



Mathematical Challenge Festival 2022

How Mathematics “Rules” Stock Market Trading

Akmal Fadhlurrahman

HIMATIKA '12

March 5, 2022



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).
See disclaimers in page 2.



Sangkalan

Seluruh data dan informasi yang tertuang dalam Presentasi ini, baik dalam bentuk lisan maupun tulisan, bersifat indikatif, hanya dibuat untuk kepentingan pendidikan, dan bukan merupakan sebuah penawaran atau undangan, saran investasi, atau layanan keuangan dalam bentuk apapun.

Data, informasi dan pendapat yang tercantum dalam presentasi ini telah dikumpulkan dari sumber-sumber yang dianggap handal oleh Penulis, namun Penulis tidak menjamin keakuratan, kelengkapan, atau kebenaran dari informasi serta pendapat tersebut.

Pendapat yang tercantum dalam presentasi ini merupakan pendapat pribadi Penulis dan tidak mencerminkan pendapat dan/atau posisi dari PT Capital Net Indonesia, perusahaan afiliasinya ataupun tauke Penulis di masa lampau ataupun masa depan.

Presentasi ini dapat memuat pernyataan-pernyataan perkiraan masa depan (*forward-looking statements*). Pernyataan-pernyataan tersebut dibuat dengan berbagai risiko, asumsi, ketidakpastian, dan faktor-faktor lain, sehingga tidak dapat dijadikan acuan untuk membuat penawaran, undangan, keputusan investasi, atau layanan keuangan dalam bentuk apapun.

Dokumen ini memiliki lisensi Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License, yang memungkinkan Anda melakukan apa saja dengan dokumen ini selama Anda berbagi pekerjaan dengan lisensi yang sama.

Disclaimer

All data and information contained in this Presentation, whether in oral or written form, is indicative, only for education purposes, and does not constitute an offer or invitation, investment advice, or financial service of any kind.

Data, information and opinions contained in this presentation have been collected from sources deemed reliable by the author, but the author does not guarantee the accuracy, completeness, or correctness of such information and opinions.

The opinions expressed in this presentation are the personal opinions of the author and do not necessarily reflect the past or future opinions and/or positions of PT Capital Net Indonesia, its affiliated companies or associates.

This presentation may contain forward-looking statements. These statements are made with various risks, assumptions, uncertainties, and other factors, so they cannot be used as a reference for making offers, invitations, investment decisions, or financial services of any kind.

This document is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License, that allows you to do anything with this document if you share the work under the same licence.



Halo!



Akmal Fadhlurrahman

HIMATIKA '12
Strategy & Planning Analyst, Virgo



Matematika (2011)
Institut Teknologi Bandung



Master in Economics & Finance (2016)
Barcelona School of Economics



Divisi Pendidikan (2013-14)
Kelompok Studi Ekonomi & Pasar Modal ITB



Research Fellow, Ekonomi (2019-22)
Mata Garuda Institute

Agenda Hari Ini



Pengantar Pasar Modal →

Mengenal para pemain dan instrumen inti



Berpikir Kuantitatif di Pasar Saham →

Konsep-konsep kuantitatif yang umum digunakan untuk memahami dinamika pasar modal



Memprediksi (Return) Harga Saham →

Apakah harga saham dapat diprediksi? Bagaimana cara memprediksi harga saham?
Apa kelebihan dan kekurangan dari cara-cara prediksi tersebut?



Pengantar Pasar Modal →

Sejarah pasar modal modern dimulai dari Amsterdam →

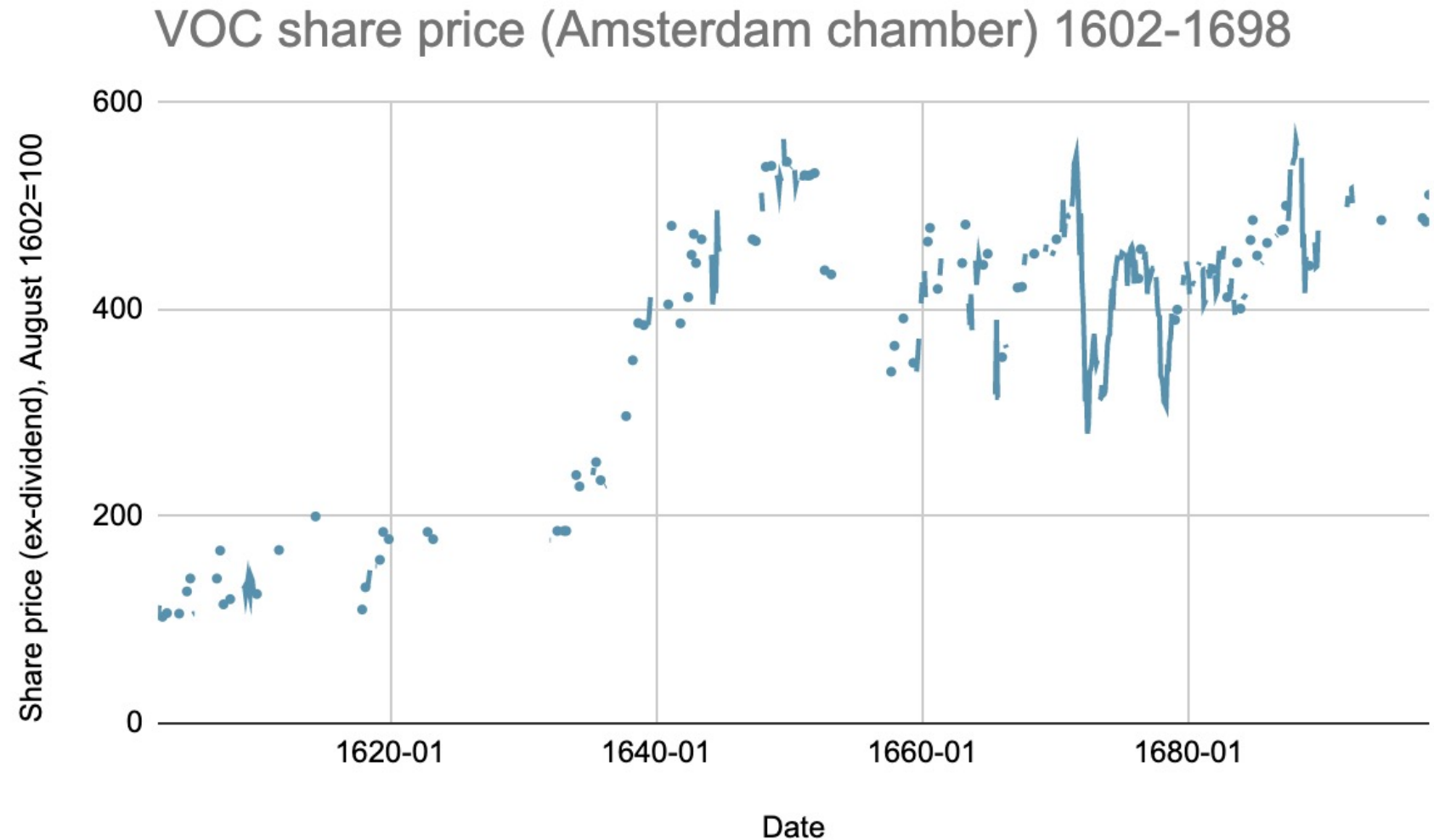
- Tahun 1500-an, pemerintah Belanda sedang berperang melawan Portugal dan Spanyol untuk menguasai perdagangan rempah di Asia
- Pada Maret 1602, pemerintah Belanda membentuk VOC dan memberi hak untuk memonopoli perdagangan rempah & berperang atas nama Belanda di Asia selama 21 tahun (yang terus diperpanjang hingga 2 abad kemudian)
- Untuk menambah modal VOC, pemerintah menerbitkan saham **yang dapat diperjualbelikan**
- Ketika IPO berakhir, 1.143 investor menanamkan 6,5 juta gulden (nilai sekarang: Rp13 milyar)



Harga saham VOC selama 100 tahun pertama →

Indeks harga IPO = 100

- Harga jarang berubah hingga 20 tahun pertama, lalu mulai meningkat di era bubble tulip tahun 1630-an
- Selama 7 tahun pertama, VOC “lupa” membagikan keuntungan (“dividen”) kepada pemegang saham. Tahun 1610, dividen pertama dibagikan dengan rate 75%
- Selama 2 abad kemudian, dividen dibagikan per dua tahun, setahun, atau 6 bulan sekali.



Sumber: <https://www.worldsfirststockexchange.com/2020/10/01/what-was-the-return-on-voc-shares/>

Di era modern, saham diperdagangkan secara elektronik

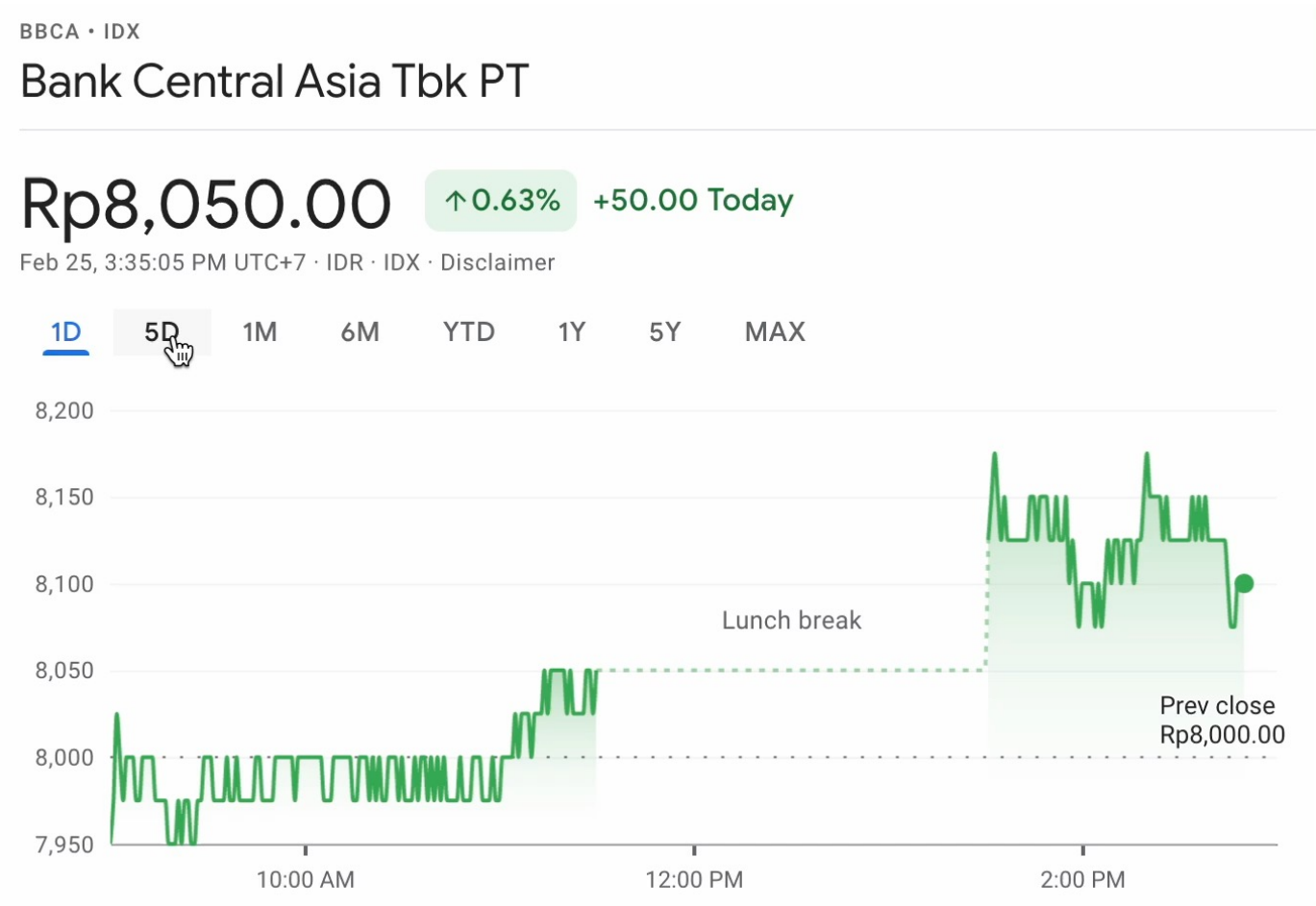


Pasar offline berubah menjadi “bursa efek”
yang bekerja secara elektronik untuk mencocokkan
penjual dan pembeli saham



**Penjual dan pembeli saham tidak perlu datang ke lokasi
tertentu** untuk jual-beli saham, cukup menggunakan
komputer/laptop yang disediakan **broker** saham

Perubahan harga terjadi setiap hari, menit, detik.



Keuntungan dari perdagangan saham

BBCA • IDX
Bank Central Asia Tbk PT

Rp8,050.00 ↑ 2,233.33% +7,705.00 MAX

Feb 25, 3:35:05 PM UTC+7 • IDR • IDX • Disclaimer



Januari 2015 Beli 10 lot (1.000 lembar) saham @Rp2585/lembar	-Rp 2.585.000
Biaya trading 0,2% dari volume	-Rp 5.170
Februari 2022 Jual 10 lot saham @Rp8050/lembar	+Rp 8.050.000
Biaya trading 0,4% dari volume	-Rp 32.200
Return (Rp) [excluding dividend]	+Rp 5.427.630
Return (%) [excluding dividend]	+207%
Return (% , annualized) [excluding dividend]	+17.3%



Kerugian dari perdagangan saham

BUMI • IDX
Bumi Resources Tbk PT



Januari 2018 Beli 100 lot (10.000 lembar) saham @Rp294/lembar	-Rp 2.940.000
Biaya trading 0,2% dari volume	-Rp 5.880
Februari 2022 Jual 100 lot saham @Rp54/lembar	+Rp 540.000
Biaya trading 0,4% dari volume	-Rp 2.160
Return (Rp) [excluding dividend]	-Rp 2.408.040
Return (%) [excluding dividend]	-81.6%
Return (% , annualized) [excluding dividend]	-34.5%



5 “Kenapa?” Yang Sudah Bisa Kita Jawab

Kenapa saham diterbitkan?

Kenapa saham ada nilainya/harganya?

Kenapa harga saham berubah?

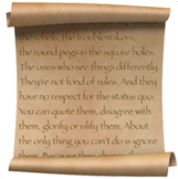
Kenapa ada orang yang ingin melakukan jual/beli saham?

Kenapa kita ada di sini hari ini?



Pasar Modal Lebih dari Sekedar Saham (Biasa)

CAPITAL MARKET



Saham Preferen (*Preferred Stock*)

Jenis saham yang memberikan prioritas lebih kepada pemilikinya atas aset dan laba perusahaan



Obligasi/Surat Hutang (*Bond*)

Surat utang jangka menengah maupun jangka panjang yang dapat diperjualbelikan

OTHER FINANCIAL MARKET PRODUCTS



Mata Uang Asing (*FX/Foreign exchange*)



Aset Kripto (*Cryptoassets*)





Berpikir Kuantitatif di Pasar Saham →

Tiga Jenis Investor/Trader



Fundamental Investor

Saham adalah representasi dari perusahaan, dan memilih saham terbaik berarti memilih perusahaan dengan kinerja terbaik



Technical Analysts

Pasar saham adalah memiliki tren dan pola harga yang dapat digunakan untuk memprediksi tren dan pola harga di masa depan



Quantitative Engineers

Evolusi pasar saham dipandang sebagai objek kuantitatif yang dapat diprediksi dengan metode time series atau machine learning

Objek analisis	Laporan keuangan perusahaan Laporan operasional perusahaan Analisis kompetitor	Grafik/chart harga saham Technical indicators Pola candlestick	Trading signal Market depth analysis Statistical analysis of return
Quantitative metrics (example)	Rasio keuangan & operasional, seperti: <ul style="list-style-type: none">- Price/Earnings Ratio (PER)- Price/Book Value (PBV)- Dividend yield- Monthly Active Users (MAU)	Technical indicators, seperti: <ul style="list-style-type: none">- RSI- MACD- Bollinger Bands- Fibonacci retracement	Forecast accuracy Value-at-Risk (VaR)

Apa yang dilihat oleh Technical Analyst →

Relative Strength Index (RSI)

Mengukur besarnya perubahan harga relative selama 14 hari kebelakang untuk mengetahui kondisi *overbought* atau *oversold*

Moving Average Convergence-Divergence (MACD)

Sebuah indikator dalam analisis teknikal yang menggambarkan hubungan antara dua moving average dalam sebuah tren harga aset



Apa yang dilihat oleh Quantitative Engineers→

Distribution

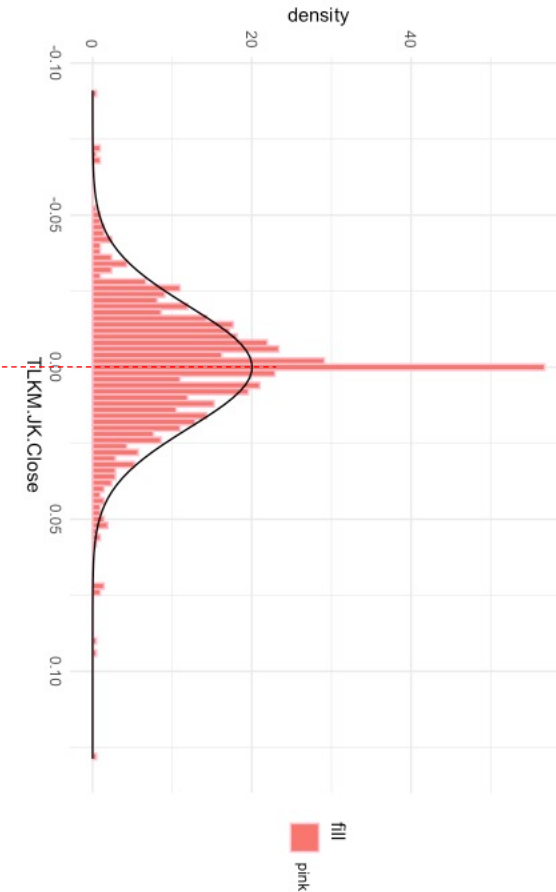
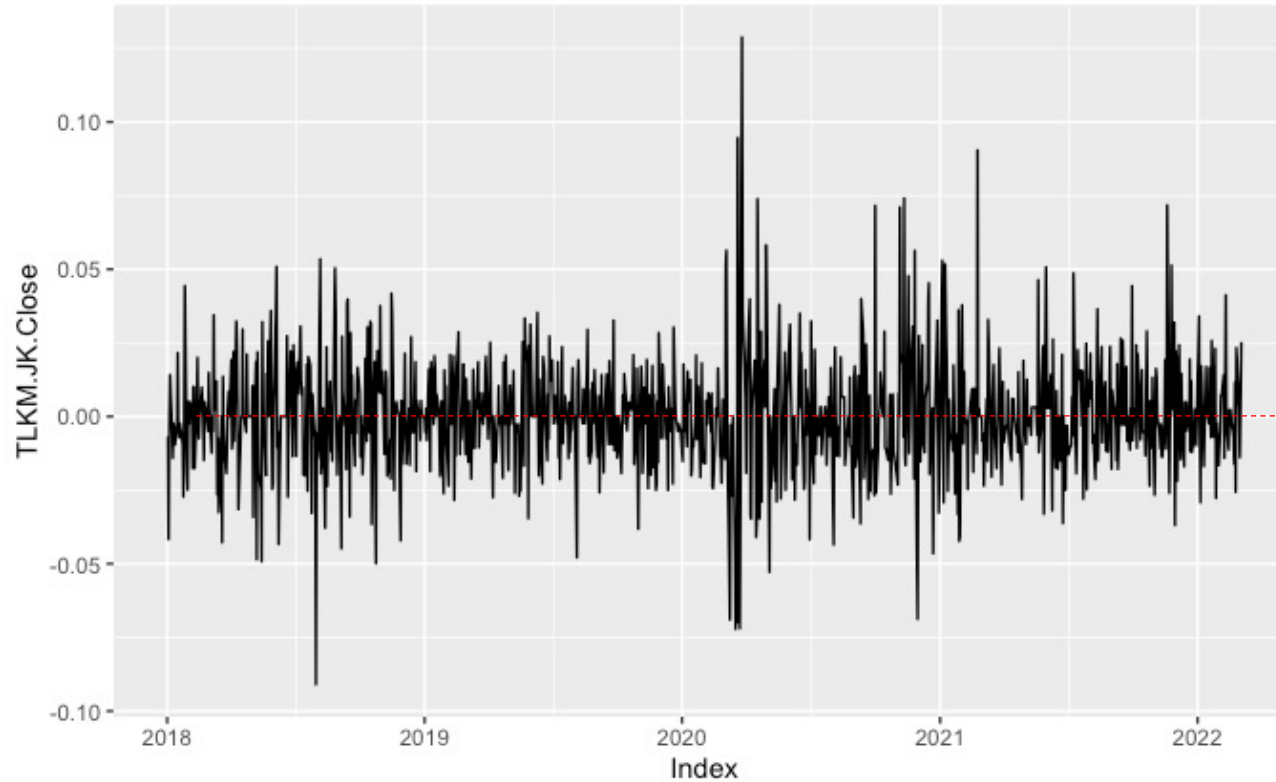
Mean process

Volatility

Heteroskedasticity

Regime changes

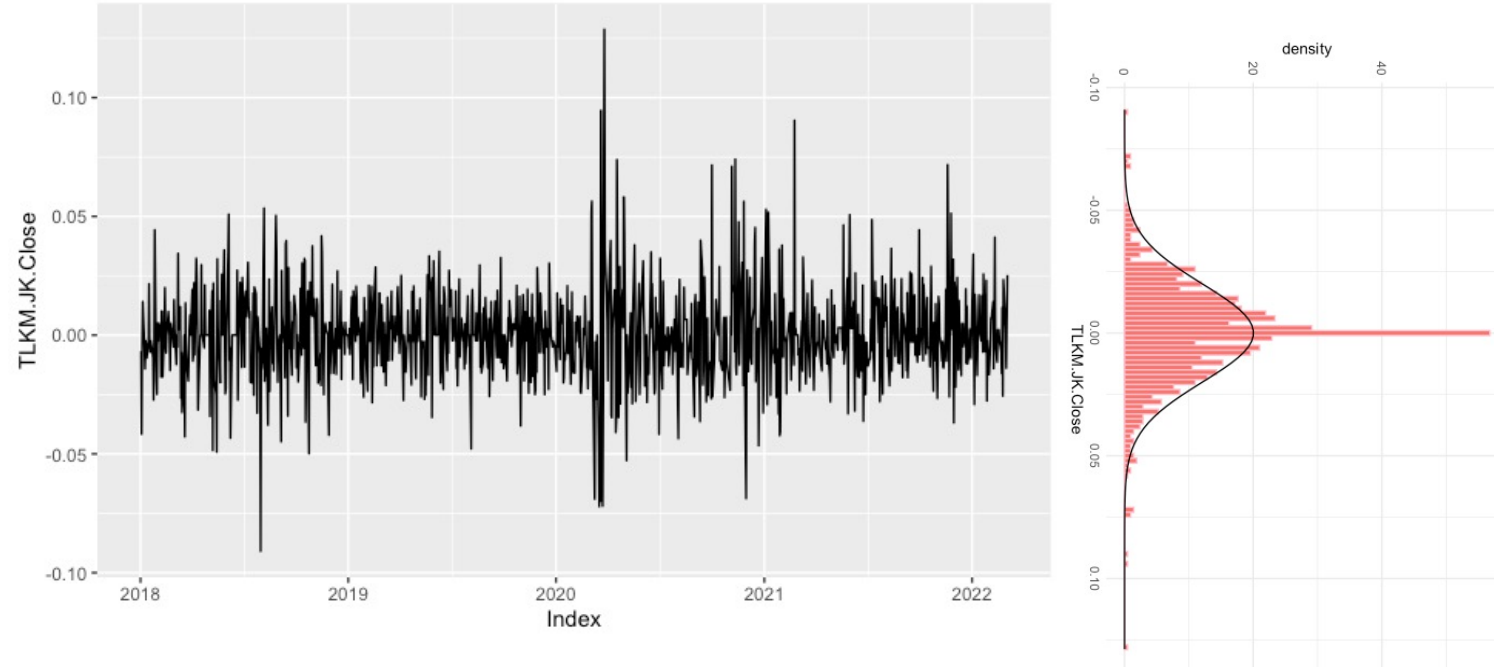
Evolusi dan Distribusi $R_t = \Delta \log(S_t)$ TLKM.JK





Memprediksi Return Harga Saham →

Pandang $R_t = \Delta \log(S_t)$ sebagai data runtun waktu.



Statistika Deskriptif

Mean $\approx -0\%$

Standar deviasi $\approx 1,99\%$

Proses stasioner

Uji ADF

Teorema Representasi Wold

Setiap data runtun waktu X_t yang memiliki mean nol dan memiliki kovariansi yang stasioner selalu dapat ditulis sebagai

$$X_t = V_t + S_t$$

Dimana

1. $\{V_t\}$ adalah proses deterministik linear, dimana $V_t = \text{span}\{V_{t-1}, V_{t-2}, \dots\}$
2. $S_t = \sum_{i=0}^{\infty} \psi_i \eta_{t-i}$ proses *moving average* dari error *white noise* η_i , dimana $\psi_0 = 1, \sum \psi_i^2 < \infty$, dan $E(\eta_t V_s) = 0$



Model ARMA(p,q)

Data runtun waktu X_t adalah proses $ARMA(p, q)$, dengan orde autoregresi p dan orde moving average q jika

$$X_t = \mu + \phi_1(X_{t-1} - \mu) + \phi_2(X_{t-2} - \mu) + \cdots + \phi_p(X_{t-p} - \mu) + \eta_t + \theta_1\eta_{t-1} + \theta_2\eta_{t-2} + \cdots + \theta_q\eta_{t-q}$$

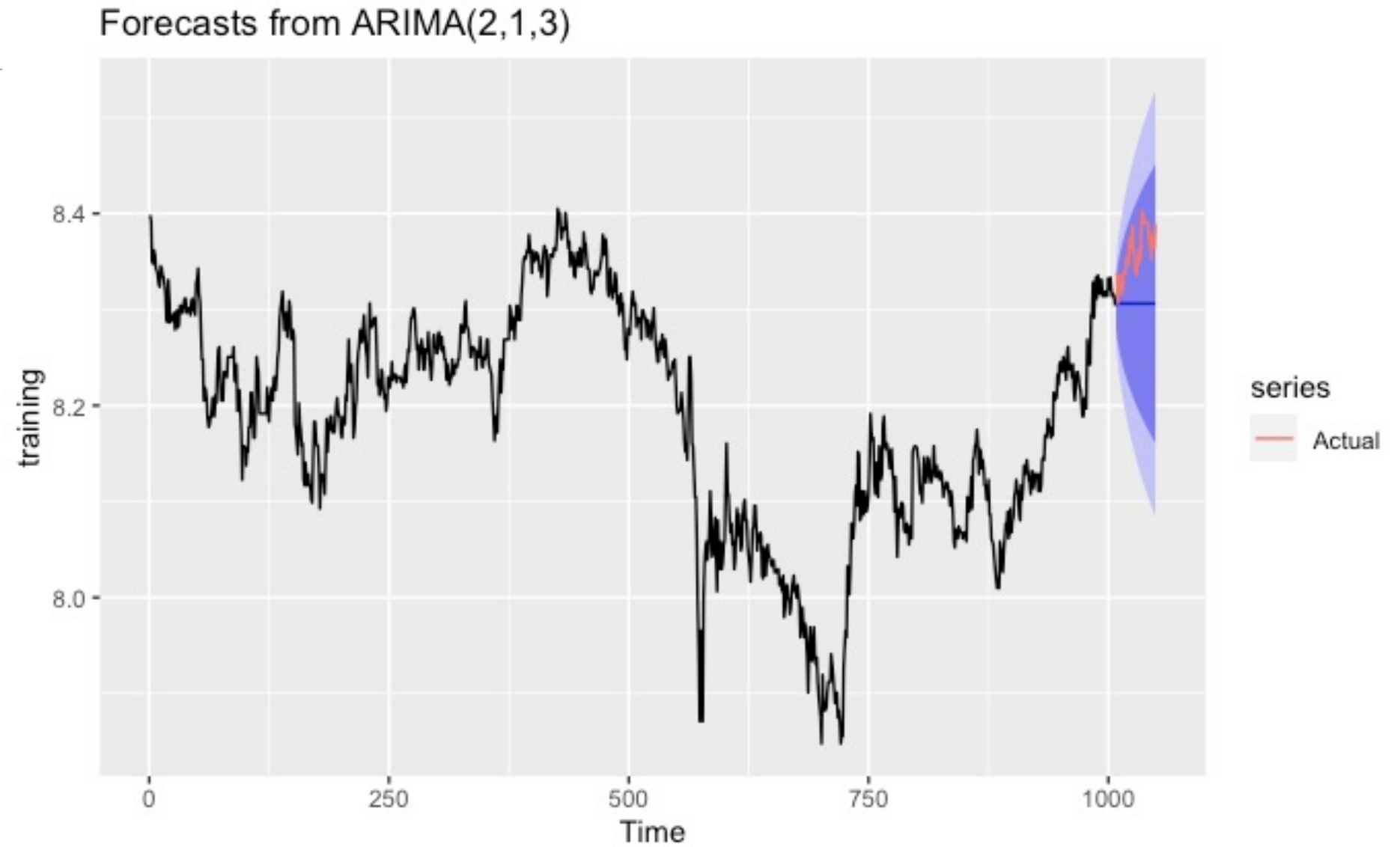
Memilih p , q secara otomatis: AUTO.ARIMA

Hyndman-Khandakar algorithm for automatic ARIMA modelling

1. The number of differences $0 \leq d \leq 2$ is determined using repeated KPSS tests.
2. The values of p and q are then chosen by minimising the AICc after differencing the data d times. Rather than considering every possible combination of p and q , the algorithm uses a stepwise search to traverse the model space.
 - a. Four initial models are fitted:
 - ARIMA(0, d , 0),
 - ARIMA(2, d , 2),
 - ARIMA(1, d , 0),
 - ARIMA(0, d , 1).A constant is included unless $d = 2$. If $d \leq 1$, an additional model is also fitted:
 - ARIMA(0, d , 0) without a constant.
 - b. The best model (with the smallest AICc value) fitted in step (a) is set to be the “current model”.
 - c. Variations on the current model are considered:
 - vary p and/or q from the current model by ± 1 ;
 - include/exclude c from the current model.The best model considered so far (either the current model or one of these variations) becomes the new current model.
 - d. Repeat Step 2(c) until no lower AICc can be found.



Um...



ARIMA to the MAX

Model ARIMAX

Model regresi linear dengan *error term* yang memiliki sifat ARMA

$$y_t = \beta_1 x'_{1,t} + \cdots + \beta_k x'_{k,t} + \eta'_t$$

$$(1 - \phi_1 B)\eta'_t = (1 + \theta_1 B)\epsilon_t$$



Remember this?

Relative Strength Index (RSI)

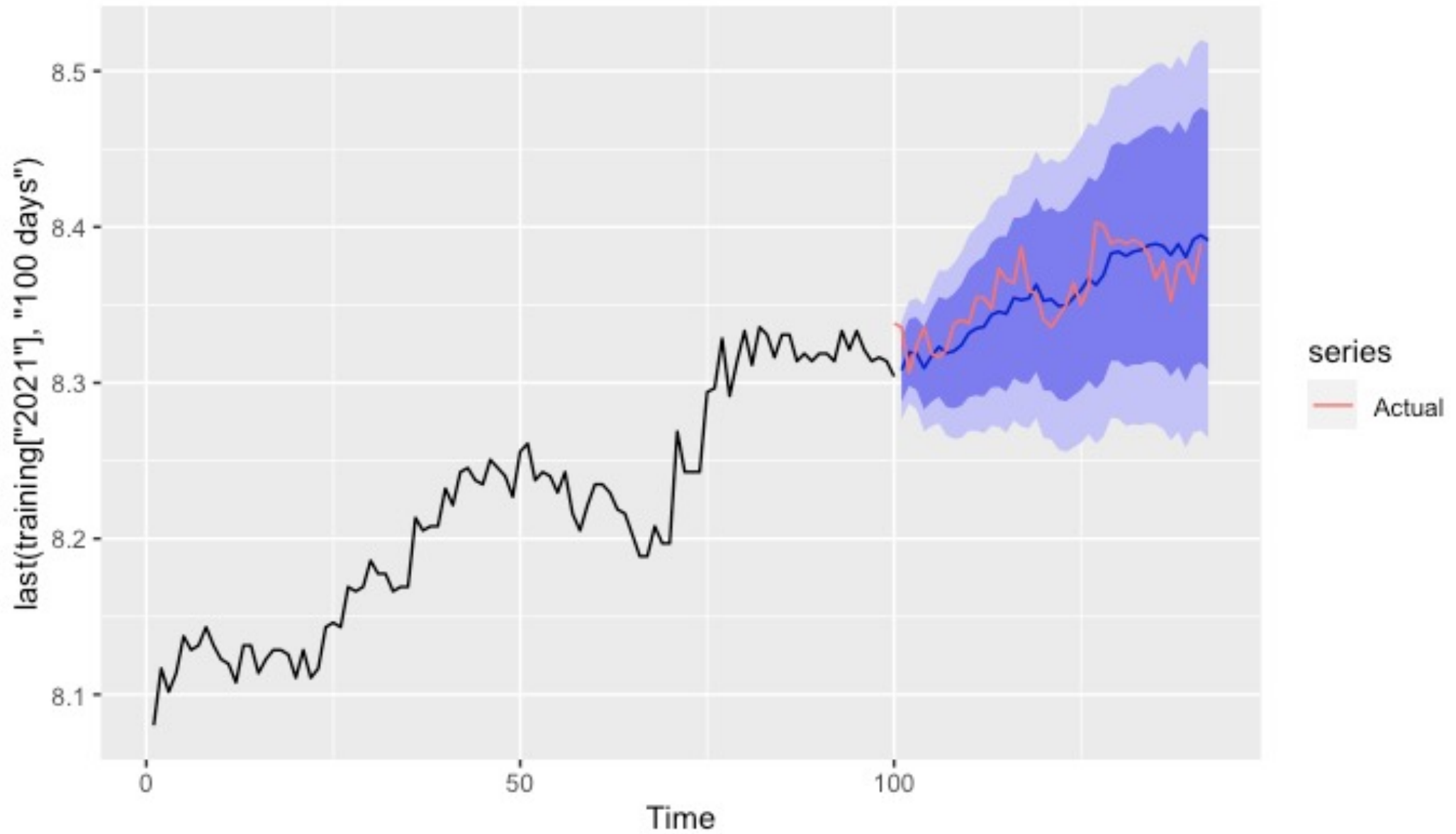
Mengukur besarnya perubahan harga relative selama 14 hari kebelakang untuk mengetahui kondisi *overbought* atau *oversold*

Moving Average Convergence-Divergence (MACD)

Sebuah indikator dalam analisis teknikal yang menggambarkan hubungan antara dua moving average dalam sebuah tren harga aset



Forecasts from Regression with ARIMA(0,1,3) errors



Terima Kasih

