TUGAS AKHIR – KM184801

# OPTIMASI PORTOFOLIO SAHAM MENGGUNAKAN METODE *NADIR COMPROMISE PROGRAMMING* DAN *LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING*

**Anisa Yusrima**
**NRP 06111740000011**

Dosen Pembimbing
Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si

Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2021

**TUGAS AKHIR – KM184801**

# OPTIMASI PORTOFOLIO SAHAM MENGGUNAKAN METODE *NADIR COMPROMISE PROGRAMMING* DAN *LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING*

**Anisa Yusrima**
**NRP 06111740000011**

**Dosen Pembimbing**
**Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si**

**DEPARTEMEN MATEMATIKA**
**Fakultas Sains dan Analitika Data**
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**
**Surabaya 2021**

**FINAL PROJECT – KM184801**

# *STOCK PORTFOLIO OPTIMIZATION USING NADIR COMPROMISE PROGRAMMING AND LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING METHODS*

**Anisa Yusrima**
**NRP 06111740000011**

**Supervisor**
**Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS**
**Faculty Of Science and Data Analytics**
**Sepuluh Nopember Institute of Technology**
**Surabaya 2021**

# LEMBAR PENGESAHAN

**Optimasi Portofolio Saham Menggunakan Metode Nadir Compromise Programming Dan Lexicographic Goal Programming**

***Stock Portfolio Optimization Using Nadir Compromise Programming And Lexicographic Goal Programming Methods***

**Tugas Akhir**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat Untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika Pada bidang studi Matematika Terapan
Program Studi S-1 Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:
Anisa Yusrima
NRP: 06111740000011

Menyetujui,

Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si
19600527 198701 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Matematika
FSAD ITS

Subchan, Ph.D
NIP. 19710513 199702 1 001
Surabaya, 22 Agustus 2021

# OPTIMASI PORTOFOLIO SAHAM MENGGUNAKAN METODE *NADIR COMPROMISE PROGRAMMING* DAN *LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING*


| | | |
|---|---|---|
| **Nama Mahasiswa** | **:** | **Anisa Yusrima** |
| **NRP** | **:** | **06111740000011** |
| **Departemen** | **:** | **Matematika** |
| **Dosen Pembimbing** | **:** | **Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si** |


## ABSTRAK


Investasi atas aset finansial yang banyak diminati oleh masyarakat adalah bentuk saham karena memberikan prospek jangka panjang. Permasalahan dalam berinvestasi saham adalah adanya risiko yang tinggi karena sifatnya yang dinamis dan fluktuatif, sehingga dibutuhkan portofolio saham untuk meminimalkan risiko dan memaksimalkan *return*. Metode optimasi portofolio saham yang digunakan adalah *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming,* kedua metode dapat diterapkan pada permasalahan multi-objektif. Penelitian ini membahas optimasi portofolio saham menggunakan *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming* dengan permasalahan multiobjektif yaitu mengoptimumkan risiko, memaksimalakan *expected return,* dan meminimalkan modal investasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa portofolio menggunakan Lexicographic Goal Programming diperoleh risiko portofolio optimal sebesar 1, expected return maksimal sebesar -0.0028, dan modal investasi minimal sebesar 6138.0021. Sedangkan hasil portofolio menggunakan Lexicographic Goal Programming diperoleh nilai risiko portofolio optimal sebesar 1, expected return maksimal sebesar 0.00015, dan modal investasi minimal sebesar 9767.9080.



***Kata kunci :*** *Lexicographic Goal Programming, Nadir Compromise Programming,* Optimasi portofolio.

***STOCK PORTFOLIO OPTIMIZATION USING NADIR COMPROMISE PROGRAMMING AND LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING METHODS***


| | | |
|---|---|---|
| **Name of Student** | **:** | **Anisa Yusrima** |
| **NRP** | **:** | **06111740000011** |
| **Department** | **:** | **Mathematics** |
| **Supervisor** | **:** | **Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si** |


## ABSTRACT


*Investments in financial assets that are in great demand by the public are in the form of stocks because they provide long-term prospects. The problem in investing in stocks is that there is a high risk because of its dynamic and fluctuating nature, so a stock portfolio is needed to minimize risk and maximize returns. The stock portfolio optimization methods used are Nadir Compromise Programming and Lexicographic Goal Programming, both methods can be applied to multi-objective problems. This study discusses stock portfolio optimization using Nadir Compromise Programming and Lexicographic Goal Programming with multi-objective problems, namely optimizing risk, maximizing expected return, and minimizing investment capital. The results showed that the portfolio using Lexicographic Goal Programming obtained an optimal portfolio risk of 1, a maximum expected return of -0.0028, and a minimum investment capital of 6138.0021. While the results of the portfolio using Lexicographic Goal Programming obtained an optimal portfolio risk value of 1, a maximum expected return of 0.00015, and a minimum investment capital of 9767.9080.*



***Keywords:*** *Lexicographic Goal Programming, Nadir Compromise Programming, Portfolio optimization.*

# KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**Optimasi Portofolio Saham Menggunakan Metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming***" sebagai salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan program S1 Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Keberhasilan penyusunan Penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
2. Bapak Subchan, Ph.D selaku Kepala Departemen Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan.
3. Ibu Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, MT selaku Sekretaris Departemen Bidang Akademik yang selalu memberikan arahan akademik kepada penulis.
4. Bapak Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Nurul Hidayat, M.Kom, Bapak Subchan, Ph.D, dan Ibu Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
6. Bapak Dr. Drs. Bandung Arry S., MI.Komp dan Bapak Drs. Suhud Wahyudi, M.Si selaku dosen wali dan mantan dosen wali yang telah memberikan arahan dengan penuh kesabaran kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Bapak/Ibu dosen pengajar yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat kepada penulis, serta segenap karyawan dan keluarga besar Departemen Matematika

Institut Teknologi Sepuluh Nopember atas segala dukungan dan bantuannya.

8. Sahabat penulis, Dewi, Lisa, Lustian, Nasichah, Dinda S, Caca, Tunjung, Rina, Sul, Reza A, Sinta, Intan, dan Andita yang selalu memberikan semangat, motivasi, doa dan dukungan selama berada di perkuliahan.
9. Teman-teman Departemen Kemuslimahan Ibnu Muqlah yang telah memberikan pengalaman di bidang keagamaan dan senantiasa mengingatkan untuk taat kepada Allah SWT.
10. Keluarga kontrakan Ahlatifa yang selalu memberi dukungan, motivasi dan menemani penulis disaat suka maupun duka.
11. Teman-teman Matematika ITS 2017 “MOBIUS” yang telah berjuang bersama-sama dari awal serta memberikan banyak cerita dan kenangan selama masa perkuliahan.
12. Semua pihak yang belum disebutkan yang telah memberikan dukungan dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang berkepentingan dan membutuhkan.

Surabaya, 9 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... iii
*TITLE PAGE* ..... v
LEMBAR PENGESAHAN ..... vii
ABSTRAK ..... ix
ABSTRACT ..... xi
KATA PENGANTAR ..... xiii
DAFTAR ISI ..... xv
DAFTAR GAMBAR ..... xvii
DAFTAR TABEL ..... xix
BAB I PENDAHULUAN ..... 1
1.1. Latar Belakang Masalah ..... 1
1.2. Rumusan Masalah ..... 3
1.3. Batasan Masalah ..... 3
1.4. Tujuan ..... 4
1.5. Manfaat ..... 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 5
2.1. Penelitian Terdahulu ..... 5
2.2. Landasan Teori ..... 7
2.2.1 Investasi ..... 7
2.2.2 Saham ..... 8
2.2.3 Portofolio ..... 8
2.2.4 *Return* dalam Investasi Saham ..... 8
2.2.5 Koefisien Risiko ..... 9
2.2.6 *Nadir Compromise Programming* ..... 10
2.2.7 *Lexicographic Goal Programming* ..... 12
BAB III METODE PENELITIAN ..... 15
3.1. Studi Literatur ..... 15
3.2. Pengumpulan Data ..... 15
3.3. Analisis Data dan Pembahasan ..... 15
3.4. Penarikan Kesimpulan dan Saran ..... 17
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN ..... 19
4.1. Pengumpulan Data Penelitian ..... 19

4.2. Proses Pengolahan Data Penelitian ..... 21
4.2.1 Perhitungan *return* ..... 22
4.2.2 Perhitungan *expected return* ..... 23
4.2.3 Perhitungan koefisien risiko ..... 23
4.3. Perumusan Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala ..... 28
4.4. Optimasi Portofolio Menggunakan Metode *Nadir Compromise Programming* ..... 30
4.4.1 Menentukan nilai nadir *expected return* portofolio ... 31
4.4.2 Menentukan nilai nadir modal investasi ..... 31
4.4.3 Perhitungan proporsi dana menggunakan *Nadir Compromise Programming* ..... 33
4.5 Optimasi Portofolio Menggunakan *Lexicographic Goal Programming* ..... 37
4.5.1 Mengoptimalkan risiko ..... 40
4.5.2 Memaksimalkan *expected return* ..... 41
4.5.3 Meminimalkan modal investasi ..... 42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... 47
5.1. Kesimpulan ..... 47
5.2. Saran ..... 47
DAFTAR PUSTAKA ..... 49
LAMPIRAN ..... 51
BIODATA PENULIS ..... 70

# DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar Diagram Alir Penelitian..... 18

# DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan Penelitian Terdahulu.....6
Tabel 4. 1 Daftar 28 Saham LQ45 .....20
Tabel 4. 2 *Expeted Return* dan koefisen risiko 28 saham .....27
Tabel 4. 3 Harga Penutupan 28 Saham Pada Pengamatan Terakhir .....32
Tabel 4. 4 Proporsi Dana Menggunakan *Nadir Compromise Programming* .....36
Tabel 4. 5 Proporsi Dana Menggunakan Metode *Lexicographic Goal Programming* .....43

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Pasar modal turut berperan dalam menentukan kemajuan perekonomian suatu negara karena pasar modal memiliki dua fungsi yaitu sebagai sarana pendanaan usaha dan sebagai sarana bagi masyarakat untuk berinvestasi pada instrumen keuangan. Perusahaan mengeluarkan instrumen keuangan untuk mendapatkan tambahan dana yang digunakan dalam menjalankan usahanya. Beberapa intrumen keuangan yang berada pada pasar modal antara lain saham, obligasi, reksa dana dan sebagainya. Instrumen pasar modal dibagi menjadi empat yaitu ekuitas, derivatif, surat hutang, dan reksa dana. Setiap instrumen memiliki tingkat keuntungan dan risiko yang berbeda. Sehingga investor dapat memilih instrumen investasi yang diinginkan sesuai dengan keadaannya [1].

Investasi merupakan kegiatan menempatkan dana pada saat sekarang dengan tujuan memperoleh keuntungan di masa depan [2]. Investasi terdiri dari dua macam yaitu investasi pada aset-aset rill seperti tanah, emas, rumah dan aset-aset finansial seperti deposito, saham, obligasi, dan surat berharga lainnya. Investasi atas aset finansial yang banyak diminati oleh masyarakat adalah bentuk saham karena memberikan prospek jangka panjang [3]. Investor menanamkan modalnya dengan cara membeli saham yang diterbitkan oleh perusahaan melalui perantara pasar modal. Salah satu lembaga yang terdapat pada pasar modal adalah Bursa Efek Indonesia (BEI). BEI merupakan tempat terjadinya transaksi jual beli saham dari berbagai macam perusahaan di Indonesia. Salah satu indeks pasar saham BEI adalah LQ45. Indeks ini mengukur kinerja harga dari 45 saham. Saham-saham tersebut memiliki

kapitalisasi pasar besar, likuiditas tinggi dan fundamental perusahaan yang baik [4].

Permasalahan yang dihadapi investor dalam berinvestasi saham adalah adanya risiko yang tinggi karena sifatnya yang dinamis dan fluktuatif. Risiko dan *return* memiliki hubungan positif, artinya semakin besar tingkat keuntungan yang didapat, maka semakin besar pula tingkat risiko yang diterima dan sebaliknya [5]. Sehingga investor membutuhkan informasi terkait tingkat *return* dan tingkat risiko dengan tujuan mendapatkan keuntungan maksimal dengan risiko terkecil. Salah satu cara untuk meminimalisasi tingkat risiko adalah dengan membentuk portofolio saham. Portofolio saham merupakan kumpulan aset finansial maupun rill yang dimiliki investor baik institusi maupun perorangan. Investor selalu menginginkan portofolio yang efisien yaitu portofolio yang memiliki *return* tertinggi dengan risiko tertentu. Namun dalam berinvestasi, pilihan portofolio yang efisien tidak hanya ada satu tetapi banyak. Sehingga dibutuhkan penentuan portofolio yang optimal yaitu portofolio yang dipilih dari beberapa portofolio yang efisien [6].

Salah satu penelitian tentang optimasi portofolio saham adalah penelitian yang dilakukan oleh Halwa Annisa Khoiri dan Subchan (2016) tentang perbandingan metode *Compromise Programming* dan *Nadir Compromise Programming* untuk optimasi *multi-objective* pada pemilihan portofolio saham. Hasil dari penelitian adalah metode *Nadir Compromise Programming* lebih baik daripada metode *Compromise Programming* pada optimasi portofolio saham karena nilai optimum dari risiko dapat dicapai oleh *Nadir Compromise Programming* [7]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Rohmah Nur Istiqomah (2016) tentang perbandingan metode *Goal Programming* dan *Lexicographic Goal Programming* dalam optimisasi portofolio saham. Hasil dari

penelitian adalah portofolio saham model *Lexicographic Goal Programming* dengan indeks *Sharpe* sebagai acuan lebih baik daripada model *Goal Programming* dalam pembentukan portofolio saham pada JII periode Februari 2014 – Maret 2016 [8].

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka penelitian ini membahas tentang optimasi portofolio saham pada LQ45 menggunakan *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming*. Output dari kedua metode berupa proporsi dana yang diinvestasikan pada saham terpilih untuk membentuk portofolio optimal.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang diselesaikan adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil optimasi portofolio saham LQ45 dengan penerapan *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming?*
2. Bagaimana hasil *return* portofolio, koefisien risiko, dan modal investasi berdasarkan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming?*

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Saham yang dipilih sebagai objek penelitian merupakan saham yang konsisten tergabung dalam indeks LQ45 periode Februari 2018 – Februari 2021.
2. Optimasi yang dilakukan tidak dipengaruhi kondisi pandemi COVID-19.

## 1.4. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mendapatkan hasil optimasi portofolio saham LQ45 dengan penerapan *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming*.
2. Mendapatkan hasil *return* portofolio, koefisien risiko, dan modal investasi berdasarkan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming*.

## 1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Diperoleh pengetahuan dalam menerapkan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming* untuk menyelesaikan permasalahan pengoptimalan portofolio saham.
2. Memberikan panduan bagi investor dalam membentuk portofolio optimal berdasarkan tujuan yang hendak dicapai.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu matematika terapan dalam bidang keuangan, khususnya investasi.

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian pertama dilakukan oleh Halwa Annisa Khoiri dan Subchan (2016) tentang perbandingan *Compromise Programming* dan *Nadir Compromise Programming* pada optimasi *multi-objective* pada pemilihan portofolio saham. Hasil dari penelitian adalah metode *Nadir Compromise Programming* lebih baik daripada metode *Compromise Programming* karena nilai optimum dari risiko dapat dicapai oleh *Nadir Compromise Programming* [7]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Subchan & E. Rokhmati (2019) tentang pemodelan dan optimasi multi-tujuan portofolio saham dengan risiko menggunakan metode *Nadir Compromise Programming.* Hasil dari penelitian diperoleh 11 saham untuk membentuk suatu portofolio optimal dan menghasilkan nilai risiko portofolio 1, *expected return* 0.033162 dan besar modal investasi 7820.66 [9].

Penelitian lain terkait optimasi portofolio saham adalah penelitian yang dilakukan oleh Rohmah Nur Istiqomah (2016) tentang perbandingan antara metode *Goal Programming* dengan *Lexicographic Goal Programming* dalam optimisasi portofolio saham. Hasil dari penelitian adalah portofolio saham model *Lexicographic Goal Programming* dengan indeks *Sharpe* sebagai acuan lebih baik daripada model *Goal Programming* [8]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Anita, dkk (2021) tentang penerapan *Lexicographic Goal Programming* pada portofolio saham. Hasil dari penelitian adalah diperoleh saham terpilih untuk pembentukan portofolio optimal terdiri dari saham BBRI 75,97%, BBCA 22,71%, dan ASII 1,32% [10]. Kelebihan dan kekurangan penelitian-penelitian terdahulu disajikan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan Penelitian Terdahulu**

| Penulis | Judul | Kelebihan | Kekurangan |
|---|---|---|---|
| Halwa Annisa Khoiri dan Subchan | Perbandingan *Compromise Programming* dan *Nadir Compromise Programming* untuk Optimasi *Multi-Objective* | Mendapatkan metode terbaik yaitu *Nadir Compromise Programming* | Hanya menentukan dana investasi dan proporsi dana saja |
| Subchan & E. Rokhmati | Pemodelan Dan Optimasi Multi-Tujuan Portofolio Saham Dengan Risiko Menggunakan *Nadir Compromise Programming* | Periode yang digunakan lama yaitu 4 tahun | Saham-saham yang digunakan hanya 20 saham yang terdiri dari 5 sektor |
| Rohmah Nur Istiqomah | Efektivitas Metode *Goal Programming* dan *Lexicographic Goal Programming* dalam Optimisasi Portofolio Saham | Fungsi tujuan yang digunakan ada 4 | Periode yang digunakan hanya 2 tahun |
| Anita, dkk | Optimalisasi Portofolio Saham Menggunakan Pendekatan *Lexicographic Goal Programming* | Kombinasi metode *Lexicographic Goal Programming* dan AHP | Saham yang diteliti hanya 6 saham |

Berdasarkan penelitian terdahulu, maka penelitian ini membahas tentang optimasi portofolio saham pada saham-saham yang secara konsisten tergabung dalam indeks LQ45 periode Februari 2018-Februari 2021. Metode yang digunakan adalah *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming*. Fungsi tujuan yang digunakan adalah Mengoptimumkan risiko, memaksimalkan *expected return*, dan meminimalkan modal investasi. Output dari kedua metode berupa proporsi dana yang diinvestasikan pada saham terpilih untuk membentuk portofolio optimal, sehingga didapatkan nilai risiko, *expected return*, dan modal investasi.

## 2.2. Landasan Teori

Pada subbab ini menjabarkan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini terkait pengertian investasi, saham, portofolio, *return* dalam investasi saham, koefisien risiko, *Nadir Compromise Programming*, dan *Lexicographic Goal Programming*.

### 2.2.1 Investasi

Investasi merupakan aktivitas mengorbankan dana pada saat sekarang dengan tujuan mendapatkan keuntungan di masa depan [2]. Investasi dibedakan menjadi dua yaitu investasi pada aset-aset rill seperti tanah, emas, rumah dan aset-aset finansial seperti deposito, saham, obligasi, dan surat berharga lainnya [3]. Seseorang yang melakukan investasi disebut investor. Terdapat dua macam investor yaitu investor individual dan investor instutisional. Investor individual adalah perorangan yang melakukan investasi. Sedangkan investor instutisional adalah perusahaan atau lembaga yang melakukan investasi [11].

### 2.2.2 Saham

Salah satu aset finansial yang banyak diminati masyarakat adalah saham karena memberikan prospek jangka panjang. Saham merupakan surat berharga yang menunjukkan bukti ikut serta menanamkan modal pada suatu perusahaan [3]. Kepemilikan saham menunjukkan bahwa investor memiliki hak atas pendapatan perusahaan sesuai dengan saham yang dibelinya.

### 2.2.3 Portofolio

Portofolio saham merupakan kumpulan aset finansial maupun rill yang dimiliki investor baik institusi maupun perorangan. Pembentukan portofolio mempertimbangkan adanya *return* dan risiko. Setiap investor menginginkan portofolio yang efisien yaitu portofolio yang memiliki *return* tertinggi dengan risiko tertentu [12]. Indikator portofolio dikatakan efisien apabila mampu memberikan *expected return* terbesar dengan risiko yang sama atau mampu memberikan risiko terkecil dengan *expected return* yang sama. Namun portofolio yang efisien bukanlah portofolio yang baik karena hanya mempunyai satu faktor yang terbaik yaitu faktor *expected return* atau faktor risiko. Portofolio yang terbaik adalah portofolio yang optimal yaitu portofolio yang memiliki kombinasi *expected return* dan risiko yang optimal [6].

### 2.2.4 *Return* dalam Investasi Saham

Saham merupakan surat berharga yang menunjukkan bukti ikut serta menanamkan modal pada suatu perusahaan [3]. *Return* dalam investasi saham merupakan tingkat keuntungan dalam berinvestasi. Pehitungan *return* digunakan untuk mengetahui suatu saham untung atau rugi pada periode tertentu. *Return* dibagi menjadi dua yaitu *realized return* (*return* realisasi) yang telah terjadi sebelumnya dan *expected return* (*return* ekspektasi) yang diharapkan pada masa mendatang. *Realized return* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [8].

$$R_{it} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \tag{2.1}$$

Keterangan:

$R_{it}$ : *realized return* saham ke-*i* pada waktu ke-*t*

$P_t$ : harga saham pada waktu ke-*t*

$P_{t-1}$ : harga saham pada waktu ke *t-1*

*Expected return* merupakan tingkat keuntungan yang diharapkan investor pada masa yang akan datang. Rumus *expected return* dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut [7].

$$E(R_i) = \sum_{t=1}^{N} \frac{R_{it}}{N} \tag{2.2}$$

Keterangan :

$E(R_i)$ : *expected return* saham ke-*i*

$N$ : banyak periode pengamatan

### 2.2.5 Koefisien Risiko

Perhitungan risiko berguna untuk mengetahui seberapa jauh penyimpangan nilai yang diperoleh dengan nilai yang diharapkan. Risiko berpengaruh positif terharap *return* [13]. Perhitungan risiko diperoleh dengan mencari koefisien risiko. Sebelum menghitung koefisien risiko terlebih dahulu menghitung *return* pasar, *expected return* pasar, varians pasar dan covarian saham-*return* pasar. Setelah itu, menghitung koefisien risiko berdasarkan perbandingan antara covarian saham-*return* pasar dengan varians pasar. Rumus-rumusnya sebagai berikut [10].

1. *Return* Pasar

$$R_m = \frac{IHSG_t - IHSG_{t-1}}{IHSG_{t-1}} \tag{2.3}$$

2. *Expected Return* Pasar

$$E(R_m) = \sum_{m=1}^{N} \frac{R_m}{N} \tag{2.4}$$

3. Varians *Return* Pasar

$$\sigma_m^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} (R_{m\boldsymbol{t}} - E(R_m))^2 \tag{2.5}$$

4. Covarian Saham-*Return* Pasar

$$Cov(R_i, R_m) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} \big(R_{i\boldsymbol{t}} - E(R_i)\big)\big(R_{m\boldsymbol{t}} - E(R_m)\big) \tag{2.6}$$

5. Koefisien Risiko

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{\sigma_m^2} \tag{2.7}$$

Keterangan :

| | |
|---|---|
| $IHSG_t$ | : data IHSG pada waktu ke t |
| $IHSG_{t-1}$ | : data IHSG pada waktu ke t-1 |
| $R_{i\boldsymbol{t}}$ | : *realized return* saham ke-*i* pada waktu ke-*t* |
| $N$ | : banyak periode pengamatan |
| $E(R_i)$ | : *expected return* saham ke-i |
| $R_{m\boldsymbol{t}}$ | : *return* pasar periode ke-t |
| $R_m$ | : *return* pasar |
| $E(R_m)$ | : *expected return* pasar |

### 2.2.6 *Nadir Compromise Programming*

Metode *Nadir Compromise Programming* (NCP) pertama kali diperkenalkan oleh Amiri dkk (2011). NCP merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah multi-objektif. Metode ini menggunakan model optimasi berdasarkan nilai nadir yang diperoleh dari kemungkinan solusi terburuk pada fungsi tujuan [14].

NCP meminimalkan jarak antara fungsi tujuan dengan nilai nadirnya menggunakan kebalikan nilai ideal. Model optimasi NCP dengan fungsi untuk mengoptimalkan fungsi tujuan ke-$a$ ($f_a$). Meminimalkan fungsi tujuan ke-$b$ ($f_b$), dan memaksimalkan fungsi tujuan ke-$c$ ($f_c$) dapat dirumuskan sebagai berikut [15] :

Meminimalkan

$$\left\{\sum_{a=1}^{A} W_a(\delta_a^+ + \delta_a^-)^P + \sum_{b=1}^{B} W_b(-\delta_b^-)^P + \sum_{c=1}^{C} W_c(-\delta_c^+)^P\right\}^{\frac{1}{P}} \quad (2.8)$$

Kendala

$$\begin{cases} f_a - \delta_a^+ = f_{(a)}, & a = 1,2,\dots,A \\ f_a + \delta_a^- = f_{(a)}, & a = 1,2,\dots,A \end{cases}$$

$$f_b + \delta_b^- = f_{(b*)}, \quad b = 1,2,\dots,B$$

$$f_c - \delta_c^+ = f_{(c*)}, \quad c = 1,2,\dots,C$$

$$f_{(a)} \in \mathbb{R}$$

$$\delta_a^+, \delta_a^-, \delta_b^-, \delta_c^+ \geq 0$$

Keterangan :

$W_a$ : bobot fungsi tujuan ke-$a$

$W_b$ : bobot fungsi tujuan ke-$b$

$W_c$ : bobot fungsi tujuan ke-$c$

$\delta_a^+$ : deviasi positif fungsi tujuan ke-$a$

$\delta_a^-$ : deviasi negatif fungsi tujuan ke-$a$

$\delta_b^-$ : deviasi negatif fungsi tujuan ke-$b$

$\delta_c^+$ : deviasi positif fungsi tujuan ke-$c$

$f_{(b*)}$ : nilai nadir dari fungsi tujuan ke-$b$

$f_{(c*)}$ : nilai nadir dari fungsi tujuan ke-$c$

P : Parameter

A : banyaknya fungsi tujuan ke-$a$

B : banyaknya fungsi tujuan ke-$b$

C : banyaknya fungsi tujuan ke-$c$

### 2.2.7 *Lexicographic Goal Programming*

*Lexicographic Goal Programming* diperkenalkan oleh Lee (1972), dan Charnes dan Cooper (1977). Metode ini memberikan prioritas pada setiap tujuan. Pembagian prioritas dinamakan *preemptive* (pengutamaan), yaitu mendahulukan tujuan yang menjadi prioritas pertama sebelum tujuan yang lain. Sehingga tujuan harus diurutkan berdasarkan prioritasnya.

Penyelesaian *Lexicographic Goal Programming* bergantung pada urutan prioritas fungsi tujuan. Nilai fungsi tujuan pada prioritas ke-1 ditambahkan ke fungsi kendala pada prioritas fungsi tujuan ke-2 dan seterusnya. Hasil solusi optimal dari metode *Lexicographic Goal Programming* adalah solusi pada prioritas terakhir yaitu ke-*n*.

Notasi untuk menandai prioritas tujuan adalah $P_i$, dengan $i = 1,2,3,\dots,m$.

$$P_1 \gg P_2 \gg \cdots \gg P_m$$

Dimana $\gg$ bermakna "jauh lebih penting daripada". Model *Lexicographic Goal Programming* adalah sebagai berikut [16]:
Meminimalkan

$$Z = \sum_{i=1}^{m} P_i(d_i^- + d_i^+) \tag{2.9}$$

Kendala

$$\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ = z_i \quad , i = 1,2,3,..,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \leq b_i$$

$$d_i^-, d_i^+, x_j \geq 0, j = 1,2,3,\dots,n$$

Keterangan :

$Z$ : fungsi tujuan

$P_i$ : prioritas ke-$i$

$d_i^+$ : penyimpangan atas ke-$i$

$d_i^-$ : penyimpangan bawah ke-$i$

$x_j$ : variabel keputusan

$c_{ij}$ : koefisien $x_j$

$a_{ij}$ : koefisien $x_j$

$z_i$ : nilai fungsi tujuan ke-$i$ yang ingin dicapai

$b_i$ : jumlah sumber daya yang tersedia

# BAB III
# METODE PENELITIAN

Bab ini menjabarkan metode-metode yang diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Mengacu pada tinjauan pustaka yang terdapat pada bab sebelumnya, metode pada bab ini memperjelas apa saja yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan optimasi portofolio saham menggunakan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming*.

## 3.1. Studi Literatur

Pada langkah ini diidentifikasi masalah dan dicari referensi yang menunjang penelitian ini terkait data harga saham, optimasi portofolio saham menggunakan *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming*. Referensi yang digunakan adalah buku-buku literatur, Tugas Akhir, jurnal ilmiah, *paper*, dan artikel terkait.

## 3.2. Pengumpulan Data

Pada langkah ini dilakukan pengumpulan data IHSG bulanan dan data harga penutupan saham bulanan dari perusahaan-perusahaan yang konsisten tergabung dalam LQ45 periode Februari 2018 – Februari 2021 yang didapat dari *Yahoo Finance*.

## 3.3. Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis data untuk mendapatkan kesimpulan dan hasil yang tepat. Tahapan dalam analisis data dan pembahasan adalah menghitung *return*, *expected return* dan koefisien risiko. Setelah didapatkan nilai *expected return* dan koefisien risiko, langkah berikutnya adalah sebagai berikut.

1. Perumusan Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala

   Penelitian ini mempertimbangkan 5 kriteria yaitu risiko, *return*, modal investasi, proporsi dana tiap sektor dan batas bawah-atas dana yang diinvestasikan. Kelima kriteria disusun dalam fungsi tujuan dan fungsi kendala. Fungsi tujuan yang digunakan yaitu mengoptimumkan risiko, memaksimalkan *return* portofolio, dan meminimalkan modal investasi. Sedangkan fungsi kendalanya adalah pembatasan alokasi proporsi dana tiap sektor dan batas bawah-atas dana yang diinvestasikan.
2. Penerapan Metode *Nadir Compromise Programming* pada Optimasi Portofolio Saham.

   Setelah mendapatkan nilai *expected return* dan koefisien risiko, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai nadir *expected return* portofolio dan modal investasi. Kemudian menghitung proporsi dana menggunakan *Nadir Compromise Programming*. *Software* yang digunakan untuk menyelesaikan model adalah LINGO 18.0.
3. Penerapan Metode *Lexicographic Goal Programming* pada Optimasi Portofolio Saham.

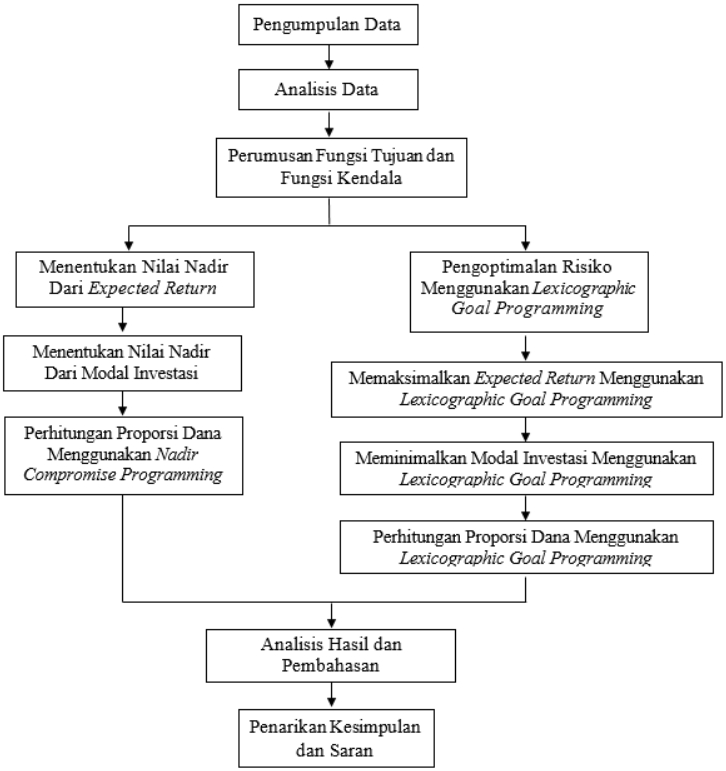
   Penyelesaian menggunakan *Lexicographic Goal Programming* berdasarkan pada urutan prioritas fungsi tujuan. Pada penelitian ini penentuan prioritas tujuan berdasarkan preferensi investor terhadap risiko. Investor yang dipilih adalah tipe moderat. Investor tipe moderat adalah investor yang menanggung risikonya sebanding dengan *return* yang akan diterima dimana koefisien risikonya sama dengan satu. Oleh karena itu, prioritas fungsi tujuan pertama adalah mengoptimumkan risiko, prioritas kedua memaksimumkan *expected return*, dan prioritas ketiga adalah meminimalkan modal investasi. Masing-masing

fungsi tujuan diselesaikan menggunakan *Lexicographic Goal Programming* berdasarkan urutannya. *Software* yang digunakan untuk menyelesaikan model adalah LINGO 18.0. Output yang dihasilkan berupa nilai proporsi dana tiap saham.

## 3.4. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap penarikan kesimpulan dan saran berisi kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian dan analisis yang mengacu pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Selain itu diberikan saran perbaikan bagi penelitian selanjutnya.

Langkah –langkah dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar sebagai berikut.




**Gambar** Diagram Alir Metode Penelitian

# BAB IV
# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai pembentukan portofolio saham menggunakan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming.* Saham yang dijadikan objek penelitian adalah saham-saham yang secara konsisten tergabung dalam Indeks LQ45 periode Februari 2018 - Februari 2021.

## 4.1. Pengumpulan Data Penelitian

Saham-saham yang digunakan dalam penelitian ini adalah saham-saham yang secara konsisten tergabung dalam indeks LQ45. Indeks LQ45 merupakan indeks yang mengukur kinerja saham-saham yang memiliki kapitalisasi pasar besar, likuiditas tinggi dan fundamental perusahaan yang baik. Jumlah saham indeks LQ45 adalah 45 saham. Namun saham-saham yang secara konsisten tergabung dalam indeks LQ45 mulai periode Februari 2018-Februari 2021 ada 28 saham. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan 28 saham yang dioptimasi menggunakan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming.* 28 saham terdiri dari 7 sektor yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Setelah didapatkan 28 saham yang digunakan sebagai onjek penelitian, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data harga penutupan saham bulanan 28 saham yang diperoleh dari website *Yahoo Finance.* Kemudian mengumpulkan data IHSG bulanan yang digunakan dalam menghitung *return* pasar. Data IHSG bulanan juga didapatkan dari *website Yahoo Finance.*

**Tabel 4. 1** Daftar 28 Saham LQ45

| No. | Kode | Nama Emiten | Sektor |
|---|---|---|---|
| 1 | ADRO | Adaro Energy Tbk. | Pertambangan |
| 2 | ANTM | Aneka Tambang Tbk. | Pertambangan |
| 3 | INCO | Vale Indonesia Tbk. | Pertambangan |
| 4 | PTBA | Tambang Batubara Bukit Asam Tbk. | Pertambangan |
| 5 | BSDE | Bumi Serpong Damai Tbk. | Properti |
| 6 | PTPP | PP (Persero) Tbk. | Properti |
| 7 | WIKA | Wijaya Karya (Persero) Tbk. | Properti |
| 8 | AKRA | AKR Corporindo Tbk. | Perdagangan, jasa, dan investasi |
| 9 | MNCN | Media Nusantara Citra Tbk. | Perdagangan, jasa, dan investasi |
| 10 | UNTR | United Tractors Tbk. | Perdagangan, jasa, dan investasi |
| 11 | ASII | Astra Internasional Tbk. | Manufaktur |
| 12 | INTP | Indocement Tunggal Prakasa Tbk. | Manufaktur |
| 13 | SMGR | Semen Indonesia (Persero) Tbk. | Manufaktur |
| 14 | BBCA | Bank Central Asia Tbk. | Keuangan |
| 15 | BBNI | Bank Negara Indonesia Tbk. | Keuangan |
| 16 | BBRI | Bank Rakyat Indonesia Tbk. | Keuangan |
| 17 | BBTN | Bank Tabungan Indonesia Tbk. | Keuangan |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 18 | BMRI | Bank Mandiri (Persero) Tbk. | Keuangan |
| 19 | EXCL | XL Axiata Tbk. | Infrastruktur |
| 20 | TLKM | Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk. | Infrastruktur |
| 21 | JSMR | Jasa Marga (Persero) Tbk | Infrastruktur |
| 22 | PGAS | Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk. | Infrastruktur |
| 23 | GGRM | Gudang Garam Tbk. | Industri Barang Konsumsi |
| 24 | HMSP | HM Sampoerna Tbk. | Industri Barang Konsumsi |
| 25 | ICBP | Indofood CBP Sukses Makmur Tbk. | Industri Barang Konsumsi |
| 26 | INDF | Indofood Sukses Makmur Tbk. | Industri Barang Konsumsi |
| 27 | KLBF | Kalbe Farma Tbk. | Industri Barang Konsumsi |
| 28 | UNVR | Unilever Indonesia Tbk | Industri Barang Konsumsi |

## 4.2. Proses Pengolahan Data Penelitian

Setelah proses pengumpulan data, selanjutnya data diolah untuk mendapatkan data yang mendukung dalam proses optimasi portofolio saham. Pengolahan data meliputi perhitungan *return*, *expected return*, dan koefisien risiko. Setelah pengolahan data kemudian dilakukan optimasi portofolio menggunakan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming.*

### 4.2.1 Perhitungan *return*

Data harga penutupan saham bulanan digunakan untuk menghitung *return*. Perhitungan *return* digunakan untuk mengetahui saham yang termasuk *return* positif dan *return* negatif. Sehingga dapat diketahui saham apa saja yang memberikan keuntungan dalam berinvestasi.

Saham-saham yang terdapat pada Tabel 4.1 dihitung *return* berdasarkan data harga penutupan saham bulanan yang ditunjukkan pada Lampiran 1. Nilai *return* saham ke-*i* pada periode ke-*t* dilambangkan dengan $R_{\boldsymbol{it}}$. Urutan saham ke-i sesuai dengan urutan pada Tabel 4.1, sehingga saham ke-1 adalah ADRO, saham ke-2 adalah ANTM, sampai dengan saham ke-28 adalah UNVR. Periode ke-t satuannya adalah bulan, sehingga periode Februari 2018-Februari 2021 terdapat 36 periode.

Perhitungan *return* menggunakan Persamaan 2.1

$$R_{\boldsymbol{it}} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Perhitungan *return* saham ADRO periode ke-*t*

Periode 1

$$R_{\mathbf{11}} = \frac{2130 - 2350}{2350} = -0.09362$$

Periode 2

$$R_{\mathbf{12}} = \frac{1835 - 2130}{2130} = -0.13850$$

$\vdots$ $\vdots$

Periode 36

$$R_{\mathbf{136}} = \frac{1180 - 1200}{1200} = -0.01667$$

Perhitungan *return* masing-masing saham dapat dilihat pada Lampiran 2.

### 4.2.2 Perhitungan *expected return*

Setelah diperoleh *return* masing-masing saham. Langkah selanjutnya dilakukan perhitungan *expected return.* Perhitungan *expected return* dimaksudkan untuk mengetahui saham-saham yang memiliki *expected return* positif maupun negatif. *Expected return* positif menunjukkan saham memberikan keuntungan pada periode tertentu begitu pula sebaliknya.

Perhitungan *expected return* menggunakan Persamaan 2.2

$$E(R_i) = \sum_{t=1}^{N} \frac{R_{i\boldsymbol{t}}}{N}$$

Perhitungan *expected return* saham ADRO adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E(R_1) &= \sum_{t=1}^{36} \frac{R_{1\boldsymbol{t}}}{36} \\ &= \frac{R_{\mathbf{11}} + R_{\mathbf{12}} + \cdots + R_{\mathbf{136}}}{36} \\ &= \frac{-0.09362 + (-0.13850) + \cdots + (-0.01667)}{36} \\ &= -0.01283 \end{aligned}$$

Perhitungan *expected return* masing-masing saham dapat dilihat pada Lampiran 2.

### 4.2.3 Perhitungan koefisien risiko

Perhitungan koefisien risiko merupakan perbandingan antara covarian saham *return* pasar dengan varian *return* pasar. Sehingga sebelum menghitung koefisien risiko, terlebih dahulu menghitung *return* pasar, *expected return* pasar, varians *return* pasar, dan covarian saham *return* pasar.

1. Perhitungan *return* pasar

*Return* pasar atau *market return* merupakan tingkat pengembalian pasar yang diukur berdasarkan pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Perhitungan *return* pasar menggunakan Persamaan 2.3

$$R_m = \frac{IHSG_t - IHSG_{t-1}}{IHSG_{t-1}}$$

Perhitungan *return* pasar pada periode ke-*t*

Periode 1

$$R_1 = \frac{6188.98682 - 6597.21777}{6597.21777} = -0.06188$$

Periode 2

$$R_2 = \frac{5994.59522 - 6188.98682}{6188.98682} = -0.03141$$

$\vdots$ $\vdots$

Periode 36

$$R_{36} = \frac{6241.79590 - 5862.35205}{5862.35205} = 0.06473$$

Perhitungan *return* pasar selengkapnya disajikan pada Lampiran 2.

2. Perhitungan *Expected Return* Pasar

Setelah didapatkan *return* pasar, langkah selanjutnya adalah menghitung *expected return* pasar menggunakan Persamaan 2.4

$$E(R_m) = \sum_{m=1}^{N} \frac{R_m}{N}$$

Perhitungan *expected return* pasar

$$\begin{aligned} E(R_m) &= \frac{R_1 + R_2 + \cdots + R_{36}}{36} \\ &= \frac{(-0.06188) + (-0.03141) + \cdots + 0.06473}{36} \\ &= -0.00027 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Varians *Return* Pasar

Varians *Return* Pasar dihitung menggunakan Persamaan 2.5

$$\sigma_m^2 = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}(R_{m\boldsymbol{t}} - E(R_m))^2$$

$$\sigma_m^2 = \frac{1}{36}(((R_{m\mathbf{1}} - E(R_m))^2) + ((R_{m\mathbf{2}} - E(R_m))^2) + \cdots + ((R_{m\mathbf{36}} - E(R_m))^2))$$

$$= \frac{1}{36}\left(\left(\left(-0.06188 - (-0.00027)\right)^2\right) + ((-0.03141 - (-0.00027))^2) + \cdots + ((0.06473 - (-0.00027))^2)\right)$$

$$= 0.00244$$

4. Perhitungan Covarians Saham-*Return* Pasar

Covarians Saham-*Return* Pasar dihitung menggunakan Persamaan 2.6

$$Cov(R_i, R_m) = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left(R_{i\boldsymbol{t}} - E(R_i)\right)\left(R_{m\boldsymbol{t}} - E(R_m)\right)$$

Covarians saham-*return* pasar pada saham ADRO

$$Cov(R_1, R_m) = \frac{1}{36}\left(\left(\left(R_{1\mathbf{1}} - E(R_1)\right)\left(R_{m\mathbf{1}} - E(R_m)\right)\right) + \left(\left(R_{1\mathbf{2}} - E(R_1)\right)\left(R_{m\mathbf{2}} - E(R_m)\right)\right) + \cdots + \left(\left(R_{1\mathbf{36}} - E(R_1)\right)\left(R_{m\mathbf{36}} - E(R_m)\right)\right)\right)$$

$$= \frac{1}{36}\left(\left((-0.09362 - (-0.01283))\left(-0.06188 - (-0.00027)\right)\right) + \left((-0.13850 - (-0.01283))\left(-0.03141 -\right.\right.\right.$$

$$(-0.00027))) + \cdots + ((-0.01667) - (-0.01283))(0.06473 - (-0.00027)))))$$
$$= 0.00254$$

Hasil perhitungan covarians saham-*return* pasar saham lainnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

b. Perhitungan Koefisien Risiko

Koefisien risiko dihitung berdasarkan perbandingan antara *return* histori aset dengan *return* pasar menggunakan covarians masing-masing saham.

Koefisien risiko yang digunakan pada penelitian ini merupakan koefisien risiko sistematis yang diukur menggunakan beta.

Koefisien risiko dihitung menggunakan Persamaan 2.7

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{\sigma_m^2}$$

perhitungan koefisien risiko bertujuan untuk mengetahui risiko pada masing-masing saham.

Perhitungan koefisien risiko untuk saham ADRO sebagai berikut

$$\beta_1 = \frac{Cov(R_1, R_m)}{\sigma_m^2}$$
$$= \frac{0.00254}{0.00244}$$
$$= 1.04104$$

Hasil perhitungan koefisien risiko saham lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4. 2** *Expeted Return* dan koefisen risiko 28 saham

| No. | Saham | *Expected Return* $(E(R_i))$ | koefisien risiko $(\beta_i)$ |
|---|---|---|---|
| 1 | ADRO | $-0.01283$ | 1.04104 |
| 2 | ANTM | 0.04723 | 2.71422 |
| 3 | INCO | 0.02496 | 1.72937 |
| 4 | PTBA | 0.00027 | 0.71952 |
| 5 | BSDE | $-0.00756$ | 1.66577 |
| 6 | PTPP | 0.00338 | 3.46950 |
| 7 | WIKA | 0.01324 | 2.71057 |
| 8 | AKRA | $-0.00896$ | 1.99034 |
| 9 | MNCN | 0.00311 | 1.78847 |
| 10 | UNTR | $-0.00824$ | 0.63676 |
| 11 | ASII | $-0.00617$ | 1.25878 |
| 12 | INTP | $-0.00945$ | 1.25798 |
| 13 | SMGR | 0.00563 | 1.68798 |
| 14 | BBCA | 0.01197 | 0.85394 |
| 15 | BBNI | $-0.00520$ | 2.03167 |
| 16 | BBRI | 0.01024 | 1.46189 |
| 17 | BBTN | 0.00161 | 2.53669 |
| 18 | BMRI | $-0.00375$ | 1.35275 |
| 19 | EXCL | $-0.00069$ | 1.26521 |
| 20 | TLKM | 0.00135 | 0.80526 |
| 21 | JSMR | 0.00167 | 1.76226 |
| 22 | PGAS | $-0.00387$ | 2.61397 |
| 23 | GGRM | $-0.01809$ | 0.96663 |
| 24 | HMSP | $-0.03101$ | 1.10958 |
| 25 | ICBP | 0.00075 | 0.18080 |
| 26 | INDF | $-0.00341$ | 0.53291 |
| 27 | KLBF | 0.00003 | 0.65147 |
| 28 | UNVR | $-0.01010$ | 0.28869 |

## 4.3. Perumusan Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala

Fungsi tujuan yang digunakan pada optimasi portofolio saham menggunakan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming* mencakup 3 hal yaitu *expected return*, risiko, dan modal investasi. Sedangkan variabel outputnya adalah mendapatkan proporsi dana investasi pada masing-masing saham dalam suatu portofolio. Pendefinisian variabel *output* dilambangkan dengan $x_i$ dimana $x_i$ merupakan proporsi dana yang diinvestasikan pada saham ke-$i$ dengan $i = 1,2,3,\ldots,28$.

Perumusan fungsi tujuan didefinisikan sebagai berikut :

1. Fungsi tujuan mengoptimalkan risiko

$$Opt\ f_1 = \sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i \tag{4.1}$$

Keterangan :

$f_1$ : fungsi tujuan ke-1

$\beta_i$ : koefisien risiko saham ke-i

$x_i$ : proporsi dana yang diinvestasikan pada saham ke-$i$

2. Fungsi tujuan memaksimalkan *expected return*

$$Max\ f_2 = \sum_{i=1}^{28} E(R_i) x_i \tag{4.2}$$

Keterangan :

$f_2$ : fungsi tujuan ke-2

$E(R_i)$ : *expected return* saham ke-$i$

$x_i$ : proporsi dana yang diinvestasikan pada saham ke-$i$

3. Fungsi tujuan meminimalkan modal investasi

$$Max\ f_3 = \sum_{i=1}^{28} P_i x_i \tag{4.3}$$

Keterangan :

$f_3$ : fungsi tujuan ke-3

$P_i$ : harga penutupan saham ke-*i* pada pengamatan terakhir

$E(R_i)$ : *expected return* saham ke-*i*

$x_i$ : proporsi dana yang diinvestasikan pada saham ke-*i*

Perumusan fungsi kendala didefinisikan sebagai berikut

1. Fungsi kendala jumlah proporsi dana

Jumlah dana yang diinvestasikan sebesar 100%, sehingga fungsi kendala pertama sebagai berikut

$$\sum_{i=1}^{28} x_i = 1 \tag{4.4}$$

2. Fungsi kendala alokasi proporsi dana tiap sektor

Perumusan fungsi kendala alokasi dana tiap sektor sebagai berikut

$$\sum_{i=1}^{m} x_i = S \tag{4.5}$$

Keterangan :

$x_i$ : proporsi dana yang diinvestasikan pada saham ke-*i*

m : jumlah saham pada satu sektor

$S$ : proporsi dana pada satu sektor

Pada penelitian ini digunakan 7 sektor. Masing-masing sektor diberikan proporsi dana yang sama, maka setiap sektor memiliki proporsi dana sebesar 0.14286. Fungsi kendala kedua menjadi

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$$
$$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$$
$$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$$
$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$$
$$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$$
$$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$$
$$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286 \qquad (4.6)$$

3. Fungsi kendala batas bawah dan batas atas dana yang diinvestasikan

   Pada penelitian ini digunakan batasan antara 0 sampai 1. Tujuannya untuk memenuhi diversifikasi dana investasi. Pada batasan alokasi dana tiap sektor yaitu 0.14286, sehingga untuk batas atas dan bawah alokasi dana tiap saham adalah 0 sampai 1 agar setidaknya saham yang memiliki proporsi 0.14286 dapat masuk dalam batasan.

   $$0 \leq x_i \leq 1, \ i = 1,2,3, \dots ,28 \qquad (4.7)$$

## 4.4. Optimasi Portofolio Menggunakan Metode *Nadir Compromise Programming*

Langkah awal dalam optimasi portofolio saham menggunakan metode *Nadir Compromise Programming* adalah menentukan nilai nadir dari masing-masing fungsi tujuan. Nilai nadir merupakan nilai yang diperoleh dari solusi terburuk.

### 4.4.1 Menentukan nilai nadir *expected return* portofolio

Pada penelitian ini dibentuk portofolio yang terdiri dari 28 saham menggunakan Persamaan 4.2, sehingga permasalahan memaksimalkan *expected return* dapat diselesaikan menggunakan Persamaan 4.2

$$\begin{aligned} Min \; = \; & -0.01283x_1 + 0.04723x_2 + 0.02496x_3 + 0.00027x_4 \\ & +(-0.00756x_5) + 0.00338x_6 + 0.01324x_7 \\ & +(-0.00896x_8) + 0.00311x_9 + (-0.00824x_{10}) \\ & +(-0.00617x_{11}) + (-0.00945x_{12}) + 0.00563x_{13} \\ & +0.01197x_{14} + (-0.00520x_{15}) + 0.01024x_{16} \\ & +0.00161x_{17} + (-0.00375x_{18}) + (-0.00069x_{19}) \\ & +(-0.00135x_{20}) + 0.00167x_{21} + (-0.00387x_{22}) \\ & +(-0.01809x_{23}) + (-0.03101x_{24}) + 0.00075x_{25} \\ & +(-0.00341_{26}) + 0.00003x_{27} + (-0.01010x_{28}) \end{aligned}$$

kendala

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$

$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$

$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$

$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$

$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$

$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$

$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286$

$0 \leq x_i \leq 1, \qquad i = 1,2,3, \dots ,28$

Dimana $f_{2*}$ merupakan nilai nadir *expected return* 28 saham yang dibentuk dalam portofolio. Penyelesaian model minimasi menggunakan LINGO 18 didapatkan $f_{2*} = -0.0112688$.

### 4.4.2 Menentukan nilai nadir modal investasi

Perhitungan nilai nadir modal investasi digunakan nilai $P_i$ atau data harga penutupan 28 saham pada pengamatan terakhir (pengamatan ke-36) yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4. 3 Harga Penutupan 28 Saham Pada Pengamatan Terakhir**

| No. | Saham | $P_i$ | No. | Saham | $P_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADRO | 1180 | 15 | BBNI | 5950 |
| 2 | ANTM | 2840 | 16 | BBRI | 4710 |
| 3 | INCO | 6075 | 17 | BBTN | 2070 |
| 4 | PTBA | 2710 | 18 | BMRI | 6150 |
| 5 | BSDE | 1160 | 19 | EXCL | 2200 |
| 6 | PTPP | 1615 | 20 | TLKM | 3490 |
| 7 | WIKA | 1740 | 21 | JSMR | 4170 |
| 8 | AKRA | 3370 | 22 | PGAS | 1440 |
| 9 | MNCN | 1135 | 23 | GGRM | 36500 |
| 10 | UNTR | 22550 | 24 | HMSP | 1335 |
| 11 | ASII | 5400 | 25 | ICBP | 8575 |
| 12 | INTP | 12500 | 26 | INDF | 6050 |
| 13 | SMGR | 10200 | 27 | KLBF | 1470 |
| 14 | BBCA | 33550 | 28 | UNVR | 7000 |

Permasalahan meminimalkan modal investasi dapat diselesaikan menggunakan Persamaan 4.3.

$$\begin{aligned} Max = \; & 1180x_1 + 2840x_2 + 6075x_3 + 2710x_4 + 1160x_5 \\ & +1615x_6 + 1740x_7 + 3370x_8 + 1135x_9 + 22550x_{10} \\ & +5400x_{11} + 12500x_{12} + 10200x_{13} + 33550x_{14} \\ & +5950x_{15} + 4710x_{16} + 2070x_{17} + 6150x_{18} + 2200x_{19} \\ & +3490x_{20} + 4170x_{21} + 1440x_{22} + 36500x_{23} \\ & +1335x_{24} + 8575x_{25} + 6050x_{26} + 1470x_{27} + 7000x_{28} \end{aligned}$$

kendala

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$$
$$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$$
$$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$$
$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$$

$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$
$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$
$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286$
$0 \leq x_i \leq 1, \qquad i = 1,2,3, \dots ,28$

Dimana $f_{3*}$ merupakan nilai nadir modal investasi 28 saham yang dibentuk dalam portofolio. Penyelesaian model maksimasi menggunakan LINGO 18 didapatkan $f_{3*} = 16726.8$.

### 4.4.3 Perhitungan proporsi dana menggunakan *Nadir Compromise Programming*

Pada perhitungan proporsi dana menggunakan *Nadir Compromise Programming*, bobot masing-masing fungsi tujuan ke-$k$ ($W_k$, $k = 1,2,3$) diasumsikan sama dan total bobot fungsi tujuan adalah 1. Sehingga fungsi tujuan ke-1 yaitu risiko $W_1 = \frac{1}{3}$, fungsi tujuan ke-2 yaitu *expected return* $W_2 = \frac{1}{3}$, dan fungsi tujuan ke-3 yaitu modal investasi $W_3 = \frac{1}{3}$. Sedangkan nilai parameter diasumsikan $P = 1$, sehingga didapatkan model *Nadir Compromise Programming* untuk masalah portofolio dari Persamaan 2.8 sebagai berikut

Meminimalkan

$$\left\{\frac{1}{3}(\delta_1^+ + \delta_1^-) + \frac{1}{3}(-\delta_2^+) + \frac{1}{3}(-\delta_3^-)\right\}$$

Kendala

$$\begin{cases} f_1 - \delta_1^+ = 1 \\ f_1 + \delta_1^- = 1 \end{cases}$$
$f_2 - \delta_2^+ = f_{2*}$
$f_3 + \delta_3^- = f_{3*}$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$
$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$
$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$

$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$
$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$
$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$
$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286$
$0 \leq x_i \leq 1, \qquad i = 1,2,3, \ldots ,28$
$\delta_1^+ \geq 0, \delta_1^- \geq 0, \delta_2^+ \geq 0, \delta_3^+ \geq 0$

Keterangan :

$f_k$ : fungsi tujuan ke- $k, k = 1,2,3$
$f_{2*}$ : fungsi tujuan ke-*2* berdasarkan nilai nadir
$f_{3*}$ : fungsi tujuan ke-*3* berdasarkan nilai nadir
$\delta_k^+$ : deviasi positif fungsi tujuan ke-$k, k = 1,2,3$
$\delta_k^-$ : deviasi negatif fungsi tujuan ke-$k, k - 1,2,3$
$x_i$ : proporsi dana yang diinvestasikan pada saham ke-*i*

Setelah diperoleh nilai nadir dari fungsi tujuan $f_{2*}$ dan $f_{3*}$ serta terbentuknya model *Nadir Compromise Programming*, maka langkah selanjutnya adalah menentukan proporsi dana yang diinvestasikan pada masing-masing saham. Rumusan yang digunakan untuk mendapatkan proporsi dana berdasarkan nilai nadir adalah sebagai berikut :

Meminimalkan

$$\{0.333(\delta_1^+) + 0.333(\delta_1^-) - 0.333(\delta_2^+) - 0.333(\delta_3^-)\}$$

Kendala

$$\sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i - \delta_1^+ = 1$$

$$\sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i + \delta_1^- = 1$$

$$\sum_{i=1}^{28} E(R_i)x_i - \delta_2^+ = -0.0112688$$
$$\sum_{i=1}^{28} P_i x_i + \delta_3^- = 16726.8$$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$$
$$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$$
$$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$$
$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$$
$$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$$
$$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$$
$$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286$$
$$0 \leq x_i \leq 1, \qquad i = 1,2,3,\ldots,28$$
$$\delta_1^+ \geq 0, \delta_1^- \geq 0, \delta_2^+ \geq 0, \delta_3^+ \geq 0$$

Dimana $\beta_i$ merupakan koefisien risiko, $E(R_i)$ merupakan *expected return*, dan $P_i$ merupakan harga penutupan saham bulanan dari pengamatan terakhir yang disajikan dalam Tabel 4.3.

Model *nadir compromise programming* diselesaikan menggunakan *software* LINGO 18. Output lingo ditampilkan pada Lampiran 4. Hasil yang diperoleh adalah $\delta_1^+ = \delta_1^- = 0$, $\delta_2^+ = 0.008082598$, $\delta_3^- = 10588.8$.

Proporsi dana yang diinvestasikan pada tiap saham disajikan pada Tabel 4.4

**Tabel 4. 4 Proporsi Dana Menggunakan *Nadir Compromise Programming***

| $x_i$ | Proporsi Dana |
|---|---|
| $x_4$ | 0.14286 |
| $x_5$ | 0.14286 |
| $x_9$ | 0.04716 |
| $x_{10}$ | 0.09570 |
| $x_{11}$ | 0.14286 |
| $x_{18}$ | 0.14286 |
| $x_{20}$ | 0.14286 |
| $x_{25}$ | 0.14286 |

Portofolio optimal yang terbentuk terdiri dari 8 saham yaitu pada sektor pertambangan terdapat saham Tambang Batubara Bukit Asam Tbk (PTBA) dengan proporsi dana 0.14286, pada sektor properti terdapat saham Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE) dengan proporsi dana 0.14286, pada sektor Perdagangan, jasa, dan investasi terdapat saham Media Nusantara Citra Tbk (MNCN) dan United Tractors Tbk (UNTR) dengan proporsi dana masing-masing 0.04716 dan 0.09570, pada sektor manufaktur terdapat saham Astra Internasional Tbk. (ASII) dengan proporsi dana 0.14286, pada sektor keuangan terdapat Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) dengan proporsi dana 0.14286, pada sektor infrastruktur terdapat Telekomunikasi Indonesia Tbk. (TLKM) dengan proporsi dana 0.14286, dan pada sektor industri barang konsumsi terdapat saham Indofood CBP Sukses Makmur Tbk. (ICBP) dengan proporsi dana sebesar 0.14286.

Berdasarkan hasil proporsi dana saham-saham terpilih untuk pembentukan portofolio optimal, dapat dihitung nilai-nilai koefisien risiko ($f_1$), *expected return* ($f_2$), dan modal investasi ($f_3$).

$$
\begin{aligned}
f_1 &= \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_9 x_9 + \beta_{10} x_{10} + \beta_{11} x_{11} + \beta_{18} x_{18} \\
&\quad + \beta_{20} x_{20} + \beta_{25} x_{25} \\
&= (0.71952 \times 0.14286) + (1.66577 \times 0.14286) \\
&\quad + (1.78847 \times 0.04716) + (0.63676 \times 0.09570) \\
&\quad + (1.25878 \times 0.14286) + (1.35275 \times 0.14286) \\
&\quad + (0.80526 \times 0.14286) + (0.18080 \times 0.14286) \\
&= 1 \\
f_2 &= E(R_4) x_4 + E(R_5) x_5 + E(R_9) x_9 + E(R_{10}) x_{10} \\
&\quad + E(R_{11}) x_{11} + E(R_{18}) x_{18} + E(R_{20}) x_{20} + E(R_{25}) x_{25} \\
&= (0.00027 \times 0.14286) + (-0.00756 \times 0.14286) \\
&\quad + (0.00311 \times 0.04716) + (-0.00824 \times 0.09570) \\
&\quad + (-0.00617 \times 0.14286) + (-0.00375 \times 0.14286) \\
&\quad + (0.00135 \times 0.14286) + (0.00075 \times 0.14286) \\
&= -0.0028 \\
f_3 &= P_4 x_4 + P_5 x_5 + P_9 x_9 + P_{10} x_{10} + P_{11} x_{11} + P_{18} x_{18} \\
&\quad + P_{20} x_{20} + P_{25} x_{25} \\
&= (2710 \times 0.14286) + (1160 \times 0.14286) \\
&\quad + (1135 \times 0.04716) + (22550 \times 0.09570) \\
&\quad + (5400 \times 0.14286) + (6150 \times 0.14286) \\
&\quad + (3490 \times 0.14286) + (8575 \times 0.14286) \\
&= 6138.0021
\end{aligned}
$$

Hasil optimasi portofolio saham menggunakan metode *Nadir Compromise Programming* diperoleh nilai koefisien risiko optimal sebesar $1$. *Expected return* maksimal sebesar $0.00250$, dan modal investasi minimal sebesar $6138.0021$.

## 4.5 Optimasi Portofolio Menggunakan *Lexicographic Goal Programming*

Prioritas pertama dalam pembentukan portofolio menggunakan *Lexicographic Goal Programming* adalah

mengoptimumkan risiko, sehingga dibutuhkan variabel deviasional $d_1^-$ dan $d_1^+$, fungsi tujuan pertama sebagai berikut.

$$z_1 = \sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i + d_1^- - d_1^+ = M_0 \tag{4.7}$$

Dimana $M_0$ merupakan jumlah dana yang diinvestasikan. Sehingga fungsi tujuan pada persamaan 4.7 menjadi

$$z_1 = \sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i + d_1^- - d_1^+ = 1$$

Prioritas kedua yaitu memaksimalkan *expected return*. *Return* portofolio yang dibentuk lebih besar atau sama dengan *return* minimal ($R_{min}$), penyimpangan di bawah nilai $R_{min}$ harus diminimalkan agar mendapatkan hasil penyelesaian lebih dari atau sama dengan $R_{min}$, sehingga variabel deviasional $d_2^-$ akan diminimalkan pada fungsi tujuan. Fungsi tujuan kedua menjadi sebagai berikut

$$z_2 = \sum_{i=1}^{28} E(R_i) x_i + d_2^- - d_2^+ = M_0 R_{min}$$

Dimana $M_0 = 1$ dan $R_{min}$ merupakan *return* minimal yang didapatkan dari rata-rata *expected return* seluruh saham yang masuk dalam portofolio. Perhitungan $R_{min}$ sebagai berikut

$$R_{min} = \frac{1}{28} \sum_{i=1}^{28} E(R_i)$$
$$= -0.00024$$

Fungsi tujuan kedua menjadi sebagai berikut

$$z_2 = \sum_{i=1}^{28} E(R_i) x_i + d_2^- - d_2^+ = -0.00024$$

Prioritas ketiga dalam penelitian ini adalah meminimalkan modal investasi. Modal investasi yang digunakan tidak akan lebih dari $M$. Oleh karena itu, penyimpangan diatas nilai $M$ harus diminimalkan supaya hasil penyelesaian kurang dari sama dengan $M$. Dengan demikian, variabel deviasional $d_3^+$ akan diminimalkan. Fungsi tujuan ketiga adalah sebagai berikut

$$z_3 = \sum_{i=1}^{28} P_i x_i + d_3^- - d_3^+ = M$$

Dimana $M$ merupakan jumlahan dari harga penutupan saham pada periode terakhir. Perhitungan $M$ sebagai berikut.

$$M = \sum_{i=1}^{28} P_i$$

$$= 197135$$

Fungsi tujuan ketiga menjadi

$$z_3 = \sum_{i=1}^{28} P_i x_i + d_3^- - d_3^+ = 197135$$

Formulasi *Lexicographic Goal Programming* berdasarkan Persamaan 2.9 pada penelitian ini adalah sebagai berikut

Meminimalkan

$$Z = P_1(d_1^- + d_1^+) + P_2(d_2^-) + P_3(d_3^+)$$

Kendala

$$\sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i + d_1^- - d_1^+ = 1$$

$$\sum_{i=1}^{28} E(R_i) x_i + d_2^- - d_2^+ = -0.00024$$

$$\sum_{i=1}^{28} P_i x_i + d_3^- - d_3^+ = 197135$$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$$
$$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$$
$$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$$
$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$$
$$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$$
$$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$$
$$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286$$
$$0 \leq x_i \leq 1, \qquad i = 1,2,3,\ldots,28$$

Prioritas pertama mengoptimalkan risiko, prioritas kedua memaksimalkan *expected return*, dan prioritas ketiga meminimalkan modal investasi. Berdasarkan metode *Lexicographic Goal Programming* bahwa prioritas tertinggi dikerjakan terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan prioritas berikutnya, sehingga tahap-tahap untuk menyelesaikan model adalah sebagai berikut.

### 4.5.1 Mengoptimalkan risiko

Fungsi tujuan pertama adalah mengoptimalkan risiko.

Meminimalkan $(d_1^+ + d_1^-)$

Kendala

$$\sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i + d_1^- - d_1^+ = 1$$
$$\sum_{i=1}^{28} E(R_i) x_i + d_2^- - d_2^+ = -0.00024$$

$$\sum_{i=1}^{28} P_i x_i + d_3^- - d_3^+ = 197135$$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$$
$$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$$
$$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$$
$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$$
$$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$$
$$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$$
$$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286$$
$$0 \leq x_i \leq 1, \qquad i = 1,2,3,\ldots,28$$

Nilai optimum pada permasalan ini adalah $d_1^+ + d_1^- = 0$. Fungsi tujuan pertama terpenuhi. Nilai optimum pada prioritas pertama dimasukkan menjadi kendala pada prioritas kedua.

### 4.5.2 Memaksimalkan *expected return*

Fungsi tujuan kedua pada penelitian ini adalah memaksimalkan *expected return*.

Meminimalkan $d_2^-$

Kendala

$$\sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i + d_1^- - d_1^+ = 1$$
$$\sum_{i=1}^{28} E(R_i) x_i + d_2^- - d_2^+ = -0.00024$$
$$\sum_{i=1}^{28} P_i x_i + d_3^- - d_3^+ = 197135$$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$$
$$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$$

$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$
$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$
$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$
$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$
$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286$
$0 \leq x_i \leq 1, \qquad i = 1,2,3, \dots ,28$
$d_1^+ + d_1^- = 0$
Nilai optimum pada permasalan ini adalah $d_2^- = 0$, sehingga fungsi tujuan kedua tercapai. Nilai $d_1^+ + d_1^- = 0$ dan $d_2^- = 0$ dimasukkan menjadi kendala pada prioritas ketiga.

### 4.5.3 Meminimalkan modal investasi

Fungsi tujuan ketiga adalah meminimalkan modal investasi.

Meminimalkan $d_3^+$

Kendala

$$\sum_{i=1}^{28} \beta_i x_i + d_1^- - d_1^+ = 1$$
$$\sum_{i=1}^{28} E(R_i) x_i + d_2^- - d_2^+ = -0.00024$$
$$\sum_{i=1}^{28} P_i x_i + d_3^- - d_3^+ = 197135$$
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0.14286$
$x_5 + x_6 + x_7 = 0.14286$
$x_8 + x_9 + x_{10} = 0.14286$
$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 0.14286$
$x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} = 0.14286$

$x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} = 0.14286$
$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} = 0.14286$
$0 \leq x_i \leq 1, \qquad i = 1,2,3, \dots ,28$
$d_1^+ + d_1^- = 0$
$d_2^- = 0$

Nilai optimum pada permasalan ini adalah $d_3^- = 0$, sehingga fungsi tujuan ketiga terpenuhi. Penyelesaian optimal pada permasalahan terakhir merupakan nilai optimal model *Lexicographic Goal Programming*. Model *Lexicographic Goal Programming* diselesaikan menggunakan *software* LINGO 18. Output LINGO ditampilkan pada Lampiran 5. Penyelesaian dari *Lexicographic Goal Programming* memberikan proporsi dana untuk tiap saham yang dapat dibentuk dalam suatu portofolio optimal. Hasil optimasi portofolio saham menggunakan *Lexicographic Goal Programming* disajikan dalam Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5 Proporsi Dana Menggunakan Metode *Lexicographic Goal Programming***

| $x_i$ | Proporsi Dana |
|---|---|
| $x_4$ | 0.14286 |
| $x_5$ | 0.04620 |
| $x_7$ | 0.09667 |
| $x_{10}$ | 0.14286 |
| $x_{11}$ | 0.14286 |
| $x_{14}$ | 0.09357 |
| $x_{18}$ | 0.04929 |
| $x_{20}$ | 0.14286 |
| $x_{25}$ | 0.14286 |

Berdasarkan metode *Lexicographic Goal Programming*, didapatkan sembilan saham terbaik dalam pembentukan portofolio saham yang optimal yaitu pada sektor pertambangan terdapat saham Tambang Batubara Bukit Asam Tbk (PTBA) dengan proporsi dana sebesar 0.14286, pada sektor Properti terdapat saham Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE) dengan proporsi dana sebesar 0.04620 dan saham Wijaya Karya (Persero) Tbk (WIKA) dengan proporsi dana sebesar 0.09667, pada sektor Perdagangan, jasa, dan investasi terdapat saham United Tractors Tbk (UNTR) dengan proporsi dana 0.14286, pada sektor manufaktur terdapat saham Astra Internasional Tbk. (ASII) dengan proporsi dana 0.14286, pada sektor keuangan terdapat saham Bank Central Asia Tbk (BBCA) dengan proporsi dana 0.09357 dan saham Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) dengan proporsi dana 0.04929, pada sektor infrastruktur terdapat saham Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk. (TLKM) dengan proporsi dana 0.14286, pada sektor industri barang konsumsi terdapat saham Indofood CBP Sukses Makmur Tbk. (ICBP) dengan proporsi dana sebesar 0.14286.

Berdasarkan hasil proporsi dana saham-saham terpilih untuk pembentukan portofolio optimal, dapat dihitung nilai-nilai koefisien risiko ($f_1$), *expected return* ($f_2$), dan modal investasi ($f_3$).

$$
\begin{aligned}
f_1 &= \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_7 x_7 + \beta_{10} x_{10} \\
&\quad + \beta_{11} x_{11} + \beta_{14} x_{14} + \beta_{18} x_{18} + \beta_{20} x_{20} + \beta_{25} x_{25} \\
&= (0.71952 \times 0.14286) + (1.66577 \times 0.04620) \\
&\quad + (2.71057 \times 0.09667) + (0.63676 \times 0.14286) \\
&\quad + (1.25878 \times 0.14286) + (0.85394 \times 0.09357) \\
&\quad + (1.35275 \times 0.04929) + (0.80526 \times 0.14286) \\
&\quad + (0.18080 \times 0.14286) \\
&= 1
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
f_2 &= E(R_4)x_4 + E(R_5)x_5 + E(R_7)x_7 + E(R_{10})x_{10} \\
&\quad + E(R_{11})x_{11} + E(R_{14})x_{14} + E(R_{18})x_{18} + E(R_{20})x_{20} \\
&\quad + E(R_{25})x_{25} \\
&= (0.00027 \times 0.14286) + (-0.00756 \times 0.04620) \\
&\quad + (0.01324 \times 0.09667) + (-0.00824 \times 0.14286) \\
&\quad + (-0.00617 \times 0.14286) + (0.01197 \times 0.09357) \\
&\quad + (-0.00375 \times 0.04929) + (0.00135 \times 0.14286) \\
&\quad + (0.00075 \times 0.14286) \\
&= 0.00015 \\
f_3 &= P_4x_4 + P_5x_5 + P_7x_7 + P_{10}x_{10} + P_{11}x_{11} + P_{14}x_{14} \\
&\quad + P_{18}x_{18} + P_{20}x_{20} + P_{25}x_{25} \\
&= (2710 \times 0.14286) + (1160 \times 0.046198) \\
&\quad + (1740 \times 0.096662) + (22550 \times 14286) \\
&\quad + (5400 \times 0.14286) + (33550 \times 0.093571) \\
&\quad + (6150 \times 0.049289) + (3490 \times 0.14286) \\
&\quad + (8575 \times 0.14286) \\
&= 9767.9080
\end{aligned}
$$

Hasil optimasi portofolio saham menggunakan metode *Lexicographic Goal Programming* diperoleh nilai koefisien risiko optimal sebesar 1, *expected return* maksimal sebesar 0.00014, dan modal investasi minimal sebesar 9767.9080.

# BAB V
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dijabarkan pada bab IV adalah sebagai berikut,

1. Berdasarkan hasil optimasi dari 28 saham LQ45 periode Februari 2018 sampai Februari 2021 menggunakan metode *Nadir Compromise Programming* diperoleh saham-saham terpilih untuk pembentukan portofolio yang optimal yaitu PTBA, BSDE, MNCN, UNTR, ASII, BMRI, TLKM, dan ICBP. Sedangkan berdasarkan metode *Lexicographic Goal Programming* diperoleh saham-saham terpilih untuk pembentukan portofolio yang optimal yaitu PTBA, BSDE, WIKA, UNTR, ASII, BBCA, BMRI, TLKM, dan ICBP.
2. Hasil portofolio menggunakan *Nadir Compromise Programming* diperoleh nilai risiko portofolio optimal sebesar $1$, *expected return* maksimal sebesar $-0.0028$, dan modal investasi minimal sebesar $6138.0021$. Sedangkan hasil portofolio menggunakan *Lexicographic Goal Programming* diperoleh nilai risiko portofolio optimal sebesar $1$, *expected return* maksimal sebesar $0.00015$, dan modal investasi minimal sebesar $9767.9080$.

## 5.2. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu

1. Pada penelitian ini hanya terdapat 3 fungsi tujuan, penelitian selanjutnya dapat menambah fungsi tujuan lain agar lebih bervariasi.

2. Penelitian selanjutnya dapat mengkombinasikan metode *Nadir Compromise Programming* dan *Lexicographic Goal Programming* dengan metode lain yang berhubungan dengan permasalahan multi objektif.

# DAFTAR PUSTAKA


[1] Fakhruddin, H. M. (2008). "Istilah Pasar Modal A-Z". Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.

[2] Chandra, Prasanna. (2017). "Investment Analysis and Portfolio Management". Chennai : McGraw Hill Education.

[3] Tandelilin, Eduardus. (2010). "Dasar-Dasar Manajemen Investasi". Yogyakarta : Penerbit Kanisius..

[4] Djajadi, Inarno. (2019). "IDX Stock Index Handbook". Jakarta : Indonesia Stock Exchange.

[5] Hung, Phan Tran Minh, dkk. (2019). "The Relationship Between Risk And Return – An Empirical Evidence From Real Estate Stocks Listed In Vietnam". **Asian Economic and Financial Review Vol. 9**, Hal. 1211-1226

[6] Zacharias, J. A. (2020). "Teori Portofolio Investasi". Klaten : Lakeisha.

[7] Khoiri, Halwa Annisa & Subchan. (2016). "Perbandingan Compromise Programming dan *Nadir Compromise Programming* untuk Optimasi Multi-Objective pada Pemilihan Portofolio Saham". http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-33578-1210100062-Paper.pdf Diakses pada tanggal 17 April 2021

[8] Istiqomah, R. N. (2016) "Efektifitas Metode Goal Programming dan *Lexicographic Goal Programming* dalam Optimisasi Portofolio Saham". Universitas Negeri Yogyakarta.

[9] Subchan & Rahmawati, E. (2019). "Pemodelan dan Optimasi Multi-Tujuan Portofolio Saham dengan Resiko Menggunakan *Nadir Compromise Programming*". **Journal of Mathematics and Its Applications Vol. 16,** Hal. 105-116.

[10] Anita, dkk. (2021). "Optimalisasi Portofolio Saham dengan Pendekatan *Lexicographic Goal Programming*". **Buletin**

**Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster) Vol. 10** Hal. 165-174.

[11] Murdiyanto, Edi & Kusumaningarti, Miladiah. (2020). “Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio Pasar Modal Indonesia”. Surabaya : CV. Jakad Media Publishing.

[12] Sunaryo, Deni. (2019). “Manajemen Investasi dan Portofolio”. Serang : CV Penerit Qiara Media

[13] Nurdiawan, W. Kurniati, E. dan Suhaedi, D. (2015). "Analisis Hubungan Return dan Risiko Suatu Investasi berdasarkan Fungsi Linier dengan Menggunakan Capital Asset Pricing Model". Prosiding Matematika. Bandung : Universitas Islam Bandung.

[14] Noviyanto, Wandi. (2016). “Perbandingan Nilai Optimal Portofolio Saham dengan Metode *Nadir Compromise Programming*”. Universitas Udayana.

[15] Amiri, M, dkk. (2011). “*Nadir Compromise Programming*: A Model for Optimization of Multi-Objective Portfolio Problem”. **Expert System with Applications Vol. 38**, Hal. 7222-7226.

[16] Umarusman, N. (2019). “Using Global Criterion Method to Define Priorities in *Lexicographic Goal Programming* and An Application for Optimal System Design”. **MANAS Sosyal Araştirmalar Dergisi, Vol. 8** Hal 326-341.

# LAMPIRAN

**Lampiran 1** Data Harga Penutupan Saham Bulanan LQ45 Periode Februari 2018 - Februari 2021

| Tanggal | ADRO | ANTM | INCO | PTBA | BSDE | PTPP | WIKA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/2/2018 | 2350 | 955 | 3390 | 3170 | 1935 | 3100 | 1925 |
| 1/3/2018 | 2130 | 775 | 2790 | 2940 | 1780 | 2610 | 1680 |
| 1/4/2018 | 1835 | 845 | 3160 | 3240 | 1690 | 2430 | 1585 |
| 1/5/2018 | 1885 | 865 | 3860 | 3800 | 1705 | 2580 | 1670 |
| 1/6/2018 | 1790 | 890 | 4040 | 3970 | 1565 | 1995 | 1325 |
| 1/7/2018 | 1905 | 915 | 4370 | 4480 | 1350 | 2080 | 1550 |
| 1/8/2018 | 1865 | 870 | 3800 | 4050 | 1200 | 1900 | 1550 |
| 1/9/2018 | 1835 | 845 | 3710 | 4320 | 1155 | 1525 | 1365 |
| 1/10/2018 | 1650 | 680 | 2920 | 4250 | 1100 | 1330 | 1100 |
| 1/11/2018 | 1285 | 615 | 3030 | 4020 | 1350 | 1855 | 1505 |
| 1/12/2018 | 1215 | 765 | 3260 | 4300 | 1255 | 1805 | 1655 |
| 1/1/2019 | 1390 | 965 | 3850 | 4310 | 1330 | 2340 | 1895 |
| 1/2/2019 | 1310 | 1015 | 3740 | 3980 | 1355 | 2000 | 1785 |
| 1/3/2019 | 1340 | 890 | 3390 | 4210 | 1420 | 2100 | 2150 |
| 1/4/2019 | 1305 | 865 | 3050 | 3960 | 1435 | 2400 | 2420 |
| 1/5/2019 | 1295 | 725 | 2700 | 3060 | 1350 | 1970 | 2270 |
| 1/6/2019 | 1360 | 845 | 3120 | 2960 | 1535 | 2210 | 2430 |
| 1/7/2019 | 1270 | 935 | 3030 | 2740 | 1420 | 2150 | 2340 |

| Tanggal | ADRO | ANTM | INCO | PTBA | BSDE | PTPP | WIKA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/8/2019 | 1125 | 1070 | 3530 | 2470 | 1350 | 1850 | 2210 |
| 1/9/2019 | 1290 | 975 | 3510 | 2260 | 1390 | 1705 | 1925 |
| 1/10/2019 | 1310 | 890 | 3710 | 2250 | 1415 | 1775 | 1980 |
| 1/11/2019 | 1230 | 750 | 3000 | 2420 | 1250 | 1350 | 1735 |
| 1/12/2019 | 1555 | 840 | 3640 | 2660 | 1255 | 1585 | 1990 |
| 1/1/2020 | 1225 | 720 | 3160 | 2210 | 1115 | 1380 | 1890 |
| 1/2/2020 | 1155 | 575 | 2450 | 2240 | 1000 | 1205 | 1875 |
| 1/3/2020 | 990 | 450 | 2160 | 2180 | 670 | 550 | 835 |
| 1/4/2020 | 920 | 510 | 2570 | 1875 | 705 | 670 | 950 |
| 1/5/2020 | 1100 | 535 | 2780 | 1945 | 635 | 725 | 1085 |
| 1/6/2020 | 995 | 605 | 2800 | 2020 | 740 | 870 | 1200 |
| 1/7/2020 | 1085 | 730 | 3420 | 2030 | 690 | 975 | 1190 |
| 1/8/2020 | 1085 | 820 | 3790 | 2040 | 775 | 970 | 1240 |
| 1/9/2020 | 1135 | 705 | 3560 | 1970 | 740 | 825 | 1095 |
| 1/10/2020 | 1125 | 1055 | 4050 | 1960 | 890 | 915 | 1205 |
| 1/11/2020 | 1390 | 1145 | 4610 | 2360 | 1050 | 1360 | 1620 |
| 1/12/2020 | 1430 | 1935 | 5100 | 2810 | 1225 | 1865 | 1985 |
| 1/1/2021 | 1200 | 2220 | 5500 | 2580 | 1125 | 1635 | 1800 |
| 1/2/2021 | 1180 | 2840 | 6075 | 2710 | 1160 | 1615 | 1740 |

**Lampiran 1** Lanjutan 1

| Tanggal | AKRA | MNCN | UNTR | ASII | INTP | SMGR | BBCA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/2/2018 | 6100 | 1535 | 35600 | 8075 | 21975 | 11125 | 23175 |
| 1/3/2018 | 5675 | 1415 | 32000 | 7300 | 16000 | 10350 | 23300 |
| 1/4/2018 | 4900 | 1325 | 34100 | 7150 | 17725 | 9650 | 22100 |
| 1/5/2018 | 4920 | 1200 | 35050 | 6900 | 17625 | 8400 | 22700 |
| 1/6/2018 | 4300 | 920 | 31600 | 6600 | 13650 | 7125 | 21475 |
| 1/7/2018 | 4210 | 985 | 35250 | 7150 | 14125 | 7600 | 23275 |
| 1/8/2018 | 3610 | 905 | 34400 | 7250 | 17725 | 9450 | 24800 |
| 1/9/2018 | 3670 | 805 | 33000 | 7350 | 18500 | 9925 | 24150 |
| 1/10/2018 | 3460 | 780 | 33500 | 7900 | 17300 | 9000 | 23650 |
| 1/11/2018 | 3900 | 790 | 27500 | 8550 | 19100 | 12025 | 26050 |
| 1/12/2018 | 4290 | 690 | 27350 | 8225 | 18450 | 11500 | 26000 |
| 1/1/2019 | 5250 | 845 | 25725 | 8450 | 19225 | 12675 | 28175 |
| 1/2/2019 | 5550 | 935 | 26500 | 7150 | 19225 | 12650 | 27575 |
| 1/3/2019 | 4730 | 750 | 27000 | 7300 | 21350 | 13875 | 27550 |
| 1/4/2019 | 4450 | 940 | 27175 | 7625 | 22000 | 13500 | 28750 |
| 1/5/2019 | 3980 | 1140 | 25350 | 7450 | 21200 | 11550 | 29100 |
| 1/6/2019 | 4090 | 1040 | 28200 | 7450 | 20000 | 11575 | 29975 |
| 1/7/2019 | 4000 | 1375 | 24925 | 7000 | 22475 | 12875 | 30950 |

| Tanggal | AKRA | MNCN | UNTR | ASII | INTP | SMGR | BBCA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/8/2019 | 4270 | 1240 | 20925 | 6675 | 21725 | 13250 | 30500 |
| 1/9/2019 | 3800 | 1235 | 20575 | 6600 | 18725 | 11550 | 30350 |
| 1/10/2019 | 3960 | 1315 | 21675 | 6950 | 20000 | 12650 | 31450 |
| 1/11/2019 | 3400 | 1250 | 20925 | 6500 | 19400 | 11450 | 31400 |
| 1/12/2019 | 3950 | 1630 | 21525 | 6925 | 19025 | 12000 | 33425 |
| 1/1/2020 | 3310 | 1590 | 19200 | 6350 | 16475 | 11950 | 32400 |
| 1/2/2020 | 2650 | 1285 | 16600 | 5525 | 14925 | 10475 | 31450 |
| 1/3/2020 | 1975 | 905 | 16900 | 3900 | 12500 | 7625 | 27625 |
| 1/4/2020 | 2400 | 915 | 16300 | 3850 | 11650 | 7950 | 25850 |
| 1/5/2020 | 2350 | 850 | 15700 | 4770 | 12100 | 9800 | 25950 |
| 1/6/2020 | 2540 | 905 | 16550 | 4800 | 11800 | 9625 | 28475 |
| 1/7/2020 | 2880 | 820 | 21350 | 5150 | 12375 | 9225 | 31200 |
| 1/8/2020 | 2900 | 890 | 23000 | 5100 | 11875 | 10550 | 31375 |
| 1/9/2020 | 2550 | 720 | 22800 | 4460 | 10400 | 9175 | 27100 |
| 1/10/2020 | 2680 | 830 | 21125 | 5425 | 12225 | 9575 | 28950 |
| 1/11/2020 | 2910 | 1015 | 23000 | 5300 | 14300 | 11700 | 31025 |
| 1/12/2020 | 3180 | 1140 | 26600 | 6025 | 14475 | 12425 | 33850 |
| 1/1/2021 | 2840 | 1035 | 22850 | 6100 | 13375 | 10600 | 33800 |
| 1/2/2021 | 3370 | 1135 | 22550 | 5400 | 12500 | 10200 | 33550 |

**Lampiran 1** Lanjutan 2

| Tanggal | BBNI | BBRI | BBTN | BMRI | EXCL | TLKM | JSMR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/2/2018 | 9725 | 3780 | 3740 | 8300 | 2950 | 4000 | 5350 |
| 1/3/2018 | 8675 | 3600 | 3800 | 7675 | 2520 | 3600 | 4580 |
| 1/4/2018 | 8050 | 3220 | 3110 | 7125 | 2120 | 3830 | 4370 |
| 1/5/2018 | 8475 | 3080 | 3050 | 7050 | 2100 | 3520 | 4450 |
| 1/6/2018 | 7050 | 2840 | 2450 | 6850 | 2520 | 3750 | 4180 |
| 1/7/2018 | 7400 | 3070 | 2360 | 6650 | 2750 | 3570 | 4690 |
| 1/8/2018 | 7800 | 3180 | 2750 | 6900 | 3180 | 3490 | 4530 |
| 1/9/2018 | 7400 | 3150 | 2630 | 6725 | 2760 | 3640 | 4470 |
| 1/10/2018 | 7325 | 3150 | 2120 | 6850 | 2620 | 3850 | 4150 |
| 1/11/2018 | 8500 | 3620 | 2670 | 7400 | 2040 | 3680 | 4130 |
| 1/12/2018 | 8800 | 3660 | 2540 | 7375 | 1980 | 3750 | 4280 |
| 1/1/2019 | 9075 | 3850 | 2740 | 7450 | 2170 | 3900 | 4920 |
| 1/2/2019 | 8800 | 3850 | 2430 | 7125 | 2400 | 3860 | 5225 |
| 1/3/2019 | 9400 | 4110 | 2450 | 7475 | 2680 | 3960 | 5975 |
| 1/4/2019 | 9600 | 4370 | 2530 | 7725 | 2920 | 3790 | 6100 |
| 1/5/2019 | 8400 | 4100 | 2470 | 7675 | 2860 | 3900 | 5700 |
| 1/6/2019 | 9200 | 4360 | 2460 | 8025 | 2980 | 4140 | 5725 |
| 1/7/2019 | 8475 | 4480 | 2460 | 7975 | 3230 | 4300 | 6000 |

| Tanggal | BBNI | BBRI | BBTN | BMRI | EXCL | TLKM | JSMR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/8/2019 | 7700 | 4270 | 2000 | 7250 | 3480 | 4450 | 5600 |
| 1/9/2019 | 7350 | 4120 | 1960 | 6975 | 3440 | 4310 | 5700 |
| 1/10/2019 | 7675 | 4210 | 1860 | 7025 | 3550 | 4110 | 5450 |
| 1/11/2019 | 7500 | 4090 | 2130 | 6975 | 3340 | 3930 | 4940 |
| 1/12/2019 | 7850 | 4400 | 2120 | 7675 | 3150 | 3970 | 5175 |
| 1/1/2020 | 7200 | 4460 | 1870 | 7550 | 2900 | 3800 | 4600 |
| 1/2/2020 | 7025 | 4190 | 1700 | 7275 | 2590 | 3490 | 4680 |
| 1/3/2020 | 3820 | 3020 | 840 | 4680 | 2000 | 3160 | 2540 |
| 1/4/2020 | 4100 | 2730 | 880 | 4460 | 2540 | 3500 | 3150 |
| 1/5/2020 | 3830 | 2950 | 760 | 4470 | 2590 | 3150 | 3550 |
| 1/6/2020 | 4580 | 3030 | 1245 | 4950 | 2770 | 3050 | 4400 |
| 1/7/2020 | 4600 | 3160 | 1265 | 5800 | 2500 | 3050 | 3930 |
| 1/8/2020 | 5100 | 3510 | 1575 | 5950 | 2440 | 2860 | 3910 |
| 1/9/2020 | 4440 | 3040 | 1200 | 4960 | 2030 | 2560 | 3610 |
| 1/10/2020 | 4740 | 3360 | 1390 | 5775 | 2030 | 2620 | 3560 |
| 1/11/2020 | 6000 | 4090 | 1645 | 6325 | 2410 | 3230 | 4190 |
| 1/12/2020 | 6175 | 4170 | 1725 | 6325 | 2730 | 3310 | 4630 |
| 1/1/2021 | 5550 | 4180 | 1570 | 6575 | 2220 | 3110 | 4320 |
| 1/2/2021 | 5950 | 4710 | 2070 | 6150 | 2200 | 3490 | 4170 |

**Lampiran 1** Lanjutan 3

| Tanggal | PGAS | GGRM | HMSP | ICBP | INDF | KLBF | UNVR | IHSG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/2/2018 | 2670 | 79750 | 4820 | 8975 | 7575 | 1600 | 10780 | 6597.21777 |
| 1/3/2018 | 2300 | 72475 | 3980 | 8275 | 7200 | 1500 | 9905 | 6188.98682 |
| 1/4/2018 | 1985 | 69325 | 3540 | 8675 | 6975 | 1505 | 9270 | 5994.59522 |
| 1/5/2018 | 2070 | 68500 | 3790 | 8700 | 7075 | 1370 | 9120 | 5983.58691 |
| 1/6/2018 | 1995 | 67250 | 3580 | 8850 | 6650 | 1220 | 9220 | 5799.23682 |
| 1/7/2018 | 1700 | 75150 | 3840 | 8725 | 6350 | 1295 | 8650 | 5936.44287 |
| 1/8/2018 | 2140 | 73000 | 3830 | 8675 | 6375 | 1345 | 8770 | 6018.45996 |
| 1/9/2018 | 2250 | 74050 | 3850 | 8825 | 5900 | 1380 | 9405 | 5976.55322 |
| 1/10/2018 | 2220 | 72300 | 3730 | 8925 | 5975 | 1370 | 8645 | 5831.64990 |
| 1/11/2018 | 1955 | 82000 | 3680 | 9850 | 6600 | 1525 | 8450 | 6056.12402 |
| 1/12/2018 | 2120 | 83625 | 3710 | 10450 | 7450 | 1520 | 9080 | 6194.49805 |
| 1/1/2019 | 2570 | 83650 | 3830 | 10775 | 7750 | 1600 | 10000 | 6532.96924 |
| 1/2/2019 | 2540 | 85400 | 3800 | 10225 | 7075 | 1495 | 9735 | 6443.34815 |
| 1/3/2019 | 2360 | 83200 | 3790 | 9325 | 6425 | 1520 | 9840 | 6468.75488 |
| 1/4/2019 | 2320 | 84475 | 3500 | 9725 | 6950 | 1545 | 9100 | 6455.35205 |
| 1/5/2019 | 2060 | 80475 | 3380 | 9800 | 6600 | 1405 | 8900 | 6209.11719 |
| 1/6/2019 | 2110 | 76875 | 3140 | 10150 | 7025 | 1460 | 9000 | 6358.62891 |
| 1/7/2019 | 2050 | 75500 | 3030 | 10700 | 7075 | 1470 | 8720 | 6390.50488 |

| Tanggal | PGAS | GGRM | HMSP | ICBP | INDF | KLBF | UNVR | IHSG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/8/2019 | 1920 | 69475 | 2690 | 12050 | 7925 | 1690 | 9770 | 6328.47022 |
| 1/9/2019 | 2100 | 52375 | 2290 | 12025 | 7700 | 1675 | 9300 | 6169.10205 |
| 1/10/2019 | 2110 | 56100 | 2130 | 11625 | 7700 | 1595 | 8745 | 6228.31690 |
| 1/11/2019 | 1920 | 50375 | 1935 | 11325 | 7950 | 1525 | 8360 | 6011.83008 |
| 1/12/2019 | 2170 | 53000 | 2100 | 11150 | 7925 | 1620 | 8400 | 6299.53906 |
| 1/1/2020 | 1705 | 55775 | 2070 | 11375 | 7825 | 1430 | 7950 | 5940.04785 |
| 1/2/2020 | 1280 | 51000 | 1700 | 10275 | 6500 | 1220 | 6825 | 5452.70410 |
| 1/3/2020 | 775 | 41100 | 1425 | 10225 | 6350 | 1200 | 7250 | 4538.93018 |
| 1/4/2020 | 855 | 45300 | 1595 | 9875 | 6525 | 1440 | 8275 | 4716.40283 |
| 1/5/2020 | 860 | 48750 | 1940 | 8150 | 5750 | 1415 | 7750 | 4753.61182 |
| 1/6/2020 | 1135 | 47175 | 1645 | 9350 | 6525 | 1460 | 7900 | 4905.39209 |
| 1/7/2020 | 1265 | 49975 | 1705 | 9200 | 6450 | 1565 | 8400 | 5149.62695 |
| 1/8/2020 | 1255 | 47500 | 1650 | 10225 | 7625 | 1580 | 8225 | 5238.48682 |
| 1/9/2020 | 925 | 40050 | 1400 | 10075 | 7150 | 1550 | 8100 | 4870.03906 |
| 1/10/2020 | 1075 | 40975 | 1415 | 9650 | 7000 | 1525 | 7825 | 5128.22510 |
| 1/11/2020 | 1390 | 42250 | 1525 | 9900 | 7100 | 1505 | 7725 | 5612.41504 |
| 1/12/2020 | 1655 | 41000 | 1505 | 9575 | 6850 | 1480 | 7350 | 5979.07324 |
| 1/1/2021 | 1345 | 37725 | 1310 | 9100 | 6050 | 1465 | 6925 | 5862.35205 |
| 1/2/2021 | 1440 | 36500 | 1335 | 8575 | 6050 | 1470 | 7000 | 6241.79590 |

**Lampiran 2** Daftar *Return* dan *Expected Return* Saham LQ45 Periode Februari 2018 – Februari 2021

| Periode | ADRO | ANTM | INCO | PTBA | BSDE | PTPP | WIKA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -0.09362 | -0.18848 | -0.17699 | -0.07256 | -0.08010 | -0.15806 | -0.12727 |
| 2 | -0.13850 | 0.09032 | 0.13262 | 0.10204 | -0.05056 | -0.06897 | -0.05655 |
| 3 | 0.02725 | 0.02367 | 0.22152 | 0.17284 | 0.00888 | 0.06173 | 0.05363 |
| 4 | -0.05040 | 0.02890 | 0.04663 | 0.04474 | -0.08211 | -0.22674 | -0.20659 |
| 5 | 0.06425 | 0.02809 | 0.08168 | 0.12846 | -0.13738 | 0.04261 | 0.16981 |
| 6 | -0.02100 | -0.04918 | -0.13043 | -0.09598 | -0.11111 | -0.08654 | 0.00000 |
| 7 | -0.01609 | -0.02874 | -0.02368 | 0.06667 | -0.03750 | -0.19737 | -0.11935 |
| 8 | -0.10082 | -0.19527 | -0.21294 | -0.01620 | -0.04762 | -0.12787 | -0.19414 |
| 9 | -0.22121 | -0.09559 | 0.03767 | -0.05412 | 0.22727 | 0.39474 | 0.36818 |
| 10 | -0.05447 | 0.24390 | 0.07591 | 0.06965 | -0.07037 | -0.02695 | 0.09967 |
| 11 | 0.14403 | 0.26144 | 0.18098 | 0.00233 | 0.05976 | 0.29640 | 0.14502 |
| 12 | -0.05755 | 0.05181 | -0.02857 | -0.07657 | 0.01880 | -0.14530 | -0.05805 |
| 13 | 0.02290 | -0.12315 | -0.09358 | 0.05779 | 0.04797 | 0.05000 | 0.20448 |
| 14 | -0.02612 | -0.02809 | -0.10029 | -0.05938 | 0.01056 | 0.14286 | 0.12558 |
| 15 | -0.00766 | -0.16185 | -0.11475 | -0.22727 | -0.05923 | -0.17917 | -0.06198 |
| 16 | 0.05019 | 0.16552 | 0.15556 | -0.03268 | 0.13704 | 0.12183 | 0.07048 |
| 17 | -0.06618 | 0.10651 | -0.02885 | -0.07432 | -0.07492 | -0.02715 | -0.03704 |
| 18 | -0.11417 | 0.14439 | 0.16502 | -0.09854 | -0.04930 | -0.13953 | -0.05556 |
| 19 | 0.14667 | -0.08879 | -0.00567 | -0.08502 | 0.02963 | -0.07838 | -0.12896 |

| Periode | ADRO | ANTM | INCO | PTBA | BSDE | PTPP | WIKA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 0.01550 | -0.08718 | 0.05698 | -0.00442 | 0.01799 | 0.04106 | 0.02857 |
| 21 | -0.06107 | -0.15730 | -0.19137 | 0.07556 | -0.11661 | -0.23944 | -0.12374 |
| 22 | 0.26423 | 0.12000 | 0.21333 | 0.09917 | 0.00400 | 0.17407 | 0.14697 |
| 23 | -0.21222 | -0.14286 | -0.13187 | -0.16917 | -0.11155 | -0.12934 | -0.05025 |
| 24 | -0.05714 | -0.20139 | -0.22468 | 0.01357 | -0.10314 | -0.12681 | -0.00794 |
| 25 | -0.14286 | -0.21739 | -0.11837 | -0.02679 | -0.33000 | -0.54357 | -0.55467 |
| 26 | -0.07071 | 0.13333 | 0.18981 | -0.13991 | 0.05224 | 0.21818 | 0.13772 |
| 27 | 0.19565 | 0.04902 | 0.08171 | 0.03733 | -0.09929 | 0.08209 | 0.14211 |
| 28 | -0.09545 | 0.13084 | 0.00719 | 0.03856 | 0.16535 | 0.20000 | 0.10599 |
| 29 | 0.09045 | 0.20661 | 0.22143 | 0.00495 | -0.06757 | 0.12069 | -0.00833 |
| 30 | 0.00000 | 0.12329 | 0.10819 | 0.00493 | 0.12319 | -0.00513 | 0.04202 |
| 31 | 0.04608 | -0.14024 | -0.06069 | -0.03431 | -0.04516 | -0.14948 | -0.11694 |
| 32 | -0.00881 | 0.49645 | 0.13764 | -0.00508 | 0.20270 | 0.10909 | 0.10046 |
| 33 | 0.23556 | 0.08531 | 0.13827 | 0.20408 | 0.17978 | 0.48634 | 0.34440 |
| 34 | 0.02878 | 0.68996 | 0.10629 | 0.19068 | 0.16667 | 0.37132 | 0.22531 |
| 35 | -0.16084 | 0.14729 | 0.07843 | -0.08185 | -0.08163 | -0.12332 | -0.09320 |
| 36 | -0.01667 | 0.27928 | 0.10455 | 0.05039 | 0.03111 | -0.01223 | -0.03333 |
| **E(R)** | **-0.01283** | **0.04723** | **0.02496** | **0.00027** | **-0.00756** | **0.00338** | **0.01324** |

**Lampiran 2** Lanjutan 1

| Periode | AKRA | MNCN | UNTR | ASII | INTP | SMGR | BBCA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -0.06967 | -0.07818 | -0.10112 | -0.09598 | -0.27190 | -0.06966 | 0.00539 |
| 2 | -0.13656 | -0.06360 | 0.06563 | -0.02055 | 0.10781 | -0.06763 | -0.05150 |
| 3 | 0.00408 | -0.09434 | 0.02786 | -0.03497 | -0.00564 | -0.12953 | 0.02715 |
| 4 | -0.12602 | -0.23333 | -0.09843 | -0.04348 | -0.22553 | -0.15179 | -0.05396 |
| 5 | -0.02093 | 0.07065 | 0.11551 | 0.08333 | 0.03480 | 0.06667 | 0.08382 |
| 6 | -0.14252 | -0.08122 | -0.02411 | 0.01399 | 0.25487 | 0.24342 | 0.06552 |
| 7 | 0.01662 | -0.11050 | -0.04070 | 0.01379 | 0.04372 | 0.05026 | -0.02621 |
| 8 | -0.05722 | -0.03106 | 0.01515 | 0.07483 | -0.06486 | -0.09320 | -0.02070 |
| 9 | 0.12717 | 0.01282 | -0.17910 | 0.08228 | 0.10405 | 0.33611 | 0.10148 |
| 10 | 0.10000 | -0.12658 | -0.00545 | -0.03801 | -0.03403 | -0.04366 | -0.00192 |
| 11 | 0.22378 | 0.22464 | -0.05941 | 0.02736 | 0.04201 | 0.10217 | 0.08365 |
| 12 | 0.05714 | 0.10651 | 0.03013 | -0.15385 | 0.00000 | -0.00197 | -0.02130 |
| 13 | -0.14775 | -0.19786 | 0.01887 | 0.02098 | 0.11053 | 0.09684 | -0.00091 |
| 14 | -0.05920 | 0.25333 | 0.00648 | 0.04452 | 0.03044 | -0.02703 | 0.04356 |
| 15 | -0.10562 | 0.21277 | -0.06716 | -0.02295 | -0.03636 | -0.14444 | 0.01217 |
| 16 | 0.02764 | -0.08772 | 0.11243 | 0.00000 | -0.05660 | 0.00216 | 0.03007 |
| 17 | -0.02200 | 0.32212 | -0.11613 | -0.06040 | 0.12375 | 0.11231 | 0.03253 |
| 18 | 0.06750 | -0.09818 | -0.16048 | -0.04643 | -0.03337 | 0.02913 | -0.01454 |
| 19 | -0.11007 | -0.00403 | -0.01673 | -0.01124 | -0.13809 | -0.12830 | -0.00492 |

| Periode | AKRA | MNCN | UNTR | ASII | INTP | SMGR | BBCA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 0.04211 | 0.06478 | 0.05346 | 0.05303 | 0.06809 | 0.09524 | 0.03624 |
| 21 | -0.14141 | -0.04943 | -0.03460 | -0.06475 | -0.03000 | -0.09486 | -0.00159 |
| 22 | 0.16176 | 0.30400 | 0.02867 | 0.06538 | -0.01933 | 0.04803 | 0.06449 |
| 23 | -0.16203 | -0.02454 | -0.10801 | -0.08303 | -0.13403 | -0.00417 | -0.03067 |
| 24 | -0.19940 | -0.19182 | -0.13542 | -0.12992 | -0.09408 | -0.12343 | -0.02932 |
| 25 | -0.25472 | -0.29572 | 0.01807 | -0.29412 | -0.16248 | -0.27208 | -0.12162 |
| 26 | 0.21519 | 0.01105 | -0.03550 | -0.01282 | -0.06800 | 0.04262 | -0.06425 |
| 27 | -0.02083 | -0.07104 | -0.03681 | 0.23896 | 0.03863 | 0.23270 | 0.00387 |
| 28 | 0.08085 | 0.06471 | 0.05414 | 0.00629 | -0.02479 | -0.01786 | 0.09730 |
| 29 | 0.13386 | -0.09392 | 0.29003 | 0.07292 | 0.04873 | -0.04156 | 0.09570 |
| 30 | 0.00694 | 0.08537 | 0.07728 | -0.00971 | -0.04040 | 0.14363 | 0.00561 |
| 31 | -0.12069 | -0.19101 | -0.00870 | -0.12549 | -0.12421 | -0.13033 | -0.13625 |
| 32 | 0.05098 | 0.15278 | -0.07346 | 0.21637 | 0.17548 | 0.04360 | 0.06827 |
| 33 | 0.08582 | 0.22289 | 0.08876 | -0.02304 | 0.16973 | 0.22193 | 0.07168 |
| 34 | 0.09278 | 0.12315 | 0.15652 | 0.13679 | 0.01224 | 0.06197 | 0.09106 |
| 35 | -0.10692 | -0.09211 | -0.14098 | 0.01245 | -0.07599 | -0.14688 | -0.00148 |
| 36 | 0.18662 | 0.09662 | -0.01313 | -0.11475 | -0.06542 | -0.03774 | -0.00740 |
| **E(R)** | **-0.00896** | **0.00311** | **-0.00824** | **-0.00617** | **-0.00945** | **0.00563** | **0.01197** |

**Lampiran 2** Lanjutan 2

| Periode | BBNI | BBRI | BBTN | BMRI | EXCL | TLKM | JSMR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -0.10797 | -0.04762 | 0.01604 | -0.07530 | -0.14576 | -0.10000 | -0.14393 |
| 2 | -0.07205 | -0.10556 | -0.18158 | -0.07166 | -0.15873 | 0.06389 | -0.04585 |
| 3 | 0.05280 | -0.04348 | -0.01929 | -0.01053 | -0.00943 | -0.08094 | 0.01831 |
| 4 | -0.16814 | -0.07792 | -0.19672 | -0.02837 | 0.20000 | 0.06534 | -0.06067 |
| 5 | 0.04965 | 0.08099 | -0.03673 | -0.02920 | 0.09127 | -0.04800 | 0.12201 |
| 6 | 0.05405 | 0.03583 | 0.16525 | 0.03759 | 0.15636 | -0.02241 | -0.03412 |
| 7 | -0.05128 | -0.00943 | -0.04364 | -0.02536 | -0.13208 | 0.04298 | -0.01325 |
| 8 | -0.01014 | 0.00000 | -0.19392 | 0.01859 | -0.05072 | 0.05769 | -0.07159 |
| 9 | 0.16041 | 0.14921 | 0.25943 | 0.08029 | -0.22137 | -0.04416 | -0.00482 |
| 10 | 0.03529 | 0.01105 | -0.04869 | -0.00338 | -0.02941 | 0.01902 | 0.03632 |
| 11 | 0.03125 | 0.05191 | 0.07874 | 0.01017 | 0.09596 | 0.04000 | 0.14953 |
| 12 | -0.03030 | 0.00000 | -0.11314 | -0.04362 | 0.10599 | -0.01026 | 0.06199 |
| 13 | 0.06818 | 0.06753 | 0.00823 | 0.04912 | 0.11667 | 0.02591 | 0.14354 |
| 14 | 0.02128 | 0.06326 | 0.03265 | 0.03344 | 0.08955 | -0.04293 | 0.02092 |
| 15 | -0.12500 | -0.06178 | -0.02372 | -0.00647 | -0.02055 | 0.02902 | -0.06557 |
| 16 | 0.09524 | 0.06341 | -0.00405 | 0.04560 | 0.04196 | 0.06154 | 0.00439 |
| 17 | -0.07880 | 0.02752 | 0.00000 | -0.00623 | 0.08389 | 0.03865 | 0.04803 |
| 18 | -0.09145 | -0.04688 | -0.18699 | -0.09091 | 0.07740 | 0.03488 | -0.06667 |
| 19 | -0.04545 | -0.03513 | -0.02000 | -0.03793 | -0.01149 | -0.03146 | 0.01786 |

| Periode | BBNI | BBRI | BBTN | BMRI | EXCL | TLKM | JSMR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 0.04422 | 0.02184 | -0.05102 | 0.00717 | 0.03198 | -0.04640 | -0.04386 |
| 21 | -0.02280 | -0.02850 | 0.14516 | -0.00712 | -0.05915 | -0.04380 | -0.09358 |
| 22 | 0.04667 | 0.07579 | -0.00469 | 0.10036 | -0.05689 | 0.01018 | 0.04757 |
| 23 | -0.08280 | 0.01364 | -0.11792 | -0.01629 | -0.07937 | -0.04282 | -0.11111 |
| 24 | -0.02431 | -0.06054 | -0.09091 | -0.03642 | -0.10690 | -0.08158 | 0.01739 |
| 25 | -0.45623 | -0.27924 | -0.50588 | -0.35670 | -0.22780 | -0.09456 | -0.45726 |
| 26 | 0.07330 | -0.09603 | 0.04762 | -0.04701 | 0.27000 | 0.10759 | 0.24016 |
| 27 | -0.06585 | 0.08059 | -0.13636 | 0.00224 | 0.01969 | -0.10000 | 0.12698 |
| 28 | 0.19582 | 0.02712 | 0.63816 | 0.10738 | 0.06950 | -0.03175 | 0.23944 |
| 29 | 0.00437 | 0.04290 | 0.01606 | 0.17172 | -0.09747 | 0.00000 | -0.10682 |
| 30 | 0.10870 | 0.11076 | 0.24506 | 0.02586 | -0.02400 | -0.06230 | -0.00509 |
| 31 | -0.12941 | -0.13390 | -0.23810 | -0.16639 | -0.16803 | -0.10490 | -0.07673 |
| 32 | 0.06757 | 0.10526 | 0.15833 | 0.16431 | 0.00000 | 0.02344 | -0.01385 |
| 33 | 0.26582 | 0.21726 | 0.18345 | 0.09524 | 0.18719 | 0.23282 | 0.17697 |
| 34 | 0.02917 | 0.01956 | 0.04863 | 0.00000 | 0.13278 | 0.02477 | 0.10501 |
| 35 | -0.10121 | 0.00240 | -0.08986 | 0.03953 | -0.18681 | -0.06042 | -0.06695 |
| 36 | 0.07207 | 0.12679 | 0.31847 | -0.06464 | -0.00901 | 0.12219 | -0.03472 |
| **E(R)** | **-0.00520** | **0.01024** | **0.00161** | **-0.00375** | **-0.00069** | **-0.00135** | **0.00167** |

**Lampiran 2** Lanjutan 3

| Periode | PGAS | GGRM | HMSP | ICBP | INDF | KLBF | UNVR | IHSG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -0.13858 | -0.09122 | -0.17427 | -0.07799 | -0.04950 | -0.06250 | -0.08117 | -0.06188 |
| 2 | -0.13696 | -0.04346 | -0.11055 | 0.04834 | -0.03125 | 0.00333 | -0.06411 | -0.03141 |
| 3 | 0.04282 | -0.01190 | 0.07062 | 0.00288 | 0.01434 | -0.08970 | -0.01618 | -0.00184 |
| 4 | -0.03623 | -0.01825 | -0.05541 | 0.01724 | -0.06007 | -0.10949 | 0.01096 | -0.03081 |
| 5 | -0.14787 | 0.11747 | 0.07263 | -0.01412 | -0.04511 | 0.06148 | -0.06182 | 0.02366 |
| 6 | 0.25882 | -0.02861 | -0.00260 | -0.00573 | 0.00394 | 0.03861 | 0.01387 | 0.01382 |
| 7 | 0.05140 | 0.01438 | 0.00522 | 0.01729 | -0.07451 | 0.02602 | 0.07241 | -0.00696 |
| 8 | -0.01333 | -0.02363 | -0.03117 | 0.01133 | 0.01271 | -0.00725 | -0.08081 | -0.02425 |
| 9 | -0.11937 | 0.13416 | -0.01340 | 0.10364 | 0.10460 | 0.11314 | -0.02256 | 0.03849 |
| 10 | 0.08440 | 0.01982 | 0.00815 | 0.06091 | 0.12879 | -0.00328 | 0.07456 | 0.02285 |
| 11 | 0.21226 | 0.00030 | 0.03235 | 0.03110 | 0.04027 | 0.05263 | 0.10132 | 0.05464 |
| 12 | -0.01167 | 0.02092 | -0.00783 | -0.05104 | -0.08710 | -0.06563 | -0.02650 | -0.01372 |
| 13 | -0.07087 | -0.02576 | -0.00263 | -0.08802 | -0.09187 | 0.01672 | 0.01079 | 0.00394 |
| 14 | -0.01695 | 0.01532 | -0.07652 | 0.04290 | 0.08171 | 0.01645 | -0.07520 | -0.00207 |
| 15 | -0.11207 | -0.04735 | -0.03429 | 0.00771 | -0.05036 | -0.09061 | -0.02198 | -0.03814 |
| 16 | 0.02427 | -0.04473 | -0.07101 | 0.03571 | 0.06439 | 0.03915 | 0.01124 | 0.02408 |
| 17 | -0.02844 | -0.01789 | -0.03503 | 0.05419 | 0.00712 | 0.00685 | -0.03111 | 0.00501 |
| 18 | -0.06341 | -0.07980 | -0.11221 | 0.12617 | 0.12014 | 0.14966 | 0.12041 | -0.00971 |

| Periode | PGAS | GGRM | HMSP | ICBP | INDF | KLBF | UNVR | IHSG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 0.09375 | -0.24613 | -0.14870 | -0.00207 | -0.02839 | -0.00888 | -0.04811 | -0.02518 |
| 20 | 0.00476 | 0.07112 | -0.06987 | -0.03326 | 0.00000 | -0.04776 | -0.05968 | 0.00960 |
| 21 | -0.09005 | -0.10205 | -0.09155 | -0.02581 | 0.03247 | -0.04389 | -0.04403 | -0.03476 |
| 22 | 0.13021 | 0.05211 | 0.08527 | -0.01545 | -0.00314 | 0.06230 | 0.00478 | 0.04786 |
| 23 | -0.21429 | 0.05236 | -0.01429 | 0.02018 | -0.01262 | -0.11728 | -0.05357 | -0.05707 |
| 24 | -0.24927 | -0.08561 | -0.17874 | -0.09670 | -0.16933 | -0.14685 | -0.14151 | -0.08204 |
| 25 | -0.39453 | -0.19412 | -0.16176 | -0.00487 | -0.02308 | -0.01639 | 0.06227 | -0.16758 |
| 26 | 0.10323 | 0.10219 | 0.11930 | -0.03423 | 0.02756 | 0.20000 | 0.14138 | 0.03910 |
| 27 | 0.00585 | 0.07616 | 0.21630 | -0.17468 | -0.11877 | -0.01736 | -0.06344 | 0.00789 |
| 28 | 0.31977 | -0.03231 | -0.15206 | 0.14724 | 0.13478 | 0.03180 | 0.01935 | 0.03193 |
| 29 | 0.11454 | 0.05935 | 0.03647 | -0.01604 | -0.01149 | 0.07192 | 0.06329 | 0.04979 |
| 30 | -0.00791 | -0.04952 | -0.03226 | 0.11141 | 0.18217 | 0.00958 | -0.02083 | 0.01726 |
| 31 | -0.26295 | -0.15684 | -0.15152 | -0.01467 | -0.06230 | -0.01899 | -0.01520 | -0.07033 |
| 32 | 0.16216 | 0.02310 | 0.01071 | -0.04218 | -0.02098 | -0.01613 | -0.03395 | 0.05302 |
| 33 | 0.29302 | 0.03112 | 0.07774 | 0.02591 | 0.01429 | -0.01311 | -0.01278 | 0.09442 |
| 34 | 0.19065 | -0.02959 | -0.01311 | -0.03283 | -0.03521 | -0.01661 | -0.04854 | 0.06533 |
| 35 | -0.18731 | -0.07988 | -0.12957 | -0.04961 | -0.11679 | -0.01014 | -0.05782 | -0.01952 |
| 36 | 0.07063 | -0.03247 | 0.01908 | -0.05769 | 0.00000 | 0.00341 | 0.01083 | 0.06473 |
| **E(R)** | **-0.00387** | **-0.01809** | **-0.03101** | **0.00075** | **-0.00341** | **0.00003** | **-0.01010** | **-0.00027** |

**Lampiran 3** Covarians Saham – *return* pasar

| No | Saham | $Cov(R_i, R_m)$ | No | Saham | $Cov(R_i, R_m)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADRO | 0.002536 | 15 | BBNI | 0.004949 |
| 2 | ANTM | 0.006612 | 16 | BBRI | 0.003561 |
| 3 | INCO | 0.004213 | 17 | BBTN | 0.00618 |
| 4 | PTBA | 0.001753 | 18 | BMRI | 0.003295 |
| 5 | BSDE | 0.004058 | 19 | EXCL | 0.003082 |
| 6 | PTPP | 0.008452 | 20 | TLKM | 0.001962 |
| 7 | WIKA | 0.006603 | 21 | JSMR | 0.004293 |
| 8 | AKRA | 0.004849 | 22 | PGAS | 0.006368 |
| 9 | MNCN | 0.004357 | 23 | GGRM | 0.002355 |
| 10 | UNTR | 0.001551 | 24 | HMSP | 0.002703 |
| 11 | ASII | 0.003066 | 25 | ICBP | 0.00044 |
| 12 | INTP | 0.003065 | 26 | INDF | 0.001298 |
| 13 | SMGR | 0.004112 | 27 | KLBF | 0.001587 |
| 14 | BBCA | 0.00208 | 28 | UNVR | 0.000703 |

**Lampiran 4** Output LINGO 18.0 Portofolio Saham Model *Nadir Compromise Programming*

Lingo 18.0 - [Solution Report - proporsi NCP]

File Edit Solver Window Help

Objective value: -3526.072

| Variable | Value | Reduced Cost |
|---|---|---|
| D1PLUS | 0.000000 | 0.3330000 |
| D1MIN | 0.000000 | 6192.168 |
| D2PLUS | 0.8082598E-02 | 0.000000 |
| D3MIN | 10588.80 | 0.000000 |
| X1 | 0.000000 | 1481.313 |
| X2 | 0.000000 | 12394.13 |
| X3 | 0.000000 | 7373.362 |
| X4 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X5 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X6 | 0.000000 | 11319.91 |
| X7 | 0.000000 | 6662.363 |
| X8 | 0.000000 | 1994.205 |
| X9 | 0.4716311E-01 | 0.000000 |
| X10 | 0.9569689E-01 | 0.000000 |
| X11 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X12 | 0.000000 | 2359.348 |
| X13 | 0.000000 | 4255.932 |
| X14 | 0.000000 | 6035.645 |
| X15 | 0.000000 | 4137.161 |
| X16 | 0.000000 | 196.2523 |
| X17 | 0.000000 | 5972.120 |
| X18 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X19 | 0.000000 | 2418.364 |
| X20 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X21 | 0.000000 | 6152.025 |
| X22 | 0.000000 | 10516.59 |
| X23 | 0.000000 | 14164.76 |
| X24 | 0.000000 | 3339.943 |
| X25 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X26 | 0.000000 | 1339.384 |
| X27 | 0.000000 | 548.3464 |
| X28 | 0.000000 | 143.5657 |
| D3PLUS | 0.000000 | 0.000000 |

For Help, press F1

**Lampiran 5** Output LINGO 18.0 Portofolio Saham Model *Lexicographic Goal Programming*

Lingo 18.0 - [Solution Report - min modal]

File Edit Solver Window Help

Objective value: 0.000000

| Variable | Value | Reduced Cost |
|---|---|---|
| D3PLUS | 0.000000 | 1.000000 |
| X1 | 0.000000 | 0.000000 |
| X2 | 0.000000 | 0.000000 |
| X3 | 0.000000 | 0.000000 |
| X4 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X5 | 0.4619810E-01 | 0.000000 |
| X6 | 0.000000 | 0.000000 |
| X7 | 0.9666190E-01 | 0.000000 |
| X8 | 0.000000 | 0.000000 |
| X9 | 0.000000 | 0.000000 |
| X10 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X11 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X12 | 0.000000 | 0.000000 |
| X13 | 0.000000 | 0.000000 |
| X14 | 0.9357095E-01 | 0.000000 |
| X15 | 0.000000 | 0.000000 |
| X16 | 0.000000 | 0.000000 |
| X17 | 0.000000 | 0.000000 |
| X18 | 0.4928905E-01 | 0.000000 |
| X19 | 0.000000 | 0.000000 |
| X20 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X21 | 0.000000 | 0.000000 |
| X22 | 0.000000 | 0.000000 |
| X23 | 0.000000 | 0.000000 |
| X24 | 0.000000 | 0.000000 |
| X25 | 0.1428600 | 0.000000 |
| X26 | 0.000000 | 0.000000 |
| X27 | 0.000000 | 0.000000 |
| X28 | 0.000000 | 0.000000 |
| D1MIN | 0.000000 | 0.000000 |
| D1PLUS | 0.000000 | 0.000000 |
| D2MIN | 0.000000 | 0.000000 |
| D2PLUS | 0.000000 | 0.000000 |
| D3MIN | 187367.1 | 0.000000 |

For Help, press F1

## BIODATA PENULIS

Anisa Yusrima atau biasa dipanggil Anisa lahir di Ponorogo, 13 Agustus 1998. Penulis menempuh Pendidikan formal di SDN Kalimalang (2005-2011), SMPN 4 Ponorogo (2011-2014), SMAN 2 Ponorogo (2014-2017). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 Departemen Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri atau biasa disebut jalur SNMPTN. Bidang studi yang diambil penulis untuk penelitian Tugas Akhir adalah Matematika Industri dan Keuangan. Selama mengikuti perkuliahan di ITS, penulis aktif dalam Lembaga Dakwah Jurusan Ibnu Muqlah sebagai staf Kemuslimahan tahun kepengurusan 2018/2019 dan 2019/2020. Penulis juga pernah mengikuti berbagai kepanitiaan diantaranya Fasilitator GERIGI ITS 2018, kestari OMITS region Madiun 2019, dan panitia Seminar Kemuslimahan 2019. Kritik, saran, dan informasi lebih lanjut dapat disampaikan melalui email anisayusrima123@gmail.com. Semoga bermanfaat.