

**TUGAS AKHIR - KA 184801**

**ANALISIS RISIKO INVESTASI DALAM HARGA SAHAM  
PERUSAHAAN SUBSEKTOR KONSTRUKSI PADA  
BURSA EFEK INDONESIA (BEI) DENGAN  
PENDEKATAN EXTREME VALUE THEORY (EVT)**

**MUHAMMAD RAYHAN THARIQ AL FAISAL**  
NRP. 06311840000060

Dosen Pembimbing  
**Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si, M.Si**  
NIP. 1990201812015

Dosen Co - Pembimbing  
**Imam Safawi Ahmad, S.Si, M.Si**  
NIP. 198102242014041001

**PROGRAM STUDI SARJANA**  
DEPARTEMEN AKTUARIA  
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2022





**TUGAS AKHIR - KA 184801**

**ANALISIS RISIKO INVESTASI DALAM HARGA SAHAM  
PERUSAHAAN SUBSEKTOR KONSTRUKSI PADA  
BURSA EFEK INDONESIA (BEI) DENGAN  
PENDEKATAN *EXTREME VALUE THEORY (EVT)***

**Muhammad Rayhan Thariq Al Faisal**

**NRP. 0631840000060**

**Dosen Pembimbing**

**Pratnya Paramitha Oktaviana, S. Si, M. Si**

**NIP. 1990201812015**

**Dosen Co - Pembimbing**

**Imam Safawi Ahmad, S. Si, M. Si**

**NIP. 198102242014041001**

**PROGRAM STUDI SARJANA**

**DEPARTEMEN AKTUARIA**

**FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2022**





**FINAL PROJECT - KA 184801**

**INVESTMENTS RISK ANALYSIS OF CONSTRUCTION  
SUBSECTOR COMPANIES LISTED ON INDONESIA  
STOCK EXCHANGE USING EXTREME VALUE THEORY  
APPROACH**

**MUHAMMAD RAYHAN THARIQ AL FAISAL**

**NRP. 0631184000060**

Advisor

**Pratnya Paramitha Oktaviana, S. Si, M. Si**

**NIP. 1990201812015**

Co - Advisor

**Imam Safawi Ahmad, S. Si, M. Si**

**NIP. 198102242014041001**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME**

**DEPARTEMEN OF ACTUARIAL SCIENCE**

**FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2022**



## LEMBAR PENGESAHAN





### ANALISIS RISIKO INVESTASI DALAM HARGA SAHAM PERUSAHAAN SUBSEKTOR KONSTRUKSI PADA BURSA EFEK INDONESIA (BEI) DENGAN PENDEKATAN *EXTREME VALUE THEORY (EVT)*

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Ilmu Aktuaria pada  
Program Studi Sarjana Sains Aktuaria  
Departemen Aktuaria  
Fakultas Sains dan Analitika Data  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh: **Muhammad Rayhan Thariq Al Faisal**  
**NRP. 063118 4000 0060**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

- |    |  |                 |   |
|----|--|-----------------|---|
| 1. | Pratnya Paramitha O., S. Si, M. Si     | Pembimbing      | (  ) |
| 2. | Imam Safawi Ahmad, S. Si, M. Si        | Co - Pembimbing | (  ) |
| 3. | Galuh Oktavia S., S.Si, M.Si, M.Act.Sc | Penguji         | (  ) |
| 4. | Dr. Drs. Soehardjoepri, M. Si          | Penguji         | (  ) |

**SURABAYA**

**Juli, 2022**

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*



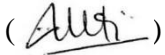



**APPROVAL SHEET**  
**INVESTMENTS RISK ANALYSIS OF CONSTRUCTION**  
**SUBSECTOR COMPANIES LISTED ON INDONESIA STOCK**  
**EXCHANGE USING EXTREME VALUE THEORY**  
**APPROACH**

**FINAL PROJECT**

Submitted to fulfill one of the requirements  
for obtaining a degree Bachelor of Actuarial Science at  
Undergraduate Study Program of Actuarial Science  
Department of Actuarial Science  
Faculty of Science and Data Analytics  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**By: Muhammad Rayhan Thariq Al Faisal**  
**NRP. 063118 4000 0060**

Approved by Final Project Examiner:

- |    |  |            |   |
|----|--|------------|---|
| 1. | Pratnya Paramitha O., S. Si, M. Si         | Advisor    | (  ) |
| 2. | Imam Safawi Ahmad, S. Si, M. Si            | Co-Advisor | (  ) |
| 3. | Galuh Oktavia S., S. Si, M. Si, M. Act. Sc | Examiner   | (  ) |
| 4. | Dr. Drs. Soehardjoepri, M. Si              | Examiner   | (  ) |

**SURABAYA**  
**July, 2022**

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang Bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : M Rayhan Thariq Al Faisal / 06311840000060

Departemen : Aktuaria

Dosen Pembimbing : Pratnya Paramitha O., S. Si, M. Si/1990201812015

Imam S. A., S. Si, M. Si / 198102242014041001

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Analisis Risiko Investasi Dalam Harga Saham Perusahaan Subsektor Konstruksi Pada Bursa Efek Indonesia (BEI) Dengan Pendekatan Extreme Value Theory (EVT)” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Juli 2022

Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Pratnya Paramitha O., S. Si, M. Si)

NIP. 1990201812015

Mahasiswa,



(M Rayhan Thariq Al Faisal)

NRP. 06311840000060

Dosen Ko-Pembimbing



(Imam Safawi A., S. Si, M. Si)

NIP. 198102242014041001

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*

## STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name / ID : M Rayhan Thariq Al Faisal / 06311840000060  
Department : Aktuaria  
Advisor : Pratnya Paramitha O., S. Si, M. Si/1990201812015  
Imam S. A., S.Si, M.Si Sc / 198102242014041001

Hereby declare that Final Project with the title of “Investments Risk Analysis of Construction Subsector Companies Listed on Indonesia Stock Exchange Using Extreme Value Theory Approach” is the result of my own work, is original, and written by following rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, July 2022

Acknowledged

Advisor



(Pratnya Paramitha O. , S.Si, M.Si)

NIP. 1990201812015

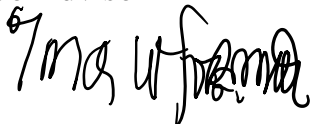
Student,



(M Rayhan Thariq Al Faisal)

NRP. 06311840000060

Co Advisor



(Imam Safawi A., S. Si, M. Si)

NIP. 198102242014041001



*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*





**ANALISIS RISIKO INVESTASI DALAM HARGA SAHAM  
PERUSAHAAN SUBSEKTOR KONSTRUKSI PADA BURSA EFEK  
INDONESIA (BEI) DENGAN PENDEKATAN *EXTREME VALUE  
THEORY (EVT)***

**Nama Mahasiswa** : Muhammad Rayhan Thariq Al Faisal  
**NRP** : 06311840000060  
**Departemen** : Aktuaria – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Pratnya Paramitha Oktaviana, S. Si, M. Si  
**Dosen Ko – Pembimbing** : Imam Safawi Ahmad, S. Si, M. Si

**Abstrak**

Perkembangan ekonomi suatu negara di era globalisasi dipengaruhi oleh komponen struktur negara yang didalamnya termasuk pasar modal. Pasar modal merupakan *leading indicator* dari pembangunan ekonomi negara. Di Indonesia, pasar modal dijalankan oleh suatu regulator yang disebut Bursa Efek Indonesia (BEI). BEI mengatur perusahaan-perusahaan yang menjual saham pada bursa dan membaginya ke dalam sektor-sektor termasuk sektor infrastruktur. Sektor infrastruktur juga terbagi menjadi beberapa subsektor termasuk subsektor konstruksi dimana subsektor ini merupakan salah satu subsektor unggulan pada BEI karena masih banyak pembangunan yang akan dilakukan oleh pemerintah di masa yang akan datang. Adanya peluang ekspansi yang mengarahkan kepada pendapatan perusahaan subsektor konstruksi membuat saham-saham perusahaan subsektor tersebut menjadi incaran bagi calon investor. Oleh karena itu, prospek investasi pada subsektor konstruksi kedepannya masih sangat luas sehingga investor perlu memiliki pengetahuan mengenai manajemen risiko yang baik. Pemahaman manajemen risiko yang baik akan mengarahkan investor kepada tujuan investasi yaitu mendapat keuntungan sebesar-besarnya. Pada penelitian ini, akan dilakukan estimasi risiko investasi saham subsektor konstruksi. Data yang digunakan adalah data *return* saham yang didapatkan dari harga penutupan empat perusahaan konstruksi Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dalam periode 30 Januari 2014 sampai dengan 08 Maret 2019. Metode yang digunakan dalam mengestimasi risiko adalah *Value at Risk (VaR)* melalui pendekatan *Extreme Value Theory (EVT)* baik menggunakan *Block Maxima* atau *Peaks Over Threshold*. Pertimbangan menggunakan EVT ini dikarenakan nilai *return* saham mengandung data-data ekstrim. Pada penelitian ini diperoleh hasil tingkat risiko yang dihasilkan metode *Peaks Over Threshold* lebih tinggi dibanding dengan *Block Maxima* dimana nilai VaR POT di kisaran 4% dan nilai VaR BM di kisaran 7%, tetapi secara *backtesting* menyatakan bahwa metode *Peaks Over Threshold* lebih akurat dibanding dengan metode *Block Maxima* karena selisih nilai *Expected Shortfall* pada POT lebih kecil dari pada BM dimana nilai selisih ES POT ada di rata-rata 2,9% dan nilai selisih ES pada BM ada di rata-rata 4,8%.

**Kata Kunci:** *Investasi, Return Saham, Value at Risk (VaR), Block Maxima, Peaks Over Threshold*

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*





***INVESTMENTS RISK ANALYSIS OF CONSTRUCTION SUBSECTOR  
COMPANIES LISTED ON INDONESIA STOCK EXCHANGE USING  
EXTREME VALUE THEORY APPROACH***

**Student Name** : Muhammad Rayhan Thariq Al Faisal  
**Student ID** : 06311840000060  
**Departement** : Actuarial – ITS  
**Advisor** : Pratnya Paramitha Oktaviana, S. Si, M. Si  
**Co – Advisor** : Imam Safawi Ahmad, S. Si, M. Si

**Abstract**

The economic development of a country in the globalization era is influenced by the components of the country's structure which includes the capital market. The capital market is a leading indicator of a country's economic development. In Indonesia, the capital market is run by a regulator called the Indonesia Stock Exchange (IDX). The IDX regulates companies that sell shares on the stock exchange and divides them into sectors including the infrastructure sector. The infrastructure sector is also divided into several sub-sectors including the construction sub-sector where this sub-sector is one of the leading sub-sectors on the IDX because there are still many developments that will be carried out by the government in the future. The existence of expansion opportunities that lead to the income of construction sub-sector companies makes the shares of these sub-sector companies a target for potential investors. Therefore, the prospect of investment in the construction sub-sector in the future is still very broad, so investors need to have good knowledge of risk management. A good understanding of risk management will direct investors to the investment goal of getting the maximum profit. In this study, an estimation of the investment risk of the construction sub-sector will be carried out. The data used is stock return data obtained from the closing prices of four State-Owned Enterprises (BUMN) construction companies in the period 30 January 2014 to 08 March 2019. The method used in estimating risk is Value at Risk (VaR) through the Extreme Value approach. Theory (EVT) uses either Block Maxima or Peaks Over Threshold. The consideration of using EVT is because the stock return value contains extreme data. In this study, the results obtained that the level of risk generated by the Peaks Over Threshold method is higher than Block Maxima where the POT VaR value is in the range of 4% and the BM VaR value is in the range of 10%, but backtesting states that the Peaks Over Threshold method is more accurate than the Peaks Over Threshold method. Block Maxima because the difference in Expected Shortfall value on POT is smaller than BM where the value of the difference in ES POT is in the average of 2.9% and the value of ES difference in BM is in the average of 4.8%.

***Keywords: Investment, Share Price Return, Value at Risk (VaR), Block Maxima, Peaks Over Threshold***



*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas nikmat, berkah, rahmat dan hidayah-Nya, tugas akhir berjudul

### **“Analisis Risiko Investasi dalam Harga Saham Perusahaan Subsektor Konstruksi pada Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan Pendekatan Extreme Value Theory (EVT)”**

dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu sebagai persyaratan menyelesaikan jenjang Pendidikan Program Sarjana (S1) di Departemen Aktuaria, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas akhir ini dapat terselesaikan atas limpahan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis hendak mengucapkan rasa syukur dan terima kasih atas segala bentuk dukungan yang telah diberikan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, kesehatan, dan kekuatan bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
2. Bapak Dr. Drs. Soehardjoepri, M. Si selaku Kepala Departemen Aktuaria dan Dosen Penguji yang telah membimbing, mendidik, dan mengkritisi penulis dari awal sampai akhir masa studi penulis di Departemen Aktuaria
3. Ibu Pratnya Paramitha Oktaviana, S. Si, M. Si selaku Dosen Wali dan Pembimbing serta Bapak Imam Safawi Ahmad, S. Si, M. Si selaku Dosen Co – Pembimbing yang telah sabar dalam membimbing penulis sehingga tugas akhir dapat terselesaikan dengan baik.
4. Ibu Galuh Oktavia S., S. Si, M. Si, M. Act. Sc sebagai Dosen Penguji yang telah mengkritisi penulis dalam pengerjaan tugas akhir
5. Dosen dan Tendik Aktuaria yang telah mendidik dan membimbing penulis dari awal sampai akhir masa studi penulis di Departemen Aktuaria
6. Bapak Yumada Faizal, Ibu Kadria Zulkifli, Faris Afif, dan Raissa Ramadhina serta seluruh keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan moriil maupun materiil serta doa tanpa henti setiap harinya.
7. Teman-teman Arkagana, teman seperantauan, *discord*, Jogja, yang telah memotivasi dan menjadi teman yang baik bagi penulis serta Lea Adeva yang selalu menemani dan mendukung penulis dalam pengerjaan tugas akhir
8. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut membantu serta memberikan motivasi dan saran bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun dari seluruh pembaca. Penulis berharap agar manfaat dari penulisan tugas akhir ini dapat diambil oleh berbagai pihak.

Jakarta, Juni 2022

Penulis



*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>APPROVAL SHEET</b> .....	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>STATEMENT OF ORIGINALITY</b> .....	<b>ix</b>
<b>Abstrak</b> .....	<b>xi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xiii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	3
2.2 Return Saham.....	3
2.3 Extreme Value Theory (EVT).....	3
2.4 Block Maxima (BM).....	3
2.5 Peaks Over Threshold.....	4
2.5.1 Mean Residual Life Plot.....	5
2.5.2 Hill Plot.....	5
2.6 Estimasi Parameter Generalized Extreme Value (GEV).....	5
2.7 Estimasi Parameter Generalized Pareto Distribution (GPD).....	7
2.8 Mann Kendall Trend Test.....	8
2.9 Uji Kesesuaian Distribusi (Goodness of Fit Test).....	8
2.10 Value at Risk.....	9
2.11 Backtesting.....	9
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....	<b>11</b>
3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian.....	11
3.2 Langkah Analisis.....	11
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>15</b>

4.1	Karakteristik Saham Perusahaan Subsektor Konstruksi .....	15
4.2	Pemodelan <i>Block Maxima</i> .....	19
4.2.1	Mann Kendall Trend Test .....	19
4.2.2	Uji Kesesuaian Distribusi.....	19
4.2.3	Estimasi Parameter <i>Block Maxima</i> .....	20
4.3	Pemodelan Peaks Over Threshold.....	21
4.3.1	Penentuan Nilai Threshold.....	21
4.3.2	Mann Kendall Trend Test .....	24
4.3.3	Uji Kesesuaian Distribusi.....	24
4.3.4	Estimasi Parameter <i>Peaks Over Threshold</i> .....	25
4.4	Perbandingan Metode Pendekatan <i>Value at Risk</i> .....	27
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>29</b>
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran.....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>31</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>33</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>		<b>61</b>







## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	12
<b>Gambar 4.1</b> Time Series Plot Harga Penutupan Saham .....	15
<b>Gambar 4.2</b> Time Series Plot Return Saham .....	16
<b>Gambar 4.3</b> Boxplot Nilai Return Saham .....	17
<b>Gambar 4.4</b> Histogram Return Saham Ke-empat Perusahaan Sub Sektor Konstruksi.....	18
<b>Gambar 4.5</b> Mean Residual Live Plot.....	22
<b>Gambar 4.6</b> Hill Plot .....	23

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Variabel Penelitian.....	11
<b>Tabel 3.2</b> Struktur Data.....	11
<b>Tabel 4.1</b> Statistika Deskriptif Harga Penutupan Saham.....	16
<b>Tabel 4.2</b> Statistika Deskriptif Return Saham.....	17
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov .....	18
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Mann Kendall Trend Test Block Maxima.....	19
<b>Tabel 4.5</b> Uji Kesesuaian Distribusi Block Maxima .....	20
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Estimasi Parameter GEV .....	20
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Perhitungan Value at Risk.....	21
<b>Tabel 4.8</b> Nilai Threshold Menggunakan Metode MRLP .....	22
<b>Tabel 4.9</b> Nilai Threshold Menggunakan Metode Hill Plot .....	23
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Mann Kendal Trend Test Peaks Over Threshold .....	24
<b>Tabel 4.11</b> Uji Kesesuaian Distribusi Peaks Over Threshold.....	25
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Estimasi Parameter GPD dengan Threshold MRLP .....	25
<b>Tabel 4.13</b> Hasil Estimasi Parameter GPD dengan Threshold Hill Plot.....	26
<b>Tabel 4.14</b> Hasil Perhitungan Value at Risk GPD .....	26
<b>Tabel 4.15</b> Hasil Backtesting Estimasi Risiko.....	27

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*







## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data Harga Saham.....	33
<b>Lampiran 2</b> Data Return Saham.....	34
<b>Lampiran 3</b> Syntax Karakteristik Harga Saham .....	35
<b>Lampiran 4</b> Syntax Identifikasi Return Saham dan Distribusinya .....	36
<b>Lampiran 5</b> Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GEV .....	37
<b>Lampiran 6</b> Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan threshold MRLP .....	39
<b>Lampiran 7</b> Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan threshold Hill Plot .....	44
<b>Lampiran 8</b> Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GEV WIKA .....	49
<b>Lampiran 9</b> Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD threshold MRLP WIKA.....	51
<b>Lampiran 10</b> Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD threshold Hill Plot WIKA .....	54
<b>Lampiran 11</b> Hasil Percobaan Threshold MRLP dan Hill Plot (WIKA).....	57
<b>Lampiran 12</b> Hasil Percobaan Threshold MRLP dan Hill Plot (WSKT) .....	58
<b>Lampiran 13</b> Hasil Percobaan Threshold MRLP dan Hill Plot (ADHI) .....	59
<b>Lampiran 14</b> Hasil Percobaan Threshold MRLP dan Hill Plot (PTPP) .....	60

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ekonomi suatu negara di era globalisasi dipengaruhi oleh komponen struktur ekonomi negara tersebut, termasuk pasar modal. Saat ini pasar modal merupakan *leading indicator* dari pembangunan ekonomi negara, dimana termasuk juga di Indonesia. Pasar modal adalah salah satu dari alternatif investasi jangka panjang yang memainkan peran penting dalam mengarahkan dan memobilisasi dana audiens ke sektor yang berbeda di mana mereka berinvestasi. Tujuan dari investasi adalah untuk meningkatkan kekayaan di masa depan. Aset-aset tersebut termasuk dalam bentuk ekuitas. Dalam melakukan investasi, seorang investor akan memilih untuk menginvestasikan dana pada perusahaan yang memberikan rasa aman pada investasinya. Pada tingkat keamanan tersebut, seorang investor memiliki ekspektasi pengembalian (*return*) yang sebesar-besarnya pada tingkat risiko tertentu (Nastiti, 2016). Menurut Suharli (2005) *return* dapat menjadi alat ukur kesejahteraan bagi para investor, termasuk bagi para pemegang saham. Pada dasarnya semakin besar *return* cenderung diikuti dengan tingkat risiko yang besar pula (*high return high risk, low return low risk*). Saham perusahaan yang *go public* atau tergabung dalam Bursa Efek Indonesia (BEI) cenderung memiliki tingkat risiko yang besar karena nilai saham yang dimiliki perusahaan tersebut sensitif terhadap perubahan-perubahan kondisi politik dan ekonomi (Murni, Affan, & Musnadi, 2014).

BEI memiliki sembilan sektor berdasarkan klasifikasi industri yang ditetapkan BEI, salah satunya adalah sektor infrastruktur. Sektor infrastruktur dibagi lagi menjadi beberapa subsektor, seperti subsektor konstruksi. Subsektor konstruksi selalu masuk ke dalam salah satu subsektor unggulan di Bursa Efek Indonesia. Selain karena pada adanya proyek pembangunan dari pemerintah yang masih sangat masif, subsektor konstruksi juga masih dapat berkembang luas dikarenakan masih adanya pembangunan yang belum merata pada daerah-daerah tertentu di Indonesia yang berujung dengan naiknya pendapatan perusahaan-perusahaan pada subsektor konstruksi. Oleh karena itu, prospek investasi pada subsektor konstruksi kedepannya masih sangat luas sehingga investor perlu memiliki pengetahuan mengenai manajemen risiko yang baik.

Pemahaman manajemen risiko yang baik akan mengarahkan investor kepada tujuan investasi yaitu mendapat keuntungan sebesar-besarnya. Salah satu cara yang dapat digunakan dalam mengestimasi risiko saham adalah metode *Value at Risk* (VaR). VaR merupakan alat ukur yang dapat menghitung kerugian terburuk yang dapat terjadi dengan mengetahui posisi asset dan tingkat kepercayaan akan terjadinya risiko (Jorion, 2001). Data deret waktu keuangan sebagian besar memiliki ekor distribusi yang gemuk (*heavy tail*) yaitu ekor distribusi turun secara lambat bila dibandingkan dengan distribusi normal. Hal ini menyebabkan peluang terjadinya nilai ekstrim yang dapat menyebabkan bencana keuangan. Untuk mengatasi adanya nilai ekstrem yang sering muncul pada data saham, perhitungan estimasi VaR dapat dikombinasikan dengan menggunakan pendekatan *Extreme Value Theory* (EVT) (Singh, Robert, & Allen, 2013). EVT memberi perhatian pada informasi kejadian-kejadian ekstrim berdasarkan nilai-nilai ekstrim yang diperoleh untuk membentuk fungsi sebaran dari nilai-nilai ekstrim tersebut. EVT berfokus pada perilaku daerah ekor (*tail*) dari suatu distribusi untuk menentukan probabilitas dari nilai-nilai ekstrim tanpa membuat asumsi tentang bentuk dari distribusi probabilitas dasar yang membentuk nilai-nilai ekstrim tersebut. Terdapat dua metode yang digunakan untuk mengidentifikasi pergerakan nilai ekstrim, yaitu *Block Maxima* (BM) dan *Peaks Over Threshold* (POT) (Kotz & Nadarajah, 2002).

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dilakukan estimasi risiko investasi saham subsektor konstruksi. Data yang digunakan adalah data *return* saham yang didapatkan dari harga penutupan saham empat perusahaan konstruksi Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dalam periode 30 Januari 2014 sampai dengan 08 Maret 2019. Data tersebut diperoleh dari *website* Yahoo Finance. Metode yang digunakan dalam mengestimasi risiko adalah *Value at Risk* (VaR) melalui pendekatan *Extreme Value Theory* (EVT) baik menggunakan *Block Maxima* atau *Peaks Over Threshold*. Pertimbangan menggunakan EVT ini dikarenakan nilai *return* saham mengandung data-data ekstrim. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh estimasi risiko investasi yang tepat pada saham perusahaan subsektor konstruksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik data *return* saham WIKA, WSKT, ADHI, dan PTPP?
2. Bagaimana estimasi risiko investasi dari empat perusahaan subsektor konstruksi menggunakan metode *Value at Risk* (VaR) dengan pendekatan *Extreme Value Theory* (EVT) baik menggunakan *Block Maxima* maupun *Peaks Over Threshold*?
3. Bagaimana perbandingan metode terbaik antara *Block Maxima* dan *Peaks Over Threshold* melalui *backtesting*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, didapat tujuan-tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik dari *return* saham WIKA, WSKT, ADHI, dan PTPP.
2. Mendapatkan estimasi risiko saham untuk WIKA, WSKT, ADHI, dan PTPP menggunakan metode *Value at Risk* (VaR) dengan pendekatan *Extreme Value Theory* (EVT) baik menggunakan *Block maxima* maupun *Peaks Over Threshold*.
3. Mengetahui perbandingan metode terbaik antara *Block Maxima* dan *Peaks Over Threshold* melalui *backtesting*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Manfaat bagi perusahaan untuk meningkatkan performa perusahaan dan juga menginformasikan adanya risiko keuangan yang dapat diantisipasi sehingga saham perusahaan akan dilirik oleh investor.
2. Manfaat bagi investor untuk menginformasikan risiko investasi serta proyeksi keuntungan pada saham-saham subsektor konstruksi yang diteliti.
3. Manfaat bagi akademisi sebagai bahan pembelajaran yang berkaitan dengan estimasi besarnya risiko dan *return* harga saham dengan menggunakan *Extreme Value Theory* (EVT) dalam menentukan *Value at Risk* (VaR).

## 1.5 Batasan Masalah

Data yang digunakan adalah data harga saham empat perusahaan konstruksi Badan Usaha Milik Negara (BUMN) pada BEI yaitu PT. Wijaya Karya Tbk. (WIKA), PT. Waskita Karya Tbk. (WSKT), PT. Adhi Karya Tbk. (ADHI), dan PT. PP (Persero) Tbk. (PTPP). Penentuan nilai *threshold* pada metode *Peaks Over Threshold* menggunakan metode *Hill Plot* dan *Mean Residual Life Plot*.







## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait dengan pendekatan EVT yaitu Dharmawan (2012) melakukan perhitungan VaR dengan menggunakan pendekatan EVT yang diaplikasikan pada data IHSG tahun 2007 sampai dengan tahun 2012. Selanjutnya Sodiq (2012) menerapkan VaR dengan pendekatan EVT pada data klaim asuransi. Nastiti (2016) menggunakan metode VaR pada data saham dengan dua pendekatan yang berbeda, yaitu ARMA-GARCH dan EVT (*Block Maxima*) menghasilkan kesimpulan bahwa VaR dengan pendekatan EVT memberikan hasil yang lebih baik. Selain itu Cifter (2011) melakukan perhitungan VaR dengan pendekatan EWMA, ARMA-GARCH, dan EVT (POT) didapatkan kesimpulan bahwa pendekatan EVT (POT) memberikan hasil yang terbaik.

### 2.2 Return Saham

*Return* saham adalah hasil keuntungan atau kerugian dari aktivitas investasi yang dilakukan oleh investor berupa *capital gain/capital loss* atau deviden. *Capital gain/capital loss* merupakan hasil yang diperoleh dari pergerakan harga saham pada periode tertentu sedangkan deviden merupakan bagi hasil keuntungan perusahaan kepada investornya. *Return* saham dapat dibagi menjadi dua yaitu *expected return* dan *realized return*. *Expected return* merupakan besarnya *return* yang diharapkan oleh seorang investor sedangkan *realized return* adalah *return* yang sudah diterima oleh investor karena sudah menjual sahamnya. Semakin besar *return* yang diharapkan, semakin besar pula tingkat risiko yang didapatkan. Nilai *return* saham dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Franke, Hardle & Hafner, 2015).

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2.1)$$

dengan  $R_t$  = nilai *return* pada waktu ke-t

$P_t$  = harga saham pada waktu ke-t

$P_{t-1}$  = harga saham pada waktu ke-(t-1)

### 2.3 Extreme Value Theory (EVT)

EVT merupakan salah satu metode statistika yang digunakan untuk mempelajari bagaimana perilaku ekor (*tail*) suatu distribusi dari data yang mengandung nilai ekstrim. Metode EVT berfokus pada perilaku ekor (*tail*) suatu distribusi untuk menentukan probabilitas nilai-nilai ekstrim pada data *heavy tail* yang tidak dapat dilakukan dengan pendekatan biasa. Metode EVT biasanya digunakan untuk memodelkan kejadian-kejadian yang bersifat ekstrim, seperti kerugian yang jarang terjadi namun memiliki dampak yang sangat besar. EVT telah lama diterapkan dalam berbagai bidang ilmu, antara lain: klimatologi, hidrologi, teori reliabilitas, maupun bidang finansial. Dalam mengidentifikasi pergerakan nilai ekstrim terdapat dua pendekatan yang digunakan. Pendekatan pertama yaitu metode *Block maxima* (BM) yaitu mengambil nilai maksimum dalam satu periode, sedangkan metode kedua yaitu metode *Peaks Over Threshold* (POT) yaitu mengambil nilai-nilai yang melewati suatu nilai *threshold* (McNeil, 1999).

### 2.4 Block Maxima (BM)

Metode *Block maxima* adalah metode yang dapat mengidentifikasi nilai ekstrim berdasarkan nilai tertinggi data observasi yang dikelompokkan berdasarkan periode tertentu. Metode ini membagi data dalam blok-blok periode waktu tertentu, misalnya bulanan, triwulanan, semester atau tahunan. Setiap blok periode yang terbentuk selanjutnya ditentukan

nilai yang paling tinggi. Data yang paling tinggi dimasukkan dalam sampel karena nilai inilah yang merupakan nilai ekstrim pada suatu periode tertentu (Coles, 2001).

Menurut Prang (2006), metode *Block Maxima* mengaplikasikan teorema Fisher-Tippet, Gnedenko (1928) bahwa data bernilai ekstrim yang diambil dari metode *Block Maxima* mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) yang memiliki fungsi distribusi kumulatif (cdf) sebagai berikut.

$$F(x) = \begin{cases} \exp\left(-\left[\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{\frac{1}{\xi}}\right]\right) & , \quad -\infty \leq x < \mu - \frac{\sigma}{\xi} \text{ jika } \xi < 0 \\ \exp\left[-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{\frac{1}{\xi}}\right] & , \quad \mu - \frac{\sigma}{\xi} \leq x < \infty \text{ jika } \xi > 0 \\ \exp\left(-\exp\left[-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]\right) & , \quad -\infty \leq x < \infty \text{ jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

dengan  $1 + \xi \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) > 0$ ;  $-\infty < \mu < \infty$ ;  $\sigma > 0$ ;  $-\infty < \xi < \infty$

dimana:

$\xi$  = parameter bentuk (*shape*)

$\mu$  = parameter lokasi

$\sigma$  = parameter skala

GEV dibagi menjadi tiga tipe yang dibedakan dari nilai parameter bentuk. Tipe 1 berdistribusi Gumbel dimana nilai  $\xi = 0$ , Tipe 2 berdistribusi Frechet dimana  $\xi > 0$ , dan Tipe 3 berdistribusi Weibull dimana nilai  $\xi < 0$  (McNeill, 1999). Semakin besar nilai  $\xi$ , maka distribusi akan memiliki ekor yang semakin berat sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi Frechet memiliki ekor yang paling gemuk diantara dua distribusi lainnya (Djanggal, 2010).

## 2.5 Peaks Over Threshold

Coles (2001) dalam *Extreme Value Theory* menjelaskan bahwa metode *Peaks Over Threshold* (POT) mengidentifikasi nilai ekstrim dengan menetapkan nilai *threshold* tertentu dan tidak menghiraukan waktu terjadinya sebuah kejadian (*event*). Nilai ekstrim yang ada pada metode POT merupakan data yang nilainya diatas *threshold* tersebut. Berbeda dengan *Block Maxima*, metode POT mengaplikasikan *Picklands-Dalkema-De Hann Theorem* yang menyatakan bahwa semakin besar nilai *threshold* ( $u$ ), maka distribusi untuk data yang berada diatas *threshold* ( $u$ ) akan mengikuti distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD) yang memiliki fungsi distribusi kumulatif sebagai berikut.

$$F(y) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \xi \frac{y}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & , \quad 0 \leq y < -\frac{\sigma}{\xi} \text{ jika } \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{y}{\sigma}\right) & , \quad 0 \leq y < \infty \text{ jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

dengan  $1 + \frac{\xi y}{\sigma} > 0$ ;  $x > u$ ;  $y = x - u$ ;  $\sigma > 0$ ;  $-\infty < \xi < \infty$

dimana:

$\xi$  = parameter bentuk (*shape*)

$\sigma$  = parameter skala

Sama seperti GEV, GPD dibagi menjadi tiga tipe yang dibedakan dari nilai parameter bentuk. Tipe 1 berdistribusi Eksponensial dimana nilai  $\xi = 0$ , Tipe 2 berdistribusi Pareto dimana nilai  $\xi > 0$ , dan Tipe 3 berdistribusi Beta dimana nilai  $\xi < 0$  (McNeill, 1999). Sama seperti GEV, semakin besar nilai  $\xi$ , maka distribusi akan memiliki ekor yang semakin berat dan dapat disimpulkan bahwa distribusi Pareto memiliki ekor yang paling gemuk diantara dua distribusi lainnya (Djonggala, 2010).

### 2.5.1 Mean Residual Life Plot

$$e(u) = E(x - u | x > u) = \frac{\sigma_u + \xi u}{1 - \xi}, \quad \xi < 1 \quad (2.4)$$

*Mean Residual Life Plot* menentukan *threshold* menggunakan ekspektasi dari data yang memiliki nilai residual pada GPD.

dimana  $u$  merupakan *threshold*,  $\xi$  merupakan parameter bentuk, dan  $\sigma_u$  merupakan parameter skala yang sesuai dengan *threshold*. Kondisi  $\xi < 1$  didefinisikan untuk menjamin keberadaan dari ekspektasi tersebut. Persamaan (2.4) menunjukkan bahwa ekspektasi dari nilai lebih adalah *linear* dalam  $u$  dengan gradien  $\xi/(1 - \xi)$  dengan *intercept*  $\sigma_u/(1 - \xi)$ . Untuk himpunan sampel  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , estimasi empiris dari rata-rata nilai lebih dapat diperoleh dengan formula sebagai berikut.

$$e_n(u) = \frac{1}{N_u} \sum_{i=1}^{N_u} (X_i - u), \quad X_i > u \quad (2.5)$$

dimana  $N_u$  melambangkan jumlah data yang melebihi  $u$ . Himpunan data  $\{u, e_n(u)\}$  melambangkan MRLP. Secara umum, nilai dari  $u$  diatas dimana plot mendekati garis lurus dapat dipilih sebagai *threshold* yang optimal (Davison & Smith, 1990).

### 2.5.2 Hill Plot

*Hill Plot* adalah fungsi variabel random ekstrem  $(X_{(1,n)}, X_{(2,n)}, \dots, X_{(k,n)})$  dimana bergantung dengan *threshold* yang dipilih. Sebuah plot *Hill* dibangun oleh *Hill plot* yang memiliki rentang nilai  $k$  versus nilai  $k$  atau ambang batas. Nilai  $X_{(k,n)}$  diatas dimana *Hill Plot* yang cenderung stabil dapat dipilih menjadi *threshold* yang optimal. Berikut formula untuk *Hill Plot* (Brilhante, Gomes & Pestana, 2013).

$$H_{k,n} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \log \left( \frac{X_{(i,n)}}{X_{(k,n)}} \right), \quad k \leq n \quad (2.6)$$

## 2.6 Estimasi Parameter Generalized Extreme Value (GEV)

Estimasi parameter distribusi *Generalized Extreme Value* dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dimana MLE merupakan metode estimasi yang memaksimalkan fungsi *likelihood* dalam mendapatkan parameternya. Fleksibilitas dalam menentukan fungsi *likelihood* ini yang memberikan kemudahan dalam mengestimasi parameter. Berikut merupakan tahapan estimasi parameter menggunakan MLE:

1. Mengambil  $n$  sampel random  $x_1, x_2, \dots, x_n$   
 $x_i \sim f(x_i, (\mu, \xi, \sigma)), \quad i = 1, 2, \dots, n$
2. Membuat fungsi *likelihood*  
 Fungsi *likelihood* merupakan fungsi peluang bersama dari  $x_1, x_2, \dots, x_n$

$$L((\mu, \xi, \sigma) | x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n, (\mu, \xi, \sigma)) \quad (2.7)$$

$$= \prod_{i=1}^n f(x_i, (\mu, \xi, \sigma))$$

3. Membuat fungsi *likelihood*

$$L(\mu, \xi, \sigma) = \left(\frac{1}{n}\right)^n \prod_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}-1} \exp\left(-\sum_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right) \quad (2.8)$$

4. Membuat fungsi *ln likelihood*

$$\ln L(\mu, \xi, \sigma) = -\ln(\sigma) - \left(\frac{1}{\sigma} + 1\right) \sum_{i=1}^n \ln \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right] - \sum_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right] \quad (2.9)$$

5. Memaksimalkan fungsi *ln likelihood*

$$\frac{\partial \ln L(\mu, \xi, \sigma)}{\partial \mu} = \left(\frac{1 + \xi}{\sigma}\right) \sum_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{-1} - \frac{1}{\sigma} \sum_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}-1} = 0 \quad (2.10)$$

$$\frac{\partial \ln L(\mu, \xi, \sigma)}{\partial \sigma} = -\frac{n}{\sigma} + (1 + \xi) \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma^2}\right) \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{-1} - \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma^2}\right) \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\sigma}-1} = 0 \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\mu, \xi, \sigma)}{\partial \xi} &= \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right] - \left(\frac{1}{\xi} + 1\right) \sum_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right] \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right) \\ &\quad - \sum_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}} \\ &\quad \sum_{i=1}^n \left[ \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right] - \frac{1}{\xi} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)}{1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)}\right) \right] = 0 \end{aligned} \quad (2.12)$$

Untuk mendapatkan fungsi-fungs diatas, diperlukan Matriks Hessian dikarenakan persamaan tidak dapat diturunkan secara manual karena parameter-parameter pada GEV merupakan parameter tidak *closed form*. Beberapa syarat diperlukan dalam penurunan fungsi seperti sebagai berikut.

Syarat perlu  $\frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta} = 0$  sehingga diperoleh  $\hat{\theta}$

Syarat cukup  $\frac{\partial^2 \ln L(\theta)}{\partial \theta \partial \theta^T} = H(\theta)$  disebut matriks Hessian

$\theta$  memaksimalkan  $L(\theta)$  dengan syarat  $H(\hat{\theta})$  definit positif

Salah satu metode yang digunakan untuk dilakukannya analisis numerik adalah metode *Newton Raphson* dimana jika  $g(\theta)$  adalah vektor turunan pertama dari  $L(\xi, \sigma, x)$  dan  $H(\theta)$  adalah matriks *Hessian* yaitu matriks dari turunan kedua dari fungsi *ln likelihood*. Persamaan umum *Newton Raphson* adalah sebagai berikut.

$$\theta_{I+1} = \theta_I - g(\theta_I)H^{-1}(\theta_I) \quad (2.13)$$

Iterasi berhenti apabila  $|\theta_{I+1} - \theta_I| < \varepsilon$ , dimana nilai dari  $\varepsilon$  adalah bilangan yang sangat kecil.

## 2.7 Estimasi Parameter Generalized Pareto Distribution (GPD)

Estimasi parameter distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD) juga dapat dilakukan dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) sama seperti GEV. Berikut tahapan estimasi parameter menggunakan MLE.

1. Mengambil  $n$  sampel random  $x_1, x_2, \dots, x_n$  dengan cara mengambil data-data yang memiliki nilai yang melebihi *threshold* yang telah ditentukan
2. Membentuk *probability density function* (pdf) untuk distribusi GPD

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left(1 + \xi \frac{y}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}-1}, & \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\frac{y}{\sigma}\right), & \xi = 0 \end{cases} \quad (2.14)$$

3. Membuat fungsi *likelihood* untuk GPD sebagai berikut.

$$L(y, \xi, \sigma) = \left(\frac{1}{\sigma}\right)^n \prod_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{y}{\sigma}\right)\right]^{-\frac{1}{\sigma}-1} \quad (2.15)$$

4. Membentuk persamaan logaritma natural (*ln likelihood*) untuk distribusi GPD seperti persamaan berikut.

$$\ln L(y, \xi, \sigma) = -n \ln \sigma - \left(\frac{1}{\xi} + 1\right) \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi(y)}{\sigma}\right) \quad (2.16)$$

5. Memaksimalkan *ln likelihood* dengan mencari turunan pertama terhadap parameter distribusi  $(\mu, \sigma, \xi)$ . Berikut merupakan hasil dari turunan pertama dari *ln likelihood* untuk  $\xi \neq 0$ .

$$\frac{\partial \ln L(y, \sigma, \xi)}{\partial \mu} = \left(\frac{1 + \xi}{\sigma}\right) \sum_{i=1}^n \left(1 + \xi \left(\frac{y}{\sigma}\right)\right)^{-1} = 0 \quad (2.17)$$

$$\frac{\partial \ln L(y, \sigma, \xi)}{\partial \sigma} = -\frac{n}{\sigma} + (1 + \xi) \sum_{i=1}^n \left(\frac{y}{\sigma^2}\right) \left(1 + \xi \left(\frac{y}{\sigma}\right)\right)^{-1} = 0 \quad (2.18)$$

$$\frac{\partial \ln L(y, \sigma, \xi)}{\partial \xi} = \left(\frac{1}{\xi^2}\right) \sum_{i=1}^n \ln \left\{1 + \xi \left(\frac{y}{\sigma}\right)\right\} - \left(\frac{1}{\xi} + 1\right) \quad (2.19)$$

$$\sum_{i=1}^n \left(1 + \xi \left(\frac{y}{\sigma}\right)\right) 1 + \xi \left(\frac{y}{\sigma}\right) = 0$$

## 2.8 Mann Kendall Trend Test

*Mann Kendall Trend Test* berguna untuk mengetahui adanya suatu pola atau tren pada suatu seri data (Indiarto & Diniardi, 2011). Hipotesis yang digunakan dalam uji ini adalah sebagai berikut.

$H_0: S = 0$  (Tidak ada pola tren pada sampel nilai ekstrem)

$H_1: S \neq 0$  (Terdapat tren pada sampel nilai ekstrem)

dimana  $S$  merupakan uji statistic kecenderungan. Langkah perhitungan  $S$  adalah sebagai berikut.

1. Mengurutkan data  $x_1, x_2, \dots, x_n$  berdasarkan periode  $t = 1, 2, \dots, n$
2. Menentukan  $x_j - x_k$  dimana  $j > k$ ;  $j = t + 1$  sampai  $n$ ;  $k = t$  sampai  $n - 1$
3. Memberikan nilai peringkat dengan ketentuan sebagai berikut.

$$sgn(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & x_j - x_k > 0 \\ 0 & x_j - x_k = 0 \\ -1 & x_j - x_k < 0 \end{cases}$$

4. Menghitung nilai  $S$  dan  $Var(S)$  dengan rumus sebagai berikut.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n sgn(x_j - x_k) \quad (2.20)$$

$$Var(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^g q_i(q_i-1)(2q_i+5)] \quad (2.21)$$

Statistik uji yang digunakan pada uji *Mann Kendall Trend Test* adalah sebagai berikut.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)^{0,5}}} & ; S > 0 \\ 0 & ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)^{0,5}}} & ; S < 0 \end{cases} \quad (2.22)$$

Jika nilai  $|Z| < Z_{\alpha/2}$  atau  $P\text{-value} < \alpha$  maka menghasilkan keputusan tolak  $H_0$  dimana terdapat tren pada sampel nilai ekstrem. Jika seri data tidak memiliki tren, maka digunakan GEV atau GPD stasioner.

## 2.9 Uji Kesesuaian Distribusi (Goodness of Fit Test)

Uji kesesuaian distribusi digunakan untuk menunjukkan adanya kesesuaian distribusi secara teoritis. Uji kesesuaian distribusi dapat dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* dilakukan dengan menyesuaikan fungsi distribusi empiris  $S(x)$  dengan distribusi teoritis  $F_0(x)$  dengan hipotesis uji sebagai berikut:

$H_0: F(x) = F_0(x)$  (Data  $F(x)$  mengikuti distribusi teoritis  $F_0(x)$ )

$H_1: F(x) \neq F_0(x)$  (Data  $F(x)$  tidak mengikuti distribusi teoritis  $F_0(x)$ )

Statistik uji yang digunakan pada uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut.

$$D_{hitung} = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.23)$$

dimana:

$S(x)$  : nilai kumulatif distribusi empiris

$F(x)$  : fungsi distribusi kumulatif

$F_0(x)$  : nilai kumulatif distribusi kumulatif

Jika  $D_{hitung} > D_{tabel}$ , maka uji *Kolmogorov-Smirnov* akan menghasilkan keputusan tolak  $H_0$  dimana data  $F(x)$  tidak mengikuti distribusi teoritis  $F_0(x)$  (Daniel, 1989).

## 2.10 Value at Risk

*Value at Risk* didefinisikan sebagai nilai harapan kerugian maksimum (*maximum expected loss*) dari nilai suatu aset pada periode tertentu dan pada tingkat kepercayaan tertentu (Gilli & Kellezi, 2006). VaR merupakan konsep perhitungan risiko yang terjadi akibat perkembangan konsep kurva normal dan VaR memiliki dua jenis yaitu VaR positif dan VaR negatif dimana jika nilai VaR positif menunjukkan bahwa kegiatan investasi mendapatkan keuntungan dan sebaliknya, jika VaR bernilai negatif menunjukkan bahwa kegiatan investasi mengalami kerugian. Besar keuntungan yang didapatkan dari kegiatan investasi selaras dengan risiko investasi yang diperoleh (Chan & Wong, 2008). Menurut Gilli & Kellezi (2006), dapat diperoleh nilai VaR dengan metode GEV dengan rumus sebagai berikut:

$$VaR_{p(GEV)} = \hat{\mu} + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\xi}} [(-\ln(1-p))^{-\hat{\xi}} - 1] \quad (2.24)$$

sedangkan untuk nilai VaR dengan metode GPD dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$VaR_{p(GPD)} = u + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\xi}} \left[ \left( \frac{n}{Nu} \times p \right)^{-\hat{\xi}} - 1 \right] \quad (2.25)$$

dimana  $Nu$  merupakan banyaknya pengamatan yang melebihi *threshold* dan  $p$  merupakan persen kuantil (Marimotou, Raggad, & Trabelsi, 2009).

## 2.11 Backtesting

Pengujian validitas atau *backtesting* merupakan pengujian secara berurutan dari model yang digunakan terhadap keadaan sebenarnya untuk menguji ketepatan dari model prediksi yang telah ditetapkan sebelumnya. Model yang dihasilkan akan dibandingkan dengan model yang sebenarnya dalam periode tertentu. Hasil model yang didapat dari *backtesting* digunakan untuk memvalidasi model yang dihasilkan dan manajemen risiko (Cruz, 2002). Perhitungan *backtesting* dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

$$I_{\tau,t} = \begin{cases} 1, & r_t < -VaR_{\tau,t} \\ 0, & r_t \geq -VaR_{\tau,t} \end{cases} \quad (2.26)$$

Model VaR dikatakan tidak akurat jika nilai estimasi yang dihasilkan lebih besar atau lebih kecil dibanding dengan nilai *realized return* pada periode  $(t + 1)$ .

Untuk menghitung risiko kerugian yang melebihi VaR, digunakan *Expected Shortfall* (ES). ES didefinisikan sebagai ekspektasi ukuran risiko yang nilainya diatas VaR (Saepudin & Santoso, 2017). Nilai ES ini akan diambil selisihnya dengan alfa ( $\alpha$ ). Metode dengan selisih terkecil dianggap menjadi metode yang memiliki akurasi lebih tinggi pada perhitungan VaR. Perhitungan ES dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$ES_{(1-\alpha)}(R) = \frac{1}{\alpha} \int_{-\infty}^{VaR_{(1-\alpha)}} xf(x) dx \quad (2.27)$$

Dimana,  $f(x)$  merupakan pdf dari distribusi yang digunakan.

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*







## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa harga penutupan (*closing price*) harian pada periode 30 Januari 2014 sampai dengan 08 Maret 2019 dimana data diperoleh dari *website* finance.yahoo.com. Harga penutupan dipilih dikarenakan harga tersebut merupakan harga yang dijadikan penentuan harga pembukaan hari berikutnya. Untuk variabel penelitian dan struktur data yang digunakan pada penelitian ada pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 berikut ini.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala
$Z_1$	<i>Return</i> saham WIKA	Rasio
$Z_2$	<i>Return</i> saham WSKT	Rasio
$Z_3$	<i>Return</i> saham ADHI	Rasio
$Z_4$	<i>Return</i> saham PTPP	Rasio

**Tabel 3.2** Struktur Data

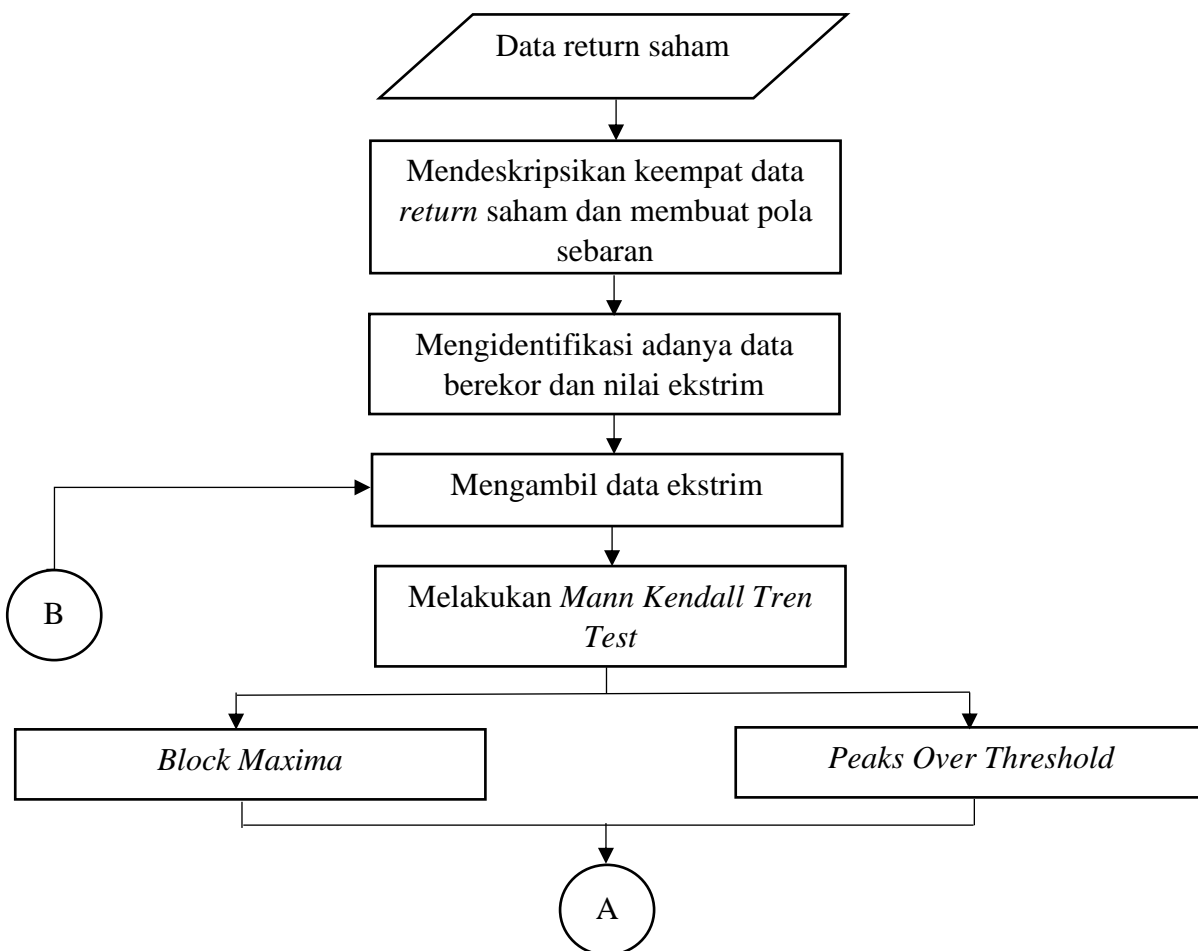
Tanggal	$Z_{1,t}$	$Z_{2,t}$	$Z_{3,t}$	$Z_{4,t}$
01/03/2013	$Z_{1,1}$	$Z_{2,1}$	$Z_{3,1}$	$Z_{4,1}$
02/03/2013	$Z_{1,2}$	$Z_{2,2}$	$Z_{3,2}$	$Z_{4,2}$
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
27/02/2020	$Z_{1,1754}$	$Z_{2,1754}$	$Z_{3,1754}$	$Z_{4,1754}$
28/02/2020	$Z_{1,1755}$	$Z_{2,1755}$	$Z_{3,1755}$	$Z_{4,1755}$

### 3.2 Langkah Analisis

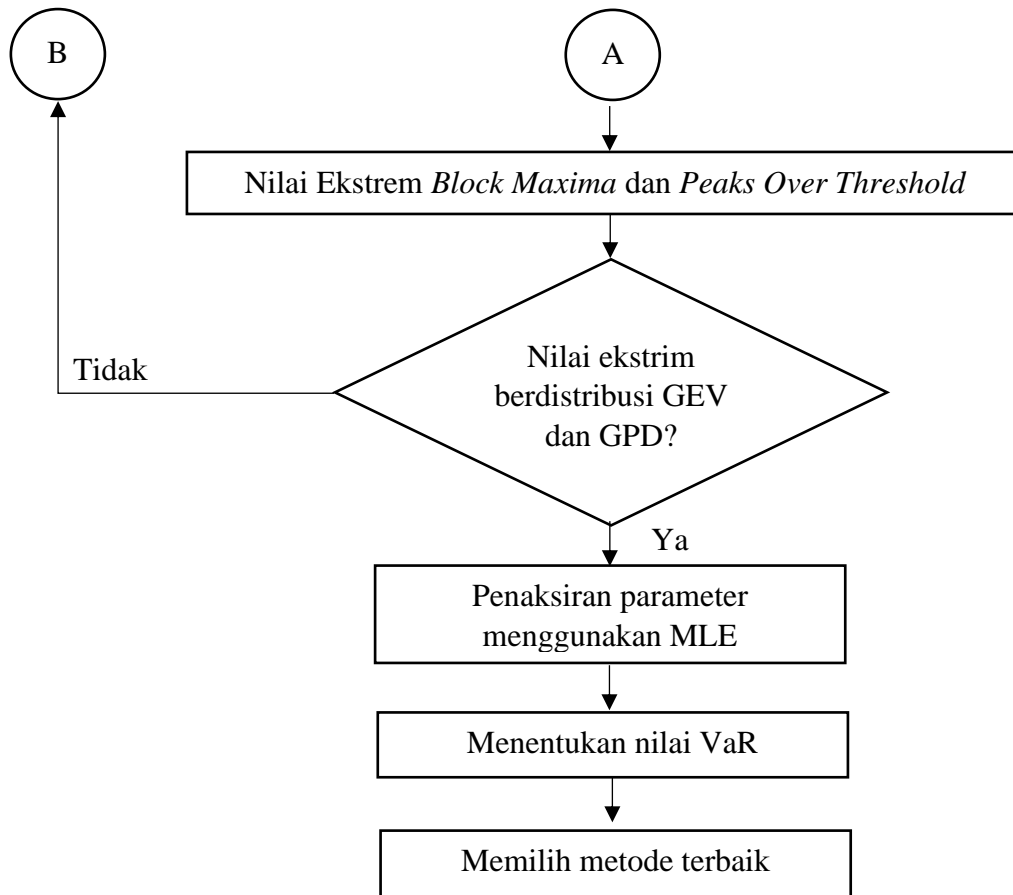
Tahapan analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan-tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Langkah analisis statistika deskriptif.
  - a. Menghitung nilai return saham dengan persamaan.
  - b. Mendeskripsikan return perusahaan WIKA, WSKT, ADHI, dan PTPP. Data return dideskripsikan dengan menggunakan statistika deskriptif baik untuk ukuran pemusatan maupun ukuran penyebaran data.
  - c. Membuat *time series* plot untuk mengetahui pola data dari akhir Januari tahun 2014 hingga Maret 2019.
  - d. Mengidentifikasi adanya *heavy tail* pada data return dengan menggunakan histogram.
2. Langkah analisis risiko untuk pendekatan EVT.
  - a. Pengambilan data ekstrim dengan metode *Block Maxima* adalah dengan membuat blok-blok pada data return. Satu blok terdiri dari 5 transaksi (5 data return). Setelah blok terbentuk maka dapat menentukan nilai-nilai yang paling tinggi disetiap blok yang digunakan untuk analisis.
  - b. Pemeriksaan kesesuaian distribusi menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Apabila data tidak memenuhi distribusi GEV maka dilakukan treatment pada

- data ekstrim dengan cara mengubah data per blok, atau dengan menambah atau mengurangi jumlah data. Menaksir parameter lokasi, parameter skala, dan parameter bentuk menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).
- c. Menentukan nilai *Value at Risk* untuk masing-masing perusahaan
  - d. Untuk pengambilan data ekstrim dengan metode *Peaks over threshold* dengan mengurutkan data dari terbesar hingga yang terkecil. Kemudian menentukan *threshold* pada data dengan menggunakan metode *Hill Method* dan *Mean Residual Life Plot*. Setelah *threshold* ditentukan maka dipilih data return saham yang melebihi *threshold* untuk dilakukan analisis.
  - e. Pemeriksaan kesesuaian distribusi GPD menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov
  - f. Menaksir parameter skala dan parameter bentuk menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).
  - g. Menentukan nilai *Value at Risk* untuk masing-masing perusahaan.
3. Langkah pemilihan metode terbaik.  
Membandingkan nilai akurasi antara metode *Block Maxima* dan metode *Peaks over Threshold* dengan melihat hasil dari *backtesting*.
- Tahapan proses penelitian berdasarkan langkahnya dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*



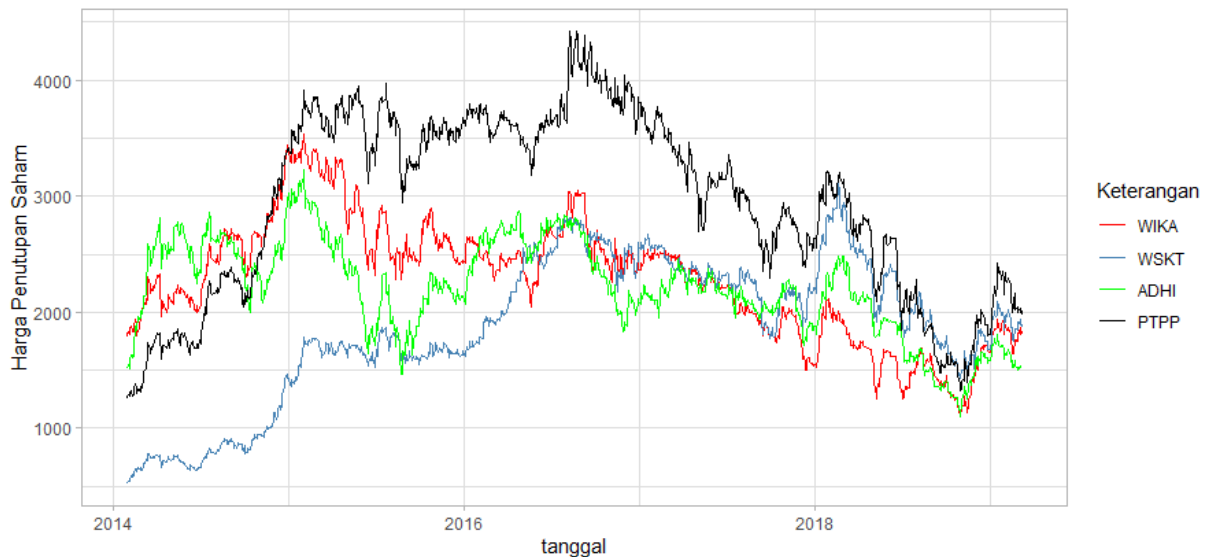




## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Saham Perusahaan Subsektor Konstruksi

Dalam perhitungan risiko, harga dasar yang digunakan dalam penghitungan adalah harga penutupan saham pada akhir sesi transaksi di pasar modal. Perubahan harga saham pada saat penutupan dipengaruhi oleh volume transaksi saham pada hari tersebut. Untuk mengetahui pergerakan harga penutupan saham harian dalam periode tertentu secara visual, dapat digunakan *time series plot* dimana pada plot tersebut arah pergerakan harga penutupan saham terlihat lebih mudah dipahami. Berikut adalah *time series plot* harga penutupan saham harian ke-empat saham subsektor konstruksi yang digunakan dalam penelitian.



**Gambar 4.1** Time Series Plot Harga Penutupan Saham

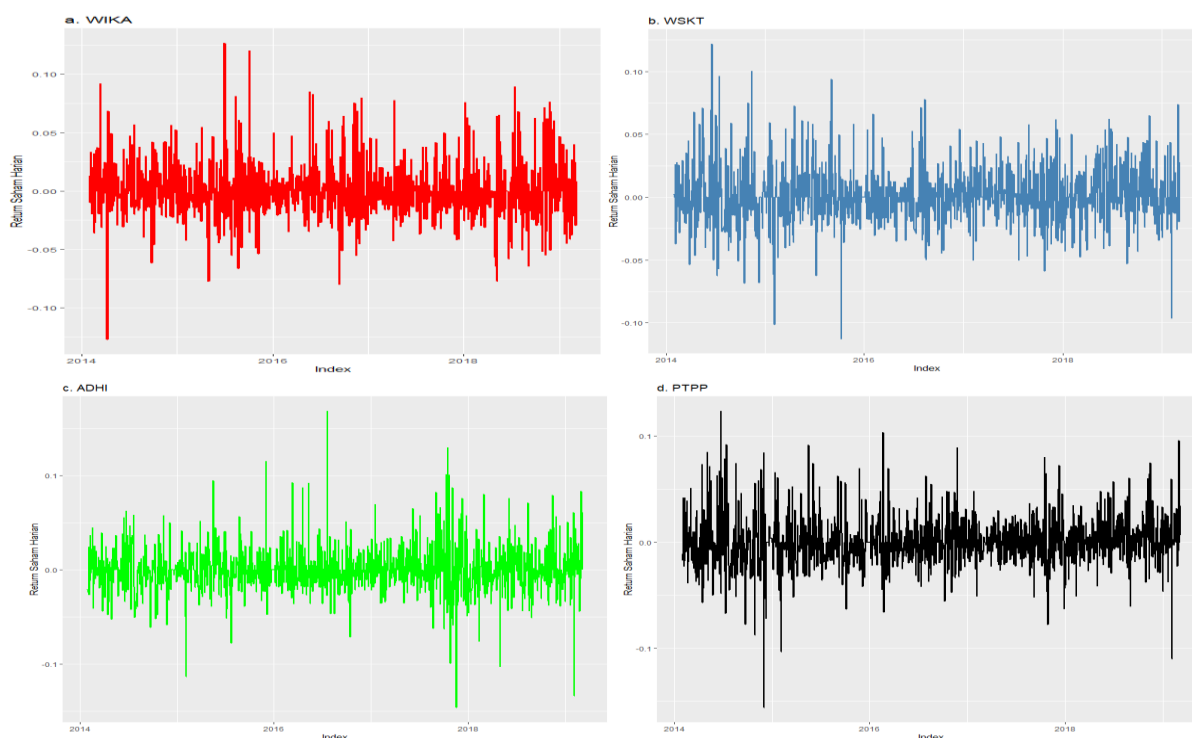
Pada Gambar 4.1, dapat diketahui bahwa harga penutupan saham harian dari ke-empat saham konstruksi tidak berbeda terlalu jauh dan cenderung memiliki pola pergerakan harga saham yang sama. Harga ke-empat saham sub sektor konstruksi secara bersamaan mengalami kenaikan pada tahun pertengahan tahun 2014 sampai dengan pertengahan 2016 dikarenakan adanya pembangunan tol Trans Jawa. Hal ini juga didukung oleh peningkatan anggaran pembangunan yang meningkat dari tahun ke tahun. Setelah periode *bullish* (harga naik) tersebut, harga saham cenderung mengalami penurunan harga saham karena harga saham konstruksi sudah naik cukup tinggi akibat sentimen positif atas gencarnya pemerintah melakukan pembangunan sehingga pergerakan harga cenderung mengalami koreksi. Pada periode *bullish* tersebut juga terlihat bahwa pada tahun 2015 pertumbuhan harga saham cenderung stagnan dikarenakan melambatnya pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Melambatnya pertumbuhan ekonomi di Indonesia juga ada pada tahun 2017-2019 awal yang mengakibatkan harga saham di IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) mengalami fase stagnan cenderung koreksi. Untuk karakteristik harga ke-empat saham sub sektor konstruksi secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif Harga Penutupan Saham

	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP
Mean	2267,00	1871,10	2196,00	2922,00
Median	2357,00	1895,00	2200,00	3075,00
Variance	269467,60	370686,70	172630,90	626777,70
Minimum	1100,00	526,40	1105,00	1250,00
Maximum	3533,00	3110,00	3224,00	4420,00

Terlihat pada Tabel 4.1 bahwa harga penutupan saham ADHI memiliki harga yang relatif stabil dibanding ketiga perusahaan subsektor konstruksi lainnya. Hal ini ditunjukkan dari rentang harga penutupan saham yang bergerak pada harga Rp1.105,00 sampai Rp3.224,00, rentang harga yang lebih pendek dari ketiga perusahaan subsektor konstruksi lainnya. Oleh karena itu, harga penutupan saham ADHI memiliki varians terkecil dibanding yang lainnya. Untuk varians terbesar dimiliki oleh PTPP yang juga memiliki rentang harga paling panjang dibanding ketiga perusahaan subsektor konstruksi lainnya. Untuk harga rata-rata penutupan saham tertinggi dimiliki oleh PTPP dengan harga Rp2.922,00, lebih banyak Rp655,00 dibanding dengan perusahaan dengan harga rata-rata tertinggi kedua yaitu WIKA. Untuk harga rata-rata penutupan saham terendah dimiliki oleh WSKT dengan harga Rp1.871,10, lebih rendah Rp324,90 dibanding dengan perusahaan dengan harga rata-rata terendah kedua yaitu ADHI.

*Return* merupakan alasan utama untuk melakukan investasi dimana investor mengharapkan nilai *return* yang tinggi dengan nilai risiko yang kecil, bertentangan dengan konsep dalam investasi dimana semakin tinggi nilai *return* maka semakin besar pula nilai risiko pada investasi tersebut. Berikut merupakan *time series plot* dari *return* ke-empat saham sub sektor konstruksi yang diteliti yang ditampilkan pada Gambar 4.2.



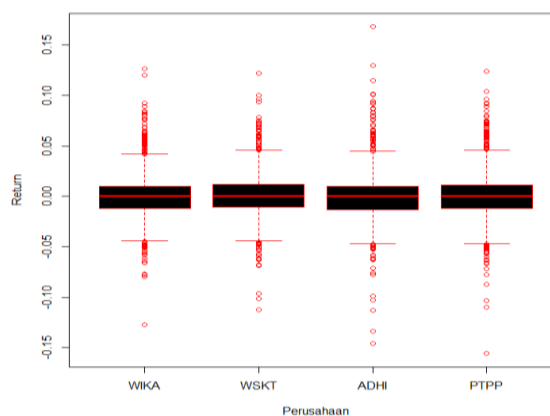
**Gambar 4.2** Time Series Plot Return Saham

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa *return* ke-empat saham perusahaan subsektor konstruksi memiliki pola yang berbeda-beda pada setiap periodenya. Secara visual dapat dilihat bahwa WSKT memiliki volatilitas terendah ditunjukkan dengan pendeknya pergerakan *return* hariannya kecuali beberapa waktu tertentu dan untuk volatilitas tertinggi ada pada ADHI dimana pergerakan rentang *return* hariannya cukup panjang. Persamaan pada plot rentang waktu *return* ini adalah ke-empatnya memiliki *return* yang ekstrem pada periode tertentu yang disebabkan oleh adanya kejadian-kejadian yang terjadi baik di dalam internal perusahaan maupun yang berasal dari luar perusahaan. Untuk statistika deskriptif dari *return* saham dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2** Statistika Deskriptif *Return* Saham

	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP
Mean	0,0002702	0,0010660	0,0000807	0,0006034
Variance	0,0005251	0,0004987	0,0006083	0,0005764
Minimum	-0,127048	-0,112676	-0,146100	-0,155963
Maximum	0,126457	0,121795	0,168000	0,123494

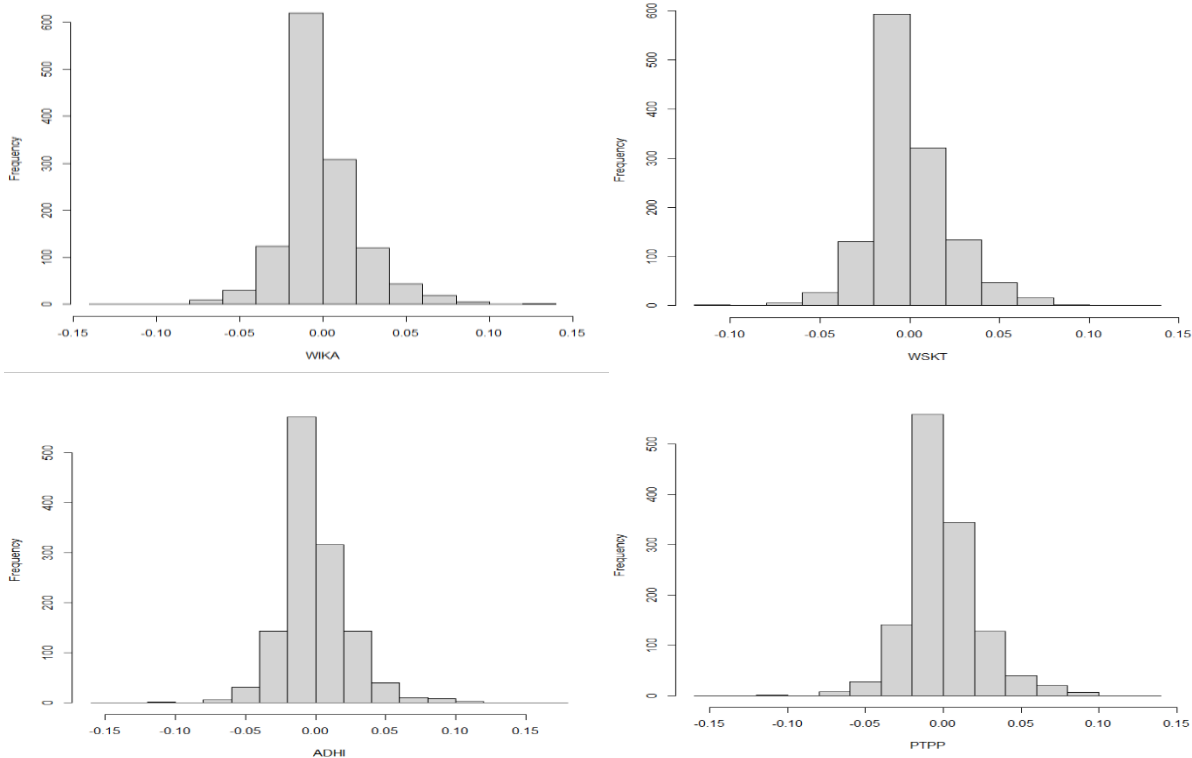
Dari Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa WSKT memiliki rata-rata *return* paling tinggi dibanding ketiga saham lainnya yaitu sebesar 0,0010660 dan ADHI merupakan perusahaan yang memiliki rata-rata *return* paling kecil bahkan mendekati 0 yaitu sebesar 0,0000807. Varians *return* terkecil juga dimiliki oleh WSKT sebesar 0,0004987 yang berarti saham tersebut tidak mengalami perubahan secara signifikan dari waktu ke waktu. Disamping memiliki rata-rata *return* terkecil, ADHI juga memiliki varians terbesar dimana pada saham tersebut terjadi kenaikan atau penurunan harga secara signifikan. Dari ke-empat saham ini, rentang nilai rata-rata *return* maksimal dan minimal terpendek dimiliki oleh ADHI. Sebagian besar kajian mengenai data keuangan diketahui memiliki ekor distribusi yang panjang dimana data cenderung memiliki banyak *outlier* dengan nilai yang sangat tinggi. Hal mengakibatkan peluang terjadinya nilai ekstrem lebih besar dari distribusi normal sehingga diperlukan identifikasi awal pada ke-empat data *return* saham perusahaan sub sektor konstruksi untuk melihat apakah ada nilai ekstrem pada data *return* saham. Untuk mengidentifikasinya dapat menggunakan visualisasi dengan *boxplot* dan histogram yang hasilnya dapat diketahui melalui Gambar 4.3 dan Gambar 4.4



**Gambar 4.3** *Boxplot* Nilai *Return* Saham

Pada Gambar 4.3, secara visual dapat diketahui bahwa ke-empat nilai *return* saham memiliki nilai-nilai yang ekstrem. Nilai-nilai ekstrem tersebut ditunjukkan pada titik-titik

merah diatas dan dibawah *boxplot* nilai *return* ke-empat perusahaan sub sector konstruksi. Nilai-nilai tersebut dapat dikatakan ekstrem jika nilainya 1,5 kali lipat dari nilai kuartil 3 atau kuartil 1. Nilai-nilai ekstrem inilah yang akan dilakukan analisis menggunakan metode *Extreme Value Theory*.



**Gambar 4.4** Histogram *Return* Saham Ke-empat Perusahaan Sub Sektor Konstruksi

Untuk mengidentifikasi data *return* yang memiliki pola *heavy tail* juga dapat diketahui dengan menggunakan histogram seperti yang ada pada Gambar 4.4. Secara visual dapat dilihat bahwa ke-empat ekor distribusi yang turun secara lambat. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi ini memiliki data *return* yang tidak berdistribusi normal. Untuk perhitungan secara lebih jelas, dapat dilakukan uji Kolmogorov-Smirnov yang memiliki hipotesis sebagai berikut.

$H_0: F(x) = F_0(x)$  (Data mengikuti distribusi normal)

$H_1: F(x) \neq F_0(x)$  (Data tidak mengikuti distribusi normal)

Dengan daerah penolakan jika  $D_{hitung} > D_{tabel}$  atau  $p - value < \alpha$  dan dengan  $\alpha = 0,05$ , maka dapat didapat kesimpulan pada Tabel 4.3 dibawah ini.

**Tabel 4.3** Hasil *Kolmogorov-*

Perusahaan	$D_{hitung}$	$D_{tabel}$	$P-value$	Keputusan
WIKA	0,470	0,037	0,000*	Tolak $H_0$
WSKT	0,471		0,000*	Tolak $H_0$
ADHI	0,469		0,000*	Tolak $H_0$
PTPP	0,468		0,000*	Tolak $H_0$

\*Tingkat kesalahan  $\alpha = 0,05$

Uji *Smirnov*

Pada Tabel 4.3, data *return* ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi memiliki nilai *p-value* yang lebih kecil daripada  $\alpha$  dan  $D_{hitung}$  yang lebih besar dari  $D_{tabel}$  sehingga didapat keputusan tolak  $H_0$  yang berarti data *return* ke-empat perusahaan subsektor konstruksi tidak berdistribusi normal.

#### 4.2 Pemodelan *Block Maxima*

Pemodelan nilai *return* saham dengan *Block Maxima* dilakukan dengan cara membagi data dalam beberapa blok lalu diambil data yang paling maksimal per bloknya. Setelah itu, dilakukan analisis untuk nilai-nilai ekstrem pada setiap bloknya. Pada penelitian ini digunakan 5 data *return* dalam satu blok.

##### 4.2.1 Mann Kendall Trend Test

Sebelum dilakukan uji kesesuaian distribusi dan perhitungan estimasi parameter, perlu dilakukan *Mann Kendall Trend Test* untuk melihat ada atau tidak adanya tren pada data yang akan dilakukan uji kesesuaian distribusi dan perhitungan estimasi parameter. *Mann Kendall Trend Test* memiliki hipotesis sebagai berikut.

$H_0: S = 0$  (Tidak ada pola tren pada sampel nilai ekstrem)

$H_1: S \neq 0$  (Terdapat tren pada sampel nilai ekstrem)

Dengan hipotesis di atas, didapatkan hasil pengujian tren menggunakan Mann Kendall Trend Test sebagai berikut.

**Tabel 4.4** Hasil *Mann Kendall Trend Test Block Maxima*

Perusahaan	$Z_{hitung}$	<i>P-value</i>	Keputusan
WIKA	0.37923	0,7045*	Gagal Tolak $H_0$
WSKT	-0.83335	0,4046*	Gagal Tolak $H_0$
ADHI	-1.9385	0,0526*	Gagal Tolak $H_0$
PTPP	0.11905	0,9052*	Gagal Tolak $H_0$

\*Tingkat kesalahan  $\alpha = 0,05$

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.4, ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi memiliki *p-value* yang lebih besar dari  $\alpha$  dan  $Z_{hitung}$  yang lebih besar dari  $Z_{\alpha/2}$  sehingga dapat diambil keputusan data nilai *return* saham ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi tidak memiliki tren dan dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

##### 4.2.2 Uji Kesesuaian Distribusi

Sebelum dilakukan estimasi parameter, dilakukan uji kesesuaian distribusi yang bertujuan mengetahui apakah nilai *return* saham ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV). Berikut hipotesis yang digunakan untuk pengujian nilai *return* ekstrem dengan pendekatan *Block Maxima*.

$H_0: F(x) = F_0(x)$  (Data mengikuti distribusi GEV)

$H_1: F(x) \neq F_0(x)$  (Data tidak mengikuti distribusi GEV)

Dengan hipotesis di atas, didapatkan hasil pengujian tren menggunakan uji Kolmogrov-Smirnov sebagai berikut.

Perusahaan	$D_{hitung}$	$D_{tabel}$	$P$ -value	Keputusan
WIKA	0.0519	0.0843	0,49506*	Gagal Tolak $H_0$
WSKT	0.0313		0,96341*	Gagal Tolak $H_0$
ADHI	0.0477		0,60386*	Gagal Tolak $H_0$
PTPP	0.0334		0,93726*	Gagal Tolak $H_0$

\*Tingkat kesalahan  $\alpha = 0,05$

#### Kesesuaian Distribusi *Block Maxima*

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.5, ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi memiliki p-value yang lebih besar dari alfa dan  $D_{hitung}$  yang lebih besar dari  $D_{tabel}$  sehingga dapat diambil keputusan data nilai *return* saham ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi mengikuti distribusi GEV.

#### 4.2.3 Estimasi Parameter *Block Maxima*

Setelah melakukan *Mann Kendall Trend Test* dan uji kesesuaian distribusi, perhitungan parameter untuk metode *Block Maxima* dilakukan untuk mendapatkan nilai estimasi parameter lokasi ( $\hat{\mu}$ ), bentuk ( $\hat{\xi}$ ), dan skala ( $\hat{\sigma}$ ) menggunakan MLE. Hasil estimasi parameter dapat ditunjukkan pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

**Tabel 4.6** Hasil Estimasi Parameter GEV

Parameter	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP
Banyaknya blok	256	256	256	256
Lokasi ( $\hat{\mu}$ )	0,01443	0,01738	0,0164	0,01646
Skala ( $\hat{\sigma}$ )	0,01575	0,01604	0,01724	0,01569
Bentuk ( $\hat{\xi}$ )	0,14333	0,02537	0,07939	0,13009

Berdasarkan Tabel 4.6, didapat jumlah blok yang terbentuk sebanyak 256 dengan jumlah pengamatan tiap blok sebanyak 5 data sehingga terdapat 256 data ekstrem. Hasil estimasi parameter pada Tabel 4.6 juga menunjukkan bahwa perusahaan yang memiliki nilai estimasi parameter bentuk ( $\hat{\xi}$ ) paling besar adalah WIKA yang menyatakan perilaku nilai *return* WIKA semakin berat sehingga memiliki peluang terjadinya nilai *return* ekstrem lebih besar dibanding dengan ke-tiga perusahaan sub sektor konstruksi lainnya. Estimasi parameter lokasi ( $\hat{\mu}$ ) menyatakan letak titik pemusatan data dan estimasi parameter skala ( $\hat{\sigma}$ ) menyatakan keragaman data. Terlihat bahwa nilai estimasi parameter lokasi terbesar dimiliki oleh WSKT dan nilai parameter estimasi parameter skala terbesar dimiliki oleh ADHI.

Dengan hasil estimasi parameter diatas, dilakukan perhitungan *Value at Risk* (VaR) untuk distribusi GEV dengan persamaan (2.17), diperoleh hasil estimasi nilai VaR sebagai berikut.

Perusahaan	<i>Value at Risk</i>	
	Risiko	<i>Profit</i>
WIKA	-0,0728	0,0728

Tabel 4.7 <i>at Risk</i>	WSKT	-0,0668	0,0668	Hasil Perhitungan <i>Value</i>
	ADHI	-0,0741	0,0741	
	PTPP	-0,0734	0,0734	

Berdasarkan Tabel 4.6, dapat diketahui bahwa perhitungan *Value at Risk* menggunakan metode *Block Maxima* dengan tingkat kepercayaan 95%, dapat dinyatakan bahwa jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 diinvestasikan pada saham perusahaan WIKA, risiko (kerugian) yang akan dialami investor tersebut adalah sebesar Rp72.800.000,00. Hasil ini didapatkan dari pengurangan dana investasi dengan perkalian nilai VaR dan nilai awal investasi. Hal ini juga dapat diartikan bahwa investor memiliki peluang 5% untuk mengalami kerugian tersebut. Sama halnya jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 pada saham perusahaan WSKT, risiko kerugian dengan peluang 5% adalah sebesar Rp66.800.000,00 sedangkan untuk ADHI sebesar Rp74.100.000,00 dan PTPP sebesar Rp73.400.000,00.

Nilai VaR tersebut juga dapat diartikan sebagai estimasi profit (keuntungan) investasi pada saham-saham perusahaan sub sektor konstruksi. Dapat dinyatakan bahwa jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 diinvestasikan pada saham perusahaan WIKA, dengan tingkat kepercayaan 95% dapat memberikan keuntungan sebesar Rp72.800.000,00. Begitu pula apabila dana tersebut diinvestasikan pada saham perusahaan WSKT, dengan tingkat kepercayaan yang sama akan memberikan keuntungan sebesar Rp66.800.000,00 dan berlaku pula untuk ADHI dan PTPP. Berdasarkan Tabel 4.6, didapat bahwa nilai VaR terbesar dimiliki oleh perusahaan ADHI dan yang terkecil dimiliki oleh perusahaan WSKT. Untuk hasil perhitungannya sama dengan perhitungan risiko sehingga dapat dinyatakan bahwa tingkat risiko akan sebanding dengan tingkat keuntungan yang didapatkan. Pernyataan ini sesuai dengan teori investasi dimana semakin tinggi *return* yang didapatkan, maka semakin besar pula tingkat risiko yang diterima.

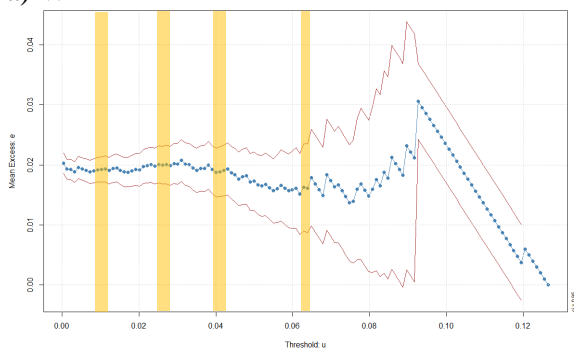
### 4.3 Pemodelan Peaks Over Threshold

Metode lain perhitungan nilai *Value at Risk* juga dapat dilakukan dengan pendekatan metode *Peaks Over Threshold*. Metode ini dapat mengidentifikasi nilai ekstrem dengan cara menetapkan nilai *threshold* dimana nilai yang melebihi *threshold* dianggap sebagai nilai ekstrem.

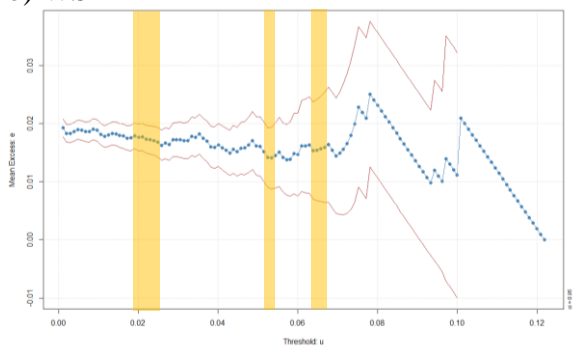
#### 4.3.1 Penentuan Nilai Threshold

Pada analisis nilai *return* ekstrem menggunakan *Peaks Over Threshold*, perlu ditentukan nilai *threshold* yang akan dipilih sehingga nilai *return* yang diatas *threshold* tersebut yang akan dianalisis. Untuk menentukan nilai *threshold*, digunakan dua metode yang berbeda yaitu *Mean Residual Life Plot* (MRLP) dan *Hill plot*. Penentuan nilai *threshold* dengan metode MRLP dilakukan dengan cara membuat plot dari nilai-nilai *return* yang melebihi ekspektasi dari nilai GPD. Data yang cenderung linier horizontal akan dijadikan nilai *threshold* ( $u$ ). Pemilihan *threshold* ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi menggunakan MRLP dapat dilihat pada Gambar 4.5.

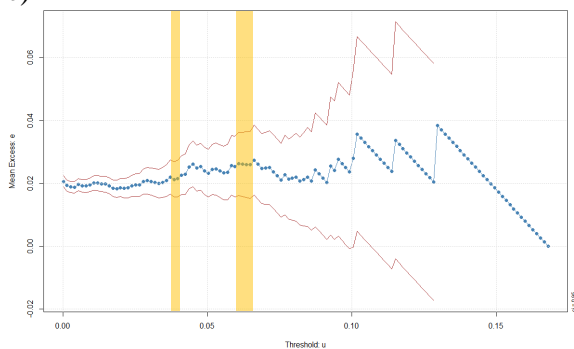
a) WIKA



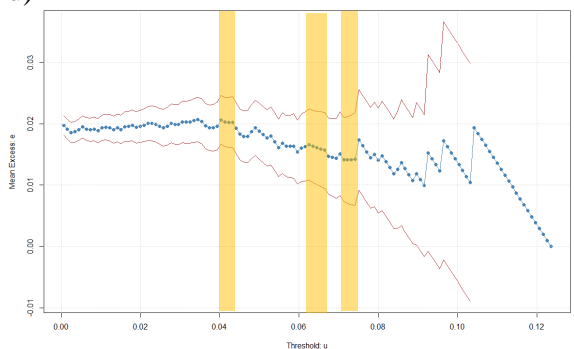
b) WSKT



c) ADHI



d) PTPP



**Gambar 4.5 Mean Residual Live Plot**

Berdasarkan Gambar 4.5, selang nilai *threshold* diambil sesuai plot yang membentuk garis linier (lingkaran warna kuning). Selang tersebut kemudian dicobakan satu per satu untuk dilakukan *fitting* distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD), yang dapat dilihat pada Lampiran 25, Lampiran 26, Lampiran 27, dan Lampiran 28. Nilai *threshold* terbaik dipilih berdasarkan hasil *fitting* yang menghasilkan nilai p-value pada saat MK Test lebih besar dari 0,05, nilai AIC terkecil, jumlah data diatas *threshold* mendekati 5% dari total data, dan nilai p-value lebih besar dari 0,05 pada saat uji kesesuaian distribusi. Nilai *threshold* pada perusahaan sub sektor konstruksi menggunakan MRLP yang terpilih disajikan sebagai berikut pada Tabel 4.8.

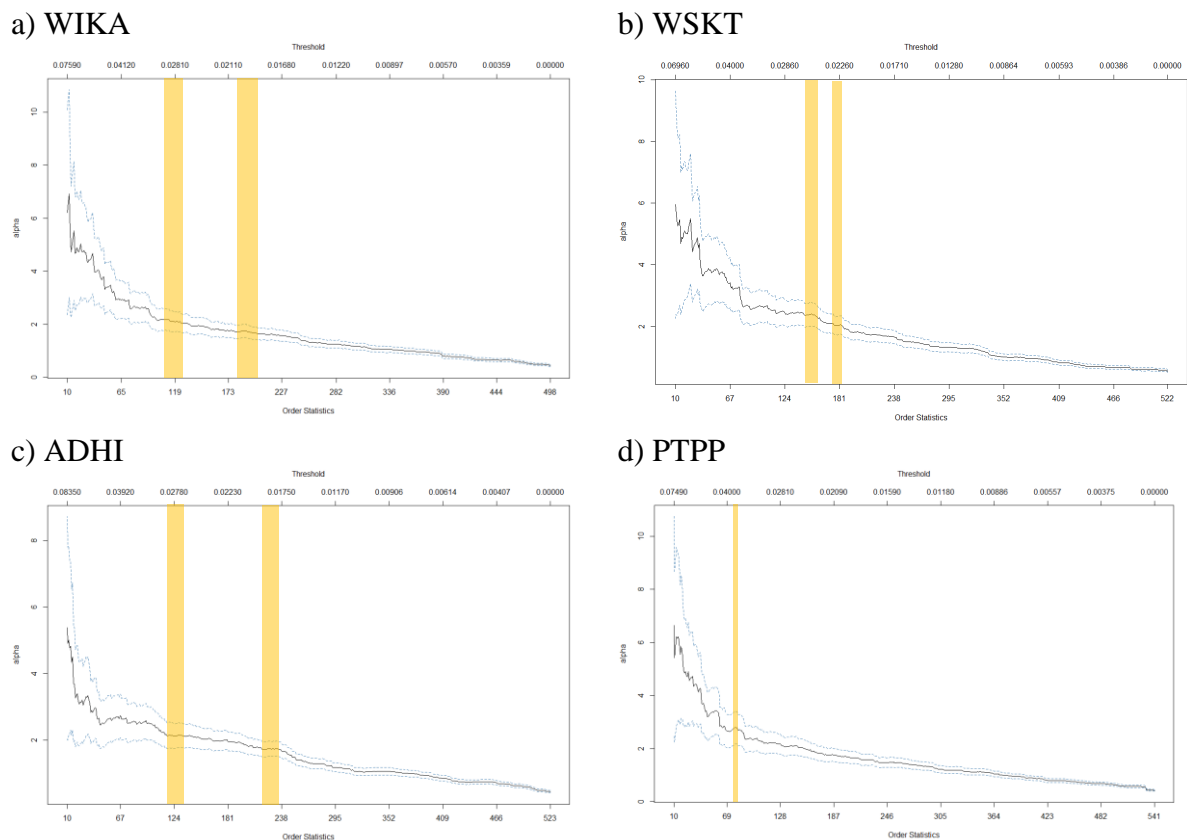
**Tabel 4.8** Nilai *Threshold* MRLP

Menggunakan Metode

Perusahaan	Nilai <i>Threshold</i>
WIKA	0,042
WSKT	0,053
ADHI	0,041
PTPP	0,043



Untuk menentukan nilai *threshold* menggunakan metode *Hill plot*, digunakan sebuah plot *Hill* dibangun oleh *Hill plot* yang memiliki rentang nilai  $k$  versus nilai  $k$  atau ambang batas. Data yang cenderung linier horizontal akan dipilih sebagai nilai *threshold*. Pemilihan *threshold* ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi menggunakan *Hill plot* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Hill Plot

Berdasarkan Gambar 4.6, selang nilai *threshold* diambil sesuai plot yang membentuk garis linier (lingkaran warna kuning). Selang tersebut kemudian dicobakan satu per satu untuk dilakukan *fitting* distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD), yang dapat dilihat pada Lampiran 25, Lampiran 26, Lampiran 27, dan Lampiran 28. Nilai *threshold* terbaik dipilih berdasarkan hasil *fitting* yang menghasilkan nilai p-value pada saat MK Test lebih besar dari 0,05, nilai AIC terkecil, jumlah data di atas *threshold* mendekati 5% dari total data, dan nilai p-value lebih besar dari 0,05 pada saat uji kesesuaian distribusi. Nilai *threshold* pada perusahaan sub sektor konstruksi menggunakan *Hill plot* yang terpilih disajikan sebagai berikut pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Nilai *Threshold* Menggunakan Metode *Hill Plot*

Perusahaan	Nilai Threshold
WIKA	0,0418

WSKT	0,0257
ADHI	0,0335
PTPP	0,0423

Setelah nilai *threshold* didapatkan, analisis nilai *return* ekstrem menggunakan metode *Peaks Over Threshold* dapat dilanjutkan.

#### 4.3.2 Mann Kendall Trend Test

Setelah didapatkan *threshold* yang dibutuhkan untuk metode *Peaks Over Threshold*, perlu dilakukan *Mann Kendall Trend Test* untuk melihat ada atau tidak adanya tren pada data yang akan dilakukan uji kesesuaian distribusi dan perhitungan estimasi parameter. *Mann Kendall Trend Test* memiliki hipotesis sebagai berikut.

$H_0: S = 0$  (Tidak ada pola tren pada sampel nilai ekstrem)

$H_1: S \neq 0$  (Terdapat tren pada sampel nilai ekstrem)

Dengan hipotesis di atas, didapatkan hasil pengujian tren menggunakan Mann Kendall Trend Test sebagai berikut.

**Tabel 4.10** Hasil *Mann Kendal Trend Test Peaks Over Threshold*

Metode	Perusahaan	$Z_{hitung}$	$P$ -value	Keputusan
MRLP	WIKA	-0.765	0,4441*	Gagal Tolak $H_0$
	WSKT	1.534	0,1250*	Gagal Tolak $H_0$
	ADHI	-0.049	0,9612*	Gagal Tolak $H_0$
	PTPP	0.921	0,3570*	Gagal Tolak $H_0$
Hill Plot	WIKA	-0.765	0,4441*	Gagal Tolak $H_0$
	WSKT	1.773	0,0762*	Gagal Tolak $H_0$
	ADHI	-1.832	0,0669*	Gagal Tolak $H_0$
	PTPP	1.275	0,2022*	Gagal Tolak $H_0$

\*Tingkat kesalahan  $\alpha = 0,05$

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.10, ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi memiliki  $p$ -value yang lebih besar dari  $\alpha$  dan  $Z_{hitung}$  yang lebih besar dari  $Z_{tabel}$  sehingga dapat diambil keputusan data nilai *return* saham ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi baik menggunakan threshold MRLP maupun *Hill Plot* tidak memiliki tren dan dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

#### 4.3.3 Uji Kesesuaian Distribusi

Sebelum dilakukan estimasi parameter, dilakukan uji kesesuaian distribusi yang bertujuan mengetahui apakah nilai *return* saham ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi mengikuti distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD). Berikut hipotesis yang digunakan untuk pengujian nilai *return* ekstrem dengan pendekatan *Peaks Over Threshold*.

$H_0: F(x) = F_0(x)$  (Data mengikuti distribusi GPD)

$H_1: F(x) \neq F_0(x)$  (Data tidak mengikuti distribusi GPD)

Dengan hipotesis di atas, didapatkan hasil pengujian tren menggunakan uji Kolmogrov-Smirnov pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11**  
Uji

Metode	Perusahaan	$D_{hitung}$	$D_{tabel}$	$P-value$	Keputusan
MRLP	WIKA	0.143	0,171	0,4440*	Gagal Tolak $H_0$
	WSKT	0.114	0.235	0,1250*	Gagal Tolak $H_0$
	ADHI	0.0918	0.171	0,9610*	Gagal Tolak $H_0$
	PTPP	0.152	0.173	0,3570*	Gagal Tolak $H_0$
Hill Plot	WIKA	0.143	0.171	0,1429*	Gagal Tolak $H_0$
	WSKT	0.103	0.108	0,0741*	Gagal Tolak $H_0$
	ADHI	0.059	0.137	0,8869*	Gagal Tolak $H_0$
	PTPP	0.149	0.170	0,1247*	Gagal Tolak $H_0$

\*Tingkat kesalahan  $\alpha = 0,05$

#### Kesesuaian Distribusi *Peaks Over Threshold*

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.11, ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi memiliki p-value yang lebih besar dari alfa dan  $D_{hitung}$  yang lebih besar dari  $D_{tabel}$  sehingga dapat diambil keputusan dat nilai *return* saham ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi mengikuti distribusi GPD.

#### 4.3.4 Estimasi Parameter *Peaks Over Threshold*

Setelah menentukan *threshold*, melakukan *Mann Kendall Trend Test* dan uji kesesuaian distribusi, perhitungan parameter untuk metode *Peaks Over Threshold* dilakukan untuk mendapatkan nilai estimasi parameter bentuk ( $\hat{\xi}$ ) dan skala ( $\hat{\sigma}$ ) menggunakan MLE. Hasil estimasi parameter dengan nilai *threshold* yang didapat dengan metode MRLP dapat ditunjukkan pada Tabel 4.12 sebagai berikut.

**Tabel 4.12** Hasil Estimasi Parameter GPD dengan *Threshold* MRLP

Parameter	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP
Threshold	0,042	0,053	0,041	0,043
Jumlah Data	1280	1280	1280	1280
Jumlah Data di atas Threshold	62	33	62	61
Scale ( $\hat{\sigma}$ )	0,0212	0,0134	0,0189	0,0243
Shape ( $\hat{\xi}$ )	-0,1121	0,0732	0,1428	-0,2113
AIC	-302,603	-209,973	-346,447	-353,528

Sedangkan hasil estimasi parameter dengan nilai *threshold* yang didapat dengan metode *Hill plot* dapat ditunjukkan pada Tabel 4.13 sebagai berikut.

Parameter	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP
Threshold	0,0418	0,0257	0,0335	0,0423
Jumlah Data	1280	1280	1280	1280
Jumlah Data di atas Threshold	62	156	97	63
Scale ( $\hat{\sigma}$ )	0,0215	0,0163	0,0161	0,0243
Shape ( $\hat{\xi}$ )	-0,1204	0,00003	0,1982	-0,2098
AIC	-342,712	-972,035	-768,674	-467,768

**Tabel 4.13** Hasil Estimasi Parameter GPD dengan *Threshold Hill Plot*

Semakin besar nilai estimasi parameter dari parameter bentuk ( $\hat{\xi}$ ), maka semakin besar pula peluang terjadinya nilai ekstrem pada data nilai *return* yang diestimasi. Pada estimasi parameter bentuk dengan *threshold* yang didapat menggunakan metode MRLP dan *Hill plot*, dapat dilihat bahwa ADHI memiliki nilai parameter bentuk yang paling besar sehingga data *return* ADHI memiliki kemungkinan terbesar terjadinya nilai *return* yang merupakan nilai ekstrem. Nilai parameter skala ( $\hat{\sigma}$ ) menunjukkan keragaman nilai ekstrem pada data nilai *return* saham perusahaan sub sektor konstruksi.

Dengan adanya nilai parameter bentuk dan skala, didapat nilai *Value at Risk* untuk distribusi GPD yang ada pada Persamaan (2.18) ada pada Tabel 4.13 sebagai berikut.

**Tabel 4.14** Hasil Perhitungan *Value Risk GPD*

Perusahaan	MRLP		Hill Plot		at
	Risiko	Profit	Risiko	Profit	
WIKA	-0.0413	0.0413	-0.0411	0.0411	
WSKT	-0.0444	0.0444	-0.0403	0.0403	
ADHI	-0.0404	0.0404	-0.0405	0.0405	
PTPP	-0.0418	0.0418	-0.0419	0.0419	

Berdasarkan Tabel 4.14, dapat diketahui bahwa perhitungan *Value at Risk* menggunakan metode *Peaks Over Threshold* dengan nilai *threshold* yang didapat menggunakan metode MRLP dan tingkat kepercayaan 95%, dapat dinyatakan bahwa jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 diinvestasikan pada saham perusahaan WIKA, risiko kerugian yang akan dialami investor tersebut adalah sebesar Rp41.300.000,00. Hasil ini didapatkan dari pengurangan dana investasi dengan perkalian nilai VaR dan nilai awal investasi. Hal ini juga dapat diartikan bahwa investor memiliki peluang 5% untuk mengalami kerugian tersebut. Sama halnya jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 pada saham perusahaan WSKT, risiko kerugian dengan peluang 5% adalah sebesar Rp44.400.000,00 sedangkan untuk ADHI sebesar Rp40.400.000,00 dan PTPP sebesar Rp41.800.000,00.

Perhitungan *Value at Risk* menggunakan metode *Peaks Over Threshold* dengan nilai *threshold* yang didapat menggunakan metode *Hill plot* dan tingkat kepercayaan 95%, dapat dinyatakan bahwa jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 diinvestasikan pada saham perusahaan WIKA, risiko kerugian yang akan dialami investor tersebut adalah sebesar Rp41.100.000,00. Hasil ini didapatkan dari pengurangan dana investasi dengan perkalian nilai VaR dan nilai awal investasi. Hal ini juga dapat diartikan bahwa investor memiliki peluang

5% untuk mengalami kerugian tersebut. Sama halnya jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 pada saham perusahaan WSKT, risiko kerugian dengan peluang 5% adalah sebesar Rp40.300.000,00 sedangkan untuk ADHI sebesar Rp40.500.000,00 dan PTPP sebesar Rp41.900.000,00.

Nilai VaR tersebut juga dapat diartikan sebagai estimasi keuntungan investasi pada saham-saham perusahaan sub sektor konstruksi. Dapat dinyatakan bahwa jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 diinvestasikan pada saham perusahaan WIKA, dengan tingkat kepercayaan 95% dapat memberikan potensi keuntungan sebesar Rp41.300.000,00. Begitu pula apabila dana tersebut diinvestasikan pada saham perusahaan WSKT, dengan tingkat kepercayaan yang sama akan memberikan potensi keuntungan sebesar Rp44.400.000,00 dan berlaku pula untuk ADHI dan PTPP. Berdasarkan Tabel 4.14, didapat bahwa nilai VaR terbesar dimiliki oleh perusahaan WSKT dan yang terkecil dimiliki oleh perusahaan ADHI. Ketentuan ini berlaku untuk hasil perhitungan VaR menggunakan metode *Peaks Over Threshold* dengan nilai *threshold* yang didapat menggunakan metode MRLP.

Perhitungan nilai VaR menggunakan metode *Peaks Over Threshold* dengan nilai *threshold* yang didapatkan menggunakan metode *Hill plot*, dapat dinyatakan bahwa jika dana sebesar Rp1.000.000.000,00 diinvestasikan pada saham perusahaan WIKA, dengan tingkat kepercayaan 95% dapat memberikan potensi keuntungan sebesar Rp41.100.000,00. Begitu pula apabila dana tersebut diinvestasikan pada saham perusahaan WSKT, dengan tingkat kepercayaan yang sama akan memberikan potensi keuntungan sebesar Rp40.300.000,00 dan berlaku pula untuk ADHI dan PTPP. Berdasarkan Tabel 4.14, didapat bahwa nilai VaR terbesar dimiliki oleh perusahaan PTPP dan yang terkecil dimiliki oleh perusahaan WSKT. Untuk hasil perhitungannya sama dengan perhitungan risiko sehingga dapat dinyatakan bahwa tingkat risiko akan sebanding dengan tingkat keuntungan yang didapatkan. Pernyataan ini sesuai dengan teori investasi dimana semakin tinggi *return* yang didapatkan, maka semakin besar pula tingkat risiko yang diterima.

Berdasarkan hasil AIC pada *Hill Plot* dan MRLP seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13, *Hill Plot* memiliki nilai AIC yang lebih kecil daripada MRLP. Oleh karena itu, metode *Hill Plot* digunakan sebagai perbandingan metode terbaik yang digunakan untuk menganalisis nilai *return* ekstrem antara *Block Maxima* dan *Peaks Over Threshold* pada Sub Bab 4.4.

#### 4.4 Perbandingan Metode Pendekatan *Value at Risk*

Berdasarkan hasil estimasi VaR ke-empat perusahaan sub sektor konstruksi, dapat diketahui akurasi VaR yang telah diperoleh dari kedua metode analisis EVT dengan menggunakan *backtesting* yang ada pada Tabel 4.14 sebagai berikut.

**Tabel 4.15** Hasil *Backtesting* Estimasi Risiko

Perusahaan	<i>Loss</i>		<i>Expected Shortfall</i>		Selisih	
	GEV	GPD	GEV	GPD	GEV	GPD
WIKA	0	37	0.092%	1.299%	4.908%	3.701%
WSKT	0	34	0.160%	2.392%	4.840%	2.608%
ADHI	0	40	0.243%	3.866%	4.757%	1.134%
PTPP	0	34	0.132%	0.722%	4.868%	4.278%

Berdasarkan hasil *backtesting*, terdapat 0 kerugian pada setiap saham yang melebihi VaR pada GEV sedangkan pada GPD, WIKA memiliki 37 data nilai *return* yang melebihi

VaR, WSKT memiliki 34 data, ADHI memiliki 40 data, dan PTPP memiliki 34 data. Tidak ada nilai *return* yang nilainya berada di bawah VaR GEV menunjukkan bahwa nilai VaR yang dihasilkan cenderung agresif sedangkan dengan jumlah nilai *return* yang berada di bawah nilai VaR GPD pada masing-masing saham menunjukkan bahwa nilai VaR pada GPD dapat digunakan dan cenderung moderat. Estimasi nilai VaR menggunakan metode GEV memiliki selisih yang lebih besar dari GPD dari kuantil 5%. Semakin kecil selisih yang dimiliki, maka semakin akurat metode yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Peaks Over Threshold* memiliki akurasi lebih tinggi dalam perhitungan VaR dibandingkan dengan metode *Block Maxima*.

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*









## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis dan pembahasan penelitian data nilai *return* perusahaan sub sektor konstruksi adalah sebagai berikut.

1. Tujuan pertama diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.
  - a. Harga saham rata-rata tertinggi dimiliki oleh PTPP
  - b. nilai *return* rata-rata tertinggi dimiliki oleh ADHI.
  - c. Volatilitas harga saham paling tinggi juga dimiliki oleh ADHI sehingga ADHI memiliki risiko investasi yang paling besar. Untuk volatilitas terkecil dimiliki oleh WSKT sehingga WSKT memiliki risiko investasi yang paling kecil.
  - d. Ke-empat saham perusahaan sub sektor konstruksi memiliki nilai *return* yang ekstrem dan teridentifikasi memiliki pola ekor panjang (*heavy tail*).
2. Tujuan kedua diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.
  - a. Hasil perhitungan nilai *Value at Risk* dengan metode *Block Maxima* menunjukkan bahwa VaR terbesar dimiliki oleh ADHI. Perhitungan VaR dengan metode *Peaks Over Threshold* dengan *threshold* MRLP menunjukkan bahwa VaR terbesar dimiliki oleh WSKT dan dengan *threshold* *Hill plot* menunjukkan bahwa investasi pada saham PTPP. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat risiko yang tinggi memiliki tingkat keuntungan yang berbanding lurus dengan risikonya.
  - b. Rata-rata VaR pada POT baik menggunakan MRLP maupun *Hill plot* berada di kisaran 4% dibanding dengan VaR pada BM yang ada di kisaran 7%. Namun, dengan nilai AIC yang lebih kecil, pendekatan POT dengan pemilihan *threshold* menggunakan *Hill plot* yang dipilih untuk digunakan pada tujuan ketiga.
3. Pada hasil *backtesting*, perhitungan VaR lebih akurat menggunakan metode *Peaks Over Threshold* dibanding dengan metode *Block Maxima* dikarenakan selisih *Expected Shortfall* dari GPD (distribusi POT) lebih kecil daripada GEV (distribusi BM) dimana besar selisih ES yang dimiliki oleh GPD ada di rata-rata 2,9% sedangkan selisih ES pada GEV ada di rata-rata 4,8% sehingga metode *Peaks Over Threshold* dapat dikatakan lebih baik pada penelitian ini dan dapat diterapkan dibanding metode *Block Maxima*.

### 5.2 Saran

Identifikasi nilai *return* ekstrem menggunakan *Extreme Value Theory* (EVT) umumnya menggunakan periode lebih besar guna meningkatkan reliabilitas investasi dalam jangka panjang. Selain itu juga perlu digunakan data yang lebih terkini sehingga informasi-informasi nilai *return* lebih dapat digunakan dibanding dengan menggunakan data nilai *return* yang sudah terlewat jauh masanya.

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*





## DAFTAR PUSTAKA

- Anifah, U. (2014). *Pemilihan Threshold pada Pemodelan Nilai Ekstrem Curah Hujan di Sentra Produksi Padi Jawa Timur dengan MRLP-Baru (New Technique for Mean Residual Life Plot)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ariany, F. (2012). *Estimasi Value at Risk pada Portofolio Nilai Tukar Mata Uang dengan Pendekatan Copula*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- B. S. Indarto & E. M. Diniardi. (2011). Analisis Kecenderungan Data Hujan di Jawa Timur Menggunakan Metode Mann-Kendal & Rank-Sum Test. Bogor: J. Keteknikan Pertan. IPB, vol. 25, pp. 19-28
- Buchdadi, A. D. (2008). Perhitungan *Value at Risk* Portofolio Optimum Saham Perusahaan Berbasis Syariah dengan Pendekatan EWMA. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia*, Vol.5, No.2, hal 182-201.
- Cifter, A. (2011). *Value at Risk* Estimation with Wavelet Based Extreme Value Theory: Evidence from Emerging Markets. *Physica A* 390, 2356-2367.
- Coles, S. (2001). *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. London: Springer.
- Cruz, M. G. (2002). *Modelling Measuring and Hedging Operational Risk*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Dharmawan, K. (2012). Estimasi Nilai VaR Dinamis Indeks Saham Menggunakan *Peaks over threshold* dan *Block maxima*. *Matematika*, 1-12.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistik Non Parametrik Terapan*. Diterjemahkan oleh Alex Tri Kantjono W. Jakarta: PT. Gramedia.
- Djanggola, A. M. (2010). *Pengukuran Risiko Operasional pada Klaim Asuransi Kesehatan dengan Metode Extreme Value Theory (Studi Kasus pada PT.XYZ)*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Franke, J., Hardle, W. K., & Hafner, C. M. (2015). *Statistics for Financial Markets*. Jerman: Springer.
- Gilli, M., & Kellezi, E. (2006). An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk. *Computational Economics* 27(1), 1-23.
- Iriani, N. P. (2013). Estimasi *Value at Risk* (VaR) pada Portofolio Saham dengan Copula. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.2, No.2, (2013) 2337-3520.
- Jorion, P. (2001). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, Third Edition. New York: McGraw-Hill Companies.
- Kotz, S., & Nadarajah, S. (2002). *Extreme Value Distribution (Theory and Application)*. London: Imperia College Press.
- Marimoutou, V., Raggad, B., & Trabelsi, A. (2009). Extreme Value Theory and Value at Risk: Application on Oil Market. *Energy Economics*, 519-530.
- McNeil, A. J. (1999). *Extreme Value Theory for Risk Manager*. Zurich: Department Mathematic ETH Zentrum.
- Murni, S., Affan, M., & Musnadi, S. (2014). Pengaruh Earning Per Share dan Net Profit Margin terhadap Return Saham pada Perusahaan yang Tergabung dalam Indeks LQ45 di BEI. *Jurnal Teknik Sipil*, 38-49.
- Nastiti, W. K. (2016). *Estimasi Risiko Investasi Saham Perusahaan Sektor Telekomunikasi di BEI Menggunakan Metode CVaR dan VaR dengan Pendekatan ARMAGARCH dan EVT*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prang, J. D. (2006). *Sebaran Nilai Ekstrem Terampat dalam Fenomena Curah Hujan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Saepudin, Y., Yasin, H. & Santoso, R. (2017). Analisis Risiko Investasi Saham Tunggal Syariah dengan Value At Risk (VaR) dan Expected Shortfall (ES). *Jurnal Gaussian*. Vol.6. No.2.
- Singh, A. K., Robert, P. J., & Allen, D. E. (2013). Extreme Market Risk and Extreme Value Theory. *Mathematics and Computers in Simulation* 94, 310-328.
- Spierdijk, L. (2014). Confident Interval for ARMA-GARCH *Value at Risk*: The Case of *Heavy tail* and Skewness. *Computational Statistics and Data Analysis*.
- Sodiq, J. (2012). Pengukuran Risiko pada Klaim Asuransi "X" dengan Menggunakan Metode Generalized Extreme Value dan Generalized Pareto Distribution. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.1, No.1.
- Suharli, M. (2005). Studi Empiris terhadap Dua Faktor yang Mempengaruhi Return Saham pada Industri Food&Beverages di Bursa Efek Jakarta. *Jurnal Akuntansi & Keuangan*, 99-116.
- Wahyudi. (2012). *Identifikasi Curah Hujan Ekstrem di Kabupaten Ngawi Menggunakan Generalized Extreme Value dan Generalized Pareto Distribution*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.







## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Harga Saham

Date	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP
Mar 08, 2019	1,810.00	1,870.00	1,520.00	1,975.00
Mar 07, 2019	1,830.00	1,895.00	1,530.00	2,010.00
Mar 06, 2019	1,830.00	1,895.00	1,530.00	2,010.00
Mar 05, 2019	1,815.00	1,895.00	1,530.00	2,000.00
Mar 04, 2019	1,870.00	1,935.00	1,535.00	2,040.00
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
Feb 05, 2014	1,870.67	570.23	1,590.87	1,311.66
Feb 04, 2014	1,810.47	540.99	1,518.75	1,283.14
Feb 03, 2014	1,828.99	545.86	1,544.21	1,292.65
Jan 30, 2014	1,805.84	526.37	1,510.27	1,283.14
Jan 29, 2014	1,787.32	526.37	1,510.27	1,249.88

**Lampiran 2 Data Return Saham**

Date	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP
Mar 08, 2019	-0.0109	0.0000	0.0000	0.0064
Mar 07, 2019	0.0000	0.0278	0.0079	0.0095
Mar 06, 2019	0.0083	0.0203	0.0610	0.0346
Mar 05, 2019	-0.0294	-0.0199	0.0019	0.0000
Mar 04, 2019	0.0219	0.0068	0.0426	0.0122
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
Feb 06, 2014	0.0074	-0.0373	-0.0266	-0.0228
Feb 05, 2014	0.0333	0.0258	0.0243	0.0421
Feb 04, 2014	-0.0101	0.0050	0.0030	0.0224
Feb 03, 2014	0.0128	0.0000	-0.0266	-0.0044
Jan 30, 2014	0.0104	0.0025	-0.0213	-0.0176

### Lampiran 3 Syntax Karakteristik Harga Saham

```
library(readxl)
#Statdesc
fp=read_excel("D:/COOLYEAH/SMT 8/Main/Data Harga dan Return Saham
Kontruksi.xlsx",sheet = "Harga")
class(fp$Date)
tanggal=as.Date(fp$Date, format = '%b %d,% Y')
tanggal
summary(fp$WIKA)
summary(fp$WSKT)
summary(fp$ADHI)
summary(fp$PTPP)
var(fp$WIKA)
var(fp$WSKT)
var(fp$ADHI)
var(fp$PTPP)
library(ggplot2)
ggplot(fp,aes(x=tanggal))+
geom_line(aes(y=WIKA,colour="WIKA"))+
geom_line(aes(y=WSKT,colour="WSKT"))+
geom_line(aes(y=ADHI,colour="ADHI"))+
geom_line(aes(y=PTPP,colour="PTPP"))+
scale_color_manual(name="Keterangan",values=c('WIKA'="red","WSKT"="steelblue",'AD
HI'='green','PTPP'='black'))+
ylab('Harga Penutupan Saham')+
theme_light()
```

#### Lampiran 4 Syntax Identifikasi Return Saham dan Distribusinya

```
ex=read_excel("D:/COOLYEAH/SMT 8/Main/Data Harga dan Return Saham
Kontruksi.xlsx",sheet = "Return")

summary(ex$WIKA)
summary(ex$WSKT)
summary(ex$ADHI)
summary(ex$PTPP)

var(ex$WIKA)
var(ex$WSKT)
var(ex$ADHI)
var(ex$PTPP)

ggplot(ex, aes(x=tanggal)) + ggtitle("a. WIKA")+labs(x="Index",y="Return Saham
Harian")+geom_line(aes(y = WIKA), color = "red", size=0.8)

ggplot(ex, aes(x=tanggal)) + ggtitle("b. WSKT")+labs(x="Index",y="Return Saham
Harian")+geom_line(aes(y = WSKT), color="steelblue",size=0.8)

ggplot(ex, aes(x=tanggal)) + ggtitle("c. ADHI")+labs(x="Index",y="Return Saham
Harian")+geom_line(aes(y = ADHI), color="green",size=0.8)

ggplot(ex, aes(x=tanggal)) + ggtitle("d. PTPP")+labs(x="Index",y="Return Saham
Harian")+geom_line(aes(y = PTPP), color="black",size=0.8)

boxplot(dt,xlab="Perusahaan",ylab="Return",main = "Identifikasi Nilai Return
Ekstrem",col="black",border="red")

hist(WIKA)
hist(WSKT)
hist(ADHI)
hist(PTPP)

ks.test(WIKA,"pnorm")
ks.test(WSKT,"pnorm")
ks.test(ADHI,"pnorm")
ks.test(PTPP,"pnorm")
```

## Lampiran 5 Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GEV

```
##GEV (BM)

#MK Test

bm=read_excel("D:/COOLYEAH/SMT 8/Main/Data Harga dan Return Saham
Kontruksi.xlsx",sheet = "Return Max per Block-edited")

library(trend)

mk.test(bm$WIKA)

mk.test(bm$WSKT)

mk.test(bm$ADHI)

mk.test(bm$PTPP)

#GoF Test (Cek distribusi apakah GEV?)

library(EnvStats)

gofTest(bm$WIKA,distribution = "gev",test = "ks") #gev
gofTest(bm$WSKT,distribution = "gev",test = "ks") #gev
gofTest(bm$ADHI,distribution = "gev",test = "ks") #gev
gofTest(bm$PTPP,distribution = "gev",test = "ks") #gev

#Fitting GEV

library(extRemes)

fit_wika=fevd(bm$WIKA,type = "GEV")
summary(fit_wika)

fit_wskt=fevd(bm$WSKT,type = "GEV")
summary(fit_wskt)

fit_adhi=fevd(bm$ADHI,type = "GEV")
summary(fit_adhi)

fit_ptpp=fevd(bm$PTPP,type = "GEV")
summary(fit_ptpp)

##Backtesting GEV

library(cvar)

ES(rwika, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, method="modified")
```

**Lampiran 5** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GEV (Lanjutan)*

```
ES(rwskt, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
```

```
  slope = 1, control = list())
```

```
ES(radhi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
```

```
  slope = 1, control = list())
```

```
ES(rptpp, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
```

```
  slope = 1, control = list())
```



**Lampiran 6** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan threshold MRLP*

```
library(readxl)

vbm=read_excel("D:/COOLYEAH/SMT 8/Main/Data Harga dan Return Saham
Kontruksi.xlsx",sheet = "Return")

retwika=vbm$WIKA
retwskt=vbm$WSKT
retadhi=vbm$ADHI
retptpp=vbm$PTPP

library(fExtremes)

#MRLP WIKA

mrlPlot(vbm$WIKA, ci = 0.95, umin = mean(vbm$WIKA), umax = max(vbm$WIKA), nint
= 128, doplot = T,
        plotype = c("autoscale", ""), labels = F,u = quantile(vbm$WIKA, 0.05))

abline(v=T,col="red")

T=0.042

m=0
for(n in 1:length(vbm$WIKA)){
  if(vbm$WIKA[n]>T){
    m=m+1
  }
}

seleksi=c(1:m)

i=0
for(j in as.vector(vbm$WIKA)){
  if(j>T){
    i=i+1
    seleksi[i]=j
  }
}
```

**Lampiran 6** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan threshold MRLP (Lanjutan)*

```
}  
library(trend)  
mk.test(seleksi)  
library(extRemes)  
fit_GPD=fevd(vbm$WIKa,threshold = T,type="GP")  
summary(fit_GPD)  
library(EnvStats)  
gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")  
library(cvar)  
ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,  
    slope = 1, control = list())  
#MRLP WSKT  
mrlPlot(vbm$WSKT, ci = 0.95, umin = mean(vbm$WSKT), umax = max(vbm$WSKT), nint  
= 128, doplot = TRUE,  
    plotype = c("autoscale", ""), labels = F,u = quantile(vbm$WSKT, 0.05))  
abline(v=T,col="red")  
T=0.053  
  
m=0  
for(n in 1:length(vbm$WSKT)){  
  if(vbm$WSKT[n]>T){  
    m=m+1  
  }  
}  
seleksi=c(1:m)  
i=0  
for(j in as.vector(vbm$WSKT)){  
  if(j>T){
```

**Lampiran 6** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan threshold MRLP (Lanjutan)*

```
i=i+1
seleksi[i]=j
}
}
library(trend)
mk.test(seleksi)
library(extRemes)
fit_GPD=fevd(vbm$WSKT,threshold = T,type="GP")
summary(fit_GPD)
library(EnvStats)
gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")
library(cvar)
ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
    slope = 1, control = list())
#MRLP ADHI
mrlPlot(vbm$ADHI, ci = 0.95, umin = mean(vbm$ADHI), umax = max(vbm$ADHI), nint =
128, doplot = TRUE,
    plottype = c("autoscale", ""), labels = F,u = quantile(vbm$ADHI, 0.05))
abline(v=T,col="red")
T=0.041

m=0
for(n in 1:length(vbm$ADHI)){
    if(vbm$ADHI[n]>T){
        m=m+1
    }
}
seleksi=c(1:m)
```

**Lampiran 6** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan threshold MRLP (Lanjutan)*

```
i=0
for(j in as.vector(vbm$ADHI)){
  if(j>T){
    i=i+1
    seleksi[i]=j
  }
}

library(trend)
mk.test(seleksi)
library(extRemes)
fit_GPD=fevd(vbm$ADHI,threshold = T,type="GP")
summary(fit_GPD)
library(EnvStats)
gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")
library(cvar)
ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
  slope = 1, control = list())
#MRLP PTPP
mrlPlot(vbm$PTPP, ci = 0.95, umin = mean(vbm$PTPP), umax = max(vbm$PTPP), nint =
128, doplot = TRUE,
  plotype = c("autoscale", ""), labels = F,u = quantile(vbm$PTPP, 0.05))
abline(v=T,col="red")
T=0.043
m=0
for(n in 1:length(vbm$PTPP)){
  if(vbm$PTPP[n]>T){
    m=m+1
  }
}
```

**Lampiran 6** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan threshold MRLP (Lanjutan)*

```
}  
}  
seleksi=c(1:m)  
i=0  
for(j in as.vector(vbm$PTPP)){  
  if(j>T){  
    i=i+1  
    seleksi[i]=j  
  }  
}  
library(trend)  
mk.test(seleksi)  
library(extRemes)  
fit_GPD=fevd(vbm$PTPP,threshold = T,type="GP")  
summary(fit_GPD)  
library(EnvStats)  
gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")  
library(cvar)  
ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,  
  slope = 1, control = list())
```

**Lampiran 7** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan threshold Hill Plot*

```
library(fExtremes)
library(readxl)
vbm=read_excel("D:/COOLYEAH/SMT 8/Main/Data Harga dan Return Saham
Kontruksi.xlsx",sheet = "Return")
retwika=vbm$WIKA
retwskt=vbm$WSKT
retadhi=vbm$ADHI
retptpp=vbm$PTPP
#WIKA
hillPlot(vbm$WIKA, start = 10, ci = 0.95,
         doplot = TRUE, plotype = c("alpha", "xi"), labels = TRUE)
T=0.0418
m=0
for(n in 1:length(vbm$WIKA)){
  if(vbm$WIKA[n]>T){
    m=m+1
  }
}
seleksi=c(1:m)
i=0
for(j in as.vector(vbm$WIKA)){
  if(j>T){
    i=i+1
    seleksi[i]=j
  }
}
library(trend)
```

**Lampiran 7 Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan Threshold Hill Plot (Lanjutan)**

```
mk.test(seleksi)
library(extRemes)
fit_GPD=fevd(vbm$WIKa,threshold = T,type="GP")
summary(fit_GPD)
library(EnvStats)
gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")
library(cvar)
ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
    slope = 1, control = list())
#WSKT
hillPlot(vbm$WSKT, start = 10, ci = 0.95,
    doplot = TRUE, plotype = c("alpha", "xi"), labels = TRUE)

T=0.0257

m=0
for(n in 1:length(vbm$WSKT)){
  if(vbm$WSKT[n]>T){
    m=m+1
  }
}
seleksi=c(1:m)
i=0
for(j in as.vector(vbm$WSKT)){
  if(j>T){
    i=i+1
    seleksi[i]=j
  }
}
```

**Lampiran 7** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan Threshold Hill Plot (Lanjutan)*

```
}  
library(trend)  
mk.test(seleksi)  
library(extRemes)  
fit_GPD=fevd(vbm$WSKT,threshold = T,type="GP")  
summary(fit_GPD)  
library(EnvStats)  
gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")  
library(cvar)  
ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,  
    slope = 1, control = list())  
#ADHI  
hillPlot(vbm$ADHI, start = 10, ci = 0.95,  
         doplot = TRUE, plottype = c("alpha", "xi"), labels = TRUE)  
T=0.0335  
  
m=0  
for(n in 1:length(vbm$ADHI)){  
  if(vbm$ADHI[n]>T){  
    m=m+1  
  }  
}  
seleksi=c(1:m)  
i=0  
for(j in as.vector(vbm$ADHI)){  
  if(j>T){  
    i=i+1
```



**Lampiran 7** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan Threshold Hill Plot (Lanjutan)*

```
seleksi[i]=j
}
}
library(trend)
mk.test(seleksi)
library(extRemes)
fit_GPD=fevd(vbm$ADHI,threshold = T,type="GP")
summary(fit_GPD)
library(EnvStats)
gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")
library(cvar)
ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
    slope = 1, control = list())
#PTPP
hillPlot(vbm$PTPP, start = 10, ci = 0.95,
    doplot = TRUE, plotype = c("alpha", "xi"), labels = TRUE)
T=0.0423

m=0
for(n in 1:length(vbm$PTPP)){
    if(vbm$PTPP[n]>T){
        m=m+1
    }
}
seleksi=c(1:m)
i=0
for(j in as.vector(vbm$PTPP)){
```

**Lampiran 7** *Syntax MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD dengan Threshold Hill Plot (Lanjutan)*

```
if(j>T){
  i=i+1
  seleksi[i]=j
}
}

library(trend)
mk.test(seleksi)

library(extRemes)
fit_GPD=fevd(vbm$PTPP,threshold = T,type="GP")
summary(fit_GPD)

library(EnvStats)
gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")

library(cvar)
ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
  slope = 1, control = list())
```

**Lampiran 8** *Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GEV WIKA*

```
Mann-Kendall trend test
data: bm$WIKA
z = 0.37923, n = 256, p-value = 0.7045
alternative hypothesis: true S is not equal to 0
sample estimates:
      S      varS      tau
5.200000e+02 1.872923e+06 1.601252e-02
$distribution
[1] "Generalized Extreme Value"
$dist.abb
[1] "gevd"
$distribution.parameters
  location  scale  shape
0.01443438 0.01575016 -0.14333473
$n.param.est
[1] 3
$estimation.method
[1] "mle"
$statistic
      ks
0.0519203
$sample.size
[1] 256
$parameters
  n
256
$p.value
```

**Lampiran 8** *Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GEV WIKA (Lanjutan)*

```
[1] 0.495056
$alternative
[1] "True cdf does not equal the\n          Generalized Extreme Value
Distribution."
$method
[1] "Kolmogorov-Smirnov GOF"
$data.name
[1] "bm$WIKA"
$bad.obs
[1] 0
attr("class")
[1] "gof"
fevd(x = bm$WIKA, type = "GEV")
[1] "Estimation Method used: MLE"
Negative Log-Likelihood Value: -636.8742
Estimated parameters:
  location  scale  shape
0.01443438 0.01575016 0.14333465
Standard Error Estimates:
  location  scale  shape
0.001135959 0.000876655 0.056392595
Estimated parameter covariance matrix.
      location  scale  shape
location 1.290403e-06 5.394528e-07 -2.358488e-05
scale 5.394528e-07 7.685240e-07 -1.047038e-05
shape -2.358488e-05 -1.047038e-05 3.180125e-03
AIC = -1267.748 BIC = -1257.113
> ES(rwika, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, method="modified")
[1] 0.0009215648
```

**Lampiran 9** *Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD threshold MRLP WIKA*

```
> T=0.042
>
> m=0
> for(n in 1:length(vbm$WIKA)){
+   if(vbm$WIKA[n]>T){
+     m=m+1
+   }
+ }
> seleksi=c(1:m)
> i=0
> for(j in as.vector(vbm$WIKA)){
+   if(j>T){
+     i=i+1
+     seleksi[i]=j
+   }
+ }
>
> library(trend)
> mk.test(seleksi)
Mann-Kendall trend test
data: seleksi
z = -0.76533, n = 62, p-value = 0.4441
alternative hypothesis: true S is not equal to 0
sample estimates:
      S      varS      tau
-1.270000e+02 2.710433e+04 -6.716023e-02
> library(extRemes)
> fit_GPD=fevd(vbm$WIKA,threshold = T,type="GP")
```

**Lampiran 9** *Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD Threshold MRLP WIKA (Lanjutan)*

```
> summary(fit_GPD)
fevd(x = vbm$WIKA, threshold = T, type = "GP")
[1] "Estimation Method used: MLE"
Negative Log-Likelihood Value: -184.0109
Estimated parameters:
  scale  shape
0.02115761 -0.11212965
Standard Error Estimates:
  scale  shape
0.003499575 0.108805392
Estimated parameter covariance matrix.
  scale  shape
scale 1.224702e-05 -0.0002828549
shape -2.828549e-04 0.0118386133
AIC = -364.0219
BIC = -359.7676
> library(EnvStats)
> gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")
$distribution
[1] "Pareto"
$dist.abb
[1] "pareto"
$distribution.parameters
  location  shape
0.04222731 2.97044914
$n.param.est
[1] 2
$estimation.method
```

**Lampiran 9** *Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD Threshold MRLP WIKA (Lanjutan)*

```
[1] "mle"
$statistic
  ks
0.143134
$sample.size
[1] 62
$parameters
  n
62
$p.value
[1] 0.1428524
$alternative
[1] "True cdf does not equal the\n          Pareto Distribution."
$method
[1] "Kolmogorov-Smirnov GOF"
$data.name
[1] "seleksi"
$bad.obs
[1] 0
attr("class")
[1] "gof"
> library(cvar)
> ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
+   slope = 1, control = list())
[1] -0.04246408
```

**Lampiran 10** *Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD threshold Hill Plot WIKA*

```
> T=0.0418
> m=0
> for(n in 1:length(vbm$WIKA)){
+   if(vbm$WIKA[n]>T){
+     m=m+1
+   }
+ }
> seleksi=c(1:m)
> i=0
> for(j in as.vector(vbm$WIKA)){
+   if(j>T){
+     i=i+1
+     seleksi[i]=j
+   }
+ }
>
> library(trend)
> mk.test(seleksi)
      Mann-Kendall trend test
data:  seleksi
z = -0.76533, n = 62, p-value = 0.4441
alternative hypothesis: true S is not equal to 0
sample estimates:
      S      varS      tau
-1.270000e+02  2.710433e+04 -6.716023e-02
> library(extRemes)
> fit_GPD=fevd(vbm$WIKA,threshold = T,type="GP")
> summary(fit_GPD)
```



**Lampiran 10** *Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD Threshold Hill Plot WIKA (Lanjutan)*

```
fevd(x = vbm$WIKA, threshold = T, type = "GP")
[1] "Estimation Method used: MLE"
Negative Log-Likelihood Value: -183.4297
Estimated parameters:
  scale  shape
0.02153408 -0.12036308
Standard Error Estimates:
  scale  shape
0.00353718 0.10696730
Estimated parameter covariance matrix.
  scale  shape
scale 1.251165e-05 -0.0002820329
shape -2.820329e-04 0.0114420025
AIC = -362.8595 BIC = -358.6052
> library(EnvStats)
> gofTest(seleksi,distribution = "pareto",test = "ks")
$distribution
[1] "Pareto"
$dist.abb
[1] "pareto"
$distribution.parameters
  location  shape
0.04222731 2.97044914
$n.param.est
[1] 2
$estimation.method
[1] "mle"
$statistic
```

**Lampiran 10** *Output MK Test, Fitting Distribusi, GoF Test, dan Backtesting Distribusi GPD Threshold Hill Plot WIKA (Lanjutan)*

```
ks
0.143134
$sample.size
[1] 62

$parameters
n
62
$p.value
[1] 0.1428524
$alternative
[1] "True cdf does not equal the\n          Pareto Distribution."
$method
[1] "Kolmogorov-Smirnov GOF"
$data.name
[1] "seleksi"
$bad.obs
[1] 0
attr("class")
[1] "gof"
> library(cvar)
> ES(seleksi, x = 0.95, dist.type = "qf", 0.05, intercept = 0,
+   slope = 1, control = list())
[1] -0.04246408
```

**Lampiran 11** Hasil Percobaan *Threshold* MRLP dan *Hill Plot* (WIKA)

Threshold	P-Value	Keterangan
0.01	0.3783	Gagal Tolak H0
0.011	0.307	Gagal Tolak H0
0.012	0.2754	Gagal Tolak H0
0.024	0.0218	Tolak H0
0.025	0.05573	Gagal Tolak H0
0.026	0.06062	Gagal Tolak H0
0.027	0.03728	Tolak H0
0.028	0.06123	Gagal Tolak H0
0.044	0.9308	Gagal Tolak H0
0.064	0.06904	Gagal Tolak H0
0.066	0.05287	Gagal Tolak H0

Threshold	Parameter		AIC	P-Value
	Scale	Shape		
0.01	0.01969924	-0.02018423	-1758.481	3.99E-06
0.011	0.02865204	-0.15796776	-960.9374	2.17E-05
0.012	0.027893	-0.1472583	-944.87	5.90E-05
0.024	0.02728835	-0.16952033	-600.0378	0.007820587
0.025	0.02886351	-0.19944569	-550.414	0.006190991
0.026	0.02756587	-0.18079559	-550.3945	0.01299268
0.027	0.02755344	-0.18363158	-528.8498	0.01040373
0.028	0.02716017	-0.1799074	-514.1795	0.0115492
0.044	0.02182991	-0.12344493	-302.6034	0.2855864
0.064	0.01862722	-0.06330804	-105.6719	0.5002676
0.066	0.01917331	-0.08629663	-93.29703	0.673858

Threshold	P-Value	Keterangan
0.0357	0.3453	Gagal Tolak H0
0.0362	0.6286	Gagal Tolak H0
0.0376	0.3957	Gagal Tolak H0
0.0385	0.537	Gagal Tolak H0
0.0402	0.5794	Gagal Tolak H0
0.0415	0.3275	Gagal Tolak H0
0.0418	0.4441	Gagal Tolak H0
0.0437	0.5731	Gagal Tolak H0

Threshold	Parameter		AIC	P-Value
	Scale	Shape		
0.0357	0.02070672	-0.08614321	-505.7119	0.1744385
0.0362	0.02109178	-0.09634653	-486.5662	0.1413017
0.0376	0.02277453	-0.13662577	-427.9733	0.07657364
0.0385	0.02220231	-0.12736264	-418.6242	0.1937497
0.0402	0.02058478	-0.09438014	-406.9065	0.1663774
0.0415	0.02091395	-0.10519128	-376.4839	0.1494354
0.0418	0.02153408	0.12036308	-362.8595	0.1428524
0.0437	0.0204951	-0.101332	-342.7119	0.1466435

**Lampiran 12** Hasil Percobaan *Threshold* MRLP dan *Hill Plot* (WSKT)

Threshold	P-Value	Keterangan
0.018	0.2878	Gagal Tolak H0
0.02	0.2109	Gagal Tolak H0
0.022	0.1063	Gagal Tolak H0
0.024	0.2044	Gagal Tolak H0
0.026	0.05455	Gagal Tolak H0
0.027	0.05416	Gagal Tolak H0
0.053	0.125	Gagal Tolak H0
0.061	0.2241	Gagal Tolak H0
0.063	0.6614	Gagal Tolak H0
0.07	0.4743	Gagal Tolak H0
0.075	0.08641	Gagal Tolak H0

Threshold	Parameter		AIC	P-Value
	Scale	Shape		
0.018	0.02472695	-0.16080953	-882.808	4.39E-05
0.02	0.02330483	-0.13968897	-848.214	0.000743
0.022	0.02302844	-0.14015957	-782.026	0.011617
0.024	0.02172448	-0.11848964	-744.746	0.019191
0.026	0.02042318	-0.0936655	-706.371	0.023809
0.027	0.02042309	-0.09588231	-671.056	0.023038
0.053	0.01336371	0.07319545	-209.973	0.745479
0.061	0.01705615	-0.02824271	-95.1836	0.96824
0.063	0.01792619	-0.06400461	-82.3938	0.902274
0.07	0.01281381	0.17909609	-59.5623	0.626725
0.075	0.04679479	-0.99999769	-26.6198	0.396305

Threshold	P-Value	Keterangan
0.0207	0.03946	Tolak H0
0.0218	0.03971	Tolak H0
0.0221	0.03251	Tolak H0
0.0237	0.1138	Gagal Tolak H0
0.0247	0.1735	Gagal Tolak H0
0.0255	0.1271	Gagal Tolak H0
0.0257	0.07622	Gagal Tolak H0

Threshold	Parameter		AIC	P-Value
	Scale	Shape		
0.0207	0.01931591	-0.07985911	-1152.2	0.00055
0.0218	0.01833403	-0.05660004	-1126.57	0.005314
0.0221	0.01791246	-0.04487774	-1124.65	0.01186
0.0237	0.01788432	-0.04624872	-1027.52	0.054424
0.0247	0.01737572	-0.03314619	-989.637	0.076243
0.0255	0.01659174	-0.009541434	-972.035	0.074284
0.0257	0.01633939	0.000031836	-967.625	0.074051

**Lampiran 13** Hasil Percobaan *Threshold* MRLP dan *Hill Plot* (ADHI)

Threshold	P-Value	Keterangan
0.041	0.9612	Gagal Tolak H0
0.061	0.1426	Gagal Tolak H0
0.064	0.09799	Gagal Tolak H0
0.065	0.05009	Gagal Tolak H0
0.066	0.02803	Tolak H0
0.07	0.009455	Tolak H0

Threshold	Parameter		AIC	P-Value
	Scale	Shape		
0.041	0.018893	0.14280937	-346.447	0.6397948
0.061	0.030222	-0.11571401	-111.055	0.3196643
0.064	0.029795	-0.11513779	-101.142	0.4078444
0.065	0.030621	-0.13104845	-95.4504	0.3936522
0.066	0.031623	-0.14962869	-89.7256	0.7244638
0.07	0.026687	-0.06909041	-87.5503	0.7082801

Threshold	P-Value	Keterangan
0.0178	0.1253	Gagal Tolak H0
0.0185	0.05988	Gagal Tolak H0
0.0192	0.07806	Gagal Tolak H0
0.0259	0.3753	Gagal Tolak H0
0.0267	0.4327	Gagal Tolak H0
0.0273	0.2031	Gagal Tolak H0
0.0335	0.06686	Gagal Tolak H0

Threshold	Parameter		AIC	P-Value
	Scale	Shape		
0.0178	0.015749	0.13883621	-1423.75	0.03155633
0.0185	0.015948	0.13573465	-1353.2	0.04838823
0.0192	0.016119	0.13306253	-1289.7	0.06593458
0.0259	0.017065	0.13479287	-835.671	0.1407847
0.0267	0.017299	0.131107	-791.875	0.1250864
0.0273	0.01718	0.13718994	-768.674	0.1424039
0.0335	0.016139	0.19820458	-564.088	0.8868956

**Lampiran 14** Hasil Percobaan *Threshold* MRLP dan *Hill Plot* (PTPP)

Threshold	P-Value	Keterangan
0.043	0.357	Gagal Tolak H0
0.061	0.9648	Gagal Tolak H0
0.062	0.9814	Gagal Tolak H0
0.064	1	Gagal Tolak H0
0.065	0.6506	Gagal Tolak H0
0.07	0.6853	Gagal Tolak H0
0.072	1	Gagal Tolak H0
0.075	1	Gagal Tolak H0
0.08	0.7545	Gagal Tolak H0

Threshold	Parameter		AIC	P-Value
	Scale	Shape		
0.043	0.024252	-0.21129446	-353.528	0.117278
0.061	0.019621	-0.1725559	-157.394	0.677658
0.062	0.019047	-0.16116838	-152.1	0.825741
0.064	0.019667	-0.1896612	-133.214	0.865498
0.065	0.019291	-0.18415327	-127.555	0.919067
0.07	0.017979	-0.16726803	-97.9469	0.919544
0.072	0.015661	-0.09357776	-93.5056	0.754056
0.075	0.024362	-0.39022761	-58.0995	0.941155
0.08	0.016551	-0.18068456	-55.075	0.928185

Threshold	P-Value	Keterangan
0.0352	0.3487	Gagal Tolak H0
0.0367	0.3193	Gagal Tolak H0
0.0382	0.2447	Gagal Tolak H0
0.0423	0.2022	Gagal Tolak H0

Threshold	Parameter		AIC	P-Value
	Scale	Shape		
0.0352	0.024379	-0.18397039	-506.045	0.070747
0.0367	0.022447	-0.14635629	-502.192	0.106852
0.0382	0.022429	-0.15113658	-467.768	0.192331
0.0423	0.024305	-0.20978906	-364.814	0.124699







## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 27 Mei 2000, dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal mulai dari SDN Rawamangun 12 (2006-2012), SMPN 216 Jakarta (2012-2015), dan SMAN 68 Jakarta (2015-2018). Setelah lulus dari SMA pada tahun 2018, penulis mengikuti program mandiri ITS dan diterima di Departemen Aktuaria ITS. Selama masa perkuliahan, penulis aktif pada kegiatan akademik dan non-akademik. Kegiatan non-akademik yang pernah diikuti oleh penulis antara lain mengikuti organisasi, kerja praktik, dan magang. Organisasi yang pernah diikuti oleh penulis adalah Himpunan Mahasiswa Aktuaria ITS (HIMASAKTA ITS) sebagai Kepala Departemen PSDM (2021).

Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. MRT Jakarta sebagai *Financial Risk Intern* dan magang di Stockbit sebagai *Corporate Action Intern*.

Adapun informasi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, dapat ditanyakan kepada penulis melalui *e-mail* penulis yaitu [thariqrayhan@gmail.com](mailto:thariqrayhan@gmail.com).

*(“Halaman sengaja dikosongkan”)*