

**OPTIMASI PENGENDALIAN PERSEDIAAN REAGEN
LABORATORIUM QC BERDASARKAN PREDIKSI FLUKTUASI
PERMINTAAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *MACHINE
LEARNING (XGBOOST)***

SKRIPSI

*Disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Sali Al-Aitaam*



Diajukan oleh:
Kayla Ilma Ikhtizar
NIM : 2226201008

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SALI AL-AITAAM
BANDUNG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

OPTIMASI PENGENDALIAN PERSEDIAAN REAGEN LABORATORIUM QC BERDASARKAN PREDIKSI FLUKTUASI PERMINTAAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *MACHINE LEARNING (XGBOOST)*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Kayla Ilma Ikhuzar

NIM : 2226201008

Telah disidangkan didepan Dewan Penguji

Pada Tanggal 3 Juli 2026

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Ketua Prodi

BY. Rahadi Meta Tri Sulaksana, S.T., M.T.
NIDN : 0418067904

Penguji 1

Ir. Miftahu Babil Yasari, M.T.
NIDN : 0404046601

Penguji 2

Ismail, S.SiT., M.T.
NIDN : 0418028003

Bandung, 31 Juli 2026

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Sali Al-Aitaam



Istia Siti Amalia, S.P., M.P.
NIDN : 0422099102



PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana, pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sali Al-Aitaam adalah benar merupakan hasil karya penulis sendiri.

Adapun pengutipan-pengutipan yang penulis lakukan pada bagian-bagian tertentu dari hasil karya orang lain dalam penulisan Skripsi ini, telah penulis cantumkan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan seluruh atau sebagian Skripsi ini bukan hasil karya penulis sendiri atau adanya plagiat dalam bagian tertentu. Penulis bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 31 Juli 2026

Penulis,



Kavla Ifta Ikhtizar
NIM : 2226201008

Dosen Pembimbing

BY Rahadi Meta Tri Sulaksana, S.T., M.T.
NIDN : 0418067904

ABSTRAK

Pengelolaan persediaan reagen pada laboratorium *Quality Control* (QC) industri farmasi menghadapi tantangan berupa fluktuasi permintaan harian yang tinggi dan keterbatasan umur simpan (*shelf-life*) reagen, sehingga pendekatan pengendalian persediaan berbasis rata-rata historis menjadi kurang responsif terhadap perubahan kebutuhan aktual. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pengendalian persediaan reagen di Laboratorium QC Unit 1 PT Sanbe Farma melalui integrasi model prediksi permintaan berbasis algoritma *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) dengan kebijakan pengendalian persediaan *Continuous Review System* (s,Q). Penelitian menggunakan data historis permintaan harian tiga jenis reagen, yaitu Methanol, Acetonitrile, dan Ethanol, periode Januari 2022 hingga Desember 2025 sebanyak 3.975 observasi yang dibagi secara kronologis menjadi data latih (80%) dan data uji (20%). Kinerja model dievaluasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), kemudian hasil prediksi digunakan sebagai dasar perhitungan *safety stock*, *reorder point* (ROP), dan *Economic Order Quantity* (EOQ). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model XGBoost menghasilkan nilai MAPE sebesar 21,43% untuk Methanol dan 28,75% untuk Acetonitrile yang termasuk kategori *reasonable forecasting*, sedangkan Ethanol menghasilkan nilai MAPE sebesar 65,66% yang menunjukkan keterbatasan model dalam memprediksi pola permintaan *intermittent demand*, meskipun nilai MAE sebesar 0,42 botol per hari menunjukkan deviasi prediksi yang relatif kecil secara operasional. Berdasarkan hasil perhitungan, parameter persediaan usulan untuk Methanol adalah *safety stock* 3 botol, ROP 6 botol, dan EOQ 15 botol; Acetonitrile *safety stock* 3 botol, ROP 5 botol, dan EOQ 10 botol; sedangkan Ethanol *safety stock* 2 botol, ROP 2 botol, dan EOQ 5 botol. Analisis perbandingan *Total Inventory Cost* (TIC) menunjukkan bahwa sistem usulan berpotensi menghasilkan penghematan biaya persediaan sebesar Rp 58.572.000,- atau efisiensi sebesar 46,51% dibandingkan sistem eksisting. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi XGBoost dengan *Continuous Review System* (s,Q) mampu mendukung pengambilan keputusan persediaan yang lebih adaptif serta meningkatkan efisiensi pengendalian persediaan reagen pada laboratorium *Quality Control*.

Kata Kunci: XGBoost, pengendalian persediaan, *safety stock*, *reorder point*, *Economic Order Quantity*, laboratorium *Quality Control*, peramalan permintaan, *machine learning*

ABSTRACT

Inventory management of reagents in pharmaceutical Quality Control (QC) laboratories faces challenges due to highly fluctuating daily demand and the limited shelf life of reagents, making conventional inventory control approaches based on historical averages less responsive to actual demand changes. This study aims to improve the effectiveness of reagent inventory control at the QC Laboratory Unit 1 of PT Sanbe Farma through the integration of a demand forecasting model based on the Extreme Gradient Boosting (XGBoost) algorithm and the Continuous Review System (s,Q) inventory policy. The study utilized historical daily demand data for three types of reagents, namely Methanol, Acetonitrile, and Ethanol, covering the period from January 2022 to December 2025, comprising 3,975 observations. The data were chronologically divided into training data (80%) and testing data (20%). Model performance was evaluated using Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and the forecasting results were subsequently used to determine safety stock, reorder point (ROP), and Economic Order Quantity (EOQ). The results indicate that the XGBoost model achieved MAPE values of 21.43% for Methanol and 28.75% for Acetonitrile, which fall into the reasonable forecasting category, while Ethanol yielded a MAPE value of 65.66%, reflecting the inherent limitation of the MAPE metric when applied to intermittent demand data rather than a failure of the model itself, as evidenced by a low MAE of 0.42 bottles per day. Based on the proposed inventory policy, the parameters for Methanol were a safety stock of 3 bottles, an ROP of 6 bottles, and an EOQ of 15 bottles; for Acetonitrile, a safety stock of 3 bottles, an ROP of 5 bottles, and an EOQ of 10 bottles; and for Ethanol, a safety stock of 2 bottle, an ROP of 2 bottle, and an EOQ of 5 bottles. The Total Inventory Cost (TIC) analysis showed that the proposed system has the potential to reduced inventory costs by IDR 58,572,000, representing an efficiency improvement of 46.51% compared to the existing system. The findings demonstrate that integrating XGBoost with the Continuous Review System (s,Q) supports more adaptive inventory decision-making and improves the efficiency of reagent inventory control in Quality Control laboratories.

Keywords: XGBoost, inventory control, Continuous Review System, safety stock, reorder point, Economic Order Quantity, demand forecasting, machine learning.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Pengendalian Persediaan Reagen Laboratorium QC Berdasarkan Prediksi Fluktuasi Permintaan Menggunakan Algoritma *Machine Learning* (XGBoost)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sali Al-Aitaam.

Proses penyusunan skripsi ini merupakan perjalanan yang penuh pembelajaran dan pengalaman berharga. Berbagai tantangan dihadapi selama pelaksanaan penelitian, mulai dari pengumpulan dan pengolahan data, pengembangan model prediksi, hingga penyempurnaan naskah melalui berbagai tahapan revisi. Namun, melalui proses tersebut penulis memperoleh banyak pelajaran mengenai ketekunan, kedisiplinan, serta pentingnya semangat untuk terus belajar dan berkembang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Fatimah Nurjannati Iskandar, S.E., M.Ak., selaku Rektor Universitas Sali Al-Aitaam Al-Aitaam, atas kepemimpinan dan dedikasi dalam membangun lingkungan akademik yang kondusif bagi seluruh mahasiswa.
2. Ibu Istia Siti Amalia, S.P., M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sali Al-Aitaam yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam menunjang kegiatan akademik penulis.
3. Bapak BY. Rahadi Meta Tri Sulaksana, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

4. PT Sanbe Farma yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian serta memperoleh pengalaman profesional yang berharga.
5. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, serta kepercayaan yang tidak pernah putus kepada penulis.
6. Aditya Herlambang Jeksono selaku teman hidup, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, perhatian, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, pengertian, dan kehadiran yang selalu memberikan kekuatan dalam menghadapi setiap tantangan yang ada.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan mendukung penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan skripsi ini.

Secara khusus, penulis juga ingin menyampaikan apresiasi kepada diri sendiri yang telah berusaha untuk tetap bertahan, terus belajar, dan menyelesaikan setiap proses yang telah dimulai. Perjalanan ini memberikan banyak pelajaran bahwa setiap tantangan dapat dilalui dengan kerja keras, kesabaran, dan keyakinan untuk terus melangkah maju.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang.

Bandung, Juni 2026

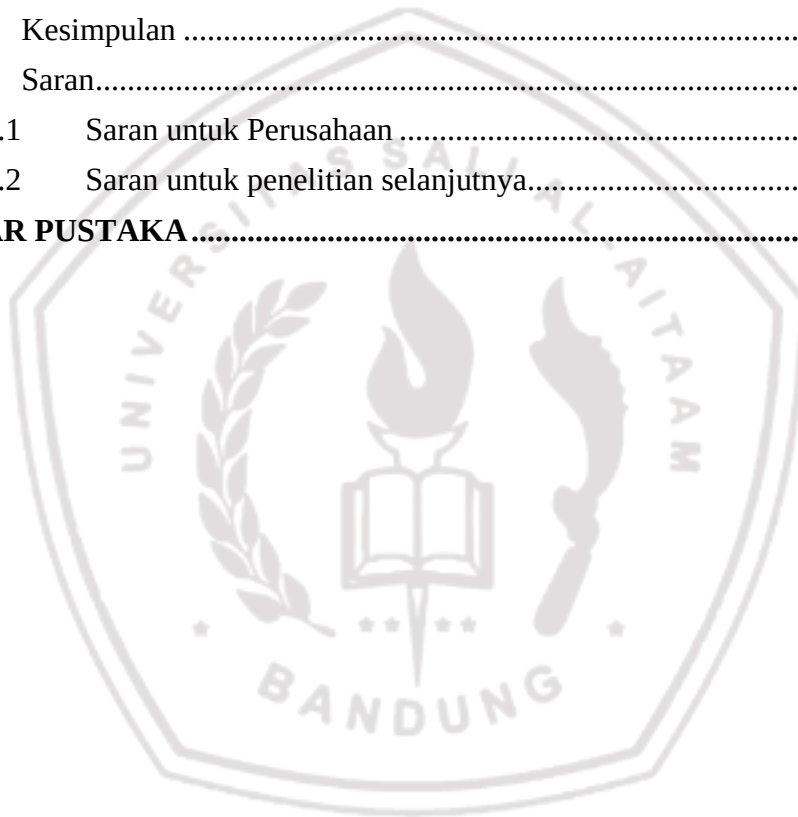
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Kajian Teoritis.....	12
2.1.1 <i>Inventory management</i>	12
2.1.2 Pengendalian persediaan	15
2.1.3 Sistem Pengendalian Persediaan <i>Continuous Review</i>	16
2.1.4 <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i>	19
2.1.5 <i>Fast moving items</i>	22
2.1.6 Karakteristik <i>perishable</i> dan <i>fast-moving inventory</i>	23
2.1.7 <i>Demand forecasting</i>	26
2.1.8 <i>Machine Learning</i>	28
2.1.9 <i>Extreme Gradient Boosting (XGBoost)</i>	30
2.1.10 Evaluasi model (RMSE & MAPE)	32
2.1.11 <i>Safety stock</i> dan <i>reorder point (ROP)</i>	34

2.2	Penelitian terdahulu.....	38
2.3	Kerangka teori atau konsep.....	42
2.3.1	Pengertian kerangka konseptual.....	42
2.3.2	Diagram kerangka konseptual.....	43
2.3.3	Penjelasan kerangka konseptual.....	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		46
3.1	Objek dan Waktu Penelitian	46
3.2	Identifikasi Variabel Penelitian.....	47
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	47
3.4	Pemodelan dan Parameter Algoritma XGBoost	48
3.5	Teknik Pengolahan dan Analisis Data	48
3.6	Diagram Alir Penelitian	51
BAB IV PENGUMPULAN, PENGOLAHAN DATA, DAN ANALISIS		54
4.1	Gambaran Umum Sistem Aktual	54
4.1.1	Mekanisme request reagen.....	54
4.1.2	Data penggunaan reagen	54
4.1.3	Profil permintaan reagen <i>fast-moving</i>	57
4.2	Analisis Kinerja Sistem Persediaan Eksisting	61
4.2.1	Evaluasi kebijakan saat ini.....	61
4.2.2	Identifikasi kelemahan system persediaan saat inisebe	62
4.3	Pengolahan Data Menggunakan Algoritma XGBoost.....	62
4.3.1	Pra-pemrosesan data time series	63
4.3.2	Rekayasa fitur (<i>feature engineering</i>)	65
4.3.3	Pelatihan model XGBoost.....	67
4.4	Hasil Peramalan dan Evaluasi Model	68
4.5	Perancangan Usulan Persediaan.....	77
4.5.1	Penentuan <i>Order Quantity</i> (Q) Menggunakan EOQ.....	80
4.5.2	Analisis sensitivitas <i>lead time</i>	83
4.6	Evaluasi Sistem Usulan.....	87
4.6.1	Implikasi Sistem Usulan terhadap Risiko Kedaluwarsa Reagen	91
4.7	Analisis Biaya Persediaan (<i>Inventory Cost Analysis</i>)	93

4.7.1	Komponen biaya persediaan	93
4.7.2	Parameter biaya	94
4.7.3	<i>Total inventory system eksisting</i>	94
4.7.4	<i>Total inventory cost</i> sistem usulan (EOQ)	95
4.7.5	Perbandingan dan penghematan biaya	95
4.7.6	Analisis Hasil Biaya Persediaan	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		100
5.1	Kesimpulan	100
5.2	Saran.....	101
5.2.1	Saran untuk Perusahaan	101
5.2.2	Saran untuk penelitian selanjutnya.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....		103



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	38
Tabel 4.1 Klasifikasi Reagen Berdasarkan Total Permintaan	55
Tabel 4.2 Tabel Cuplikan Reagen Methanol	57
Tabel 4.3 Tabel Cuplikan Reagen Acetonitrile	58
Tabel 4.4 Tabel Cuplikan Reagen Ethanol	59
Tabel 4.5 Transformasi Struktur Data Historis Permintaan Reagen	64
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Akurasi Peramalan XGBoost	69
Tabel 4.7 Perbandingan Akurasi Model Peramalan	76
Tabel 4.8 Rekapitulasi Parameter Persediaan Usulan Berbasis Model XGBoost	78
Tabel 4.9 Parameter <i>Continuous Review System</i> (s,Q) Usulan	82
Tabel 4.10 Perbandingan SS dan ROP (LT=1)	84
Tabel 4.11 Analisis Sensitivitas <i>Lead Time</i>	84
Tabel 4.12 Parameter Biaya Reagen Perbotol	94
Tabel 4.13 <i>Total Inventory Cost</i> Sistem Eksisting	95
Tabel 4.14 <i>Total Inventory Cost</i> Sistem Usulan	95
Tabel 4.15 Tabel Perbandingan Efisiensi Biaya	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Fluktuasi Permintaan Harian Reagen Methanol Periode November 2024.....	2
Gambar 2.1 Kerangka Konseptual Penelitian	43
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	51
Gambar 4.1 Grafik Kontribusi Permintaan Reagen	57
Gambar 4.2 Grafik Fluktuasi Permintaan Harian dan Tren Pergerakan Reagen Methanol (Periode 2022–2025)	59
Gambar 4.3 Grafik Fluktuasi Permintaan Harian dan Tren Pergerakan Reagen Acetonitrile (Periode 2022–2025).....	60
Gambar 4.4 Grafik Fluktuasi Permintaan Harian dan Tren Pergerakan Reagen Ethanol (Periode 2022–2025)	60
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Permintaan Aktual dan Prediksi XGBoost Reagen Methanol-Optimasi	73
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Permintaan Aktual dan Prediksi XGBoost Reagen Acetonitrile-Optimasi.....	73
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Permintaan Aktual dan Prediksi XGBoost Reagen Ethanol-Standar.....	74
Gambar 4.8 Diagram Alir SOP Usulan Pengadaan Reagen	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Pembimbing.....	108
Lampiran 2. Surat Keterangan Izin Penelitian	110
Lampiran 4. Proses <i>Feature Engineering</i> Reagen Acetonitrile	112
Lampiran 5. Proses <i>Feature Engineering</i> Reagen Ethanol	113
Lampiran 6. Proses Split Data Reagen Methanol, Acetonitrile, Ethanol.....	114
Lampiran 7. Training Model XGBoost Reagen Methanol, Acetonitrile, Ethanol	115
Lampiran 8. Evaluasi model Reagen Methanol, Acetonitrile, Ethanol.....	116
Lampiran 9. Training Model (Hyperparameter Tunning=27 Kombinasi)	117
Lampiran 10. Pembuatan Grafik Perbandingan Permintaan Aktual Vs XGBoost ...	118
Lampiran 11. Penentuan <i>Safety Stock</i> dan ROP Methanol dan Acetonitrile	119
Lampiran 12. Penentuan EOQ	120
Lampiran 13. Analisis Sensitivitas <i>Lead Time</i>	121
Lampiran 14. Analisis Biaya Persediaan	122
Lampiran 15. Cuplikan Data Set Mentah Permintaan Reagen (Awal Data).....	123
Lampiran 16. Cuplikan Data Set Mentah Permintaan Reagen (Tengah Data)	124
Lampiran 17. Cuplikan Data Set Mentah Permintaan Reagen (Akhir Data).....	125
Lampiran 18. Tabel Hasil Prediksi Vs Aktual Methanol `	126
Lampiran 19. Tabel Hasil Prediksi Vs Aktual Acetonitrile	127
Lampiran 20. Tabel Hasil Prediksi Vs Aktual Ethanol.....	128
Lampiran 21. Perbandingan antar metode	129