 Convergence of Precision Medicine and Public Health Into Precision Public Health: Toward a Big Data Perspective. *Front Public Health*.;9:561873. doi: 10.3389/fpubh.2021.561873.
 49. Wang, X., Lin, X., Dang, X.: (2020) Supervised learning in spiking neural networks: a review of algorithms and evaluations. *Neural Netw.* **125**, 258–280
 50. Wong, Z. S. Y., Zhou, J., & Zhang, Q. (2019). Artificial Intelligence for infectious disease Big Data Analytics. In *Infection, Disease and Health* (Vol. 24, Issue 1, pp. 44–48). Australasian College for Infection Prevention and Control.
<https://doi.org/10.1016/j.idh.2018.10.002>
 51. Xu, Q., Wang, L., Sansgiry, S.S.: (2020) A systematic literature review of predicting diabetic retinopathy, nephropathy and neuropathy in patients with type 1 diabetes using machinelearning. *J. Med. Artif. Intell.* **3**, 1–13
 52. Yamashita, R., Nishio, M., Do, R.K.G., Togashi, K.: (2018).Convolutional neural networks: an overview and application in radiology. *Insights Imaging* **9**(4), 611–629
 53. Zhang, H. Y., & Pan, T. (2022). Public Health Risk Assessment and Prevention Based on Big Data. *Journal of Environmental and Public Health*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7965917>

BIOGRAFI PENULIS

	Dr Mohammad Yusuf Alamudi,S.Si.M.Kes merupakan salah satu lulusan doktor terbaik dan termuda dari fakultas kedokteran universitas airlangga, terlahir di Surabaya, menyelesaikan Pendidikan di program sarjana FMIPA/FST Universitas Airlangga, Program magister di Ilmu Kedokteran Tropis Universitas Airlangga dan Program Doktoral di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Pernah menjadi seorang ilmuwan di bidang virology dan immunology,sekarang menjadi staf pengajar di Stikes Majapahit Mojokerto
	Dr.H.Henry Sudiyanto,S.Kp. M.Kes terlahir pada tahun 1966 di Mojokerto dengan Riwayat Pendidikan : Lulus Akademi Perawatan RS. Islam Surabaya tahun 1989, Lulus Program Studi Ilmu Keperawatan Univ. Indonesia tahun 1995, Lulus Magister Kesehatan Masyarakat Univ. Airlangga tahun 2006, Lulus Doktor program studi ilmu kedokteran FK Unair tahun 2016. Aktif berorganisasi diantaranya Pengurus PPNI Propinsi tahun 2000-2005 1. Pengurus Komite Etik PPNI Pusat tahun 2005-2010 2. Pengurus Komite Etik PPNI Pusat tahun 2010-2015 3. Pengurus DPD PPNI Kab. Mojokerto tahun 2022-2027 4. Pengurus Cabang IAKMI Kab. Mojokerto tahun 2022-2027 Selain itu juga memiliki pekerjaan sebagai berikut : Riwayat Pekerjaan : 1. Wakil Direktur III Akademi Perawatan RS. Islam tahun 2000-2002

	2. Direktur Politeknik Kesehatan Majapahit Mojokerto tahun 2002-2003 3. Wakil Ketua Stikes Majapahit Mojokerto tahun 2004-2006 4. Ketua Stikes Majapahit Mojokerto tahun 2007-2008 5. Ketua Stikes Majapahit Mojokerto tahun 2017-2022 6. Ketua Program studi magister Kes Mas tahun 2023-2027
	Arief Fardiansyah, ST., M.Kes.terlahir di Mojokerto tahun 1975, memiliki riwayat pendidikan SDN Kemantren 2 Mojokerto (1981-1987), SMP Islam Brawijaya Mojokerto (1987-1990), SMA PGRI 1 Mojokerto (1990-1993), ITN Malang (1993-1998), Manajemen Kesehatan (2003-2007), masih menempuh S3 Kesmas di Universitas Strada Indonesia Kediri (2022-2025). Aktif dalam tri dharma perguruan tinggi (Penelitian, Pengajaran dan Pengabdian Masyarakat).

AI dapat menjadi alat yang berharga untuk pengembangan kebijakan kesehatan masyarakat. Kemampuan untuk menyatukan berbagai kumpulan data memungkinkan wawasan yang sulit dikembangkan dengan metode tradisional. Algoritme dapat digunakan secara berulang, dengan hasil kebijakan dipantau, dan selanjutnya menginformasikan dan meningkatkan kebijakan di masa mendatang.

Memanfaatkan wawasan ini akan memungkinkan kebijakan dikembangkan yang lebih tepat sasaran, berdampak, dan tepat waktu. AI memiliki banyak hal untuk ditawarkan kepada para pembuat kebijakan, tetapi, seperti semua teknologi baru, kepercayaan dan pendidikan tentang cara menggunakannya secara efektif dan bertanggung jawab sangat penting bagi penerapan dan kegunaannya di masa mendatang.