



**ANALISIS POLA HARGA SAHAM DENGAN MODIFIKASI  
METODE EKSPONEN HURST DAN *BOX COUNTING***

**SKRIPSI**

Oleh

**Irma Dwi Anggraeni**

**191810101070**

**JURUSAN MATEMATIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**



**ANALISIS POLA HARGA SAHAM DENGAN MODIFIKASI  
METODE EKSPONEN HURST DAN BOX COUNTING**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Irma Dwi Anggraeni**

**191810101070**

**JURUSAN MATEMATIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**

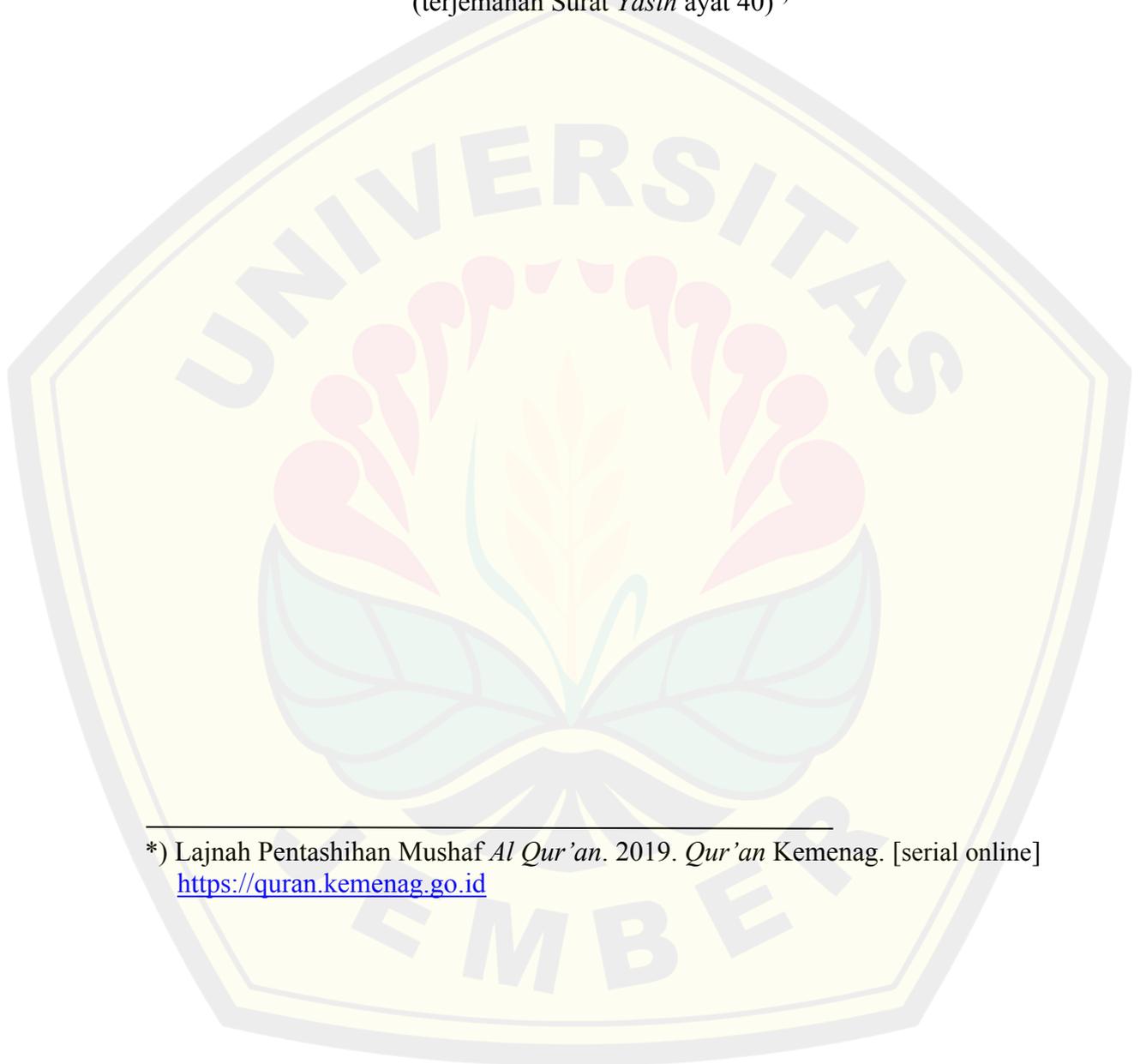
## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya, Alm. Bapak Abdul Kodir dan Ibu Nurningsih yang telah membesarkan dan mendidik dengan penuh kasih sayang serta selalu mendoakan putrinya;
2. Kakak Reni Wijayanti yang selalu sabar dan telah menjadi sosok yang menginspirasi;
3. Keluarga besar atas dukungan moril maupun materiil;
4. Chintya Monikasari dan “Cuaks Geng” (Ahmad, Bayu, Kukun, Wulan, Galuh) yang selalu memotivasi dan memberikan semangat dalam proses penyelesaian tugas akhir;
5. Guru-guru sejak TK hingga perguruan tinggi;
6. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTTO**

Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang, masing-masing beredar pada garis edarnya.  
(terjemahan Surat *Yasin* ayat 40)\*)



---

\*) Lajnah Pentashihan Mushaf *Al Qur'an*. 2019. *Qur'an* Kemenag. [serial online]  
<https://quran.kemenag.go.id>

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irma Dwi Anggraeni

NIM : 191810101070

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Pola Harga Saham dengan Modifikasi Metode Eksponen Hurst dan *Box Counting*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Maret 2023

Yang menyatakan,

Irma Dwi Anggraeni

NIM 191810101070

**SKRIPSI**

**ANALISIS POLA HARGA SAHAM DENGAN MODIFIKASI  
METODE EKSPONEN HURST DAN *BOX COUNTING***

Oleh

Irma Dwi Anggraeni

191810101070

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Abduh Riski, S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisis Pola Harga Saham dengan Modifikasi Metode Eksponen Hurst dan *Box Counting*” karya Irma Dwi Anggraeni telah diuji dan disahkan pada:  
hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.

NIP. 196908281998021001

Abduh Riski, S.Si., M.Si.

NIP. 199004062015041001

Anggota II,

Anggota III,

Kusbudiono, S.Si., M.Si.

NIP. 197704302005011001

Dr. Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si.

NIP. 197108022000032009

Mengesahkan,

Dekan

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.

NIP. 195910091986021001

## RINGKASAN

**Analisis Pola Harga Saham dengan Modifikasi Metode Eksponen Hurst dan Box Counting**; Irma Dwi Anggraeni; 191810101070; 2023; 46 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pola harga saham merupakan interpretasi dari harga saham hingga waktu tertentu yang biasanya disajikan dalam suatu grafik. Grafik harga saham memiliki pola dinamika tertentu yang menggambarkan keadaan harga saham sehingga sangat penting untuk diketahui karena sejatinya seorang investor melakukan investasi mengharapkan imbalan (*return*) tinggi dengan risiko rendah. Analisis dimensi fraktal merupakan salah satu cara untuk mengetahui pola dinamika harga saham karena grafik harga saham memiliki sifat *self-affine* yang merupakan salah satu sifat dari geometri fraktal. Tersedia beragam metode yang dapat digunakan untuk analisis dimensi fraktal, diantaranya yaitu metode eksponen Hurst dan *box counting*.

Metode eksponen Hurst ialah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui pola dinamika grafik dari data *time series* melalui analisis dimensi fraktal yang ditentukan dari hasil perhitungan nilai eksponen Hurst ( $H$ ). Hasil perhitungan nilai eksponen Hurst ( $H$ ) memiliki rentang nilai dari 0 sampai 1. Klasifikasi dari hasil perhitungan menggunakan metode eksponen Hurst ( $H$ ) dibedakan atas tiga jenis berdasarkan sifatnya, yaitu *anti-persistent*, *persistent*, dan *random*. Selain metode eksponen Hurst terdapat metode lain yang biasa digunakan untuk analisis dimensi fraktal yaitu metode *box counting*. *Box counting* merupakan metode perhitungan kotak dimana konsep perhitungan nilai dimensi fraktal didasarkan pada jumlah kotak yang terisi oleh objek yang diukur. Metode *box counting* juga termasuk metode yang paling sederhana untuk diaplikasikan pada proses analisis objek fraktal.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pola dinamika harga saham Bank Rakyat Indonesia melalui penerapan modifikasi metode eksponen Hurst dan metode *box counting*. Data yang digunakan ialah data sekunder dari harga saham di Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. mulai Januari 2018 sampai Juni 2022 yang diambil dari situs [investing.com](https://www.investing.com). Harga saham yang digunakan berupa data per bulan dengan total keseluruhan 54 bulan.

Data yang diperoleh kemudian ditentukan nilai eksponen Hurst ( $H$ ) dan dimensi fraktalnya dengan menerapkan modifikasi metode eksponen Hurst dan *box counting* dengan bantuan bahasa pemrograman python. Terdapat dua interval data yang diamati yaitu harga saham dari Januari 2018 sampai Desember 2021 (48 bulan) dan harga saham dari bulan Januari 2018 sampai Juni 2022 (54 bulan). Dua periode yang berbeda ini bertujuan untuk menentukan nilai dimensi fraktal melalui titik-titik regresi dimana semakin banyak titik regresi akan semakin baik.

Nilai eksponen Hurst yang dihasilkan dari kedua interval secara berurutan yaitu 0,043 dan 0,003. Berdasarkan nilai eksponen Hurst yang dihasilkan menunjukkan bahwa data bersifat *anti-persistent* karena nilai  $0 < H < 0,5$ . Kemudian nilai dimensi fraktal yang diperoleh dari penerapan metode *box counting* yaitu 1,547 dan 1,562 yang artinya pola harga saham Bank Rakyat Indonesia bersifat *anti-persistent*. Sifat *anti-persistent* ditunjukkan dari hasil perhitungan nilai dimensi fraktal ( $D$ ) yang berada pada rentang  $1,5 < D < 2$ . Pola data bersifat *anti-persistent* yang berarti pada bulan-bulan tertentu saham memiliki harga yang tinggi dan pada bulan-bulan berikutnya saham memiliki harga yang rendah untuk diperjualbelikan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Pola Harga Saham dengan Modifikasi Metode Eksponen Hurst dan *Box Counting*”.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bimbingan, saran, bantuan, dan dukungan baik moral, material, dan spiritual kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa;
2. Orang tua dan keluarga besar atas dukungan moril maupun materil selama penyelesaian pendidikan;
3. Bapak Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Abdul Riski, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota;
4. Bapak Kusbudiono, S.Si., M.Si. dan Ibu Dr. Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si. selaku Dosen penguji yang telah memberikan kritik serta saran untuk kesempurnaan skripsi;
5. Seluruh Dosen serta karyawan di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
6. Guru-guruku dari TK hingga perguruan tinggi;
7. Sahabat-sahabatku, Monik, Azka serta keluarga besar BEM Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 2021 yang selalu memberikan bantuan serta inspirasi selama pengerjaan skripsi;
8. Teman-teman Calculus'19, almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
9. Semua pihak yang terlibat dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa sepenuhnya tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan lapang dada dan tangan terbuka penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif demi kesempurnaan skripsi. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan pembaca.

Jember, Maret 2023

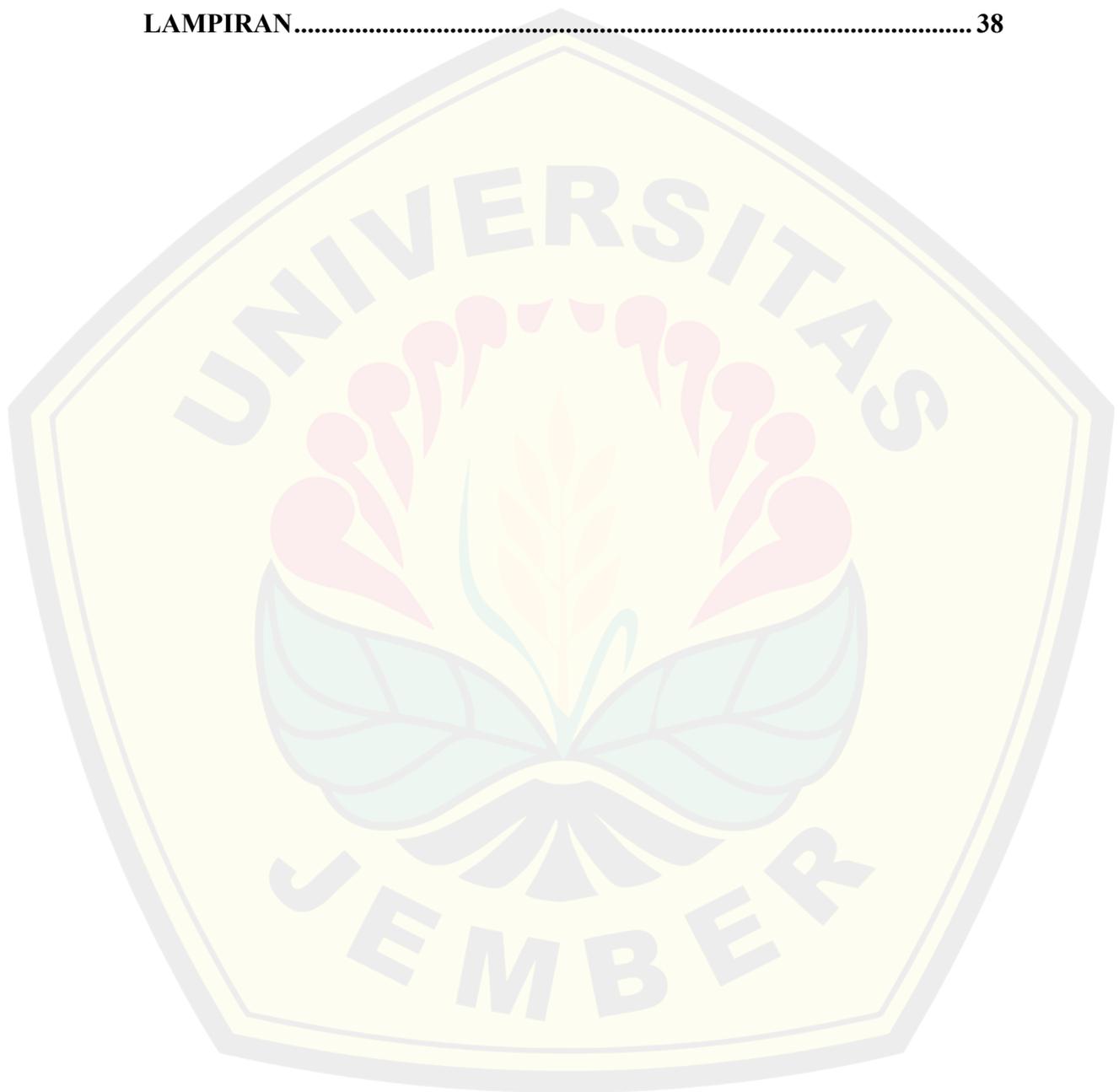
Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN SKRIPSI.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.3 Manfaat.....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Saham .....	5
2.2 Fraktal.....	6
2.3 Eksponen Hurst.....	8
2.4 Modifikasi Metode Eksponen Hurst.....	11
2.5 <i>Box Counting</i> .....	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Data Penelitian.....	14
3.2 Langkah-langkah Penelitian .....	14
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	19

4.2 Pembahasan .....	31
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>34</b>
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2. 1 Perbandingan dari penentuan dimensi fraktal pada jumlah data genap .....	11
2. 2 Perbandingan dari penentuan dimensi fraktal pada jumlah data ganjil.....	11
3. 1 Penelitian Terdahulu .....	15
4. 1 Data Harga Saham Per Bulan Bank Rakyat Indonesia .....	19
4. 2 Total nilai deret deviasi kumulatif (1).....	20
4. 3 Total nilai deret deviasi kumulatif (2).....	21
4. 4 Total nilai deret deviasi kumulatif (3).....	21
4. 5 Ringkasan perhitungan dari 48 bulan harga saham.....	23
4. 6 Total nilai deret deviasi kumulatif (1).....	24
4. 7 Total nilai deret deviasi kumulatif (2).....	25
4. 8 Total nilai deret deviasi kumulatif (3).....	26
4. 9 Ringkasan perhitungan dari 54 bulan data .....	27
4. 10 Hasil penerapan modifikasi metode eksponen Hurst dan <i>box counting</i> .....	32

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2. 1 Grafik Saham .....	6
2. 2 Proses analisis $R/S$ untuk estimasi eksponen Hurst .....	10
2. 3 Implementasi dari metode <i>box counting</i> .....	13
3. 1 Skema penelitian .....	14
4. 1 Garis regresi dari 48 bulan data harga saham .....	24
4. 2 Garis regresi dari 54 bulan data harga saham .....	28
4. 3 Grafik saham BBRI selama 48 bulan .....	29
4. 4 Grafik saham BBRI selama 54 bulan .....	29
4. 5 Output penerapan metode <i>box counting</i> pada 48 bulan data harga saham ....	30
4. 6 Output nilai dimensi fraktal untuk 48 bulan .....	30
4. 7 Output penerapan metode <i>box counting</i> pada 54 bulan data harga saham ....	31
4. 8 Output nilai dimensi fraktal untuk 54 bulan .....	31

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Hasil perhitungan manual dari modifikasi metode eksponen Hurst .....	38
B. <i>Script</i> Program.....	42



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Harga saham menurut Nazamuddin (2020), merupakan salah satu contoh data *time series* yakni kumpulan data yang berasal dari suatu unit yang kemudian diobservasi dengan interval waktu tertentu. Satuan waktu yang biasanya digunakan pada data *time series* dapat berupa detik, menit, jam, bulan, atau bahkan tahun. Harga saham menjadi perhatian utama seorang investor sebelum melakukan investasi. Penelitian terkait harga saham telah dilakukan oleh Arvita dan Muniarty (2020) pada PT. Garuda dengan metode statistik uji *t-test one* sampel diperoleh bahwa nilai  $t_{hitung}$  lebih kecil dari  $t_{tabel}$  ( $0,3656 < 2,132$ ) sehingga  $H_0$  diterima yang artinya harga saham PT Garuda Indonesia dikatakan murah selama 2014 sampai 2018. Cahyani dan Mahyuni (2020) menunjukkan bahwa prediksi pergerakan harga saham LQ45 dengan metode *moving average* pada 37 saham perusahaan di Bursa Efek Indonesia akurat dengan nilai signifikan sebesar 0,056. Hasil penelitian terkait pergerakan harga saham oleh Siska dkk. (2021) pada harga saham Bank Syariah dengan uji statistik deskriptif menunjukkan kecenderungan stabil dan tumbuh positif setelah masuknya Virus Corona.

Naik turunnya harga saham biasanya diinterpretasikan dalam sebuah grafik. Menurut Russ (1994), grafik harga saham memiliki sifat *self-affine* yang merupakan salah satu sifat dari fraktal. Grafik harga saham memiliki pola dinamika tertentu yang menggambarkan keadaan harga saham sehingga penting untuk diketahui karena sejatinya seseorang melakukan investasi mengharapakan imbalan (*return*) tinggi dengan risiko rendah. Hasil penelitian oleh Iman dkk. (2018) buah rambutan yang didefinisikan sebagai objek fraktal dapat dengan mudah diidentifikasi persentase kandungan kadar gula pada daging buahnya melalui analisis dimensi fraktal. Pola dinamika dari harga saham juga merupakan objek fraktal yang akan dianalisis dimensi fraktalnya dengan tujuan mengetahui sifat dan pola dinamikanya.

Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk analisis dimensi fraktal, diantaranya ialah metode eksponen Hurst dan *box counting*.

Metode eksponen Hurst ialah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui pola dinamika grafik dari data *time series* melalui analisis dimensi fraktal yang ditentukan dari hasil perhitungan nilai eksponen Hurst ( $H$ ). Klasifikasi dari hasil perhitungan nilai eksponen Hurst ( $H$ ) dibedakan atas tiga jenis berdasarkan sifatnya, yaitu *anti-persistent*, *persistent*, dan *random* (Barbulescu, 2007). Metode eksponen Hurst digunakan untuk mengetahui sifat dari unsur iklim di Kalimantan Barat oleh Andriyani dkk. (2018) dan berhasil mendapat nilai eksponen Hurst ( $H$ ) antara 0,590 sampai 0,884 yang menunjukkan bahwa unsur iklim bersifat *persistent*. Penelitian lain dilakukan oleh 'Aini dan Juniati (2021) yang menerapkan metode eksponen Hurst pada data harian kasus baru Covid-19 di Indonesia, Laos, Argentina, Swiss, Lesotho, dan Kepulauan Solomon. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa data penambahan Covid-19 di Indonesia, Argentina, dan Swiss bersifat *persistent*, sedangkan di negara Lesotho dan Kepulauan Solomon bersifat *anti-persistent* serta data dari negara Laos bersifat *random*.

Selain metode eksponen Hurst terdapat metode lain yang biasa digunakan untuk analisis dimensi fraktal yaitu metode *box counting*. *Box counting* merupakan metode perhitungan kotak dimana konsep perhitungan nilai dimensi fraktal didasarkan pada jumlah kotak yang terisi oleh objek yang diukur. Metode *box counting* juga termasuk metode yang paling sederhana untuk diaplikasikan dan selalu berhasil dalam proses analisis objek-objek fraktal. Penelitian terkait analisis dimensi fraktal untuk mengidentifikasi kadar gula rambutan dengan metode *box counting* dilakukan oleh Iman dkk. (2018) mendapatkan hasil dari 30 sampel citra rambutan diperoleh nilai dimensi fraktal 1,5082 sampai 1,5992. Selain itu penelitian terkait pendeteksian citra daun tanaman menggunakan metode *box counting* oleh Juwitarty dkk. (2020) yang menunjukkan bahwa hasil perhitungan nilai dimensi fraktal pada pendeteksian daun uji terhadap daun acuan memiliki rata-rata akurasi sebesar 99,9% sedangkan rata-rata persentase kecocokan dari pendeteksian 10 jenis daun terhadap setiap jenis daun yang terdiri atas 10 sampel

sebesar 44%. Metode *box counting* juga berhasil digunakan sebagai metode analisis dimensi fraktal untuk klasifikasi batik di Jawa Timur oleh Hidayatillah dan Jakfar (2020) yang membuktikan bahwa metode *box counting* dapat digunakan pada geometri yang rumit sekalipun. Metode *box counting* telah banyak digunakan pada penentuan dimensi fraktal khususnya pada objek geometri dengan bentuk yang tidak teratur untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat daripada metode lainnya (Russ, 1994).

Penelitian oleh Zakaria (2016) yang menerapkan metode *box counting* dan metode eksponen Hurst pada data curah hujan dengan tujuan mengetahui sifat dan pola grafik dari data, berhasil menunjukkan bahwa data bersifat *persistent* dan *anti-persistent*. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Zakaria dengan metode eksponen Hurst yaitu data curah hujan di stasiun Puyung, Sekotong, Sembalun, dan Tanjung bersifat *anti-persistent* sedangkan hasil penelitian dengan metode *box counting* curah hujan di stasiun Puyung, Sekotong, Sembalun, dan Tanjung bersifat *persistent* serta curah hujan stasiun Tanggul bersifat *anti-persistent*. Namun metode eksponen Hurst pada penelitian Zakaria (2016) terbatas untuk dapat diterapkan pada setiap variasi data karena kriteria data yang bisa ditentukan nilai eksponen Hurst ( $H$ ) ialah dapat dibagi  $2^n$ . Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Rohmatin (2019) terkait modifikasi metode eksponen Hurst yang diaplikasikan pada data curah hujan Kabupaten Jember tahun 2005-2017 dimana data bersifat *anti-persistent* yang artinya pada bulan tertentu curah hujan tinggi maka di bulan selanjutnya akan cenderung rendah. Modifikasi dilakukan agar nilai eksponen Hurst dapat ditentukan untuk berbagai variasi data dengan begitu pola grafik dari data dapat diketahui.

Bank Rakyat Indonesia merupakan salah satu perbankan milik pemerintah yang dinobatkan menjadi bank terbaik di Indonesia versi *The Banker* tahun 2022 sebagai bentuk apresiasi atas kinerjanya (Nurmutia, 2022). Prestasi membanggakan menjadi nilai positif bagi perusahaan yang dapat memberikan dampak pada fluktuasi harga saham, khususnya saham BBRI yang merupakan saham milik Bank Rakyat Indonesia. Nilai perusahaan sangat krusial karena semakin bagus nilai dari

perusahaan maka semakin makmur dan tinggi harga saham (Brigham dan Daves, 2018).

Oleh karena itu peneliti tertarik untuk menerapkan modifikasi metode eksponen Hurst dan metode *box counting* untuk menganalisis pola dinamika harga saham Bank Rakyat Indonesia. Hasil perhitungan dari penerapan kedua metode akan digunakan sebagai pembandingan dengan harga saham yang telah ada.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang ialah bagaimana cara menerapkan modifikasi metode eksponen Hurst dan *box counting* pada data harga saham untuk menganalisis pola pergerakan dari data harga saham Bank Rakyat Indonesia.

### **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dilakukan penelitian ialah menerapkan modifikasi metode eksponen Hurst dan *box counting* pada data harga saham untuk menganalisis sifat data dan pola pergerakan dari data harga saham Bank Rakyat Indonesia.

### **1.3 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah:

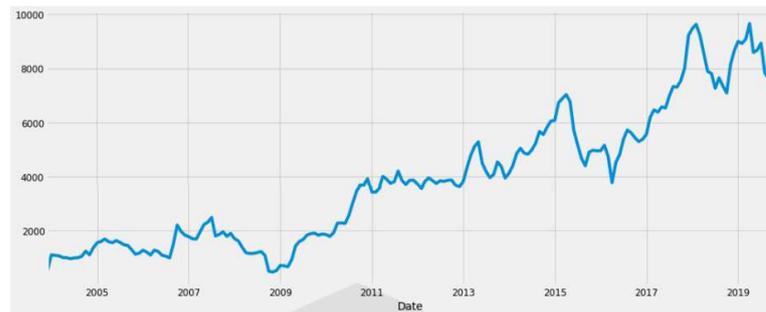
1. Hasil dari penelitian diharapkan dapat menjadi pengetahuan baru bagi pihak investor terkait analisis teknikal dalam mendukung pengambilan keputusan pada kegiatan jual beli saham Bank Rakyat Indonesia Indonesia (Persero) Tbk. agar tercapai imbalan tinggi dengan risiko rendah.
2. Bagi mahasiswa, penelitian diharapkan dapat menambah wawasan baru terkait analisis pola harga saham Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. dengan modifikasi metode eksponen Hurst dan *box counting*.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Saham

Definisi saham menurut Rahardjo (2006) yaitu suatu tanda kepemilikan seseorang atau badan akan modal pada suatu perusahaan dan dapat dijual. Harga saham selalu berubah dikarenakan beberapa faktor, diantaranya kinerja dari perusahaan. Semakin baik kinerja perusahaan maka semakin banyak pula orang yang tertarik untuk membeli saham sehingga harga saham akan meningkat. Kondisi ekonomi secara mikro maupun makro serta perluasan jangkauan pasar perusahaan juga menjadi faktor dari perubahan harga pembelian saham (Amalya, 2018). Masyarakat berinvestasi di pasar saham guna mendapat keuntungan lebih besar karena ada dua sumber keuntungan yang dijanjikan yaitu *dividen* dan *capital gain*. *Dividen* ialah bagi hasil atau keuntungan oleh perusahaan kepada investor berdasarkan jumlah saham yang dimiliki, sedangkan *capital gain* diperoleh ketika investor menjual saham lebih dari harga belinya. Investor dituntut untuk tanggap akan informasi sebelum bertindak, karena keputusan yang rasional dalam berinvestasi akan memberikan hasil yang rasional pula (Leiwakabessy dkk., 2021).

Harga saham di Indonesia selalu mengalami pergerakan yang bersifat fluktuatif. Fluktuasi harga saham yang sangat peka akan perubahan eksternal maupun internal dari perusahaan menjadikan investasi saham tidak lepas dari risiko kerugian. Salah satu cara yang tepat untuk meminimalkan risiko kerugian dalam investasi saham ialah dengan mengetahui sifat dan pola harga saham. Cara mengetahui sifat dan pola harga saham yaitu dengan melakukan analisis dari grafik saham (Iman dkk., 2018). Grafik saham yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 merupakan salah satu pola geometri yang tidak teratur serta memiliki keunikan tersendiri. Menurut Russ (1994), bentuk dari grafik harga saham yang tidak beraturan memiliki sifat *self-affine* karena secara inheren data bernilai tunggal dan memiliki unit serta makna yang berbeda pada masing-masing sumbu. Sifat *self affine* merupakan salah satu karakteristik dari geometri fraktal.



Gambar 2.1 Grafik Saham  
(Sumber: Prasetya dkk., 2020)

## 2.2 Fraktal

Fraktal menurut Mandelbrot (1982) berasal dari bahasa latin *fractus*, artinya bagian yang terbelah dan tidak teratur. Pengertian fraktal menurut istilah yaitu sekelompok pola geometri yang apabila setiap bagian dari bentuknya diperbesar akan menyerupai bentuk fraktal secara keseluruhan. Ciri khas dari fraktal ada dua, diantaranya *self-similarity*, yang berarti memiliki kemiripan dengan tingkat perbesaran tak hingga. Ciri khusus lain dari fraktal yaitu *infinite detail* yang berarti objek fraktal yang seakan-akan tidak ada habisnya saat diperhatikan bentuk dasarnya. Ciri khas tersebut menjadikan fraktal mampu menginterpretasikan objek-objek alam bahkan objek yang memiliki bentuk geometri yang rumit sekalipun. Fraktal diklasifikasikan menjadi dua yaitu himpunan fraktal (*fractal sets*) dan fraktal alami (*natural fractal*). Gunung, garis pantai, pakis, dan pohon adalah contoh fraktal alami.

Fraktal menurut Falconer dalam buku geometri fraktal karya Widodo (2021) memiliki sifat sebagai berikut:

- a. Memiliki struktur halus (*fine structure*) bahkan terinci sampai skala tak hingga.
- b. Bentuk tidak teratur untuk disebut sebagai geometri tradisional.
- c. Memiliki bentuk yang berkesebangunan antar bagiannya (*self similarity*).
- d. Besar dimensi fraktal cenderung lebih besar dari dimensi topologinya.
- e. Fraktal didefinisikan secara sederhana dalam banyak hal, diantaranya didefinisikan secara rekursif.

Selain sifat, geometri fraktal juga memiliki dimensi. Definisi dimensi secara umum yaitu total minimum koordinat sebagai penentu jumlah titik pada suatu objek. Informasi terkait sifat-sifat geometri suatu himpunan banyak termuat pada dimensi suatu objek. Dimensi fraktal merupakan salah satu parameter dalam matematika yang juga berfungsi sebagai kunci karakteristik dari sebuah fraktal. Kompleksitas bentuk suatu pola dari objek fraktal dapat diketahui melalui dimensi fraktalnya (Barnsley dkk., 1998).

Dimensi suatu objek yang umumnya kita ketahui merupakan dimensi benda dalam ruang *Euclid*, dimana nilai bilangan 0,1,2, dan 3 menginterpretasikan jumlah dimensi dari ruang atau objek. Dimensi fraktal berbeda dengan dimensi dari geometri *Euclid* yang hanya dapat menghasilkan dimensi dengan nilai bulat karena dimensi dari fraktal dapat berupa pecahan (*fractal dimension*) (Russ, 1994). Dimensi fraktal pertama kali dikemukakan oleh Mandelbrot dan didefinisikan sebagai himpunan fraktal dengan persamaan:

$$N = \left(\frac{1}{r}\right)^D \quad (2.1)$$

dimana,

$N$  = Jumlah segmen

$r$  = Rasio untuk skala  $N$

$D$  = Dimensi fraktal

Rumus untuk menghitung dimensi fraktal yang dihasilkan dari mengambil algoritma kedua ruas pada persamaan (2.2) sebagai berikut (Mandelbrot, 1982):

$$D = \frac{\log(N)}{\log\left(\frac{1}{r}\right)} \quad (2.2)$$

Semakin tinggi nilai dari dimensi fraktal dapat diartikan bahwa proses dinamika nilai data bersifat fluktuatif daripada data yang memiliki nilai dimensi fraktal rendah. Metode yang biasa digunakan untuk menghitung dimensi fraktal, diantaranya metode eksponen Hurst dan metode *box-counting* (Edgar, 2008).

### 2.3 Eksponen Hurst

H. E. Hurst merupakan seorang ilmuwan yang pertama kali memperkenalkan metode eksponen Hurst. Metode eksponen Hurst digunakan untuk mengukur skala memori jangka panjang suatu deret waktu. Rentang dari nilai eksponen Hurst yaitu 0 dan 1. Eksponen Hurst dan dimensi fraktal saling berhubungan satu sama lain dan menginterpretasikan kekasaran dari suatu objek. Suatu data *time series* dapat diketahui pola pergerakannya dengan menggunakan metode eksponen Hurst (Koprowski, 2020).

Fluktuasi pola dari suatu data dapat diasumsikan dengan melakukan analisis dari  $R$  dan  $S$  yakni tingkat ketergantungan nilai rasio dari panjang jangkauan suatu data terhadap hasil dari perhitungan standar deviasinya. Skala dari nilai rasio tersebut meningkat berbanding lurus dengan penambahan dari nilai rentang setiap data ( $n$ ) yang digunakan pada perhitungan eksponen Hurst. Hubungan dari pernyataan tersebut dapat ditinjau dari persamaan (2.3) (Peters, 1994):

$$\left(\frac{R}{S}\right) = cn^H \quad (2.3)$$

dengan,

$R$  = Panjang jangkauan data

$S$  = Standar deviasi

$n$  = Rentang data dimana ( $n = \frac{N}{2}, \frac{N}{4}, \dots$ ) dan  $N$  adalah jumlah data setiap segmen

$c$  = Konstanta

$H$  = nilai eksponen Hurst

Estimasi nilai eksponen Hurst dapat dilakukan dengan membagi data dengan panjang ( $N$ ) menjadi beberapa segmen data dengan panjang  $n$ , dimana ( $n = N, \frac{N}{2}, \frac{N}{4}, \dots$ ) untuk proses pembagian data ditunjukkan oleh Gambar 2.2. Segmen data untuk setiap  $n$  kemudian ditentukan nilai rata-rata (*mean*). Data dengan panjang  $n$  merupakan variabel  $X_t$  dimana ( $t = 1, 2, 3, \dots, n$ ). Langkah selanjutnya untuk menghitung nilai eksponen Hurst ada lima, yaitu (Peters, 1994):

- a. Menentukan nilai rata-rata untuk setiap  $n$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_t \quad (2.4)$$

- b. Menghitung nilai deret deviasi kumulatif

$$Z_t = \sum_{i=1}^t (X_t - \mu) \quad (2.5)$$

dengan,

$Z_t$  = nilai deret deviasi kumulatif pada setiap titik waktu

$t = 1, 2, 3, \dots, n$

$\mu$  = nilai rata-rata data

- c. Menentukan *range* pada masing-masing  $n$

$$R = \text{maks}(Z_t) - \text{min}(Z_t) \quad (2.6)$$

dimana,

$\text{maks}(Z_t)$  = nilai maksimum pada  $Z_t$

$\text{min}(Z_t)$  = nilai minimum pada  $Z_t$

- d. Menghitung nilai standar deviasi ( $S$ ) untuk setiap  $n$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^t (X_t - \mu)^2} \quad (2.7)$$

- e. Menentukan jangkauan berkala  $\frac{R(n)}{S(n)}$  serta rata-rata untuk semua segmen data dengan panjang  $n$ . Nilai eksponen Hurst diperoleh dari kemiringan plot  $\log\left(\frac{R}{S}\right)$  dan  $\log(n)$  yang dinyatakan pada persamaan (2.8):

$$\log\left(\frac{R}{S}\right) = \log c + H \log n \quad (2.8)$$

dimana,

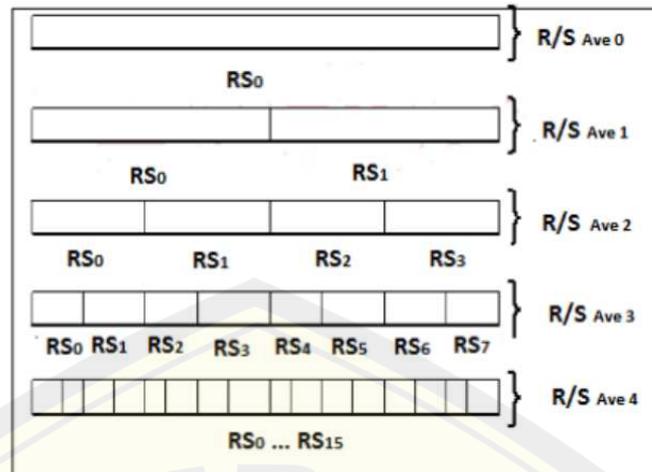
$c$  = Konstanta

$H$  = Nilai eksponen Hurst

$n$  = Rentang data

$R$  = Jangkauan

$S$  = Standar deviasi



Gambar 2.2 Proses analisis  $R/S$  untuk estimasi eksponen Hurst  
(Sumber: Zakaria, 2016)

Karakteristik data *time series* diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan nilai eksponen Hurst ( $H$ ), yaitu (Barbulescu, 2007):

- Anti-persistent*, yaitu ketika  $0 < H < 0,5$  yang artinya jika nilai data meningkat pada suatu periode maka nilai data pada periode mendatang cenderung menurun dan berlaku sebaliknya.
- Persistent*, yaitu ketika  $0,5 < H < 1$  apabila nilai data meningkat pada suatu periode maka akan diikuti oleh meningkatnya nilai suatu data di periode yang akan datang. Sedangkan, ketika nilai data pada suatu periode menurun maka akan diikuti menurunnya nilai suatu data di periode yang akan datang.
- Random*, ketika  $H = 0,5$  yang berarti data *time series* bersifat acak dan tidak memiliki korelasi terhadap waktu.

Dimensi fraktal pada data *time series* dapat ditentukan nilainya setelah nilai eksponen Hurst ( $H$ ) diketahui. Nilai eksponen Hurst berada pada rentang  $0 - 1$ . Dimensi fraktal ( $D$ ) dan nilai eksponen Hurst ( $H$ ) hubungannya dapat dinyatakan melalui persamaan (2.9) (Barnsley dkk., 1998):

$$D = 2 - H \quad (2.9)$$

Klasifikasi data *time series* berdasarkan nilai dimensi fraktal ( $D$ ) dibedakan menjadi tiga, yaitu:

- Data bersifat *anti-persistent* ketika  $1,5 < D < 2$

- b) Data bersifat *persistent* ketika dimensi fraktal dari data *time series* berada pada  $1 < D < 1,5$ .
- c) Data bersifat *random* saat nilai dari dimensi fraktal dari data *time series* 1,5

## 2.4 Modifikasi Metode Eksponen Hurst

Modifikasi metode eksponen Hurst merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Rohmatin (2019) yang diterapkan pada kasus data curah hujan. Letak modifikasi dari metode eksponen Hurst terletak pada pembagi segmen data dimana pembagi merupakan faktor prima terkecil ( $p$ ) yang mungkin membagi data. Modifikasi metode dilakukan karena menurut Rohmatin pembagi segmen dari data sebagaimana persamaan (2.3) nilai dari  $n = \frac{N}{2^n}$  dianggap kurang efektif dalam menentukan nilai eksponen Hurst karena hanya dapat diterapkan pada data yang hanya bisa dibagi dengan  $2^n$ . Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Rohmatin yaitu modifikasi metode eksponen Hurst efektif untuk digunakan dalam menentukan nilai dimensi fraktal sehingga sifat dan pola dari data *time series* baik untuk jumlah data genap, ganjil, maupun prima dapat ditentukan sebagaimana tampilan Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Perbandingan dari penentuan dimensi fraktal pada jumlah data genap (Sumber: Rohmatin (2019))

No	Data	Dimensi Fraktal		
		Modifikasi Eksponen Hurst	Eksponen Hurst ( $2^n$ )	Box Counting
1.	128A	1,6832	1,6832	1,5956
2.	128B	1,7004	1,7004	1,5939
3.	64A	1,617	1,617	1,5022
4.	64B	1,6207	1,6207	1,5102
5.	32A	1,5908	1,5908	1,4131
6.	32B	1,6435	1,6435	1,4202

Tabel 2.2 Perbandingan dari penentuan dimensi fraktal pada jumlah data ganjil (Sumber: Rohmatin (2019))

No	Data	Dimensi Fraktal		
		Modifikasi Eksponen Hurst	Eksponen Hurst ( $2^n$ )	Box Counting
1.	93	1,7819	Tidak dapat ditentukan	1,5450
2.	81	1,7343	Tidak dapat ditentukan	1,5362
3.	27	1,6444	Tidak dapat ditentukan	1,4120

Pada Tabel 2.1 maksud dari data 128A yaitu total data curah hujan dari Januari 2005 sampai Agustus 2015 sedangkan untuk data 128B merupakan data curah hujan dari Mei 2007 sampai Desember 2017. Data 64A yang berarti data curah hujan dari Januari 2005 sampai April 2010 sedangkan 64B yaitu data curah hujan dari September 2012 sampai Desember 2017. Kemudian data 32A adalah data curah hujan dari Januari 2005 sampai Agustus 2007 dan data 32B yaitu data curah hujan dari Mei 2015 sampai Desember 2017.

### 2.5 Box Counting

Menurut Falconer (2003) *Box counting* adalah salah satu metode penentuan dimensi fraktal yang banyak digunakan karena metode ini mudah diaplikasikan bahkan untuk menghitung dimensi pada objek fraktal yang kompleks. Metode *box counting* disebut juga sebagai metode perhitungan kotak karena objek yang akan diukur dimensinya dibagi kedalam kotak-kotak dengan variasi ukuran yang berbeda. Dimensi fraktal dapat ditentukan melalui persamaan (2.10):

$$D = \frac{\log N(s)}{\log \left(\frac{1}{s}\right)} \quad (2.10)$$

dimana,

$D$  = Dimensi fraktal

$N$  = Jumlah kotak yang terisi objek

$1/s$  = Ukuran kotak

Langkah-langkah menghitung dimensi fraktal dengan metode *box counting* menurut Putra (2010) yaitu:

1. Objek yang akan diukur dibagi ke dalam kotak dengan ukuran  $r$  dimana ketentuan ukuran dari kotak yaitu  $s = 2^k$ , dengan  $k = 0, 1, 2, \dots, n$  serta tidak boleh lebih besar dari ukuran objek. Ukuran  $m$  merupakan nilai maksimal dari  $k$  pada objek yang berukuran  $2^m \times 2^m$ .
2. Menghitung banyaknya kotak  $N(s)$  yang terisi oleh objek pada variasi  $s$  yang digunakan.
3. Menentukan nilai  $\log \left(\frac{1}{s}\right)$  dan  $\log N(s)$ .
4. Menentukan nilai dimensi fraktal dengan persamaan (2.10).

Nilai dimensi fraktal akan senantiasa berubah pada setiap variasi kotak yang diberlakukan. Semakin besar ukuran pembagi kotak, nilai dimensi fraktal akan menunjukkan konsistensinya walaupun nilainya tidak sama persis (Zeng, dkk. 1999).



Gambar 2.3 Implementasi dari metode *box counting*  
(Sumber: Zeng, dkk. 1999)

Gambar 2.3 adalah contoh implementasi dari pengisian kotak oleh suatu citra pada metode *box counting*. Besar  $r$  yang digunakan ialah  $\frac{1}{32}$  dan jumlah kotak yang terisi sebanyak 92 kotak. Berdasarkan persamaan (2.10), maka nilai dimensi fraktal  $D = \frac{\log 92}{\log (\frac{1}{1/32})} = 1,30471250$ .

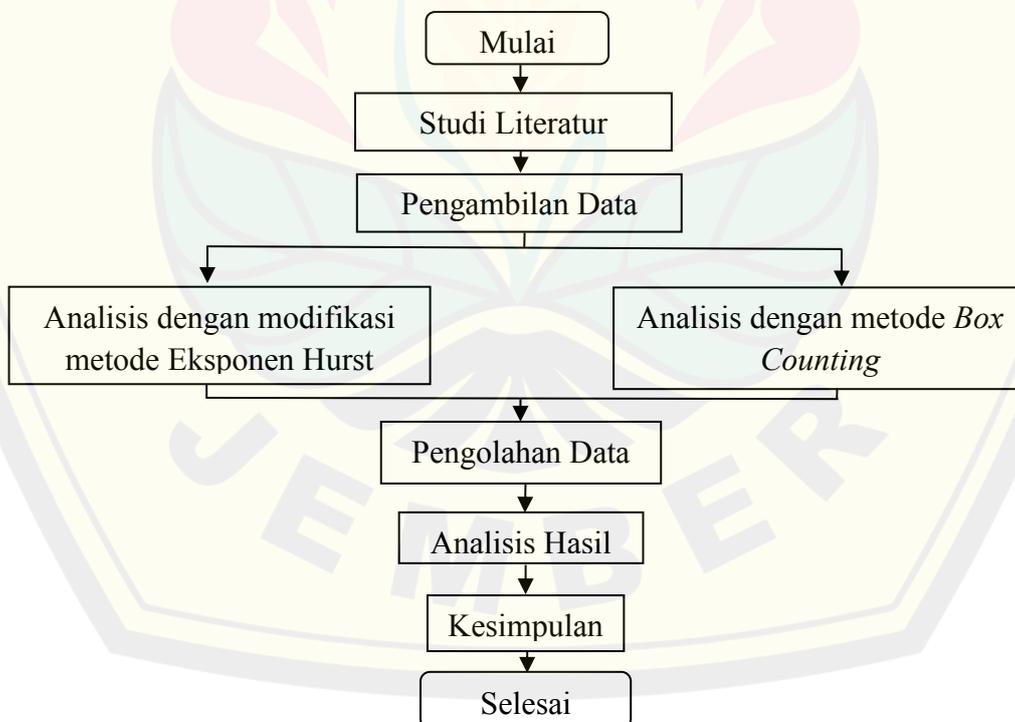
## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan merupakan data sekunder dari harga saham Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. mulai Januari 2018 sampai Juni 2022 yang diambil dari situs [www.investing.com/equities/bank-rakyat-in-historical-data](http://www.investing.com/equities/bank-rakyat-in-historical-data). Investing.com merupakan salah satu *platform* global terkait pasar keuangan yang menyediakan data *real time* saham dan berbagai hal terkait pasar modal secara gratis dan bebas akses. Data harga saham di Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. ditunjukkan pada Tabel 4.1.

### 3.2 Langkah-langkah Penelitian

Metode yang digunakan untuk mengetahui sifat dan pola harga saham Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. ialah modifikasi eksponen Hurst dan *box counting*, dan langkah penelitian yang dilakukan digambarkan pada skema penelitian yakni Gambar 3.1



Gambar 3.1 Skema penelitian

Penjelasan dari langkah penelitian pada Gambar 3.1 ialah sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan untuk penelitian ini adalah dengan mempelajari berbagai materi terkait fraktal, khususnya penerapan modifikasi metode eksponen Hurst dan *box counting*. Literatur diperoleh dari berbagai sumber baik dari artikel, jurnal, buku, maupun bahan-bahan lain yang diperoleh melalui internet. Hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Zakaria (2016)	Penerapan Metode Eksponen Hurst Dan <i>Box Counting</i> Pada Kasus Curah Hujan	Hasil dari penelitian yaitu data curah hujan dengan penerapan metode eksponen Hurst bersifat <i>anti-persistent</i> sedangkan data curah hujan dengan penerapan metode <i>box counting</i> bersifat <i>persistent</i>
2.	Andriyani dkk. (2018)	Karakterisasi Iklim Kalimantan Barat Menggunakan Metode Eksponen Hurst Dan Indeks Prediktabilitas Iklim	Nilai eksponen Hurst dari unsur utama iklim pada lima kabupaten di Kalimantan Barat ialah $0,590 \leq H \leq 0,884$ yang menunjukkan bahwa unsur iklim bersifat <i>persistent</i>
3.	Iman dkk. (2018)	Analisis Fraktal Untuk Identifikasi Kadar Gula Rambut dengan Metode <i>Box Counting</i>	Hasil perhitungan dimensi fraktal menunjukkan adanya hubungan antara kompleksitas bentuk citra buah rambutan terhadap kadar gula yang terkandung dalam buah rambutan
4.	Rohmatin (2019)	Modifikasi Eksponen Hurst Pada Kasus Data Curah Hujan	Hasil perhitungan nilai eksponen Hurst menunjukkan bahwa data curah hujan di Kabupaten Jember memiliki karakteristik <i>anti-persistent</i>
5.	Arvita dan Muniarty (2020)	Analisis Harga Saham Pada PT. Garuda	Berdasarkan penerapan analisis dengan statistik uji <i>t-test one</i> sampel diperoleh bahwa nilai $t_{hitung}$ lebih kecil dari $t_{tabel}$ ( $0,3656 < 2,132$ ) sehingga $H_0$ diterima yang artinya harga saham PT Garuda Indonesia Tbk dikatakan murah selama 2014 sampai 2018

6.	Cahyani dan Mahyuni (2020)	Akurasi <i>Moving Average</i> dalam Prediksi Saham LQ45 di Bursa Efek Indonesia	Hasil penerapan metode <i>moving average</i> pada 37 saham perusahaan yang dikumpulkan dengan teknik <i>purposive sampling</i> dalam memprediksi arah pergerakan harga saham LQ45 di Bursa Efek Indonesia (BEI) terbukti akurat
7.	Juwitarty dkk. (2020)	Pendeteksian Daun Menggunakan Metode <i>Box Counting</i>	Hasil perhitungan nilai dimensi fraktal pada pendeteksian daun uji terhadap daun acuan memiliki rata-rata akurasi sebesar 99,9% sedangkan rata-rata persentase kecocokan dari pendeteksian 10 jenis daun terhadap setiap jenis daun yang terdiri atas 10 sampel sebesar 44%
8.	'Aini dan Juniati (2021)	Analisis Data Harian Penambahan Kasus Baru Covid-19 dengan Metode Dimensi Fraktal Eksponen Hurst	Penerapan metode eksponen Hurst dinilai sangat sesuai dalam menentukan dimensi fraktal dari suatu data runtun waktu karena karakteristik data dapat dengan mudah diketahui melalui nilai eksponennya
9.	Siska dkk. (2021)	Satu Tahun Analisis Pergerakan Harga Saham Bank Syariah di Lantai Bursa	Berdasarkan hasil uji statistik deskriptif data harga saham Bank Syariah cenderung stabil dan tumbuh positif setelah masuknya Virus Corona
10.	Hidayatillah dan Jakfar (2022)	Klasifikasi Batik di Jawa Timur Berdasarkan Analisis Dimensi Fraktal dengan Menggunakan Metode <i>Box counting</i>	Hasil dari penelitian yaitu batik dapat diklasifikasikan dari analisis nilai dimensi fraktal yang membuktikan bahwa metode <i>box counting</i> dapat digunakan pada geometri yang rumit sekalipun

## 2. Pengambilan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang di telah di terbitkan oleh investing.com yang berupa harga saham tiap bulan Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. Januari 2018 sampai Juni 2022 dengan jumlah keseluruhan 54 bulan data harga saham.

### 3. Analisis dengan modifikasi metode eksponen Hurst

Berikut tahapan analisis data dengan modifikasi metode eksponen Hurst:

- a. Menghitung nilai rata-rata ( $\mu$ ) untuk setiap  $n$  dengan menggunakan persamaan (2.4), dimana  $(n = \frac{N_i}{p_i})$  dengan  $N_i$  adalah banyaknya data pada pembagian bilangan prima  $p_i$ . Dalam hal ini  $p_i$  merupakan faktor prima terkecil yang mungkin membagi data harga saham ( $X_i$ ) mulai Januari 2018 sampai Desember 2021 (48 bulan) yaitu 2,2,2,2 dengan  $n = 48, \frac{48}{2}, \frac{24}{2}, \frac{12}{2}, \frac{6}{2}$ . Kemudian  $p_i$  untuk data harga saham mulai Januari 2018 sampai Juni 2022 (54 bulan) yaitu 2, 3, 3 sehingga  $n = 54, \frac{54}{2}, \frac{27}{3}, \frac{9}{3}$ . Dua periode yang digunakan ini bertujuan untuk menentukan nilai dimensi fraktal melalui titik-titik regresi dimana semakin banyak titik regresi akan semakin baik hasilnya.
- b. Menentukan total nilai deret deviasi kumulatif pada setiap titik waktu dengan persamaan (2.5), dengan  $t = 1,2,3, \dots, 48$  untuk 48 bulan data harga saham yang diamati dan  $t = 1,2,3, \dots, 54$  untuk 54 bulan data harga saham yang diamati.
- c. Menghitung selisih dari nilai total kumulatif terbesar dan terkecil untuk mendapatkan *range* ( $R$ ) pada setiap  $n$  dengan persamaan (2.6)
- d. Menentukan standar deviasi ( $S$ ) untuk masing-masing  $n$  dengan persamaan (2.7).
- e. Menganalisis rasio panjang jangkauan data ( $R$ ) terhadap standar deviasinya ( $S$ ) untuk setiap nilai rentang data ( $n$ ).
- f. Membangun garis regresi dari nilai  $\log(\frac{R}{S})$  dengan  $\log(n)$ .
- g. Menentukan persamaan regresi linier dengan persamaan (2.8)
- h. Menentukan nilai eksponen Hurst ( $H$ ) dengan melihat kemiringan garis regresi.
- i. Diperoleh nilai dimensi fraktal melalui metode ini dengan persamaan (2.9).

#### 4. Analisis dengan metode *box counting*

Berikut tahapan analisis data dengan metode *box counting*:

- a. Membuat grafik dari data harga saham Bank Rakyat Indonesia yang terdiri dari sumbu- $x$  adalah waktu dan sumbu- $y$  adalah harga saham per lembar.
- b. Membagi grafik yang telah terbentuk kedalam kotak dengan ukuran  $1/s = 2^9$ .
- c. Menghitung jumlah kotak yang berisi bagian objek pada citra.
- d. Menentukan nilai  $\log\left(\frac{1}{s}\right)$  dan  $\log N(s)$ .
- e. Menghitung nilai dimensi fraktal ( $D$ ) melalui persamaan (2.10).

#### 5. Pengolahan Data

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membantu proses pengolahan data yaitu python. Perintah awal yang dijalankan yaitu *import* data harga saham BRI mulai Januari 2018 sampai Juni 2022. Metode yang digunakan pada proses pengolahan data ada dua yaitu modifikasi metode eksponen Hurst dan *box counting*. Output dari pengolahan data yang dilakukan yaitu berupa hasil perhitungan nilai eksponen Hurst ( $H$ ) dan dimensi fraktal ( $D$ ) serta grafik  $\log\left(\frac{R}{s}\right)$  terhadap  $\log(n)$  dari penerapan metode eksponen Hurst.

#### 6. Analisis Hasil

Analisis hasil bertujuan untuk mengetahui sifat dan pola dinamika harga saham yang telah diolah berdasarkan *output* program dari nilai eksponen Hurst ( $H$ ) dan nilai dimensi fraktal ( $D$ ).

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian diperoleh dari proses pengambilan data hingga analisis data. Pada proses analisis data terdapat langkah penyelesaian yang dikerjakan secara manual serta proses pembangunan grafik dari persamaan regresi untuk memperoleh nilai eksponen Hurst dan dimensi fraktal dilakukan dengan bantuan bahasa pemrograman python.

#### 4.1.1 Penentuan nilai eksponen Hurst dengan modifikasi metode eksponen Hurst

Modifikasi metode eksponen Hurst merupakan metode perhitungan data *time series* yang mana nilai eksponen Hurstnya berada pada rentang 0 dan 1. Berikut data yang akan dianalisis ditunjukkan oleh Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Harga Saham Per Bulan Bank Rakyat Indonesia

Bulan	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Januari</b>	Rp 3.610	Rp 3.756	Rp 4.351	Rp 4.078	Rp 4.070
<b>Februari</b>	Rp 3.688	Rp 3.756	Rp 4.088	Rp 4.595	Rp 4.550
<b>Maret</b>	Rp 3.512	Rp 4.020	Rp 2.946	Rp 4.293	Rp 4.660
<b>April</b>	Rp 3.141	Rp 4.263	Rp 2.663	Rp 3.951	Rp 4.870
<b>Mei</b>	Rp 3.005	Rp 4.000	Rp 2.878	Rp 4.156	Rp 4.630
<b>Juni</b>	Rp 2.771	Rp 4.254	Rp 2.956	Rp 3.844	Rp 4.150
<b>Juli</b>	Rp 2.995	Rp 4.371	Rp 3.083	Rp 3.620	
<b>Agustus</b>	Rp 3.102	Rp 4.166	Rp 3.424	Rp 3.834	
<b>September</b>	Rp 3.073	Rp 4.020	Rp 2.966	Rp 3.850	
<b>Oktober</b>	Rp 3.073	Rp 4.107	Rp 3.278	Rp 4.250	
<b>November</b>	Rp 3.532	Rp 3.990	Rp 3.990	Rp 4.090	
<b>Desember</b>	Rp 3.571	Rp 4.293	Rp 4.068	Rp 4.110	

Tabel 4.1 merupakan data harga saham yang diamati yang dinotasikan dengan  $X_i$ , dimana  $i$  merupakan urutan bulan terkecil dari baris tahun terlampau yaitu Januari 2018. Selanjutnya langkah pertama untuk menghitung nilai eksponen Hurst dengan modifikasi metode eksponen Hurst yaitu menentukan nilai rata-rata ( $\mu$ ) untuk setiap  $n$  dengan persamaan (2.4). Periode pertama yang akan ditentukan nilai eksponen Hurtnya yaitu 48 bulan, berikut langkah perhitungannya:

1. Menghitung rata-rata untuk  $n = 48$ ,

$$\mu_{48} = \frac{1}{48} \sum_{i=1}^{48} X_i = \frac{177.431}{48} = 3.696,479$$

2. Menentukan total nilai deret deviasi kumulatif pada setiap titik waktu ( $Z_t$ ) yang prosesnya ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Total nilai deret deviasi kumulatif (1)

$Z_t$	Perhitungan deviasi kumulatif	$(Z_t)^2$
$Z_1$	$3.610 - 3.696,479 = (-86,479)$	7.478,617
$Z_2$	$(-86,479) + 3.688 - 3.696,479 = (-94,958)$	9.017,022
$Z_3$	$(-94,958) + 3.512 - 3.696,479 = (-279,437)$	78.085,037
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$Z_{47}$	$(-807,042) + 4.090 - 3.696,479 = (-413,521)$	170.999,617
$Z_{48}$	$(-413,521) + 4.110 - 3.696,479 = 0$	0

3. Menentukan nilai *range* ( $R$ ) dengan menghitung selisih dari nilai total kumulatif terbesar dan total kumulatif terkecil melalui persamaan (2.6). Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 4.2 diketahui  $\max(Z_{48}) = 399,542$  dan  $\min(Z_{48}) = (-5.284,75)$  sehingga nilai  $R = 5.684,292$ .
4. Menghitung standar deviasi ( $S$ ) untuk  $n = 48$  melalui persamaan (2.7) dengan mengkuadratkan hasil perhitungan dari total nilai deret deviasi kumulatif sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.2, sehingga diperoleh nilai standar deviasi ( $S$ ) = 3.073,122 dengan nilai  $\frac{R}{S} = \frac{5.684,292}{3.073,122} = 1,850$ .

Kemudian menentukan nilai  $\frac{R}{S}$  untuk  $n = \frac{48}{2}$  dimana akan ada dua sub periode yang masing-masing akan dihitung nilai  $\frac{R}{S}$  dengan langkah sama.

1. Menentukan rata-rata dengan langkah sebagai berikut:

$$\mu_{24,1} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} X_i = \frac{88.069}{24} = 3.669,542$$

2. Menentukan total nilai deret deviasi kumulatif pada setiap titik waktu ( $Z_t$ ) sebagaimana ditunjukkan Tabel 4.3

Tabel 4.3 Total nilai deret deviasi kumulatif (2)

$Z_t$	Perhitungan	$(Z_t)^2$
$Z_1$	$3.610 - 3.669,542 = (-59,542)$	3.545,250
$Z_2$	$(-59,542) + 3.688 - 3.669,542 = (-41,084)$	1.687,895
$Z_3$	$(-41,084) + 3.512 - 3.669,542 = (-198,626)$	39.452,288
.	.	.
.	.	.
$Z_{23}$	$(-943,916) + 3.990 - 3.669,542 = (-623,458)$	388.699,878
$Z_{24}$	$(-623,458) + 4.293 - 3.669,542 = 0$	0

3. Menentukan nilai *range* ( $R$ ) dengan menghitung selisih dari nilai total kumulatif terbesar dan total kumulatif terkecil sebagaimana persamaan (2.6). Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 4.3 diketahui  $\max(Z_{24}) = 0$  dan  $\min(Z_{24}) = (-4.961,5)$  sehingga nilai  $R = 4.961,5$ .

4. Menghitung standar deviasi ( $S$ ) untuk  $n = 24$  dengan persamaan (2.7) dengan mengkuadratkan hasil perhitungan dari total nilai deret deviasi kumulatif pada Tabel 4.3. Maka, nilai standar deviasi ( $S$ ) = 3.095,194 sehingga diperoleh nilai  $\frac{R}{S} = \frac{4.961,5}{3.095,194} = 1,603$ .

5. Kembali menentukan nilai  $\frac{R}{S}$  pada  $n = 24$  untuk sub periode kedua dengan menghitung rata-ratanya terlebih dahulu,

$$\mu_{24,2} = \frac{1}{24} \sum_{i=25}^{48} X_i = \frac{89.362}{24} = 3.723,417$$

6. Menentukan total nilai deret deviasi kumulatif pada setiap titik waktu ( $Z_t$ ) yang ditunjukkan Tabel 4.4

Tabel 4.4 Total nilai deret deviasi kumulatif (3)

$Z_t$	Perhitungan	$(Z_t)^2$
$Z_1$	$4.351 - 3.723,417 = 627,583$	393.860,422
$Z_2$	$627,583 + 4.088 - 3.723,417 = 992,166$	984.393,372
$Z_3$	$992,166 + 2.946 - 3.723,417 = 214,749$	46.117,133
.	.	.
.	.	.
$Z_{23}$	$(-753,166) + 4.090 - 3.723,417$ $= (-386,583)$	149.446,416
$Z_{24}$	$(-386,583) + 4.110 - 3.723,417 = 0$	0

7. Menentukan nilai *range* ( $R$ ) dengan menghitung selisih dari nilai total kumulatif terbesar dan total kumulatif terkecil sebagaimana persamaan (2.6). Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 4.4 diketahui  $\max(Z_{24}) = 992,167$  dan  $\min(Z_{24}) = (-4.601,167)$  sehingga nilai  $R = 5.593,334$ .
8. Menghitung standar deviasi ( $S$ ) melalui persamaan (2.7) dengan mengkuadratkan hasil perhitungan dari total nilai deret deviasi kumulatif sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.4. Maka, diperoleh nilai standar deviasi ( $S$ ) = 2.465,321 sehingga diperoleh nilai  $\frac{R}{S} = \frac{5.593,334}{2.465,321} = 2,269$ .

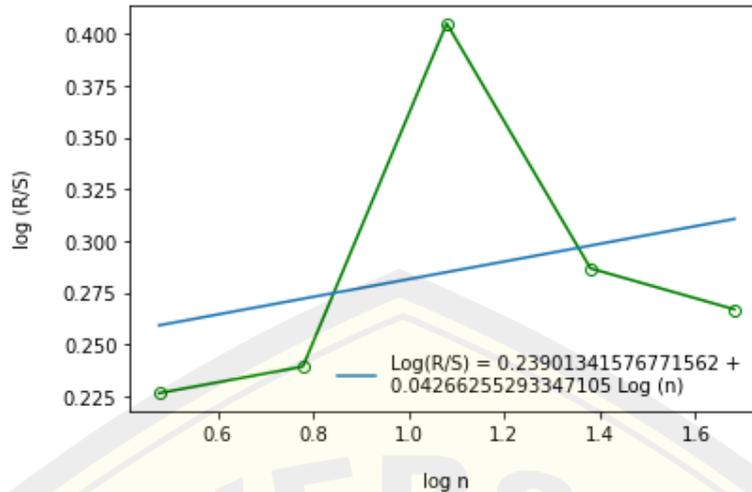
Nilai  $\frac{R}{S}$  untuk  $n = 12,6$ , dan 3 dapat ditentukan dengan melakukan langkah yang sama seperti menentukan nilai  $\frac{R}{S}$  pada  $n = 48$  maupun 24 dimana hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran A poin 1. Urutan hasil perhitungan dengan  $n = 48$  berada di kolom paling kiri dari setiap judul kolom dimana maksud dari indeks segmen yaitu untuk urutan data yang memiliki angka indeks segmen yang sama maka data akan dihitung sekali proses dalam waktu yang bersamaan.

Tabel 4.5 berikut menyajikan ringkasan dari uraian perhitungan nilai eksponen Hurst. Pada rentang 48 bulan data yang diamati terdapat lima  $n$  yaitu 48, 24, 12, 6, dan 3. Nilai ( $R/S$ ) ditentukan pada setiap sub  $n$ , contoh pada  $n = 24$  terdapat dua hasil dalam kolom ( $R/S$ ) Tabel 4.5 karena pada rentang 48 bulan data harga saham yang diamati dengan faktor pembagi terkecil 2 maka akan ada 24 data dari masing-masing  $n$ . Begitupun untuk  $n = 12,6$ , dan 3 memiliki nilai  $\frac{R}{S}$  secara berturut-turut yaitu 4,8,16 yang kemudian diambil rata-ratanya sebagaimana hasil yang disajikan pada Tabel 4.5. Setelah diketahui nilai ( $R/S$ ), maka dapat ditentukan  $\log(R/S)$ . Namun untuk  $n$  yang memiliki lebih dari satu nilai ( $R/S$ ) perlu untuk menentukan rata-rata dari nilai ( $R/S$ ). Selanjutnya dari hasil perhitungan  $\log n$  dan  $\log(R/S)$  dibangun garis regresi sebagaimana Gambar 4.1 dimana  $\log n$  sebagai sumbu- $x$  dan  $\log(R/S)$  sebagai sumbu- $y$ .

Tabel 4.5 Ringkasan perhitungan dari 48 bulan harga saham

$n$	$\log n$	$R/S$		$\log(R/S)$	$H$
		$R/S$ tiap $n$	Rata-rata ( $R/S$ )		
48	1,681	1,850	1,850	0,267	
24	1,380	1,603	1,936	0,287	
		2,269			
		2,882			
12	1,079	1,742	2,542	0,405	
		3,187			
		2,359			
		1,488			
6	0,778	1,621	1,736	0,239	
		1,501			
		2,513			
		1,654			
		1,637			
		1,862			
		1,609			
		1,727			
3	0,477	1,328	1,685	0,227	0,043
		1,674			
		1,510			
		1,549			
		2,446			
		1,291			
		1,715			
		1,449			
		1,399			
		2,243			
1,500					
1,924					
2,081					
1,515					
1,608					

Gambar 4.1 merupakan tampilan grafik dengan dua warna garis yaitu hijau dan biru dimana garis berwarna hijau merupakan garis yang terbentuk dari nilai  $\log \frac{R}{S}$  serta  $\log n$  dan garis warna biru merupakan kemiringan garis regresi. Persamaan regresi yang diperoleh yaitu  $\log \left( \frac{R}{S} \right) = 0,239 + 0,043 \log n$ . Nilai eksponen Hurst ( $H$ ) dapat diketahui dari persamaan regresi yang diperoleh yaitu  $H = 0,043$ .



Gambar 4.1 Garis regresi dari 48 bulan data harga saham

Berikutnya kembali menentukan nilai  $\frac{R}{S}$  pada setiap  $n$  untuk 54 bulan data harga saham yang diamati dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai rata-rata untuk  $n = 54$ ,

$$\mu_{54} = \frac{1}{54} \sum_{i=1}^{54} X_i = \frac{204.361}{54} = 3.784,463$$

2. Menentukan total nilai deret deviasi kumulatif pada setiap titik waktu ( $Z_t$ ) dengan persamaan (2.5) yang prosesnya ditunjukkan pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Total nilai deret deviasi kumulatif (1)

$Z_t$	Perhitungan	$(Z_t)^2$
$Z_1$	$3.610 - 3.784,463 = (-174,463)$	30.437,338
$Z_2$	$(-174,463) + 3.688 - 3.784,463 = (-270,926)$	73.400,897
$Z_3$	$(-270,926) + 3.512 - 3.784,463 = (-543,389)$	295.271,605
...	...	...
$Z_{53}$	$(-1.211,074) + 4.630 - 3.784,463 = (-365,537)$	133.617,298
$Z_{54}$	$(-365,537) + 4.150 - 3.784,463 = 0$	0

3. Menentukan nilai *range* ( $R$ ) dengan menghitung selisih dari nilai total kumulatif terbesar dan nilai total kumulatif terkecil sebagaimana persamaan (2.6). Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 4.6 diketahui  $\max(Z_{54}) = 0$  dan  $\min(Z_{54}) = (-7.969,741)$  sehingga nilai  $R = 7.969,741$ .

4. Menghitung nilai standar deviasi ( $S$ ) untuk  $n = 54$  melalui persamaan (2.7) dengan mengkuadratkan hasil perhitungan dari total nilai deret deviasi kumulatif sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.6. Sehingga diperoleh nilai standar deviasi yaitu ( $S$ ) = 4.858,904 dan nilai  $\frac{R}{S} = \frac{7.969,741}{4.858,904} = 1,640$ .

Nilai  $\frac{R}{S}$  untuk  $n = \frac{54}{2}$  selanjutnya akan ditentukan dengan langkah yang sama, yaitu:

1. Menentukan rata-rata ( $\mu$ ) dari setiap sub periode dimana akan ada dua kali proses penentuan nilai  $\frac{R}{S}$  karena ada dua interval segmen berbeda. Berikut proses penentuan nilai  $\frac{R}{S}$  untuk sub periode kesatu:

$$\mu_{27,1} = \frac{1}{27} \sum_{i=1}^{27} X_i = \frac{99.454}{27} = 3.683,481$$

2. Menentukan total nilai deret deviasi kumulatif pada setiap titik waktu ( $Z_t$ ) melalui persamaan (2.5) yang prosesnya ditunjukkan pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Total nilai deret deviasi kumulatif (2)

$Z_t$	Perhitungan	$(Z_t)^2$
$Z_1$	$3.610 - 3.683,481 = (-73,481)$	5.399,457
$Z_2$	$(-73,481) + 3.688 - 3.683,481 = (-68,962)$	4.755,757
$Z_3$	$(-68,962) + 3.512 - 3.683,481 = (-240,443)$	57.812,836
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$Z_{26}$	$332,962 + 4.088 - 3.683,481 = 737,481$	543.878,225
$Z_{27}$	$737,481 + 2.946 - 3.683,481 = 0$	0

3. Menentukan nilai *range* ( $R$ ) dengan menghitung selisih dari nilai total kumulatif terbesar dan nilai total kumulatif terkecil sebagaimana persamaan (2.6). Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 4.7 diketahui  $\max(Z_{27}) = 737,481$  dan  $\min(Z_{27}) = (-5.128,778)$  sehingga diperoleh nilai *range* ( $R$ ) = 5.866,259.
4. Menentukan standar deviasi ( $S$ ) melalui persamaan (2.7) dengan langkah awal mengkuadratkan hasil perhitungan dari total nilai deret deviasi kumulatif

sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.7. Sehingga diperoleh nilai standar deviasi ( $S$ ) = 3.063,274 dan diperoleh nilai  $\frac{R}{S} = \frac{5.866,259}{3.063,274} = 1,915$ .

5. Kembali menentukan nilai  $\frac{R}{S}$  untuk  $n = \frac{54}{2}$  pada sub periode kedua dengan menentukan rata-rata sebagaimana berikut:

$$\mu_{27,2} = \frac{1}{27} \sum_{i=28}^{54} X_i = \frac{104.907}{27} = 3.885,444$$

6. Menentukan total nilai deret deviasi kumulatif pada setiap titik waktu ( $Z_t$ ) dengan persamaan (2.5) yang prosesnya dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Total nilai deret deviasi kumulatif (3)

$Z_t$	Perhitungan	$(Z_t)^2$
$Z_1$	$2.663 - 3.885,444 = (-1.222,444)$	1.494.369,333
$Z_2$	$(-1.222,444) + 2.878 - 3.885,444 = (-2.229,888)$	4.972.400,493
$Z_3$	$(-2.229,888) + 2.956 - 3.885,444 = (-3.159,332)$	9.981.378,686
⋮	⋮	⋮
$Z_{26}$	$(-1.009,112) + 4.630 - 3.885,444 = (-264,556)$	69.989,877
$Z_{27}$	$(-264,556) + 4.150 - 3.885,444 = 0$	0

7. Menghitung nilai *range* ( $R$ ) dari selisih total kumulatif terbesar dan nilai total kumulatif terkecil sebagaimana persamaan (2.6). Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 4.8 diketahui  $\max(Z_{27}) = 0$  dan  $\min(Z_{27}) = (-5.950,111)$  sehingga diperoleh nilai *range* ( $R$ ) = 5.950,111.

8. Menghitung standar deviasi ( $S$ ) untuk  $n = \frac{54}{2}$  pada sub periode kedua melalui persamaan (2.7) dengan langkah awal mengkuadratkan hasil perhitungan dari total nilai deret deviasi kumulatif sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4.8. Nilai standar deviasi yang diperoleh yaitu ( $S$ ) = 3.992,888 dengan nilai

$$\frac{R}{S} = \frac{5.950,111}{3.992,888} = 1,490.$$

Nilai  $\frac{R}{S}$  untuk  $n = 54, \frac{54}{2}, \frac{27}{3}, \frac{9}{3}$  dapat ditentukan dengan mencari nilai  $\frac{R}{S}$  pada setiap  $n$  dengan langkah awal menghitung nilai rata-rata ( $\mu$ ) kemudian menentukan *range* ( $R$ ). Terakhir menentukan standar deviasi ( $S$ ) sehingga diperoleh nilai  $\frac{R}{S}$  sebagaimana hasil perhitungan di Lampiran A poin 2. Urutan hasil

perhitungan dengan  $n = 54$  berada di kolom paling kiri dari setiap judul kolom dimana kolom perhitungan ditandai dengan indeks segmen 0. Maksud dari indeks segmen yaitu untuk urutan data yang memiliki angka indeks segmen yang sama maka data akan dihitung sekali proses dalam waktu yang bersamaan.

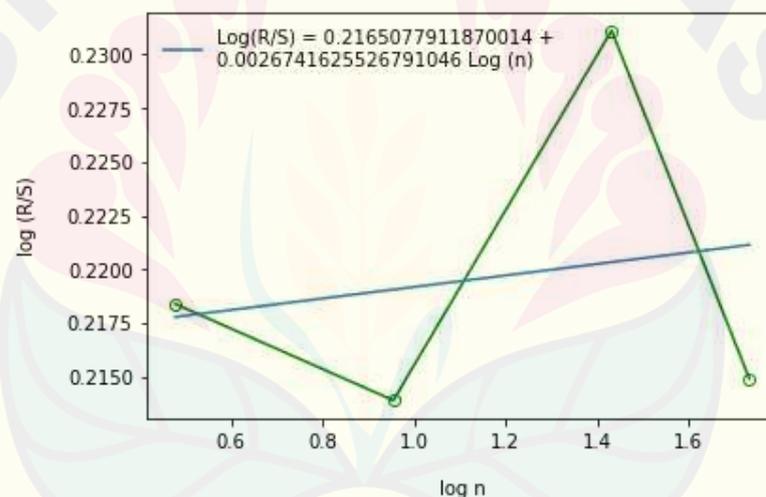
Tabel 4.9 berikut menyajikan ringkasan dari uraian perhitungan nilai eksponen Hurst. Pada rentang 54 bulan data yang diamati terdapat empat  $n$  yaitu 54, 27, 9 dan 3. Nilai  $(R/S)$  ditentukan pada setiap sub  $n$ , contoh pada  $n = 27$  terdapat dua hasil dalam kolom  $(R/S)$  Tabel 4.9 karena pada rentang 54 bulan data harga saham yang diamati dengan faktor pembagi terkecil 2 maka akan ada 27 data dari masing-masing  $n$ . Begitupun untuk  $n = 27, 9$ , dan 3 memiliki nilai  $\frac{R}{S}$  secara berturut-turut yaitu 2,6,18 yang kemudian diambil rata-ratanya sebagaimana hasil yang disajikan pada Tabel 4.9. Setelah diketahui nilai  $(R/S)$ , maka dapat ditentukan  $\log(R/S)$ . Namun untuk  $n$  yang memiliki lebih dari satu nilai  $(R/S)$  perlu untuk menentukan rata-rata dari nilai  $(R/S)$ . Selanjutnya dari hasil perhitungan  $\log n$  dan  $\log(R/S)$  dibangun garis regresi sebagaimana Gambar 4.2 dimana  $\log n$  sebagai sumbu- $x$  dan  $\log(R/S)$  sebagai sumbu- $y$ .

Tabel 4.9 Ringkasan perhitungan dari 54 bulan data

$n$	$\log n$	$R/S$		$\log(R/S)$	$H$
		$R/S$ tiap $n$	Rata-rata $(R/S)$		
54	1,732	1,640	1,640	0,215	
27	1,431	1,915	1703	0,231	
		1,490			
9	0,954	1,639	1,636	0,214	
		1,381			
		1,677			
		1,350			
		1,520			
		1,727			
		1,328			
3	0,477	1,674	1,653	0,218	0,003
		1,510			
		1,549			
		2,446			
		1,291			
		1,715			
		1,449			
1,399					
2,243					
1,500					

$n$	$\log n$	$R/S$		$\log(R/S)$	$H$
		$R/S$ tiap $n$	Rata-rata ( $R/S$ )		
		1,924			
		2,081			
		1,515			
		1,608			
		1,449			
		1,353			

Gambar 4.2 merupakan tampilan grafik dengan dua warna garis yaitu hijau dan biru dimana garis berwarna hijau merupakan garis yang terbentuk dari nilai  $\log \frac{R}{S}$  serta  $\log n$  dan garis warna biru merupakan kemiringan garis regresi. Persamaan regresi yang diperoleh yaitu  $\log \left( \frac{R}{S} \right) = 0,217 - 0,0027 \log n$ . Nilai eksponen Hurst ( $H$ ) dapat diketahui dari persamaan regresi yang diperoleh yaitu  $H = 0,003$ .



Gambar 4.2 Garis regresi dari 54 bulan data harga saham

#### 4.1.2 Penentuan nilai dimensi fraktal dengan metode *Box counting*

Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 merupakan grafik dari harga saham selama 48 bulan dan 54 bulan yang nantinya akan dibangun kota-kotak dengan ukuran  $1/s = 2^9$ .

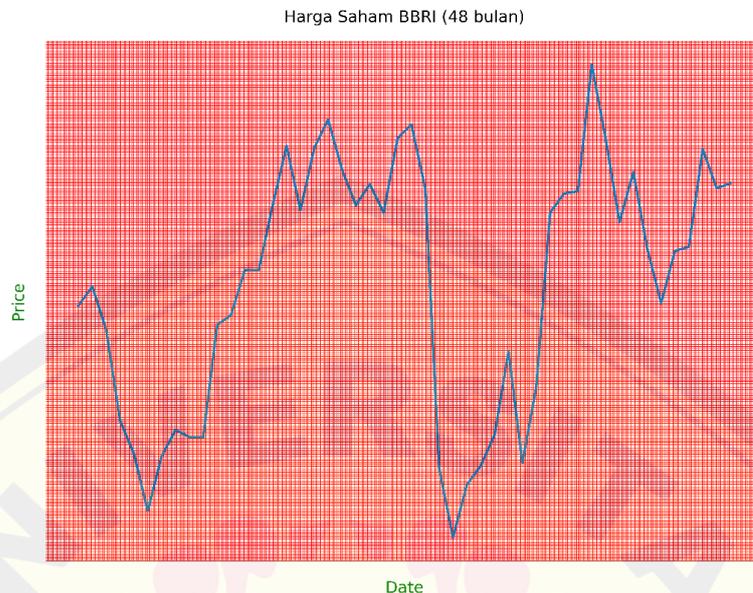


Gambar 4.3 Grafik saham BBRI selama 48 bulan



Gambar 4.4 Grafik saham BBRI selama 54 bulan

Hasil pembagian Gambar 4.3 ke dalam kotak-kotak ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Output penerapan metode *box counting* pada 48 bulan data harga saham

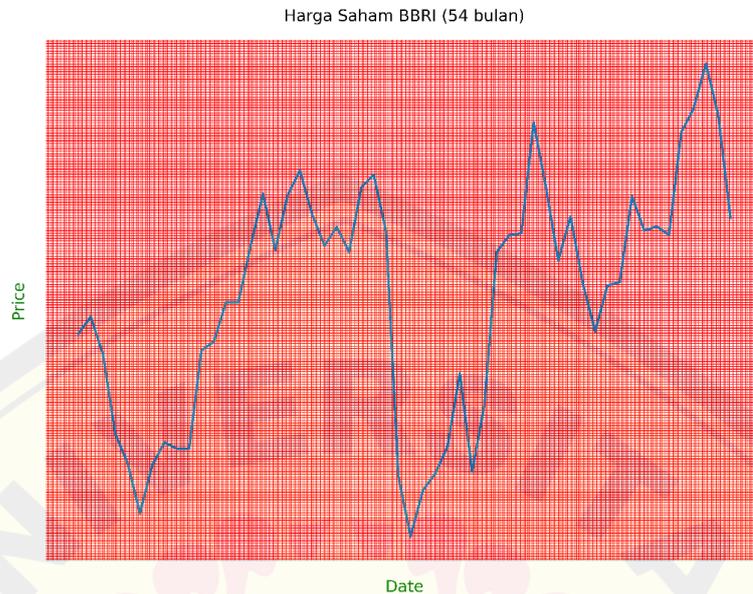
Nilai dimensi fraktal ( $D$ ) dihitung dengan menggunakan persamaan (2.10) yang diketahui jumlah kotak yang terisi objek ( $N$ ) sebanyak 15.555. Sehingga diperoleh nilai dimensi fraktal yaitu  $D = 1,547$  sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6. Nilai dimensi fraktal yang diperoleh dari penerapan metode *box counting* pada 48 bulan data harga saham ini menunjukkan bahwa data bersifat *anti-persistent*.

```
Pembagi Kotak (1/s):512.0
Jumlah kotak terisi = 15555
Dimensi Fraktal : 1.5472323082690829
```

Gambar 4.6 Output nilai dimensi fraktal untuk 48 bulan

Gambar 4.5 merupakan tampilan dari pembagian gambar 4.4 yang dibagi ke dalam kotak-kotak dengan ukuran pembagi kotak ( $\frac{1}{s}$ ) =  $2^9$ . Nilai dimensi fraktal diperoleh dengan menghitung jumlah kotak yang terisi objek terhadap ukuran pembagi kotak ( $\frac{1}{s}$ ) menggunakan persamaan persamaan (2.10). Hasil perhitungan dimensi fraktal ditunjukkan pada Gambar 4.8 yaitu diperoleh nilai dimensi fraktal

(D) sebesar 1,562 dari pola 54 bulan data harga saham. Sehingga diasumsikan bahwa data bersifat *anti-persistent*.



Gambar 4.7 Output penerapan metode *box counting* pada 54 bulan data harga saham

Pembagi Kotak (1/s):512.0  
 Jumlah kotak terisi = 17022  
 Dimensi Fraktal : 1.561679215110613

Gambar 4.8 Output nilai dimensi fraktal untuk 54 bulan

#### 4.2 Pembahasan

Tabel 4.10 menunjukkan hasil perhitungan dari nilai eksponen Hurst, dimensi fraktal dari penerapan modifikasi metode eksponen Hurst dan nilai dimensi fraktal dari penerapan metode *box counting*. Sebagaimana nilai eksponen Hurst yang ditunjukkan pada Tabel 4.10, nilai  $H$  dari setiap periode harga saham yang diamati lebih kecil dari 0,5 yang menunjukkan bahwa data bersifat *anti-persistent*. *Anti-persistent* mempunyai arti bahwa data *time series* dari harga saham yang sedang naik pada periode yang sebelumnya, memiliki probabilitas cenderung turun pada periode selanjutnya.

Tabel 4.10 Hasil penerapan modifikasi metode eksponen Hurst dan *box counting*

Periode harga saham	Modifikasi metode eksponen Hurst		<i>Box counting</i>
	Nilai eksponen Hurst ( $H$ )	Dimensi fraktal ( $D$ )	Dimensi Fraktal ( $D$ )
48 bulan	0,043	1,957	1,547
54 bulan	0,003	1,997	1,562

Hasil perhitungan dari nilai eksponen Hurst ( $H$ ) pada Tabel 4.10 menunjukkan perbedaan pada periode harga saham yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa analisis dimensi fraktal melalui nilai eksponen Hurst sensitif terhadap perubahan periode yang digunakan namun tidak mengubah karakteristik dari data yang diamati yakni tetap menunjukkan bahwa data harga saham dari BBRI bersifat *anti-persistent* karena nilai  $H$  kurang dari 0,5.

Perbedaan dari hasil nilai eksponen Hurst pada data yang diamati juga berpengaruh pada nilai dimensi fraktal yang diperoleh. Nilai dimensi fraktal dari penerapan modifikasi metode eksponen Hurst maupun metode *box counting* juga menunjukkan hasil yang berbeda dari setiap periode data harga saham BBRI yang diamati. Namun hal ini tidak mengubah karakteristik dari objek fraktal yaitu *anti-persistent* karena nilai dimensi fraktal ( $D$ ) yang dihasilkan dari penerapan kedua metode  $1,5 < D < 2$ . Sebagaimana dijelaskan di subbab 2.3 terkait dimensi fraktal bahwa semakin tinggi nilai dimensi fraktal akan semakin fluktuatif pola dari data harga saham yang diamati.

Fluktuasi dari data harga saham BBRI yang diamati diilustrasikan pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi perubahan harga saham ialah prestasi membanggakan dari perusahaan, dimana pada tahun 2022 PT. Bank Rakyat Indonesia dinobatkan sebagai bank terbaik di Indonesia versi *The Banker*. Hal ini dapat meningkatkan gairah investasi para investor untuk melakukan penanaman modal. Namun, tingginya gairah investor untuk melakukan investasi saham BBRI tidak menjamin terjadinya kenaikan harga saham secara potensial karena selain citra perusahaan yang baik, terdapat faktor internal dan faktor eksternal juga yang memberikan dampak pada perubahan harga saham seperti inflasi, naik turunnya suku bunga, angka pengangguran yang bertambah, fluktuasi nilai tukar rupiah dengan mata uang asing, aksi korporasi perusahaan, serta proyeksi kinerja dari perusahaan.

Sifat *anti-persistent* memiliki arti bahwa pada bulan tertentu saham memiliki harga yang tinggi dan pada bulan berikutnya saham memiliki harga yang rendah untuk diperjualbelikan. Hal ini dapat dilihat dari pengamatan harga saham dengan interval 48 bulan dimana di bulan Januari 2022 harga saham turun menjadi Rp. 4.070 per lembar setelah di bulan Desember 2021 meningkat dari bulan sebelumnya dengan harga Rp. 4.110 per lembar. Keadaan harga saham yang menurun ini dapat menjadi pertimbangan investor untuk membeli saham atau menahan sahamnya apabila telah memiliki saham tersebut.

Pada Tabel 4.1 terlihat peningkatan harga saham selama tiga bulan berturut-turut di tahun 2022 dari bulan sebelumnya yaitu bulan Februari, Maret, dan April dimana peningkatan harga saham ini dapat menjadi pertimbangan investor untuk menjual saham tersebut. Peningkatan harga saham yang terjadi secara berturut-turut ini menurut Otoritas Jasa Keuangan (OJK) salah satu penyebabnya yaitu nilai tukar mata uang rupiah terhadap dollar meningkat. Nominal nilai tukar dari data yang diakses melalui situs Kurs Transaksi Bank Indonesia (BI) pada bulan Januari 2022 sebesar Rp. 14.206,61, sedangkan pada bulan Februari sampai Maret berada pada nominal Rp. 14.297,16 dan Rp. 14.320,04. Bulan April nilai tukar berubah di nominal Rp. 14.285,22 namun menurut media detikfinance yang bersumber dari catatan Bank Indonesia (BI) pada bulan april nilai tukar masih stabil karena ditopang oleh pendapatan dari aliran masuk modal asing, keberlanjutan valas domestik, dan pandangan positif dari kinerja dari Bank Rakyat Indonesia.

Pada dua bulan berikutnya yaitu Mei dan Juni 2022 harga saham mengalami penurunan secara berturut-turut sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4.1. Naik turunnya harga saham memiliki hubungan antara jumlah persediaan dan banyaknya penawaran. Tingginya persediaan dan rendahnya penawaran dapat memicu turunnya harga saham. Persediaan saham tinggi karena di tiga bulan sebelumnya terjadi kenaikan harga saham yang memungkinkan investor untuk menjual saham BBRI yang dimiliki. Sehingga di bulan Mei dan Juni 2022 persediaan saham meningkat daripada penawaran yang menyebabkan harga saham turun.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu pola dari data harga saham PT. Bank Rakyat Indonesia bersifat *anti-persistent* dimana sifat ini ditinjau dari hasil nilai eksponen Hurst yang diperoleh kurang dari 0,5. Begitupun sifat *anti-persistent* ditunjukkan dari hasil perhitungan nilai dimensi fraktal ( $D$ ) baik dari penerapan modifikasi metode eksponen Hurst maupun *box counting* yang berada pada rentang  $1,5 < D < 2$ . Makna dari pola dengan sifat *anti-persistent* yaitu pada bulan tertentu nilai dari harga saham meningkat maka akan diikuti menurunnya harga saham pada bulan selanjutnya dan ketika harga saham pada suatu bulan menurun maka akan diikuti menurunnya nominal harga saham di bulan berikutnya. Namun periode yang telah ditentukan dapat berubah sesuai pengaruh faktor internal dan eksternal dari fluktuasi harga saham.

### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yakni dapat dilakukan peningkatan jumlah data harga saham yang diamati, sehingga pola dari perilaku harga saham lebih kompleks, serta dapat dilakukan perbandingan antara data harga saham dari beberapa instansi sehingga dapat lebih aktual untuk mengetahui sifat data dan juga pola dari grafik perilaku harga saham.

## DAFTAR PUSTAKA

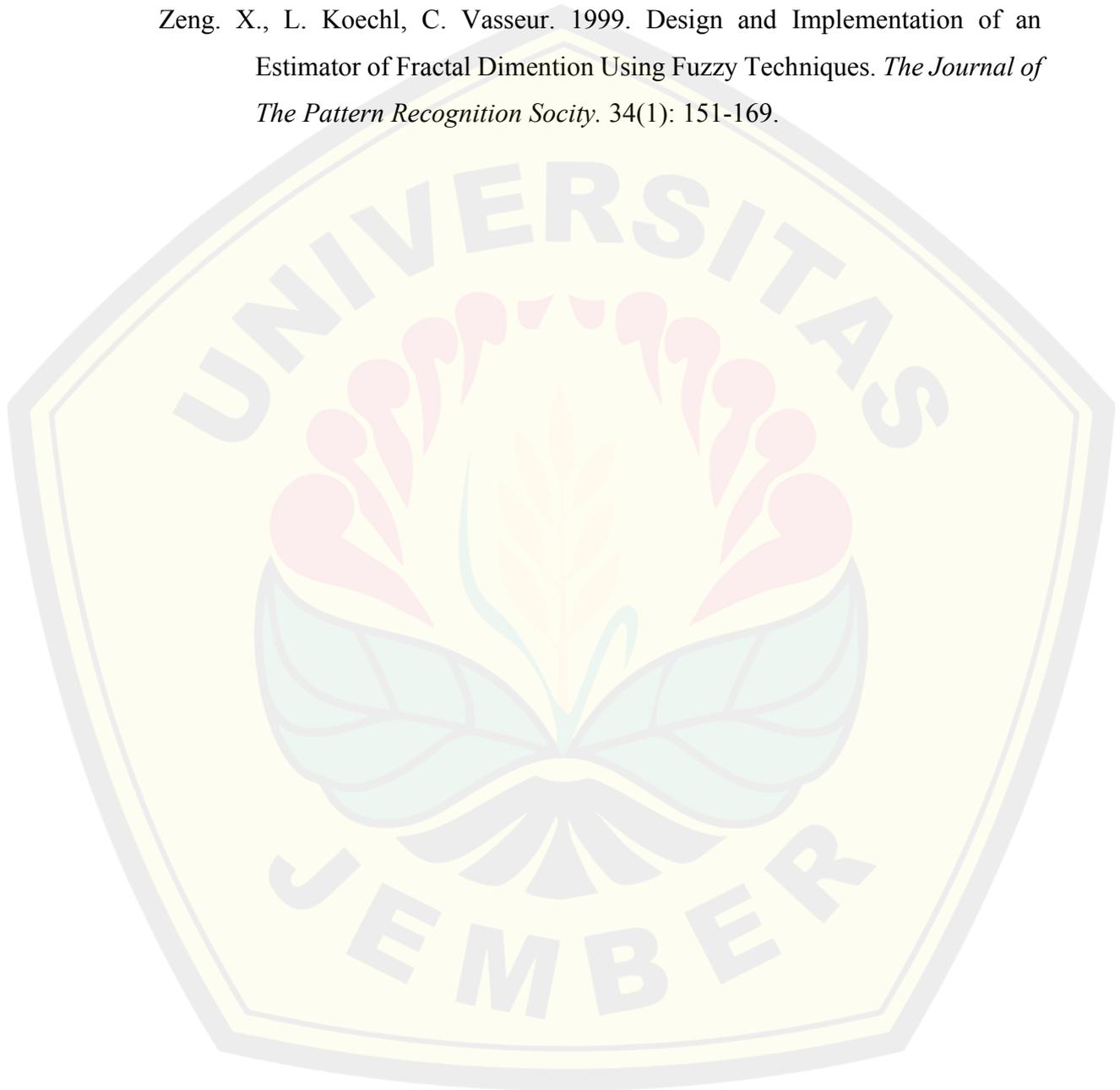
- Amalya, N. T. 2018. Pengaruh Return on Asset, Return on Equity, Net Profit Margin, dan Debt to Equito Ratio Terhadap Harga Saham. *Jurnal Sekuritas*. 1(3): 157-181.
- ‘Aini, L. N. dan D. Juniati. 2021 Analisis Data Harian Penambahan Kasus Baru Covid-19 dengan Metode Dimensi Fraktal Eksponen Hurst. *Jurnal Ilmiah Matematika*. 9(2): 390-395.
- Andriyani, R., J. Sampurno, dan I. Sanubary. 2018. Karakterisasi Iklim Kalimantan Barat Menggunakan Metode Eksponen Hurst dan Indeks Prediktabilitas Iklim. *PRISMA FISIKA*. 6(1): 9-14.
- Arvita, Y. P. dan P. Muniarty. 2020. Analisis Harga Saham pada PT. Garuda Indonesia Tbk. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*. 2(1): 27-35.
- Barbulescu, A., C. Serban, dan C. Maftai. 2010. Statistical analysis and evaluation of Hurst coefficient for annual and monthly precipitation time series. [Statistical analysis and evaluation of Hurst coefficient for annual and monthly precipitation time series \(researchgate.net\)](#). [Diakses pada 15 November 2022].
- Barnsley, M. F., R. L. Devaney, B. B. Mandelbrot, H. O. Peitgen, D. Saupe, R. F. Voss. 1988. *The Science of Fractal Images*. New York: Springer-Verlag.
- Brigham, E. F., dan P. R. Daves. 2018. *Intermediate Financial Management*. 13<sup>th</sup> ed. Amerika: South Western Educational Publishing.
- Cahyani, N. N. M. dan L. P. Mahyuni. 2020. Akurasi *Moving Average* dalam Prediksi Saham LQ45 di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Manajemen*. 9(7): 2769-2789.
- Edgar, G. 2008. *Measure, Topology, and Fractal Geometry*. 2<sup>nd</sup> ed. San Francisco: Department of Mathematics The Ohio State University.
- Falconer, K. 2003. *Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications*. 2<sup>nd</sup> ed. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Hidayatillah, W. dan M. Jakfar. 2022. Klasifikasi Batik di Jawa Timur Berdasarkan Analisis Dimensi Fraktal dengan Menggunakan Metode *Box Counting*. *Jurnal Ilmiah Matematika* 10(2): 349-358.

- Iman, Nurhasanah, dan J. Sampurno. 2018. Analisis Fraktal untuk Identifikasi Kadar Gula Rambut dengan Metode Box-Counting. *PRISMA FISIKA* 6(2): 57-60.
- Juwitarty, N. A., K. D. Purnomo, dan K. A. Santoso. 2020. Pendeteksian Citra Daun Tanaman Menggunakan Metode *Box Counting*. *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*. 20(1): 35-44.
- Koprowski, R. 2020. *Fractal Analysis: Selected Examples*. London: IntechOpen.
- Leiwakabessy, A., M. Patty, dan B. M. Titioka. 2021. Faktor Psikologi Investor Millennial dalam Pengambilan Keputusan Investasi Saham. *Jurnal Akuntansi dan Pajak*. 22(2): 1-9.
- Mandelbrot, B. B. 1982. *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W. H Freeman and Company.
- Nazamuddin. 2020. *Memahami Makroekonomi Melalui Data dan Fakta*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Nurmutia, E. 2022. BRI Jadi Bank Terbaik di Indonesia Versi The Banker. <https://www.liputan6.com/saham/read/5017592/bri-jadi-bank-terbaik-di-indonesia-versi-the-banker>. [Diakses pada 18 November 2022].
- Peters, E. E. 1994. *Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics*. 1<sup>st</sup> ed. New York: John Willey & Sons Inc.
- Prasetya, D. B., F. S. Pamungkas, dan I. Kharisudin. 2020. Pemodelan dan Peramalan Data Saham dengan Analisis *Time Series* menggunakan Python. *Prosiding Seminar Nasional Matematika (PRISMA)* 3. 19 Oktober 2019. Jurusan Matematika Universitas Negeri Semarang: 714-718.
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Rahardjo, S. 2006. *Kiat Membangun Aset Kekayaan*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Russ, J. C. 1994. *Fractal Surfaces*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Plenum Press.
- Rohmatin, D. A. 2019. Modifikasi Metode Eksponen Hurst pada Kasus Data Curah Hujan. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/92914>. [Diakses pada 3 September 2022].
- Siska, E., N. P. Lestari, M. M. Amalia. 2021. Satu Tahun Virus Corona: Analisis Pergerakan Harga Saham Bank Syariah di Lantai Bursa. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*. 7(3): 1253-1260.

Widodo. 2021. *Geometri Fraktal*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Zakaria, A. F. 2016. Penerapan Metode Eksponen Hurst dan *Box Counting* pada Kasus Curah Hujan. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/79396>. [Diakses pada 31 Agustus 2022].

Zeng. X., L. Koechl, C. Vasseur. 1999. Design and Implementation of an Estimator of Fractal Dimension Using Fuzzy Techniques. *The Journal of The Pattern Recognition Society*. 34(1): 151-169.



LAMPIRAN

Lampiran A. Hasil perhitungan manual dari modifikasi metode eksponen Hurst

1. Hasil perhitungan manual dari 48 bulan data harga saham

Indeks segmen	Range					Standar deviasi					R/S				
0 0 0 0 0	5684,29	4961,50	1632,58	946,50	91,33	3073,122	3095,194	566,379	636,135	52,872	1,850	1,603	2,882	1,488	1,727
0 0 0 0 0	5684,29	4961,50	1632,58	946,50	91,33	3073,122	3095,194	566,379	636,135	52,872	1,850	1,603	2,882	1,488	1,727
0 0 0 0 0	5684,29	4961,50	1632,58	946,50	91,33	3073,122	3095,194	566,379	636,135	52,872	1,850	1,603	2,882	1,488	1,727
0 0 0 0 1	5684,29	4961,50	1632,58	946,50	201,33	3073,122	3095,194	566,379	636,135	151,639	1,850	1,603	2,882	1,488	1,328
0 0 0 0 1	5684,29	4961,50	1632,58	946,50	201,33	3073,122	3095,194	566,379	636,135	151,639	1,850	1,603	2,882	1,488	1,328
0 0 0 0 1	5684,29	4961,50	1632,58	946,50	201,33	3073,122	3095,194	566,379	636,135	151,639	1,850	1,603	2,882	1,488	1,328
0 0 0 1 2	5684,29	4961,50	1632,58	654,33	61,67	3073,122	3095,194	566,379	403,650	36,831	1,850	1,603	2,882	1,621	1,674
0 0 0 1 2	5684,29	4961,50	1632,58	654,33	61,67	3073,122	3095,194	566,379	403,650	36,831	1,850	1,603	2,882	1,621	1,674
0 0 0 1 2	5684,29	4961,50	1632,58	654,33	61,67	3073,122	3095,194	566,379	403,650	36,831	1,850	1,603	2,882	1,621	1,674
0 0 0 1 3	5684,29	4961,50	1632,58	654,33	319,00	3073,122	3095,194	566,379	403,650	211,189	1,850	1,603	2,882	1,621	1,510
0 0 0 1 3	5684,29	4961,50	1632,58	654,33	319,00	3073,122	3095,194	566,379	403,650	211,189	1,850	1,603	2,882	1,621	1,510
0 0 0 1 3	5684,29	4961,50	1632,58	654,33	319,00	3073,122	3095,194	566,379	403,650	211,189	1,850	1,603	2,882	1,621	1,510
0 0 1 2 4	5684,29	4961,50	717,00	504,33	176,00	3073,122	3095,194	411,580	336,010	113,608	1,850	1,603	1,742	1,501	1,549
0 0 1 2 4	5684,29	4961,50	717,00	504,33	176,00	3073,122	3095,194	411,580	336,010	113,608	1,850	1,603	1,742	1,501	1,549
0 0 1 2 4	5684,29	4961,50	717,00	504,33	176,00	3073,122	3095,194	411,580	336,010	113,608	1,850	1,603	1,742	1,501	1,549
0 0 1 2 5	5684,29	4961,50	717,00	504,33	172,33	3073,122	3095,194	411,580	336,010	70,451	1,850	1,603	1,742	1,501	2,446
0 0 1 2 5	5684,29	4961,50	717,00	504,33	172,33	3073,122	3095,194	411,580	336,010	70,451	1,850	1,603	1,742	1,501	2,446
0 0 1 2 5	5684,29	4961,50	717,00	504,33	172,33	3073,122	3095,194	411,580	336,010	70,451	1,850	1,603	1,742	1,501	2,446
0 0 1 3 6	5684,29	4961,50	717,00	356,50	185,33	3073,122	3095,194	411,580	141,856	143,520	1,850	1,603	1,742	2,513	1,291
0 0 1 3 6	5684,29	4961,50	717,00	356,50	185,33	3073,122	3095,194	411,580	141,856	143,520	1,850	1,603	1,742	2,513	1,291
0 0 1 3 6	5684,29	4961,50	717,00	356,50	185,33	3073,122	3095,194	411,580	141,856	143,520	1,850	1,603	1,742	2,513	1,291
0 0 1 3 7	5684,29	4961,50	717,00	356,50	163,00	3073,122	3095,194	411,580	141,856	95,040	1,850	1,603	1,742	2,513	1,715

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Indeks segmen					Range					Standar deviasi					R/S				
0	0	1	3	7	5684,29	4961,50	717,00	356,50	163,00	3073,122	3095,194	411,580	141,856	95,040	1,850	1,603	1,742	2,513	1,715
0	0	1	3	7	5684,29	4961,50	717,00	356,50	163,00	3073,122	3095,194	411,580	141,856	95,040	1,850	1,603	1,742	2,513	1,715
0	1	2	4	8	5684,29	5593,33	2933,33	1811,67	849,00	3073,122	2465,321	920,514	1095,493	585,929	1,850	2,269	3,187	1,654	1,449
0	1	2	4	8	5684,29	5593,33	2933,33	1811,67	849,00	3073,122	2465,321	920,514	1095,493	585,929	1,850	2,269	3,187	1,654	1,449
0	1	2	4	8	5684,29	5593,33	2933,33	1811,67	849,00	3073,122	2465,321	920,514	1095,493	585,929	1,850	2,269	3,187	1,654	1,449
0	1	2	4	9	5684,29	5593,33	2933,33	1811,67	169,33	3073,122	2465,321	920,514	1095,493	121,061	1,850	2,269	3,187	1,654	1,399
0	1	2	4	9	5684,29	5593,33	2933,33	1811,67	169,33	3073,122	2465,321	920,514	1095,493	121,061	1,850	2,269	3,187	1,654	1,399
0	1	2	4	9	5684,29	5593,33	2933,33	1811,67	169,33	3073,122	2465,321	920,514	1095,493	121,061	1,850	2,269	3,187	1,654	1,399
0	1	2	5	10	5684,29	5593,33	2933,33	1121,67	266,33	3073,122	2465,321	920,514	685,360	118,759	1,850	2,269	3,187	1,637	2,243
0	1	2	5	10	5684,29	5593,33	2933,33	1121,67	266,33	3073,122	2465,321	920,514	685,360	118,759	1,850	2,269	3,187	1,637	2,243
0	1	2	5	10	5684,29	5593,33	2933,33	1121,67	266,33	3073,122	2465,321	920,514	685,360	118,759	1,850	2,269	3,187	1,637	2,243
0	1	2	5	11	5684,29	5593,33	2933,33	1121,67	500,67	3073,122	2465,321	920,514	685,360	333,857	1,850	2,269	3,187	1,637	1,500
0	1	2	5	11	5684,29	5593,33	2933,33	1121,67	500,67	3073,122	2465,321	920,514	685,360	333,857	1,850	2,269	3,187	1,637	1,500
0	1	2	5	11	5684,29	5593,33	2933,33	1121,67	500,67	3073,122	2465,321	920,514	685,360	333,857	1,850	2,269	3,187	1,637	1,500
0	1	3	6	12	5684,29	5593,33	1080,50	582,33	273,00	3073,122	2465,321	458,107	312,757	141,865	1,850	2,269	2,359	1,862	1,924
0	1	3	6	12	5684,29	5593,33	1080,50	582,33	273,00	3073,122	2465,321	458,107	312,757	141,865	1,850	2,269	2,359	1,862	1,924
0	1	3	6	12	5684,29	5593,33	1080,50	582,33	273,00	3073,122	2465,321	458,107	312,757	141,865	1,850	2,269	2,359	1,862	1,924
0	1	3	6	13	5684,29	5593,33	1080,50	582,33	172,33	3073,122	2465,321	458,107	312,757	82,813	1,850	2,269	2,359	1,862	2,081
0	1	3	6	13	5684,29	5593,33	1080,50	582,33	172,33	3073,122	2465,321	458,107	312,757	82,813	1,850	2,269	2,359	1,862	2,081
0	1	3	6	13	5684,29	5593,33	1080,50	582,33	172,33	3073,122	2465,321	458,107	312,757	82,813	1,850	2,269	2,359	1,862	2,081
0	1	3	7	14	5684,29	5593,33	1080,50	573,00	148,00	3073,122	2465,321	458,107	356,107	97,687	1,850	2,269	2,359	1,609	1,515
0	1	3	7	14	5684,29	5593,33	1080,50	573,00	148,00	3073,122	2465,321	458,107	356,107	97,687	1,850	2,269	2,359	1,609	1,515
0	1	3	7	14	5684,29	5593,33	1080,50	573,00	148,00	3073,122	2465,321	458,107	356,107	97,687	1,850	2,269	2,359	1,609	1,515
0	1	3	7	15	5684,29	5593,33	1080,50	573,00	100,00	3073,122	2465,321	458,107	356,107	62,183	1,850	2,269	2,359	1,609	1,608
0	1	3	7	15	5684,29	5593,33	1080,50	573,00	100,00	3073,122	2465,321	458,107	356,107	62,183	1,850	2,269	2,359	1,609	1,608
0	1	3	7	15	5684,29	5593,33	1080,50	573,00	100,00	3073,122	2465,321	458,107	356,107	62,183	1,850	2,269	2,359	1,609	1,608

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

### 2. Hasil perhitungan manual dari 54 bulan data harga saham

Indeks segmen				Range				Standar Deviasi				R/S			
0	0	0	0	7969,741	5866,259	1177,667	91,333	4858,9	3063	718,732	52,8716	1,640	1,915	1,639	1,727
0	0	0	0	7969,741	5866,259	1177,667	91,333	4858,9	3063	718,732	52,8716	1,640	1,915	1,639	1,727
0	0	0	0	7969,741	5866,259	1177,667	91,333	4858,9	3063	718,732	52,8716	1,640	1,915	1,639	1,727
0	0	0	1	7969,741	5866,259	1177,667	201,333	4858,9	3063	718,732	151,639	1,640	1,915	1,639	1,328
0	0	0	1	7969,741	5866,259	1177,667	201,333	4858,9	3063	718,732	151,639	1,640	1,915	1,639	1,328
0	0	0	1	7969,741	5866,259	1177,667	201,333	4858,9	3063	718,732	151,639	1,640	1,915	1,639	1,328
0	0	0	2	7969,741	5866,259	1177,667	61,667	4858,9	3063	718,732	36,8309	1,640	1,915	1,639	1,674
0	0	0	2	7969,741	5866,259	1177,667	61,667	4858,9	3063	718,732	36,8309	1,640	1,915	1,639	1,674
0	0	0	2	7969,741	5866,259	1177,667	61,667	4858,9	3063	718,732	36,8309	1,640	1,915	1,639	1,674
0	0	1	3	7969,741	5866,259	1325,889	319	4858,9	3063	960,304	211,189	1,640	1,915	1,381	1,510
0	0	1	3	7969,741	5866,259	1325,889	319	4858,9	3063	960,304	211,189	1,640	1,915	1,381	1,510
0	0	1	3	7969,741	5866,259	1325,889	319	4858,9	3063	960,304	211,189	1,640	1,915	1,381	1,510
0	0	1	4	7969,741	5866,259	1325,889	176	4858,9	3063	960,304	113,608	1,640	1,915	1,381	1,549
0	0	1	4	7969,741	5866,259	1325,889	176	4858,9	3063	960,304	113,608	1,640	1,915	1,381	1,549
0	0	1	4	7969,741	5866,259	1325,889	176	4858,9	3063	960,304	113,608	1,640	1,915	1,381	1,549
0	0	1	5	7969,741	5866,259	1325,889	172,333	4858,9	3063	960,304	70,4507	1,640	1,915	1,381	2,446
0	0	1	5	7969,741	5866,259	1325,889	172,333	4858,9	3063	960,304	70,4507	1,640	1,915	1,381	2,446
0	0	1	5	7969,741	5866,259	1325,889	172,333	4858,9	3063	960,304	70,4507	1,640	1,915	1,381	2,446
0	0	2	6	7969,741	5866,259	1090,889	185,333	4858,9	3063	650,674	143,52	1,640	1,915	1,677	1,291
0	0	2	6	7969,741	5866,259	1090,889	185,333	4858,9	3063	650,674	143,52	1,640	1,915	1,677	1,291
0	0	2	6	7969,741	5866,259	1090,889	185,333	4858,9	3063	650,674	143,52	1,640	1,915	1,677	1,291
0	0	2	7	7969,741	5866,259	1090,889	163	4858,9	3063	650,674	95,0403	1,640	1,915	1,677	1,715
0	0	2	7	7969,741	5866,259	1090,889	163	4858,9	3063	650,674	95,0403	1,640	1,915	1,677	1,715
0	0	2	7	7969,741	5866,259	1090,889	163	4858,9	3063	650,674	95,0403	1,640	1,915	1,677	1,715
0	0	2	8	7969,741	5866,259	1090,889	849	4858,9	3063	650,674	585,929	1,640	1,915	1,677	1,449
0	0	2	8	7969,741	5866,259	1090,889	849	4858,9	3063	650,674	585,929	1,640	1,915	1,677	1,449
0	0	2	8	7969,741	5866,259	1090,889	849	4858,9	3063	650,674	585,929	1,640	1,915	1,677	1,449
0	1	3	9	7969,741	5950,111	1567,333	169,333	4858,9	3993	1161,21	121,061	1,640	1,490	1,350	1,399
0	1	3	9	7969,741	5950,111	1567,333	169,333	4858,9	3993	1161,21	121,061	1,640	1,490	1,350	1,399
0	1	3	9	7969,741	5950,111	1567,333	169,333	4858,9	3993	1161,21	121,061	1,640	1,490	1,350	1,399
0	1	3	10	7969,741	5950,111	1567,333	266,333	4858,9	3993	1161,21	118,759	1,640	1,490	1,350	2,243

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Indeks segmen				Range				Standar Deviasi				R/S			
0	1	3	10	7969,741	5950,111	1567,333	266,333	4858,9	3993	1161,21	118,759	1,640	1,490	1,350	2,243
0	1	3	10	7969,741	5950,111	1567,333	266,333	4858,9	3993	1161,21	118,759	1,640	1,490	1,350	2,243
0	1	3	11	7969,741	5950,111	1567,333	500,667	4858,9	3993	1161,21	333,857	1,640	1,490	1,350	1,500
0	1	3	11	7969,741	5950,111	1567,333	500,667	4858,9	3993	1161,21	333,857	1,640	1,490	1,350	1,500
0	1	3	11	7969,741	5950,111	1567,333	500,667	4858,9	3993	1161,21	333,857	1,640	1,490	1,350	1,500
0	1	4	12	7969,741	5950,111	950,222	273	4858,9	3993	625,196	141,865	1,640	1,490	1,520	1,924
0	1	4	12	7969,741	5950,111	950,222	273	4858,9	3993	625,196	141,865	1,640	1,490	1,520	1,924
0	1	4	12	7969,741	5950,111	950,222	273	4858,9	3993	625,196	141,865	1,640	1,490	1,520	1,924
0	1	4	13	7969,741	5950,111	950,222	172,333	4858,9	3993	625,196	82,8128	1,640	1,490	1,520	2,081
0	1	4	13	7969,741	5950,111	950,222	172,333	4858,9	3993	625,196	82,8128	1,640	1,490	1,520	2,081
0	1	4	13	7969,741	5950,111	950,222	172,333	4858,9	3993	625,196	82,8128	1,640	1,490	1,520	2,081
0	1	4	14	7969,741	5950,111	950,222	148	4858,9	3993	625,196	97,6866	1,640	1,490	1,520	1,515
0	1	4	14	7969,741	5950,111	950,222	148	4858,9	3993	625,196	97,6866	1,640	1,490	1,520	1,515
0	1	4	14	7969,741	5950,111	950,222	148	4858,9	3993	625,196	97,6866	1,640	1,490	1,520	1,515
0	1	5	15	7969,741	5950,111	1207,778	100	4858,9	3993	535,984	62,1825	1,640	1,490	2,253	1,608
0	1	5	15	7969,741	5950,111	1207,778	100	4858,9	3993	535,984	62,1825	1,640	1,490	2,253	1,608
0	1	5	15	7969,741	5950,111	1207,778	100	4858,9	3993	535,984	62,1825	1,640	1,490	2,253	1,608
0	1	5	16	7969,741	5950,111	1207,778	356,667	4858,9	3993	535,984	246,073	1,640	1,490	2,253	1,449
0	1	5	16	7969,741	5950,111	1207,778	356,667	4858,9	3993	535,984	246,073	1,640	1,490	2,253	1,449
0	1	5	16	7969,741	5950,111	1207,778	356,667	4858,9	3993	535,984	246,073	1,640	1,490	2,253	1,449
0	1	5	17	7969,741	5950,111	1207,778	400	4858,9	3993	535,984	295,748	1,640	1,490	2,253	1,353
0	1	5	17	7969,741	5950,111	1207,778	400	4858,9	3993	535,984	295,748	1,640	1,490	2,253	1,353
0	1	5	17	7969,741	5950,111	1207,778	400	4858,9	3993	535,984	295,748	1,640	1,490	2,253	1,353

**Lampiran B. Script Program**1. *Script utama*

```
import pandas as pd
import numpy as np
dataset= pd.read_csv('/content/sample_data/BBRI.csv', sep=';')
dataset.head()

#Input data sebanyak 48 (4 tahun) dan 54 bulan data (4,5 tahun)
dataset=dataset.iloc[0:54]
dataset.tail()
dataset['Price']=dataset['Price'].astype('int')
dataset.dtypes
dataset.head()
```

2. *Script mencari faktor prima*

```
#Menentukan nilai p dari data
N=len(dataset['Price'])
# fungsi untuk mencari faktorisasi prima sebuah bilangan
def faktorisasiprima(N):
# keluaran variabel factorlist berupa array
factorlist=[1]
loop=2
while loop<=N:
if N%loop==0:
N/=loop
# append berfungsi untuk menambahkan sebuah objek ke dalam list/d
aftar
factorlist.append(loop)
else:
loop+=1
return factorlist

angka = int(N)
print("Faktorisasi prima dari data dengan interval %s : %s " % (N,
(faktorisasiprima(angka))))
```

3. *Script modifikasi metode eksponen Hurst*

```
import math as mt
import pylab as pl
```

```
data = dataset['Price'][: ]
n=N
fs=faktorisasiprima(N)
```

```

n2=len(fs)
fs = fs[0:n2-1]
ave=int(len(fs))
y=np.array(fs[0])

#Menentukan panjang interval data
idx=0
for j in range (0,ave):
    pj=0;pjn=0
    for i in range (idx,idx+1):
        y=y*fs[j]
        nbaru=n%(y*fs[j])==0
        nbaru=int(n/y)
        pj+=int(nbaru)
        print("\nInterval data ke-%s : %s " % (j,pj))
        idx += N

#Menentukan banyak indeks dari interval data
for i in range (idx,idx+1):
    pj>=N
    pjn=int(N/pj)
    print("Indeks interval data ke-%s : %s " % (j,pjn))

#Menghitung mean, standar deviasi, deviate, Range, RS
cnt = 0
for j in range(int(pjn)):
    for k in range(cnt,cnt+pj):
        dat=data[cnt:cnt+pj]
        np.append(0,dat)
        Mn=np.sum(dat)/len(dat)
        dvt=np.cumsum(dat-Mn)
        difference = max(dvt) - min(dvt) #range
        z=dvt**2
        Z=np.sum(z)
        stdev = mt.sqrt(Z/nbaru)
        rescaled_range = difference/stdev
        rs_array = np.array([])
        rs_array = np.append(rs_array, rescaled_range)
    Y= np.array([]);X= np.array([])
    Y= np.append(Y, np.log10(np.average(rs_array)))
    X = np.append(X,np.log10(nbaru))

#print("Pembagian data ke-%s : %s " % (j,dat))
#print("Mean subsample ke-%s : %s " % (j,Mn))
#print("Standar Deviasi subsample ke-%s : %s " % (j,stdev))

```

```

        #print("Deviat sample ke-%s : %s " % (j,dvt))
        #print("Range ke-%s : %s " % (j,difference))
        #print("Z ke-%s : %s " % (j,Z))
        #print("R/S subsample ke-%s : %s " % (j,rescaled_range))
        #print("rata-rata R/S ke-%s : %s " % (j,rs_array))
        print("Log (R/S) saat ada %s data: %s " % (pj,Y))
        cnt+=pj
    #logn
    #print("Log (N) saat ada %s data : %s " % (pj,X))

if N==48:
    sy=[0.26709659,0.28688004,0.405252527,0.239435974,0.226605083]
    sx=[1.68124124,1.38021124,1.07918125,0.77815125,0.47712125]
elif N==54:
    sy=[0.21490587,0.23111345,0.213906529,0.218393417]
    sx=[1.73239376,1.43136376,0.95424251,0.47712125]
else:
    sy=list(map(float, input('List Sumbu-y: ').split(",")))
    sx=list(map(float, input('List Sumbu-x: ').split(",")))
    coeffs=np.polyfit(sx, sy, 1)
    pl.plot(sx, sy, 'o', mfc='none',color='green', linestyle="--")
    pl.plot(sx, np.polyval(coeffs,sx), label=("Log(R/S) = %s + \n%s L
og (n)" % (coeffs[1], coeffs[0]))) #garis regresi
    pl.xlabel('\nlog n')
    pl.ylabel('log (R/S)\n')
    print("\nNilai H dan c : %s" %(coeffs))
    pl.legend(frameon=False)

D=2-coeffs[0]
print('\033[1m' + "\nNilai dimensi fraktal: %s" % (D) + '\033[0m'
)

```

#### 4. Script metode box counting

```

from matplotlib import pyplot as plt
from matplotlib.ticker import MultipleLocator
import matplotlib.ticker as plticker
from PIL import Image
import numpy as np

```

```

width =(N-1) # width of chart for 54 bulan data
#height=2450 # height of 48 chart
height =2500 # height of 54 chart

```

```

s=float(input("Pembagi Kotak (1/s):"))
stepx=(width/s)
stepy=height/(s)

x=dataset["Date"]
y=dataset["Price"]

fig=plt.figure(figsize=(80,60))
plt.plot(x,y,linewidth=15)
#
plt.title("Harga Saham BBRI (%s bulan)\n" %(N),fontsize = 100)
plt.xlabel('\nDate',fontsize = 100, color='green')
plt.ylabel('\nPrice\n',fontsize = 100, color = 'green')
axes=fig.add_subplot(111)

# Set the gridding interval: here, it use the major tick interval
gridIntervalx=stepx
gridIntervaly=stepy
locationx = plticker.MultipleLocator(base=gridIntervalx)
locationy = plticker.MultipleLocator(base=gridIntervaly)
axes.xaxis.set_major_locator(locationx)
axes.yaxis.set_major_locator(locationy)
axes.xaxis.set_major_formatter(plticker.NullFormatter())
axes.yaxis.set_major_formatter(plticker.NullFormatter())
axes.tick_params(bottom=False, left=False)
# Add the grid
axes.grid(which='major', axis='both', linestyle='-',
color='r',linewidth=2)
plt.savefig("/content/sample_data/boxcount.png",
pad_inches=1,
transparent=False,
orientation='landscape')

plt.show()
import numpy as np
import pylab as pl
from Count import sizer
import numpy as np

def rgb2gray(rgb):
    r, g, b = rgb[:, :, 0], rgb[:, :, 1], rgb[:, :, 2]
    gray = 0.2989 * r + 0.5870 * g + 0.1140 * b
    return gray

image=rgb2gray(pl.imread("/content/sample_data/boxcount.png"))

```

```
Lx=image.shape[1]  
Ly=image.shape[0]  
print ("Maks. Image size",Lx, Ly)  
  
D=np.log(sizer(s))/np.log(s)  
print("Dimensi Fraktal :",D)
```

