

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Rantai pasok distribusi obat merupakan sistem yang kompleks dan krusial dalam menjamin ketersediaan serta keamanan produk farmasi. Penelitian yang pernah dilakukan mempunyai peranan penting terutama yang mempunyai kaitan dengan penelitian pengembangan model rantai pasok distribusi obat. Permasalahan distribusi obat menunjukkan perlunya model yang mampu menjawab tantangan akses keberlanjutan dan efisien secara operasional. Pengembangan model rantai pasok distribusi obat bertujuan menciptakan model yang responsif, terintegrasi, dan mendukung peningkatan kualitas layanan kesehatan secara menyeluruh.

##### **2.1.1. Penelitian Distribusi Obat**

Awal mula kebijakan kefarmasian muncul melalui proses negosiasi dan interaksi yang berkelanjutan di antara para pemain kunci di pasar farmasi, konsumen, industri, penyedia layanan kesehatan, dan pemerintah. Dengan resesi di seluruh dunia dan inflasi biaya dalam sistem perawatan kesehatan, pertumbuhan pengeluaran obat dan eskalasi biaya dalam industri farmasi sedang dipertanyakan. Rantai pasokan dalam perdagangan farmasi panjang dan rumit, sehingga perlu melihat berbagai pelaku pasar. Artikel ini menekankan pada sistem *mail order retailing* yang dapat menekan biaya kesehatan melalui kefarmasian pada pemerintah Norwegia. Tujuan dari artikel ini adalah untuk membahas pendekatan logistik kebijakan farmasi, aspek logistik dan *ecommerce* menjadi dimensi baru dalam pembahasan yang sedang berlangsung. Masalah yang dihadapi adalah antara kekhawatiran akan keamanan penggunaan obat dan di satu sisi untuk bisnis dan perdagangan (Grund dan Vartdal, 2000).

Pengelolaan data dan barang perlu dirancang secara sistematis dan optimal dengan mempertimbangkan berbagai parameter yang relevan guna mengurangi potensi terjadinya kesalahan pencatatan. Selain didukung oleh sistem yang memiliki kemampuan pemrosesan data yang andal, aspek antarmuka pengguna yang interaktif juga menjadi faktor penting untuk menekan kemungkinan kesalahan

yang disebabkan oleh pengguna. Dalam industri seperti rumah sakit atau apotek, prinsip-prinsip keamanan dan akurasi data perlu diterapkan dengan tetap menjaga kemudahan pengelolaan data dan meminimalkan kegagalan. Sistem yang memiliki jalur rantai harus diperhatikan karena ketika suatu tahap terlewatkan atau terjadi kesalahan, maka tahap selanjutnya akan terpengaruh, apalagi jika sistem pendataan barang dan obat kesehatan di suatu rumah sakit, karena ketersediaan stok, alur yang jelas dan tepat mempengaruhi pasien dan kesehatan di dalam rumah sakit itu sendiri. Studi kasus dalam penelitian ini difokuskan pada perancangan serta penerapan sistem pendataan logistik kesehatan, yang mencakup alat kesehatan dan obat-obatan di lingkungan rumah sakit, dengan menerapkan pendekatan *Just In Time* dalam pengelolaannya. Efektivitas penggunaan dari metode *Just In Time* (JIT) memberikan kesimpulan bahwa metode ini dapat diterapkan dalam aplikasi web dengan baik (Efrilianda dkk, 2021).

Pada penelitian yang diajukan ini, penelitian pengembangan model rantai pasok distribusi obat akan diselaraskan dengan kebijakan Dinas Kesehatan Pemerintah Kabupaten Demak, Jawa Tengah, Indonesia, dimana distribusi obat yang akan menjadi objek penelitian merupakan distribusi obat non komersil karena seluruh biaya yang diakibatkan oleh rantai pasok distribusi obat dibebankan ke Dinas Kesehatan Kabupaten Demak melalui APBN, APBD maupun DAK yang dilakukan dibawah pengawasan Pemerintah Daerah Kabupaten Demak. Model yang dibangun dalam penelitian pengembangan rantai pasok distribusi obat melalui pendekatan *rule based expert system* dan algoritma AutoMLP bersifat fleksibel dan dinamis. Penelitian dilakukan dengan melibatkan pakar farmasi melalui pendekatan *rule based expert system* yang akan dijadikan sebagai masukan kedalam setiap variabel pada algoritma AutoMLP, sehingga hasilnya dapat digunakan untuk keperluan distribusi obat dengan mempertimbangkan unsur pengetahuan dan pengalaman pakar farmasi, sekaligus dapat dimanfaatkan sebagai manajemen logistik pada Dinas Kesehatan Kabupaten Demak, sehingga proses transaksi dan distribusi obat bisa dilakukan secara *online* dan *realtime*.

### 2.1.2. Penelitian *Rule Based Expert System*

Sistem pengetahuan berbasis aturan dibangun atas tiga elemen pokok, yaitu kumpulan aturan yang merepresentasikan pengetahuan, basis fakta yang berisi data kasus sebagai masukan proses penalaran, serta mekanisme inferensi yang berfungsi menarik kesimpulan berdasarkan aturan dan fakta tersebut. Secara umum, fakta disimpan dalam basis data (relasional) yang mewakili pengetahuan dalam formalisme berbasis orde pertama. Namun, pengetahuan hukum menggunakan logika deontik yang dapat ditolak untuk representasi pengetahuan karena fitur khususnya yang tidak dapat didukung oleh logika orde pertama. Penelitian ini menyajikan kerangka kerja terpadu yang mendukung penalaran hukum yang efisien. Eksperimen yang dilakukan pada penelitian menunjukkan efektivitas dan efisiensi kerangka yang diusulkan (Liu dkk, 2021).

Analisis sentimen visual telah menjadi lebih populer daripada yang tekstual di berbagai domain untuk tujuan pengambilan keputusan. Penelitian analisis sentimen mengembangkan sistem analisis sentimen visual yang dapat mengklasifikasikan ekspresi gambar. Sistem mengklasifikasikan gambar dengan memperhatikan enam ekspresi berbeda seperti kemarahan, kegembiraan, cinta, kejutan, ketakutan, dan kesedihan. Penelitian ini mengusulkan sistem pakar dengan mengintegrasikan metode *Deep Learning* dengan *Belief Rule Base* (dikenal sebagai pendekatan BRB-DL) untuk menilai sentimen keseluruhan gambar di bawah ketidakpastian. Pendekatan BRB-DL ini mencakup teknik yang digerakkan oleh data dan pengetahuan untuk menentukan sentimen keseluruhan (Zisad dkk, 2021).

Pada penelitian model pengembangan rantai pasok distribusi obat yang diusulkan, peneliti mengembangkan metode *rule based expert system* sebagai pendekatan untuk mengadopsi aturan sebagai input data awal sebelum diproses ke dalam pembelajaran mesin pada algoritma AutoMLP, sehingga peran dari pakar kefarmasian dapat dimasukkan ke dalam model yang akan dibuat serta melibatkan pakar kefarmasian pada proses pengembangan dan pembuatan model tersebut. Pengembangan dan pembuatan model baru dalam rantai pasok distribusi obat melalui pendekatan *rule based expert system* karena metode ini bisa menggambarkan pengetahuan pakar farmasi dalam kebutuhan proses rantai pasok

distribusi obat secara menyeluruh dan sederhana. Agar proses transaksi dan distribusi obat bisa dilakukan secara *online* dan *realtime*, maka model dibuat dan dikembangkan mengadopsi teknologi *machine learning* dengan menggunakan algoritma *AutoMLP*.

## **2.2. Keaslian Penelitian**

Keaslian penelitian pengembangan model rantai pasok distribusi obat menggunakan pendekatan *rule based expert system* dan *AutoMLP* adalah terletak pada pengembangan model kerangka kerja distribusi obat untuk menyederhanakan alur dan mekanisme dalam proses rantai pasok obat secara keseluruhan. Melihat keaslian penelitian pengembangan model rantai pasok distribusi obat bisa dari berbagai aspek, mulai dari originalitas ide, analisis bibliometrik, mapping topik penelitian sampai perbandingan dengan penelitian yang paling dekat.

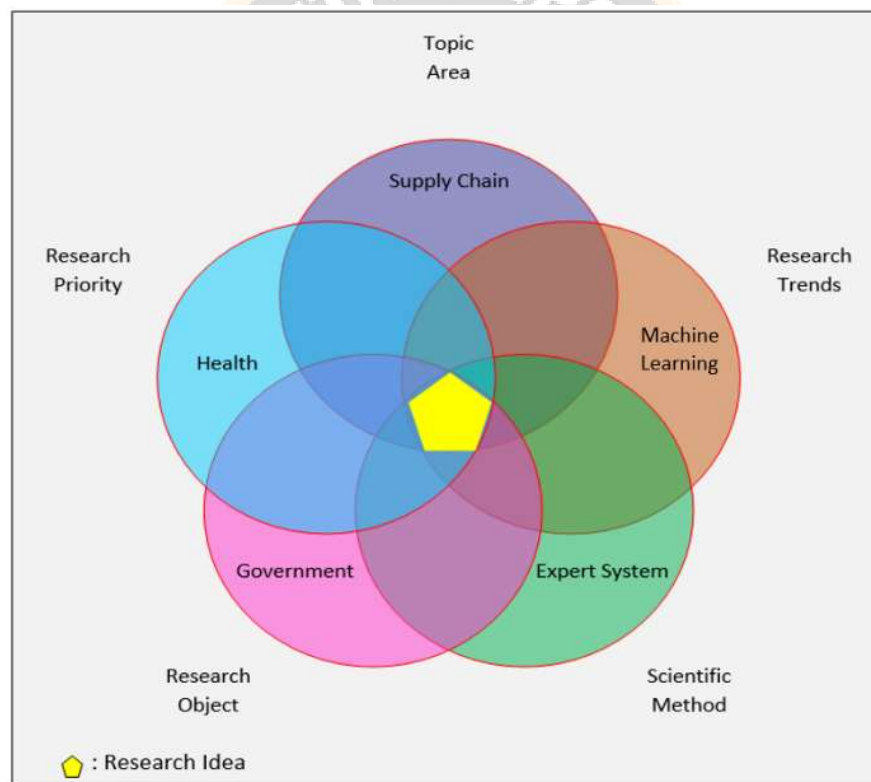
### **2.2.1. Originalitas Penelitian**

Penelitian ini berangkat dari identifikasi permasalahan nyata yang muncul dalam praktik distribusi obat. Kesenjangan yang ditemukan ditunjukkan oleh belum tersedianya mekanisme transaksi distribusi obat secara langsung antar pusat kesehatan, yang berpotensi menyebabkan ketidakterpenuhinya ketersediaan obat tertentu dan berdampak pada peningkatan risiko bagi pasien. Sebagai upaya penyelesaian, penelitian ini mengusulkan pengembangan suatu model yang berfungsi sebagai dasar kerangka kerja distribusi obat, dengan tujuan menyederhanakan proses rantai pasok serta menjamin ketersediaan obat secara berkelanjutan. Originalitas ide dari solusi tersebut yang mendasari penelitian pengembangan model penyederhanaan rantai pasok distribusi obat dilakukan. Posisi originalitas penelitian digambarkan dengan lima aspek yang saling beririsan, dimana masing-masing aspek akan selalu beririsan dan saling terkait. Originalitas penelitian yang berdasarkan pada lima aspek dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Originalitas penelitian dalam pengembangan model rantai pasok distribusi obat ditinjau berdasarkan lima aspek utama yang selaras dengan paradigma global pendidikan komputasi sebagaimana dirumuskan dalam *Computing Curricula*

(*Computing\_Curricula*, 2020) serta kerangka pengembangan kurikulum pada bidang informatika dan komputer KKNi berbasis *Outcome Based Education* (OBE) (Aptikom, 2020), diantaranya:

1. Topik area masuk kedalam kategori *supply chain*
2. Research trend menggunakan *machine learning* dengan algoritma AutoMLP
3. Metode keilmuan pada bidang expert system dengan pendekatan *rule based*
4. Objek riset pada instansi layanan kesehatan pemerintahan
5. Prioritas penelitian menekankan pada bidang kesehatan konsentrasi pada kefarmasian dalam distribusi obat.



Gambar 2.1 Originalitas Penelitian

Irisan antara domain *Health* dan *Supply Chain* menunjukkan permasalahan klasik terkait distribusi obat, khususnya dalam menjamin ketersediaan dan pemerataan pasokan pada fasilitas pelayanan kesehatan. Namun, pada praktiknya, pengelolaan distribusi obat di lingkungan pemerintahan masih cenderung dilakukan

secara terpisah dari pendekatan analitik berbasis kecerdasan buatan, sehingga menimbulkan kesenjangan antara kebutuhan operasional dan dukungan sistem pengambilan keputusan yang adaptif. Research gap tersebut ditunjukkan oleh belum terintegrasinya pendekatan *Expert System* dan *Machine Learning* secara simultan dalam kerangka distribusi obat berbasis rantai pasok di sektor kesehatan pemerintah. Area irisan yang ditandai sebagai *research idea* merepresentasikan novelty penelitian, yaitu pengembangan model kerangka kerja distribusi obat yang menggabungkan pengetahuan pakar melalui *rule-based expert system* dengan kemampuan pembelajaran adaptif dari algoritma *Machine Learning*. Integrasi lintas domain ini diharapkan mampu menghasilkan pendekatan baru yang lebih sistematis, berbasis data, dan kontekstual dalam mendukung pengambilan keputusan distribusi obat, yang sebelumnya belum banyak diakomodasi dalam penelitian sejenis.

### 2.2.2. Analisis Bibliometrik

Identifikasi masalah penelitian atau *research gap* merupakan prasyarat utama dalam pengembangan suatu penelitian ilmiah. Pada kajian pengembangan model rantai pasok distribusi obat yang mengintegrasikan pendekatan *rule based expert system* dan algoritma AutoMLP, penentuan *research gap* dapat ditinjau melalui berbagai indikator. Salah satu metode yang digunakan adalah analisis bibliometrik dengan cara memanfaatkan fasilitas perangkat lunak. Pendekatan ini memungkinkan pemetaan tren penelitian, hubungan antar topik, serta identifikasi area penelitian yang masih terbatas atau belum banyak dieksplorasi, sehingga dapat memperkuat landasan kebaruan dan kontribusi ilmiah dari penelitian yang dilakukan. Penelitian pengembangan model rantai pasok distribusi obat dalam mencari dan menganalisis sumber informasi yang dibutuhkan dilakukan dengan menggunakan program bantu *Publish or Perish* sedangkan untuk memetakan *research gap* dengan menggunakan alat bantu *VosViewer* dan untuk mengelola meta data pustaka menggunakan *Manager Refer Mendeley*. Sebelum memetakan *research gap* perlu adanya meta analisis dari berbagai sumber informasi berupa artikel yang telah terbit pada berbagai jurnal ilmiah. Teknik unduhan artikel ilmiah

dengan menggunakan *Publish or Perish* dapat dilihat seperti Gambar 2.2. Pada penelitian ini telah diunduh sebanyak 1000 artikel dengan waktu rentang terbit tahun 2018 sampai dengan tahun 2023, menggunakan 5 kata kunci (*supply chain, medicine distribution, expert system, rule based, AutoMLP*).

The screenshot shows the Harzing's Publish or Perish software interface. The main window displays search results for the keywords "Supply chain, medicine, expert system, rule based, multilayer perceptron". The results are sorted by citation metrics, with the top entry having 110 citations and a rank of 1. The interface includes a search bar, a list of search terms, and a table of results with columns for Cites, Per year, Rank, Authors, Title, Year, Publication, and Publisher. The right-hand side of the interface shows citation metrics for the selected results, including publication years, citation counts, and h-index values.

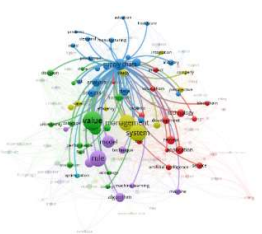
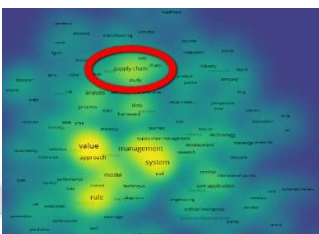
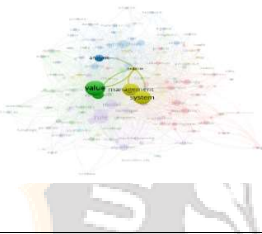

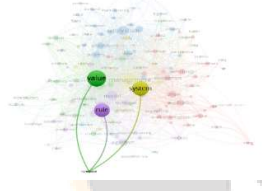
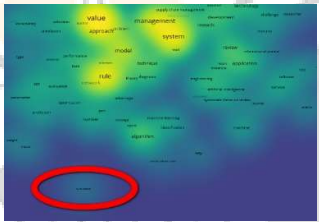
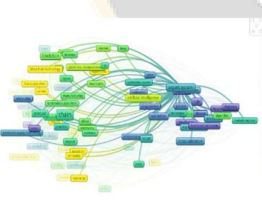
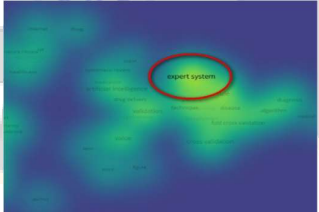
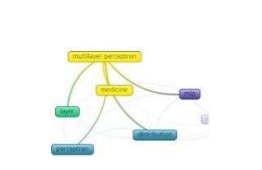
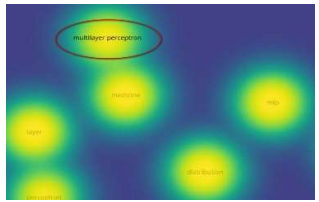
Cites	Per year	Rank	Authors	Title	Year	Publication	Publisher
h 110	22.00	1	M Bahadori, SM H...	A supplier selection model for hos...	2020	... Management	Taylor & Franc
h 98	32.67	2	P Nagaraj, P Deep...	An intelligent fuzzy inference rule...	2022	... Journal of Imaging Syste...	Wiley Online I
h 10	1.67	3	MS Hossain, F Tuj-J...	A belief rule based expert system ...	2019	Journal of Internet Services...	diva-portal.or
h 4	2.00	4	G Emmanuel, A Ra...	Machine learning in drug supply c...	2023	...Journal of Electrical & ...	researchgate.
h 125	31.25	5	M Hosseinzadeh, O...	A multiple multilayer perceptron ...	2021	The Journal of ...	Springer
h 12	6.00	6	BA Mousa, B Al-Kh...	Predicting medicine demand usin...	2023	Journal of intelligent syste...	degruyterbrill
h 16	5.33	7	MB Mariappan, K ...	... real-world comparative study u...	2022	... Logistics Management	emerald.com
h 5	1.67	8	H Bhukya, S Manch...	Design of metaheuristic rough set...	2022	Journal of Intelligent Syste...	degruyterbrill
h 17	8.50	9	IKA Hamdan, W Az...	Machine learning in supply chain...	2023	... Journal of System ...	Springer
h 66	9.43	10	MS Zarchi, SMMF B...	SCADI: A standard dataset for self...	2018	...journal of medical ...	Elsevier
h 317	105.67	11	R. Sharma, A Shisho...	The role of artificial intelligence in...	2022	International Journal ...	Taylor & Franc
h 0	0.00	12	M Montazeri, M Ah...	A Rule Based Intelligent Software ...	2023	Iranian journal of ...	pmc.ncbi.nlm.
h 144	20.57	13	M Abdar, NY Yen, J...	Improving the diagnosis of liver di...	2018	Journal of Medical and Bio...	Springer

Gambar 2.2 Unduhan Artikel pada *Publish or Perish*

Setelah 1000 artikel terkumpul langkah berikutnya adalah mengekspor data tersebut ke meta data melalui format data berbentuk RIS. Berkas meta data inilah yang akan digunakan untuk memetakan *research gap* dengan menggunakan *VosViewer*. Hasil olah data mapping *research gap* menggunakan meta data dapat dilihat pada Tabel 1. Setelah memetakan data dengan menggunakan lima kata kunci (*supply chain, medicine distribution, expert system, rule based, AutoMLP*) pada *VosViewer*, ditemukan jumlah garis yang mempunyai hubungan atau link terhadap kelima kata tersebut baik secara *network visualization* maupun dengan *density visualization*. Dengan demikian, maka dapat dikatakan bahwa tema disertasi dengan judul “Pengembangan Model Rantai Pasok Distribusi Obat menggunakan Pendekatan *Rule Based Expert System* dan Algoritma *AutoMLP*” memenuhi unsur

novelty dan dapat dilaksanakan karena masih jarang peneliti melakukan penelitian dalam bidang ini.

Tabel 2.1 Pemetaan Bibliometrik Penelitian Menggunakan *VosViewer*

NO	NETWORK VISUALIZATION	DENSITY VISUALIZATION	KETERANGAN
1			Supply chain menempati cluster 3 dengan jumlah link 122 dan total kekuatan link sebanyak 1181 serta disebut dalam tulisan artikel sebanyak 192 kali.
2			Medicine menempati cluster 4 dengan jumlah link 64 dan total kekuatan link sebanyak 132 serta disebut dalam tulisan artikel sebanyak 27 kali.
3			Rule based menempati cluster 2 dengan jumlah link 37 dan total kekuatan link sebanyak 78 serta disebut dalam tulisan artikel sebanyak 12 kali.
4			Expert System menempati cluster 2 dengan jumlah link 52 dan total kekuatan link sebanyak 220 serta disebut dalam tulisan artikel sebanyak 91 kali.
5			Multilayer Perceptron menempati cluster 1 dengan jumlah link 5 dan total kekuatan link sebanyak 40 serta disebut dalam tulisan artikel sebanyak 32 kali.

### 2.2.3. Perbandingan Penelitian Terdekat

Agar tidak terjadi kesamaan penelitian dengan penelitian terdahulu, maka pada Tabel 2.2, peneliti melampirkan perbandingan penelitian yang paling dekat yang pernah dilakukan sebelumnya. Perbandingan penelitian ini berkaitan dengan permasalahan dalam pengembangan model kerangka kerja penyederhanaan pendistribusian obat serta metode yang digunakan.

Tabel 2.2 perbandingan penelitian terdekat

NO	JUDUL DAN AUTHOR	HASIL	METODE
1	<p>Strategic horizontal integration for drug cost reduction in the pharmaceutical supply chain.</p> <p>1. Kathleen Iacocca 2. Stephen Mahar 3. P. Daniel Wright</p>	<p>Selama lima tahun terakhir, pengeluaran Medicare untuk obat bermerek meningkat sebesar 77% bahkan saat penggunaannya turun. Obat terapeutik tertentu menjadi mahal dan dapat mengakibatkan dampak keuangan jangka panjang pada Medicare. Penelitian ini mempertimbangkan bagaimana kemitraan yang terkoordinasi antara apotek independen dan apotek pesanan melalui pos dapat dimanfaatkan untuk mengurangi biaya obat dan meningkatkan keuntungan rantai pasok. Ditemukan apotek online pesan melalui POS dapat menghemat biaya dibanding dengan apotek independen.</p>	<p>Menggunakan pendekatan terhadap apotek independen dan apotek pesan melalui POS. Metode Multi-Product fulfillment partnership (MPFP) digunakan untuk menentukan wilayah rantai pasok apotek yang harus disiapkan untuk menangani permintaan pesanan melalui pos dalam hal ini berbagi tanggung jawab bukan berbagi hasil keuntungan. Optimasi keuntungan total bagi mitra dengan MINLP. Metode Multi-Product profit partnership (MPPP) digunakan untuk mempertimbangkan keuntungan yang lebih terkoordinasi dengan baik, keuntungan yang akan dibagi antara supplier dan apotek.</p>
2	<p>A multi-objective model for optimizing the socio-economic performance of a pharmaceutical supply chain</p> <p>1. Ahmad Firoz 2. Khalid A. Alnowibet 3. Adel F. Alrasheedi 4. Ahmad Yusuf Adhami</p>	<p>Hasil penelitian ini digunakan untuk memfasilitasi kebijakan pengambilan keputusan dengan pencapaian tujuan yang berkelanjutan dan memberikan peluang untuk lebih menyelaraskan praktik bisnis dengan kebutuhan dan harapan sosial dengan cara menghasilkan pengurangan dalam total biaya ekonomi dan peningkatan layanan pelanggan serta dampak yang lebih kecil terhadap lingkungan, sehingga dapat meningkatkan pelanggan dan perusahaan memperoleh loyalitas pelanggan yang menghasilkan perilaku pembelian kembali. Untuk mengukur kepuasan pelanggan menggunakan faktor sosial ekonomi terkait dengan tujuan TBL dan secara signifikan berdampak pada perencanaan PSC yang berkelanjutan.</p>	<p>Pendekatan TOPSIS digunakan sebagai metode pengambilan keputusan multikriteria untuk menentukan peringkat alternatif solusi berdasarkan tingkat kedekatannya dengan solusi ideal. Kriteria yang digunakan adalah desain dasar, koefisien varians, dan tingkat keinginan. Closed Loop Supply Chain (CLSC) digunakan sebagai kerangka kerja yang sangat efektif dan menjanjikan untuk melaksanakan kebijakan dan strategi produksi.</p>

NO	JUDUL DAN AUTHOR	HASIL	METODE
3	<p>Characterization and distribution of medicine vendors in 2 states in Nigeria: implications for scaling health workforce and family planning services.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Babajide Oluseyi Daini</li> <li>2. Emeka Okafor</li> <li>3. Sikiru Baruwa</li> <li>4. Oluwafunmito Adeyanju</li> <li>5. Rodio Diallo</li> <li>6. Jennifer Anyanti</li> </ol>	<p>Pembatasan layanan dan kurangnya akses ke obat telah mengakibatkan praktik yang buruk. Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk mengidentifikasi, melatih, dan menyediakan sarana inovatif untuk meningkatkan akses ke produk yang terjamin kualitasnya untuk kelompok petugas kesehatan. Pelatihan medis secara signifikan dapat meningkatkan pasokan obat dan menghambat distribusi pasar obat secara terbuka.</p>	<p>Pengumpulan data melalui sensus terhadap toko Obat Paten dengan penilaian fasilitas di antara 10% toko melalui kuesioner. Menggunakan uji Chi-square, dan regresi berganda. CI digunakan untuk uji signifikansi. Sekitar separuh (50,9%) ditemukan toko penjual obat tanpa bantuan, dan 11,4% tidak terdaftar pada badan pengawas atau asosiasi profesi. 28,2% supplier atau toko obat melakukan pelatihan medis formal, dengan 56,3% supplier yang terlatih secara medis.</p>
4	<p>Public support for European cooperation in the procurement, stockpiling and distribution of medicines.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Roel Beetsma</li> <li>2. Brian Burgoon</li> <li>3. Francesco Nicoli</li> <li>4. Anniek de Ruijter</li> <li>5. Frank Vandenbroucke</li> </ol>	<p>Pengadaan bersama terutama tentang persediaan obat menimbulkan permasalahan yang rumit sehubungan dengan ruang lingkup terlebih dalam pengambilan keputusan, Penelitian ini menunjukkan bahwa ada dukungan publik yang cukup besar di berbagai negara Uni Eropa yang mendukung sentralisasi, yaitu ruang lingkup yang besar dan solidaritas dalam alokasi dan pendelegasian pengambilan keputusan mengenai pengadaan, persediaan dan distribusi obat. Ditemukan belum adanya regulasi yang mengatur untuk menangani masalah tersebut.</p>	<p>Survei dan eksperimen dilakukan secara acak dengan menggunakan analisis conjoint. Pengambilan data penelitian pada sampel yang representatif di lima negara Eropa pada Maret 2020, Desain penelitian didasarkan pada 10.000 responden di Perancis, Jerman, Italia, Belanda dan Spanyol. Setiap negara diambil 2000 responden yang berkaitan dengan hukum dan kebijakan tentang kerja sama medis. Responden memilih dan menilai paket kebijakan yang berisi campuran atribut kebijakan secara acak dengan memperhatikan cakupan obat, solidaritas dalam memberikan akses prioritas dan tingkat delegasi.</p>
5	<p>Standardization of medication inventory in an urban family medicine clinic.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Frances Tepolt</li> <li>2. Katherine Montag Schafer</li> <li>3. Jennifer Bud</li> </ol>	<p>Studi ini berfokus pada pengembangan rekomendasi inventaris obat untuk klinik keluarga perkotaan serta evaluasi dampak keuangan akibat penerapan standar pengelolaan obat. Hasilnya standarisasi inventaris obat yang dikelola klinik di klinik pengobatan keluarga perkotaan dapat membantu mengurangi pengeluaran biaya yang tidak perlu.</p>	<p>Biaya pengobatan klinik bulanan selama masa penelitian dianalisis sebelum dan sesudah intervensi. Sebanyak 80 obat diidentifikasi; 45 obat tetap setelah perubahan sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Biaya bulanan untuk memelihara inventaris selama masa riset adalah \$ 1947 sebelum intervensi dibandingkan dengan \$ 1048 pasca intervensi. Perkiraan penghematan biaya bulanan rata-rata dari inventaris standar dalam satu klinik pengobatan keluarga perkotaan adalah \$ 900, atau \$ 10.800 per tahun.</p>

NO	JUDUL DAN AUTHOR	HASIL	METODE
6	<p>Design of a pharmaceutical supply chain network under uncertainty considering perishability and substitutability of products.</p> <p>1. B. Zahiri 2. P. Julian 3. R. Tavakkoli-Moghaddam</p>	<p>Sistem pendukung keputusan untuk optimasi biaya dengan mempertimbangkan umur atau durasi lamanya simpan barang, substitusi dan jumlah diskon, hal ini dilakukan untuk mengatasi kondisi yang diakibatkan dari ketidakpastian dalam biaya dan permintaan. Untuk mengatasi ketidakpastian yang cukup besar bisa menggunakan pendekatan optimasi yang efektivitasnya telah dibandingkan dengan metode yang ada. Penelitian kedepan, model dapat diperluas untuk mengatasi gangguan pada fasilitas dan aliran material atau memperkenalkan langkah baru untuk menangani masalah yang dihadapi dimasa yang akan datang.</p>	<p>Model MILP digunakan sebagai metode optimasi guna meminimalkan biaya keseluruhan dan menurunkan besarnya permintaan yang tidak dapat dipenuhi. Fuzzy chance constrained programming (FCCP) model digunakan untuk mengkonversi himpunan kendala yang tidak pasti. Metode EIRPP digunakan sebagai kerangka pemodelan untuk menentukan nilai kepuasan minimum yang dapat dicapai dari masing-masing peluang. Semua permintaan akan dilayani secara seimbang. Pemasok menawarkan insentif untuk menarik lebih banyak pelanggan.</p>
7	<p>Distribution of pharmaceuticals – a Norwegian logistic perspective.</p> <p>1. Jan Grund 2. Thor-Erik Vartdal</p>	<p>Grup Farmasi Uni Eropa (PGEU), bekerja secara aktif untuk melarang penjualan obat-obatan melalui pos lintas batas. Saat ini, penjualan eceran obat-obatan. Melalui Internet tidak diperbolehkan didalam UE. Namun, obat-obatan telah diprediksi menjadi komoditas sukses komersial berikutnya di Internet. Di Norwegia pasar untuk distribusi obat dapat dilakukan melalui surat elektronik untuk penawaran layanan total. Penggantian biaya pengiriman surat kepada publik skema pengembalian barang pasar non-komersial dibiayai oleh negara yang dikirim melalui pos kepada pasien yang terlalu sakit atau tinggal terlalu jauh dari apotek setempat.</p>	<p>Penggunaan teknologi informasi dengan pemanfaatan POP mail untuk pemesanan obat dapat dilakukan. Dengan menggunakan layanan surat elektronik ini hanya dilakukan oleh pasien yang sudah berlangganan dan dalam kondisi tertentu misal sakit dan tidak bisa datang secara langsung atau untuk pasien yang tempat tinggalnya terlalu jauh. Akan tetapi penjualan dan pendistribusian obat melalui internet secara langsung tidak diperbolehkan. Hal ini disebabkan untuk mengantisipasi peredaran obat secara bebas yang tidak dapat terkontrol dengan baik.</p>
8	<p>Drug quality in South Africa: perceptions of key players involved in medicines distribution.</p> <p>1. Aarti Patel 2. Pauline Norris 3. Robin Gauld 4. Thomas Rades</p>	<p>Obat-obatan di bawah standar berkontribusi terhadap kesehatan masyarakat yang buruk dan mempengaruhi pembangunan. Kebanyakan responden percaya dengan supply obat yang digunakan adalah berkualitas baik, ada dua responden kurang yakin dengan kualitas obat karena proses pelimpahan distribusi obat dari negara kepada swasta, hal ini disebabkan lemahnya pengawasan yang diakibatkan oleh banyaknya sektor atau organisasi yang terlibat dalam distribusi obat.</p>	<p>Metode yang dilakukan dengan pendekatan kualitatif melalui informan kunci, Data dianalisis secara tematis di Johannesburg, Pretoria dan Durban, Afrika Selatan. Instrumen dalam paper ini mengarah pada tiga isu utama yaitu tentang definisi kualitas, melindungi kualitas dan masalah kualitas. Tiga wawancara diadakan di KwaZulu-Natal, enam di Gauteng dan satu di Pretoria. Tidak ada wawancara yang berlangsung lebih dari dua jam. Data dianalisis dan diolah menggunakan NVivo, versi 7.</p>

NO	JUDUL DAN AUTHOR	HASIL	METODE
9	<p>An Integrated Optimization Model for Medicine Order Distribution and Delivery Problem of Online Pharmacy Based on the Optimal Supply Chain Strategy.</p> <p>1. K. Z. Sholpanbaeva 2. A. A. Apysheva 3. N. K. Shaikhanova 4. A. K. Modenov</p>	<p>Penelitian ini membahas model terintegrasi untuk pemenuhan pesanan yang dilakukan oleh pelanggan secara tepat waktu dalam sistem apotek online dengan membuat kendaraan mengambil barang pesanan dari vendor fisik. Ketersediaan alat transportasi berpengaruh secara signifikan terhadap biaya sistem dan waktu pengiriman barang selama kendaraan lain tersedia. Penelitian masa depan diharapkan dapat meningkatkan model dan membuatnya lebih realistis dengan mempertimbangkan beberapa periode perencanaan, armada transportasi yang heterogen, dan permintaan probabilistik.</p>	<p>Memodelkan jaringan apotek online di mana obat-obatan diambil dari apotek fisik dan didistribusikan ke pelanggan berdasarkan pesanan. Jadwal dan rencana rute dibangun sesuai dengan ukuran pesanan yang ditempatkan untuk setiap obat. Model diilustrasikan menggunakan 4 apotek dan 3 jenis obat lalu diolah dengan GAMS 24.7.3 yang berjalan di komputer dengan CPU Core i7 dan RAM 8GB. Analisis sensitivitas dilakukan dengan pembobotan aditif bobot <math>w_1=0,5</math>, <math>w_2=0,5</math>.</p>
10	<p>Analysis of issues of generic medicine supply chain using fuzzy AHP: a Pilot study of Indian public drug distribution scheme.</p> <p>1. Shweta 2. Dinesh Kumar</p>	<p>Pentingnya koordinasi pada setiap aktivitas Pharmacy Supply Chain dan merancang strategi yang kuat untuk membuat sistem agar mudah dan tidak repot. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa PSC yang paling memakan waktu dan biaya. Manajemen gudang menghabiskan lebih dari sepertiga dari total waktu dan sekitar setengah dari total biaya. Pemilihan pemasok untuk pengadaan merupakan masalah kedua yang memakan waktu dan biaya. Hasil dari penelitian ini direkomendasikan untuk para ahli di bidangnya agar dalam setiap mengambil keputusan selalu memperhatikan Pharmacy Supply Chain.</p>	<p>Penelitian ini melibatkan 700 jenis obat dan 100 instrumen menggunakan 30 distributor dan 5000 toko ritel PMBJP (Pradhan Mantri Bhartiya Janaushadhi Pariyojna) India. Metode fuzzy logarithmic least squares (LLSM) dan preference programming Method (PPM) digunakan untuk memperoleh bobot dari matriks perbandingan fuzzy. Ada empat isu yang paling signifikan dan masing-masing isu diklasifikasikan lebih lanjut ke dalam sub isu. masing-masing empat isu terkait satu sama lain, waktu dan biaya dikonstruksi dan dianalisis menggunakan skala linguistik yang diadopsi kedalam FAHP.</p>

### 2.3. Landasan Teori

Landasan teori pada penelitian pengembangan model rantai pasok distribusi obat menggunakan pendekatan *rule based expert system* dan Algoritma AutoMLP berasal dari penelitian yang telah lalu berupa artikel pada jurnal ilmiah maupun buku referensi. Landasan teori merupakan bagian yang berisi konsep dan definisi yang melandasi penelitian.

#### 2.3.1. Konsep dan Pengertian Model

Inovasi dalam proses bisnis dapat menghasilkan berbagai bentuk temuan, yang tidak terbatas pada pengembangan produk semata, tetapi juga mencakup

inovasi pada proses dan layanan, termasuk mekanisme distribusi yang disediakan oleh perusahaan (Witell dkk, 2016). Dalam konteks pemodelan sistem dan pembelajaran mesin, model didefinisikan sebagai suatu representasi matematis atau komputasional yang dirancang untuk merepresentasikan perilaku suatu sistem, proses, atau fenomena nyata. Model dibangun dengan mengekstraksi dan memformalisasi pola dari data melalui seperangkat variabel, parameter, dan fungsi, sehingga mampu merepresentasikan hubungan antar komponen yang relevan. Model tidak mereplikasi keseluruhan sistem secara utuh, melainkan menyederhanakan kompleksitas dengan hanya mempertahankan informasi yang signifikan untuk tujuan analisis, prediksi, atau pengambilan keputusan (Tridalestari dkk, 2021).

Ditinjau dari dimensi organisasi, proses distribusi dapat berlangsung pada berbagai tingkat dan berpotensi mengubah konsep layanan distribusi, pola interaksi dalam saluran distribusi, bentuk kemitraan, hingga pengembangan mekanisme layanan baru dalam proses operasional (Valencia dan Layman, 2021). Pengembangan model dipandang sebagai pembentukan pengetahuan baru yang dapat diintegrasikan ke dalam penawaran solusi layanan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga mampu menciptakan nilai tambah bagi pelaku bisnis. Model tersebut merepresentasikan kemampuan untuk menghasilkan solusi inovatif yang sebelumnya belum tersedia melalui perluasan atau transformasi konsep layanan yang ada (Silva dkk, 2020).

## **2.3.2. *Supply Chain* dan Logistik**

### **2.3.2.1. Konsep *Supply Chain***

Supply chain (rantai pasok) dipahami sebagai suatu sistem terpadu yang mengoordinasikan berbagai proses dan pelaku yang terlibat dalam penciptaan serta penyampaian produk atau layanan kepada pengguna akhir. Sistem ini mencakup hubungan antar entitas mulai dari pemasok, produsen, distributor, hingga konsumen, yang saling terhubung melalui aliran material, informasi, dan keuangan. Pendekatan supply chain menekankan pentingnya integrasi dan kolaborasi antar pihak guna mencapai kinerja sistem yang optimal secara keseluruhan, bukan hanya

pada efisiensi masing-masing komponen (Haial & Benabbou, 2021). Manajemen supply chain diarahkan pada upaya perencanaan dan pengendalian aktivitas secara menyeluruh agar dapat mengurangi ketidakpastian, meningkatkan responsivitas terhadap perubahan kebutuhan, serta menjamin ketersediaan produk secara berkelanjutan. Dalam konteks sektor kesehatan, supply chain memiliki peran strategis karena berkaitan langsung dengan kontinuitas layanan dan keselamatan pasien, khususnya dalam memastikan obat tersedia sesuai jenis, jumlah, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan (Vegter et al., 2020).

#### **2.3.2.2. Logistik**

Logistik merupakan subsistem dalam supply chain yang berfokus pada pengelolaan aliran fisik barang serta informasi pendukungnya dari titik asal menuju titik penggunaan. Aktivitas logistik meliputi pengadaan, penyimpanan, pengelolaan persediaan, distribusi, dan transportasi, yang bertujuan untuk menjamin bahwa produk dapat diterima oleh pengguna akhir dalam kondisi yang tepat dan sesuai standar mutu (Grund & Vartdal, 2000). Pendekatan logistik lebih menitikberatkan pada aspek operasional dan teknis, seperti efisiensi proses distribusi, keandalan sistem penyimpanan, serta optimalisasi biaya dan waktu pengiriman. Dalam sistem pelayanan kesehatan, logistik obat berfungsi menjaga kualitas dan keamanan obat selama proses penyimpanan dan distribusi, sehingga mutu obat yang diterima oleh fasilitas kesehatan tetap sesuai dengan standar yang ditetapkan (Nur et al., 2021).

#### **2.3.2.3. Perbedaan Supply Chain dan Logistik**

Meskipun saling berkaitan, supply chain dan logistik memiliki perbedaan mendasar dalam cakupan dan orientasinya. Supply chain mencerminkan pendekatan sistemik dan strategis yang mengoordinasikan seluruh rangkaian aktivitas dari hulu hingga hilir, sedangkan logistik berperan sebagai bagian operasional yang mendukung kelancaran aliran barang dan informasi dalam sistem tersebut (Moosivand et al., 2019). Secara konseptual, supply chain berorientasi pada integrasi dan pengambilan keputusan lintas organisasi, sementara logistik lebih berfokus pada pelaksanaan teknis distribusi dan pengelolaan fisik produk. Dengan demikian, logistik dapat dipandang sebagai instrumen operasional dalam

kerangka supply chain yang lebih luas. Pemahaman terhadap perbedaan ini menjadi penting dalam pengembangan sistem distribusi obat, agar solusi yang dirancang tidak hanya efisien secara operasional, tetapi juga selaras dengan tujuan strategis pengelolaan rantai pasok secara menyeluruh dan pengambilan keputusan yang tepat (Kang et al., 2020).

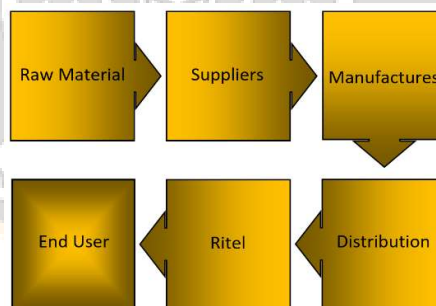
### **2.3.3. *Supply Chain Information System***

Kondisi persaingan bisnis semakin meningkat seperti ini akan memaksa perusahaan yang sedang tumbuh dan berkembang serta perusahaan yang sudah berjalan untuk memberikan pelayanan secara efektif dan efisien, sehingga tujuan dan sasaran dapat tercapai dengan tepat. dan pada akhirnya perusahaan dapat bersaing dan dapat menjaga kelangsungan usaha (Santoso dkk, 2020). Perkembangan teknologi informasi yang berlangsung pesat memberikan pengaruh signifikan terhadap dunia bisnis, sehingga mendorong setiap organisasi untuk terus beradaptasi dan meningkatkan kapabilitasnya dalam pengelolaan data serta informasi guna mendukung pencapaian tujuan, visi, dan misi perusahaan (Tarigan dkk, 2021). Peningkatan tingkat persaingan usaha menuntut perusahaan, baik yang berada pada tahap pertumbuhan maupun yang telah mapan, untuk terus melakukan inovasi sebagai upaya mempertahankan daya saing dan keberlanjutan usaha (Mustafid dkk, 2018). Perusahaan perlu melakukan perbaikan secara berkelanjutan guna memastikan bahwa informasi yang digunakan berasal dari data yang akurat dan valid, sehingga mampu mendukung pelaksanaan kegiatan operasional secara efektif dan efisien serta membantu pencapaian tujuan dan sasaran organisasi secara optimal (Ibrahim dkk, 2019).

Proses pengadaan bahan baku dari pemasok merupakan salah satu faktor kunci dalam menentukan keberhasilan operasional perusahaan, sehingga diperlukan pendekatan yang mampu menyederhanakan dan meningkatkan efektivitas proses tersebut. Manajemen rantai pasok dipahami sebagai suatu jaringan organisasi yang saling berkolaborasi dalam menghasilkan serta menyalurkan produk hingga ke pengguna akhir. Dalam konteks ini, sistem informasi rantai pasok berperan sebagai integrasi berbagai proses bisnis utama,

mulai dari pemasok hingga konsumen, yang mendukung penyediaan produk, layanan, dan informasi bernilai tambah bagi pelanggan maupun pemangku kepentingan, serta berfungsi sebagai alat dan pendekatan dalam pengelolaan manajemen rantai pasok (Bastani dkk, 2021).

Pengembangan konsep sistem informasi rantai pasok berkelanjutan berbasis pengetahuan dilakukan melalui tahapan perumusan prinsip sistem informasi berkelanjutan dan pendekatan rantai pasok berbasis pengetahuan, kemudian menggabungkan keduanya dalam satu arsitektur sistem yang terintegrasi (Saputra dan Wahdiniwaty, 2020). Dalam perancangan sistem informasi rantai pasok berkelanjutan berbasis pengetahuan, langkah awal dilakukan dengan mengidentifikasi pengetahuan internal yang perlu dimiliki perusahaan sebagai sumber daya strategis dalam mencapai tujuan bisnis. Proses identifikasi tersebut didasarkan pada indikator kinerja utama yang digunakan sebagai landasan dalam penyusunan indikator kinerja berkelanjutan. Selanjutnya, perancangan indikator kinerja berkelanjutan disusun dengan mengacu pada tujuan dan ukuran kinerja yang mencakup perspektif material, keuangan, serta pelanggan (Lau dan Lee, 2000).. Ukuran kinerja bisnis ini memungkinkan perusahaan untuk fokus pada pengukuran proses bisnis internal yang mendorong pencapaian tujuan bisnis yang ditetapkan (Yuan dkk, 2020). Tahapan proses pada rantai pasok dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tahapan Rantai Pasok

Sistem informasi rantai pasok berperan sebagai salah satu pendekatan strategis dalam meningkatkan keunggulan kompetitif perusahaan melalui pengelolaan aliran barang atau produk secara terintegrasi dalam suatu jaringan rantai pasok. Secara umum, sistem ini bertujuan untuk mendukung penyediaan,

pemrosesan, dan pendistribusian produk secara tepat waktu, menekan durasi dan biaya pemenuhan kebutuhan, mengoordinasikan aktivitas perencanaan dan distribusi, serta meningkatkan efektivitas pengelolaan persediaan antara pihak pemasok dan konsumen (Simon, 2020). Sistem informasi rantai pasok menyediakan kerangka kerja yang mendukung pelaksanaan proses operasional serta implementasi perencanaan melalui dukungan berbagai subsistem yang saling terintegrasi. Dengan penerapan sistem ini, aktivitas perusahaan dapat berlangsung secara lebih terstruktur, terkoordinasi, terjadwal, dan terintegrasi, sehingga kinerja keseluruhan proses menjadi lebih efektif dan efisien (Örücü dan Selek, 2020).

#### **2.3.4. Distribusi Informasi dalam Supply Chain**

Distribusi informasi dalam supply chain merujuk pada aliran data yang terkoordinasi antar berbagai entitas yang terlibat dalam pengadaan, produksi, penyimpanan, dan distribusi produk, dalam hal ini obat-obatan. Dalam konteks distribusi obat, informasi yang sering dipertukarkan meliputi status persediaan, permintaan pasar, status pengiriman, serta data terkait kualitas dan keamanan produk (Adekola dan Dada, 2024). Proses ini sangat penting untuk menghindari terjadinya *stockout* (kekurangan stok) atau *overstocking* (kelebihan stok), yang keduanya dapat menyebabkan pemborosan atau ketidakterediaan obat di pasar.

Dalam konteks farmasi, aliran informasi yang efisien akan membantu memastikan bahwa obat-obatan yang dikirimkan ke rumah sakit atau apotek memiliki kualitas yang terjamin, serta berada dalam keadaan yang tepat waktu dan tidak kedaluwarsa (Kumar, 2023).

##### **2.3.4.1. Peran Teknologi dalam Distribusi Informasi**

Teknologi informasi (TI) berperan sangat penting dalam mendukung distribusi informasi dalam supply chain. Penerapan sistem *Supply Chain Management* (SCM) dan *Enterprise Resource Planning* (ERP) memungkinkan pertukaran informasi secara waktu nyata antar pelaku dalam rantai pasok, sehingga mampu meningkatkan efisiensi operasional serta daya tanggap terhadap perubahan permintaan pasar (Chowdhury dan Haque, 2024). Penggunaan *cloud computing* juga memungkinkan kolaborasi yang lebih mudah antara distributor, apotek, dan

produsen obat, sehingga semua entitas dapat mengakses data yang diperlukan dengan cepat. Salah satu teknologi yang semakin banyak diterapkan dalam distribusi obat adalah Radio Frequency Identification (RFID) dan barcode. Pemanfaatan teknologi tersebut memungkinkan pemantauan lokasi dan kondisi persediaan obat secara waktu nyata, meningkatkan ketepatan proses pengiriman, serta meminimalkan potensi kesalahan dalam aktivitas distribusi (Kumar, 2023). Sistem pelacakan semacam ini juga membantu dalam memverifikasi keaslian obat, yang menjadi masalah serius dalam industri farmasi dengan maraknya peredaran obat palsu (Adekola dan Dada, 2024).

Industri farmasi adalah sektor yang sangat diatur, dengan banyak regulasi yang mengatur distribusi obat. Kepatuhan terhadap ketentuan regulasi menjadi aspek krusial guna meminimalkan risiko hukum sekaligus menjamin bahwa obat yang didistribusikan memenuhi standar keamanan untuk dikonsumsi. Sistem distribusi informasi yang baik memastikan bahwa semua data yang dibutuhkan oleh badan pengawas obat, seperti BPOM atau FDA, tercatat dengan benar dan dapat diakses untuk audit kapan saja (Alsakhen et al., 2024). Di samping itu, blockchain juga mulai diterapkan untuk memastikan keamanan dan transparansi dalam distribusi obat. Blockchain memungkinkan pelacakan yang lebih aman dan transparan tentang perjalanan obat, dari produsen hingga konsumen akhir, memastikan bahwa obat tidak dipalsukan dan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan (Chowdhury dan Haque, 2024).

#### **2.3.4.2. Manfaat Distribusi Informasi**

Distribusi informasi yang efektif dalam supply chain obat membawa banyak manfaat, baik dari segi operasional maupun kepuasan pelanggan.

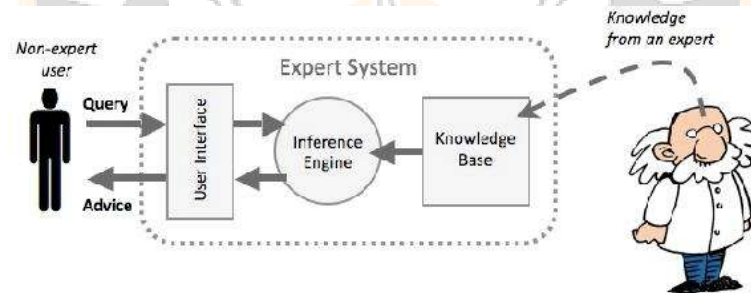
- a) Mengurangi Biaya dan Pemborosan: Dengan aliran informasi yang cepat dan akurat, perusahaan dapat mengoptimalkan persediaan dan distribusi obat, mengurangi biaya penyimpanan, serta meminimalkan pemborosan akibat kelebihan atau kekurangan stok (Alsakhen et al., 2024).
- b) Peningkatan Responsivitas: Sistem distribusi informasi yang terintegrasi memungkinkan pihak-pihak dalam rantai pasokan untuk merespons dengan

cepat perubahan dalam permintaan pasar atau gangguan dalam pasokan, sehingga ketersediaan obat dapat dijaga tanpa menambah biaya atau waktu yang tidak perlu (Chowdhury dan Haque, 2024).

- c) Peningkatan Kepatuhan: Dengan adanya aliran informasi yang terstruktur, perusahaan dapat lebih mudah mematuhi regulasi yang berlaku di setiap negara, sehingga risiko hukuman atau sanksi dapat diminimalkan (Kumar, 2023).

### 2.3.5. Metode *Rule Based Expert System*

Sistem pakar (*expert system*) merupakan salah satu bidang dalam kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dirancang untuk memanfaatkan pengetahuan secara terstruktur guna menyelesaikan permasalahan yang umumnya memerlukan tingkat keahlian setara dengan manusia ahli. Dalam konteks ini, pakar didefinisikan sebagai individu yang memiliki kompetensi, pengalaman, dan pengetahuan khusus pada suatu domain tertentu yang tidak dimiliki secara umum oleh orang lain (Shishehchi dan Banihashem, 2021), seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Proses Sistem Pakar

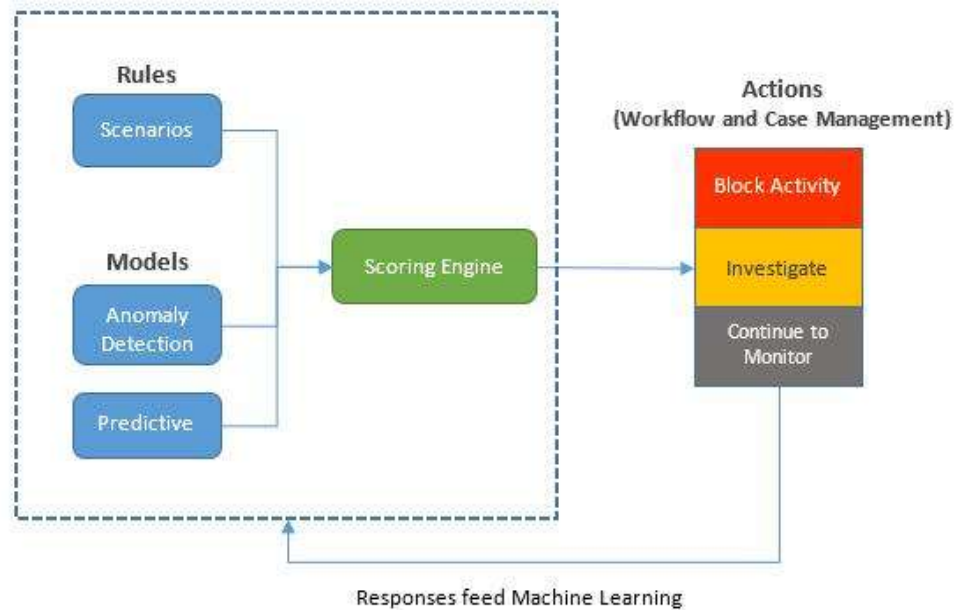
Sistem pakar bertujuan untuk mengalihkan keahlian dan pengetahuan seorang pakar ke dalam bentuk sistem berbasis komputer agar dapat dimanfaatkan secara luas oleh pengguna. Proses pengembangannya mencakup beberapa tahapan utama, yaitu akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan ke dalam model yang terstruktur, penarikan kesimpulan melalui mekanisme inferensi, serta penyampaian hasil pengetahuan kepada pengguna (Dudek dan Śmiałkowska, 2019).

Metode *rule based expert system* pernah digunakan pada penelitian untuk mengatasi informasi yang parsial dan tidak konsisten dalam kerangka kerja dan skenario robot otonom dengan cara mendefinisikan set himpunan melalui

pendekatan berbasis aturan dengan nilai kebenaran secara berjenjang, sehingga diperoleh nilai kebenaran pada tingkat akurasi yang diinginkan (Angelis dkk, 2018). Pada penelitian lain *rule based expert system* digunakan untuk menentukan skala prioritas kasus yang terjadi pada laboratorium forensik Kepolisian Semarang dengan cara mengurutkan data dan menentukan tahap kasus yang digunakan untuk pemeriksaan berdasarkan pada standart operasional prosedur yang telah ditentukan. Hasil dari sistem ini menunjukkan keputusan yang bagus dan ideal untuk memecahkan kasus dengan rekomendasi yang cepat dan prioritas kasus utama dengan hasil tingkat kompatibilitas yang tinggi (Zisad dkk, 2021).

Pendekatan *rule based expert system* menggunakan seperangkat aturan yang diturunkan dari pengetahuan pakar sebagai dasar penalaran untuk menghasilkan kesimpulan berdasarkan kondisi atau fakta yang dihadapi (Örücü dan Selek, 2020), pendekatan ini dapat digabungkan dengan model untuk proses awal sebagai input. Alur kerja penggabungan dapat dilihat seperti Gambar 2.5. Proses dimulai dengan dua komponen utama: *Rules* (Aturan) dan *Models* (Model). Aturan terdiri dari *Scenarios* (Skenario) yang menggambarkan berbagai kondisi atau situasi yang dapat memicu analisis lebih lanjut. Pendekatan *rule-based* dengan mekanisme inferensi *forward chaining* merupakan salah satu bentuk representasi pengetahuan yang disusun dalam bentuk aturan (*rules*), yang pada dasarnya terdiri atas bagian kondisi (*antecedent*) dan bagian aksi atau kesimpulan (*consequent*). Proses penalaran dimulai dari fakta-fakta awal yang tersedia, kemudian aturan yang sesuai dieksekusi secara bertahap hingga diperoleh suatu kesimpulan :

- a) *Antecedent*, yaitu bagian yang mengekspresikan situasi atau premis (pernyataan berawalan *IF*).
- b) Konsekuen, yaitu bagian aturan yang merepresentasikan tindakan atau kesimpulan yang dihasilkan apabila kondisi atau premis pada bagian antecedent terpenuhi, yang umumnya dinyatakan dalam bentuk pernyataan berawalan *THEN*.
- c) Konsekuensi atau kesimpulan yang terdapat pada bagian *THEN* akan dinyatakan valid apabila kondisi pada bagian *IF* terpenuhi dan sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan dalam sistem.



Gambar 2.5 Alur Kerja *Rule Based* dan Model

Model mencakup dua jenis pendekatan, yaitu *Anomaly Detection* (Deteksi Anomali), yang digunakan untuk mendeteksi pola dengan AutoMLP, dan *Predictive* (Prediktif) yang digunakan sebagai target. Kedua komponen ini, aturan dan model, memberikan input ke dalam *Scoring Engine* (Mesin Penilaian), yang bertanggung jawab untuk menilai situasi berdasarkan data yang diberikan. Skor performa yang dihasilkan model dari penilaian ini kemudian memicu satu dari tiga tindakan yang dapat diambil dalam alur kerja dan manajemen kasus, yaitu:

1. *Block Activity* (Blokir Aktivitas): Tindakan yang diambil jika aktivitas yang dihasilkan dianggap layak untuk dijalankan.
2. *Investigate* (Investigasi): Jika hasil penilaian menunjukkan adanya potensi masalah atau keraguan, dan
3. *Continue to Monitor* (Lanjutkan untuk Memantau): Jika hasil penilaian menunjukkan bahwa tidak ada masalah signifikan, aktivitas akan terus dijalankan.

### 2.3.6. Akuisisi Pengetahuan

Dalam tahapan akuisisi pengetahuan pada sistem pakar, penilaian yang bersifat kualitatif dari pakar perlu ditransformasikan ke dalam bentuk numerik agar dapat direpresentasikan secara komputasional. Oleh karena itu, penggunaan skala bertingkat seperti skala Likert banyak diterapkan dalam penelitian sistem pakar dan sistem informasi, karena mampu menerjemahkan persepsi pakar ke dalam nilai kuantitatif secara cukup representatif tanpa menambah kompleksitas pada struktur aturan dan mekanisme inferensi (Fadkhurosi, 2023). Dalam penelitian ini, penggunaan rentang nilai 1 sampai 5 mengacu pada prinsip skala Likert yang umum digunakan dalam akuisisi pengetahuan pakar dan sistem pendukung keputusan. Skala ini dipilih karena mampu merepresentasikan tingkat penilaian secara bertahap, menjaga konsistensi penilaian pakar, serta sesuai untuk diolah lebih lanjut dalam pemodelan berbasis pembelajaran mesin. Skala Likert sering diadopsi untuk mengubah penilaian kualitatif menjadi kuantitatif dan dianggap optimal karena cukup ekspresif tanpa meningkatkan kompleksitas aturan (Yoshimura et al., 2018).

### 2.3.7. Penentuan Atribut dan Fitur

Penentuan atribut atau fitur dalam penelitian ini dilakukan secara selektif dengan mempertimbangkan keterkaitannya terhadap faktor-faktor utama yang memengaruhi kinerja distribusi obat, khususnya aspek ketersediaan obat, infrastruktur pendukung, dan sumber daya (Permenkes, 2016). Atribut yang berkaitan dengan ketersediaan obat dipilih untuk merepresentasikan kondisi stok, tingkat kebutuhan, serta pola pemanfaatan obat pada fasilitas pelayanan kesehatan. Sementara itu, atribut infrastruktur mencerminkan kesiapan sarana dan sistem pendukung distribusi, termasuk fasilitas penyimpanan dan mekanisme distribusi. Adapun atribut sumber daya mencakup ketersediaan dan kompetensi sumber daya manusia serta dukungan teknologi yang berperan dalam menjamin kelancaran proses distribusi (BPPOM25, 2025).

Pemilihan atribut-atribut tersebut didasarkan pada hasil akuisisi pengetahuan dari pakar, observasi lapangan, serta kajian literatur, sehingga dinilai relevan dan memadai untuk digunakan baik dalam *rule based expert system* maupun

sebagai fitur masukan pada pemodelan pembelajaran mesin (Kumar, 2023). Atribut yang dipilih merepresentasikan faktor kunci yang berpengaruh terhadap keterkaitan langsung dengan tujuan penelitian, atribut tersebut juga dipilih karena bersifat terukur, konsisten, dan relevan untuk diolah baik dalam *rule based expert system* maupun sebagai fitur masukan pada algoritma AutoMLP, sehingga mendukung proses dalam pengambilan keputusan dan pemodelan secara efektif dan efisien (Chowdhury dan Haque, 2024).

### 2.3.8. Normalisasi Data

Proses pada *preprocessing* diawali dengan menentukan normalisasi data menggunakan fungsi *min-max* agar data bisa lebih tepat dan akurat. Normalisasi dilakukan pada satuan data yang berbeda sehingga dapat mengurangi gap atau jarak antar data sehingga dapat menghasilkan fluktuasi yang kecil (Soleimani Neysiani et al., 2020). Normalisasi dengan metode *min-max* merupakan teknik transformasi data numerik yang bertujuan memetakan nilai data ke dalam rentang tertentu, umumnya antara 0 dan 1. Seperti yang dijelaskan oleh persamaan 2.1.

Rumus minmax adalah sebagai berikut:

$$X_{new} = \frac{X_{old} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (2.1)$$

$X_{new}$  : Nilai baru  
 $X_{old}$  : Nilai lama  
 $X_{min}$  : Nilai terendah  
 $X_{max}$  : Nilai tertinggi.

Tujuan dari normalisasi ini adalah untuk menghindari dominasi fitur dengan skala besar terhadap model pembelajaran mesin serta mempercepat proses pelatihan. Metode ini sangat berguna ketika fitur-fitur memiliki satuan atau skala yang berbeda, sehingga setelah dinormalisasi, semua fitur akan berada pada skala yang setara dan lebih mudah diproses oleh algoritma.

### 2.3.9. Pembobotan

Bobot akan diambil dari rata-rata nilai input parameter setelah proses normalisasi. Kombinasi input parameter dengan bobot akan menghasilkan layer baru dan layer baru inilah yang disebut layer tersembunyi. Bobot awal pada setiap parameter biasanya dibangkitkan dengan menggunakan nilai acak antara 0 sampai dengan 1 (Meilia et al., 2018). Pada penelitian ini bobot pertama kali akan dibangkitkan berdasarkan pada kesepakatan dengan pakar farmasi yang terlibat dalam penelitian ini melalui data yang sudah dinormalisasi dengan menggunakan simpangan baku (Wu et al., 2023), sehingga nilai yang didapat pada setiap parameter masih dalam rentang jarak yang dipersyaratkan (Yousefpour et al., 2014), dengan rumus persamaan 2.2.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (2.2)$$

S : Simpangan baku  
 Xi : Nilai X ke-i  
 $\bar{X}$  : Nilai rata-rata data  
 n : Jumlah data.

### 2.3.10. Algoritma AutoMLP

AutoMLP (*Automatic Multi Layer Perceptron*) tidak memiliki formula tunggal, tetapi umumnya terdiri dari beberapa lapisan neuron yang dihubungkan. Setiap neuron menghitung output berdasarkan fungsi aktivasi (Matijaš, 2013), AutoMLP menggunakan rumus persamaan 2.3.

$$f(w, X) = \varphi \left( \sum_j^n w_j \left( \left( \sum_{i,j}^n w_{i,j} X_{i,j} \right) \right) \right) \quad (2.3)$$

Beberapa elemen yang harus diperhatikan adalah:

w : Bobot dari parameter input yang digunakan untuk menghubungkan fungsi aktivasi.  
 X : Input data.  
 $\varphi$  : Fungsi aktivasi.

Bagian terdalam:

$\sum_i w_{i,j} X_{i,j}$  : Adalah penjumlahan dari perhitungan antara bobot  $w_{i,j}$  dan input  $X_{i,j}$ . Ini bisa dilihat sebagai operasi linear di mana input  $X_{i,j}$  dipengaruhi oleh bobot  $w_{i,j}$ .

Fungsi aktivasi pertama:

$(\sum_{i,j} w_{i,j} X_{i,j})$  : Hasil dari perkalian tersebut kemudian dilewatkan melalui fungsi aktivasi, sehingga nilai ini berupa nilai *sum net function* ke-j ( $V_j$ ).

Lapisan berikutnya:

$\sum_j w_j ((\sum_{i,j} w_{i,j} X_{i,j}))$  : Setelah fungsi aktivasi pertama, hasilnya digunakan lagi untuk perkalian dengan bobot baru  $w_j$  dan diteruskan ke fungsi aktivasi lain dan nilai ini berupa nilai *sum net function* ( $V$ ). Hal ini menunjukkan adanya beberapa lapisan dalam struktur jaringan.

Fungsi aktivasi terakhir:

$\varphi \left( \sum_j w_j \left( \left( \sum_{i,j} w_{i,j} X_{i,j} \right) \right) \right)$  : Proses ini berulang hingga akhirnya kita mendapatkan output dari model setelah melalui beberapa lapisan penjumlahan dan fungsi aktivasi.

Fungsi Sigmoid (*Threshold Activation*) :

Fungsi aktivasi sigmoid diterapkan pada output node terakhir. Fungsi ini memberikan nilai keluaran dalam rentang 0 hingga 1 dan dapat menggambarkan hubungan kompleks antar parameter. Fungsi ini melakukan aktivasi untuk mendapatkan nilai akhir menggunakan *threshold activation function* dengan menggunakan rumus persamaan 2.4.

$$f(w, x) = \begin{cases} v \geq \theta, & y = 1 \\ v < \theta, & y = 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

$f(w, x)$  : *Threshold activation function*

$V$  : Nilai *sum net function*

$\theta$  : Nilai *threshold*

$Y$  : Nilai output layer.

### 2.3.11. Matriks Konfusi

Matriks konfusi (*confusion matrix*) merupakan representasi tabular yang digunakan untuk mengevaluasi performa model klasifikasi dengan membandingkan hasil prediksi terhadap label aktual. Matriks ini terdiri atas empat komponen utama, yaitu *true positive* (TP) yang menunjukkan jumlah data positif yang terklasifikasi dengan benar, *true negative* (TN) yang merepresentasikan data negatif yang teridentifikasi secara tepat, *false positive* (FP) yang menggambarkan data negatif yang salah diklasifikasikan sebagai positif, serta *false negative* (FN) yang menunjukkan data positif yang keliru diprediksi sebagai negatif.

Berikut adalah bentuk dasar *confusion matrix* untuk klasifikasi biner:

	Prediksi Positif	Prediksi Negatif
Aktual Positif	<i>True Positive</i> (TP)	<i>False Negative</i> (FN)
Aktual Negatif	<i>False Positive</i> (FP)	<i>True Negative</i> (TN)

Keterangan :

*True Positive* (TP) : Model memprediksi positif, dan ternyata benar positif (model memprediksi obat layak distribusi dan memang obat terdistribusi).

*True Negative* (TN) : Model memprediksi negatif, dan ternyata benar bernilai negatif (model memprediksi tidak layak distribusi dan memang obat tidak tersidtribusi).

*False Positive* (FP) : Model memprediksi positif, padahal sebenarnya negatif (model memprediksi kelayakan distribusi obat padahal sebenarnya tidak layak distribusi, disebut juga *Type I error*).

*False Negative* (FN) : Model memprediksi negatif, padahal sebenarnya positif (model memprediksi tidak layak distribusi padahal sebenarnya obat layak distribusi, biasanya disebut juga *Type II error*).

### 1. Akurasi

Akurasi adalah proporsi prediksi dari semua klasifikasi yang benar, baik positif maupun negatif terhadap jumlah total sampel. Secara matematis, Menghitung akurasi didefinisikan dengan menggunakan rumus persamaan 2.5.

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2.5)$$

Akurasi digunakan untuk menggambarkan proporsi prediksi yang dilakukan model secara benar terhadap seluruh data. Meskipun demikian, metrik ini dapat memberikan interpretasi yang menyesatkan apabila distribusi kelas pada dataset tidak seimbang.

### 2. Precision

Presisi menggambarkan tingkat ketepatan model dalam mengklasifikasikan data sebagai positif, yaitu perbandingan antara jumlah prediksi positif yang benar dengan keseluruhan prediksi positif yang dihasilkan model. Menghitung *precision* menggunakan rumus persamaan 2.6.

$$Precision = \frac{TP}{TP+F} \quad (2.6)$$

Presisi (*Precision*) menilai seberapa baik model menghindari kesalahan positif (*false positives*). Ini penting dalam konteks di mana kesalahan positif bisa sangat merugikan.

### 3. Recall

*Recall* (sensitivitas) merepresentasikan kemampuan model dalam mengenali seluruh data yang benar-benar termasuk ke dalam kelas positif, yaitu dengan membandingkan jumlah prediksi positif yang tepat terhadap keseluruhan data positif yang ada. Perhitungan nilai recall (sensitivity) dilakukan menggunakan rumus persamaan 2.7.

$$Recall = \frac{TP}{TP+F} \quad (2.7)$$

*Recall* merefleksikan tingkat keberhasilan model dalam mengidentifikasi seluruh data yang termasuk ke dalam kelas positif pada suatu dataset. Ini penting dalam konteks di mana kesalahan negatif (*false negatives*) harus diminimalkan.

#### 4. *F1-Score*

*F1-Score* merupakan metrik evaluasi pada model klasifikasi yang mengintegrasikan nilai presisi, yaitu ketepatan prediksi positif, dan *recall*, yaitu kemampuan model dalam mengenali seluruh data positif, ke dalam satu ukuran tunggal untuk merepresentasikan keseimbangan kinerja model. Formulasi *F1-Score* yang digunakan adalah persamaan 2.8.

$$F1 - Score = \frac{2(Precision \times Recall)}{Precision + Recall} \quad (2.8)$$

Karena sering terjadi *trade-off* antara *Precision* dan *Recall* (*precision* tinggi tapi *recall* rendah, atau sebaliknya), maka digunakanlah *F1-Score* untuk mencari keseimbangan. Semakin tinggi *F1-Score*, maka semakin baik keseimbangan antara *precision* dan *recall*. Jika salah satu (*precision* atau *recall*) nilainya rendah, maka *F1-Score* nilainya juga turun.

#### 5. MSE (*Mean Squared Error*)

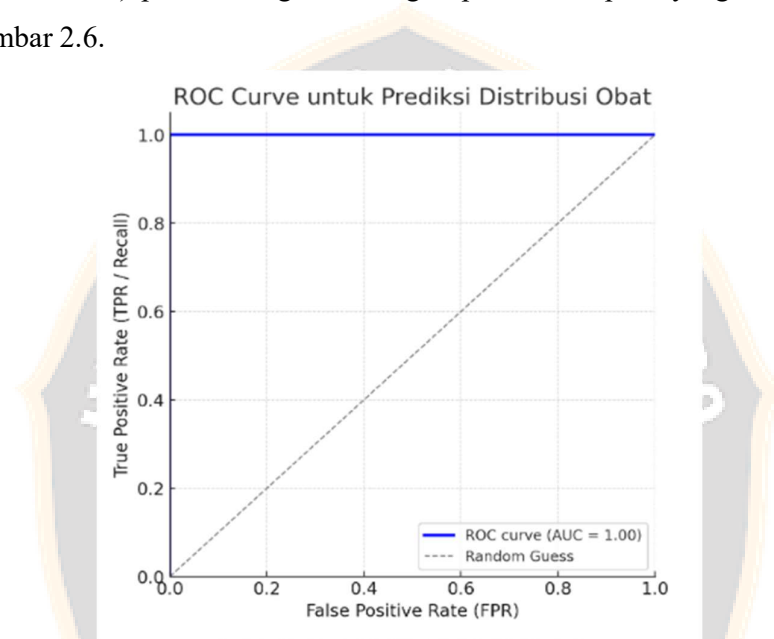
*Mean Squared Error* (MSE) merupakan metrik evaluasi yang menghitung rata-rata kuadrat perbedaan antara nilai observasi sebenarnya dan nilai hasil prediksi model, sehingga mencerminkan tingkat penyimpangan prediksi terhadap data aktual dalam bentuk kesalahan kuadrat, dengan persamaan 2.9.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y.true_i - Y.pred_i)^2 \quad (2.9)$$

Nilai MSE yang rendah menunjukkan bahwa hasil prediksi model mendekati kondisi sebenarnya, sehingga sistem berjalan lebih akurat dan tepat sasaran. Sebaliknya, Semakin besar MSE, maka semakin buruk akurasi model karena prediksi makin jauh dari nilai sebenarnya.

#### 6. AUC (*Area Under the Curve*)

*Area Under the Curve* (AUC) merepresentasikan tingkat kemampuan model klasifikasi dalam memisahkan kelas positif dan kelas negatif secara menyeluruh. Nilai AUC diperoleh dari kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC), yang memvisualisasikan hubungan antara tingkat deteksi benar (*True Positive Rate/recall*) dan tingkat kesalahan positif (*False Positive Rate*) pada berbagai ambang keputusan. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Grafik *Area Under the Curve*

Garis diagonal putus-putus merepresentasikan kinerja tebakan acak (*random guess*), sehingga jarak yang signifikan antara kurva ROC dan garis tersebut menegaskan bahwa model bekerja jauh lebih optimal dibandingkan klasifikasi acak, khususnya dalam meminimalkan *false positive rate* sekaligus memaksimalkan *true positive rate*. Garis biru pada grafik menandakan performa model dengan AUC, artinya model sangat baik membedakan nilai positif dan nilai negatif. Sedangkan untuk garis abu-abu menandakan tentang *baseline* acak. Semakin jauh kurva dari garis abu-abu (ke kiri atas), maka semakin baik model yang dihasilkan.

#### 2.4. Dinas Kesehatan Kabupaten Demak

Secara geografis, Kabupaten Demak terletak di wilayah pesisir utara Provinsi Jawa Tengah dengan posisi astronomis pada kisaran  $6^{\circ}43'26''$ – $7^{\circ}09'43''$  LS dan  $110^{\circ}27'58''$ – $110^{\circ}48'47''$  BT. Wilayah ini sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Jepara dan Laut Jawa, sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Kudus dan Kabupaten Grobogan, sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Semarang serta secara administratif, wilayah Kabupaten Demak berbatasan langsung dengan Kota Semarang di bagian barat. Kabupaten ini memiliki luas wilayah sekitar 896,28 km<sup>2</sup>, dengan Kecamatan Wedung sebagai kecamatan terluas yang mencakup area  $\pm 98,76$  km<sup>2</sup>, sementara Kecamatan Kebonagung merupakan wilayah dengan luasan terkecil, yaitu sekitar 41,99 km<sup>2</sup>. Kabupaten Demak secara resmi dibentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 1950 tentang Pembentukan Daerah-daerah Kabupaten dalam lingkungan Provinsi Jawa Tengah. Adapun pusat pemerintahan Kabupaten Demak berlokasi di kompleks Kantor Bupati Demak yang beralamat di Jalan Kyai Singkil Nomor 7, Demak (BPS, 2017; PemkabDemak, 2020).

Berdasarkan data sensus penduduk yang dihimpun oleh Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, jumlah penduduk pada tahun 2015 tercatat sebanyak 1.117.901 jiwa. Komposisi penduduk tersebut terdiri atas 553.876 jiwa penduduk laki-laki (49,55%) dan 564.025 jiwa penduduk perempuan (50,45%), sehingga rasio jenis kelamin menunjukkan sekitar 98 laki-laki untuk setiap 100 perempuan. Jika ditinjau dari aspek kepadatan, rata-rata kepadatan penduduk Kabupaten Demak yang dihitung berdasarkan wilayah kerja 27 Puskesmas dan 14 Puskesmas Pembantu mencapai 1.246 jiwa per km<sup>2</sup>. Wilayah kerja Puskesmas Mranggen 3 memiliki tingkat kepadatan penduduk tertinggi, yaitu sekitar 3.726 jiwa per km<sup>2</sup>. Kondisi ini dipengaruhi oleh letaknya sebagai kawasan penyangga yang berbatasan langsung dengan Kota Semarang. Sebaliknya, wilayah kerja Puskesmas Wedung 2 menunjukkan kepadatan penduduk terendah dengan jumlah sekitar 587 jiwa per km<sup>2</sup> (BPS, 2017; PemkabDemak, 2020).

Dinas Kesehatan Kabupaten Demak merupakan salah satu perangkat daerah yang dibentuk berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Demak Nomor 6

Tahun 2008 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas-Dinas Kabupaten Demak. Secara administratif, instansi ini berlokasi di Jalan Sultan Hadijaya Nomor 44, Kelurahan Mangunjiwan, Kecamatan Demak, Kabupaten Demak. Dinas Kesehatan Kabupaten Demak memiliki kewenangan dan tanggung jawab dalam pelaksanaan urusan pemerintahan daerah di bidang kesehatan sesuai dengan prinsip otonomi daerah. Dinas Kesehatan, yang merupakan unsur pelaksanaan Pemerintahan Kabupaten Demak dipimpin oleh seorang Kepala Dinas yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Bupati Kabupaten Demak melalui Sekretaris Daerah Kabupaten Demak.

Secara konseptual, permasalahan distribusi obat di Kabupaten Demak tidak bersifat linier dan seragam. Variasi kondisi geografis (wilayah pesisir dan rawan banjir), ketidakseimbangan stok antar fasilitas, serta inkonsistensi pelaporan menyebabkan pola risiko distribusi tidak dapat dijelaskan hanya dengan pendekatan statistik sederhana. Di sinilah peran dua komponen utama penelitian melalui pendekatan *rule based* dan algoritma AutoMLP menjadi relevan dan saling melengkapi.

Pertama, dari sisi pendekatan *rule based expert system*, karakter persoalan di Demak menunjukkan bahwa pengambilan keputusan selama ini masih sangat bergantung pada intuisi dan pengalaman pakar logistik kesehatan. Pengetahuan tersebut bersifat tacit dan belum terdokumentasi secara sistematis. Dengan membangun *rule base*, pengetahuan pakar mengenai indikator kuantitas, kualitas, masa berlaku, infrastruktur, serta sumber daya diformalkan dalam bentuk aturan dengan memberikan nilai skoring 1 sampai dengan 5. Dalam konteks *supply chain* distribusi obat di Kabupaten Demak, *rule base* berfungsi untuk:

1. Menstandarkan evaluasi antar puskesmas,
2. Mengurangi subjektivitas penilaian,
3. Memberikan transparansi logika keputusan,
4. Menjadi mekanisme kontrol awal terhadap potensi risiko distribusi.

Namun demikian, persoalan riil di Demak menunjukkan bahwa hubungan antar variabel seringkali tidak bersifat deterministik. Misalnya, kombinasi stok rendah dan keterlambatan distribusi tidak selalu menghasilkan dampak risiko yang

sama, karena dipengaruhi faktor musiman, permintaan mendadak, atau kondisi geografis tertentu. Artinya, rule base saja belum cukup untuk menangkap pola kompleks tersebut.

Kedua, di sinilah peran AutoMLP (Automatic Multilayer Perceptron) menjadi signifikan. AutoMLP memungkinkan sistem untuk:

1. Mempelajari pola non-linear dari data historis,
2. Mengoptimasi arsitektur jaringan secara otomatis,
3. Mengidentifikasi kombinasi variabel yang paling berpengaruh terhadap klasifikasi kelayakan.

Karakter data di Demak yang menunjukkan ketidakseimbangan kelas negatif kategori “tidak layak” lebih sedikit dibanding kelas positif kategori “layak” memperkuat pentingnya proses *machine learning*. Dengan bantuan teknik seperti SMOTE pada tahap prapengolahan, AutoMLP dapat dilatih secara lebih adil dan tidak bias terhadap kelas mayoritas.

Dengan demikian, keterkaitan antara persoalan riil di Demak dengan model yang dikembangkan dengan pendekatan *rule base* dapat menjawab kebutuhan formalisasi dan standarisasi penilaian berbasis pakar dan algoritma AutoMLP menjawab kebutuhan adaptivitas terhadap pola kompleks dan dinamis. Integrasi keduanya menghasilkan model baru yang:

1. Transparan secara logika,
2. Adaptif terhadap perubahan pola data,
3. Lebih akurat dalam klasifikasi risiko distribusi obat.

Secara metodologis, karakter unik persoalan di Dinas Kesehatan Kabupaten Demak justru memperkuat kebaruan penelitian, karena model yang dikembangkan tidak hanya mengadopsi pendekatan *rule based expert system* atau algoritma AutoMLP secara terpisah, tetapi mengintegrasikan keduanya untuk menjawab kompleksitas distribusi obat pada konteks daerah dengan tantangan operasional yang spesifik.