

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMBANG	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.4 Tinjauan Pustaka	6
1.5 Metode Penelitian	9
1.6 Sistematika Penulisan	9
II DASAR TEORI	11
2.1 Teori Investasi	11
2.2 Uji Beda Non-Parametrik	18
2.3 Peramalan Menggunakan Pendekatan <i>Deep Learning</i>	23
2.3.1 ANN	24
2.3.2 RNN	27
2.3.3 LSTM	27
2.3.4 CNN	29
2.3.5 CNN-LSTM	29
2.4 Kurva <i>Efficient Frontier</i>	30
2.5 Optimasi Portofolio	32
2.6 Performa Portofolio	38
2.6.1 Sharpe Ratio	38
2.6.2 Sortino Ratio	39

2.6.3	Information <i>Ratio</i>	40
2.6.4	Max Drawdown	40
2.6.5	Turnover	41
III OPTIMASI MEAN-CONDITIONAL VALUE AT RISK DENGAN PRE-		
DIKSI CNN-LSTM		42
3.1	Optimisasi Portofolio dengan Kendala <i>Conditional Value at Risk</i> (CVaR)	42
3.1.1	Ukuran Risiko VaR dan CVaR	42
3.1.2	Formulasi Optimisasi Portofolio	43
3.1.3	Membandingkan Optimisasi Portofolio Berbasis Prediksi CNN-LSTM dengan Historis	49
3.2	Sumber Data	51
3.3	Pendefinisian Batasan	52
3.4	<i>Preprocessing Data</i>	54
3.4.1	Memasukkan Data	55
3.4.2	Perhitungan <i>Return</i>	55
3.5	Peramalan Menggunakan CNN-LSTM	56
3.6	Mengidentifikasi Pola Alokasi Bobot Aset yang Optimal dan Adap- tif di Bawah Batasan Regulasi OJK	57
IV HASIL DAN ANALISIS OPTIMASI PORTOFOLIO BERBASIS PRE-		
DIKSI CNN-LSTM DI BAWAH REGULASI OJK		60
4.1	Deskripsi Variabel	60
4.2	Prediksi dengan Model CNN-LSTM	63
4.3	Perbandingan Model Prediksi CNN-LSTM dengan Pendekatan His- toris dalam Optimisasi Portofolio	67
4.4	Dampak Penerapan Batasan Regulasi OJK terhadap Performa Por- tfolio <i>Mean-CVaR</i> Berbasis Prediksi	70
4.5	Mengidentifikasi Pola Alokasi Bobot Aset yang Optimal dan Adap- tif di Bawah Batasan Regulasi OJK	74
4.5.1	Korelasi Antar Performa	75
4.5.2	Analisis Sensitivitas terhadap Satu Aset	76
4.5.3	Menyaring Bobot Efisien Regulatoris	79
4.5.4	Rekomendasi Portofolio Efisien Regulatoris yang Layak Di- adopsi	86
V PENUTUP		89
5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		91

A SKRIP PROGRAM R	100
1.1 Preprocessing	100
1.2 Visualisasi Data	110
1.2.1 Plot Price Historis	110
1.2.2 Histogram Price Historis	111
1.2.3 Plot Return Historis	112
1.2.4 Plot Price CNN-LSTM	112
1.2.5 Plot Return CNN-LSTM	113
1.2.6 Plot Residual	114
1.3 Tujuan 1: Membandingkan Historis vs Prediksi	115
1.3.1 Optimasi MCV	116
1.3.2 Optimasi MV	117
1.3.3 Performa Portofolio	118
1.3.4 Efficient Frontier	118
1.3.5 Supplementary: Split Horizon untuk Membandingkan Historis dan CNN-LSTM	127
1.4 Tujuan 2: Membandingkan Performa No Constraint dan Constraint	130
1.4.1 Optimasi No Constraint	130
1.4.2 Optimasi OJK Constraint	131
1.4.3 Performa Portofolio	133
1.4.4 Efficient Frontier	134
1.5 Tujuan 3: Mengidentifikasi Pola Alokasi Bobot	138
1.5.1 Performa 3 Kombinasi Tertinggi	141
1.5.2 Korelasi Antar Performa	142
1.5.3 Menyaring Bobot Efisien Regulatoris	143
B SKRIP PROGRAM PYTHON	159
2.1 Preprocessing	159
2.2 Menentukan Hyperparameter Terbaik CNN-LSTM	160
2.3 Melakukan Prediksi CNN-LSTM	163

DAFTAR TABEL

2.1	Harga Aset BBRI, BBKA, dan BTC dari 19 Agustus 2024 hingga 23 Agustus 2024	14
2.2	Contoh <i>Return Total</i>	14
2.3	Ilustrasi Kelompok A, B, dan C	20
2.4	Kelompok A, B, dan C yang Telah Diberi Peringkat	21
2.5	Contoh Nilai <i>Return</i>	35
3.1	Aset yang Dibatasi	53
3.2	Batasan yang Diterapkan	54
3.3	Besaran <i>Hyperparameter</i> dari Percobaan yang Akan Dilakukan	56
4.1	Variabel yang Digunakan	60
4.2	Statistik Deskriptif Data Historis	61
4.3	<i>Hyperparameter</i> Terbaik	64
4.4	Statistik Deskriptif <i>Return</i> CNN-LSTM	65
4.5	Statistik Deskriptif Residual CNN-LSTM	66
4.6	Perbandingan Kinerja Portofolio: Historis vs CNN-LSTM pada CVaR Maks 2% dan Volatilitas Maks 2.8%	67
4.7	Perbandingan Performa dari Optimasi <i>No Constraint</i> dan OJK <i>Constraint</i>	70
4.8	Kombinasi Terbaik Portofolio per Kriteria	74
4.9	Perbedaan Rata-rata <i>Return</i>	83
4.10	Hasil Uji Kruskal–Wallis	84
4.11	Mann–Whitney (Green vs Yellow)	84
4.12	Mann–Whitney (Green vs Full)	85
4.13	Mann–Whitney (Yellow vs Full)	85
4.14	Top 10 Portofolio Efisien yang Layak Diadopsi	86

DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram Blok Pemodelan Data dan optimasi Portofolio (Palomar, 2025)	23
2.2	Jaringan Syaraf Tiruan Menyerupai Struktur Otak Manusia (Arbib, 2003; Haykin, 2009)	25
2.3	Struktur ANN (SabrePC, 2024)	26
2.4	Struktur RNN (SabrePC, 2024)	27
2.5	Struktur LSTM (Yakub dkk., 2025)	28
2.6	Struktur CNN (SabrePC, 2024)	29
2.7	Struktur CNN-LSTM (Kim & Cho, 2019)	30
2.8	Kurva <i>Efficient Frontier</i> antara Output (y) dan Biaya (x) (Farrell, 1957)	31
2.9	Kurva <i>Efficient Frontier</i> antara Keuntungan (y) dan Risiko (x) (Inyova AG, 2024)	31
2.10	Titik Portofolio Umum dan <i>Efficient Frontier</i> (Palomar, 2025)	33
3.1	Diagram Alur Perbandingan Optimasi Portofolio Berbasis CNN-LSTM dan Historis	51
3.2	Diagram Alur Identifikasi Pola Alokasi Bobot Aset Optimal dalam Batasan OJK	59
4.1	Plot Harga Masing-Masing Aset	61
4.2	<i>Return</i> Masing-Masing Aset	62
4.3	Histogram Data <i>Return</i>	63
4.4	Plot Prediksi Harga dengan CNN-LSTM	64
4.5	Plot <i>Return</i> dengan CNN-LSTM	65
4.6	Residual Masing-masing Aset	66
4.7	<i>Efficient Frontier</i> Historis dan CNN-LSTM yang Berhimpit	68
4.8	<i>Efficient Frontier</i> Berbasis Varians	69
4.9	Perbandingan Proporsi Bobot Aset Tanpa dan dengan Batasan OJK	71
4.10	Perbandingan Performa pada Batasan OJK saat $CVaR \leq 2\%$	72
4.11	<i>Efficient Frontier</i> Portofolio Mean- $CVaR$ dengan Kendala OJK	73
4.12	Performa korelasi	75
4.13	Pengaruh Bobot Tiap Aset terhadap Performa Portofolio (dalam Batasan OJK)	77
4.14	Pengaruh Bobot Tiap Aset terhadap Performa Portofolio (Tanpa Batasan)	78



4.15 Plot CVaR vs <i>Expected Return</i> pada Hasil Optimasi untuk Semua Kombinasi	80
4.16 Plot CVaR vs <i>Expected Return</i> pada Hasil Optimasi untuk Semua Kombinasi Dibandingkan dengan OJK Frontier	81
4.17 Pemisahan Area di Atas Garis OJK	82
4.18 Contoh Skenario Penerapan Alokasi	87