

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN PROMOVENDUS .....	iii
PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	x
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1. Model <i>Fuzzy</i> untuk Data <i>Time series</i> .....	7
2.2. Pre-prosessing Menggunakan <i>Wavelet</i> .....	8
2.3. Pemodelan <i>Time series</i> Menggunakan <i>Fuzzy Wavelet</i> .....	9
2.4. Transformasi Model .....	9
BAB III LANDASAN TEORI .....	11
3.1. <i>Time series</i> .....	11
3.2. Dekomposisi <i>Wavelet</i> .....	11
3.2.1. Transformasi <i>Wavelet</i> Diskrit.....	12
3.2.2. Transformasi <i>Maximal Overlap Discrete Wavelet</i> .....	13
3.3. Pemodelan <i>Fuzzy</i> .....	16
3.3.1. Pengertian Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	16
3.3.2. Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	18
3.3.3. Aturan <i>fuzzy</i> “jika-maka” .....	20
3.3.4. Relasi <i>Fuzzy</i> .....	22
3.3.5. Inferensi <i>Fuzzy</i> .....	25
3.3.6. <i>Fuzzyfikasi</i> .....	26
3.3.7. <i>Defuzzyfikasi</i> .....	28
3.3.8. Konstruksi Sistem <i>Fuzzy</i> .....	29
3.4. <i>Wavelet Fuzzy</i> pada <i>Time Series</i> .....	34
3.5. Transformasi Model .....	35
BAB IV MODEL <i>FUZZY WAVELET TERBOBOT TEROPTIMASI</i> .....	37
4.1. Konstruksi Sistem <i>Fuzzy Wavelet</i> Terbobot.....	37
4.2. Optimasi Model <i>Fuzzy</i> .....	39
4.2.1. Translasi untuk memperkecil MAE .....	40
4.2.2. Translasi untuk memperkecil RMSE .....	43
4.2.3. Faktor Skala untuk memperkecil MAE.....	45
4.2.4. Faktor Skala untuk Memperkecil RMSE .....	59
BAB V APLIKASI MODEL.....	62



5.1. Model <i>Fuzzy</i> Terbobot.....	63
5.2. Optimasi Model <i>Fuzzy</i> Terbobot.....	69
5.3. Model <i>Fuzzy Wavelet</i> Terbobot Teroptimasi .....	70
5.4. Prediksi Harga Saham .....	72
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	75
6.1. Kesimpulan.....	75
6.2. Saran .....	75
6.3. Masalah Terbuka .....	76
DAFTAR PUSTAKA .....	77
Lampiran .....	82



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Diagram alur dekomposisi MODWT .....	14
Gambar 3. 2. Representasi dari <i>defuzzyfier</i> pusat massa .....	28
Gambar 3. 3. Representasi grafis <i>defuzzyfier</i> rata-rata pusat .....	29
Gambar 3. 4. Fungsi keanggotaan segitiga .....	31
Gambar 3. 5. Fungsi keanggotaan segitiga .....	32
Gambar 3. 6. Pemodelan <i>wavelet-fuzzy</i> TSK pada <i>time series</i> .....	34
Gambar 4. 1. Pemodelan <i>wavelet-fuzzy</i> TSK Terbobot pada <i>time series</i> .....	39
Gambar 4. 2. Nilai realisasi <i>time series</i> dan prediksinya semua $e_i \hat{O} \tilde{e}$ . .....	40
Gambar 4. 3. Nilai realisasi <i>time series</i> dan prediksinya, beberapa $e_i = \tilde{e}$ .....	41
Gambar 4. 4. Penggeseran model untuk memperkecil RMSE .....	43
Gambar 4. 5. Skala model .....	46
Gambar 4. 6. Representasi titik <i>outer</i> , <i>inner</i> , <i>precise</i> dan <i>crossover</i> . .....	47
Gambar 5. 1, Himpunan <i>fuzzy</i> .....	64
Gambar 5. 2. Plot data aktual dan prediksi <i>enrollment</i> Universitas Alabama. ....	67
Gambar 5. 3. Dekomposisi <i>wavelet</i> data <i>enrollment</i> .....	71
Gambar 5. 4. Plot data dekomposisi <i>wavelet</i> harga saham PT. Bank Mandiri Tbk .....	73
Gambar 5. 5. Plot data harga saham PT. Bank Mandiri TBK .....	74



## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Contoh kejadian banyaknya <i>outer</i> , <i>crossover</i> , <i>precise</i> dan <i>inner</i> . ....	58
Tabel 5. 1. Normalisasi data diferensi-1 .....	63
Tabel 5. 2. Himpunan <i>fuzzy</i> yang memiliki derajat keanggotaan terbesar .....	65
Tabel 5. 3. Bobot aturan <i>fuzzy</i> .....	65
Tabel 5. 4. Hasil prediksi menggunakan model <i>fuzzy</i> TSK terbobot .....	66
Tabel 5. 5. Perbandingan hasil prediksi dengan model lain .....	68
Tabel 5. 6. Reduksi MAE dan RMSE menggunakan transalasi dan skala .....	69
Tabel 5. 7. Dekomposisi <i>wavelet</i> Daubechies-4 level-3 .....	70
Tabel 5. 8 Hasil prediksi <i>sub-series</i> data <i>enrollment</i> Universitas Alabama .....	72
Tabel 5. 9. Penurunan <i>error</i> prediksi enrollment oleh <i>wavelet</i> .....	72
Tabel 5. 10. MAE dan RMSE prediksi harga saham. ....	74

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

$\subset$	: Sub himpunan
$\cap$	: Irisan
$\cup$	: Gabungan
$\in$	: Anggota himpunan
$>$	: Lebih besar
$<$	: Lebih kecil
$\geq$	: Lebih besar atau sama
$\leq$	: Lebih kecil atau sama
$\rightarrow$	: Pemetaan
$\bullet$	: operator sembarang
$ z $	: harga mutlak dari z
$supp(A)$	: Support himpunan fuzzy A
$t(a, b)$	: Operator-t
$s(a, b)$	: Operator-s
$\sim_A(x)$	: Derajat keanggotaan untuk x pada himpunan fuzzy A
$\max\{\sim_A(x), \sim_B(x)\}$	: Nilai maksimum dari $\sim_A(x)$ dan $\sim_B(x)$
$\min\{\sim_A(x), \sim_B(x)\}$	: Nilai minimum dari $\sim_A(x)$ dan $\sim_B(x)$
$Y^*$	: Model hasil transformasi
$y_t$	: Nilai aktual <i>time series</i> ke-t
$\hat{y}_t$	: Prediksi nilai <i>time series</i> ke-t
$\bar{y}$	: Harga rata-rata dari $y_t$
$\{h_l\}, \{g_l\}$	: Filter DWT level-l
$\{\tilde{h}_l\}, \{\tilde{g}_l\}$	: Filter MODWT level-l
$\tilde{W}_j, \tilde{V}_j$	: Matrik filter MODWT level-j
$(u, v)$	: pasangan berurutan, u dan v
$\exp(a)$	: eksponensial ( $a$ ) = $e^a$
$\prod_{i=1}^n a_i$	: Perkalian $a_i$
$\sum_{l=1}^M a_l$	: Jumlahan $a_l$
$\mathbb{R}$	: Himpunan bilangan riil
$[\alpha_1, \beta_1]$	: Interval tertutup
$\{h_l \mid l = 0, 1, \dots, L-1\}$	: Himpunan $h_l$ dengan $l = 1, 2, \dots, L-1$
$\tilde{e}$	: Median <i>error</i>
$\bar{e}$	: Mean <i>error</i>
$e_j^\#$	: <i>error</i> positif dengan $e_j^\# \tilde{e}$
$e_k^+$	: <i>error</i> positif dengan $0 < e_k^+ < \tilde{e}$
$e_j^{\mathbb{N}}$	: <i>error non</i> positif dengan $e_j^{\mathbb{N}} \leq 0$
$\hat{y}_h^{out}, \hat{y}_j^{in}, \hat{y}_k^{pr}, \hat{y}_l^{cr}$	: titik prediksi <i>outer</i> , <i>inner</i> , <i>precise</i> dan <i>cross-over</i>



$y'$	: data diferensi pertama
ARIMA	: <i>Autoregression Integrated Moving Average</i>
CWT	: <i>Continu Wavelet Transform</i>
DWT	: <i>Discrete Wavelet Transform</i>
$\frac{d(MSE(Y^*))}{du}$	: Turunan MSE( $Y^*$ ) terhadap $\delta$
Wavelet D(4)	: <i>Wavelet Daubechies-4</i>
D1, D2, D3, ...	: Detil 1, Detil 2, Detil 3, ...
MAE	: <i>Mean Absolute Error</i>
MAE( $\hat{Y}$ )	: <i>Mean Absolute Error untuk <math>\hat{Y}</math></i>
MSE	: <i>Mean Square Error</i>
MSE( $\hat{Y}$ )	: <i>Mean Square Error untuk <math>\hat{Y}</math></i>
MODWT	: <i>Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform</i>
RMSE	: <i>Root Mean Square Error</i>
RMSE( $\hat{Y}$ )	: <i>Root Mean Square Error untuk (<math>\hat{Y}</math>)</i>
S1, S2, S3, ...	: <i>Smooth -1, Smooth -2, Smooth -3, ...</i>
SSE	: <i>Sum Square Error</i>
SSE( $\hat{Y}$ )	: <i>Sum Square Error untuk (<math>\hat{Y}</math>)</i>
TSK	: Takagi Sugeno Kang