



SKRIPSI

IMPLEMENTASI METODE *SUPPORT VECTOR REGRESSION* (SVR) PADA PREDIKSI HARGA *ALTCOIN* DENGAN *FIREFLY OPTIMIZATION*

ALIEF INDY MILLANI

NPM 20081010013

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng
Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom

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

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE *SUPPORT VECTOR REGRESSION* (SVR). PADA PREDIKSI HARGA *ALTCOIN* DENGAN *FIREFLY OPTIMIZATION*

Oleh :

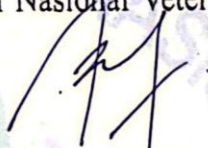
ALIEF INDY MILLANI

NPM. 20081010013

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 23 Desember 2025

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T.,
IPU., ASEAN Eng

NIP. 19801205 200501 1 002


..... (Pembimbing I)

Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom

NIP. 19880525 201803 1 001


..... (Pembimbing II)

Dr. Ir. Kartini, S.Kom., MT

NIP. 19611110 199103 2 001


..... (Ketua Penguji)

Firza Prima Aditiawan, S.Kom., MTI

NIP. 19860523 202121 1 003


..... (Anggota Penguji)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer


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

Halaman ini sengaja dikosongkan

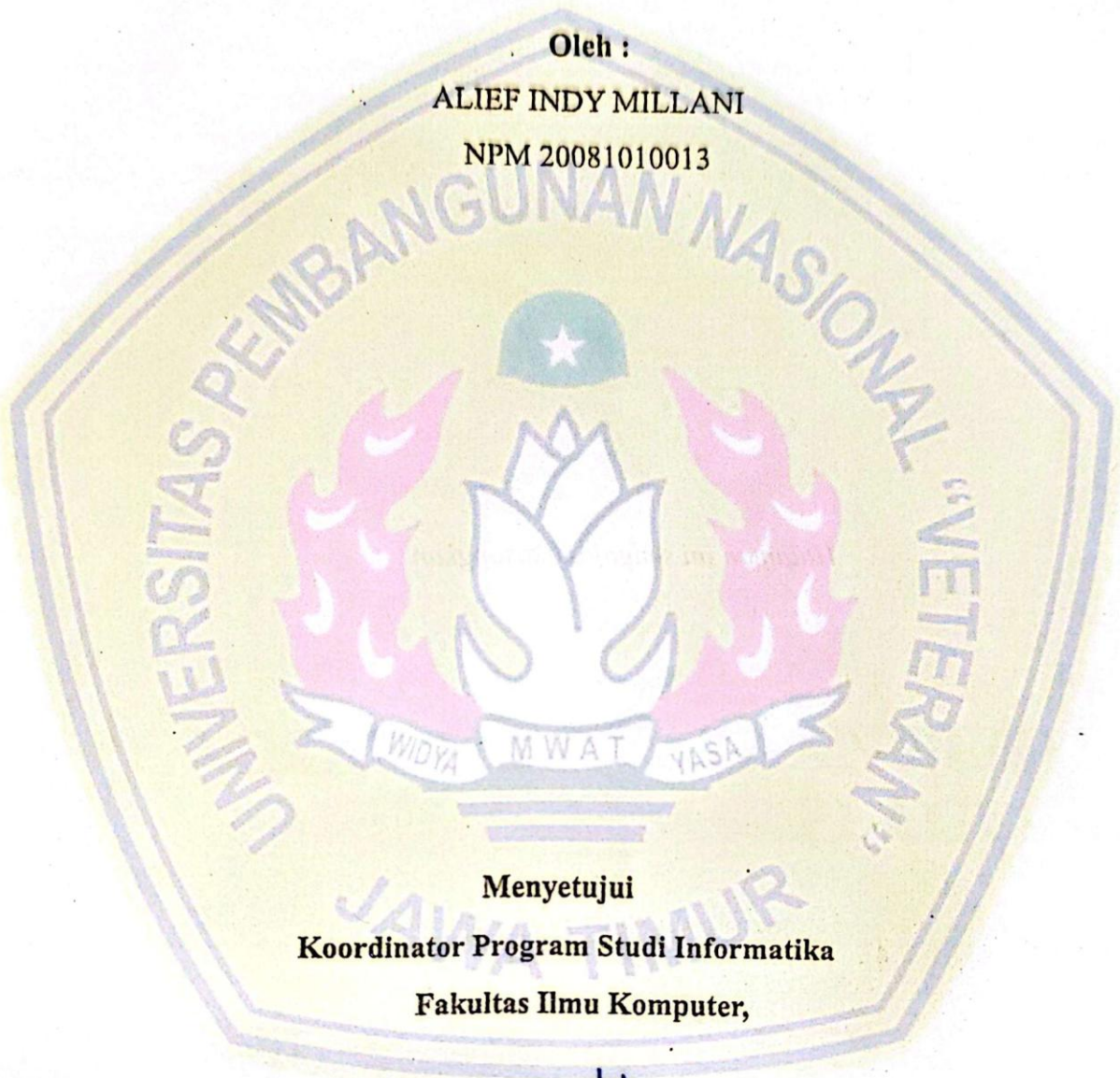
LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI METODE *SUPPORT VECTOR REGRESSION* (SVR)
PADA PREDIKSI HARGA ALTCOIN DENGAN *FIREFLY OPTIMIZATION***

Oleh :

ALIEF INDY MILLANI

NPM 20081010013



Menyetujui

Koordinator Program Studi Informatika

Fakultas Ilmu Komputer,

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

NIP. 19820211 202121 2 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Alief Indy Millani
NPM : 20081010013
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, 23 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Alief Indy Millani

NPM. 20081010013

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Alief Indy Millani / 20081010013

Judul Skripsi : Implementasi Metode *Support Vector Regression* (SVR) pada Prediksi Harga *Altcoin* Dengan *Firefly Optimization*

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng

2. Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom

Perkembangan digital di Indonesia pasca-pandemi telah mendorong peningkatan investasi, salah satunya dalam aset digital *Cryptocurrency*. *Cryptocurrency*, yang didukung oleh teknologi kriptografi dan blockchain, menawarkan potensi keuntungan besar, tetapi juga memiliki volatilitas pasar yang tinggi, sehingga meningkatkan risiko bagi investor. Oleh karena itu, prediksi harga yang akurat menjadi krusial dalam mengoptimalkan keuntungan dan mengurangi risiko kerugian. Penelitian ini berfokus pada prediksi harga altcoin, yaitu semua *Cryptocurrency* selain Bitcoin, menggunakan kombinasi metode *Support Vector Regression* (SVR) dan *Firefly Optimization*. *Firefly Optimization* digunakan untuk mengoptimalkan parameter SVR seperti C , Γ , dan ϵ , sehingga meningkatkan akurasi prediksi harga. Altcoin yang dianalisis dalam penelitian ini adalah *Ethereum*, *Solana*, dan *Litecoin*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Firefly Optimization* berhasil meningkatkan performa prediksi SVR dengan menurunkan nilai *error* seperti MAPE, MAE, MSE, dan RMSE, serta meningkatkan nilai R^2 . Pada dataset *Solana*, nilai MAPE turun dari 7.62% menjadi 3.42%, dengan peningkatan nilai R^2 dari 0.80 menjadi 0.95. Pada *Litecoin*, MAPE berkurang dari 9.21% menjadi 3.49%, sementara R^2 meningkat dari 0.83 menjadi 0.94. Untuk *Ethereum*, model *Firefly*-SVR menghasilkan peningkatan yang serupa, dengan penurunan MAPE dari 9.06% menjadi 3.03% dan peningkatan R^2 dari 0.40 menjadi 0.93. Meskipun metode ini meningkatkan akurasi prediksi harga altcoin, implementasi *Firefly Optimization* memerlukan waktu komputasi yang lebih tinggi. Pada *Solana*, waktu komputasi meningkat dari 11.07 detik menjadi 613.11 detik., *Litecoin*, waktu komputasi bertambah dari 10.67 detik menjadi 501.70 detik, dan *Ethereum* dari 9.69 detik menjadi 521.64 detik. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan metode analisis baru yang dapat diterapkan pada pasar keuangan lainnya, dengan mempertimbangkan trade-off antara akurasi prediksi dan efisiensi komputasi.

Kata kunci : *Cryptocurrency*, *Support Vector Regression* (SVR), *Firefly Optimization*, *Prediction*, dan *Altcoin*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Alief Indy Millani / 20081010013

Title of Undergraduate Thesis : Implementation of *Support Vector Regression* (SVR) Method in *Altcoin* Price Prediction Using *Firefly Optimization*

Advisor : 1. Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya. S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng
2. Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom

The digital development in Indonesia post-pandemic has driven an increase in investments, one of which is in digital assets like *Cryptocurrency*. *Cryptocurrency*, supported by cryptographic and blockchain technology, offers significant profit potential but also comes with *High* market volatility, increasing risks for investors. Therefore, accurate price prediction is crucial in optimizing profits and minimizing potential losses. This study focuses on predicting altcoin prices, which refer to all cryptocurrencies except Bitcoin, using a combination of *Support Vector Regression* (SVR) and *Firefly Optimization*. *Firefly Optimization* is employed to optimize SVR parameters such as *C*, *Gamma*, and *Epsilon*, thereby improving prediction accuracy. The altcoins analyzed in this research are *Ethereum*, *Solana*, and *Litecoin*. The results show that *Firefly Optimization* successfully enhances SVR's prediction performance by reducing *error* values such as MAPE, MAE, MSE, and RMSE, while increasing R^2 values. For the *Solana* dataset, the MAPE value decreased from 7.62% to 3.42%, accompanied by an improvement in R^2 from 0.80 to 0.95. In the *Litecoin* dataset, MAPE decreased from 9.21% to 3.49%, while R^2 increased from 0.83 to 0.94. For *Ethereum*, the *Firefly*-SVR model produced similar improvements, reducing MAPE from 9.06% to 3.03% and increasing R^2 from 0.40 to 0.93. Although this method improves the accuracy of altcoin price predictions, the implementation of *Firefly Optimization* requires *Higher* computational time. For *Solana*, the computation time increased from 11.07 seconds to 613.11 seconds. For *Litecoin*, it rose from 10.67 seconds to 501.70 seconds, and for *Ethereum*, from 9.69 seconds to 521.64 seconds. Thus, this study contributes to the development of a new analytical method that can be applied to other financial markets, considering the trade-off between prediction accuracy and computational efficiency.

Keywords : *Cryptocurrency*, *Support Vector Regression* (SVR), *Firefly Optimization*, Prediction, dan *Altcoin*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Implementasi Metode *Support Vector Regression (SVR)* pada Prediksi Harga *Altcoin* Dengan *Firefly Optimization*”** dapat terselesaikan dengan baik.

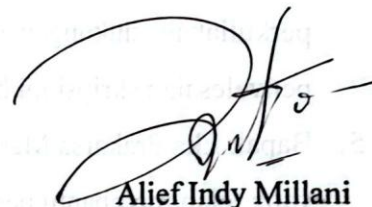
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr.Eng.Ir.Dwi Arman Prasetya.,ST.,MT.,IPU., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah membantu penulis dalam menjalani perkuliahan baik dari sisi akademis maupun non-akademis. .
4. Bapak Dr.Eng.Ir.Dwi Arman Prasetya.,ST.,MT.,IPU., ASEAN Eng selaku Dosen Pembimbing satu yang telah banyak membantu penulis dari awal perkuliahan, dukungan berupa koreksi, arahan, dan juga saran dalam proses penyelesaian skripsi ini hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom selaku Dosen Pembimbing dua yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaan skripsi ini dengan sabar serta memberi dukungan berupa koreksi, arahan, dan juga saran dalam proses penyelesaian skripsi ini hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Ibu Dr. Ir. Kartini, S.Kom., MT selaku Dosen Penguji 1 yang telah mengarahkan penulis dalam pengerjaan skripsi ini sehingga skripsi ini ditulis dengan baik.

7. Firza Prima Aditiawan, S.Kom., MTI selaku Dosen Penguji 2 yang telah mengarahkan penulis dalam pengerjaan skripsi ini sehingga skripsi ini ditulis dengan baik
8. Seluruh Dosen Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas segala ilmu pengetahuan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan dan memberikan pengalaman berharga bagi penulis baik dari sisi akademis maupun non-akademis.
9. Seluruh keluarga saya yang telah merawat, menerima, dan memberikan apa pun yang penulis butuhkan sepanjang waktu tanpa menghiraukan lelahnya sejak penulis lahir sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang kebaikan mereka tidak mungkin penulis balas dengan sepadan hingga akhir hayat.
10. Rekan-rekan mahasiswa Informatika angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan, semangat, serta kebersamaan selama masa perkuliahan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. 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, 23 Desember 2025



Alief Indy Millani

NPM. 20081010013

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR KODE PROGRAM	xxv
DAFTAR NOTASI	xxvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Saham.....	7
2.2.2. <i>Cryptocurrency</i>	8
2.2.3. <i>Altcoin</i>	8
2.2.4. <i>Yahoo Finance</i>	8
2.2.5. <i>Machine learning</i>	9
2.2.6. <i>Time Series</i>	10
2.2.7. <i>Person Corelation</i>	10
2.2.8. <i>Min – Max Scalling</i>	11
2.2.9. <i>Support Vector Regression (SVR)</i>	11
2.2.10. <i>Firefly Optimization</i>	15

2.2.11. Evaluasi.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Tahapan Penelitian	19
3.2. Pengumpulan Data	20
3.3. Pemilihan Fitur menggunakan <i>Person Corelation</i>	21
3.4. Preproceesing Menggunakan Min-Max Scalling.....	24
3.5. Model SVR	26
3.5.1. Membagi Dataset.....	26
3.5.2. Inisialisasi Parameter	27
3.5.3. Menghitung Kernel.....	27
3.5.4. Kondisi Awal	27
3.5.5. Menghitung α Baru.....	28
3.5.6. Menghitung Clipping batas L dan H	29
3.5.7. Menghitung Error Terbaru	29
3.5.8. Menghitung Bias Terbaru	29
3.5.9. Melanjutkan Iterasi Ke - 2	30
3.5.10. Membandingkan Perubahan Pertama dan Kedua	31
3.5.11. Menghitung Prediksi dan MAPE	31
3.6. Model SVR - <i>Firefly Optimization</i>	32
3.6.1. Inisialisasi Parameter SVR- <i>Firefly</i>	33
3.6.2. Menentukan Penarikan Cahaya	33
3.6.3. Menghitung Jarak Antara Firefly.....	33
3.6.4. Menghitung Daya Tarik.....	33
3.6.5. Menghitung Deterministic Move.....	34
3.6.6. Menghitung Random Move.....	34
3.6.7. Menghitung Total Pergeseran	34
3.6.8. Menghitung Clipping.....	35
3.6.9. Menghitung Nilai Fitness	35
3.6.10. Melanjutkan F2 dan seterusnya	35
3.7. Pengujian dan Evaluasi	36
3.7.1. Skenario 1 (<i>Test Size</i>).....	36
3.7.2. Skenario 2 (<i>Alpha_fr</i>)	36
3.7.3. Skenario 3 (<i>Gamma_fr</i>).....	37

3.7.4. Skenario 4 (<i>b0</i>).....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Implementasi Kode.....	39
4.1.1. Membaca Dataset.....	39
4.1.2. Pemilihan Fitur.....	41
4.1.3. Preprocessing Data.....	42
4.1.4. Model SVR-SMO.....	44
1. Pembagian Data	44
2. Parameter SVR.....	45
3. Kernel RBF	46
4. Pemeriksaan dan Pembaruan a_2 (Examine Example)	47
5. Pembaharuan nilai α	48
6. Pelatihan Model (Fit)	49
7. Prediksi dengan Model.....	51
4.1.5. Model Firefly-SVR	51
1. Inisialisasi Parameter <i>Firefly</i> SVR.....	51
2. Inisialisasi Populasi <i>Firefly</i>	52
3. Fungsi Evaluasi <i>Fitness Firefly</i>	53
4. Proses Optimasi Populasi <i>Firefly</i>	54
5. Proses Pelatihan Model <i>Firefly</i> -SVR.....	57
6. Proses Prediksi Menggunakan Model Terbaik.....	58
4.1.6. Pelatihan Model Firefly-SVR	58
4.1.7. Prediksi Model Firefly-SVR	59
4.1.8. Evaluasi Hasil.....	59
4.1.9. Hasil dan Gambar Prediksi.....	60
4.1.10. Hasil Model, History, Firefly Disimpan	62
4.1.11. Hasil Gambar Firefly_History	63
4.2. Hasil Skenario Pengujian	65
4.2.1. Skenario Pengujian Pertama	66
1. Nilai <i>Test Size</i> 0.1	66
2. Nilai <i>Test Size</i> 0.15	68
3. Nilai <i>Test Size</i> 0.2	70
4. Pemilihan Parameter <i>Test Size</i>	72

4.2.2.	Skenario Pengujian Kedua.....	76
1.	Nilai α_{fr} 0.1	76
2.	Nilai α_{fr} 1	78
3.	Nilai α_{fr} 10	80
4.	Pemilihan Parameter α_{fr}	82
4.2.3.	Skenario Pengujian Ketiga	86
1.	Nilai γ_{fr} 0.3	86
2.	Nilai γ_{fr} 0.5	88
3.	Nilai γ_{fr} 1	90
4.	Pemilihan Parameter γ_{fr}	92
4.2.4.	Skenario Pengujian Keempat.....	96
1.	Nilai b_0 0.5	96
2.	Nilai b_0 1	98
3.	Nilai b_0 1.5	100
4.	Pemilihan Parameter b_0	102
4.3.	Perbandingan Hasil Evaluasi antara SVR dan <i>Firefly</i> -SVR	107
BAB V PENUTUP		113
5.1.	Kesimpulan	113
5.2.	Saran	114
DAFTAR PUSTAKA		115
Lampiran.....		119

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data <i>Ethereum</i>	21
Tabel 3. 2 Data <i>Solana</i>	21
Tabel 3. 3 Data <i>Litecoin</i>	21
Tabel 3. 4 Contoh Data A.....	22
Tabel 3. 5 Contoh Data A dengan Target.....	22
Tabel 3. 6 Mean Data A.....	22
Tabel 3. 7 Standart Deviasi Data A	23
Tabel 3. 8 Person Correlation Data A.....	24
Tabel 3. 9 Data A sebelum Min-Max Scalling	24
Tabel 3. 10 Penghitungan <i>Min – Max Scalling</i> Data A	25
Tabel 3. 11 Hasil Min – Max Data A	25
Tabel 3. 12 Contoh Inisialisasi <i>Firefly</i> Manual	33
Tabel 4. 1 Hasil Prediksi	62
Tabel 4. 2 Hasil <i>Test Size</i> 0.1	67
Tabel 4. 3 Hasil <i>Test Size</i> 0.15.....	69
Tabel 4. 4 Hasil <i>Test Size</i> 0.2.....	71
Tabel 4. 5 Perbandingan <i>Test Size</i>	72
Tabel 4. 6 Prediksi <i>Test Size</i> terbaik <i>Ethereum</i>	73
Tabel 4. 7 Prediksi <i>Test Size</i> terbaik <i>Solana</i>	74
Tabel 4. 8 Prediksi <i>Test Size</i> terbaik <i>Litecoin</i>	75
Tabel 4. 9 <i>Alpha_fr</i> 0.1.....	77
Tabel 4. 10 <i>Alpha_fr</i> 1.....	79
Tabel 4. 11 <i>Alpha_fr</i> 10.....	81
Tabel 4. 12 Tabel Parbandingan <i>Alpha_fr</i>	82
Tabel 4. 13 Prediksi <i>Alpha_fr</i> terbaik <i>Ethereum</i>	83
Tabel 4. 14 Prediksi <i>Alpha_fr</i> terbaik <i>Solana</i>	84
Tabel 4. 15 Prediksi <i>Alpha_fr</i> terbaik <i>Litecoin</i>	85
Tabel 4. 16 <i>Gamma_fr</i> 0.3.....	87
Tabel 4. 17 <i>Gamma_fr</i> 0.5.....	89
Tabel 4. 18 <i>Gamma_fr</i> 1.....	91

Tabel 4. 19 Perbandingan <i>Gamma_fr</i>	92
Tabel 4. 20 Prediksi <i>Gamma_fr</i> terbaik <i>Ethereum</i>	93
Tabel 4. 21 Prediksi <i>Gamma_fr</i> terbaik <i>Solana</i>	94
Tabel 4. 22 Prediksi <i>Gamma_fr</i> terbaik <i>Litecoin</i>	95
Tabel 4. 23 Hasil <i>bo</i> 0.5	97
Tabel 4. 24 Hasil <i>bo</i> 1	99
Tabel 4. 25 Hasil <i>b0</i> 1.5	101
Tabel 4. 26 Perbandingan <i>b0</i>	102
Tabel 4. 27 Prediksi <i>b0</i> terbaik <i>Ethereum</i>	103
Tabel 4. 28 Prediksi <i>b0</i> terbaik <i>Solana</i>	104
Tabel 4. 29 Prediksi <i>b0</i> terbaik <i>Litecoin</i>	105
Tabel 4. 30 Hasil Parameter SVR – <i>Firefly</i>	106
Tabel 4. 31 Perbandingan SVR dan <i>Firefly</i> -SVR Data <i>Ethereum</i>	107
Tabel 4. 32 Perbandingan 5 Data Terakhir <i>Ethereum</i> SVR- <i>Firefly</i>	107
Tabel 4. 33 Perbandingan SVR dan <i>Firefly</i> -SVR Data <i>Solana</i>	109
Tabel 4. 34 Perbandingan 5 Data Terakhir <i>Solana</i> SVR- <i>Firefly</i>	109
Tabel 4. 35 Perbandingan SVR dan <i>Firefly</i> -SVR Data <i>Litecoin</i>	111
Tabel 4. 36 Perbandingan 5 Data Terakhir <i>Litecoin</i> SVR- <i>Firefly</i>	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Tahapan Penelitian	19
Gambar 3. 2 Model <i>Support Vector Regression</i> (SVR)	26
Gambar 3. 3 Model <i>Firefly Optimization</i>	32
Gambar 3. 4 Alur Pengujian.....	36
Gambar 4. 1 Hasil <i>Python</i> Membaca Data <i>Ethereum</i>	40
Gambar 4. 2. Hasil <i>Python</i> Membaca Data <i>Solana</i>	40
Gambar 4. 3. Hasil <i>Python</i> Membaca Data <i>Litecoin</i>	40
Gambar 4. 4. Person Correlation Data <i>Ethereum</i>	41
Gambar 4. 5. Person Correlation Data <i>Solana</i>	41
Gambar 4. 6. Person Correlation Data <i>Litecoin</i>	42
Gambar 4. 7. Data <i>Ethereum</i> Sebelum Normalisasi.....	42
Gambar 4. 8. Data <i>Solana</i> Sebelum Normalisasi.....	42
Gambar 4. 9. Data <i>Litecoin</i> Sebelum Normalisasi.....	43
Gambar 4. 10. Data <i>Describe Ethereum</i> Setelah Normalisasi	44
Gambar 4. 11. Data <i>Describe Solana</i> Setelah Normalisasi.....	44
Gambar 4. 12. Data <i>Describe Litecoin</i> Setelah Normalisasi.....	44
Gambar 4. 13. Iterasi Model <i>Firefly</i> -SVR.....	56
Gambar 4. 14. <i>Firefly</i> Terbaik.....	56
Gambar 4. 15. Parameter <i>C</i> , <i>Epsilon</i> , <i>Gamma</i> Terbaik	57
Gambar 4. 16. Contoh Evaluasi Performa Model	60
Gambar 4. 17 Visualisasi Grafik	61
Gambar 4. 18. Penyimpanan Running Program.....	63
Gambar 4. 19. Contoh Gambar Pergerakan <i>Firefly</i>	64
Gambar 4. 20 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Test Size 0.1</i>	66
Gambar 4. 21 Pergerakan <i>Firefly Solana Test Size 0.1</i>	66
Gambar 4. 22 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Test Size 0.1</i>	67
Gambar 4. 23 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Test Size 0.15</i>	68
Gambar 4. 24 Pergerakan <i>Firefly Solana Test Size 0.15</i>	68
Gambar 4. 25 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Test Size 0.15</i>	69
Gambar 4. 26 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Test Size 0.2</i>	70

Gambar 4. 27 Pergerakan <i>Firefly Solana Test Size 0.2</i>	70
Gambar 4. 28 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Test Size 0.2</i>	71
Gambar 4. 29 Grafik <i>Test Size</i> Terbaik <i>Ethereum</i>	73
Gambar 4. 30 Grafik <i>Test Size</i> Terbaik <i>Solana</i>	74
Gambar 4. 31 Grafik <i>Test Size</i> Terbaik <i>Litecoin</i>	75
Gambar 4. 32 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Alpha_fr 0.1</i>	76
Gambar 4. 33 Pergerakan <i>Firefly Solana Alpha_fr 0.1</i>	76
Gambar 4. 34 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Alpha_fr 0.1</i>	77
Gambar 4. 35 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Alpha_fr 1</i>	78
Gambar 4. 36 Pergerakan <i>Firefly Solana Alpha_fr 1</i>	78
Gambar 4. 37 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Alpha_fr 1</i>	79
Gambar 4. 38 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Alpha_fr 10</i>	80
Gambar 4. 39 Pergerakan <i>Firefly Solana Alpha_fr 10</i>	80
Gambar 4. 40 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Alpha_fr 10</i>	81
Gambar 4. 41 Grafik <i>Alpha_fr</i> Terbaik <i>Ethereum</i>	83
Gambar 4. 42 Grafik <i>Alpha_fr</i> Terbaik <i>Solana</i>	84
Gambar 4. 43 Grafik <i>Alpha_fr</i> Terbaik <i>Litecoin</i>	85
Gambar 4. 44 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Gamma_fr 0.3</i>	86
Gambar 4. 45 Pergerakan <i>Firefly Solana Gamma_fr 0.3</i>	86
Gambar 4. 46 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Gamma_fr 0.3</i>	87
Gambar 4. 47 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Gamma_fr 0.5</i>	88
Gambar 4. 48 Pergerakan <i>Firefly Solana Gamma_fr 0.5</i>	88
Gambar 4. 49 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Gamma_fr 0.5</i>	89
Gambar 4. 50 Pergerakan <i>Firefly Ethereum Gamma_fr 1</i>	90
Gambar 4. 51 Pergerakan <i>Firefly Solana Gamma_fr 1</i>	90
Gambar 4. 52 Pergerakan <i>Firefly Litecoin Gamma_fr 1</i>	91
Gambar 4. 53 Grafik <i>Gamma_fr</i> Terbaik <i>Ethereum</i>	93
Gambar 4. 54 Grafik <i>Gamma_fr</i> Terbaik <i>Solana</i>	94
Gambar 4. 55 Grafik <i>Gamma_fr</i> Terbaik <i>Litecoin</i>	95
Gambar 4. 56 Pergerakan <i>Firefly Ethereum b0 0.5</i>	96
Gambar 4. 57 Pergerakan <i>Firefly Solana b0 0.5</i>	96
Gambar 4. 58 Pergerakan <i>Firefly Litecoin b0 0.5</i>	97

Gambar 4. 59 Pergerakan Firefly <i>Ethereum b0</i> 1.....	98
Gambar 4. 60 Pergerakan Firefly <i>Solana b0</i> 1.....	98
Gambar 4. 61 Pergerakan Firefly <i>Litecoin b0</i> 1.....	99
Gambar 4. 62 Pergerakan Firefly <i>Ethereum b0</i> 1.5.....	100
Gambar 4. 63 Pergerakan Firefly <i>Solana b0</i> 1.5.....	100
Gambar 4. 64 Pergerakan Firefly <i>Litecoin b0</i> 1.5.....	101
Gambar 4. 65 <i>b0</i> Terbaik <i>Ethereum</i>	103
Gambar 4. 66 <i>b0</i> Terbaik <i>Solana</i>	104
Gambar 4. 67 <i>b0</i> Terbaik <i>Litecoin</i>	105
Gambar 4. 68 Perbandingan Metode pada <i>Ethereum</i>	108
Gambar 4. 69 Perbandingan Metode pada <i>Solana</i>	110
Gambar 4. 70 Perbandingan Metode pada <i>Litecoin</i>	112

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 1. Membaca Dataset.....	39
Kode Program 2. Pemilihan Fitur	41
Kode Program 3. Min-Max Scalling.....	43
Kode Program 4. Pembagian Data	45
Kode Program 5. Inisialisasi Parameter SVR	45
Kode Program 6. Kernel RBF SVR	46
Kode Program 7. Precompute Kernel Matrix SVR.....	46
Kode Program 8. Inisialisasi dan Pengecekan Kondisi.....	47
Kode Program 9. Pilih pasangan <i>alpha</i> (i1) secara deterministik.....	47
Kode Program 10. Pilih pasangan <i>alpha</i> (i1) secara acak.....	47
Kode Program 11. Pemeriksaan semua <i>alpha</i> jika masih gagal	48
Kode Program 12. Kondisi awal	48
Kode Program 13. Penghitungan S dan Eta	48
Kode Program 14. Penyesuaian dan Koreksi Nilai Alpha	48
Kode Program 15. Tambahan <i>_step</i>	49
Kode Program 16. Clipping batas L dan H	49
Kode Program 17. Inisialisasi Fit.....	49
Kode Program 18. Loop utama (iterasi).....	50
Kode Program 19. Memeriksa Dan Memperbarui Setiap alpha	50
Kode Program 20. <i>Update</i> Kondisi Examine_All.....	50
Kode Program 21. Iterasi bertambah & pengecekan konvergensi	50
Kode Program 22. Menghitung Bias Setelah Pelatihan	50
Kode Program 23. Prediksi Model SVR.....	51
Kode Program 24. Inisialisasi Parameter <i>Firefly</i> - SVR	51
Kode Program 25. Inisialisasi Populasi <i>Firefly</i>	53
Kode Program 26. Fungsi Evaluasi <i>Fitness Firefly</i>	53
Kode Program 27. Menyiapkan tempat untuk nilai <i>Firefly</i>	54
Kode Program 28. Proses Optimasi Populasi <i>Firefly</i>	54
Kode Program 29. <i>Firefly</i> mulai melihat <i>Firefly</i> lain.....	54
Kode Program 30. Menghitung Daya Tarik	55

Kode Program 31. <i>Firefly</i> bergerak menuju yang terang	55
Kode Program 32. Pembatasan Nilai Parameter (Clipping).....	55
Kode Program 33. Mengecek dan Memperbarui Nilai <i>Fitness Firefly</i>	55
Kode Program 34. Pilih <i>Firefly</i> terbaik	56
Kode Program 35. Parameter SVR pada <i>Firefly</i> Terbaik	56
Kode Program 36. Proses Pelatihan Model <i>Firefly</i> -SVR	57
Kode Program 37. Proses Prediksi Menggunakan Model Terbaik.....	58
Kode Program 38. Inisialisasi dan Pelatihan Model <i>Firefly</i> SVR.....	58
Kode Program 39. Prediksi Model <i>Firefly</i> -SVR	59
Kode Program 40. Mengembalikan Skala Prediksi ke Nilai Asli.....	59
Kode Program 41. Evaluasi Hasil.....	60
Kode Program 42. Gambar Prediksi.....	60
Kode Program 43. Hasil Angka Prediksi.....	61
Kode Program 44. Penyimpanan Hasil.....	62
Kode Program 45. Gambar <i>Firefly</i> _History	63

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan
x	: Variabel fitur atau nilai input.
y	: Variabel target
n	: Jumlah total data atau sampel.
$\bar{x}$	: Rata-rata dari variabel x
d_i	: Deviasi nilai data ke- i terhadap rata-rata.
s	: Standar deviasi (simpangan baku).
$\text{Cov}(X, Y)$	: Nilai kovarians antara variabel X dan Y .
r_{xy}	: Nilai korelasi Pearson antara variabel x dan y .
x_{min}	: Nilai minimum suatu fitur sebelum normalisasi.
x_{max}	: Nilai maksimum suatu fitur sebelum normalisasi.
x'	: Nilai hasil normalisasi Min-Max dari fitur x
C	: Regularization parameter pada SVR (mengontrol penalti <i>error</i>).
γ	: Parameter kernel RBF yang menentukan pengaruh jarak antar data.
ϵ	: Lebar <i>Epsilon-tube</i> , batas toleransi <i>error</i> pada SVR.
$K(x_i, y_j)$	: Fungsi kernel untuk mengukur kemiripan antara x_i dan y_j
α_i	: <i>Lagrange multiplier</i> , menentukan <i>support vector</i> pada SVR.
b	: Nilai bias dalam fungsi regresi SVR.
$f(x)$	: Fungsi prediksi dari model SVR.
η	: Nilai untuk <i>update</i> α pada algoritma SMO (eta).
E_i	: Nilai <i>error</i> untuk sampel ke- i .
L, H	: Batas minimum dan maksimum pembaruan nilai α
r_{ij}	: Jarak antara <i>Firefly</i> ke- i dan <i>Firefly</i> ke- j
β	: Daya tarik antar <i>Firefly</i> yang bergantung pada jarak.
β_0	: Daya tarik maksimum <i>Firefly</i> saat jarak = 0
x_i	: Posisi <i>Firefly</i> ke- i dalam ruang pencarian.

x_j	: Posisi <i>Firefly</i> ke- j dalam ruang pencarian.
$\Delta x_{ij}^{(det)}$	: Pergerakan deterministik <i>Firefly</i> karena ketertarikan terhadap <i>Firefly</i> lebih terang.
$\Delta x_{ij}^{(rand)}$	: Pergerakan acak <i>Firefly</i> akibat faktor randomisasi.
$\Delta x_{ij}^{(total)}$	: Total perpindahan <i>Firefly</i> .
fit	: Nilai <i>Fitness</i> yang digunakan untuk evaluasi (MAPE).
y_i	: Nilai aktual pada data ke- i .
$\hat{y}_i$	: Nilai prediksi pada data ke- i .
MAE	: <i>Mean Absolute Error</i> (rata-rata <i>error</i> absolut).
MAPE	: <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (persentase <i>error</i> rata-rata).
MSE	: <i>Mean Squared Error</i> (rata-rata kuadrat <i>error</i>).
RMSE	: <i>Root Mean Squared Error</i> (akar kuadrat dari MSE).
R2	: Koefisien determinasi yang menunjukkan akurasi model.