

Prediksi dengan *Support Vector Regression* dan analisis kelayakan investasi pada harga saham Spotify

M. Fariz Fadillah Mardianto*, Ferissa Maulida Ismi, Anggita Nariswari,
Amelia Fatihah, Idrus Syahzaqi

Statistics Modelling for Economic and Social Sciences Research Division, Program Studi Statistika
Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: m.fariz.fadillah.m@fst.unair.ac.id

JEL Classification Code:

M30, M32, N41

Kata kunci:

Prediksi harga saham; Support Vector Regression; *Net Present Value*; *Sharpe Ratio*; *Sortino Ratio*.

Email penulis:

[ferissa.maulida.ismi-](mailto:ferissa.maulida.ismi-2023@fst.unair.ac.id)

2023@fst.unair.ac.id

[anggita.nariswari-](mailto:anggita.nariswari-2023@fst.unair.ac.id)

2023@fst.unair.ac.id

[amelia.fatihah-](mailto:amelia.fatihah-2023@fst.unair.ac.id)

2023@fst.unair.ac.id

idrus.syahzaqi@fst.unair.ac.id

DOI:

10.20885/JKEK.vol5.iss1.art2

Abstract

Purpose – This study aims to predict the weekly stock price of Spotify Technology S.A (SPOT) using Support Vector Regression (SVR) and to evaluate investment feasibility based on Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Sharpe Ratio, and Sortino Ratio.

Methods – Weekly stock price data from October 2022 to May 2026 (190 observations) were analyzed using SVR with lag selection based on PACF and kernel optimization through two-stage grid search. Investment feasibility was evaluated using NPV, IRR, Sharpe Ratio, and Sortino Ratio.

Findings – The linear kernel SVR achieved the best performance with MAPE of 5.44% (training) and 4.61% (testing). The NPV was positive at USD 19,685.86. However, the IRR of 1.197% per week, Sharpe Ratio of 0.3703, and Sortino Ratio of 17.77 consistently indicate that Spotify stock during the prediction period is not financially viable for investment.

Implication – The findings emphasize the importance of combining return- and risk-based measures when evaluating investment feasibility, particularly for high-volatility assets.

Originality – Unlike prior studies that focus mainly on forecasting accuracy, this study integrates SVR-based prediction and investment feasibility analysis using NPV, IRR, Sharpe, and Sortino ratios within a unified framework

Abstrak

Tujuan – Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi harga saham mingguan Spotify Technology SA (SPOT) menggunakan metode Support Vector Regression (SVR) serta mengevaluasi kelayakan investasi berdasarkan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Sharpe Ratio*, dan *Sortino Ratio*.

Metode – Data harga saham mingguan periode Oktober 2022 hingga Mei 2026 (190 observasi) dianalisis menggunakan SVR dengan pemilihan lag berdasarkan PACF dan optimasi kernel melalui grid search dua tahap.

Temuan – Kernel linear SVR menghasilkan performa terbaik dengan MAPE sebesar 5,44% pada data pelatihan dan 4,61% pada data pengujian. NPV bernilai positif sebesar USD 19.685,86. Namun, IRR sebesar 1,197% per minggu, *Sharpe Ratio* sebesar 0,3703, dan *Sortino Ratio* sebesar 17,77 secara konsisten menunjukkan bahwa saham Spotify pada periode prediksi tidak layak secara finansial untuk diinvestasikan.

Implikasi – Temuan penelitian menekankan pentingnya mengombinasikan indikator berbasis imbal hasil dan risiko dalam mengevaluasi kelayakan investasi, khususnya pada aset dengan volatilitas tinggi.

Orisinalitas – Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang terutama berfokus pada akurasi peramalan, penelitian ini mengintegrasikan prediksi berbasis SVR dan analisis kelayakan investasi menggunakan NPV, IRR, *Sharpe Ratio*, dan *Sortino Ratio* dalam satu kerangka yang terpadu.

Pendahuluan

Dalam sistem keuangan global, pasar saham dikenal sebagai salah satu instrumen investasi yang memiliki dinamika tinggi serta karakteristik yang kompleks. Fluktuasi harga saham dipengaruhi oleh beragam aspek, antara lain kondisi fundamental perusahaan, faktor makroekonomi seperti tingkat suku bunga dan kurs mata uang, tindakan korporasi, serta sentimen yang berkembang di kalangan investor (Supriyanto et al., 2024). Kompleksitas tersebut menyebabkan harga saham sulit diprediksi secara intuitif, sehingga diperlukan pendekatan kuantitatif yang mampu menangkap pola pergerakan data secara lebih sistematis. Dalam konteks ini, prediksi harga saham menjadi aspek penting, tidak hanya untuk memahami perilaku pasar, tetapi juga sebagai dasar dalam pengambilan keputusan investasi yang rasional.

Salah satu perusahaan yang menarik perhatian investor global adalah Spotify Technology S.A. (SPOT), platform *streaming* musik terbesar di dunia yang terdaftar di New York Stock Exchange (NYSE). Pertumbuhan pengguna aktif Spotify yang pesat serta ekspansi ke berbagai pasar baru menjadikannya salah satu saham sektor teknologi yang dipantau secara luas oleh investor. Meskipun demikian, dinamika industri *streaming* musik yang semakin kompetitif serta perubahan strategi monetisasi, termasuk peningkatan intensitas iklan pada platform, berpotensi memengaruhi persepsi pengguna dan kinerja perusahaan. Selain itu, kehadiran berbagai platform alternatif dengan karakteristik layanan yang berbeda, seperti Apple Music, YouTube Music, dan Amazon Music, semakin meningkatkan tekanan persaingan di industri tersebut. Kondisi ini turut tercermin pada pergerakan harga saham Spotify yang menunjukkan volatilitas cukup tinggi. Berdasarkan data historis harga saham pada situs web *investing.com*, saham Spotify sempat mencapai rekor tertinggi sekitar US\$785 pada pertengahan 2025, kemudian mengalami koreksi hingga berada pada kisaran US\$500 dalam beberapa bulan berikutnya. Hal ini membuat investor perlu lebih cermat dalam merumuskan strategi investasi yang sesuai dengan tujuan dan tingkat risikonya.

Dalam konteks prediksi harga saham, *machine learning* telah terbukti mampu menangkap pola kompleks dalam data keuangan yang tidak dapat dimodelkan secara efektif oleh metode statistika konvensional. Di antara berbagai algoritma *machine learning*, *Support Vector Regression* (SVR) menjadi salah satu algoritma yang cukup luas digunakan dalam berbagai studi peramalan data deret waktu di bidang keuangan. Sebagai pengembangan dari *Support Vector Machine* (SVM) pada permasalahan regresi, SVR memiliki kemampuan untuk memodelkan hubungan yang bersifat non-linear dalam data (Ruliana et al., 2024). Berbagai penelitian terdahulu melaporkan bahwa SVR dapat memberikan hasil prediksi harga saham dengan tingkat akurasi yang baik serta kesalahan prediksi yang relatif kecil. Sebagai contoh, penelitian oleh (Oukhouya & Khalid, 2023) menunjukkan bahwa SVR mampu mengungguli model linear seperti ARIMA dalam memodelkan data saham yang bersifat non-linear.

Meskipun demikian, informasi hasil prediksi harga saham belum cukup untuk menggambarkan apakah suatu investasi layak untuk dijalankan. Oleh karena itu, evaluasi tambahan melalui indikator keuangan seperti *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR) diperlukan guna menilai kelayakan investasi dari aspek finansial. *Net Present Value* (NPV) adalah metode penilaian investasi yang menghitung perbedaan antara total nilai kini arus kas masuk dan total nilai kini arus kas keluar selama jangka waktu investasi tertentu (Nugroho & Margana, 2024). Sedangkan *Internal Rate of Return* (IRR) merupakan tingkat pengembalian investasi yang menyebabkan nilai sekarang seluruh arus kas yang akan diterima di masa mendatang sama dengan nilai investasi awal yang dikeluarkan (Ahmad et al., 2025). Keduanya merupakan dua indikator utama dalam analisis kelayakan investasi berbasis nilai waktu uang yang secara luas digunakan dalam keuangan korporat maupun keuangan pasar modal.

Di sisi lain, analisis kelayakan investasi di pasar modal tidak dapat dipisahkan dari pertimbangan risiko. Pendekatan *risk-adjusted return*, yang mempertimbangkan imbal hasil relatif terhadap risiko yang ditanggung, memberikan perspektif yang lebih komprehensif dalam evaluasi kinerja investasi. *Sharpe Ratio*, yang diperkenalkan oleh William Sharpe, mengukur kelebihan imbal hasil per unit risiko total (standar deviasi), sementara *Sortino Ratio* menyempurnakan pengukuran tersebut dengan hanya mempertimbangkan risiko downside, yakni volatilitas return yang berada di bawah tingkat bebas risiko. Penelitian oleh (Srivastava & Mazhar, 2018) menunjukkan bahwa *Sharpe Ratio* dan *Sortino Ratio* sama-sama bermanfaat dalam mengevaluasi kinerja reksa dana, dengan kombinasi *Sortino Ratio* yang lebih

mencerminkan *downside risk* dan *Sharpe Ratio* menggambarkan risiko secara keseluruhan. Oleh karena itu, penggunaan kedua indikator secara bersamaan dapat memberikan penilaian yang lebih komprehensif terhadap efisiensi portofolio dan pengelolaan risiko investasi.

Penelitian yang mengaplikasikan machine learning untuk prediksi harga saham telah berkembang pesat dalam satu dekade terakhir. Henrique *et al.* (2019) dalam tinjauan literatur komprehensif mereka mencatat bahwa SVR merupakan salah satu algoritma yang paling banyak diterapkan dalam prediksi harga saham, dengan kemampuan menangkap pola non-linear yang menjadi keunggulan utamanya dibandingkan metode statistika konvensional seperti ARIMA. Sejalan dengan itu, (Sari *et al.*, 2025) juga mengaplikasikan SVR pada data harga saham mingguan sektor industri barang mewah dan memperoleh nilai MAPE yang tergolong rendah, namun analisisnya terbatas pada pengukuran akurasi prediksi tanpa menghubungkan hasil tersebut dengan indikator kelayakan investasi. Di sisi lain, kajian mengenai risk-adjusted return seperti *Sharpe Ratio* dan *Sortino Ratio* dalam konteks prediksi berbasis machine learning juga masih jarang dilakukan secara eksplisit Jiang (2021) dalam tinjauan tentang deep learning di pasar saham menegaskan bahwa mayoritas penelitian masih berfokus pada akurasi prediksi semata, sementara implikasi investasinya jarang dievaluasi secara sistematis. Sebagian besar penelitian berfokus pada akurasi prediksi semata tanpa mengevaluasi implikasinya terhadap keputusan investasi secara menyeluruh. Sementara itu, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan prediksi SVR multi-kernel dengan analisis kelayakan investasi mencakup NPV, IRR, *Sharpe Ratio*, dan *Sortino Ratio* pada saham perusahaan teknologi seperti Spotify masih sangat jarang dilakukan. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan suatu pendekatan terintegrasi yang menggabungkan pemodelan prediktif dengan evaluasi finansial untuk memberikan analisis yang lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi harga saham mingguan Spotify Technology SA menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR) dengan pemilihan kernel optimal melalui *grid search*, kemudian mengevaluasi kelayakan investasinya secara komprehensif menggunakan indikator *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Sharpe Ratio*, dan *Sortino Ratio*. Kontribusi ilmiah penelitian ini terletak pada pengembangan kerangka analisis yang mengintegrasikan pemodelan prediktif berbasis *Support Vector Regression* dengan evaluasi kelayakan investasi berbasis indikator finansial, sehingga tidak hanya menilai akurasi hasil prediksi, tetapi juga mengevaluasi bagaimana hasil prediksi tersebut dapat dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan investasi secara lebih komprehensif. Pendekatan integratif yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan kerangka analisis yang lebih menyeluruh dalam mendukung pengambilan keputusan investasi berbasis prediksi, sekaligus menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengembangkan model serupa dengan mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang lebih luas. Selain memberikan kontribusi dalam pengembangan metode analisis investasi, penelitian ini juga mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 8 (*Decent Work and Economic Growth*) melalui upaya meningkatkan efisiensi dan kualitas pengambilan keputusan investasi untuk mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, serta SDG 9 (*Industry, Innovation and Infrastructure*) melalui pemanfaatan inovasi teknologi berbasis *machine learning* dalam sektor keuangan.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan data sekunder dengan pendekatan kuantitatif berupa harga saham Spotify Technology SA (SPOT) dengan periode mingguan mulai dari 2 Oktober 2022 hingga 17 Mei 2026 yang diperoleh dari *website investing.com*. Selama proses analisis data, dibagi menjadi data pelatihan dan data pengujian, dengan perbandingan 80:20 persen. Data *training* diambil dari periode 2 Oktober 2022 hingga 31 Agustus 2025 yang digunakan untuk melatih dan membangun model, sedangkan data *testing* diambil dari periode 7 September 2025 hingga 17 Mei 2026 yang digunakan untuk mengukur seberapa baik model dalam melakukan prediksi. Adapun metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini merupakan analisis *time series*, yaitu *Support Vector Regression* (SVR) dan perhitungan matematika keuangan berupa *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), serta *Risk Adjusted-Return*. *Support Vector Regression* (SVR) merupakan pengembangan dari *Support Vector Machine* (SVM) untuk kasus regresi. Adapun tujuan dari SVR yaitu menemukan fungsi sebagai *hyperplane* (garis pemisah) yang berupa fungsi regresi sesuai dengan

semua inputan data dengan sebuah *error* dari target aktual y_i untuk semua data *training* dan mencari nilai *error* terkecil mungkin (Cahyono *et al.*, 2019). Oleh karena itu, kesalahan (selisih antara output fungsi dan target aktual) yang nilainya kurang dari ε akan diabaikan, tetapi tidak akan menerima kesalahan yang nilainya lebih besar dari ε . Misalkan ada l data *training*, (x_i, y_i) dengan $i = 1, 2, \dots, l$ dan data input adalah $x = \{x_1, x_2, \dots, x_l\} \subseteq R^N$, $y = \{y_1, y_2, \dots, y_l\} \subseteq R$, dan l adalah banyaknya data *training*. Fungsi regresi SVR adalah sebagai berikut. (Wahyudi *et al.*, 2023).

$$f(x) = w(x) + b \quad (1)$$

dengan:

w : Vektor pembobot

(x) : Fungsi yang memetakan x dalam suatu dimensi

b : Bias

Namun, Pada kenyataannya, tidak semua data memiliki karakteristik linier, sehingga seringkali sulit untuk menentukan bidang pemisah linier. Oleh karena itu, pada kasus data non-linier digunakan fungsi kernel. Fungsi kernel adalah untuk menghubungkan ruang input dari data pelatihan (*training data*) ke ruang fitur lebih besar. Kernel linier, kernel polinomial, kernel Radial Basic Function (RBF), atau juga dikenal sebagai kernel Gaussian, dan kernel sigmoid adalah beberapa fungsi kernel yang digunakan.

Selain melakukan analisis statistik, dalam penelitian ini dilengkapi dengan analisis menggunakan teori matematika keuangan berupa *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), serta *Risk Adjusted-Return*. NPV atau *Net Present Value* merupakan perhitungan dalam menghitung nilai saat ini dari arus kas yang diharapkan dari investasi pada saham Spotify. Secara umum, NPV adalah metode yang digunakan untuk mengetahui seberapa menguntungkan suatu investasi dengan melihat arus kas masuk dan keluar yang didiskon berdasarkan tingkat pengembalian yang diharapkan (Wahidin & Putra, 2025). Adapun persamaan dalam menghitung NPV adalah sebagai berikut.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \quad (2)$$

dengan:

C_t : Arus kas periode ke- t

r : Tingkat diskonto

n : Jumlah Periode

C_0 : Investasi awal

Kemudian, pada penelitian ini juga menggunakan perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR) yang merupakan nilai persentase pengurangan ini, yang menghasilkan total laba proyek sama dengan nol. Seperti yang dilihat oleh penilai proyek, nilai saat ini dari manfaat atau biaya harus dibandingkan dengan biaya peluang modal. Pengorbanan kesempatan pada dasarnya adalah pengorbanan yang dilakukan sebagai alternatif untuk mendapatkan hasil atau manfaat tertentu. Ini juga dapat dianggap sebagai harga yang harus dibayar untuk mendapatkan hasil atau manfaat tersebut (Fanani, 2021). Adapun persamaan dalam menghitung IRR adalah sebagai berikut.

$$IRR = iNPV_{(+)} + \frac{NPV_{(+)}}{NPV_{(+)} - NPV_{(-)}} (iNPV_{(-)} - iNPV_{(+)}) \quad (3)$$

dengan:

$iNPV_{(+)}$: Suku bunga positif

$iNPV_{(-)}$: Suku bunga negatif

$NPV_{(+)}$: *Net Present Value* dengan hasil positif

$NPV_{(-)}$: *Net Present Value* dengan hasil negatif

Terakhir, pada penelitian ini juga menambahkan analisis keuangan berupa *Risk Adjusted-Return* yang mengukur efisiensi suatu investasi dengan mempertimbangkan risiko yang diambil untuk menghasilkan keuntungan. Dalam perhitungan ini, dapat diukur menggunakan dua rasio yaitu *Sharpe Ratio* dan *Sortino Ratio*. *Sharpe Ratio* digunakan untuk mengukur seberapa besar imbal hasil yang diperoleh dibandingkan dengan risiko yang diambil sedangkan *Sortino Ratio* digunakan

dalam mengukur hasil imbal terhadap risiko kerugian tanpa memperhitungkan fluktuasi harga naik. Adapun persamaan dalam menghitung *Sharpe Ratio* dan *Sortino Ratio* adalah sebagai berikut.

- *Sharpe Ratio*

$$S_p = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (4)$$

- *Sortino Ratio*

$$S_{or} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_d} \quad (5)$$

dengan:

R_p : Return portofolio

R_f : Risk-Free Rate

σ_p : Total volatilitas

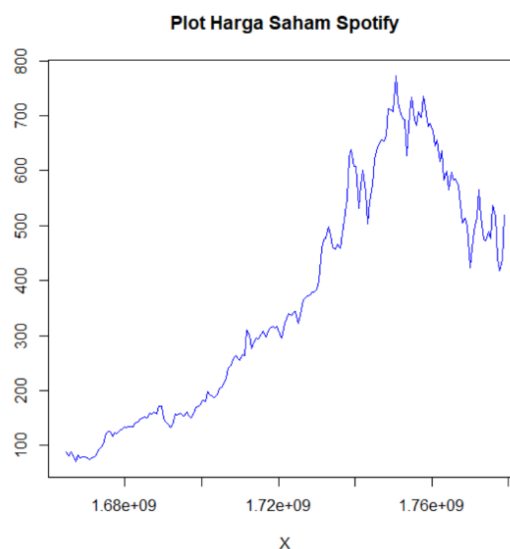
σ_d : Volatilitas negatif

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam proses analisis data adalah dimulai dari pengumpulan data secara sekunder dari *website investing.com* dan melakukan analisis deskriptif berupa plot *time series*. Langkah selanjutnya membagi data menjadi dua bagian, yaitu data *training* dan data *testing*. Selanjutnya memodelkan data menggunakan *Support Vector Regression* (SVR) dengan melakukan uji terasvirta untuk mengidentifikasi pola linearitas data, membentuk plot PACF untuk menentukan lag signifikan, membangun model SVR pada data *training* menggunakan fungsi kernel Linear, *Radial Basis Function* (RBF), dan *Polynomial*. Langkah selanjutnya yaitu melakukan *tuning* parameter dengan metode *grid search* melalui dua tahap (*loose grid* dan *finer grid*) untuk masing-masing kernel dan dilanjut dengan melakukan estimasi data *training* dan data *testing* berdasarkan parameter optimal yang diperoleh, serta menentukan kernel terbaik berdasarkan kriteria nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil. Setelah melakukan analisis menggunakan metode *time series*, analisis uji kelayakan dilakukan menggunakan NPV, IRR, dan *Risk Adjusted-Return*. Pada tahapan terakhir yaitu membuat interpretasi dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dalam pemodelan prediksi harga saham Spotify.

Hasil dan Pembahasan

Statistika Deskriptif

Untuk memperoleh gambaran umum mengenai karakteristik data, dilakukan analisis deskriptif terhadap harga saham Spotify selama periode 2 Oktober 2022 hingga 17 Mei 2026.



Gambar 1. Plot Data Harga Saham Spotify Periode Oktober 2022 Hingga Mei 2026

Berdasarkan Gambar 1, harga saham Spotify selama periode Oktober 2022 hingga Mei 2026 menunjukkan pola yang berfluktuasi. Pada awal periode pengamatan, harga saham berada

pada level yang relatif rendah dan kemudian mengalami peningkatan secara bertahap hingga mencapai puncaknya pada pertengahan tahun 2025. Setelah mencapai nilai tertinggi tersebut, harga saham mengalami penurunan yang cukup signifikan hingga akhir periode pengamatan. Meskipun terdapat beberapa kenaikan dalam jangka pendek, arah pergerakan harga saham pada akhir periode cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa harga saham Spotify mengalami fase pertumbuhan yang kuat sebelum memasuki periode koreksi pada tahun 2025–2026.

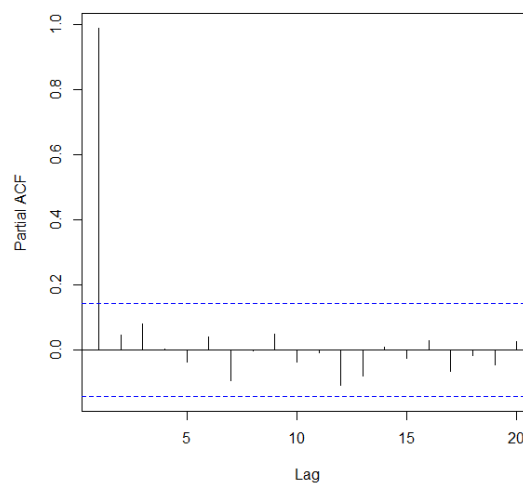
Tabel 1. Statistika Deskriptif

Variabel	N	Mean	Standar Deviasi	Median	Min	Max
Harga Saham Spotify	190	362,44	209,58	322,32	71,05	772,6

Berdasarkan Tabel 1, data harga saham Spotify terdiri atas 190 observasi dengan rata-rata harga saham sebesar USD 362,44 dan median sebesar USD 322,32. Nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan median menunjukkan adanya beberapa nilai harga saham yang relatif besar sehingga meningkatkan nilai rata-rata data. Harga saham Spotify memiliki nilai minimum sebesar USD 71,05 dan nilai maksimum sebesar USD 772,60, sehingga rentang data yang dihasilkan cukup lebar. Selain itu, nilai standar deviasi sebesar USD 209,58 menunjukkan bahwa variasi harga saham selama periode pengamatan tergolong tinggi, yang mengindikasikan adanya perbedaan nilai yang cukup besar antarperiode pengamatan.

Model *Support Vector Regression* (SVR)

Dalam pemodelan harga saham menggunakan *Support Vector Regression* (SVR), tahap pertama yang dilakukan adalah membentuk data time lag. Pemilihan jumlah lag didasarkan pada plot *Partial Autocorrelation Function* (PACF), karena plot tersebut mampu menunjukkan hubungan parsial yang signifikan antara nilai harga saham saat ini dengan nilai pada beberapa periode sebelumnya.



Gambar 2. Plot PACF Model SVR

Gambar 2 menunjukkan bahwa lag-1 memiliki korelasi parsial yang signifikan karena melewati batas signifikansi pada plot PACF. Hal ini mengindikasikan bahwa harga saham saat ini dipengaruhi oleh harga saham pada satu periode sebelumnya sehingga lag-1 dipilih sebagai input model. Selanjutnya, dilakukan Terasvirta Test untuk mengetahui apakah hubungan antara variabel prediktor dan respons bersifat linear atau nonlinear, sehingga dapat mendukung pemilihan metode pemodelan yang sesuai.

Tabel 2. Hasil Uji Linearitas

Uji Linearitas	X-Squared	df	P-Value
Terasvirta Test	2,5326	2	0,2819

Hasil Terasvirta Test pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai statistik uji sebesar 2,5326 lebih kecil daripada nilai kritis $\chi^2_{(2;0,05)} = 5,991$, serta memiliki *p-value* yang lebih besar dari 0,05.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data harga saham Spotify cenderung memiliki pola linear. Meskipun demikian, pemodelan SVR tetap dilakukan dengan menggunakan beberapa fungsi kernel, yaitu Linear, *Radial Basis Function* (RBF), dan *Polynomial*, untuk membandingkan performa masing-masing kernel dalam menghasilkan prediksi harga saham yang optimal.

Dalam penelitian ini, pemilihan parameter optimal model SVR dilakukan dengan metode *grid search* yang diterapkan secara bertahap. Tahap pertama, yaitu *loose grid*, digunakan untuk memperoleh rentang awal parameter yang memberikan kinerja model yang baik. Berdasarkan rentang tersebut, tahap kedua (*finer grid*) dilakukan untuk mengeksplorasi nilai parameter C , γ , dan ϵ secara lebih detail sehingga diperoleh kombinasi parameter yang optimal. Adapun hasil proses optimasi parameter tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Parameter Optimal dengan Metode *Grid Search*

Fungsi Kernel	Metode <i>Grid Search</i>	Kombinasi Parameter Optimal		
		Gamma (γ)	Cost (C)	Epsilon (ϵ)
Linear	<i>Loose grid</i>	0,0625	16	0,04
	<i>Finner grid</i>	1	4	0,1
RBF	<i>Loose grid</i>	2	0,5	0,02
	<i>Finner grid</i>	0,5	2	0,1
<i>Polynomial</i>	<i>Loose grid</i>	2	0,125	0,51
	<i>Finner grid</i>	0,125	32	0,35

Berdasarkan kombinasi parameter optimal yang diperoleh pada Tabel 3, selanjutnya dilakukan pemodelan menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR) dengan tiga jenis fungsi kernel, yaitu Linear, *Radial Basis Function* (RBF), dan *Polynomial*. Kinerja masing-masing model kemudian dievaluasi menggunakan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yang hasilnya disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Nilai RMSE dan MAPE

Fungsi Kernel	Data	RMSE	MAPE
Linear	<i>Training</i>	20,65954	5,44%
	<i>Testing</i>	32,53914	4,61%
RBF	<i>Training</i>	23,43067	7,85%
	<i>Testing</i>	37,17489	5,44%
<i>Polynomial</i>	<i>Training</i>	82,73521	29,59%
	<i>Testing</i>	45,87114	7,31%

Hasil evaluasi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa model SVR dengan kernel linear menghasilkan nilai MAPE paling rendah dibandingkan kernel lainnya. Pada data *training* dan *testing*, nilai MAPE yang diperoleh masing-masing sebesar 5,44% dan 4,61%. Nilai kesalahan yang lebih kecil tersebut mengindikasikan bahwa kernel linear memiliki performa prediksi yang lebih baik dalam memodelkan harga saham Spotify. Oleh karena itu, kernel linear dipilih sebagai model terbaik.

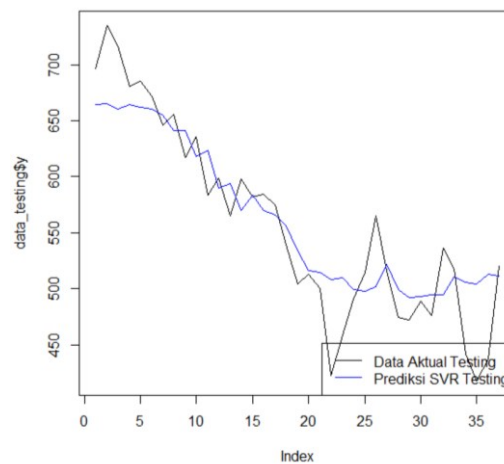
Performa kernel linear yang lebih unggul pada penelitian ini menunjukkan bahwa pergerakan harga saham tidak selalu didominasi oleh pola non-linear. Selama periode penelitian, pola harga saham Spotify lebih mampu direpresentasikan oleh fungsi linear, sehingga penggunaan kernel non-linear, seperti *radial basis function* (RBF) dan *polynomial*, berpotensi mengalami *overfitting* terhadap fluktuasi jangka pendek yang bersifat *noise*. Temuan ini berbeda dengan Ruliana *et al.* (2024) dan Wahyudi *et al.* (2023), yang melaporkan bahwa kernel non-linear memberikan akurasi yang lebih baik pada data inflasi dan indeks kualitas udara. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa performa fungsi kernel sangat dipengaruhi oleh karakteristik data yang dimodelkan sehingga tidak dapat digeneralisasi antarobjek maupun antartudi. Hal ini sejalan dengan Beniwal *et al.* (2023), yang mengoptimalkan parameter SVR (C , ϵ , dan γ) secara spesifik untuk setiap indeks saham, sehingga mencerminkan bahwa konfigurasi model yang optimal bergantung pada karakteristik data. Selanjutnya, Henrique *et al.* (2019) juga menunjukkan adanya variasi kinerja algoritma *machine learning* pada berbagai studi prediksi pasar finansial. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemilihan fungsi kernel sebaiknya didasarkan pada evaluasi empiris melalui perbandingan beberapa alternatif kernel, bukan pada asumsi bahwa kernel tertentu akan selalu menghasilkan performa terbaik.

Hasil prediksi yang dihasilkan oleh model tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Perbandingan Data *Testing* dan Hasil Prediksi Model SVR dengan Fungsi Kernel Linear

Waktu	Data Testing	Hasil Prediksi
07/09/2025	696,4	692,0282
14/09/2025	734,92	683,0224
21/09/2025	716,53	702,7041
28/09/2025	680,5	689,2768
05/10/2025	685,29	665,5868
12/10/2025	671,52	665,6451
19/10/2025	645,78	654,9055
⋮	⋮	⋮
10/05/2026	436,94	428,1891
17/05/2026	519,86	436,5785

Setelah parameter model diestimasi dan diperoleh hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5, dilakukan visualisasi untuk membandingkan harga saham Spotify aktual dengan hasil estimasi yang dihasilkan oleh metode SVR menggunakan kernel linear. Perbandingan tersebut disajikan dalam bentuk plot pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Data *Testing* dan Hasil Prediksi Model SVR dengan Fungsi Kernel Linear

Analisis Kelayakan Investasi Berdasarkan NPV dan IRR

Selanjutnya dilakukan perhitungan *Net Present Value* (NPV) untuk mengetahui kelayakan investasi saham Spotify berdasarkan data hasil prediksi SVR kernel linear. Nilai investasi awal ditetapkan sebesar \$681,88 yang merupakan harga aktual saham Spotify pada minggu terakhir periode training. Tingkat diskonto yang digunakan adalah 4,5% per tahun yang dikonversi menjadi 0,0865% per minggu, mengacu pada *US Treasury 10-Year Bond* sebagai tingkat bebas risiko. Dari hasil prediksi, diperoleh tabel nilai NPV sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Nilai NPV

t	C_t	$(1+r)^t$	$\frac{C_t}{(1+r)^t}$
1	692,0282	1,000865	691,4298472
2	683,0224	1,001732	681,8417786
3	702,7041	1,002598	700,882925
4	689,2768	1,003466	686,8959949
5	665,5868	1,004334	662,7143188
6	665,6451	1,005204	662,1993101
7	654,9055	1,006073	650,9519811
⋮	⋮	⋮	⋮
36	428,1891	1,03163	415,0606053
37	436,5785	1,032523	422,8268742
Total			20.367,745

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel di atas, *Net Present Value* dapat dihitung sebagai berikut.

$$NPV = 20.367,745 - 681,88 = 19.685,865$$

Nilai NPV yang dihasilkan positif sebesar \$19.008,865 sehingga berdasarkan kriteria kelayakan investasi di mana nilai NPV > 0, secara nominal total nilai sekarang dari harga prediksi melebihi harga beli awal. Namun demikian, hasil ini perlu dikaji lebih lanjut bersama indikator lainnya untuk memperoleh gambaran kelayakan investasi yang lebih komprehensif.

Selanjutnya dilakukan perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR) untuk mengetahui tingkat pengembalian investasi yang diperoleh investor setiap minggunya.

$$IRR = \left(\frac{436,5785}{681,88} \right)^{1/37} - 1 = -0,01197 = -1,197\% \text{ per minggu}$$

Nilai IRR yang dihasilkan sebesar -1,197% per minggu menunjukkan bahwa investasi pada saham Spotify selama periode prediksi menghasilkan tingkat pengembalian yang negatif. Nilai IRR yang lebih kecil dari tingkat diskonto mengindikasikan bahwa investasi ini tidak layak secara finansial, karena investor justru mengalami kerugian sebesar 1,197% setiap minggunya dari investasi awal sebesar \$681,88. Meskipun demikian, nilai NPV yang positif pada penelitian ini perlu dipahami lebih lanjut. Hal ini disebabkan oleh metode perhitungan yang menggunakan harga saham secara absolut sebagai arus kas (C_t), sehingga total present value dari periode prediksi secara nominal masih melebihi harga beli awal. Kondisi ini tidak mencerminkan keuntungan yang sesungguhnya, mengingat harga saham Spotify mengalami penurunan dari \$681,88 pada awal periode menjadi \$436,58 pada akhir periode prediksi. Oleh karena itu, nilai NPV dan IRR perlu diinterpretasikan secara bersamaan untuk memperoleh gambaran kelayakan investasi yang lebih komprehensif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Nugroho & Margana (2024) yang menerapkan NPV dan IRR secara bersamaan dalam menilai kelayakan investasi. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Ahmad *et al.* (2025), yang menunjukkan bahwa kedua indikator tersebut digunakan secara komplementer untuk mengevaluasi kelayakan finansial suatu usaha. Selanjutnya, Lin (2023) menegaskan bahwa NPV dan IRR memiliki keunggulan yang berbeda sehingga penggunaannya secara bersamaan menghasilkan keputusan investasi yang lebih akurat dibandingkan jika hanya mengandalkan salah satu indikator. Pandangan tersebut diperkuat oleh Osborne (2010), yang menjelaskan bahwa NPV dan IRR tidak selalu memberikan sinyal kelayakan yang konsisten, serta oleh Sheng (2023), yang menyatakan bahwa masing-masing indikator memiliki kelebihan dan keterbatasan sehingga keduanya sebaiknya digunakan secara berdampingan. Namun, penelitian ini memperluas temuan-temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa kondisi NPV positif yang disertai IRR negatif dapat terjadi pada aset finansial yang mengalami tren harga menurun meskipun masih menghasilkan arus kas nominal yang relatif besar selama periode investasi. Fenomena ini belum banyak dibahas dalam penelitian terdahulu yang umumnya berfokus pada proyek riil dengan pola arus kas yang relatif stabil. Secara ekonomi, temuan ini menunjukkan bahwa NPV tidak dapat dijadikan sebagai satu-satunya dasar dalam pengambilan keputusan investasi tanpa mempertimbangkan IRR dan tren pergerakan harga aset. Oleh karena itu, evaluasi kelayakan investasi perlu dilakukan secara komprehensif dengan mengombinasikan indikator profitabilitas, tingkat pengembalian, dan risiko. Temuan ini juga mengindikasikan pentingnya penguatan literasi keuangan agar investor mampu menginterpretasikan berbagai indikator kelayakan investasi secara lebih menyeluruh.

Analisis Risk Adjusted Return Berdasarkan Sharpe Ratio dan Sortino Ratio

Analisis *risk-adjusted return* dilakukan menggunakan *Sharpe Ratio* dan *Sortino Ratio* berdasarkan *log return* data hasil prediksi SVR kernel linear. Tingkat bebas risiko (R_f) yang digunakan adalah US *Treasury 10-Year Bond* sebesar 4,5% per tahun, dikonversi menjadi 0,0865% per minggu. Adapun nilai log return untuk setiap periode disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Nilai *Log Return* Data Prediksi Harga Saham Spotify

t	Return
1	-
2	-0.01309905
3	0.02840824
4	-0.01929296
5	-0.03497387
6	8.7588E-05
7	-0.0162657
⋮	⋮
36	-0.03782171
37	-0.46065851
Total	-0,461

$$(R_p) = \frac{-0,461}{36} = -0,0128 = -1,28\%$$

$$(\sigma_p) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_t - \bar{R})^2} = \sqrt{\frac{0,0491}{36}} = 0,0369 = 3,69\%$$

$$(R_f) = 4,5\% / 52 = 0,0865\% \text{ per minggu}$$

$$(S_p) = \frac{-1,28 - 0,0865}{3,69} = -0,3703$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai *Sharpe Ratio* yang dihasilkan sebesar -0,3703 menunjukkan bahwa return rata-rata dari hasil prediksi berada di bawah tingkat bebas risiko. Hal ini mengindikasikan bahwa risiko yang ditanggung investor tidak sebanding dengan imbal hasil yang diperoleh, sehingga saham Spotify pada periode prediksi ini dinilai kurang menguntungkan dari sisi *Sharpe Ratio*.

Selanjutnya dilakukan perhitungan *Sortino Ratio* yang merupakan pengembangan dari *Sharpe Ratio* dengan hanya mempertimbangkan risiko *downside*, yaitu return yang berada di bawah tingkat bebas risiko ($T = R_f = 0,0865\%$). Perhitungan *Sortino Ratio* dilakukan sebagai berikut.

$$(\sigma_d) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\min(0, R_t - T)]^2} = \sqrt{\frac{0,213}{36}} = 0,0769$$

$$(S_{or}) = \frac{-1,28 - 0,0865}{0,0769} = -17,77$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai *Sortino Ratio* sebesar -17,77. Nilai yang sangat negatif ini mengindikasikan bahwa downside risk sangat dominan pada periode prediksi, artinya potensi kerugian akibat penurunan harga jauh lebih besar dibandingkan return yang dihasilkan. Secara keseluruhan, hasil *Sharpe Ratio* sebesar -0,3703 dan *Sortino Ratio* sebesar -17,77 konsisten dengan hasil IRR yang negatif, menunjukkan bahwa saham Spotify pada periode prediksi ini kurang layak untuk diinvestasikan dari sudut pandang *risk-adjusted return*.

Nilai *Sharpe Ratio* dan *Sortino Ratio* yang negatif pada penelitian ini konsisten dengan konsep dasar yang dikemukakan oleh Sortino & van der Meer (1991), yaitu bahwa rasio *risk-adjusted return* akan bernilai negatif ketika *return* rata-rata berada di bawah tingkat bebas risiko. Pada instrumen dengan volatilitas tinggi, kondisi tersebut menjadi semakin menonjol karena besarnya penyimpangan *return* turut meningkatkan ukuran risiko dalam perhitungan rasio. Penelitian ini memperluas pemahaman tersebut dengan menunjukkan bahwa perbedaan yang sangat besar antara *Sharpe Ratio* (-0,3703) dan *Sortino Ratio* (-17,77) mengindikasikan dominasi *downside risk* pada saham Spotify selama periode prediksi. Pola ini sejalan dengan argumentasi Sortino & van der Meer (1991) bahwa *Sortino Ratio* lebih mampu menangkap risiko penurunan karena hanya mempertimbangkan deviasi negatif, sedangkan *Sharpe Ratio* memperlakukan volatilitas positif dan negatif secara setara. Temuan ini juga didukung oleh Srivastava & Mazhar (2018), yang menyimpulkan bahwa *Sortino Ratio* memberikan gambaran kinerja investasi yang lebih tajam dibandingkan *Sharpe Ratio* karena

fokus pada risiko kerugian. Secara ekonomi, *Sharpe Ratio* yang negatif menunjukkan bahwa investor belum memperoleh imbal hasil yang sebanding dengan total risiko yang ditanggung, sedangkan *Sortino Ratio* yang jauh lebih negatif menegaskan bahwa risiko utama berasal dari periode-periode penurunan harga yang tajam. Oleh karena itu, investasi pada saham dengan volatilitas tinggi seperti Spotify memerlukan strategi pengelolaan risiko yang lebih ketat, seperti diversifikasi portofolio dan penetapan batas kerugian (*stop-loss*), serta didukung oleh peningkatan literasi dan transparansi informasi di pasar modal.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat beberapa implikasi kebijakan yang dapat dipertimbangkan. Bagi investor, hasil prediksi SVR dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu pengambilan keputusan investasi berbasis data, khususnya untuk mengidentifikasi periode yang kurang menguntungkan seperti yang ditunjukkan pada periode prediksi saham Spotify ini. Bagi regulator pasar modal, temuan ini mengindikasikan pentingnya transparansi informasi harga saham teknologi yang rentan terhadap volatilitas tinggi, sehingga investor ritel dapat lebih terlindungi dari risiko kerugian. Bagi perusahaan manajer investasi, pendekatan *machine learning* seperti SVR berpotensi diintegrasikan ke dalam sistem analisis portofolio untuk meningkatkan kualitas rekomendasi investasi kepada nasabah.

Kesimpulan dan Implikasi

Penelitian ini bertujuan memprediksi harga saham Spotify Technology SA (SPOT) menggunakan *Support Vector Regression* (SVR) dengan pemilihan kernel optimal melalui *grid search*, serta mengevaluasi kelayakan investasinya menggunakan indikator *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Sharpe Ratio*, dan *Sortino Ratio*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kernel linear merupakan model SVR terbaik dengan nilai MAPE sebesar 5,44% pada data *training* dan 4,61% pada data *testing*, yang termasuk kategori *good forecasting*. Meskipun diperoleh NPV positif sebesar USD 19.685,86, nilai IRR sebesar -1,197% per minggu yang berada di bawah tingkat diskonto, serta *Sharpe Ratio* (-0,3703) dan *Sortino Ratio* (-17,77) yang bernilai negatif menunjukkan bahwa investasi pada saham Spotify selama periode prediksi belum layak dilakukan. Temuan ini menegaskan bahwa penilaian kelayakan investasi tidak dapat didasarkan pada satu indikator saja, melainkan perlu mempertimbangkan profitabilitas, tingkat pengembalian, dan risiko secara simultan.

Temuan tersebut memberikan implikasi praktis bagi investor untuk mengombinasikan model prediksi berbasis SVR dengan indikator *risk-adjusted return* dalam proses pengambilan keputusan investasi, terutama pada saham berkarakteristik volatilitas tinggi. Bagi regulator, hasil penelitian ini menekankan pentingnya peningkatan literasi keuangan dan transparansi informasi agar investor tidak hanya berfokus pada potensi keuntungan, tetapi juga mempertimbangkan risiko investasi secara komprehensif. Selain itu, bagi manajer investasi, pendekatan yang mengintegrasikan metode *machine learning* dan analisis kelayakan investasi berpotensi diterapkan sebagai dasar penyusunan sistem penilaian portofolio yang lebih adaptif terhadap dinamika pasar.

Dari sisi ilmiah, penelitian ini berkontribusi dengan mengintegrasikan model prediksi SVR multikernel dan evaluasi kelayakan investasi menggunakan NPV, IRR, *Sharpe Ratio*, dan *Sortino Ratio* pada saham perusahaan teknologi. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa NPV positif tidak selalu mencerminkan investasi yang layak pada aset finansial yang mengalami tren harga menurun, sehingga memperkaya kajian mengenai evaluasi investasi pada aset berisiko. Penelitian selanjutnya disarankan mengintegrasikan faktor eksternal, seperti variabel makroekonomi, analisis sentimen, maupun pendekatan *ensemble machine learning*, guna meningkatkan akurasi prediksi dan ketepatan penilaian kelayakan investasi.

Daftar Pustaka

- Ahmad, R., Rani, S. C., Pribadi, C. A., Sabilla, R. P., Fatimah, R. S. S., Tirta, M. A. D., Rahmawati, N., Dewi, F. R., & Sinaga, A. R. (2025). Analisis Kelayakan Investasi Usaha Laga Lagi Thrift Menggunakan Pendekatan Capital Budgeting: Studi Kasus Metode Payback Period, NPV, DAN IRR. *Jurnal Akuntansi, Manajemen Dan Ekonomi*, 4(1 SE-), Page 25-35. <https://doi.org/10.56248/jamane.v4i1.123>

- Beniwal, M., Singh, A., & Kumar, N. (2023). Forecasting long-term stock prices of global indices: A forward-validating Genetic Algorithm optimization approach for Support Vector Regression. *Applied Soft Computing*, 145, 110566. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2023.110566>
- Cahyono, R. E., Sugiono, J. P., & Tjandra, S. (2019). Analisis Kinerja Metode Support Vector Regression (SVR) dalam Memprediksi Indeks Harga Konsumen. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 1, 106–116. <https://doi.org/10.35746/jtim.v1i2.22>
- Fanani, Z. A. (2021). Analisis Kelayakan Biaya (Benefit Cost Analysis) Dalam Pembangunan Rusun Penjaringan Dengan Metode Npv, Irr, Pp, Bcr Menggunakan Software Investment Evaluation. <https://jim.unindra.ac.id/index.php/sijie/article/view/4191/630>.
- Henrique, B. M., Sobreiro, V. A., & Kimura, H. (2019). Literature review: Machine learning techniques applied to financial market prediction. *Expert Systems with Applications*, 124, 226–251. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.01.012>
- Jiang, W. (2021). Applications of deep learning in stock market prediction: Recent progress. *Expert Systems with Applications*, 184, 115537. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115537>
- Lin, J. (2023). A comparative study on the application of NPV and IRR in financial market investment decision. *Academic Journal of Business & Management*, 5(4), 51–54. <https://doi.org/10.25236/AJBM.2023.050409>
- Nugroho, F. A. R., & Margana, R. R. (2024). Analisis Kelayakan Investasi Pada Usaha Pertanian Sayur Menggunakan Metode NPV, IRR dan PP di Kampung Pojok Desa Jaya Mekar Kecamatan Padalarang Kabupaten Bandung Barat. *JURNAL SYNTAX IMPERATIF: Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 5(4 SE-Articles), 698–706. <https://doi.org/10.36418/syntaximperatif.v5i4.465>
- Osborne, M. J. (2010). A resolution to the NPV–IRR debate? *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 50(2), 234–239. <https://doi.org/10.1016/J.QREF.2010.01.002>
- Oukhouya, H., & Khalid, E. (2023). A comparative study of ARIMA, SVMs, and LSTM models in forecasting the Moroccan stock market. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 20, 125–143. <https://doi.org/10.1504/IJSPM.2023.136481>
- Ruliana, R., Rais, Z., Marni, M., & Ahmar, A. S. (2024). Implementation of the Support Vector Regression (SVR) Method in Inflation Prediction in Makassar City. *ARRUS Journal of Mathematics and Applied Science*, 4(1 SE-Articles), 28–35. <https://doi.org/10.35877/mathscience2608>
- Sari, A., Zuleika, T., Mardianto, M., & Pusporani, E. (2025). Application of Support Vector Regression in Time Series Analysis of Dior Stock Prices. *Zeta - Math Journal*, 10, 51–60. <https://doi.org/10.31102/zeta.2025.10.1.51-60>
- Sheng, T. (2023). Comparative Analysis of NPV and IRR in Investment Decision Making. *Highlights in Business, Economics and Management*, 21, 592–597. <https://doi.org/10.54097/HBEM.V21I.14695>
- Sortino, F. A., & van der Meer, R. (1991). Downside risk: Capturing what's at stake in investment situations. *Journal of Portfolio Management*, 17(4), 27–31. <https://doi.org/10.3905/JPM.1991.409343>
- Srivastava, D., & Mazhar, S. (2018). Comparative Analysis of Sharpe and Sortino Ratio with reference to Top Ten Banking and Finance Sector Mutual Funds. *International Journal of Management Studies*, 1(4), 93. [https://doi.org/10.18843/ijms/v5i4\(2\)/10](https://doi.org/10.18843/ijms/v5i4(2)/10)

- Supriyanto, Y., Sugiyanto, & Suropto. (2024). Determinan Kinerja Fundamental Bank, Kinerja Fundamental Ekonomi Makro Dan Aksi Korporasi Terhadap Harga Saham. *Jurnal Akuntansi Dan Bisnis Indonesia (JABSI)*, 5(2), 171–185.
- Wahidin, A. J., & Putra, R. M. S. (2025). Analisis Keputusan Dalam Menentukan Cryptocurrency Terbaik Menggunakan Metode *Net Present Value* (NPV). *Jurnal Komputer Dan Sistem Informasi*, 2, 11–16. <https://doi.org/10.66865/nd9fsm48>
- Wahyudi, R., Annas, S., & Rais, Z. (2023). Analisis Support Vector Regression (Svr) Untuk Meramalkan Indeks Kualitas Udara Di Kota Makassar. *VARLANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 5(3), 104–117. <https://doi.org/10.35580/variantsiumm107>