

SKRIPSI

**ANALISIS PENDEKATAN NONPARAMETRIK MULTIVARIAT
DALAM MENGESTIMASI TINGKAT PENGEMBALIAN
UNTUK MODEL OPTIMASI PORTOFOLIO
*MEAN-SEMIVARIANCE***



Yohanes Dimas Prasetyo

NPM: 6161801031

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2022**

FINAL PROJECT

**ANALYSIS OF MULTIVARIATE NONPARAMETRIC
APPROACH IN ESTIMATING RETURNS
FOR MEAN-SEMIVARIANCE PORTFOLIO
OPTIMIZATION MODEL**



Yohanes Dimas Prasetyo

NPM: 6161801031

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENDEKATAN NONPARAMETRIK MULTIVARIAT DALAM MENGESTIMASI TINGKAT PENGEMBALIAN UNTUK MODEL OPTIMASI PORTOFOLIO *MEAN-SEMIVARIANCE*

Yohanes Dimas Prasetyo

NPM: 6161801031

Bandung, 9 Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing 1



Liem Chin, M.Si.

Pembimbing 2



Dr. Erwinna Chendra

Ketua Tim Penguji



Iwan Sugiarto, M.Si.

Anggota Tim Penguji



Dr. Livia Owen

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS PENDEKATAN NONPARAMETRIK MULTIVARIAT DALAM MENGESTIMASI TINGKAT PENGEMBALIAN UNTUK MODEL OPTIMASI PORTOFOLIO *MEAN-SEMIVARIANCE*

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 9 Agustus 2022



Yohanes Dimas Prasetyo
NPM: 6161801031

ABSTRAK

Pada saat ini, masyarakat dituntut untuk melakukan investasi demi memenuhi tujuan keuangan jangka panjang. Salah satu aset yang paling sering dicari masyarakat untuk berinvestasi adalah saham, karena saham sendiri memberikan tingkat pengembalian yang cukup baik. Namun dalam berinvestasi tidak lepas dari risiko, sehingga salah satu cara untuk mengurangi risiko adalah dengan melakukan diversifikasi. Dengan melakukan diversifikasi, seorang investor akan memiliki sebuah portofolio investasi. Untuk mengoptimalkan portofolio investasi, Harry Markowitz mengusulkan model portofolio yang meminimumkan risiko, ide tersebut dinamakan model *mean-variance*. Namun model *mean-variance* memiliki kelemahan yaitu menggunakan semua nilai tingkat pengembalian, baik itu tingkat pengembalian positif maupun negatif. Oleh karena itu, pada skripsi ini akan diperbaiki dengan cara hanya berfokus kepada tingkat pengembalian yang negatif saja, yaitu mengganti variansi dengan *semivariance*. Perbaikan tersebut menghasilkan model baru, yang dinamakan model *mean-semivariance*. Model tersebut akan diterapkan pada skripsi ini namun tidak menggunakan data tingkat pengembalian saham secara langsung, karena tidak memungkinkan mengamati data tersebut secara menyeluruh, sehingga nilai tingkat pengembalian akan diestimasi menggunakan pendekatan nonparametrik multivariat dengan teknik pemulusan data. Fungsi yang digunakan sebagai pemulus data adalah fungsi kernel. Pendekatan nonparametrik multivariat dibagi ke dalam dua metode, yaitu pendekatan nonparametrik multivariat *mean* dan pendekatan nonparametrik multivariat median. Sesudah melakukan estimasi terhadap tingkat pengembalian saham, maka portofolio optimal dapat dibentuk. Portofolio yang optimal juga akan dibagi ke dalam dua kasus yaitu *short sell* diperbolehkan dan *short sell* tidak diperbolehkan. Model optimasi untuk kasus pertama diselesaikan dengan metode pengali Lagrange, sedangkan untuk kasus kedua diselesaikan dengan metode Newton. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa untuk kasus *short sell* tidak diperbolehkan memberikan risiko yang lebih rendah dibandingkan dengan kasus *short sell* diperbolehkan. Jika dilihat dari dua kasus pendekatan nonparametrik multivariat pada tingkat pengembalian, risiko yang dihasilkan dengan pendekatan nonparametrik multivariat median lebih kecil dibandingkan dengan pendekatan nonparametrik multivariat mean.

Kata-kata kunci: Optimasi Portofolio, Model Mean-Semivariance, Pendekatan Nonparametrik Multivariat, Metode Pengali Lagrange, Metode Newton

ABSTRACT

Nowadays, investment is important to meet long-term financial goals. One of the assets most people look for to invest in is stock because stock themselves provide a fairly good rate of return. However, investing cannot be separated from risk, so one way to reduce risk is diversification. By diversification, an investor will have an investment portfolio. To optimize portfolio investment, Harry Markowitz proposes a portfolio model that minimizes risk, the idea is called mean-variance model. However, the mean-variance model has the disadvantage that it uses all values of stock return, both positive and negative. Therefore, in this final project, will be improved by focusing only on the negative returns, and replacing variance with semivariance. These improvements resulted in a new model, which appeared the mean-semivariance model. The model will be applied to this final project but does not use the stock return data directly, because not possible to observe all stock return data, so the stock return data will be estimated using a multivariate nonparametric approach with smoothing data. The function used as a data smoothing is a kernel function. The multivariate nonparametric approach is divided into two methods, is called multivariate mean nonparametric approach and median multivariate nonparametric approach. After evaluating the stock return, the optimal portfolio can be formed. The optimal portfolio will also be divided into two cases where short sell is allowed and short sell is not allowed. The optimization model for the first case is solved by the Lagrange multiplier method, while the second case is solved by the Newton method. The results obtained indicate that the case of short sell is not allowed provides a lower risk than the case of short sell is allowed. If we look at the two cases of the multivariate nonparametric approach at the stock return, the risk generated by the median multivariate nonparametric approach is smaller than the mean multivariate nonparametric approach.

Keywords: Portfolio Optimization, Mean-Semivariance Model, Multivariate Nonparametric Approaches, Lagrange Multipliers Method, Newton Method

Untuk Mama, Papa, Kakak, dan tentunya Tuhan Yesus Kristus

KATA PENGANTAR

Halo Dunia! Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat dan anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Skripsi ini yang berjudul "Analisis Pendekatan Nonparametrik Multivariat dalam Mengestimasi Tingkat Pengembalian untuk Model Optimasi Portofolio *Mean-Semivariance*" disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi sarjana di Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari banyak hambatan dan kesulitan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu, menghibur, memberikan dukungan, serta doa kepada penulis selama penyusunan skripsi ini terutama kepada:

- Mama, Papa, Mas Andre, Mas Deny, Ka Fela, dan Ka Sisil selaku keluarga yang selalu mendoakan, mendukung, dan menjadi tempat penghiburan penulis selama ini.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku dosen pembimbing 1 dan Ibu Dr. Erwinna Chendra selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak memberikan banyak ilmu, bimbingan, dan nasihat yang membangun kepada penulis selama pengerjaan skripsi ini.
- Bapak Iwan Sugiarto, M.Si. selaku dosen penguji 1 dan Ibu Dr. Livia Owen selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran untuk penulisan skripsi ini, sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
- Bapak Iwan Sugiarto, M.Si. selaku dosen wali penulis yang telah membimbing, mendukung, dan menghibur penulis selama masa perkuliahan.
- Seluruh dosen FTIS khususnya dosen Program Studi Matematika dan seluruh staf Tata Usaha FTIS yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa perkuliahan.
- Kezia Valerine yang telah menghibur, memberikan dukungan, dan selalu mendengarkan keluh kesah penulis.
- Chihan Susanto Prajohan selaku teman seperjuangan bimbingan Bapak Liem Chin yang selalu bertukar pikiran selama masa penulisan skripsi serta teman yang membantu dalam perkuliahan.
- Ambrosius Adrian Djunaidi yang selalu memberi hiburan dan dukungan selama masa-masa perkuliahan sampai saat ini.
- Teman-teman segiti-gay: Adrian, Alwy, Orlin, Nopaldo, dan Yohanes yang selalu menghibur, mendengarkan keluh kesah, dan membantu penulis setiap hari selama penulisan skripsi ini.
- Maya, Kwa, Vellina, Rhandy, Malvin, Jovan, Ane, Alma, dan Io, selaku teman seperjuangan dari awal perkuliahan yang menghibur dan selalu mendukung penulis.
- Kepada seluruh teman-teman Matematika angkatan 2017, 2018, 2019, 2020 dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis selama perkuliahan hingga skripsi ini selesai.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat suatu kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Teori Portofolio Investasi	5
2.1.1 Tingkat Pengembalian Saham	5
2.1.2 Proporsi Dana Portofolio	6
2.1.3 Tingkat Pengembalian Portofolio	6
2.1.4 Risiko Portofolio	7
2.1.5 <i>Efficient Frontier</i>	9
2.2 Fungsi Kernel untuk Pemulusan Data	9
2.3 Metode Newton	10
3 MODEL OPTIMASI PORTOFOLIO	13
3.1 Model <i>Mean-Semivariance</i>	13
3.2 Pendekatan Nonparametrik untuk Menaksir Tingkat Pengembalian	13
3.2.1 Pendekatan Nonparametrik Univariat untuk Mengestimasi Tingkat Pengembalian	14
3.2.2 Pendekatan Nonparametrik Multivariat untuk Mengestimasi Tingkat Pengembalian	15
3.3 Algoritma Pengoptimalan Portofolio Model <i>Mean-Semivariance</i> Menggunakan Pendekatan Nonparametrik Multivariat	15
3.4 Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum Menggunakan <i>Cross Validation</i>	18
3.5 Pengoptimalan Portofolio Model <i>Mean-Semivariance</i> jika <i>Short Sell</i> Tidak Diperbolehkan	18
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Data untuk Perhitungan	23
4.2 Pembentukan Portofolio Optimal dengan <i>Short Sell</i> Diperbolehkan	23
4.3 Pembentukan Portofolio Optimal dengan <i>Short Sell</i> Tidak Diperbolehkan	26
5 KESIMPULAN DAN SARAN	29

5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR REFERENSI	31
A DATA SAHAM LQ45	33

DAFTAR GAMBAR

2.1	Ilustrasi Grafik <i>Efficient Frontier</i>	9
3.1	Diagram Alir untuk Kasus <i>Short Sell</i> Diperbolehkan	16
3.2	Ilustrasi <i>5-fold-cross-validation</i>	18
3.3	Diagram Alir untuk Kasus <i>Short Sell</i> Tidak Diperbolehkan	21
4.1	<i>Efficient Frontier</i> jika <i>Short Sell</i> Diperbolehkan dengan Pendekatan Nonparametrik <i>Mean</i>	25
4.2	<i>Efficient Frontier</i> jika <i>Short Sell</i> Diperbolehkan dengan Pendekatan Nonparametrik <i>Median</i>	25
4.3	<i>Efficient Frontier</i> jika <i>Short Sell</i> Tidak Diperbolehkan dengan Pendekatan Nonparametrik <i>Mean</i>	28
4.4	<i>Efficient Frontier</i> jika <i>Short Sell</i> Tidak Diperbolehkan dengan Pendekatan Nonparametrik <i>Median</i>	28

DAFTAR TABEL

4.1	Proporsi Dana Portofolio dengan <i>Short Sell</i> Diperbolehkan dengan Pendekatan Nonparametrik Multivariat <i>Mean</i>	24
4.2	Proporsi Dana Portofolio dengan <i>Short Sell</i> Diperbolehkan dengan Pendekatan Nonparametrik Multivariat Median	24
4.3	Proporsi Dana Portofolio dengan <i>Short Sell</i> Tidak Diperbolehkan dengan Pendekatan Nonparametrik Multivariat <i>Mean</i>	26
4.4	Proporsi Dana Portofolio dengan <i>Short Sell</i> Tidak Diperbolehkan dengan Pendekatan Nonparametrik Multivariat Median	27

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan keuangan merupakan hal penting untuk dilakukan agar tujuan keuangan jangka pendek maupun jangka panjang dapat terpenuhi. Oleh karena itu, sebagai bentuk perencanaan keuangan masyarakat mulai masuk ke dalam dunia investasi. Investasi sendiri merupakan proses penempatan modal ke dalam suatu aset dengan harapan akan mendapatkan keuntungan dari harga aset yang meningkat pada masa yang akan datang. Salah satu aset yang paling sering dicari oleh investor untuk melakukan investasi adalah saham. Saham itu sendiri adalah surat yang menjadi bukti seorang investor memiliki bagian modal pada suatu perusahaan. Pemegang saham akan mendapatkan keuntungan dari hasil jual beli saham berupa *capital gain* (keuntungan modal). Selain itu juga, para investor pemegang saham berhak menerima dividen berdasarkan jumlah saham yang dimilikinya sebagai bentuk keuntungan untuk dirinya. Keuntungan modal dan dividen merupakan salah satu contoh tingkat pengembalian dari berinvestasi di bidang saham.

Namun di dalam berinvestasi setiap investor tidak selalu mendapatkan keuntungan. Adakalanya seorang investor juga mendapat kerugian dari investasinya. Kerugian ini biasanya disebut sebagai risiko. Oleh karena itu, seorang investor sangat disarankan untuk tidak menempatkan seluruh modalnya hanya pada satu aset untuk mengurangi risiko yang akan didapat. Proses penyebaran dana investasi ke dalam berbagai instrumen investasi dengan tujuan mengurangi risiko yang didapatkan disebut diversifikasi [1, hlm. 52]. Dengan adanya diversifikasi maka terbentuklah suatu portofolio investasi. Setelah melakukan diversifikasi, para investor dituntut untuk membuat suatu portofolio investasi yang optimal. Suatu portofolio investasi dikatakan optimal jika portofolio investasi tersebut dapat memberikan gabungan antara tingkat pengembalian tertinggi dan risiko yang terendah.

Model *mean-semivariance* adalah salah satu contoh pendekatan untuk memperoleh suatu portofolio yang optimal. Model *mean-semivariance* merupakan model yang dipakai untuk membuat suatu portofolio optimal dengan cara meminimumkan risiko yang akan didapat. Model *mean-semivariance* juga muncul karena kritik terhadap model *mean-variance*, di mana pada model *mean-variance* ukuran risiko yang dipakai adalah variansi. Salah satu kelemahan pada pengukuran risiko dengan variansi adalah tidak membedakan antara keuntungan dan kerugian pada perhitungannya. Kelemahan lain pada pengukuran risiko dengan variansi adalah perhitungannya akan tepat jika distribusi dari tingkat pengembalian suatu aset yang mendasari portofolionya bersifat simetris [2], padahal pada kasus nyata akan sangat sulit mencari suatu aset yang memiliki distribusi tingkat pengembalian yang simetris. Oleh karena itu, pada tahun 1959 Harry Markowitz mengusulkan untuk memakai *semivariance* sebagai ukuran risiko yang didapat oleh investor. *Semivariance* lebih baik daripada variansi ketika distribusi tingkat pengembalian saham yang mendasarinya asimetris dan sama baiknya dengan variansi ketika distribusi tingkat pengembalian saham yang mendasarinya simetris [2].

Akan tetapi pembuatan portofolio optimal dengan model *mean-semivariance* sulit untuk dilakukan dengan metode numerik biasa. Hal ini dikarenakan banyaknya data tingkat pengembalian yang diamati oleh investor terbatas, sehingga memunculkan data yang bersifat diskontinu dan menghasilkan kurva *efficient frontier* yang tidak mulus [2]. Untuk mengatasi masalah tersebut di-

perlu pendekatan nonparametrik pada data tingkat pengembalian. Keuntungan dari pendekatan nonparametrik ini adalah akan menghasilkan efek yang mirip dengan kasus di mana pengamatan dilakukan secara terus menerus dan menghasilkan kurva *efficient frontier* yang lebih mulus [2].

Pada skripsi ini, model *mean-semivariance* akan dibentuk dengan menggunakan pendekatan nonparametrik multivariat untuk menaksir nilai tingkat pengembalian. Penggunaan pendekatan nonparametrik multivariat digunakan karena *cross correlation* antar tingkat pengembalian saham yang terdapat dalam suatu portofolio diperhitungkan. Pada skripsi ini, pendekatan nonparametrik multivariat juga dibagi menjadi dua metode yaitu multivariat mean dan multivariat median, kemudian hasil dari portofolionya akan dibandingkan untuk analisis skripsi ini.

Umumnya, dalam berinvestasi seorang investor dapat melakukan *short sell*. *Short sell* adalah transaksi penjualan saham meskipun investor tidak memiliki saham untuk melakukan transaksi tersebut dengan cara meminjam saham kepada pihak lain, misalnya pialang saham. Transaksi tersebut dilakukan investor untuk memperoleh keuntungan yang lebih maksimal. Namun demikian, tidak semua negara memperbolehkan adanya *short sell*. Salah satunya di Indonesia, Bursa Efek Indonesia telah membekukan transaksi *short sell* sejak 2 Maret 2020¹. Oleh karena itu pada skripsi ini juga akan dilihat pengaruh memperbolehkan dan tidak memperbolehkannya kegiatan *short sell* pada portofolio investasi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengestimasi tingkat pengembalian masing-masing saham dengan menggunakan pendekatan nonparametrik multivariat?
2. Bagaimana analisis pembentukan proporsi dana portofolio investasi yang optimal menggunakan model *mean-semivariance* dengan tingkat pengembalian yang diestimasi menggunakan pendekatan nonparametrik multivariat?
3. Bagaimana analisis kurva *efficient frontier* yang dibentuk dari tingkat pengembalian yang diestimasi menggunakan pendekatan nonparametrik multivariat?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut maka penulisan skripsi ini dilakukan dengan tujuan:

1. Mengestimasi tingkat pengembalian masing-masing saham dengan pendekatan nonparametrik multivariat.
2. Menganalisis proporsi dana portofolio investasi yang optimal menggunakan model *mean-semivariance* dengan tingkat pengembalian yang diestimasi menggunakan pendekatan nonparametrik multivariat.
3. Menganalisis kurva *efficient frontier* yang dibentuk dari tingkat pengembalian yang diestimasi menggunakan pendekatan nonparametrik multivariat.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah portofolio yang dibentuk hanya terdiri dari saham-saham yang terdaftar di indeks LQ45.

¹https://www.idx.co.id/StaticData/NewsAndAnnouncement/ANNOUNCEMENTSTOCK/Exchange/Peng-00058_BEI.POP_03-2020.zip (diakses 19 Juni 2022)

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu:

Bab 1: Pendahuluan

Bab ini berisi pengantar mengenai apa yang akan dibahas pada bab-bab selanjutnya. Bab ini dibagi ke dalam lima subbab, yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Bab 2: Landasan Teori

Bab ini berisi teori-teori yang mendukung pengerjaan skripsi ini, seperti teori portofolio investasi, fungsi kernel untuk pemulusan data, dan metode Newton.

Bab 3: Model Optimasi Portofolio

Bab ini berisi konsep optimasi portofolio model portofolio *mean-semivariance* serta konsep estimasi tingkat pengembalian menggunakan pendekatan nonparametrik multivariat. Selain itu, pada bab ini dibahas juga mengenai algoritma untuk menentukan proporsi dana yang optimal.

Bab 4: Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas mengenai hasil penentuan proporsi dana untuk model *mean-semivariance*, baik untuk kasus *short sell* diperbolehkan maupun tidak diperbolehkan. Kemudian risiko yang didapatkan untuk kedua kasus tersebut akan dianalisis dan dibandingkan.

Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan mengenai hasil dan pembahasan serta saran untuk penelitian lebih lanjut.

