

**METODE *HYBRID GLOSTEN-JAGANNATHAN-RUNKLE GENERALIZED
AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTICITY* DAN *GATED
RECURRENT UNIT (GJR-GARCH – GRU)***

(Studi Kasus: Indeks Harga Saham Properti Indonesia)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika (S.Mat.) pada Program Studi Matematika



Oleh:

Yusfrilina Aisyah Setyanto

2007770

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

LEMBAR HAK CIPTA

***METODE HYBRID GLOSTEN-JAGANNATHAN-RUNKLE GENERALIZED
AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTICITY DAN GATED
RECURRENT UNIT (GJR-GARCH – GRU)
(Studi Kasus: Indeks Harga Saham Properti Indonesia)***

Oleh:

Yusfrilina Aisyah Setyanto

2007770

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Yusfrilina Aisyah Setyanto, 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang,
fotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

YUSFRILINA AISYAH SETYANTO

**METODE HYBRID GLOSTEN-JAGANNATHAN-RUNKLE GENERALIZED
AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTICITY DAN GATED
RECURRENT UNIT (GJR-GARCH – GRU)
(Studi Kasus: Indeks Harga Saham Properti Indonesia)**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing,

Pembimbing I



Dr. Dadan Dasari, M.Si.

NIP. 196407171991021001

Pembimbing II

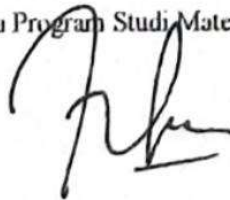


Fitriani Agustina, S.Si., M.Si.

NIP. 198108142005012001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

Properti telah menjadi salah satu investasi yang paling menarik perhatian para investor. Properti merupakan sektor yang sangat berpengaruh terhadap perekonomian di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti urbanisasi, pertumbuhan ekonomi, peningkatan pendapatan masyarakat, dan perubahan perilaku konsumen yang lebih memilih kepemilikan rumah sebagai bentuk investasi jangka panjang. Namun, pasar properti juga dikenal karena fluktuasi harga yang tinggi, sehingga menyebabkan varians residual yang tidak konstan (heteroskedastisitas). Dalam penelitian ini akan digunakan model *hybrid* GJR-GARCH - GRU (*Glosten-Jagannathan-Runkle Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity - Gated Recurrent Unit*). Model GJR-GARCH adalah model deret waktu yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas serta menangkap pengaruh asimetris pada data. Selain itu, model GRU digunakan untuk mengatasi adanya non-linearitas pada data runtun waktu. Oleh karena itu diajukan model *hybrid* dari GJR-GARCH dan GRU untuk mengatasi kecenderungan data runtun waktu indeks saham properti Indonesia yang memenuhi karakteristik-karakteristik tersebut. Penelitian dimulai dengan melakukan pemodelan GJR-GARCH, kemudian residual dari hasil model tersebut diolah dengan model GRU. Hasil akhir prediksi pada penelitian ini menunjukkan bahwa model *hybrid* GJR-GARCH - GRU lebih baik dibandingkan dengan model GJR-GARCH.

Kata Kunci: runtun waktu, properti, GJR-GARCH, GRU

ABSTRACT

Property has become one of the most attractive investments for investors. Property is a sector that is very influential on the economy in Indonesia. This is due to factors such as urbanization, economic growth, increase in people's income, and changes in consumer behavior that prefer home ownership as a form of long-term investment. However, the property market is also known for its high price fluctuations, causing non-constant residual variance (heteroscedasticity). In this study, a hybrid GJR-GARCH - GRU (Glosten-Jagannathan-Runkle Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity - Gated Recurrent Unit) model will be used. The GJR-GARCH model is a time series model that can be used to overcome heteroscedasticity problems and capture asymmetric influences on data. In addition, the GRU model is used to overcome the non-linearity in time series data. Therefore, a hybrid model of GJR-GARCH and GRU is proposed to overcome the trend of Indonesian property stock index time series data that meets these characteristics. The research begins with GJR-GARCH modeling, then the residuals from the model results are processed with the GRU model. The final prediction results in this study show that the GJR-GARCH - GRU hybrid model is better than the GJR-GARCH model.

Key Words: *time series, property, GJR-GARCH, GRU*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
2.1 Peramalan.....	7
2.2 Analisis Runtun Waktu.....	9
2.3 Stasioneritas.....	12
2.3.1 Stasioner dalam Rata-rata.....	12
2.3.2 Stasioner dalam Varians.....	16
2.4 Nonstasioneritas.....	18
2.5 Fungsi Autokorelasi (FAK).....	19
2.6 Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP).....	20
2.7 Proses <i>White Noise</i>	21
2.8 Model Autoregresif (AR).....	21
2.9 Model <i>Moving Average</i> (MA).....	22
2.10 Model ARMA.....	22
2.11 Model ARIMA.....	23
2.12 Volatilitas.....	23

2.13 Heteroskedastisitas.....	24
2.14 Model <i>Autoregressive Conditional Heteroskedasticity</i> (ARCH)	25
2.15 Model <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity</i> (GARCH).....	26
2.16 Model <i>Glosten Jagannathan Runkle Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity</i> (GJR-GARCH).....	27
2.17 <i>Machine Learning</i>	28
2.18 <i>Neural Network</i>	29
2.19 Fungsi Aktivasi	30
2.20 <i>Long Short Term Memory</i>	33
2.21 <i>Gated Recurrent Unit</i>	34
2.22 <i>Hyperparameter</i>	37
2.23 Evaluasi Model	38
2.24 Indeks Harga Saham Sektor Properti.....	39
2.25 <i>Return</i>	39
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Jenis Penelitian.....	40
3.2 Sumber Data.....	40
3.3 Variabel Penelitian.....	40
3.4 Langkah Analisis	40
3.4.1 Pemrosesan Data.....	40
3.4.2 Pembentukan Model GJR-GARCH.....	41
3.4.3 Pembentukan Model GJR-GARCH-GRU	41
3.5 Alur Penelitian	44
BAB IV	45
4.1 Pra-pemrosesan Data	45
4.2 Pembagian Data	47
4.3 Pembentukan Model GJR-GARCH.....	48
4.3.1 Uji Stasioneritas	48
4.3.2 Identifikasi Model ARMA.....	50
4.3.3 Uji Signifikansi Parameter Model ARMA	51
4.3.4 Uji Diagnostik Model ARMA	52
4.3.5 Pemilihan Model ARMA Terbaik	53
4.3.6 Uji Heteroskedastisitas (Efek ARCH)	53
4.3.7 Pemodelan GARCH.....	54
4.3.8 Pengujian Efek Asimetris	56

4.3.9	Pemodelan GJR-GARCH	57
4.3.10	Uji Diagnostik	59
4.3.11	Uji Heteroskedastisitas	59
4.3.12	Akurasi Peramalan	60
4.4	Pembentukan Model <i>Hybrid Glosten-Jagannathan-Runkle Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i> dan <i>Gated Recurrent Unit</i> GJR-GARCH-GRU	60
4.4.1	Penentuan Data <i>Input</i>	60
4.4.2	Normalisasi Residual Model GJR-GARCH	61
4.4.3	Pembentukan Model GRU	61
4.4.4	Peramalan Model <i>Hybrid</i> GJR-GARCH-GRU	64
BAB V	68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Plot Data Runtun Waktu Pola Data Horizontal	10
Gambar 2.2 Plot Data Runtun Waktu Pola Data Tren	11
Gambar 2.3 Plot Data Runtun Waktu Pola Data Musiman	11
Gambar 2.4 Plot Data Runtun Waktu Pola Data Siklis	11
Gambar 2.5 Plot Data Runtun Waktu dalam Rata-rata dan Varians.....	12
Gambar 2.6 Plot Data Runtun Waktu Stasioner dalam Rata-rata.....	13
Gambar 2.7 Plot Data Runtun Waktu Nonstasioner	14
Gambar 2.8 Plot Data Runtun Waktu Setelah Proses <i>Differencing</i>	14
Gambar 2.9 Plot Data Runtun Waktu Stasioner dalam Varians	17
Gambar 2.10 Plot Data Runtun Waktu Nonstasioner	18
Gambar 2.11 Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i>	31
Gambar 2.12 Fungsi Aktivasi <i>Tangen Hiperbolik</i>	32
Gambar 2.13 Arsitektur LSTM.....	33
Gambar 2.14 Sel Memori LSTM.....	33
Gambar 2.15 Arsitektur <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	35
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	44
Gambar 4. 1 Grafik Data Harian dan <i>Return</i> Harian Harga Penutupan Saham IDXPROPERT	46
Gambar 4. 2 Grafik Data Latih dan Data Uji <i>Return</i> Saham IDXPROPERT	48
Gambar 4. 3 Plot <i>Box-Cox</i>	49
Gambar 4. 4 Plot <i>Box-Cox</i> Transformasi	49
Gambar 4. 5 Plot FAK dan FAKP <i>Return</i> Harga Saham IDXPROPERT	50
Gambar 4. 6 Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat.....	54
Gambar 4. 7 Hasil Uji Normalitas Residual	56
Gambar 4. 8 Hasil <i>Output</i> Parameter Terbaik	64
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Prediksi Model GJR-GARCH dan Model <i>Hybrid</i> GJR-GARCH-GRU.....	65
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Pada Data <i>Test Return</i> Aktual, Prediksi GJR-GARCH, dan Prediksi <i>Hybrid</i>	65
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Prediksi GJR-GARCH dan <i>Hybrid</i> pada Data <i>Test</i>	65
Gambar 4. 12 Grafik Data Prediksi 5 Hari ke Depan	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Transformasi Box-Cox	18
Tabel 2. 2 Karakteristik FAK dan FAKP.....	23
Tabel 4. 1 Data Indeks Harga Saham Penutupan IDXPROPERT	45
Tabel 4. 2 Statistik Deskriptif <i>Return</i> Saham	46
Tabel 4. 3 Uji <i>Augmented Dickey-Fuller</i>	50
Tabel 4. 4 Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMA.....	51
Tabel 4. 5 Hasil Uji Residual <i>White Noise</i> Model ARMA.....	52
Tabel 4. 6 Uji Heteroskedastisitas	53
Tabel 4. 7 Estimasi Parameter Model GARCH.....	55
Tabel 4. 8 Estimasi Parameter Model GJR-GARCH.....	57
Tabel 4. 9 Hasil Uji Residual <i>White Noise</i> Model GJR-GARCH.....	59
Tabel 4. 10 Uji Heteroskedastisitas Model GJR-GARCH.....	60
Tabel 4. 11 Kandidat <i>Hyperparameter</i> untuk Model GRU	61
Tabel 4. 12 Nilai RMSE pada Model GJR-GARCH dan <i>Hybrid</i> GJR-GARCH-GRU.....	66
Tabel 4. 13 Hasil Prediksi Harga Penutupan Saham IDXPROPERT dan <i>Retur</i> nya	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Harga Penutupan Saham Properti Indonesia (IDXPROPERT) dan <i>Return</i> -nya dari periode 25 Januari 2021 sampai 28 Juni 2024	70
Lampiran 2 Data <i>Train Return</i> Harga Penutupan Saham Properti (IDXPROPERT)	81
Lampiran 3 Uji Stasioneritas.....	103
Lampiran 4 FAK dan FAKP	103
Lampiran 5 Uji Diagnostik <i>White Noise</i>	108
Lampiran 6 Uji Heteroskedastisitas Pada ARMA(1,1).....	109
Lampiran 7 Residual Kuadrat	109
Lampiran 8 Pemodelan GARCH	110
Lampiran 9 Pemodelan GJR-GARCH	114
Lampiran 10 Uji Diagnostik GJR-GARCH	118
Lampiran 11 Uji Heteroskodeastisitas GJR-GARCH.....	119

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, B., & Isroah, I. (2018). Pengaruh Residual Income (Roi), Return On Investment (Roi), Earning Per Share (Eps), Dan Beta Saham Terhadap Harga Saham Perusahaan Sektor Properti Dan Real Estate Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2013-2015. *Jurnal Profita: Kajian Ilmu Akuntansi*, 6(4). <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/profita/article/view/13805>
- Ali, M., Yusof, K. M., Wilson, B., & Ziegelmüller, C. (2023). Traffic speed prediction using GARCH-GRU hybrid model. In *IET Intelligent Transport Systems* (Vol. 17, Nomor 11, hal. 2300–2312). <https://doi.org/10.1049/itr2.12411>
- Amo Baffour, A., Feng, J., & Taylor, E. K. (2019). A hybrid artificial neural network-GJR modeling approach to forecasting currency exchange rate volatility. *Neurocomputing*, 365, 285–301. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.07.088>
- Anggana, F., Devianto, D., & Yanuar, F. (2023). Pemodelan Markov Switching Autoregressive (Msar) Pada Inflasi Dki Jakarta. *Jurnal Matematika UNAND*, 12(1), 35. <https://doi.org/10.25077/jmua.12.1.35-45.2023>
- Ariefianto, M. D. (2019). *Ekonometrika esensi dan aplikasi dengan menggunakan EViews*. Jakarta, Erlangga.
- Aristyanto, M. Y., & Kurniawan, R. (2021). *Pengembangan Metode Neural Machine Translation Berdasarkan Hyperparameter Neural Network*. 935–946.
- Astutik, W. S. (2021). *Manajemen Investasi*. Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Aulia, I. (2020). *Analisis Peramalan Jumlah Pengangguran Aceh Tahun 2030 dengan menggunakan Metode Autoregressive Moving Average dalam Perspektif Ekonomi Islam*. <http://repository.ar-raniry.ac.id>
- Bisgaard, S., & Kulahci, M. (2011). Time Series Analysis and Forecasting by Example. In *Time Series Analysis and Forecasting by Example*. New Jersey: Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118056943>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity.

- Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. New Jersey: Wiley.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29854-2>
- Cho, K., van Merriënboer, B., Bahdanau, D., & Bengio, Y. (2014). On the properties of neural machine translation: Encoder–decoder approaches. *Proceedings of SSST 2014 - 8th Workshop on Syntax, Semantics and Structure in Statistical Translation*, 103–111. <https://doi.org/10.3115/v1/w14-4012>
- Choi, C. (2018). Time Series Forecasting with Recurrent Neural Networks in Presence of Missing Data. *The Arctic University of Norway, November*. <https://munin.uit.no/handle/10037/14887>
- Dani, A. T. R., Wahyuningsih, S., Putra, F. B., Fauziah, M., Wigantono, S., Sandariria, H., A'yun, Q. Q., & Zen, M. A. (2023). Aplikasi Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk Peramalan Trend Pencarian Kata Kunci “Zalora” pada Data Google Trends. *Inferensi*, 6(2), 107. <https://doi.org/10.12962/j27213862.v6i2.15793>
- Daqiqil, I. (2021). *Machine Learning: Teori, Studi Kasus, dan Implementasi Menggunakan Python*. UR PRESS. https://www.google.co.id/books/edition/MACHINE_LEARNING_Teori_Studi_Kasus_dan_I/JvBPEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=daqiqil+id+2011&pg=PA239&printsec=frontcover
- Deviana, S., Azis, D., Pandri Ferdias, dan, Ir Sumantri Brojonegoro No, J., Meneng, G., & Lampung, B. (2021). Analisis Model Autoregressive Integrated Moving Average Data Deret Waktu Dengan Metode Momen Sebagai Estimasi Parameter. *Jurnal Siger Matematika*, 2(2), 57–67. <https://doi.org/10.23960/JSM.V2I2.2812>
- Ekananda, M. (2014). *Analisis Data Time Series untuk Penelitian Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*. Bogor: Mitra Wacana Media.
- Faradilla, S., Faradilla, S., & Suharsono, A. (2023). Peramalan Penjualan Produk

- Baja dan Besi di PT MSU dengan Pendekatan Metode ARIMA dan Single Moving Average. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 12(1), D88–D95. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v12i1.104110>
- Fausett, L. (1994). Fundamentals of Neural Networks : Architectures, Algorithms, and Applications. *IEEE Transactions on Computers*. <https://doi.org/10.1109/T-C.1969.222718>
- Firdaus. (2006). Analisis Deret Waktu Satu Ragam. In *IPB*. Bogor: IPB Press.
- Francq, C., & Zakoian, J.-M. (2010). *GARCH Models* (Second). New Jersey: Wiley.
- Giusti, A., Widodo, A. W., & Adinugroho, S. (2018). Prediksi Penjualan Mi Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM) di Kober Mie Setan Cabang Soekarno Hatta. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(8), 2972–2978.
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the Relation between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), 1779–1801. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb05128.x>
- Hanke, J. E. (2009). *Business forecasting. 9th edition / John E. Hanke; Dean W. Wichern*. London: Pearson Education, Inc.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting*. London: Pearson Education, Inc.
- Hasan, A., & Rizaldi, A. R. (2021). Analisis Perbandingan Volatilitas Harga emas Sebelum Dan Masa Pandemi Covid-19 Menggunakan Model GARCH. *YUME: Journal of Management*, 4(3), 95–104. <https://doi.org/10.37531/yume.vxix.234>
- Hasanah, U., Rusgiyono, A., & Santoso, R. (2022). Peramalan Harga Emas Dunia Dengan Model Glosten-Jagannathan-Runkle Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Jurnal Gaussian*, 11(2), 290–301. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v11i2.35477>
- Hasya, A. (2023). *Peramalan Volatilitas Return Saham PT Bukit Asam Tbk Menggunakan Model Glosten Jagannathan Runkle Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GJR-GARCH)*. (Skripsi).

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

- Hikam, A. A. (2020). *Analisis Determinan Harga Properti Berdasarkan Tingkat Investasi di 5 Negara Asia*. (Skripsi). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/28774>
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
- Inlistya, V. A. (2017). Perbandingan Metode Antara GJR-GARCH dan EGARCH Pada Analisis Volatilitas Indeks Saham Syariah Indonesia. *Jurnal Ilmiah*, 1(9), 1–10.
- Jasmadeti, J., & Amrulloh, A. (2022). Pengaruh Struktur Modal Dan Profitabilitas Terhadap Return Saham Dan Dampaknya Terhadap Reputasi Perusahaan (Studi Kasus Perusahaan Properti Dan Real Estate Yang Terdaftar Di BEI Tahun 2015-2020). *Eqien - Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 11(02), 328-337–328 – 337. <https://doi.org/10.34308/EQIEN.V11I02.945>
- Kurniawan, K., Ceasaro, B., & Sucipto. (2024). Perbandingan Fungsi Aktivasi Untuk Meningkatkan Kinerja Model LSTM Dalam Prediksi Ketinggian Air Sungai. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 10(1), 134–143. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/article/view/72866>
- Laksmi, P. I. O., Dharmawan, K., & Ida Harini, L. P. (2014). Peramalan Kunjungan Wisatawan Menggunakan Model Armax Dengan Nilai Kurs Dan Ekspor-Import Sebagai Faktor Eksogen. *E-Jurnal Matematika*, 3(4), 138. <https://doi.org/10.24843/mtk.2014.v03.i04.p076>
- Larochelle, H., Erhan, D., Courville, A., Bergstra, J., & Bengio, Y. (2007). An empirical evaluation of deep architectures on problems with many factors of variation. *ACM International Conference Proceeding Series*, 227(June), 473–480. <https://doi.org/10.1145/1273496.1273556>
- Li, Q. (2023). *Textual Data Mining for Financial Fraud Detection: A Deep Learning Approach*. 1–8. <http://arxiv.org/abs/2308.03800>
- Lumbanraja, T. (2019). Pengaruh Nilai Aset Bersih Dan Laba Bersih Terhadap Kapitalisasi Saham Perusahaan Properti Dan Real Estate Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia (BEI). *jurnal.unai.edu*. <https://jurnal.unai.edu/index.php/jtimb/article/download/2038/1382>
- Lusiana, A., & Yuliarty, P. (2020). Penerapan Metode Peramalan (Forecasting)

- Pada Permintaan Atap di PT X. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 11–20. <https://doi.org/10.36040/industri.v10i1.2530>
- Makridakis, S. G., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1997). *Forecasting: Methods and Applications* (Ed.3). New Jersey: Wiley.
- Meriani, A. P., & Rahmatulloh, A. (2024). Perbandingan Gated Recurrent Unit (Gru) Dan Algoritma Long Short Term Memory (Lstm) Linear Refression Dalam Prediksi Harga Emas Menggunakan Model Time Series. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3808>
- Monfared, S. A., & Enke, D. (2014). Volatility forecasting using a hybrid GJR-GARCH neural network model. *Procedia Computer Science*, 36(C), 246–253. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.09.087>
- Muflikhah, L., Mahmudy, W. F., & Kurnianingtyas, D. (2023). *Machine Learning*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Pangkong, C. M., Lambey, L., & Afandi, D. (2017). Dampak Rasio Aktivitas Dan Rasio Likuiditas Terhadap Perubahan Laba Berbasis Fair Value (Studi Empiris Pada Perusahaan Sub Sektor Property Dan Real Estate Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia). *Jurnal EMBA : Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 5(2), 955–963. <https://doi.org/10.35794/EMBA.5.2.2017.16017>
- Posedel, P. (2005). Properties and estimation of GARCH(1,1) model. *Advances in Methodology and Statistics*, 2(2), 243–257. <https://doi.org/10.51936/jjkd5433>
- Putra, J. W. G. (2014). *Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin dan Deep Learning Edisi 1.4*. 4, 45–46. https://wiragotama.github.io/ebook_machine_learning.html
- Rabbaniyah, F., & Azmi, U. (2023). Peramalan Volatilitas dengan Pemodelan EGARCH, TGARCH, dan APARCH dalam Pengukuran Estimasi Risiko Saham Sektor Keuangan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 11(6). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i6.91139>
- Raneo, A. P., & Muthia, F. (2018). Penerapan Model GARCH Dalam Peramalan Volatilitas di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Sriwijaya*, 16(3), 194–202. <https://doi.org/10.29259/jmbs.v16i3.7462>

- Ratnasari, A. (2015). *Pengaruh Volume Perdagangan, Tingkat Inflasi, Dan Nilai Tukar (Rp/Usd) Terhadap Volatilitas Harga Saham (Studi Pada Perusahaan Yang Terdaftar Dalam Indeks LQ 45 Periode 2010-2013)*. (Skripsi). Universitas Widyatama, Bandung.
<http://repository.widyatama.ac.id/handle/123456789/5717>.
- Ridwan, M. (2023). *Kajian Pemodelan Arima, Gru, Dan Hybrid Model Arima-Gru Pada Data Deret Waktu Berfrekuensi Tinggi* (Vol. 5). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rijn, J. N. Van, & Hutter, F. (2018). *Hyperparameter Importance Across Datasets*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.1710.04725>
- Ripto, J. A., & Heryanto, H. (2023). *Penerapan Gated Recurrent Unit untuk Prediksi Pergerakan Harga Saham pada Bursa Efek Indonesia*. (Skripsi). Institut Teknologi Harapan Bangsa, Bandung.
- Rosadi, D. (2005). Asymptotic behavior of the cointegration and the dynamical function for ARMA models with infinite variance. *dedirosadi.staff.ugm.ac.id*, 11(1), xx–xx. <http://dedirosadi.staff.ugm.ac.id/paper/mihmifinal.pdf>
- Saludin. (2017). *Ekonometrika Keuangan: Aplikasi Permodelan Dengan Minitab*. Jakarta: Mitra wacana Media.
- Santioso, L., & Angesti, Y. G. (2019). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Volatilitas Harga Saham Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Ekonomi*, 24(1), 46–64. <https://doi.org/10.24912/JE.V24I1.450>
- Santoso, A., & Ariyanto, G. (2018). Implementasi Deep Learning berbasis Keras untuk Pengenalan Wajah. *Emitor Jurnal Teknik Elektro*, 18(01), 15–21. <https://doi.org/DOI:10.23917/emitor.v18i01.6235>
- Sari, L. K., & Achsani, N. A. (2017). Pemodelan Volatilitas Return Saham: Studi Kasus Pasar Saham Asia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 18(1), 3. <https://doi.org/10.21002/jepi.2018.03>
- Seto, A. A., Fathihani, Nazarudn, I., Lestari, Sari, O. H., Mareta, S., Susiang, M. I. N., Indrawati, A., Zulkifli, Purwatmini, N., Kamal, B., & Ramadhan, A. R. (2023). *Manajemen Keuangan dan Bisnis*. Jambi: Sonpedia Publishing Indonesia.
- Si, Y., Nadarajah, S., Zhang, Z., & Xu, C. (2024). Modeling opening price spread

- of Shanghai Composite Index based on ARIMA-GRU/LSTM hybrid model. *PLoS ONE*, 19(3 March), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299164>
- Soejoeti, Z. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunika.
- Sudarismiati, A., & Sari, M. T. (2019). Analisis Peramalan Penjualan Untuk Menentukan Rencana Produksi Pada Ud Rifa'i. *Growth*, 14(2), 17–30. <https://unars.ac.id/ojs/index.php/growth-journal/article/view/176>
- Syahram, E. F., Setyawan, M. M., & Novendra, E. (2021). Sun Position Forecasting Menggunakan Metode RNN – LSTM Sebagai Referensi Pengendalian Daya Solar Cell. *Jurnal JEETech*, 2(2), 65–77. <https://doi.org/10.48056/jeetech.v2i2.169>
- Syifa, M. A., Retno, D., & Saputro, S. (2023). Stance Detection Dengan Algoritme Gated Recurrent Unit (GRU). *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Statistika*. <https://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/SNMSA/article/view/1204>
- Wei, W. W. S. (2006). Time Series Analysis _ Univariate and Multivariate Methods (2nd Edition). In *New introduction to Multiple Time Series Analysis*.
- Wibowo, W., & Mekaniwati, D. A. (2020). Pengaruh Struktur Modal dan Kemampulabaan Terhadap Return Saham Perusahaan Properti dan Real Estate Yang Terdaftar di BEI Tahun 2013-2015. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*, 8(1), 19–28. <https://doi.org/10.37641/JIMKES.V8I1.308>
- Wiranda, L., & Sadikin, M. (2019). Penerapan Long Short Term Memory pada Data Time Series untuk Memprediksi Penjualan Produk PT. Metiska Farma. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 8(3), 184–196.
- Wulansari, D. A., Yundari, & Shantika, M. (2021). Pemodelan Gjr-Garch Pada Data Kurs Harian Rupiah Terhadap Dolar Amerika Saat Krisis Ekonomi. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 10(2), 243–250. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/45878>
- Yunita, T. (2020). Peramalan Jumlah Penggunaan Kuota Internet Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 1(2), 16–22. <https://doi.org/10.31605/JOMTA.V2I1.777>
- Zhang, G. P. (2004). *Neural Networks in Business Forecasting*. Calgary: Idea

Group Inc.