



SKRIPSI

OPTIMASI BAYESIAN PADA MODEL DEEPAR UNTUK PERAMALAN PENDAPATAN NEGARA INDONESIA

ABDILLAH FARUQUL ADHIM

NPM 21081010200

DOSEN PEMBIMBING

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom

Achmad Junaidi, S.kom., M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA SURABAYA
2025**



SKRIPSI

OPTIMASI BAYESIAN PADA MODEL DEEPAR UNTUK PERAMALAN PENDAPATAN NEGARA INDONESIA

ABDILLAH FARUQUL ADHIM

NPM 21081010200

DOSEN PEMBIMBING

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M. Kom.

Achmad Junaidi, S.kom., M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

PERAMALAN REALISASI PENDAPATAN NEGARA MENGGUNAKAN DEEP AUTOREGRESSIVE UNTUK DATA PENDAPATAN NEGARA INDONESIA

Oleh :

ABDILLAH FARUQUL ADHIM
NPM.21081010200

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 11 September 2025.

Menyetujui,

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19820211 2021212 005



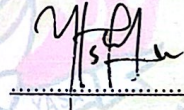
(Pembimbing I)

Achmad Junaidi, S.kom., M.Kom
NPT. 3 7811 04 0199 1



(Pembimbing II)

Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.
NIP. 19860425 2021212 001



(Ketua Penguji)

Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.
NIP. 1993121 3202203 2010



(Anggota Penguji II)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

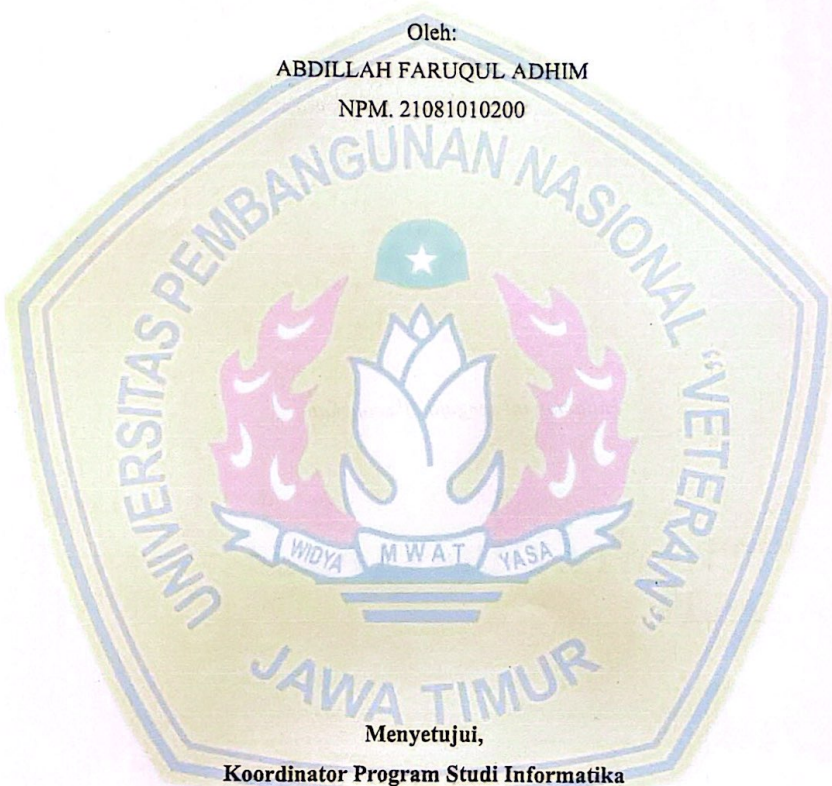
LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI BAYESIAN PADA MODEL DEEPAR UNTUK PERAMALAN PENDAPATAN NEGARA INDONESIA

Oleh:

ABDILLAH FARUQUL ADHIM

NPM. 21081010200



Menyetujui,

Koordinator Program Studi Informatika

Fakultas Ilmu Komputer

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19820211 2021212 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Abdillah Faruqul Adhim
NPM : 21081010200
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 11 September 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Abdillah Faruqul Adhim
NPM. 21081010200

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Abdillah Faruqul Adhim / 21081010200

Judul Skripsi : Optimasi Bayesian pada Model DeepAR untuk
Peramalan Pendapatan Negara Indonesia

Dosen Pembimbing : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
2. Achmad Junaidi, S.kom., M.Kom.

Ketidakakuratan proyeksi pendapatan negara menghambat perencanaan anggaran yang efektif dan berisiko pada keberlanjutan program pembangunan. Penelitian ini menerapkan *DeepAR* untuk meramalkan realisasi pendapatan negara Indonesia serta mengevaluasi peningkatan kinerja melalui penyetelan *hyperparameter* berbasis *Bayesian optimization*. Dataset IMF periode 1980 sampai 2024 mencakup pendapatan pemerintah, pengeluaran pemerintah, pertumbuhan PDB riil, dan utang publik bruto yang seluruhnya dinyatakan sebagai persentase terhadap PDB. Metode menggunakan pemisahan temporal dengan skema *rolling forecast* berbasis *expanding window* pada tiga proporsi 80:10:10, 70:20:10, dan 70:15:15, serta *Bayesian optimization* sebanyak 100 *trial*. Evaluasi dilakukan menggunakan *MAPE*, *RMSE*, dan *CRPS* pada fase *validation* dan *test*. Konfigurasi terbaik yang diperoleh terdiri atas *context length* 10, *hidden size* 48, *num layers* 3, *dropout* 0,15, *learning rate* 0,0015, *batch size* 32, dan *max epochs* 80. Pada *validation*, konfigurasi teroptimasi mencapai *MAPE* 3,50 persen, *RMSE* 0,591, dan *CRPS* 0,611 yang lebih baik daripada *baseline*. Pada *test* 2020 sampai 2024, kinerja model mencapai *MAPE* 8,96 persen, *RMSE* 1,423, dan *CRPS* 1,539. Implementasi akhir dengan pelatihan ulang penuh 1980 sampai 2024 menghasilkan proyeksi 2025 sebesar 14,43 persen PDB dengan *prediction interval* 80 persen antara 14,16 dan 14,66. Model diintegrasikan dalam aplikasi web berbasis Flask untuk peramalan probabilistik beserta *prediction interval* sehingga mendukung analisis dan pengambilan keputusan fiskal.

Kata kunci : *DeepAR*, peramalan pendapatan negara, probabilistic forecasting, *Bayesian optimization*, deret waktu ekonomi

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Abdillah Faruqul Adhim / 21081010200
Thesis Title : Bayesian Optimization of a DeepAR Model for
Forecasting Indonesia's Government Revenue
Advisor : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
2. Achmad Junaidi, S.kom., M.Kom

Inaccurate revenue projections hinder effective budgeting and threaten the continuity of development programs. This study applies DeepAR to forecast Indonesia's government revenue and evaluates performance gains from hyperparameter tuning using Bayesian optimization. The dataset from the IMF spans 1980 to 2024 and includes four macroeconomic variables expressed as a share of GDP: government revenue, government expenditure, real GDP growth, and gross public debt. The method employs temporal splitting with a rolling forecast expanding-window scheme across three data splits of 80:10:10, 70:20:10, and 70:15:15, and runs 100 trials of Bayesian optimization. The best configuration is context length 10, hidden size 48, num layers 3, dropout 0.15, learning rate 0.0015, batch size 32, and max epochs 80. On validation, the tuned model achieves MAPE 3.50%, RMSE 0.591, and CRPS 0.611, improving over the baseline. On the test period 2020 to 2024, performance reaches MAPE 8.96%, RMSE 1.423, and CRPS 1.539. The final model refit on 1980 to 2024 delivers a one-step-ahead projection for 2025 of 14.43% of GDP with an 80% prediction interval of [14.16%, 14.66%]. The model is also deployed in a Flask web application that supports historical validation and forward forecasting with probabilistic outputs to inform fiscal analysis and decision-making.

Keywords: *DeepAR, government revenue forecasting, probabilistic forecasting, Bayesian optimization, economic time series*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

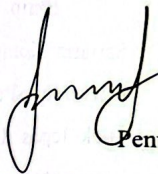
Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“OPTIMASI BAYESIAN PADA MODEL DEEPAR UNTUK PERAMALAN PENDAPATAN NEGARA INDONESIA”** dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Fetty Try Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Try Anggraeny, S.Kom., M.Kom. dan Achmad Junaidi, S.kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen Program Studi Informatika yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan inspirasi selama proses perkuliahan yang menjadi bekal penting dalam penyusunan skripsi ini.
5. Keluarga penulis Abi, Umi, dan Kaka yang selalu memberi doa, dukungan, dan kasih sayang tiada henti.
6. Teman-teman kuliah, Erik, Blek, Auldrey, Bowo, Napis, Verdy, Bagus, Bewok, Elang, Iqbal, Arab, Roy, Peno, Pupun, Habib, Riko, Yazid, dan masih banyak lagi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang selalu menemani penulis selama masa perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
7. Sahabat penulis sekaligus mentor dalam kehidupan Master Sabil dan Master Amir yang selalu memberi petunjuk kehidupan setara Socrates serta memberikan vt penyemangat untuk menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 11 September 2025



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR PSEUDOCODE	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Peramalan Deret Waktu Ekonomi.....	10
2.2.2 DeepAR.....	14
2.2.3 Long Short-Term Memory (LSTM).....	17
2.2.4 Bayesian Optimization	18

2.2.5	Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	22
2.2.6	Evaluasi Model RMSE.....	23
2.2.7	Continuous Ranked Probability Score (CRPS).....	24
2.2.8	Temporal Data Splitting Untuk Forecasting	26
2.2.9	Flask	29
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM		31
3.1	Desain Sistem	31
3.2	Pengumpulan Data	32
3.3	Data Preprocessing	33
3.3.1	Data Loading.....	34
3.3.2	Temporal Data Splitting.....	35
3.3.3	Missing Value Treatment.....	35
3.3.4	Feature Engineering	36
3.3.5	Data Normalization	37
3.4	Pembuatan Model.....	38
3.5	Hyperparameter Tuning	43
3.6	Retraining Model.....	45
3.7	Evaluasi	45
3.8	Implementasi Model.....	46
3.9	Deploy Web Model	47
3.10	Skenario Pengujian	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Pengumpulan Data	53
4.2	Data Preprocessing	54
4.2.1	Data Loading.....	55
4.2.2	Temporal Data Splitting.....	57

4.2.3	Missing Value Treatment	59
4.2.4	Feature Engineering	61
4.2.5	Data Normalization	64
4.3	Pembuatan Model	66
4.3.1	Konversi Dataset	67
4.3.2	Training Model Baseline	69
4.4	Hyperparameter Tuning	72
4.5	Retrain Model	75
4.6	Evaluasi	78
4.7	Implementasi Model	79
4.8	Deploy Web Model	80
4.7.1	Arsitektur Sistem Website	81
4.7.2	Integrasi Model ke Website	81
4.7.3	Antarmuka Pengguna Website	82
4.9	Skenario Pengujian	84
4.9.1	Skenario Pengujian Tanpa Hyperparameter Tuning	84
4.9.2	Skenario Pengujian Dengan Bayesian Optimization	88
BAB V PENUTUP		95
5.1	Kesimpulan	95
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA		99
LAMPIRAN		103

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Arsitektur DeepAR	15
Gambar 3. 1	Desain Sistem	32
Gambar 3. 2	Alur Data Preprocessing	33
Gambar 3. 3	Flowchart pembuatan Model	39
Gambar 3. 4	Arsitektur Model DeepAR.....	41
Gambar 3. 5	Flowchart Bayesian Optimization	44
Gambar 3. 6	Flowchart Proses Deployment.....	47
Gambar 3. 7	Wireframe Halaman Prediksi	48
Gambar 3. 8	Wireframe Hasil Prediksi	49
Gambar 4. 1	Dataset Ekonomi Makro Indonesia	53
Gambar 4. 2	Visualisasi Data Loading.....	56
Gambar 4. 3	Visualisasi Hasil Temporal Data Splitting	58
Gambar 4. 4	Visual Hasil Missing Value Treatment.....	60
Gambar 4. 5	Hasil Visualisasi Feature Engineering.....	63
Gambar 4. 6	Visualisasi Hasil Data Normalization.....	65
Gambar 4. 7	Hasil Baseline DeepAR Rolling Forecast.....	70
Gambar 4. 8	Detail Hasil Baseline Rolling Forecast Performance	71
Gambar 4. 9	Visualisasi Hasil Hyperparameter Tuning.....	74
Gambar 4. 10	Final DeepAR Model – Dual Phase Evaluation Results.	77
Gambar 4. 11	Detailed Forecast Results - Final DeepAR Model Performance ..	78
Gambar 4. 12	Hasil Prediksi.....	80
Gambar 4. 13	Halaman Utama	83
Gambar 4. 14	Halaman Prediksi.....	83
Gambar 4. 15	Perbandingan Prediksi dan Aktual (Default 80:10:10).....	85
Gambar 4. 16	Hasil Evaluasi Model (Default 80:10:10).....	85
Gambar 4. 17	Perbandingan Prediksi dan Aktual (Default 70:20:10).....	86
Gambar 4. 18	Hasil Evaluasi Model (Default 70:20:10).....	86
Gambar 4. 19	Perbandingan Prediksi dan Aktual (Default 70:15:15).....	87
Gambar 4. 20	Hasil Evaluasi Model (Default 70:15:15).....	88
Gambar 4. 21	Hasil Bayesian (80:10:10)	89
Gambar 4. 22	Hasil Evaluasi Model (Optimized 80:10:10).....	89

Gambar 4. 23 Hasil Bayesian (70:20:10)	90
Gambar 4. 24 Hasil Evaluasi Model (Optimized 70:20:10).....	90
Gambar 4. 25 Hasil Bayesian (70:15:15)	91
Gambar 4. 26 Hasil Evaluasi Model (Optimized 70:20:10).....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Contoh Dataset	33
Tabel 3. 2 Sampel Dataset Setelah Data Loading	35
Tabel 3. 3 Skema pembagian temporal dataset	35
Tabel 3. 4 Sampel Dataset Setelah missing value treatment	36
Tabel 3. 5 Sampel Dataset Setelah Feature Engineering.....	37
Tabel 3. 6 Sampel Dataset Setelah Normalization	38
Tabel 3. 7 Ruang hyperparameter	43
Tabel 3. 8 Skenario Pengujian.....	50
Tabel 4. 1 Hasil Evaluasi Test Set.....	79
Tabel 4. 2 Struktur folder sistem aplikasi.....	81
Tabel 4. 3 Hasil Skenario Pengujian	92

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PSEUDOCODE

Pseudocode 4. 1	Data Loading IMF Dataset.....	55
Pseudocode 4. 2	Temporal Data Splitting.....	57
Pseudocode 4. 3	Missing Value Treatment.....	59
Pseudocode 4. 4	Feature Engineering	62
Pseudocode 4. 5	Data Normalization	64
Pseudocode 4. 6	Konversi Dataset ke Format GluonTS	68
Pseudocode 4. 7	Training Model DeepAR dengan Arsitektur Internal	69
Pseudocode 4. 8	Hyperparameter Tuning	73
Pseudocode 4. 9	Retrain Model - Validation Phase	75
Pseudocode 4. 10	Retrain Model - Test Phase & Summary	76
Pseudocode 4. 11	Deploy Model (Setup & Routing Utama)	82
Pseudocode 4. 12	Deploy Model (Proses Prediksi)	82

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Surat Hasil Pemeriksaan Turnitin	103
--	-----