

REVIEW ARTIKEL : TEKNOLOGI DALAM PENGELOLAAN GUDANG INDUSTRI FARMASI

Article Review : Application of Technology in Pharmaceutical Industry Warehouse Management System

Putri Helena Junjung Buih^{1*}, Siti Malahayati¹, Nazhipah Isnani¹, Elvina Astria Agustin¹
Nur Izzati¹

¹ Universitas Lambung Mangkurat

*Korespondensi:putri.helena@ulm.ac.id

ABSTRACT

Application of technology in pharmaceutical industry warehouse management, focusing on warehouse management systems such as Warehouse Management System (WMS), Radio-frequency Identification (RFID), and Reorder Point (RO). This study shows that WMS facilitates real-time stock management and storage arrangements, although it requires significant investment. RFID improves product identification efficiency, but is susceptible to frequency interference. Reorder Point systems help in inventory control, but rely on the accuracy of historical data. In addition, artificial intelligence (AI) has the potential to improve operational efficiency, although it requires high-quality data and large investments. The application of these technologies is expected to improve the effectiveness of pharmaceutical warehouse management, ensure product quality and safety, and optimize inventory management. The latest trends such as Agile, Supply Chain 4.0, and Digital Twin are also discussed as methods that are increasingly popular in industry practice. This study is expected to contribute to the development of science and practice in the pharmaceutical field.

Keywords :Artificial intelligence, Reorder Point, RFID, Warehouse Management System, Warehouse Management

ABSTRAK

Penerapan teknologi dalam pengelolaan gudang industri farmasi, dengan fokus pada sistem manajemen gudang seperti *Warehouse Management System (WMS)*, *Radio-frequency Identification (RFID)*, dan *Reorder Point (RO)*. Penelitian ini menunjukkan bahwa WMS mempermudah manajemen stok dan pengaturan penyimpanan secara *real-time*, meskipun memerlukan investasi yang signifikan. RFID meningkatkan efisiensi identifikasi produk, namun rentan terhadap gangguan frekuensi. Sistem RO membantu dalam pengendalian persediaan, tetapi bergantung pada akurasi data historis. Selain itu, kecerdasan buatan (AI) berpotensi meningkatkan efisiensi operasional, meskipun memerlukan data berkualitas tinggi dan investasi besar. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan gudang farmasi, menjamin kualitas dan keamanan produk, serta mengoptimalkan manajemen persediaan. Tren terbaru seperti *Agile*, *Supply Chain 4.0*, dan *Digital Twin* juga dibahas sebagai metode yang semakin populer dalam praktik industri. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang farmasi.

Kata Kunci : Kecerdasan buatan, Reorder Point, RFID, Warehouse Management System, Pengelolaan Gudang



PENDAHULUAN

Industri farmasi di Indonesia menghadapi tantangan yang signifikan dalam meningkatkan daya saing di pasar global. Meningkatnya permintaan akan obat-obatan dan produk kesehatan, perusahaan-perusahaan farmasi dituntut untuk memastikan ketersediaan dan kualitas produk yang optimal. Salah satu aspek penting dalam mencapai tujuan ini adalah pengelolaan persediaan yang efisien, terutama dalam hal penyimpanan bahan baku dan produk jadi. Banyak perusahaan bersaing untuk memenuhi kebutuhan persediaan konsumen. Setiap perusahaan harus melakukan perbaikan dalam sistem manajemennya, terutama terkait pengelolaan persediaan bahan baku, agar proses produksi dapat berjalan dengan efisien (Satibi *et al.*, 2019). Gudang farmasi sangat penting untuk menjaga kualitas dan integritas obat-obatan. Gudang farmasi berperan sebagai titik kritis dalam rantai pasokan, memastikan bahwa obat-obatan disimpan dalam kondisi yang sesuai untuk mempertahankan efektivitas dan keamanannya hingga mencapai pengguna akhir. Keadaan teknologi saat ini di gudang farmasi ditandai oleh gabungan praktik tradisional dan inovasi yang baru muncul. Teknologi farmasi memainkan peran penting dalam pengembangan dan produksi obat, memastikan kualitas dan mempromosikan kesehatan (Sahroni & Sodik, 2024).

Teknologi pengelolaan gudang dalam industri farmasi memiliki peran yang krusial dalam memastikan kualitas dan keamanan produk. Penerapan teknologi pengelolaan gudang yang saat ini sering digunakan diantaranya *Warehouse Management System* (WMS), *Radio-frequency Identification* (RFID), robot dan otomatiasi, serta analisis data dan kecerdasan buatan. Literatur menyajikan pandangan yang beragam tentang peran teknologi dalam meningkatkan kualitas obat di gudang farmasi. Giwangkara *et al* (2023) menekankan pentingnya manajemen penyimpanan obat yang efektif, menyoroti bahwa kondisi penyimpanan yang tepat sangat penting untuk mempertahankan kualitas dan efektivitas obat. Temuan studi ini menegaskan perlunya evaluasi secara berkala untuk mencegah obat kadaluarsa dan memastikan pasokan obat yang konsisten.

METODE PENELITIAN

Tinjauan literatur ini dilakukan dengan pengkajian dengan menelusuri literatur-literatur tentang teknologi, manajemen dan pengelolaan gudang farmasi. Pencarian terhadap literatur tersebut dilakukan pada beberapa sumber diantaranya *PubMed*, *ScienceDirect* dan *Google Scholar* dengan menggunakan beberapa kata kunci yang digunakan seperti *Warehouse Management System*, RFID, *Reorder Point*, kecerdasan buatan, pengelolaan gudang. Artikel lain yang relevan dengan topik penelitian, baik dalam Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia, juga dimasukkan dalam analisis untuk memperkaya tinjauan yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut pada tabel 1 merupakan tabel hasil review artikel penelitian.

No	Metode	Kelebihan	Kekurangan	Referensi
1	WMS	Menyederhanakan pengelolaan persediaan, pengaturan penyimpanan,	Pengawasan stok yang dilakukan secara manual dengan kertas sering kali	(Azzahra & Fauziah, 2023)



		serta optimalisasi ruang gudang, melacak pengiriman, dan mengelola proses penyimpanan melalui aplikasi atau platform berbasis web, serta memungkinkan pemantauan stok barang secara cepat dan tepat.	membutuhkan waktu yang cukup lama dan memiliki risiko tinggi terhadap terjadinya kesalahan.	
2	RFID	Memiliki fitur penandaan yang membuat produk lebih mudah diidentifikasi sehingga membantu mengurangi kehabisan stok, lebih praktik karena berbasis sinyal, integrasi dengan IoT yang meningkatkan efisiensi dan akurasi, mengurangi biaya pegawai di beberapa area	Interferensi frekuensi yang rentan terhadap gangguan dari perangkat lain, keterbatasan jarak baca yang bergantung pada jenis tag dan kondisi lingkungan, tag yang rentan rusak jika terpapar kondisi ekstrim seperti suhu tinggi atau kelembapan berlebih	(Karmawan, 2012)
3	RO	Pengendalian persediaan yang efisien: RO dapat menghindari dari kehabisan stok dengan menentukan kapan harus memesan kembali, sehingga meminimalkan risiko kekurangan barang. Peningkatan layanan pelanggan: memastikan barang tersedia saat dibutuhkan sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan. Sederhana dan mudah dipahami: relatif mudah untuk diterapkan dan dipahami, baik oleh manajer maupun staf. Fleksibilitas: RO dapat disesuaikan dengan berbagai jenis produk dan kondisi pasar.	Ketergantungan data historis: RO bergantung pada data permintaan historis, yang mungkin tidak selalu mencerminkan permintaan masa depan. Variabilitas permintaan: jika permintaan sangat fluktuatif, RO mungkin tidak efektif dalam menjaga keseimbangan antara persediaan dan permintaan. Waktu lead yang tidak konsisten: pengiriman pemasok tidak dapat diprediksi Biaya penyimpanan: jika persediaan tidak dikelola dengan baik	(Utama & Yulianti, 2019)
4	Analisis data dan kecerdasan buatan	Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik: AI dapat menganalisis data dalam jumlah besar dan memberikan wawasan yang membantu	Kualitas Data: AI sangat bergantung pada data yang berkualitas. Data yang tidak akurat atau tidak lengkap dapat menghasilkan keputusan	(Santoso & Widyastuti, 2021)

<p>pengambilan keputusan yang lebih informasional.</p> <p>Efisiensi Operasional: Mengotomatiskan proses analisis data mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mengolah informasi, meningkatkan efisiensi.</p> <p>Prediksi yang Akurat: Dengan algoritma pembelajaran mesin, AI dapat meningkatkan akurasi prediksi permintaan dan tren pasar.</p> <p>Personalisasi Layanan: AI dapat digunakan untuk menganalisis perilaku pelanggan dan memberikan rekomendasi yang lebih relevan.</p>	<p>yang buruk.</p> <p>Biaya Implementasi: Penggunaan AI memerlukan investasi awal yang signifikan dalam infrastruktur teknologi dan pelatihan sumber daya manusia.</p> <p>Kompleksitas: Model AI dan analisis data sering kali rumit dan membutuhkan pemahaman teknis yang mendalam.</p> <p>Risiko Keamanan: Pengolahan data besar berisiko terhadap pelanggaran keamanan dan privasi data.</p>
---	--

Studi di berbagai makalah termasuk gudang farmasi, apotek, dan fasilitas kesehatan yang terlibat dalam penyimpanan, distribusi, dan manajemen obat. Entitas-entitas ini terlibat dalam implementasi teknologi dan sistem untuk memastikan kualitas dan ketersediaan obat. Industri farmasi di Indonesia menghadapi tantangan untuk meningkatkan daya saing melalui pengelolaan persediaan yang efisien. Gudang farmasi berperan penting dalam menjaga kualitas dan integritas obat-obatan, sehingga penerapan teknologi dalam pengelolaan gudang menjadi krusial. Beberapa teknologi yang dibahas dalam jurnal ini meliputi *Warehouse Management System (WMS)*, *Radio-frequency Identification (RFID)*, dan *Reorder Point (RO)* (Sahroni, 2024).

Warehouse Management System (WMS) adalah perangkat lunak yang dirancang untuk mempermudah pengelolaan persediaan, pengaturan penyimpanan, dan optimalisasi ruang di gudang. Dengan adanya sistem ini, staf gudang dapat dengan mudah memeriksa jumlah stok, melacak pengiriman, dan mengelola proses penyimpanan melalui aplikasi atau platform berbasis web. Salah satu manfaat utama dari WMS adalah kemampuannya untuk memantau persediaan dengan cepat dan akurat. Proses pencatatan dan pemantauan yang dilakukan secara manual dengan kertas sering kali memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan. Namun, dengan sistem ini, karyawan dapat mengetahui jumlah barang yang tersedia secara *real-time*. Hal ini memungkinkan pengelolaan gudang yang lebih efisien, mencegah kekurangan persediaan, dan mengurangi risiko kerugian akibat kekurangan stok (Azzahra & Fauziah, 2023).

RFID merupakan teknologi pengumpulan data yang menggunakan frekuensi radio dalam operasionalnya, yang memungkinkan identifikasi, pelacakan, dan penyimpanan informasi yang terdapat dalam tag RFID secara elektronik. Teknologi ini memfasilitasi identifikasi setiap jenis barang, sehingga proses pengenalan setiap item dalam rantai pasokan menjadi lebih sederhana dan efisien (Detasari *et al.*, 2020). Teknologi RFID banyak digunakan untuk mengatasi masalah dalam identifikasi objek atau barang, serta untuk menentukan lokasi suatu barang. Di supermarket, RFID dapat digunakan untuk memperbarui informasi stok dan mengidentifikasi barang tersebut. Teknologi ini mempermudah dan mempercepat proses pengenalan stok di supermarket.

Beberapa keuntungan yang diperoleh meliputi: (1) rak pintar berbasis RFID dapat mendeteksi keberadaan setiap item di rak. Ketika pelanggan mengambil suatu item, sistem akan mengenali dan mencatat item tersebut, memungkinkan inventarisasi rak secara real-time; (2) laporan mengenai inventaris dapat diakses secara langsung, sehingga pengecer dapat memperoleh informasi terkini tentang stok barang; (3) pengecer dapat mengurangi masalah kekurangan stok yang dapat menyebabkan kehilangan penjualan; (4) meningkatkan keamanan barang melalui penggunaan tag RFID (Karmawan, 2012).

Reorder atau *reorder poin (RO/ROP)* merupakan titik atau batas jumlah persediaan saat pemesanan perlu dilakukan kembali. Titik ini mengacu pada bagian pembelian untuk menggantikan persediaan yang telah digunakan. Penentuan titik ini, perlu memperhitungkan jumlah penggunaan persediaan selama barang yang dipesan belum tiba dan persediaan minimum. Besarnya penggunaan persediaan sebelum barang diterima dipengaruhi oleh *lead time* dan tingkat penggunaan rata-rata. Titik pemesanan kembali = *lead time* x jumlah penggunaan rata-rata + persediaan pengaman (Bastomi, 2023).

$$ROP = (\text{Average rate of usage} \times \text{Lead time}) + \text{Safety stock}$$

Perhitungan *safety stock*, EOQ dan ROP dapat diketahui persediaan yang paling efektif dan efisien. Sehingga terwujud manajemen persediaan yang baik. Menentukan titik minimum dan maximum persediaan dengan rumus sebagai berikut:

$$MS = SS + EOQ$$

keterangan:

MS = *Maximum Inventory point*, titik persediaan maksimum

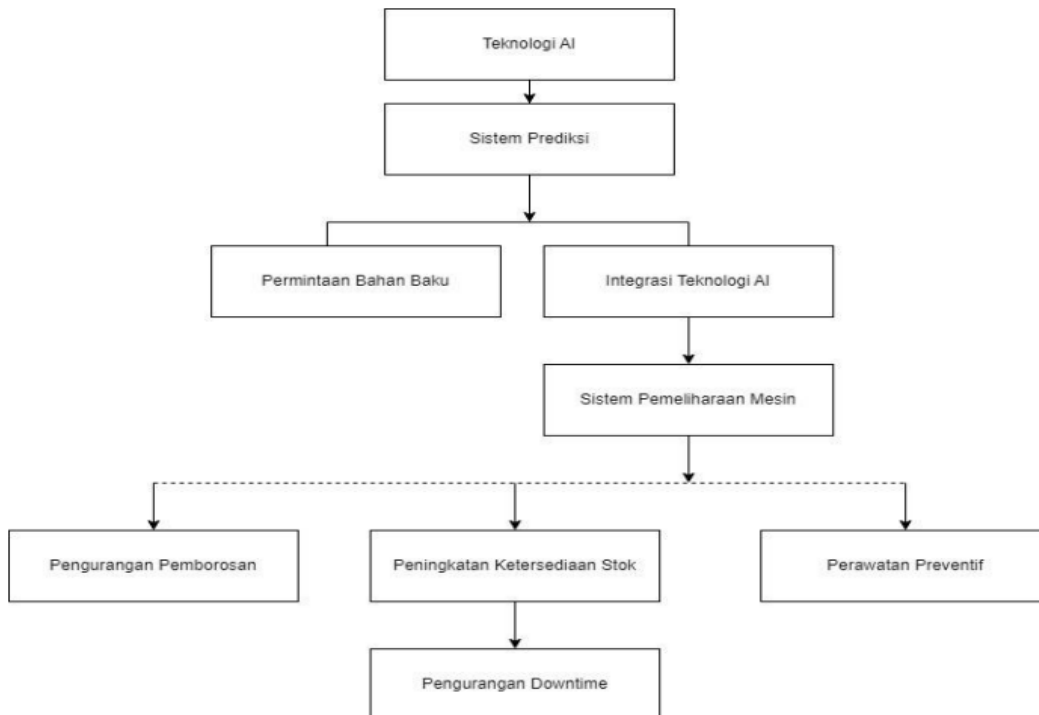
SS = *Safety stock, minimum inventory point (Mn)* sesaat sebelum pembelian datang

EOQ = *Economic Order Quality*

(Bastomi, 2023).

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) di perusahaan manufaktur dapat meningkatkan efisiensi operasional dalam beberapa cara. Kecerdasan AI memungkinkan perusahaan mengoptimalkan rantai pasokan mereka dengan memperkirakan permintaan, mengelola inventaris, dan merencanakan produksi secara lebih akurat. Kecerdasan AI dapat meningkatkan kualitas produk dengan mendeteksi kesalahan selama proses produksi secara otomatis. Kemampuan AI dalam menganalisis data dalam jumlah besar juga memungkinkan perusahaan melakukan pemeliharaan prediktif pada aset pabrik dan mengurangi waktu henti produksi yang tidak direncanakan. Penggunaan AI di perusahaan manufaktur mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi limbah produksi, dan meningkatkan efisiensi energi. Transformasi digital telah menjadi fokus utama dalam revolusi industri yang telah berdampak pada hampir semua bidang kegiatan manufaktur. Kemajuan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), perusahaan manufaktur memiliki kesempatan besar untuk meningkatkan efisiensi operasional. AI mampu memberikan solusi cerdas dan adaptif terhadap tantangan dalam lingkungan manufaktur yang kompleks dan berubah dengan cepat. Teknologi AI telah membuka pintu bagi perusahaan manufaktur untuk meningkatkan produktivitas, meningkatkan kualitas produk, mengurangi biaya produksi, dan mengoptimalkan rantai pasokan. Kemampuan untuk mengolah dan menganalisis data besar (*big data*) dengan cepat, AI dapat memberikan wawasan berharga bagi pengambilan keputusan, memungkinkan perusahaan mengidentifikasi pola-pola yang tidak terdeteksi sebelumnya, mendeteksi anomali, dan meramalkan kejadian masa depan. Sehingga dalam banyak kasus, implementasi AI telah menghasilkan perbaikan yang signifikan dalam berbagai aspek operasional, mulai dari manajemen inventaris, perencanaan produksi, pemeliharaan mesin, hingga kualitas produk (Novita & Zahra, 2024).

Berbagai aplikasi kecerdasan buatan (AI) yang diadopsi, seperti sistem prediksi permintaan bahan baku dan integrasi teknologi AI dalam sistem pemeliharaan mesin, telah menghadirkan perubahan signifikan dalam proses operasional perusahaan. Implementasi sistem prediksi permintaan bahan baku menggunakan *algoritma machine learning* telah membantu perusahaan mengurangi pemborosan dan meningkatkan ketersediaan stok secara signifikan. Dengan menggunakan data historis mengenai permintaan pelanggan dan tren pasar, sistem ini dapat menghasilkan perkiraan yang lebih akurat mengenai kebutuhan bahan baku di masa depan. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk merencanakan produksi dan pengadaan bahan baku dengan lebih efisien, menghindari kelebihan persediaan atau kekurangan bahan baku yang dapat mengganggu proses produksi (Novita & Zahra, 2024).



Gambar 1. Diagram Alir Kontribusi Teknologi AI (Novita & Zahra, 2024)

Diagram alir tersebut menyajikan cara penerapan teknologi kecerdasan buatan (AI) di PT. XYZ dan kontribusinya terhadap efisiensi operasional perusahaan. Pertama, teknologi AI digunakan melalui sistem prediksi, yang membantu dalam meramalkan permintaan bahan baku berdasarkan pola dan tren yang teridentifikasi. Ini memungkinkan perusahaan untuk mengelola persediaan dengan lebih efisien, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan ketersediaan stok bahan baku yang tepat pada waktu yang tepat. Selain itu, teknologi AI juga diintegrasikan ke dalam sistem pemeliharaan mesin perusahaan. Melalui integrasi ini, perusahaan dapat melakukan perawatan preventif yang lebih efektif pada mesin-mesin produksi. Dengan menganalisis data historis dan kondisi mesin secara real-time, sistem ini dapat mengidentifikasi potensi masalah atau kegagalan sebelum mereka terjadi, mengurangi downtime yang tidak terduga dan biaya pemeliharaan yang tidak perlu. Dampak dari implementasi AI ini sangat signifikan. Perusahaan melihat pengurangan pemborosan dan peningkatan ketersediaan stok, yang secara langsung meningkatkan efisiensi operasional. Selain itu, perawatan preventif yang lebih efektif juga mengurangi risiko kerusakan mesin dan

downtime, yang pada gilirannya meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya perawatan jangka panjang (Novita & Zahra, 2024).

Pengembangan metode yang lebih baik untuk menemukan dan mengadaptasi industri untuk membuat proses PPIC (Perencanaan Produksi dan Pengendalian Inventaris) menjadi lebih sederhana, cepat, dan praktis. Beberapa teknik terbaru dalam PPIC (Perencanaan Produksi dan Pengendalian Inventaris), seperti metodologi *agile*, *supply chain 4.0* dan *digital twins*, menjadi semakin populer dalam praktik industri modern. Metodologi *Agile* adalah pendekatan pengembangan yang berfokus pada peningkatan bertahap, rilis perangkat lunak tambahan, mengurangi kompleksitas proses, menghasilkan kode berkualitas tinggi, dan secara aktif melibatkan pelanggan dalam proses pengembangan. Berbagai metodologi *agile* yang dikembangkan dan digunakan dalam konteks manajemen proyek antara lain *Scrum* dan *Lean Software Development* (LSD), *Kanban*, *Extreme Programming* (XP), *Adaptive Software Development* (ASD), dan *Agile Modeling* (AM), termasuk *Crystal* dan *Dynamic*. Metodologi *Agile* memberikan kerangka kerja yang memungkinkan tim proyek untuk terus berkolaborasi, menyesuaikan rencana berdasarkan umpan balik, dan fokus dalam memberikan nilai kepada pelanggan (Hidayah & Nur, 2024).

Goetschalckx (2011) memberikan definisi yang menjelaskan "Rantai pasokan adalah jaringan sumber daya dan proses terintegrasi yang bertanggung jawab atas perolehan bahan baku, transformasi bahan-bahan ini menjadi produk menengah dan jadi, dan distribusi produk jadi ke pelanggan akhir.". Menurut Chopra dan Meindl (2001), "SC terdiri dari semua pihak yang terlibat, secara langsung atau tidak langsung, dalam memenuhi permintaan pelanggan. SC tidak hanya mencakup produsen dan pemasok, tetapi juga transporter, gudang, pengecer, dan bahkan pelanggan itu sendiri. Istilah SC memunculkan citra produk atau pasokan yang berpindah dari pemasok ke produsen ke distributor ke pengecer ke pelanggan di sepanjang rantai (Govindan *et al.*, 2022). *Digital twin* didefinisikan sebagai representasi virtual dari aset fisik menggunakan teknologi yang memungkinkan kembaran digital menerima pembaruan secara *real-time* melalui koordinasi dua arah sehingga aset virtual dapat berfungsi secara *real-time*. Termasuk kemampuan *digital twin* yang memungkinkan pembaruan secara *real-time* dan batasan robot yang beradaptasi dengan perubahan di lapangan (Wati *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Teknologi pengelolaan gudang industri farmasi meliputi beberapa sistem utama seperti *Warehouse Management System* (WMS), *Radio-frequency Identification* (RFID), *Reorder Point* (RO/ROP), dan analisis data serta kecerdasan buatan (AI). Masing-masing teknologi memiliki kelebihan dan kekurangan; WMS mempermudah pemantauan stok secara *real-time* meskipun memerlukan investasi sistem, sementara RFID memudahkan identifikasi produk tetapi rentan terhadap gangguan frekuensi. Sistem *Reorder Point* membantu dalam manajemen persediaan, namun bergantung pada akurasi data historis, sedangkan AI dapat meningkatkan efisiensi operasional tetapi memerlukan investasi besar dan data yang berkualitas. Penerapan teknologi-teknologi ini berpotensi meningkatkan efisiensi operasional gudang, menjamin kualitas dan keamanan produk farmasi, serta mengoptimalkan manajemen persediaan. Selain itu, tren terbaru dalam pengembangan metode seperti *Agile*, *Supply Chain 4.0*, dan *Digital Twin* semakin populer dalam praktik industri untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan gudang farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzahra, S. A & L. Fauziah. 2023. Efektivitas Penerapan Warehouse Management System (WMS) pada Gudang PT XYZ. *Jurnal Bisnis, Logistik, dan Supply Chain*. **3**: 79-82.
- Bastomi, M. 2023. Analisis Metode Economic Order Quantity, Safety Stock, Reorder Point, Dan Cost Of Inventory Dalam Mengoptimalkan Manajemen Persediaan Umkm Bakso Pedas. *Indonesian Journal Of Contemporary Multidisciplinary Research*. **2**: 29-44.
- Giwangkara, I. G. A. A. N., D. A. P. S. Dewi, I. G. N. Mayun & N. P. A. Suryaningsih. 2023. Evaluation of Medicine Storage Management and Compatibility With Storage Standards in The Pharmaceutical Warehouse of Hospital Badung Regency. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*. **20**: 205-215.
- Hidayah, N. A., & Asnadi, N. M. 2024. Penerapan Metode Agile Dalam Manajemen Proyek: Systematic Literature Review. *Jurnal Perangkat Lunak*. **6** :43-53.
- Karmawan, I. G. M. 2012. Dampak RFID pada Stok Barang Retailer. *ComTech*. **3**: 60-77.
- Novita, Y., & Zahra, R. 2024. Penerapan artificial intelligence (AI) untuk meningkatkan efisiensi operasional di perusahaan manufaktur: Studi kasus PT. XYZ. *Jurnal manajemen dan Teknologi*. **1**: 11-21.
- Sahroni, A. K & J. J. Sodik. 2024. Integrasi Teknologi di Gudang Farmasi: Tantangan dan Peluang untuk Meningkatkan Kualitas dan Keamanan Obat. *An-Najat: Jurnal Ilmu Farmasi dan Kesehatan*. **2**: 238-248.
- Satibi., A. Fudholi, E. C. Tuko & G. L. Swastiandari. 2019. Pengendalian Persediaan, Fasilitas Penyimpanan dan Distribusi pada Industri Farmasi dalam Mendukung Ketersediaan Obat Era JKN. *JMPF*. **9**: 27-37.
- Utama, D., & Yulianti, S. 2019. Analisis Reorder Point untuk Optimalisasi Persediaan pada Usaha Kecil dan Menengah. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia*. **7**: 200-210.
- Wati, D. L., Ranna, P., & Oei, F. J. 2024. Perkembangan Integrasi Digital Twin dan Robotik di Industri Konstruksi. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*. **1**: 611-620.