

SKRIPSI

**OPTIMASI MODEL REGRESI *B-SPLINE* MENGGUNAKAN
METODE *GENERALIZED CROSS VALIDATION* (GCV)**

(STUDI KASUS : DATA SAHAM BANK CENTRAL ASIA (BBCA.JK) PERIODE 1 JANUARI

2020 - 31 DESEMBER 2022)



TSALISA ZURAIDA AZIROH

NIM. 19106010038

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2023

**OPTIMASI MODEL REGRESI *B-SPLINE* MENGGUNAKAN
METODE *GENERALIZED CROSS VALIDATION* (GCV)**

(STUDI KASUS : DATA SAHAM BANK CENTRAL ASIA (BBCA.JK) PERIODE 1 JANUARI
2020 - 31 DESEMBER 2022)

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Matematika



diajukan oleh

TSALISA ZURAIDA AZIROH

NIM. 19106010038

Kepada

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2023



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Tsalisa Zuraida Aziroh

NIM : 19106010038

Judul Skripsi : OPTIMASI MODEL REGRESI *B-SPLINE* MENGGUNAKAN METODE *GENERALIZED CROSS VALIDATION* (GCV) (Studi Kasus: Data Saham Bank Central Asia (BBCAJK) Periode 1 Januari 2020 – 31 Desember 2022)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 10 Agustus 2023

Pembimbing

Sri Utami Zuliana, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19741003 200003 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2271/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : OPTIMASI MODEL REGRESI B-SPLINE MENGGUNAKAN METODE GENERALIZED CROSS VALIDATION (GCV) (Studi Kasus Data Saham Bank Central Asia (BBCA.JK) Periode 1 Januari 2020 - 31 Desember 2022)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : TSALISA ZURAIIDA AZIROH
Nomor Induk Mahasiswa : 19106010038
Telah diujikan pada : Jumat, 18 Agustus 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Sri Utami Zuliana, S.Si., M.Sc., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 64e56696e3742



Penguji I

Lilih Deva Martias, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64e5557c3a760



Penguji II

Arif Munandar, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64e4144040583



Yogyakarta, 18 Agustus 2023

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64e6052f87a75

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tsalisa Zuraida Aziroh
NIM : 19106010038
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 10 Agustus 2023



Tsalisa Zuraida Aziroh

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

KARYA SEDERHANA INI PENULIS PERSEMBAHKAN UNTUK:
KEDUA ORANG TUA PENULIS TERKASIH, BAPAK H.MU'ALIM DAN
IBU HJ.KHASANATIN. KAK IRSYAD, KAK AFID, MBAK FITRI,
ADIK ARA, DAN ADIK AUFA YANG SELALU MEMBERIKAN DO'A,
KASIH SAYANG, DAN CINTANYA YANG SANGAT LUAR BIASA.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

”If you’re happy doing what you’re doing, then nobody can tell you you’re not successful.”

(Harry Styles)

”Part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch and release. Knowing what things to keep and what things to release. You can’t carry all things. Decide what is yours to hold and let rest go.”

(Taylor Swift)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PRAKATA

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Optimasi Model Regresi *B-Spline* Menggunakan Metode *Generalized Cross Validation (GCV)*” ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Agung, Nabi Muhammad SAW yang merupakan suri tauladan penulis dalam berperilaku dan bertutur kata sehari-hari dengan harapan dapat menjadi pribadi yang lebih baik lagi.

Bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak sangatlah berarti bagi penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini. Terlebih lagi dari Ibu Sri Utami Zuliana, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku dosen pembimbing skripsi penulis yang dengan ikhlas dan sabar selalu membersamai penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini. Tanpa mengurangi rasa hormat, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang selalu memberi dukungan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Sri Utami Zuliana, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Skripsi. Terima kasih penulis ucapkan atas segala waktu, bimbingan, masukan, serta motivasi yang telah Ibu berikan kepada penulis sehingga penulis dapat menuntaskan skripsi ini sampai akhir.

5. Ibu Malahayati, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan solusi serta motivasi selama masa studi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Matematika dan Staff Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas ilmu serta pelayanan kepada penulis selama masa studi hingga proses menyelesaikan skripsi.
7. Kedua orang tua terkasih dan tersayang (Bapak H. Mu'alim dan Ibu Hj. Khasanatin) yang selalu membersamai penulis dengan penuh perhatian, dukungan, dan doa yang tiada henti sehingga penulis dapat selalu berproses menjadi manusia yang lebih baik lagi serta dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu.
8. Kakak dan Adik tersayang dan tercinta, kakak M. Irsyadul Ibad, Tahfid Minanur Rohman, Rohmatul I. Safitri, Serta Adik Arobiah Aminatuz Zahra dan Ahmad Aufa Haqqol Maula yang selalu memberikan cinta, semangat, serta doa kepada penulis sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu.
9. Keluarga besar Bani Niti yang selalu memberikan dukungan, doa, serta perhatian dengan pertanyaan "kapan wisuda?" sehingga menjadi *reminder* bagi penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi tepat waktu.
10. Sahabat Pulu-Pulu (Gayatri Putri Widowati, Indriani Wahyu Nur Pratiwi, Ara Syaifha Nafia, dan Devita Riska Nuraini) yang senantiasa membersamai penulis dalam segala situasi sejak mahasiswa baru hingga proses menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih penulis ucapkan atas waktu, kebahagiaan, kebersamaan, dan kenangan yang telah diberikan selama ini sehingga penulis tidak pernah merasa kesepian meskipun sendiri di tanah rantau.
11. Fajar Madya Ganesya dan Maulina Halin yang selalu membersamai penulis dengan *vibes* bahagia dan selalu bersedia mendengarkan keluh kesah penulis selama menjalani studi hingga penyusunan skripsi. Terima kasih penulis ucapkan atas waktu, cinta, dan kebahagiaan yang telah diberikan selama ini.

12. Teman-teman Grup Dewe (Upa, Alvin, Nopal, Muham, dan Mba Iin) yang selalu membawa *vibes* positif dan bahagia serta selalu menyempatkan waktu untuk *holiday* bersama penulis.
13. Jihan Sania teman dekat sejak KKN hingga saat ini yang selalu kebersamai penulis dalam segala situasi sehingga penulis dapat *survive* selama KKN dan dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
14. Teman dekat penulis semasa sekolah (Uyun, Indana, Fadya, Hanipoo, dan Dewinta) yang selalu saling memberikan dukungan meskipun dalam keadaan jarak jauh.
15. Teman-teman Matematika angkatan 2019 dan teman-teman satu bimbingan yang sama-sama berjuang selama masa studi hingga proses penyusunan skripsi.
16. Seluruh pihak yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga dengan terselesaikannya skripsi ini dapat membawa manfaat dan barokah bagi penulis maupun pihak-pihak lain yang membutuhkan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan serta kesalahan. Kritik serta saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan kedepannya.

Yogyakarta, 10 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMBANG	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan masalah	4
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Tinjauan Pustaka	5
1.7. Sistematika Penulisan	6
II DASAR TEORI	8
2.1. Data Runtun Waktu	8

2.1.1. Asumsi Runtun Waktu	8
2.2. <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	10
2.3. Analisis Regresi	12
2.4. Regresi Nonparametrik	12
2.5. Regresi <i>Spline</i>	13
2.6. Regresi <i>B-Spline</i>	13
2.7. Macam-Macam Basis <i>B-Spline</i>	16
2.8. Optimasi Regresi <i>B-Spline</i>	17
2.9. Uji Signifikansi Parameter Model <i>B-Spline</i>	18
2.10. <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	19
2.11. Investasi	19
2.12. Saham	20
2.13. Saham <i>Blue Chip</i>	20
2.14. Saham Bank Central Asia (BBCA.JK)	21
III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. Jenis dan Sumber Data	22
3.2. Variabel Penelitian	22
3.3. Langkah-langkah Analisis	22
3.4. <i>Software</i> yang Digunakan	23
3.5. <i>Source Code</i>	23
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Deskripsi Data	24
4.2. Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	25
4.2.1. Uji Asumsi Stasioneritas	25
4.2.2. Pembentukan Model ARIMA	27
4.2.3. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter	28

4.2.4. Uji Asumsi Residual Model ARIMA	29
4.3. Model Regresi <i>B-Spline</i>	31
4.3.1. Pemilihan Orde dan Jumlah Titik Knot Optimal	31
4.3.2. Pembentukan Model Regresi <i>B-Spline Terbaik</i>	31
4.3.3. Uji Signifikansi Parameter	32
4.4. Uji Kelayakan Model	33
4.5. Pembahasan	34
V PENUTUP	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	43
A Data Penelitian	43
B Source Code Program R	45
Curriculum Vitae	76

DAFTAR TABEL

2.1	Analisis Variansi (ANOVA)	18
4.1	Nilai AIC Model ARIMA	28
4.2	Estimasi Parameter Model ARIMA	29
4.3	Titik Knot Optimal untuk Masing-Masing Orde	32
4.4	Estimasi Parameter Menggunakan Metode GCV	32
4.5	Analisis Uji Serentak Parameter Model <i>B-Spline</i>	33
4.6	Uji Kelayakan Model Menggunakan Nilai MAPE	33



DAFTAR GAMBAR

4.1	Grafik Data Saham Bank Central Asia (BBCA.JK) Periode 1 Januari 2020 - 31 Desember 2022	24
4.2	Grafik Diferensi kedua Data Saham Bank Central Asia (BBCA.JK) Periode 1 Januari 2020 - 31 Desember 2022	26
4.3	Grafik ACF Data Saham Bank Central Asia	27
4.4	Grafik PACF Data Saham Bank Central Asia	28
4.5	Grafik Prediksi Model ARIMA (1,2,0)	30
4.6	Grafik Perbandingan Data Prediksi Model <i>B-Spline</i> dan Model ARIMA dengan Data Aktual	36



DAFTAR LAMBANG

Z_t : nilai variabel pada waktu ke- t

p : *autoregressive*

ϕ_p : parameter *autoregressive* orde p

q : *moving average*

θ_q : parameter *moving average* orde q

d : diferensi

ϵ_t : residual pada waktu ke- t

B : basis *B-Spline*

β : parameter *B-Spline*

m : orde

u : jumlah titik knot

l : letak titik knot

ϑ : parameter titik knot

n : banyak data

x_i : data ke- i

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

INTISARI

OPTIMASI MODEL REGRESI *B-SPLINE* MENGGUNAKAN METODE *GENERALIZED CROSS VALIDATION (GCV)*

(Studi Kasus : Data Saham Bank Central Asia (BBCA.JK) Periode 1 Januari 2020 - 31 Desember

2022)

Oleh

TSALISA ZURAI DA AZIROH

NIM. 19106010038

Data runtun waktu merupakan sekumpulan data yang dihimpun berdasarkan waktu. Data Saham termasuk kedalam data runtun waktu. Model yang umum digunakan untuk melakukan peramalan pada data runtun waktu adalah model *Auto-regressive Integrated Moving Average (ARIMA)*. Dalam melakukan pemodelan dengan menggunakan ARIMA diperlukan asumsi-asumsi yang harus dipenuhi. Asumsi-asumsi tersebut adalah asumsi stasioneritas, normalitas, serta *white noise*. Apabila terdapat asumsi yang tidak terpenuhi maka pemodelan ARIMA menghasilkan prediksi yang tidak akurat. Solusi yang dapat dilakukan untuk menangani permasalahan tersebut adalah dengan melakukan pemodelan menggunakan regresi nonparametrik *B-Spline*. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan data saham Bank Central Asia menggunakan model *B-Spline* dengan optimasi GCV. Model terbaik didapatkan dari pemilihan orde serta titik knot yang optimal. Kemudian perlu dilakukan estimasi parameter serta uji signifikansi model. Langkah terakhir yang dilakukan adalah menguji kelayakan model dengan kriteria *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk mengetahui kinerja model. Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa kombinasi orde dan titik knot optimal adalah orde 4 dengan titik knot 3. Sehingga didapatkan model regresi *B-Spline* optimal adalah: $\hat{y} = 5122.052B_{-3,4}(x) + 3437.306B_{-2,4}(x) + 6048.889B_{-1,4}(x) + 4569.555B_{0,4}(x) + 6239.689B_{1,4}(x) + 7456.633B_{2,4}(x) + 8703.797B_{3,4}(x)$

Kata Kunci: ARIMA, GCV, MAPE, Regresi *B-Spline*, Runtun Waktu.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF B-SPLINE REGRESSIONS MODEL USING GENERALIZED CROSS VALIDATION (GCV) METHOD

By

TSALISA ZURAI DA AZIROH

NIM. 19106010038

Time series data is a set of data that is collected based on time. Stock data is included in the time series data. The model commonly used to forecast time series data is the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model. In modeling using ARIMA, assumptions must be met. These assumptions are the assumptions of stationarity, normality, and white noise. If there are inappropriate assumptions, ARIMA modeling will produce inaccurate predictions. The solution that can be done to overcome this problem is to do modeling using nonparametric B-Spline regression. This study aims to model Bank Central Asia stock data using the B-Spline model with GCV optimization. The best model is obtained from the selection of optimal orders and node points. Then it is necessary to estimate the parameters and test the significance of the model. The final step is to test the feasibility of the model using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) criteria to determine the performance model. In this study, the results show that the optimal combination of order and knot points is order 4 with 3 knot points. So the optimal B-Spline regression model is: $\hat{y} = 5122.052B_{-3,4}(x) + 3437.306B_{-2,4}(x) + 6048.889B_{-1,4}(x) + 4569.555B_{0,4}(x) + 6239.689B_{1,4}(x) + 7456.633B_{2,4}(x) + 8703.797B_{3,4}(x)$

eywords: ARIMA, B-Spline Regression, GCV, MAPE, Time Series.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Analisis regresi merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel bebas (variabel prediktor) dengan variabel terikat (variabel respon). Fungsi lain dari analisis regresi adalah digunakan untuk melakukan prediksi atau peramalan (Suparti et al., 2013). Terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan dalam pemodelan regresi, yaitu pendekatan parametrik dan nonparametrik. Pendekatan parametrik mengasumsikan bahwa kurva regresi memiliki bentuk fungsional yang sudah ditentukan sebelumnya. Alternatif bagi data yang tidak memiliki bentuk fungsional tertentu dapat menggunakan pendekatan nonparametrik (Härdle, 1990).

Pada tahun 2020, *World Health Organization* (WHO) secara resmi menetapkan Covid-19 sebagai pandemi. Keadaan tersebut memaksa negara-negara di seluruh dunia membuat kebijakan berkenaan dengan upaya mencegah serta menanggulangi wabah Covid-19 ini. Adapun kebijakan-kebijakan tersebut berupa diberlakukannya *lockdown*, pembatasan kegiatan bisnis yang berskala besar, bahkan larangan bepergian ke daerah lain. Kebijakan-kebijakan tersebut berlaku pula di Indonesia. Selain itu WHO juga mengimbau agar masyarakat dunia menerapkan *physical distancing* demi menghindari penyebaran virus Covid-19. Hal tersebut menyebabkan banyak aktivitas bisnis yang beralih ke *online* agar tetap dapat menjalankan kegiatannya sesuai dengan protokol kesehatan yang berlaku. Adanya pembatasan kegiatan berskala besar ini tentunya memberikan dampak yang sangat besar terhadap kondisi keuangan masyarakat. Dampak tersebut diantaranya adalah adanya pemotongan upah kerja bahkan sampai pemutusan Hubungan Kerja (PHK). Keadaan ini menjadikan masyarakat dunia dituntut untuk mencari sumber mata pencaharian

yang baru demi keberlangsungan hidup.

Dikutip dari berita pers PT Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI) tahun 2022, investor saham di pasar modal Indonesia menembus jumlah 4 juta dengan 99,79%nya merupakan investor individu lokal. Adanya peningkatan jumlah investor ini terjadi secara signifikan semenjak pandemi Covid-19 melanda. Pada tahun 2020, jumlah investor saham meningkat sebesar 53,47% dari tahun 2019 yaitu dengan jumlah 1.104.610 investor menjadi 1.695.268 investor. Puncak kenaikan investor ini terjadi pada tahun 2021 yaitu meningkat sebesar 103,60% dari tahun 2020 dengan jumlah 1.695.268 investor menjadi 3.451.513 investor. Tak hanya itu, pada tahun 2022, jumlah investor pun mengalami peningkatan kembali dengan angka 15,96%. Diketahui bahwa sebagian besar dari para investor ini yaitu sebesar 81,64%nya merupakan *gen z* dan milenial. Peningkatan jumlah investor ini diketahui karena adanya kemudahan dalam pembukaan rekening secara *online*, hal ini sangatlah membantu masyarakat untuk menjadi investor di pasar modal.

Saham adalah sebuah bukti kepemilikan atas suatu perusahaan yang berbentuk perseroan terbatas (Husnan, 2018). Secara umum, Saham diartikan sebagai surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan berbentuk perseroan terbatas yang menunjukkan kepemilikan saham apabila seseorang membeli saham dari perusahaan tersebut. Ditinjau dari kinerja perdagangan, Saham dapat di bedakan menjadi beberapa kategori yaitu saham unggulan (*blue-chip stock*), saham pendapatan (*Income stock*), saham pertumbuhan (*Growth stock*), saham spekulatif (*Speculative stock*), dan saham siklikal (*Cyclical stock*) (Hendarsih & Harjunawati, 2020). Saham unggulan (*blue-chip stock*) di kenal sebagai saham papan atas karena saham ini cenderung memiliki nilai saham yang lebih stabil dan risikonya lebih kecil dibandingkan saham lain. Hal ini menyebabkan *blue-chip stock* ini menjadi saham yang bagus bagi pemula. Adapun beberapa saham yang termasuk dalam saham *blue-chip stock* adalah saham PT Bank Central Asia Tbk. (BBCA), PT Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk. (TLKM), PT Astra International Tbk. (ASII), dan PT Aneka Tambang Tbk. (ANTM).

Data saham merupakan salah satu data runtun waktu. Data runtun waktu adalah data yang merupakan suatu rangkaian pengamatan yang dilakukan dalam kurun waktu tertentu (Brockwell et al., 2016). Dalam memodelkan data runtun waktu, terdapat beberapa metode yang bisa digunakan salah satunya adalah *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*. ARIMA merupakan pemodelan regresi parametrik yang terikat beberapa asumsi. Karena data saham merupakan data yang fluktuatif sehingga seringkali data ini melanggar asumsi yang ada. Apabila terjadi pelanggaran asumsi, data tetap bisa dimodelkan menggunakan ARIMA, akan tetapi model yang didapatkan belum mampu memprediksi data secara akurat. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut diperlukan regresi nonparametrik yang lebih fleksibel.

Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk mengestimasi regresi nonparametrik, diantaranya adalah estimator *Spline*, estimator deret orthogonal, estimator histogram, estimator kernel, estimator *wavelet*, dan lain sebagainya. *Spline* merupakan analisis regresi yang berupa potongan tersegmen yang kontinu. Kurva yang dihasilkan dari regresi *spline* ini cenderung masih kasar sehingga diperlukan basis *spline* sebagai parameter penghalusnya. Adapun basis fungsi estimator *Spline* yang umum digunakan adalah *Spline truncated* dan *B-Spline* (Lyche & Morken, 2008) dan (Budiantara et al., 2006).

Dalam mengoptimasi model *B-Spline* terdapat beberapa optimasi yang dapat digunakan diantaranya adalah *Cross Validation (CV)*, *Generalized Cross Validation (GCV)*, *Generalized Maximum Likelihood (GML)*, *Akaike Information Criterion (AIC)*, *Unbiased Risk (UBR)*, dan lain sebagainya. Metode *Generalized Cross Validation (GCV)* merupakan Metode CV yang telah disederhanakan sehingga dianggap lebih mudah dalam proses optimasinya. Dalam mengoptimasi model, nilai GCV minimum menjadi penentu dalam memilih model terbaik. Oleh karena itu dalam penelitian ini, penulis menggunakan estimator *Spline* dengan basis fungsi *B-Spline* dan menggunakan metode *Generalized Cross Validation (GCV)* untuk menentukan model terbaik dari data saham Bank Central Asia (BBCA.JK) pada periode 1 Januari 2020 sampai dengan 31 Desember 2022.

1.2. Batasan masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, batasan permasalahan sangat diperlukan agar pengambilan keputusan dan kesimpulan yang didapatkan terjamin keabsahannya serta penelitian akan lebih terfokus pada masalah yang akan dikaji sehingga tidak terjadi penyimpangan dari tujuan awal penelitian. Batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Optimasi regresi nonparametrik *B-Spline* menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV) dilihat dari nilai GCV minimum dan kelayakan model diukur berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
2. Titik knot yang digunakan adalah knot 1 sampai 3 dengan orde 2, 3, dan 4.
3. Pemilihan titik knot dan orde didasari pada kemampuan perangkat keras yaitu bergantung pada spesifikasi laptop yang digunakan.
4. Software yang digunakan adalah R versi 4.2.2 dengan bahasa pemrograman R.

1.3. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang didapatkan dari latar belakang penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana langkah-langkah dalam melakukan analisis menggunakan regresi *B-Spline*?
2. Bagaimana langkah-langkah dalam menentukan jumlah titik knot dan orde yang optimal dalam regresi *B-Spline*?
3. Bagaimana cara mendapatkan model terbaik yang layak digunakan dalam pemodelan data saham Bank Central Asia (BBCA.JK) Periode 1 Januari 2020 sampai dengan 31 Desember 2022?

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, diantaranya adalah:

1. Mengkaji tentang regresi nonparametrik *B-Spline*
2. Mengkaji tentang optimasi regresi nonparametrik *B-Spline* terbaik menggunakan metode GCV
3. Menerapkan optimasi regresi nonparametrik *B-Spline* terbaik menggunakan metode GCV pada data saham Bank Central Asia (BBCA.JK) Periode 1 Januari 2020 sampai dengan 31 Desember 2022.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, manfaat yang didapatkan adalah:

1. Bagi peneliti diharapkan penelitian ini dapat menambah pengetahuan serta wawasan tentang regresi nonparametrik *B-Spline*, optimasi, serta penerapannya dalam memodelkan data saham Bank Central Asia (BBCA.JK) Periode 1 Januari 2020 sampai dengan 31 Desember 2022.
2. Bagi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta dan pembaca diharapkan penelitian ini dapat menambah referensi serta dapat dijadikan sebagai pengembangan dalam penelitian lanjutan.

1.6. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini, tinjauan pustaka yang digunakan berdasar pada penelusuran serta pencarian yang dilakukan terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang bersumber pada makalah, tesis, jurnal, buku, maupun karya-karya ilmiah lain yang memiliki hubungan atau relevan dengan pembahasan dalam penelitian ini. Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh (Rahasia et al., 2020) dengan judul “Pemodelan Data *Time Series* dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik *B-Spline*”. Penelitian ini menggunakan data nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika (USD) pada Januari 2014 sampai dengan Desember 2018. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model *B-Spline* terbaik pada data tersebut menggunakan optimasi *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum dan nilai R^2 .

Penelitian yang dilakukan oleh (Ariesta et al., 2021) dengan judul “Estimasi Parameter Model Regresi Nonparametrik *B-Spline* pada Angka Kematian Maternal”. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model regresi nonparametrik *B-Spline* terbaik dengan optimasi *Ordinary Least Square* (OLS)

Penelitian yang dilakukan oleh (Mahmudah et al., 2023) mengenai analisis regresi nonparametrik *B-Spline*. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan jumlah penduduk miskin di Provinsi Papua menggunakan regresi nonparametrik *B-Spline*. Adapun optimasi yang digunakan adalah *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum dan nilai R^2 .

Penelitian yang dilakukan oleh (Rahmawati et al., 2017) dengan judul “Pemodelan Kasus Kemiskinan di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Metode *B-Spline*”. Penelitian ini menggunakan *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum dan nilai R^2 sebagai optimasinya. Adapun data yang digunakan adalah data sekunder yang berhubungan dengan kemiskinan di Jawa Tengah pada tahun 2015.

Penelitian yang dilakukan oleh (Dewi et al., 2020) terhadap data *Pneumonia* pada balita di Provinsi Bali pada tahun 2018. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan pada data tersebut menggunakan metode regresi nonparametrik *B-Spline* dengan optimasi nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum.

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembaca dalam memahami penelitian ini, berikut merupakan gambaran dari sistematika penulisan skripsi yang secara garis besar terbagi

menjadi beberapa bagian:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini membahas tentang latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab dasar teori akan dipaparkan penjelasan mengenai konsep-konsep atau teori yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian memaparkan jenis atau metode penelitian yang digunakan. Selain itu, pada bab ini dijelaskan pula mengenai objek, variabel, jenis, dan sumber data, serta alat pengolahan data yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Cakupan bahasan dalam bab ini adalah kajian mengenai regresi nonparametrik *B-Spline*, kriteria pemilihan model terbaik menggunakan *Generalized Cross Validation* (GCV), serta uji kelayakan model terhadap data saham Bank Central Asia (BBCA.JK) Periode 1 Januari 2020 sampai dengan 31 Desember 2022.

BAB V PENUTUP

Bab penutup berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran terhadap kekurangan dalam penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melakukan pemodelan data menggunakan regresi nonparametrik *B-Spline* adalah dengan menentukan jumlah orde serta titik knot optimal yang dapat digunakan untuk memperkirakan model. Kemudian melakukan uji kombinasi pada masing-masing orde dan titik knot berdasarkan nilai GCV minimum, melakukan estimasi parameter berdasarkan nilai GCV, melakukan uji F untuk menguji signifikansi parameter dari model *B-Spline* yang didapatkan, dan melakukan uji kelayakan model berdasarkan nilai MAPE.
2. Cara mendapatkan kombinasi orde serta titik knot optimal adalah dengan melihat nilai GCV dari uji kombinasi yang telah dilakukan. Orde dan titik knot optimal diambil dari kombinasi yang memiliki nilai GCV paling kecil. Dari uji kombinasi yang telah dilakukan, didapatkan kombinasi untuk orde dan titik knot optimal yaitu pada orde 4 dan titik knot 3 dengan nilai GCV sebesar 52742.09
3. Model terbaik yang layak digunakan dilihat berdasarkan nilai MAPE yang didapatkan. Pada penelitian ini, model ARIMA melanggar asumsi yang ada, sehingga model ARIMA tidak dapat dijadikan perbandingan untuk memilih model terbaik. Satu-satunya model akurat yang didapatkan adalah model *B-Spline* karena nilai MAPE yang didapatkan kurang dari 10%. Karena model akurat yang didapatkan hanyalah *B-Spline*, maka disimpulkan bahwa model terbaik yang didapatkan adalah model *B-Spline*. Adapun model *B-*

Spline yang didapatkan untuk data saham adalah $\hat{y} = 5122.052B_{-3,4}(x) + 3437.306B_{-2,4}(x) + 6048.889B_{-1,4}(x) + 4569.555B_{0,4}(x) + 6239.689B_{1,4}(x) + 7456.633B_{2,4}(x) + 8703.797B_{3,4}(x)$

5.2. Saran

1. Penelitian ini menggunakan data saham Bank Central Asia sebagai variabel dalam pemodelan *B-Spline* dengan optimasi GCV. Diharapkan ada penelitian lanjutan dengan adanya optimasi lain yang digunakan sebagai perbandingan dalam memilih model terbaik.
2. Dalam melakukan penelitian menggunakan *Software* khususnya R, perlu memperhatikan spesifikasi laptop yang digunakan agar dapat melakukan analisis dengan lancar tanpa adanya hambatan. Karena spesifikasi laptop sangatlah berpengaruh dalam menentukan seberapa lama data akan di proses.



DAFTAR PUSTAKA

- Ariesta, D., Gusriani, N., & Parmikanti, K. (2021). Estimasi parameter model regresi nonparametrik b-spline pada angka kematian maternal. *Jurnal Matematika UNAND*, 10(3):342–354.
- Brockwell, P. J., Davis, R. A., Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). Nonstationary and seasonal time series models. *Introduction to time series and forecasting*, pages 157–193.
- Budiantara, I. N., Suryadi, F., Otok, B. W., & Guritno, S. (2006). Pemodelan b-spline dan mars pada nilai ujian masuk terhadap ipk mahasiswa jurusan disain komunikasi visual uk. petra surabaya. *Jurnal Teknik Industri*, 8(1):pp–1.
- Chang, P.-C., Wang, Y.-W., & Liu, C.-H. (2007). The development of a weighted evolving fuzzy neural network for pcb sales forecasting. *Expert Systems with Applications*, 32(1):86–96.
- Damodar, N. et al. (2004). *Basic econometrics: Student solutions manual for use with Basic econometrics.-4th*. McGraw-Hill.
- De Myttenaere, A., Golden, B., Le Grand, B., & Rossi, F. (2016). Mean absolute percentage error for regression models. *Neurocomputing*, 192:38–48.
- Dewi, I. G. A. M. V., Srinadi, I. G. A. M., & Susilawati, M. (2020). Pemodelan kasus pneumonia pada balita di provinsi bali menggunakan metode regresi non-parametrik b-spline. *E-Jurnal Matematika*, 9(3):197–204.
- Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric regression and spline smoothing*. CRC press.
- Härdle, W. (1990). *Applied nonparametric regression*. Number 19. Cambridge university press.

- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., & Friedman, J. H. (2009). *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction*, volume 2. Springer.
- Hendarsih, I. & Harjunawati, S. (2020). Penggolongan saham blue chip berdasarkan kapitalisasi pasar pada bursa efek indonesia tahun 2017-2020. *Akrab Juara: Jurnal Ilmu-ilmu Sosial*, 5(2):115–133.
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*, volume 398. John Wiley & Sons.
- Husnan, S. (2018). Dasar-dasar teori portofolio & analisis sekuritas.
- Lyche, T. & Morken, K. (2008). Spline methods draft. *Department of Informatics, Center of Mathematics for Applications, University of Oslo, Oslo*, pages 3–8.
- Mahmudah, A., Handajani, S. S., & Pratiwi, H. (2023). Analisis regresi nonparametrik b-spline pemodelan jumlah penduduk miskin di provinsi papua menggunakan regresi nonparametrik b-spline. In *Prosiding Seminar Pendidikan Matematika dan Matematika*, volume 8.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). Metode dan aplikasi peramalan. *Jakarta: Erlangga*.
- Rahasia, Z., Resmawan, R., & Isa, D. R. (2020). Pemodelan data time series dengan pendekatan regresi nonparametrik b-spline. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(1):9–16.
- Rahmawati, A. S., Ispriyanti, D., & Warsito, B. (2017). Pemodelan kasus kemiskinan di jawa tengah menggunakan regresi nonparametrik metode b-spline. *Jurnal Gaussian*, 6(1):11–20.
- Rowley, J. & Slack, F. (2004). Conducting a literature review. *Management research news*, 27(6):31–39.

Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4):591–611.

Sunariyah, S. & Si, M. (2004). Pengetahuan pasar modal. *Edisi Empat. Yogyakarta: UPP AMP.*

Supandi, E. D. (2020). Statistika dan terapannya.

Suparti, D. S., Sari, I. P., & Devi, A. R. (2013). Analisis data inflasi di indonesia menggunakan model regresi kernel. In *Prosiding Seminar Nasional Statistika*, pages 499–509.