

Prediksi Volatilitas Return Saham IDX30 menggunakan model Echo State Network

1st Muhammad Rizq Athariq

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

mrizqathariq@student.telkomuniversi
ty.ac.id

2nd Deni Saepudin

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

denisaepudin@telkomuniversi.ac.id

Abstrak— Prediksi volatilitas return saham merupakan fenomena yang saat ini dampaknya sangat besar terhadap eksistensi pasar finansial. Untuk melakukan suatu prediksi volatilitas banyak model yang dapat digunakan.. Penelitian yang sudah dilakukan untuk memprediksi volatilitas return saham menggunakan *echo state network* didapatkan nilai performansi yang baik jika menggunakan parameter *forecast* 1 langkah waktu dimana didapatkan nilai rata-rata R Square 0.763 pada 15 saham IDX30 dibandingkan dengan menggunakan parameter *forecast* 5 atau 21 langkah waktu. Dan rata-rata nilai MSE dari 15 saham IDX30 memiliki nilai 2.312 ini lebih baik dibandingkan jika menggunakan parameter *forecast* 5 atau 21 langkah waktu.

Kata Kunci — volatilitas, return saham, esn

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Return Saham merupakan hasil dari keuntungan atau kerugian yang diperoleh dari investasi atau perdagangan saham [1]. Faktor utama yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan return dengan baik adalah pada tingkat resikonya [2]. Volatilitas adalah tingkat variasi dari rangkaian harga saham dari waktu ke waktu, Volatilitas biasanya diukur dengan Standard deviation of logarithmic return [3].

Volatilitas return saham mewakili variabilitas perubahan harga saham selama periode waktu tertentu. Adanya Volatilitas yang berlebihan, bisa merusak harga saham, ini merupakan sebuah sinyal tentang nilai intrinsik dari sebuah perusahaan [3]. Volatilitas return saham juga memainkan peran penting misalnya, penetapan harga aset, pengendalian resiko, manajemen portofolio, harga derivatif, dan biaya modal [4]. Volatilitas return saham yang disebabkan oleh perubahan sentimen investor adalah resiko sistematis [3]. Kenaikan return saham ini bisa memicu perubahan dalam distribusi resiko aset keuangan. Pada teori keuangan konvensional, investor dianggap rasional dan setiap perubahan dalam resiko yang relevan diasumsikan sebagai akibat pergerakan dalam faktor fundamental [5].

Prediksi volatilitas return saham sangat penting bagi perusahaan keuangan dan juga investor, hal ini membantu dalam mengukur dan mengatur risiko pasar dan membantu dalam memilih keputusan keuangan. Prediksi volatilitas return saham bisa menggunakan banyak metode, Namun pada tugas akhir ini akan menggunakan varian baru dari artificial neural network yaitu echo state network. Echo state network adalah kelas dari recurrent neural networks (RNNs) yang memanfaatkan paradigma komputasi reservoir untuk pelatihan yang efisien [6]. Namun sulit untuk menentukan struktur dari ESN agar sesuai dengan aplikasi yang diberikan [7]. Pada penelitian yang sudah dilakukan menggunakan model ESN memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan model-model yang lain, di sebagian besar kasus, dan perbedaan dalam akurasi peramalan yang ditemukannya signifikan menurut uji statistik yang dilakukan [6]. Penelitian prediksi volatilitas return saham sebelumnya banyak menggunakan metode time series yang sudah ada seperti ARIMA, dan GARCH [6].

Pada tugas akhir diprediksi volatilitas return saham menggunakan metode echo state network dengan saham-saham dalam IDX30 sebagai data yang akan diujikan.

1. Topik dan Batasannya

Batasan masalah pada tugas akhir ini menggunakan jenis saham IDX30 dalam rentang waktu 16 Juli 2008 – 3 Februari 2023.

2. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk Mengimplementasikan sistem prediksi volatilitas pada return saham menggunakan model echo state network dan Mengetahui kinerja dari prediksi volatilitas return saham menggunakan model echo state network.

II. KAJIAN TEORI

A. Studi Terkait

Penelitian yang terkait dengan prediksi volatilitas return saham sudah banyak dilakukan dengan berbagai metode. Tujuan dilakukannya prediksi volatilitas return saham ini untuk membantu mengukur dan mengelola risiko

pasar dan untuk mendukung pengambilan keputusan keuangan.

Pada penelitian[6], Menggunakan metode hybrid baru yang menggabungkan spesifikasi HAR, ESN, dan Particle swarm Optimization (PSO), bernama HAR-PSO-ESN untuk memprediksi volatilitas return saham, yang menggabungkan desain fitur model HAR dengan kekuatan prediksi ESN, dan pendekatan metaheuristik PSO yang konsisten untuk penyetelan hyperparameters. Hasil menunjukkan bahwa model hybrid HAR-PSO-ESN menghasilkan prediksi yang lebih akurat pada sebagian kasus, dengan rata-rata R^2 (Koefisien Determinasi) sebesar 0.635, 0.510, dan 0.298, rata-rata kesalahan kuadrat masing masing untuk 1, 5, dan 21 hari kedepan pada set tes. Peningkatan signifikan secara statistik dengan peringkat 1,44 dengan mempertimbangkan tiga kumpulan data dan perkiraan yang berbeda.

1. Volatilitas return saham

Volatilitas return saham adalah besarnya pergerakan harga harian saham selama periode tertentu. sehingga semakin tinggi nilai volatilitas return saham semakin cepat pergerakan harga saham tersebut dan jika nilai volatilitas return saham semakin kecil pergerakan harga saham tersebut melambat. Volatilitas return saham dapat dihitung menggunakan formula *Realized volatility* di bawah ini:

$$RV_t = \sum_{i=1}^m (P_{i,t} - P_{i-1,t})^2 \quad (1)$$

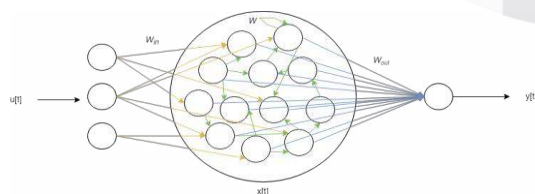
Keterangan:

P_i : Harga log saham pada waktu ke-t

$P_{i-1,t}$: Harga log saham pada waktu ke-t-1

2. Echo State Network

ESN adalah recurrent neural networks (RNN) yang memanfaatkan paradigma komputasi reservoir untuk pelatihan yang efisien. Pembelajaran RNN biasanya dilakukan melalui algoritma berdasarkan gradien fungsi biaya, yang mungkin memerlukan terlalu banyak iterasi untuk menyatu atau terjebak ke dalam nilai yang kurang optimal. Di sisi lain, ESN menggunakan echo state property (ESP) sehingga semua bobot diinisialisasi secara acak kecuali bobot keluaran, yang diperoleh dengan algoritma OLS, sehingga menghasilkan pembelajaran yang efisien dan cepat.



GAMBAR 1.
Echo state network model

Gambar di atas merangkum seperti apa model *echo state network*, Koneksi antar neuron disimpan sebagai *Numpy arrays* atau *Scipy sparse matrices*. Koneksi *Weight* disini direpresentasikan sebagai panah berwarna. W_{in} adalah koneksi input-ke-reservoir, W adalah koneksi

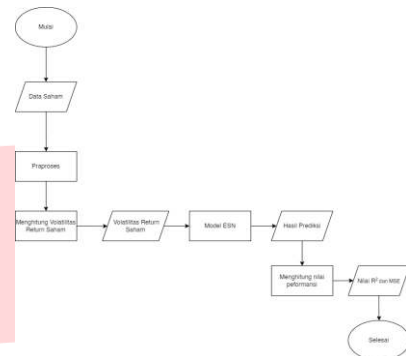
berulang, dan W_{out} mewakili output *weight* yang dilatih dari *readout*.

III. METODE

A. Sistem yang Dibangun

1. Alur Sistem

Sistem yang dibangun yaitu Peramalan Return Saham pada IDX30 Menggunakan model Echo stateNetwork. Alur perancangan sistem dapat dilihat sebagai berikut.



GAMBAR 2.
Alur Sistem

2. Dataset

Data saham yang digunakan yaitu data saham mingguan pada indeks saham IDX30 dalam rentan waktu 16 Juli 2008 – 3 Februari 2023 yang diperoleh dari Yahoo Finance.

3. Pra Proses Data

Pada tahapan ini data saham akan dilakukan data *cleaning* yaitu penghapusan data *NaN* pada data saham. dan pada penelitian ini hanya akan mengambil satu atribut yaitu kolom *Close* yang merupakan harga penutup pada saham.

4. Model ESN

Echo state network mempunyai beberapa parameter untuk membentuk model Echo state network, yaitu *forecast*, *Units* adalah jumlah neuron, *leaking rate*, *spectral radius*, *input scaling* yang digunakan untuk mengurutkan jarak antara input[6].

5. R Square

Koefisien determinasi atau R^2 adalah ukuran yang memberikan informasi tentang performa suatu model. yang memiliki formula sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

Keterangan:

N : Jumlah sampel prediksi

y_i : nilai saham aktual pada hari ke-i

$\hat{y}_i$: nilai prediksi pada hari ke-i

$\bar{y}$: rata-rata nilai aktual pada hari ke-i

6. MSE

Mean squared error digunakan untuk melihat estimasi nilai error pada prediksi. Mean squared error

memiliki formula:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - y_i)^2 \quad (3)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Evaluasi

1. Hasil Pengujian

Pada pengujian yang sudah dilakukan Hasil prediksi volatilitas return saham didapatkan dari menghitung return pada saham, Kemudian nilai dari return saham akan diolah menggunakan model Echo State Network. Untuk perhitungan volatilitas return saham menggunakan kolom Close. Yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Date	Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
2012-09-24	2012-09-24	7350.0	7400.0	7300.0	7350.0	5506.815918	14955500.0
2012-09-25	2012-09-25	7400.0	7500.0	7350.0	7400.0	5544.278320	17489000.0
2012-09-26	2012-09-26	7200.0	7350.0	7100.0	7200.0	5394.431641	40578500.0
2012-09-27	2012-09-27	7300.0	7350.0	7150.0	7300.0	5469.354492	26872500.0
2012-09-28	2012-09-28	7400.0	7400.0	7300.0	7400.0	5544.278320	38579000.0

GAMBAR 3.

Dataset Saham yang digunakan

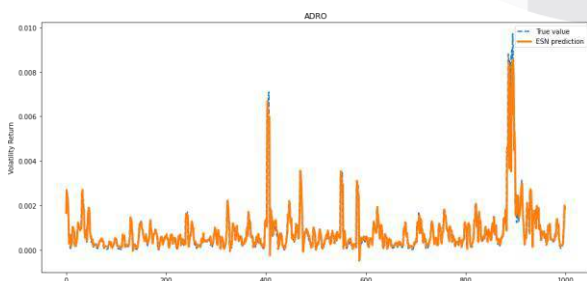
Selanjutnya dalam tahapan penelitian ini menghitung volatilitas return saham dengan formula *Realized volatility* yang bisa dilihat pada gambar di bawah ini.

5	0.000424
6	0.000429
7	0.000186
8	0.000187
9	0.000187
...	
3596	0.000536
3597	0.000446
3598	0.000300
3599	0.000537
3600	0.000486
Name: M = 5, Length: 3596	

GAMBAR 4.

Nilai Volatilitas Return Saham

Kemudian nilai volatilitas return saham tersebut diolah menggunakan model echo state network untuk mendapatkan prediksi volatilitas return return saham.

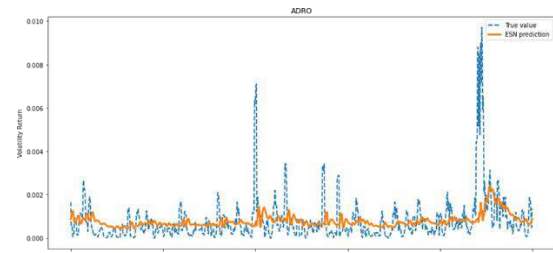


GAMBAR 5.

Prediksi Return Saham ADRO dengan forecast 1 langkah waktu

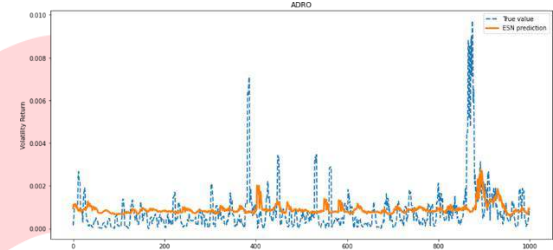
Gambar 5 adalah hasil prediksi volatilitas return saham menggunakan model echo state network yang menggunakan parameter forecast 1 langkah waktu. Gambar 6 dan Gambar 7 hasil prediksi volatilitas return saham

menggunakan parameter forecast 5 langkah waktu dan 21 langkah waktu.



GAMBAR 6

Prediksi Volatilitas Return Saham ADRO dengan forecast 5 langkah waktu



GAMBAR 7.

Prediksi Volatilitas Return Saham ADRO dengan forecast 21 langkah waktu

Hasil prediksi menggunakan *echo state network* selanjutnya dihitung performansinya menggunakan R Square dan MSE. Dan akan dirata-ratakan untuk melihat hasil prediksi mana yang lebih baik dari menggunakan parameter *forecast* 1, 5, atau 21 Langkah waktu dari 15 saham IDX30.

TABEL 1.
Nilai R Square

Saham	1 Langkah waktu	5 Langkah waktu	21 Langkah waktu
ADRO	0.747	0.049	-0.004
ANTM	0.760	0.160	0.010
ASII	0.851	0.097	-0.002
BBCA	0.758	0.021	0.032
BBNI	0.617	0.114	0.323
BBRI	0.845	0.149	0.150
BBTN	0.791	0.146	0.001
BMRI	0.851	0.184	0.101
BRPT	0.818	0.193	0.076
CPIN	0.777	0.158	0.037
EXCL	0.517	0.005	8.888
GGRM	0.765	0.136	0.167
HMSP	0.776	0.044	0.008
ICBP	0.794	0.082	0.032
INCO	0.792	0.185	0.031

TABEL 2.
Nilai MSE

Saha m	1 Langkah waktu	5 Langkah waktu	21 Langkah waktu
ADR O	2.523	9.463	1.021
ANT M	4.506	1.539	1.822
ASII	4.271	2.610	3.075
BBC A	4.149	1.699	1.837
BBNI	1.840	5.876	6.566
BBRI	1.142	4.504	6.243
BBT N	2.557	1.067	1.285
BMRI	1.156	3.957	5.502
BRPT	1.855	1.710	2.289
CPIN	1.44	5.599	6.767
EXC L	0.017	0.097	0.115
GGR M	2.188	1.064	1.103
HMS P	1.329	5.835	6.158
ICBP	3.650	1.698	2.253
INCO	2.066	8.123	1.049

Nilai R Square dan MSE akan dirata-ratakan untuk melihat performa model *echo state network* mana yang memiliki hasil performa yang baik dari parameter *forecast* 1, 5, atau 21 Langkah waktu.

Tabel 3.
Nilai Rata-Rata R Square dan MSE

	1	5	21
R Square	0.763	0.114	0.005
MSE	2.312	3.656	3.139

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model *echo state network* yang menggunakan *forecast* 1 langkah waktu memiliki hasil

performansi yang lebih baik dibandingkan dengan *forecast* 5 atau 21 langkah waktu yang bisa dilihat pada Tabel 3. berdasarkan uji performansi menggunakan R2 Square dimana rata-rata parameter *forecast* 1 langkah waktu memiliki nilai 0.763, ini membuktikan bahwa nilai R2 Square yang mendekati 1 memiliki performansi yang baik. Dan untuk rata-rata dari MSE untuk parameter *forecast* 1 memiliki nilai rata-rata 2.312, Yang membuktikan bahwa semakin kecil nilai MSE maka hasil prediksi sesuai dengan data aktual.

REFERENSI

- [1] Julianto, Andrie & Syafarudin, Afriapollo. (2020). STOCK RETURN ANALYSIS AND IMPLICATIONS IN COMPANY VALUE (PLASTIC AND PACKAGING COMPANIES LISTED IN IDX). International Journal of Engineering Technologies and Management Research. 6. 101-118. 10.29121/ijetmr.v6.i7.2019.420.
- [2] Y. V. Reddy and P. Narayan, "Literature on Stock Returns: A Content Analysis," Amity Journal of Finance, pp. 107-207, 2016.
- [3] Karolyi, G.A., 2001. Why Stock Return Volatility Really Matters. Institutional Investor Journals Series, (614), pp.1-16.
- [4] L. Che, "Investor Types and Stock Return Volatility", SSRN Electronic Journal, 2016. Available: 10.2139/ssrn.1731594.
- [5] L. Rupande, H. Muguto and P. Muzindutsi, "Investor sentiment and stock return volatility: Evidence from the Johannesburg Stock Exchange", Cogent Economics & Finance, vol. 7, no. 1, p. 1600233, 2019. Available: 10.1080/23322039.2019.1600233.
- [6] G. Trierweiler Ribeiro, A. Alves Portela Santos, V. Cocco Mariani and L. dos Santos Coelho, "Novel hybrid model based on echo state neural network applied to the prediction of stock price return volatility", Expert Systems with Applications, vol. 184, p. 115490, 2021. Available: 10.1016/j.eswa.2021.115490. International Review of Financial Analysis, vol. 63, pp. 1–9, May 2019, doi: 10.1016/j.irfa.2019.02.007.
- [7] J. Qiao, F. Li, H. Han and W. Li, "Growing Echo-State Network With Multiple Subreservoirs", IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol.