

**IMPLEMENTASI MODEL *VECTOR AUTOREGRESSIVE
EXOGENOUS* (VARX) DALAM PREDIKSI TOTAL
PENDAPATAN EKSPOR DI INDONESIA**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Matematika**



Intelligentia - Dignitas

Syafa Marisha Puteri

1305621024

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI

IMPLEMENTASI MODEL *VECTOR AUTOREGRESSIVE EXOGENOUS* (VARX) DALAM PREDIKSI TOTAL PENDAPATAN EKSPOR DI INDONESIA

Nama : Syafa Marisha Puteri
No. Registrasi : 1305621024

Nama



Tanda Tangan Tanggal

Penanggung Jawab : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si.
Dekan NIP. 197909162005011004

26/01/2026

Wakil Penanggung Jawab : Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc.
Dekan I NIP. 197905042009122002

26/01/2026

Ketua : Dr. Yudi Mahatma, M.Si.
NIP. 197610202008121001

29/10/2025

Sekretaris : Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd., M.Si.
NIP. 198102032006042001

07/11/2025

Penguji Ahli : Ibnu Hadi, M.Si.
NIP. 198107182008011017

29/10/2025

Pembimbing I : Drs. Sudarwanto, M.Si, DEA
NIP. 196503251993031003

11/11/2025

Pembimbing II : Dr. Vera Maya Santi, S.Si., M.Si.
NIP. 197905312005012006

10/11/2025

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 16 Oktober 2025

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Syafa Marisha Puteri

Nomor Registrasi : 1305621024

Program Studi : Matematika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "IMPLEMENTASI MODEL *VECTOR AUTOREGRESSIVE EXOGENOUS* (VARX) DALAM PREDIKSI TOTAL PENDAPATAN EKSPOR DI INDONESIA" adalah:

1. Dibuat sendiri, mengadopsi hasil kuliah, buku-buku, dan referensi acuan yang tertera di dalam referensi skripsi saya.
2. Bukan merupakan hasil duplikasi skripsi yang telah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan berdasarkan tata cara referensi yang semestinya.

Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, 06 Oktober 2025

Penulis



Syafa marisha Puteri



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Syafa Marisna Puteri
NIM : 1305621024
Fakultas/Prodi : FMIPA / Matematika
Alamat email : syafamarisna22@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Implementasi Model Vector Autoregressive Exogenous (VARX)
dalam Prediksi Total Pendapatan Ekspor di Indonesia

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta , 5 Februari 2026

Penulis

(Syafa Marisna Puteri)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Model *Vector Autoregressive Exogenous* (VARX) dalam Prediksi Total Pendapatan Ekspor di Indonesia”. Penelitian ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana Matematika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta.

Keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan berbagai pihak dengan tulus dan ikhlas memberikan masukan dan ide guna menyempurnakan penulisan penelitian ini. Dengan demikian, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Yudi Mahatma, M.Si. selaku Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta.
2. Drs. Sudarwanto, D.E.A, M.Si dan Dr. Vera Maya Santi, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan mendukung penulis baik secara moral ataupun keilmuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan hasil yang terbaik.
3. Segenap dosen Program Studi Matematika dan Rumpun Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan kontribusi berupa ilmu pengetahuan dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan.
4. Kedua orang tua tercinta yang tak henti-hentinya memberikan doa, bimbingan, kasih sayang, dan dukungan tanpa syarat. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada saudara kandung penulis dan keluarga besar yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, serta perhatian tulus selama perjalanan akademik penulis.
5. Naufal Hisyam selaku seseorang yang sangat dekat dengan penulis dan selalu setia mendampingi dengan penuh perhatian. Terima kasih karena selalu ha-

dir memberikan dukungan tanpa henti dan motivasi berharga, serta kesediaan dan kesabaran sebagai tempat berkeluh kesah. Keberadaannya tidak hanya memperkuat pilar rasa percaya diri penulis, tetapi juga sumber kekuatan dan semangat bagi penulis selama menjalani proses perkuliahan dan kehidupan.

6. Prisilla Novia Ananda dan Silvia Yustianti selaku sahabat sejati yang senantiasa setia menemani dalam suka maupun duka. Terima kasih atas setiap dukungan tanpa henti, motivasi yang menguatkan, serta keceriaan yang kalian bawa melalui berbagai cerita kehidupan dan momen kebersamaan kita. Kehadiran kalian tidak hanya menjadi sumber semangat dan inspirasi, tetapi juga menjadi cahaya yang menerangi hari-hari penulis.
7. Windah Basudara dan Hirotada Radifan, selaku konten kreator inspiratif dan menghibur sehingga secara tidak langsung turut menyuntikkan motivasi di tengah kejenuhan penulis.
8. Oliver Sykes, Baskara Putra, Noah Sebastian, Gerard, Vic Fuentes, dan Xdi-nary Heroes selaku musisi yang lantunan karyanya menjadi iringan inspiratif dan pembakar semangat dalam setiap proses pengerjaan skripsi.
9. Seluruh teman-teman program studi matematika, rekan seperbimbingan, dan teman seperjalanan lainnya dari berbagai latar belakang studi yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik ini. Terima kasih atas setiap diskusi bermakna, dukungan, motivasi, canda tawa, dan doa yang membuat perkuliahan penulis lebih berwarna. Kebersamaan kita tidak hanya menciptakan kenangan berharga, tetapi juga membantu penulis tumbuh menjadi pribadi yang lebih baik.
10. Diri sendiri yang tetap bertahan meski seringkali dihadapkan pada keraguan, kegagalan, dan hari-hari sulit. Terima kasih atas kerja keras dan ketekunan yang tak pernah padam, atas kemampuan untuk bangkit setiap kali terjatuh, dan atas keberanian untuk terus maju meski segala sesuatunya terasa berat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Jakarta, 06 Oktober 2025

Penulis

Syafa marisha Puteri



ABSTRAK

SYAFA MARISHA PUTERI. Implementasi Model *Vector Autoregressive Exogenous* (VARX) dalam Prediksi Total Pendapatan Ekspor di Indonesia. Skripsi, Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, September 2025.

Model *Vector Autoregressive Exogenous* (VARX) merupakan salah satu model runtun waktu multivariat dari pengembangan model *Vector Autoregressive* (VAR) yang ditambahkan dengan variabel eksogen. Model ini efektif digunakan dalam peramalan kegiatan ekonomi dikarenakan selain mampu memodelkan hubungan antar variabel endogen, model ini mampu menjelaskan pengaruh faktor-faktor eksternal sehingga model ini dapat meningkatkan akurasi peramalan dan relevan dengan kondisi nyata. Salah satu kegiatan ekonomi yang dapat diimplementasikan oleh pemodelan *Vector Autoregressive Exogenous* (VARX) yaitu pendapatan yang diperoleh dari kegiatan ekspor di Indonesia dikarenakan fluktuasi pendapatan kegiatan ekspor yang terjadi di Indonesia tidak terjadi secara acak, melainkan dipengaruhi oleh faktor internal seperti nilai masa lalunya ataupun faktor eksternal seperti nilai kurs dollar terhadap rupiah dan harga minyak *West Texas Intermediate* (WTI). Tujuan penelitian ini yaitu menentukan model *Vector Autoregressive Exogenous* (VARX) terbaik untuk meramalkan total pendapatan ekspor di Indonesia. Selain itu, agar peramalan total pendapatan ekspor lebih mendalam dan akurat, dilakukan peramalan terpisah antara ekspor migas dan ekspor non migas sehingga variabel endogen pada penelitian ini yaitu nilai ekspor migas dan non migas di Indonesia, kemudian variabel eksogennya yaitu nilai kurs dolar terhadap rupiah (USD/IDR) dan harga minyak *West Texas Intermediate* (WTI). Rentang waktu yang digunakan yaitu dari bulan Januari 2015 hingga Desember 2024. Teknik perhitungan penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak seperti Microsoft Excel, E-views, dan Google Colaboratory dengan menggunakan bahasa pemrograman yaitu Python. Berdasarkan hasil analisis, penambahan variabel eksogen nilai kurs dolar terhadap rupiah (USD/IDR) dan harga minyak WTI terbukti mampu meningkatkan akurasi peramalan dikarenakan adanya hubungan kausalitas granger yang signifikan, dimana harga minyak WTI secara signifikan mempengaruhi pendapatan ekspor di Indonesia. Sementara itu, meskipun secara terpisah nilai kurs dolar rupiah tidak selalu konsisten mempengaruhi, pengujian secara kolektif menunjukkan efek kombinasi dari kedua variabel tersebut mampu memprediksi pergerakan masing-masing pendapatan ekspor secara signifikan. Dengan demikian diperoleh model terbaik untuk meramalkan total pendapatan ekspor di Indonesia yaitu VARX(5,6). Model ini menunjukkan akurasi yang sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 5,60% dan nRMSE sebesar 6,40%. Hasil peramalan untuk periode Januari hingga Juli 2025 menunjukkan bahwa pendapatan ekspor akan terus berfluktuasi, sehingga diperlukan strategi pemerintah untuk meminimalisir potensi penurunan.

Kata kunci: *Vector Autoregressive Exogenous* (VARX), Peramalan, Ekspor, Kurs, Minyak mentah *west texas intermediate* (WTI)

ABSTRACT

SYAFA MARISHA PUTERI. *Implementation of the Vector Autoregressive Exogenous (VARX) Model in Forecasting Total Export Revenue in Indonesia. Thesis, Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Jakarta, September 2025.*

The Vector Autoregressive Exogenous (VARX) model is an extension of the Vector Autoregressive (VAR) model that incorporates exogenous variables, making it a powerful tool in multivariate time series analysis. This model is particularly effective for economic forecasting because it not only models the relationships among endogenous variables but also accounts for the influence of external factors. This capability can significantly improve forecasting accuracy and make the model more relevant to real-world conditions. One economic activity that can be effectively analyzed with the VARX model is Indonesia's export revenue, as its fluctuations are not random. Instead, they are influenced by internal factors, such as their own past values, and external factors, such as the US dollar exchange rate against the rupiah and the price of West Texas Intermediate (WTI) crude oil. This study aims to determine the best VARX model for forecasting Indonesia's total export revenue. To achieve a more in-depth and accurate forecast, separate predictions for oil and gas exports and non-oil and gas exports were conducted. Thus, the endogenous variables in this study are the values of Indonesia's oil and gas and non-oil and gas exports, while the exogenous variables are the US dollar exchange rate against the rupiah and the price of WTI crude oil. The data span from January 2015 to December 2024. The analysis was conducted using software such as Microsoft Excel, E-views, and Google Collaboratory, with Python as the programming language. The results show that the inclusion of the exogenous variables—the US dollar exchange rate against the rupiah and the price of WTI crude oil—improves forecasting accuracy. This is supported by significant Granger causality relationship, where the WTI oil price significantly influences Indonesia's export revenue. Although the rupiah exchange rate alone does not consistently show a significant effect, a collective test shows that the combination of both variables is a significant predictor of the movement of each type of export revenue. Consequently, the best model for forecasting Indonesia's total export revenue is VARX(5,6). This model demonstrates excellent accuracy, with a MAPE value of 5,60% and an nRMSE of 6,40%. The forecast for the January to July 2025 period indicates that export revenue will continue to fluctuate, requiring a government strategies to mitigate potential declines.

Keywords: *Vector Autoregressive Exogenous (VARX), Forecasting, Export, Exchange Rate, West Texas Intermediate (WTI) Crude Oil*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah	9
2 KAJIAN TEORI	10
2.1 Peramalan	10
2.2 Uji Multikolinearitas	12
2.3 Analisis Deret Waktu	14
2.4 Stasioneritas	17

2.4.1	Stasioneritas terhadap Varians	21
2.4.2	Stasioneritas terhadap Rata-Rata	29
2.5	Penentuan Lag Optimum	38
2.6	Model <i>Vector Autoregressive</i> (VAR)	40
2.7	Model <i>Vector Autoregressive Exogenous</i> (VARX)	48
2.8	Uji Stabilitas	56
2.9	Uji Diagnostik	59
2.9.1	Uji Kesesuaian Model	59
2.9.2	Uji Signifikansi Parameter	70
2.10	Pengukuran Tingkat Akurasi	80
2.11	Ekspor di Indonesia	85
2.12	Kurs Mata Uang	87
2.12.1	Pengaruh Nilai Kurs terhadap Ekspor di Indonesia	89
2.13	Minyak Mentah <i>West Texas Intermediate</i> (WTI)	90
2.13.1	Pengaruh Harga Minyak WTI terhadap Ekspor di Indonesia	93
3	METODE PENELITIAN	95
3.1	Variabel Penelitian	95
3.1.1	Konsep Variabel dalam Model VARX	95
3.1.2	Identifikasi Variabel Penelitian	96
3.2	Jenis dan Sumber Data	98
3.3	Pengumpulan Data	101
3.4	Prosedur Penelitian	101
4	HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	105
4.1	Analisis Plot Data Deret Waktu	105
4.1.1	Pendapatan Ekspor Migas di Indonesia	105
4.1.2	Pendapatan Ekspor Nonmigas di Indonesia	106
4.1.3	Nilai Kurs Dolar terhadap Rupiah (USD/IDR)	107
4.1.4	Harga Minyak Mentah <i>West Texas Intermediate</i> (WTI)	108
4.2	Uji Multikolinearitas Variabel Eksogen	109
4.3	Stasioneritas Data Deret Waktu	110

4.3.1	Transformasi Box-Cox	110
4.3.2	Uji ADF	114
4.4	Pemodelan VAR	120
4.4.1	Uji Stabilitas Model VAR	125
4.4.2	Uji Diagnostik Model VAR	127
4.5	Pemodelan VARX	141
4.5.1	Uji Stabilitas Model VARX	146
4.5.2	Uji Diagnostik Model VARX	147
4.6	Peramalan dan Pengukuran Akurasi	162
5	KESIMPULAN DAN SARAN	175
5.1	Kesimpulan	175
5.2	Saran	177
	DAFTAR PUSTAKA	178
	LAMPIRAN	186
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	205

DAFTAR TABEL

2.1	Ilustrasi data Variabel eksogen	13
2.2	Ilustrasi Pengolahan Data Eksogen untuk Perhitungan VIF	13
2.3	Ilustrasi Data Deret Waktu Variabel endogen dan eksogen	20
2.4	Nilai λ dan Transformasinya	24
2.5	Nilai Kritis Uji ADF	32
2.6	Ilustrasi Variabel Lag dan Diferensiasi Orde Pertama	33
2.7	Nilai AIC Model VAR(p)	48
2.8	Nilai AIC Model VARX(2, q)	55
2.9	Ilustrasi Uji Portmanteau Multivariat	65
2.10	Hipotesis Pengujian Signifikansi Parameter	71
2.11	Uji Signifikansi Parameter VARX	73
2.12	Hasil Uji Granger Causality	79
2.13	Kriteria Nilai MAPE	81
3.1	Variabel Penelitian	97
3.2	Nilai Ekspor Migas (Juta dolar)	99
3.3	Nilai Ekspor Non-Migas (Juta dolar)	99
3.4	Nilai Kurs Dolar terhadap Rupiah (USD/IDR)	100
3.5	Harga Minyak <i>West Texas Intermediate</i> (WTI) (dolar/ barel)	100
4.1	Pengolahan Data Eksogen untuk Perhitungan VIF	109
4.2	Hasil Transformasi Box-Cox dengan $\lambda = 0,1$	111
4.3	Nilai <i>Differencing</i> tingkat Orde Pertama	115
4.4	Nilai $Z_{1,t}$ dengan lag 1 dan <i>differencing</i> -nya	115
4.5	Uji ADF tingkat Level	119
4.6	Uji ADF setelah <i>differencing</i> tingkat pertama	120

4.7	Nilai AIC Model VAR(p)	124
4.8	Hasil Uji Stabilitas dan Kesesuaian Model	125
4.9	Nilai λ dan $ \lambda $	127
4.10	Hasil Uji Portmanteau Multivariat VAR(5)	130
4.11	Hasil Uji Signifikansi Parameter Parsial VAR(5)	135
4.12	Nilai AIC Model VARX(5, q)	145
4.13	Hasil Uji Stabilitas dan Kesesuaian Model VARX(5,6)	146
4.14	Nilai λ dan $ \lambda $	147
4.15	Hasil Uji Portmanteau Multivariat VARX(5,6)	149
4.16	Hasil Uji Signifikansi Parameter Parsial VARX(5,6)	154
4.17	Hasil Uji Signifikansi Parameter Parsial VARX(5,6) (lanjutan) . . .	155
4.18	Hasil Uji Granger Causality VARX(5,6)	161
4.19	Nilai <i>Differencing</i> tingkat Orde Pertama Data uji	163
4.20	Hasil Prediksi Data Uji Januari 2024 - Desember 2024	164
4.21	Hasil Prediksi Data Uji Tingkat Level Januari 2024 - Desember 2024	165
4.22	Akurasi MAPE Hasil Peramalan Data Uji	167
4.23	Akurasi RMSE Hasil Peramalan Data Uji	168
4.24	Hasil Prediksi Data Ekspor Migas dan Non Migas tingkat diff 1 (Januari- Juli 2025)	169
4.25	Hasil Prediksi Data Ekspor Migas dan Non Migas tingkat level (Januari- Juli 2025)	170
4.26	Selisih antara Hasil Prediksi dengan Nilai Aktual	171
4.27	Akurasi MAPE Hasil Peramalan Total Pendapatan Ekspor di Indo- nesia	172
4.28	Akurasi RMSE Hasil Peramalan Ekspor Migas dan Non Migas di Indonesia	174

DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik Pola Data Horizontal	15
2.2	Grafik Pola Data Tren	16
2.3	Grafik Pola Data Musiman	16
2.4	Grafik Pola Data Siklus	17
2.5	Plot Data Konstan (stasioner)	18
2.6	Plot Data Tren (Tidak stasioner)	19
2.7	Plot Data Musiman (Tidak stasioner)	19
2.8	Plot deret waktu data endogen	20
2.9	Plot deret waktu data eksogen	21
2.10	Menentukan λ optimal dengan GRG nonlinear	28
3.1	<i>Flowchart</i> Pemodelan VARX	103
3.2	<i>Flowchart</i> Pemodelan VARX (lanjutan)	104
4.1	Plot Data Deret Waktu Nilai Ekspor Migas	105
4.2	Plot Data Deret Waktu Nilai Ekspor Nonmigas	106
4.3	Plot Data Deret Waktu Nilai Kurs USD/IDR	107
4.4	Plot Data Deret Waktu Nilai Kurs USD/IDR	108