RANCANG BANGUN PROTOTIPE *PURCHASE ORDER* OBAT OTOMATIS BERBASIS AI DAN BLOCKCHAIN UNTUK LAYANAN KESEHATAN MITRA BPJS

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Komputer (M.Kom)

NENDI SUNENDAR
14240027

Program Studi Informatika (S2)
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Nusa Mandiri
Jakarta
2026

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN
BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Nendi Sunendar
NIM	: 14240027
Program Studi	: Informatika
Fakultas	: Teknologi Informasi
Jenjang	: Strata Dua (S2)
Peminatan	: Artificial Intelligence & Blockchain

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang telah saya buat dengan judul: "**Rancang Bangun Prototipe Purchase Order Obat Otomatis Berbasis AI Dan Blockchain Untuk Layanan Kesehatan Mitra BPJS**" adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar, serta belum pernah diterbitkan atau dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tesis yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari Program Studi Informatika (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri dicabut/dibatalkan.

Jakarta, 11 Agustus 2026
Yang menyatakan,



Nendi Sunendar

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: Nendi Sunendar
NIM	: 14240027
Program Studi	: Informatika
Fakultas	: Teknologi Informasi
Jenjang	: Strata Dua (S2)
Peminatan	: Artificial Intelligence & Blockchain
Jenis Karya	: Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui untuk memberikan izin kepada pihak Program Studi Informatika (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri, **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : "**Rancang Bangun Prototipe Purchase Order Obat Otomatis Berbasis AI Dan Blockchain Untuk Layanan Kesehatan Mitra BPJS**" beserta perangkat yang diperlukan (apabila ada).

Dengan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** ini, pihak Universitas Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih-media atau bentuk-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (database), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Nusa Mandiri, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 Agustus 2026
Yang menyatakan,



Nendi Sunendar

PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS

Tesis ini diajukan oleh:

Nama	: Nendi Sunendar
NIM	: 14240027
Program Studi	: Informatika
Jenjang	: Strata Dua (S2)
Konsentrasi	: Artificial Intelligence & Blockchain
Judul Tesis	: Rancang Bangun Prototipe Purchase Order Obat Otomatis Berbasis AI Dan Blockchain Untuk Layanan Kesehatan Mitra BPJS

Untuk dipertahankan pada periode 2026-1 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) pada Program Studi Informatika (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 11 Agustus 2026

PEMBIMBING TESIS

Ditandatangani Digital:
Kursehi Falgenti
2026-08-18 13:20:53

Pembimbing : Dr. Kursehi Falgenti, S.Kom, M.Kom. .....

D E W A N P E N G U J I

Penguji I : Dr. Linda Marlinda, M.M., M.Kom. .....

Penguji II : Dr. Irwansyah Saputra., M.Kom. .....

Penguji II/
Pembimbing : Dr. Kursehi Falgenti., M.Kom. .....

PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS

Tesis ini diajukan oleh:

Nama	: Nendi Sunendar
NIM	: 14240027
Program Studi	: Informatika
Jenjang	: Strata Dua (S2)
Konsentrasi	: Artificial Intelligence & Blockchain
Judul Tesis	: Rancang Bangun Prototipe Purchase Order Obat Otomatis Berbasis AI Dan Blockchain Untuk Layanan Kesehatan Mitra BPJS

Telah dipertahankan pada periode 2026-1 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) pada Program Studi Informatika (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 11 Agustus 2026

PEMBIMBING TESIS

Pembimbing : Dr. Kursehi Falgenti, S.Kom, M.Kom. .....

Ditandatangani Digital:
Kursehi Falgenti
2026-08-18 13:20:53

D E W A N P E N G U J I

Penguji I : Dr. Linda Marlinda, M.M., M.Kom. .....

Ditandatangani Digital:
Linda Marlinda
2026-08-11 16:03:39

Penguji II : Dr. Irwansyah Saputra., M.Kom. .....

Ditandatangani Digital:
Irwansyah Saputra 2026-08-12 11:53:39

Penguji II/
Pembimbing : Dr. Kursehi Falgenti., M.Kom. .....

Ditandatangani Digital:
Kursehi Falgenti
2026-08-12 08:28:15

LEMBAR BIMBINGAN TESIS

UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

NIM : 14240027
Nama Lengkap : Nendi Sunendar
Dosen Pembimbing : Dr. Kursehi Falgenti, M.Kom
Judul Tesis : Rancang Bangun Prototipe Purchase Order Obat Otomatis Berbasis AI Dan Blockchain Untuk Layanan Kesehatan Mitra BPJS.

No	Tanggal Bimbingan	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	3/16/2026	Pemeriksaan Proposal, Perbaikan Bab I: rumusan masalah, gap dan novelty	
2.	4/4/2026	Penyesuaian kembali uraian arsitektur sistem agar konsisten dengan gambar, metode, dan rancangan penelitian.	
3.	4/18/2026	Evaluasi metodologi penelitian untuk artikel blockchain serta penyelesaian revisi berdasarkan hasil diskusi	
4.	5/7/2026	Proses pengambilan dataset di rumah sakit	
5.	6/17/2026	Penambahan landasan Permenkes No. 28 Tahun 2024 dan penegasan manfaat sistem bagi pasien BPJS	
6.	7/4/2026	Revisi kesimpulan agar ringkas dan menjawab seluruh tujuan penelitian.	
7.	7/29/2026	Prototipe aplikasi AI dan blockchain perlu diberikan kepada pihak RSUP Persahabatan untuk ditinjau dan divalidasi berdasarkan fitur yang telah dikembangkan.	
8.	7/31/2026	Evaluasi aplikasi yang dibuat, slide presentasi, evaluasi artikel yang sudah dikirim ke jurnal	

Catatan untuk dosen pembimbing
Bimbingan Tesis

* Dimulai pada tanggal : 16 Maret 2026….
* Diakhiri pada tanggal : 31 Juli 2026…….
* Jumlah pertemuan bimbingan : 8 (delapan) kali bimbingan

Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing

Ditandatangani Digital:
Kursehi Falgenti
2026-08-01 06:28:33

(Dr. Kursehi Falgenti, M.Kom.)

Keterangan:
** Lembar bimbingan Tesis diketik dengan minimal 8 (delapan) kali bimbingan dan telah ditandatangani oleh Dosen Pembimbing*
** Untuk kolom tanda tangan pada lembar konsultasi cukup hanya paraf saja.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Prototipe Purchase Order Obat Otomatis Berbasis AI Dan Blockchain Untuk Layanan Kesehatan Mitra BPJS" ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menempuh pendidikan pada Program Studi Informatika (S2), Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perancangan prototipe sistem yang mengintegrasikan model prediksi kebutuhan obat, kebijakan inventori, serta teknologi blockchain dalam mendukung pembentukan rekomendasi Purchase Order obat pada layanan kesehatan mitra BPJS. Rekomendasi yang dihasilkan tidak mengeksekusi pembelian secara mandiri, tetapi tetap melalui tahapan validasi dan persetujuan pihak berwenang. Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pengadaan obat yang lebih adaptif, terukur, transparan, dan auditabel.

Penulis menyadari bahwa proses penyusunan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Nusa Mandiri.
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Mandiri.
3. Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.
4. Ketua Program Studi Informatika (S2) Universitas Nusa Mandiri.
5. Bapak Dr. Kursehi Falgenti, M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta memberikan arahan dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan penelitian ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Informatika (S2), Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri, yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman selama penulis menempuh pendidikan.
7. Seluruh staf akademik dan administrasi Universitas Nusa Mandiri yang telah membantu proses administrasi selama masa studi.

8. Pihak RSUP Persahabatan yang telah memberikan dukungan dan data yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian.
9. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, material, dan semangat kepada penulis.
10. Rekan-rekan mahasiswa serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan hingga terselesaikannya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan penyempurnaan penelitian ini pada tahap selanjutnya.

Akhir kata, penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang prediksi kebutuhan obat, pengelolaan inventori, serta penerapan AI dan blockchain pada layanan kesehatan, maupun bagi pihak-pihak yang memerlukan.

Jakarta, 11 Agustus 2026
Penulis



Nendi Sunendar

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

ABSTRAK

Perencanaan persediaan obat pada layanan kesehatan mitra BPJS masih bertumpu pada konsumsi historis dan estimasi petugas, sehingga belum mampu menangkap pola kebutuhan dinamis, musiman, dan nonlinear. Ketidakakuratan perencanaan berisiko menimbulkan stockout yang mengganggu pelayanan maupun overstock yang meningkatkan biaya penyimpanan dan risiko kedaluwarsa. Proses pengadaan memerlukan transparansi, integritas data, dan keterlacakan agar setiap tahapan Purchase Order dapat dipantau. Penelitian ini merancang dan mengevaluasi prototipe Purchase Order obat otomatis berbasis Artificial Intelligence dan blockchain. Tahapan penelitian meliputi prapemrosesan data, analisis outlier dan stasioneritas, feature engineering, studi ablasi, rolling time-series cross-validation, pemilihan model terbaik per obat, integrasi ABC–VEN, safety stock, reorder point, serta pencatatan transaksi pada Hyperledger Fabric melalui smart contract. Istilah otomatis mengacu pada eksekusi Purchase Order oleh chaincode setelah rekomendasi memenuhi aturan inventori dan memperoleh validasi serta persetujuan sesuai alur bisnis; transaksi kemudian dicatat pada blockchain dan diteruskan agar langsung diterima dan ditindaklanjuti vendor tanpa menghilangkan otorisasi pihak berwenang. Evaluasi terhadap 100 obat menggunakan tiga fold dan metrik MAE, RMSE, serta MAPE menunjukkan bahwa LightGBM konfigurasi LGB_LR001 memberikan performa terbaik dengan MAE 3,7825, RMSE 5,2104, dan MAPE 84,5532%. Tingginya MAPE dipengaruhi data sparse dan intermiten, dengan lebih dari 81% observasi bernilai nol, sehingga MAPE digunakan sebagai metrik pendukung bersama MAE dan RMSE. Model terbaik per obat menghasilkan prediksi 7, 21, dan 30 hari yang diintegrasikan dengan kebijakan inventori untuk membentuk rekomendasi pemesanan. Pengujian 6.400 transaksi pada beban 10–150 TPS mencapai keberhasilan 100%, throughput maksimum 149,85 TPS, dan latensi rata-rata 0,070 detik. Prototipe mendukung pengadaan yang terukur, transparan, terlacak, dan auditabel.

Kata kunci: *Artificial Intelligence*, blockchain, forecasting, ABC–VEN, *reorder point, Purchase Order*, Hyperledger Fabric.

ABSTRACT

Medicine inventory planning in BPJS-affiliated healthcare facilities still relies on historical consumption and staff estimates, which are limited in capturing dynamic, seasonal, and nonlinear demand patterns. Inaccurate planning may lead to stockouts that disrupt healthcare services or overstocks that increase storage costs and expiration risks. Procurement processes also require transparency, data integrity, and traceability so that each stage of a Purchase Order can be monitored. This study designs and evaluates an Artificial Intelligence- and blockchain-based prototype for automated medicine Purchase Orders. The research stages include data preprocessing, outlier and stationarity analysis, feature engineering, ablation studies, rolling time-series cross-validation, best-model selection for each medicine, integration of ABC–VEN, safety stock, and reorder point policies, as well as transaction recording on Hyperledger Fabric through smart contracts. In this study, the term "automated" refers to the execution of a Purchase Order by chaincode after the recommendation satisfies inventory rules and receives validation and approval according to the business workflow; the transaction is then recorded on the blockchain and forwarded so that it can be directly received and processed by the vendor without eliminating the authorization of responsible personnel. Evaluation of 100 medicines using three folds and MAE, RMSE, and MAPE showed that LightGBM configuration LGB_LR001 achieved the best performance, with an MAE of 3.7825, RMSE of 5.2104, and MAPE of 84.5532%. The high MAPE was influenced by sparse and intermittent data, with more than 81% of observations equal to zero; therefore, MAPE was treated as a supporting metric alongside MAE and RMSE. The best model for each medicine generated 7-, 21-, and 30-day forecasts, which were integrated with inventory policies to produce order recommendations. Testing 6,400 transactions at 10–150 TPS achieved a 100% success rate, maximum throughput of 149.85 TPS, and average latency of 0.070 seconds. The prototype supports measurable, transparent, traceable, and auditable medicine procurement.

***Keywords**: Artificial Intelligence, blockchain, forecasting, ABC–VEN, reorder point, Purchase Order, Hyperledger Fabric.*

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN BEBAS PLAGIARISME ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS iii
PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS iv
PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS v
LEMBAR BIMBINGAN TESIS vi
KATA PENGANTAR vii
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Identifikasi Masalah 6
1.3. Tujuan Penelitian 7
1.4. Ruang Lingkup Penelitian 7
1.5. Sistematika Penulisan 9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 11
2.1. Tinjauan Teori 11
2.1.1. Pengelolaan Persediaan Obat pada Layanan Kesehatan 11
2.1.2. Peramalan Kebutuhan Obat Berbasis Deret Waktu 12
2.1.3. Model Prediksi Kebutuhan Obat 12
2.1.4. Analisis ABC–VEN dalam Konteks Integrasi AI–Blockchain 14
2.1.5. Studi Ablasi dalam Evaluasi Model Prediksi 15
2.1.6. Kebijakan Reorder dan Rekomendasi Purchase Order 16
2.1.7. Blockchain dan Hyperledger Fabric 17
2.1.8. Smart Contract dalam Validasi dan Pencatatan Purchase Order 18
2.2. Tinjauan Penelitian Sebelumnya 18
2.3. Kerangka Konsep 36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 38
3.1. Pendekatan Penelitian 38
3.2. Kerangka Sistem Penelitian 39
3.3. Data dan Pra-Pemrosesan 43
3.3.1. Sumber dan Karakteristik Data 43

3.3.2. Pembersihan dan Regularisasi Data 44
3.3.3. Transformasi dan Normalisasi Data 45
3.3.4. Feature Engineering Berbasis Inventory 45
3.4. Pengembangan dan Evaluasi Model Prediksi 46
3.4.1. Pembentukan Dataset Time Series 47
3.4.2. Feature Engineering 47
3.4.3. Penanganan Outlier dan Scaling Data 48
3.4.4. Pengembangan Model Prediksi 49
3.4.5. Time Series Cross Validation 50
3.4.6. Evaluasi dan Seleksi Model 51
3.4.7. Studi Ablasi dan Pemilihan Model Terbaik per Obat 52
3.5. Variabel Penelitian 54
3.5.1. Variabel Independen 54
3.5.2. Variabel Dependen 55
3.5.3. Variabel Kontrol 56
3.6. Implementasi Blockchain dan Smart Contract 57
3.6.1. Konfigurasi dan Topologi Jaringan 58
3.6.2. Implementasi Chaincode 58
3.6.3. Integrasi Off-Chain dan On-Chain 59
3.6.4. Pengukuran Performa Jaringan 60
3.7. Rancangan Eksperimen 62
3.7.1. Eksperimen Model Prediksi 63
3.7.2. Eksperimen Integrasi Blockchain 64
3.7.3. Eksperimen Request Purchase Order 64
3.8. Evaluasi Integrasi Sistem 65
3.8.1. Evaluasi Integrasi End-to-End 66
3.8.2. Pengukuran Waktu Siklus Keputusan 66
3.8.3. Evaluasi Dampak Terhadap Efisiensi Stok 67
3.8.4. Validasi Integritas dan Transparansi 68
3.9. Diagram Alur Metodologi Penelitian 68
3.10. Matriks Rancangan Eksperimen 70
3.10.1. Matriks Ablasi Model Prediksi 71
3.10.2. Matriks Ablasi Mekanisme Blockchain 73
3.10.3. Matriks Ablasi Smart Contract dan Validasi Transaksi 75
3.11. Analisis Trade-off Kinerja Sistem Terintegrasi 76
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 79
4.1. Gambaran Umum Sistem 79
4.2. Hasil Pengolahan dan Karakteristik Dataset 79

4.2.1. Kondisi Awal dan Hasil Pembersihan Data 79
4.2.2. Statistik Deskriptif dan Data Harian 80
4.2.3. Hasil Analisis Outlier dan Stasioneritas 82
4.2.4. Hasil Seleksi Obat untuk Pemodelan 84
4.3. Hasil Evaluasi Model Prediksi 85
4.3.1. Hasil Pelatihan Seluruh Konfigurasi 85
4.3.2. Konfigurasi Terbaik Setiap Model 87
4.3.3. Pemilihan Model Terbaik per Obat 89
4.4. Hasil Prediksi dan Forecasting 90
4.4.1. Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi 90
4.4.2. Hasil Forecasting Horizon 92
4.5. Hasil Pemetaan Prioritas ABC–VEN 94
4.5.1. Hasil Klasifikasi ABC dan VEN 94
4.5.2. Hasil Matriks dan Prioritas ABC–VEN 96
4.6. Hasil Reorder Point dan Rekomendasi Purchase Order 98
4.6.1. Hasil Perhitungan Safety Stock dan Reorder Point 98
4.6.2. Hasil Rekomendasi Purchase Order 100
4.7. Hasil Integrasi Backend/API dan Blockchain 102
4.7.1. Hasil Integrasi Backend dan API 102
4.7.2. Hasil Integrasi Blockchain 111
4.8. Hasil Pengujian Transaksi Blockchain 116
BAB V PENUTUP 120
5.1. Kesimpulan 120
5.2. Saran 122
DAFTAR REFERENSI 123
LAMPIRAN 133

UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1. Ringkasan Hasil Pengolahan Dataset 80
Tabel IV.2. Statistik Deskriptif Data Obat Harian..... 80
Tabel IV.3. Ringkasan Hasil Identifikasi Outlier 83
Tabel IV.4. Hasil Pengujian Stasioneritas 83
Tabel IV.5. Ringkasan Hasil Seleksi Obat untuk Pemodelan..... 85
Tabel IV.6. Nilai MAE Seluruh Konfigurasi Model 86
Tabel IV.7. Konfigurasi Terbaik Setiap Model..... 87
Tabel IV.8. Distribusi Model Terbaik per Obat 89
Tabel IV.9. Contoh Aktual dan Prediksi Model Terbaik 90
Tabel IV.10. Contoh Hasil Forecasting Kebutuhan Obat 92
Tabel IV.11. Distribusi Hasil Klasifikasi ABC..... 94
Tabel IV.12. Distribusi Hasil Klasifikasi VEN 95
Tabel IV.13. Prioritas Kombinasi ABC-VEN..... 96
Tabel IV.14. Parameter Safety Stock dan Reorder Point per Obat..... 98
Tabel IV.15. Distribusi Status Reorder pada Seluruh Obat 98
Tabel IV.16. Contoh Kandidat Purchase Order Berdasarkan Status Reorder 99
Tabel IV.17. Hasil Keputusan Reorder Berdasarkan Safety Stock dan Reorder Point 100
Tabel IV.18. Rekapitulasi Keputusan Reorder untuk Pembentukan Purchase Order 101
Tabel IV.19. Contoh Hasil Akhir Rekomendasi Purchase Order 101
Tabel IV.20. Hasil Integrasi Backend dan API..... 108
Tabel IV.21. Hasil Pengujian Integrasi Blockchain..... 112
Tabel IV.22. Contoh Hasil Pencatatan Tahapan Pengadaan pada Blockchain 113
Tabel IV.23. Hasil Penerapan Kontrol Peran pada Proses Blockchain 115
Tabel IV.24. Hasil Pengujian Transaksi Blockchain Menggunakan Hyperledger Caliper..... 117
Tabel IV.25. Ringkasan Rata-rata Hasil Pengujian Berdasarkan Beban Transaksi.. 117

UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

DAFTAR GAMBAR

Gambar IV.1. Dua Puluh Obat dengan Total Penggunaan Tertinggi 81
Gambar IV.2. Tren Total Pemakaian Obat per Tahun 82
Gambar IV.3. Status Stasioneritas Deret Waktu Obat 83
Gambar IV.4. Komposisi Data Harian Setelah Regularisasi 84
Gambar IV.5. Perbandingan MAE Seluruh Konfigurasi Model 86
Gambar IV.6. Perbandingan Konfigurasi Terbaik Setiap Model 88
Gambar IV.7. Distribusi Model Terbaik per Obat 90
Gambar IV.8. Aktual versus Prediksi Model Terbaik 91
Gambar IV.9. Error Absolut Prediksi 92
Gambar IV.10. Perbandingan Forecasting Horizon 7, 21, dan 30 Hari 93
Gambar IV.11. Distribusi Hasil Klasifikasi ABC 95
Gambar IV.12. Distribusi Hasil Klasifikasi VEN 96
Gambar IV.13. Kombinasi ABC-VEN per Prioritas 97
Gambar IV.14. Dokumentasi Endpoint Penyimpanan Hasil Forecast 103
Gambar IV.15. Dokumentasi Endpoint Pengambilan Hasil Forecast 103
Gambar IV.16. Endpoint Rekomendasi Purchase Order 104
Gambar IV.17. Endpoint Pengiriman Rekomendasi 104
Gambar IV.18. Endpoint Procurement Case 105
Gambar IV.19. Dokumentasi Endpoint Monitoring Backend dan Blockchain 106
Gambar IV.20. Tampilan Dashboard dan Status Koneksi Blockchain 106
Gambar IV.21. Tampilan Daftar Rekomendasi PO pada Antarmuka 107
Gambar IV.22. Tampilan Worklist Berdasarkan Peran Pengguna 107
Gambar IV.23. Tampilan Alur Procurement dan Audit Trail 108
Gambar IV.24. Tampilan Procurement Flow dan Audit Trail Blockchain 113
Gambar IV.25. Worklist Berdasarkan Peran Pengguna 115
Gambar IV.26. (a)Perbandingan Target TPS dan Throughput Aktual, (b)Perbandingan Average Latensi Transaksi 118

UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup 133
Lampiran 2. Surat Keterangan Riset 134
Lampiran 3. Bukti Hasil Pengecekan Plagiarisme Laporan Tesis 135
Lampiran 4. Bukti Hasil Pengecekan Plagiarisme Artikel Ilmiah 136
Lampiran 5. Bukti Publikasi dan Proses Publikasi Artikel Ilmiah 138
Lampiran 6. Daftar Jurnal yang Pernah Dipublikasikan Penulis 140
Lampiran 7. 10tps-run1 141
Lampiran 8. 10tps-run2 141
Lampiran 9. 50tps-run1 142
Lampiran 10. 50tps-run2 142
Lampiran 11. 100tps-run1 143
Lampiran 12. 100tps-run2 143
Lampiran 13. 150tps-run1 144
Lampiran 14. 150tps-run2 144
Lampiran 15. Source Code Tahap sumber dan pengambilan data 145
Lampiran 16. General preprocessing 146
Lampiran 17. Analisis stasioneritas 146
Lampiran 18. Seleksi obat untuk pemodelan 146
Lampiran 19. Preprocessing khusus model Seasonal Naive 147
Lampiran 20. Preprocessing khusus model SARIMA 147
Lampiran 21. Preprocessing khusus model LightGBM 147
Lampiran 22. Preprocessing khusus model LSTM 147
Lampiran 23. Rolling time-series cross-validation 148
Lampiran 24. Training empat model 148
Lampiran 25. Evaluasi MAE, RMSE, dan MAPE 149
Lampiran 26. Studi ablasi 149
Lampiran 27. Pemilihan model terbaik per obat 150
Lampiran 28. Forecasting 7, 21, dan 30 hari 150
Lampiran 29. Integrasi ABC–VEN 150
Lampiran 30. Safety stock dan reorder point 151
Lampiran 31. Penyimpanan hasil inventory ke MySQL 151

DAFTAR REFERENSI

[1] B. K. P. K. K. K. RI, "Pengajuan Klaim INA-CBG Butuh Pengkodingan Diagnosis dan Tindakan yang Benar," 2024, *Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI*. [Online]. Available: https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/pengajuan-klaim-ina-cbg-butuh-pengkodingan-diagnosis-dan-tindakan-yang-benar/

[2] K. K. R. Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 3 Tahun 2023 tentang Standar Tarif Pelayanan Kesehatan dalam Penyelenggaraan Program Jaminan Kesehatan," 2023, *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*. [Online]. Available: https://farmalkes.kemkes.go.id/unduh/permenkes-3-2023/

[3] F. P. Dewanti, S. Setiyowati, and S. Harjanto, "Prediksi Persediaan Obat Untuk Proses Penjualan Menggunakan Metode Decision Tree Pada Apotek," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 10, no. 1, May 2022, doi: 10.30646/tikomsin.v10i1.604.

[4] L. Eglite and I. Birzniece, "Retail Sales Forecasting Using Deep Learning: Systematic Literature Review," *Complex Syst. Informatics Model. Q.*, vol. 2022, no. 30, pp. 53–62, 2022, doi: 10.7250/csimq.2022-30.03.

[5] K. Albeladi, B. Zafar, and A. Mueen, "Time Series Forecasting Using LSTM and ARIMA," International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), vol. 14, no. 1, pp. 313–320, 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140133.

[6] Elmiawati Latifah, Elfride Irawati Sianturi, Prasojo Pribadi, Indriyati Hadi Sulistyaningrum, and Rakhmundia Aryo, "MEDICINES PLANNING AND PROCUREMENT MANAGEMENT AN ACADEMIC HOSPITAL IN YOGYAKARTA, INDONESIA: A QUALITATIVE STUDY," *Med. Sains J. Ilm. Kefarmasian*, vol. 8, no. 2, pp. 825–834, Jun. 2023, doi: 10.37874/ms.v8i2.845.

[7] K. Kutybayeva, A. Razaque, and H. M. Rai, "Enhancing Pharmaceutical Supply Chain Transparency and Security with Blockchain and Big Data Integration," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2025, pp. 1511–1522. doi: 10.1016/j.procs.2025.04.106.

[8] I. A. Omar, R. Jayaraman, M. S. Debe, K. Salah, I. Yaqoob, and M. Omar,

"Automating Procurement Contracts in the Healthcare Supply Chain Using Blockchain Smart Contracts," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 37397–37409, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3062471.

[9] F. Brawijaya, A. T. W. Almais, and T. Chamidy, "Multivariate LSTM for Drug Purchase Prediction in Pharmaceutical Management," *J. Inf. Syst. Informatics*, vol. 7, no. 4, pp. 3502–3521, Dec. 2025, doi: 10.63158/journalisi.v7i4.1313.

[10] K. Falgenti, Y. Arkeman, E. Hambali, and K. Syamsu, "The design of blockchain network of palm oil FFB supply from certified farms and traceability system of CPO from independent smallholders," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1034, no. 1, p. 012001, Jun. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1034/1/012001.

[11] F. Binsar, "Drug Stock Optimization Based on Consumption Patterns for Hospital Formulary Using Deep Learning Approach," Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng., vol. 9, no. 3, pp. 2689–2697, 2020, doi: 10.30534/ijatcse/2020/31932020.

[12] M. Tongkonoo, I. Rahmawati, L. Vita, and I. Dewi, "Evaluation of BPJS Drug Planning Controls in Regional General IFRS dr. Soehadi Prijonegoro Sragen," 2024.

[13] P. Kelle, J. Woosley, and H. Schneider, "Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case," *Oper. Res. Heal. Care*, vol. 1, no. 2–3, pp. 54–63, Jun. 2012, doi: 10.1016/J.ORHC.2012.07.001.

[14] M. A. Morid, O. R. L. L. Sheng, and J. Dunbar, "Time Series Prediction Using Deep Learning Methods in Healthcare," *ACM Trans. Manag. Inf. Syst.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–29, 2023, doi: 10.1145/3531326.

[15] Vaishnav Yerram, "Comprehensive Digital Transformation in Retail: An Enterprise Resource Planning and Advanced Technology Integration Framework," *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 1783–1790, Feb. 2025, doi: 10.32628/CSEIT251112161.

[16] A. Ambasht, "Real-Time Data Integration and Analytics: Empowering Data-Driven Decision Making," *Int. J. Comput. Trends Technol.*, vol. 71, no. 7, pp. 8–14, Jul. 2023, doi: 10.14445/22312803/IJCTT-V71I7P102.

[17] J. Xiao, T. Deng, and S. Bi, "Comparative Analysis of LSTM, GRU, and

Transformer Models for Stock Price Prediction," in *Proceedings of the International Conference on Digital Economy, Blockchain and Artificial Intelligence*, New York, NY, USA: ACM, Aug. 2024, pp. 103–108. doi: 10.1145/3700058.3700075.

[18] Oluwakemi Famoti *et al.*, "Operational Efficiency in Retail: Using Data Analytics to Optimize Inventory and Supply Chain Management," *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 1483–1494, Feb. 2025, doi: 10.32628/CSEIT251112173.

[19] F. Binsar and T. Mauritsius, "Drug Stock Optimization Based on Consumption Patterns for Hospital Formulary Using Deep Learning Approach," *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 2689–2697, Jun. 2020, doi: 10.30534/ijatcse/2020/31932020.

[20] A. Borucka, "Seasonal Methods of Demand Forecasting in the Supply Chain as Support for the Company's Sustainable Growth," *Sustainability*, vol. 15, no. 9, p. 7399, 2023, doi: 10.3390/su15097399.

[21] M. Bilgili and E. Pinar, "Gross electricity consumption forecasting using LSTM and SARIMA approaches: A case study of Türkiye," *Energy*, vol. 284, p. 128575, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.energy.2023.128575.

[22] Z. Zhao *et al.*, "Short-Term Load Forecasting Based on the Transformer Model," *Information*, vol. 12, no. 12, p. 516, Dec. 2021, doi: 10.3390/info12120516.

[23] "Supply Chain 4.0: A Machine Learning-Based Bayesian-Optimized LightGBM Model for Predicting Supply Chain Risk," *Machines*, vol. 11, no. 9, p. 888, 2023, doi: 10.3390/machines11090888.

[24] Y. Liu, "Sales Forecasting Based on Transformer-LSTM Model," *Highlights Sci. Eng. Technol.*, vol. 85, pp. 776–782, Mar. 2024, doi: 10.54097/qdavzg31.

[25] R. Yavasani and H. Wang, "Comparative Analysis of LSTM, GRU, and ARIMA Models for Stock Market Price Prediction," *J. Student Res.*, vol. 12, no. 4, Nov. 2023, doi: 10.47611/jsrhs.v12i4.5888.

[26] N. W. Darmawan, J. M. Peranginangin, and R. Herowati, "Analisis Pengendalian Persediaan Obat BPJS Kategori A(Always) Dan E (Esensial) Dengan Menggunakan Metode ABC, VEN Dan EOQ Di IFRS Bhayangkara

Tingkat III Nganjuk," *JPSCR J. Pharm. Sci. Clin. Res.*, vol. 6, no. 1, p. 20, Mar. 2021, doi: 10.20961/jpscr.v6i1.38960.

[27] M. B. Deressa, T. B. Beressa, and A. Jemal, "Analysis of Pharmaceuticals Inventory Management Using ABC-VEN Matrix Analysis in Selected Health Facilities of West Shewa Zone, Oromia Regional State, Ethiopia," *Integr. Pharm. Res. Pract.*, vol. Volume 11, pp. 47–59, Feb. 2022, doi: 10.2147/iprp.s354810.

[28] K. Benidis *et al.*, "Optimization of hospital inventory using ABC-VEN analysis," *Healthc. Anal.*, vol. 2, no. 2, p. 2024, Feb. 2022, doi: 10.52759/inventory.v3i2.99.

[29] A. Rofiq, O. Oetari, and G. P. Widodo, "Analisis Pengendalian Persediaan Obat Dengan Metode ABC, VEN dan EOQ di Rumah Sakit Bhayangkara Kediri," *JPSCR J. Pharm. Sci. Clin. Res.*, vol. 5, no. 2, p. 97, Oct. 2020, doi: 10.20961/jpscr.v5i2.38957.

[30] A. Chauhan and others, "Application of ABC-VEN Matrix in Hospital Pharmacy for Efficient Inventory Management," *Int. J. Pharm. Pract.*, vol. 29, no. 4, pp. 300–308, 2021, doi: 10.1111/ijpp.12735.

[31] T. Yang, "Ablation Study of Spatiotemporal Features and Bidirectional LSTM in Bicycle Demand Forecasting," *Theor. Nat. Sci.*, vol. 120, no. 1, pp. 129–138, Aug. 2025, doi: 10.54254/2753-8818/2025.AD26273.

[32] X. Weng *et al.*, "An optimal ablation time prediction model based on minimizing the relapse risk," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 212, p. 106438, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.cmpb.2021.106438.

[33] Q. Li and M. Yu, "Achieving Sales Forecasting with Higher Accuracy and Efficiency: A New Model Based on Modified Transformer," *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 18, no. 4, pp. 1990–2006, Nov. 2023, doi: 10.3390/jtaer18040100.

[34] M. Brandenburg, T. Gruchmann, and N. Oelze, "Sustainable supply chain management-A conceptual framework and future research perspectives," *Sustain.*, vol. 11, no. 24, Dec. 2019, doi: 10.3390/SU11247239.

[35] S. Romadhon and R. Wardoyo, "Prioritizing Drug Procurement Using ABC, VEN, EOQ And ROP Combination," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern.*

Syst., vol. 15, no. 2, p. 209, Apr. 2021, doi: 10.22146/ijccs.63486.

[36] C. D. Hubbs, C. Li, N. V. Sahinidis, I. E. Grossmann, and J. M. Wassick, "A deep reinforcement learning approach for chemical production scheduling," *Comput. Chem. Eng.*, vol. 141, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.COMPCHEMENG.2020.106982.

[37] A. Caro, M. S. Ali, M. Vecchio, and R. Giaffreda, "Blockchain for the Healthcare Supply Chain: A Systematic Literature Review," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 2, p. 686, 2023, doi: 10.3390/app13020686.

[38] H. Aljohani, M. H. Rehmani, and A. Albalawi, "IoT-driven blockchain to manage the healthcare supply chain and protect medical records from tampering and access violation," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, 2024, doi: 10.1016/j.future.2024.107347.

[39] G. A. Don, "Smart Contracts, Blockchain, and Health Policies: Past, Present, and Future," *Information*, vol. 16, no. 10, p. 853, 2025, doi: 10.3390/info16100853.

[40] S. S. Gomasta, A. Dhali, T. Tahlil, M. M. Anwar, and A. B. M. S. Ali, "PharmaChain: Blockchain-based drug supply chain provenance verification system," *Heliyon*, vol. 9, no. 7, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e17957.

[41] R. Rai, "Blockchain Based E-Procurement System in Healthcare," Information Systems Frontiers, 2024, doi: 10.1007/s10742-023-00321-2.

[42] B. Lim and S. Zohren, "Time-series forecasting with deep learning: A survey," *Philos. Trans. R. Soc. A*, vol. 379, no. 2194, 2021.

[43] K. Benidis, "Neural forecasting: Introduction and literature overview," *IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst.*, 2022.

[44] S. Makridakis, "The M5 accuracy competition: Results, findings, and conclusions," *Int. J. Forecast.*, vol. 38, no. 4, pp. 1346–1364, 2022.

[45] K. L. Reynaldos-Grandon et al., "Applications of AI in Healthcare Supply Management: A Systematic Review," in Lecture Notes in Computer Science, 2025, doi: 10.1007/978-3-031-99699-3_27.

[46] Y. Zhang, "Deep Learning-Based Demand Forecasting in Healthcare Supply Chain," IEEE Access, vol. 10, 2022.

[47] D. K. Meena and J. Mathaiyan, "Assessment of drug inventory using ABC–

VED matrix analysis in selected public health facilities of Puducherry, India," *J. Fam. Med. Prim. Care*, vol. 14, no. 4, pp. 1389–1394, Apr. 2025, doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1544_24.

[48] D. Ivanov and A. Dolgui, "A Digital Supply Chain Twin for Managing the Disruption Risks and Resilience in the Era of Industry 4.0," Production Planning & Control, 2020, doi: 10.1080/09537287.2020.1768450.

[49] N. Kshetri, "Blockchain and healthcare records," *IEEE Comput.*, vol. 54, no. 2, 2021.

[50] M. Kouhizadeh, "Blockchain adoption in supply chain," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 231, 2021.

[51] Q. Wang and S. Qin, "A Hyperledger Fabric-Based System Framework for Healthcare Data Management," vol. 11, no. 24, p. 11693, Dec. 2021, doi: 10.3390/app112411693.

[52] I. A. Omar, R. Jayaraman, M. S. Debe, K. Salah, I. Yaqoob, and M. Omar, "Automating Procurement Contracts in the Healthcare Supply Chain Using Blockchain Smart Contracts," IEEE Access, vol. 9, pp. 37397–37409, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3062471.

[53] A. Bathula et al., "Blockchain, Artificial Intelligence, and Healthcare: The Tripod of Future—A Narrative Review," Artificial Intelligence Review, 2024, doi: 10.1007/s10462-024-10873-5.

[54] S. Khan, "Blockchain and artificial intelligence integration: A systematic review," *IEEE Access*, vol. 10, 2022.

[55] K. Salah, "Blockchain-based AI solutions for supply chain," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 137, 2023.

[56] Y. Dwivedi, "Artificial intelligence in supply chain decision systems," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 57, 2023.

[57] I. Fostiropoulos and et al., "ABLATOR: Robust Horizontal-Scaling of Machine Learning Ablation Experiments," 2023.

[58] K. Falgenti, "ANALISIS MODEL BISNIS SISTEM E-PROCURERMENT TANDAN BUAH SEGAR (TBS) SAWIT PETANI SWADAYA UNTUK MENDUKUNG PROGRAM PENGEMBANGAN BIODIESEL," *INTI Nusa Mandiri*, vol. 15, no. 2, pp. 177–182, Feb. 2021, doi: 10.33480/inti.v15i2.2025.

[59] K. Falgenti and E. Hambali, “The analysis and design of independent smallholders FFB palm oil supply system to support traceability of CPO product derivatives,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1063, no. 1, p. 012035, Jul. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1063/1/012035.

[60] Z. P. Putra, “Evaluating the Performance of Classification Algorithms on the {UNSW-NB15} Dataset for Network Intrusion Detection,” *J. Ilm. FIFO*, vol. 16, no. 1, pp. 84–95, 2024, doi: 10.22441/fifo.2024.v16i1.009.

[61] W. Gata, M. Haris, M. I. Prasetiyowati, and S. Harianto, “{EagleEyes}: An Artificial Intelligence-Based Approach for Automatic Traffic Violation Detection Using Deep Learning,” *J. Appl. Data Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 277–289, 2026, doi: 10.47738/jads.v7i1.1097.

[62] N. Merlina, A. Prasetio, I. Zuniarti, N. A. Mayangky, D. N. Sulistyowati, and F. Aziz, “Deep {CNN} Models for Detecting Cervical Cancer in Pap Smear Images,” *TEM J.*, vol. 14, no. 2, pp. 1073–1083, 2025, doi: 10.18421/TEM142-09.

[63] N. Merlina, A. Prasetio, I. Zuniarti, N. A. Mayangky, D. N. Sulistyowati, and F. Aziz, “Improving Early Detection of Cervical Cancer Through Deep Learning-Based Pap Smear Image Classification,” *J. Appl. Data Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 952–968, 2025, doi: 10.47738/jads.v6i2.576.

[64] D. Riana, D. U. E. Saputri, and S. Hadianti, “Klasifikasi {AlexNet} dan Deteksi Tepi {Canny} untuk Identifikasi Citra {RepomedUNM},” *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 191–198, 2023, doi: 10.37034/jidt.v5i1.295.

[65] H. F. Pardede, A. Purwoko, V. Zilvan, A. R. Yuliani, and A. Arisal, “A Generalization of Sigmoid Loss Function Using Tsallis Statistics for Binary Classification,” *Neural Process. Lett.*, vol. 55, no. 4, pp. 5193–5214, 2023, doi: 10.1007/s11063-022-11087-y.

[66] A. A. Nugroho and M. Haris, “Analisis Efektivitas Teknik Imputasi pada {LSTM} untuk Meningkatkan Kualitas Data pada Peramalan Curah Hujan,” *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 7, no. 2, pp. 301–311, 2024, doi: 10.36595/jire.v7i2.1172.

[67] K. Falgenti, Y. Arkeman, E. Hambali, and K. Syamsu, “The Design of Fresh Fruit Bunch Palm Oil Purchase System from Independent Smallholders to

Support Indonesia's Biodiesel Development Program," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, p. 12007. doi: 10.1088/1755-1315/749/1/012007.

[68] R. Draper, H. Mulaudzi, and D. van Greunen, "Design science research in quality improvement: Embedding rigour in digital health innovation," *South African J. Inf. Manag.*, 2025, [Online]. Available: https://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S2071-29362025000200010&script=sci_arttext

[69] J. vom Brocke, A. Hevner, and A. Maedche, "Dealing with Complexity in Design Science Research: A Methodology Using Echelons," *MIS Q.*, vol. 48, no. 2, pp. 427–466, 2024, [Online]. Available: https://misq.umn.edu/misq/article/48/2/427/2267/Dealing-with-Complexity-in-Design-Science-Research

[70] K. Riemer, A. Drechsler, and A. Hevner, "Validity in Design Science," *MIS Q.*, vol. 49, no. 4, pp. 1267–1304, 2025, [Online]. Available: https://misq.umn.edu/misq/article/49/4/1267/3273/Validity-in-Design-Science1

[71] J. da Assuncao Moutinho, G. Fernandes, and R. Rabechini Jr., "Evaluation in design science: A framework to support project studies in the context of University Research Centres," *Eval. Program Plann.*, vol. 100, p. 102366, 2023, doi: 10.1016/j.evalprogplan.2023.102366.

[72] K. L. Reynaldos-Grandon et al., "Applications of AI in Healthcare Supply Management: A Systematic Review," 2025, doi: 10.1007/978-3-031-99699-3_27.

[73] L. Ai, "Artificial Intelligence System for College Students' Physical Fitness and Health Management Based on Physical Measurement Big Data," *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, vol. 2021, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.1155/2021/4727340.

[74] M. A. -, D. S. -, and V. R. P. -, "The Future of Supply Chain Automation: How AI and Cloud Integration Are Transforming Logistics," *Int. J. Multidiscip. Res.*, vol. 7, no. 2, Mar. 2025, doi: 10.36948/ijfmr.2025.v07i02.38601.

[75] I. Vallés-Pérez, E. Soria-Olivas, M. Martínez-Sober, A. J. Serrano-López, J.

Gómez-Sanchís, and F. Mateo, “Approaching sales forecasting using recurrent neural networks and transformers,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 201, p. 116993, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.ESWA.2022.116993.

[76] B. S. Sergi, V. D’Aleo, S. Konecka, K. Szopik-Depczyńska, I. Dembińska, and G. Ioppolo, “Competitiveness and the Logistics Performance Index: The ANOVA method application for Africa, Asia, and the EU regions,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 69, p. 102845, Jun. 2021.

[77] R. Khusial, R. R. Bies, and A. Akil, “Deep Learning Methods Applied to Drug Concentration Prediction of Olanzapine,” *Pharmaceutics*, vol. 15, no. 4, p. 1139, Apr. 2023, doi: 10.3390/pharmaceutics15041139.

[78] C. . M. Naga Sudha and J. V. N. J, “TrackChain: Hyperledger based pharmaceutical supply chain – Resource utilization perspective,” *Heliyon*, vol. 10, no. 1, p. e23250, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e23250.

[79] F. Abubaker and Ala’Khalifeh, “Sales’ Forecasting Based on Big Data and Machine Learning Analysis,” in *2023 9th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*, IEEE, Jul. 2023, pp. 804–808. doi: 10.1109/CoDIT58514.2023.10284159.

[80] “Mind the naive forecast! A rigorous evaluation of forecasting models,” *Appl. Intell.*, 2025, doi: 10.1007/s10489-025-06268-w.

[81] P. B. Patil and M. Sangeetha, “A Comprehensive Performance Analysis of a Hyperledger Fabric-powered Blockchain Network for Cross-Border Fund Transfers,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 233, pp. 723–732, 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.261.

[82] M. Matondang, A. G. Kodyat, and L. Indrawati, “Analisis Ketersediaan Obat Di Instalasi Farmasi Rumah Sakit Parindu Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat Tahun 2023,” *J. Manaj. dan Adm. Rumah Sakit Indones.*, vol. 9, no. 1, pp. 30–39, Mar. 2025, doi: 10.52643/marsi.v9i1.5901.

[83] E. Fernando, Meyliana, H. L. H. Spits Warnars, and E. Abdurachman, “Blockchain technology for tracing drug with a multichain platform: Simulation method,” *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst.*, vol. 6, no. 1, pp. 765–769, 2021, doi: 10.25046/aj060184.

[84] V. Charles, A. Emrouznejad, and T. Gherman, “A Critical Analysis of the

Integration of Blockchain and Artificial Intelligence for Supply Chain," Annals of Operations Research, vol. 327, no. 1, pp. 7–47, 2023, doi: 10.1007/s10479-023-05169-w.