

**SELEKSI FITUR MENGGUNAKAN FITUR PENTING BERBASIS  
IMPURITY PADA RECURSIVE FEATURE ELIMINATION UNTUK  
PREDIKSI HARGA SAHAM**



**TIM PENGUSUL**

Arif Mudi Priyatno, S.T., M.Kom

Wahyu Febri Ramadhan Sudirman, S.E., S.Msc

R. Joko Musridho, S.T, M.Phil

Fazilla Amalia

**UNIVERSITAS PAHLAWAN  
JULI 2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Seleksi Fitur Menggunakan Fitur Penting Berbasis Impurity Pada Recursive Feature Elimination Untuk Prediksi Harga Saham

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 458 / Teknik Informatika

Jenis Penelitian : Penelitian Dasar

Bidang Fokus : Data Mining

**Ketua :**

a. Nama Lengkap : Arif Mudi Priyatno

b. NIDN : 1023059501

c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

d. Program Studi : S1 Bisnis Digital

e. Mata Kuliah yang diampu : Data Mining

f. Nomor HP dan email : 0823-9044-9323 / arifmudi@universitaspahlawan.ac.id

**Anggota Peneliti**

: 1. Wahyu Febri Ramadhan Sudirman, 1014029602, S1 Perbankan Syariah

: 2. R. Joko Musridho, 1021109102, S1 Teknik Informatika

: 3. Fazilla Amalia (2261209004), S1 Bisnis Digital

**Peneliti (MITRA)**

a. Nama Lengkap :-

b. NIDN :-

c. Instansi :-

d. Jabatan :-

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 11.125.000,-

Biaya Penelitian :

- dana mandiri PT : Rp 11.125.000,-

- dana Internal PT : Rp -

- dana institusi mitra : Rp -

Mengetahui,  
Ketua Prodi



(Rizqon Jamil Farhas, S.E., M.Si)

NIDN: 1015049203

Bangkinang, 01 Juli 2024  
Ketua Pelaksana



(Arif Mudi Priyatno, S.T., M.Kom)

NIDN: 1023059501

Menyetujui,  
Ketua LPPM



(Dr. Musnar Indra Daulay, M.Pd)

Nip-TT: 96542108

## IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

---

1. Judul Penelitian : Seleksi Fitur Menggunakan Fitur Penting Berbasis Impurity Pada Recursive Feature Elimination Untuk Prediksi Harga Saham

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1	Arif Mudi Priyatno	Ketua	Data Mining	Universitas Pahlawan	3 jam / minggu
2	Wahyu Febri Ramadhan Sudirman	Anggota 1	Manajemen	Universitas Pahlawan	3 jam / minggu
3	R. Joko Musridho	Anggota 2	Kecerdasan Buatan	Universitas Pahlawan	3 jam / minggu
4	Fazilla Amalia	Anggota 3	-	Universitas Pahlawan	3 jam / minggu

3. Objek Penelitian: Seleksi Fitur, Prediksi Harga Saham

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan: September tahun: 2023

Berakhir : bulan: Juli tahun: 2024

5. Usulan Biaya : Rp 11.125.000,-

6. Lokasi Penelitian : Lab Universitas Pahlawan

7. Instansi Mitra (uraikan apa kontribusinya dalam kontrak kerjasama).....

8. Temuan yang ditargetkan : Seleksi fitur dengan fitur penting berdasarkan impurity pada recursive feature elimination

9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu : Seleksi fitur dengan fitur penting berdasarkan impurity

10. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)

11. Rencana Iuaran yang ditargetkan: Jurnal Nasional (Sinta)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>III</b>
<b>IDENTITAS DAN URAIAN UMUM.....</b>	<b>IV</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>IX</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. TUJUAN PENELITIAN .....	2
C. URGENSI PENELITIAN.....	3
D. POTENSI LUARAN.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. SAHAM .....	5
B. TEKNIKAL INDIKATOR.....	15
1. <i>Moving Average</i> .....	17
2. <i>Exponential Moving Average</i> .....	18
3. <i>Weight Moving Average (WMA)</i> .....	18
4. <i>real moving average (RMA)</i> .....	19
C. FITUR SELEKSI .....	19
1. <i>Random Forest Regresion - Fitur Penting berbasis ketidakmurnian</i> .....	20
2. <i>Recursive Feature Elimination</i> .....	22
D. MACHINE LEARNING .....	24
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
A. PENGAMBILAN DATA SAHAM .....	27
B. PEMBENTUKAN TEKNIKAL INDIKATOR DENGAN <i>VARIOUS MOVING AVERAGE</i> .....	28

C. PENGGABUNGAN DATA, NORMALISASI, DAN SPLIT DATA LATIH - DATA UJI.....	29
D. SELEKSI FITUR MENGGUNAKAN FITUR PENTING BERBASIS IMPURITY PADA RECURSIVE FEATURE ELIMINATION.....	29
E. PERAMALAN HARGA SAHAM MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING.....	31
F. EVALUASI PERAMALAN.....	31
G. DOKUMENTASI.....	31
<b>BAB 4. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
A. ANGGARAN BIAYA .....	32
B. JADWAL PENELITIAN.....	32
<b>BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
<b>BAB 6. KESIMPULAN .....</b>	<b>44</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Justifikasi Anggaran Penelitian .....	49
<b>Lampiran 2</b> Susunan organisasi tim peneliti .....	50
<b>Lampiran 3</b> Biodata ketua dan anggota tim pengusul .....	51
<b>Lampiran 4</b> Surat pernyataan ketua peneliti.....	55

## ABSTRAK

Investor saham melakukan peramalan harga saham berdasarkan teknikal indikator dan histori harga saham. Jumlah teknikal indikator dan data histori yang tidak sedikit membuat machine learning mengalami overfitting dan ambiguitas dalam melakukan peramalan. Penelitian ini mengusulkan seleksi fitur menggunakan fitur penting berbasis impurity pada recursive feature elimination untuk peramalan harga saham. Data digunakan adalah data histori dan data various moving average. Seleksi fitur digunakan untuk mengurangi jumlah fitur dan mendapatkan fitur yang penting dan relevan. Metode seleksi fitur yang digunakan adalah recursive feature elimination dengan fitur penting berbasis impurity. Metode machine learning yang digunakan linear regression, support vector regression, multi-layer perceptron regression, dan random forest regression. Hasil pengukuran mse, rmse, mae, dan mape fitur optimal paling baik didapatkan dengan jumlah 6 fitur dan machine learning linear regression. Hasil rata-rata mse, rmse, mae, dan mape yaitu 0.000279, 0.016577, 0.012843, dan 1.42236%. Hal ini membuktikan fitur penting berbasis impurity untuk seleksi fitur pada recursive feature elimination dengan menggunakan data histori dan various moving average berhasil melakukan peramalan.

**Keywords:** fitur penting, impurity, recursive feature elimination, various moving average, machine learning

# **BAB 1.**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Prediksi harga saham merupakan salah satu topik yang menarik perhatian banyak peneliti dan praktisi di bidang keuangan. Fluktuasi harga saham yang dinamis dan kompleks memerlukan pendekatan analitis yang canggih untuk memprediksi pergerakannya secara akurat. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai metode machine learning telah diterapkan untuk meningkatkan akurasi prediksi harga saham.

Penelitian Xia dkk (2013) memprediksi tren saham. Metode machine learning digunakan pada penelitian ini adalah support vector regression. Data digunakan pada penelitian ini ada histori data saham. Histori tersebut terdiri atas open, high, low, volume, dan adj\_close. Penelitian Bhuriya dkk (2017) memprediksi saham menggunakan machine learning linear regression. Data digunakan yaitu open price, high price, low price, dan close price. Hasil penelitian menunjukkan bahwa machine learning linear regression lebih baik di bandingkan radial basic function. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam tentang hasil penelitian dan fitur data masih terbatas pada data histori. Penelitian Vjih dkk (2020) memprediksi harga close saham menggunakan teknik machine learning. Data digunakan yaitu high, low, open, close, adjacent close, dan volume. Metode machine learning digunakan yaitu artificial neural network, dan random forest regression.

Peramalan harga saham menggunakan data transaksi harian historis dan indikator teknikal (Albahli et al., 2022). Data histori transaksi harian yang umum digunakan seperti open, close, high, low, dan volume (K et al., 2021). Data teknikal indikator seperti simple moving average, relative strength index, dan lain-lain (Basak et al., 2019; Pandya & Jaliya, 2022; Park et al., 2022), Jumlah fitur yang dihasilkan dari data riwayat transaksi harian dan teknikal indikator sangat banyak. Hal ini menyebabkan ambiguitas dan overfitting dalam peramalan harga saham menggunakan machine learning dan mengurangi kinerja peramalan.

Selain hal tersebut, meskipun berbagai algoritma telah diterapkan, pemilihan fitur yang relevan dan penting tetap menjadi tantangan. Beberapa penelitian menggunakan teknik pemilihan fitur sederhana seperti correlation-based feature selection, yang mungkin tidak cukup efektif dalam menangkap kompleksitas hubungan antar fitur.

Salah satu kelemahan dari penelitian terdahulu adalah kurangnya fokus pada teknik



seleksi fitur yang lebih canggih dan adaptif. Banyak penelitian cenderung menggunakan seluruh set fitur yang tersedia atau melakukan seleksi fitur secara manual berdasarkan pengetahuan domain. Pendekatan ini tidak hanya memakan waktu tetapi juga rentan terhadap bias dan overfitting. Selain itu, penggunaan fitur yang tidak relevan dapat menurunkan kinerja model prediksi dan meningkatkan kompleksitas model. Beberapa penelitian yang menggunakan teknik seleksi fitur seperti Recursive Feature Elimination (RFE) seringkali tidak mengintegrasikan metode yang mempertimbangkan pentingnya fitur berdasarkan impurity. Impurity-based feature importance, seperti yang dihasilkan oleh algoritma decision tree dan random forest, dapat memberikan informasi yang lebih mendalam tentang relevansi setiap fitur terhadap target prediksi.

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan Recursive Feature Elimination (RFE) dengan fitur penting berbasis impurity untuk seleksi fitur dalam prediksi harga saham. Data saham yang digunakan adalah harga saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA) yang diperoleh dari Yahoo Finance dari tanggal 20 April 2015 hingga 24 Maret 2023. Data teknikal indikator yang digunakan meliputi simple moving average (SMA), exponential moving average (EMA), dan real moving average (RMA).

Dengan mengintegrasikan fitur penting berbasis impurity ke dalam RFE, diharapkan dapat meningkatkan kualitas fitur yang dipilih dan, pada gilirannya, meningkatkan akurasi prediksi harga saham. Untuk prediksi harga saham, penelitian ini akan menggunakan berbagai metode machine learning, yaitu Linear Regression, Support Vector Regression (SVR), Multi-layer Perceptron Regression (MLP), dan Random Forest Regression (RFR). Kinerja model akan dievaluasi menggunakan metrik Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang prediksi harga saham dengan menonjolkan pentingnya seleksi fitur yang efektif menggunakan RFE dan fitur penting berbasis impurity. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi praktisi keuangan dalam menerapkan metode machine learning untuk prediksi harga saham yang lebih akurat dan andal.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian Seleksi Fitur Menggunakan Fitur Penting Berbasis Impurity Pada Recursive Feature Elimination Untuk Prediksi Harga Saham yaitu:

1. Menerapkan metode machine learning, yaitu Linear Regression, Support Vector Regression (SVR), Multi-layer Perceptron Regression (MLP), dan Random Forest Regression (RFR), untuk memprediksi harga saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA).
2. Mengimplementasikan Recursive Feature Elimination (RFE) dengan fitur penting berbasis impurity untuk memilih fitur-fitur yang relevan dan penting dalam prediksi harga saham.
3. Menilai dan membandingkan kinerja model prediksi yang menggunakan fitur penting berbasis impurity dengan model yang menggunakan fitur-fitur standar, menggunakan metrik evaluasi seperti Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

### **C. Urgensi Penelitian**

Urgensi penelitian Seleksi Fitur Menggunakan Fitur Penting Berbasis Impurity Pada Recursive Feature Elimination Untuk Prediksi Harga Saham yaitu:

1. Fluktuasi harga saham yang tinggi memerlukan prediksi yang akurat untuk mengurangi risiko dan meningkatkan keuntungan investasi.
2. Teknik seleksi fitur yang lebih efektif seperti RFE dengan fitur penting berbasis impurity dapat meningkatkan kinerja model prediksi, mengatasi keterbatasan metode seleksi fitur konvensional.
3. Implementasi metode machine learning yang canggih dan tepat dapat memberikan prediksi yang lebih andal dan efisien dalam konteks pasar saham yang dinamis.

### **D. Potensi Luaran**

Potensi Luaran penelitian *Feature Selection Based on Important Features and Non-Parametric Correlation With Recursive Feature Elimination For Stock Price Prediction* yaitu:

1. Publikasi ilmiah: Hasil penelitian dapat dipublikasikan pada jurnal ilmiah yang berkaitan dengan bidang Machine Learning, Data Science, dan Finansial. Hal ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi bagi peneliti lain dalam bidang yang sama.

2. Pengembangan model prediksi harga saham: Penelitian ini dapat menghasilkan sebuah model prediksi harga saham yang dapat diandalkan dan akurat. Model ini dapat digunakan oleh para investor untuk memperkirakan harga saham dan membuat keputusan investasi yang lebih tepat.
3. Dasar Pengembangan software: Hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar pengembangan software yang dapat memprediksi harga saham dengan akurat dan cepat. Software ini dapat digunakan oleh para investor dan analis keuangan untuk memperkirakan harga saham dan membuat keputusan investasi yang lebih tepat.

## **BAB 2.**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab kajian pustaka membahas tentang referensi terkait pada kegiatan penelitian ini. Kajian pustaka pada bab ini diantaranya saham, teknikal indicator, fitur seleksi recursive feature elimination, metode *machine learning*.

#### **A. Saham**

Saham adalah tanda bukti kepemilikan atas suatu perusahaan [1]. Ketika seseorang membeli saham, artinya dia memiliki bagian kepemilikan dalam perusahaan tersebut. Saham diterbitkan oleh perusahaan yang kemudian dijual ke publik melalui pasar saham. Pemegang saham memiliki hak atas bagian laba perusahaan dan dapat ikut serta dalam keputusan perusahaan. Cara memperoleh saham adalah dengan membeli saham yang dijual di pasar saham. Untuk membeli saham, investor harus membuka rekening saham di perusahaan sekuritas. Kemudian, investor dapat memilih saham yang ingin dibeli dan melakukan pembelian saham melalui perusahaan sekuritas.

Jenis-jenis saham yang ada adalah saham biasa (*common stock*) dan saham preferen (*preferred stock*) [2]. Saham biasa memberikan hak kepemilikan yang sama untuk setiap pemegang saham dan memiliki hak untuk memilih anggota dewan direksi dan mendapatkan dividen. Sementara itu, saham preferen memberikan prioritas pembayaran dividen dan pengembalian modal kepada pemegang saham preferen sebelum pemegang saham biasa. Hak-hak pemegang saham meliputi hak untuk mendapatkan dividen, hak untuk memilih anggota dewan direksi, hak untuk menjual saham, dan hak untuk mengajukan usulan perubahan dalam kebijakan perusahaan. Selain itu, pemegang saham juga memiliki hak atas sisa kekayaan perusahaan apabila perusahaan melakukan likuidasi.

Dalam prakteknya, saham dapat menjadi investasi yang menguntungkan jika dilakukan dengan hati-hati dan bijaksana. Namun, investasi saham juga memiliki risiko yang tinggi dan dapat menimbulkan kerugian. Oleh karena itu, penting bagi investor untuk memahami dengan baik mengenai saham sebelum memutuskan untuk berinvestasi.

Selain itu, saham juga dapat diklasifikasikan berdasarkan sektor industri atau kapitalisasi pasar [3]. Saham berkapitalisasi kecil (*small-cap*) adalah saham perusahaan dengan kapitalisasi pasar yang lebih kecil dari perusahaan besar dan umumnya dianggap sebagai saham yang lebih berisiko. Saham berkapitalisasi menengah (*mid-cap*) adalah saham perusahaan

dengan kapitalisasi pasar yang lebih besar daripada perusahaan kecil tetapi lebih kecil daripada perusahaan besar. Sedangkan saham berkapitalisasi besar (large-cap) adalah saham perusahaan dengan kapitalisasi pasar yang besar, biasanya lebih dari 10 miliar dolar AS.

### Cara Berinvestasi di Pasar Saham

Berinvestasi di pasar saham dapat menjadi alternatif untuk mengembangkan aset finansial Anda, tetapi perlu diingat bahwa investasi ini juga memiliki risiko. Oleh karena itu, sebelum mulai berinvestasi di pasar saham, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan dan dipelajari terlebih dahulu.

#### 1. Pahami risiko dan potensi keuntungan.

Investasi saham memiliki risiko yang tinggi karena pergerakan harga saham sangat fluktuatif dan dipengaruhi oleh banyak factor [4], [5]. Namun, investasi saham juga memiliki potensi keuntungan yang tinggi. Sebelum memulai investasi, pastikan bahwa Anda memahami risiko dan potensi keuntungan yang ada.

#### 2. Tentukan tujuan investasi.

Setiap investor memiliki tujuan investasi [6], [7]. Sebelum memutuskan untuk berinvestasi di pasar saham, pastikan bahwa tujuan investasi Anda sudah jelas dan terukur. Apakah tujuan investasi jangka pendek atau jangka panjang, ingin membeli saham dengan potensi keuntungan tinggi atau stabil, serta berapa besar dana yang akan diinvestasikan.

#### 3. Lakukan riset dan analisis.

Pilih saham yang memiliki fundamental yang baik dan terbukti mampu memberikan keuntungan di masa depan [8]. Lakukan riset dan analisis terhadap laporan keuangan perusahaan, kondisi pasar saham, serta tren sektoral yang sedang berkembang. Selain itu, juga perlu memperhatikan faktor eksternal seperti peraturan pemerintah atau perubahan ekonomi global.

#### 4. Buka rekening saham.

Untuk membeli saham di pasar saham, Anda perlu membuka rekening saham terlebih dahulu di perusahaan sekuritas. Setelah rekening saham terbuka, Anda dapat melakukan transaksi jual beli saham melalui perusahaan sekuritas.

## 5. Memilih jenis transaksi.

Ada dua jenis transaksi yang dapat dilakukan dalam berinvestasi di pasar saham, yaitu trading dan investing. Trading adalah membeli dan menjual saham dalam jangka pendek dengan tujuan mendapatkan keuntungan secepat mungkin. Sementara itu, investing adalah membeli saham dalam jangka panjang dengan tujuan mendapatkan keuntungan yang stabil.

## 6. Beli saham

Setelah memilih saham yang akan dibeli, investor dapat melakukan pembelian saham melalui perusahaan sekuritas. Saat membeli saham, pastikan bahwa harga saham sedang berada pada level yang wajar dan fundamental perusahaan masih baik.

## 7. Monitor dan evaluasi.

Setelah membeli saham, monitor terus pergerakan harga saham dan kondisi perusahaan. Lakukan evaluasi berkala terhadap investasi yang sudah dilakukan dan sesuaikan portofolio investasi jika diperlukan.

## 8. Jual saham

Jika harga saham sudah mencapai target yang diinginkan atau terjadi perubahan kondisi perusahaan yang signifikan, investor dapat menjual saham untuk mengambil keuntungan atau meminimalisir kerugian. Jual saham jika sudah melewati target atau fundamental perusahaan tidak lagi sebaik dulu.

Investasi di pasar saham memang membutuhkan waktu dan upaya, namun dengan melakukan riset dan analisis yang tepat serta memahami risiko dan potensi keuntungan yang ada, investasi di pasar saham dapat menjadi alternatif untuk mengembangkan aset finansial Anda. Berikut adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika berinvestasi di pasar saham:

### 1. Diversifikasi investasi

Diversifikasi portofolio investasi merupakan hal yang penting untuk meminimalisir risiko yang ada [8], [9]. Jangan menginvestasikan seluruh dana di satu jenis saham atau sektor saham yang sama, karena jika terjadi kerugian maka seluruh dana investasi akan terkena dampaknya.

### 2. Perhatikan faktor psikologi

Faktor psikologi juga perlu diperhatikan ketika berinvestasi di pasar saham. Jangan terlalu terpengaruh oleh opini publik atau rumor yang beredar. Hindari juga tindakan panik menjual saham ketika harga saham sedang turun atau terlalu serakah ketika harga saham sedang naik [10].

### 3. Gunakan analisis teknikal dan fundamental

Penggunaan analisis teknikal dan fundamental dapat membantu dalam menentukan saham yang potensial untuk dibeli dan menentukan waktu yang tepat untuk membeli atau menjual saham [11]. Analisis teknikal memperhatikan pergerakan harga saham dan volume perdagangan, sementara analisis fundamental memperhatikan kinerja perusahaan dan kondisi pasar [12].

### 4. Perhatikan biaya investasi

Perusahaan sekuritas akan menarik biaya untuk setiap transaksi jual beli saham. Pastikan untuk memilih perusahaan sekuritas yang menawarkan biaya investasi yang wajar dan terjangkau.

### 5. Perhatikan waktu investasi

Berinvestasi di pasar saham sebaiknya dilakukan dalam jangka panjang, sehingga potensi keuntungan dapat maksimal dan risiko dapat diminimalisir. Tidak disarankan untuk berinvestasi di pasar saham dalam jangka pendek, kecuali untuk tujuan trading [13].

### 6. Perhatikan hak-hak pemegang saham

Pemegang saham memiliki hak-hak tertentu, seperti hak atas dividen, hak atas pengambilan keputusan dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), dan hak atas bagian dari aset perusahaan jika terjadi likuidasi. Pastikan untuk memahami hak-hak yang dimiliki sebagai pemegang saham.

### 7. Memperhatikan performa perusahaan

Sebelum memutuskan untuk membeli saham suatu perusahaan, sebaiknya Anda memperhatikan performa perusahaan tersebut. Cari tahu bagaimana kinerja keuangan perusahaan, bagaimana pertumbuhan perusahaan dalam beberapa tahun terakhir, dan seberapa besar potensi perusahaan untuk berkembang di masa depan.

## 8. Hindari emosi saat berinvestasi

Ketika berinvestasi di pasar saham, hindari untuk terlalu terpengaruh oleh emosi atau berdasarkan spekulasi semata. Hindari keputusan investasi yang terlalu cepat atau gegabah, dan pastikan untuk selalu mempertimbangkan dengan matang setiap keputusan investasi yang diambil.

## 9. Lakukan riset sebelum membeli saham

Sebelum memutuskan untuk membeli saham, lakukan riset terlebih dahulu terhadap saham tersebut. Cari tahu kinerja perusahaan, performa saham di masa lalu, seberapa besar potensi keuntungan, dan risiko yang harus dihadapi. Dengan riset yang matang, Anda dapat mengambil keputusan investasi yang lebih bijak dan rasional.

## 10. Perhatikan kinerja pasar secara keseluruhan

Selain memperhatikan performa perusahaan dan saham yang akan dibeli, juga penting untuk memperhatikan kinerja pasar secara keseluruhan. Perubahan kondisi ekonomi atau politik dapat berdampak pada kinerja pasar saham secara keseluruhan. Oleh karena itu, pastikan untuk selalu memperhatikan perkembangan pasar saham secara keseluruhan dan selalu waspada terhadap perubahan kondisi pasar.

Dalam berinvestasi di pasar saham, perlu diingat bahwa investasi selalu memiliki risiko. Oleh karena itu, sebelum memutuskan untuk berinvestasi di pasar saham, pastikan untuk memahami risiko yang ada dan memiliki rencana investasi yang matang. Dengan rencana investasi yang matang, risiko dapat diminimalisir dan potensi keuntungan dapat maksimal.

Tata cara melakukan pembelian saham yaitu:

### 1. Membuka rekening saham

Langkah pertama dalam membeli saham adalah membuka rekening saham di perusahaan sekuritas atau broker yang terdaftar di bursa efek. Dalam proses pembukaan rekening, calon investor diminta untuk mengisi formulir, menyertakan dokumen identitas, dan menyetorkan sejumlah uang sebagai modal investasi.

### 2. Memilih saham yang ingin dibeli

Setelah membuka rekening saham, langkah selanjutnya adalah memilih saham yang ingin



dibeli. Pilihlah saham yang memiliki performa baik dan memiliki potensi untuk tumbuh di masa depan. Lakukan riset terlebih dahulu terhadap perusahaan dan saham yang ingin dibeli.

### 3. Menentukan jumlah saham yang akan dibeli

Setelah memilih saham yang ingin dibeli, tentukan jumlah saham yang akan dibeli sesuai dengan budget yang tersedia.

### 4. Memasukkan order pembelian saham

Setelah menentukan jumlah saham yang akan dibeli, investor dapat memasukkan order pembelian saham ke perusahaan sekuritas atau broker. Biasanya, investor dapat memasukkan order pembelian melalui aplikasi trading online.

### 5. Melakukan pembayaran

Setelah order pembelian saham diterima, investor harus melakukan pembayaran untuk membeli saham tersebut. Pembayaran dilakukan otomatis dari deposit yang terdapat pada akun investor.

### 6. Memantau kinerja saham

Setelah membeli saham, penting untuk terus memantau kinerja saham tersebut. Perhatikan perubahan harga saham, kinerja perusahaan, dan perkembangan pasar saham secara keseluruhan.

Dalam membeli saham, pastikan untuk selalu memperhatikan risiko yang ada dan melakukan riset terlebih dahulu terhadap perusahaan dan saham yang ingin dibeli. Dengan melakukan investasi dengan bijak, potensi keuntungan dapat maksimal dan risiko dapat diminimalisir.

Tata cara menjual saham yaitu:

#### 1. Memantau kinerja saham

Langkah pertama dalam menjual saham adalah memantau kinerja saham tersebut. Perhatikan perubahan harga saham, kinerja perusahaan, dan perkembangan pasar saham secara keseluruhan. Jika harga saham telah naik dan Anda ingin mendapatkan keuntungan, maka Anda dapat mempertimbangkan untuk menjual saham.

## 2. Menentukan harga jual saham

Setelah memantau kinerja saham, tentukan harga jual saham yang diinginkan. Pastikan harga yang ditentukan sesuai dengan kondisi pasar dan kinerja saham tersebut.

## 3. Memasukkan order penjualan saham

Setelah menentukan harga jual saham, investor dapat memasukkan order penjualan saham ke perusahaan sekuritas atau broker. Biasanya, investor dapat memasukkan order penjualan melalui aplikasi trading online..

## 4. Menunggu proses penjualan saham selesai

Setelah order penjualan saham diterima, perusahaan sekuritas atau broker akan melakukan proses penjualan saham. Proses penjualan dapat memakan waktu cepat atau lambat tergantung dari kondisi pasar dan likuiditas saham.

## 5. Menerima dana hasil penjualan saham

Setelah proses penjualan selesai, investor akan menerima dana hasil penjualan saham ke rekening bank yang telah terdaftar di perusahaan sekuritas atau broker.

Dalam menjual saham, pastikan untuk selalu memperhatikan risiko yang ada dan melakukan riset terlebih dahulu terhadap kondisi pasar dan kinerja saham yang ingin dijual. Selalu waspada terhadap perubahan kondisi pasar dan perubahan kinerja perusahaan. Dengan melakukan investasi dengan bijak, potensi keuntungan dapat maksimal dan risiko dapat diminimalisir.

## Risiko dan Manfaat Berinvestasi di Saham

Berinvestasi di saham memiliki risiko dan manfaat yang harus dipahami dengan baik sebelum memutuskan untuk berinvestasi [8], [14]. Berikut adalah penjelasan mengenai risiko dan manfaat yang dapat diperoleh ketika berinvestasi di saham:

Risiko berinvestasi di saham yaitu:

1. Risiko pasar: Fluktuasi pasar saham dapat berdampak pada nilai investasi. Jika pasar saham sedang tidak stabil, maka nilai investasi Anda dapat berkurang secara signifikan.
2. Risiko perusahaan: Kondisi kinerja perusahaan yang buruk dapat berdampak pada nilai

saham dan mengurangi potensi keuntungan.

3. Risiko likuiditas: Jika saham yang dimiliki tidak likuid, maka investor mungkin akan kesulitan untuk menjual saham tersebut dengan harga yang diinginkan.
4. Risiko inflasi: Inflasi dapat menyebabkan penurunan nilai uang dan mereduksi keuntungan dari investasi.

Manfaat berinvestasi di saham yaitu:

1. Potensi keuntungan yang tinggi: Salah satu keuntungan berinvestasi di saham adalah potensi keuntungan yang tinggi dibandingkan dengan investasi lainnya. Jika kinerja perusahaan baik, nilai saham bisa meningkat secara signifikan dan memberikan keuntungan yang besar.
2. Kepemilikan: Berinvestasi di saham memberikan investor hak kepemilikan atas perusahaan. Hal ini memungkinkan investor untuk memperoleh keuntungan dari pertumbuhan perusahaan.
3. Diversifikasi portofolio: Investasi di saham dapat membantu investor dalam melakukan diversifikasi portofolio. Diversifikasi dapat membantu investor mengurangi risiko dengan mengalokasikan investasi ke beberapa instrumen investasi.
4. Pendapatan pasif: Selain capital gain, investor juga dapat memperoleh pendapatan pasif melalui dividen yang diberikan oleh perusahaan kepada pemegang saham.

Penting untuk diingat bahwa investasi di saham memiliki risiko yang signifikan dan dapat menghasilkan keuntungan yang tinggi tetapi juga dapat mengakibatkan kerugian. Sebelum memutuskan untuk berinvestasi di saham, pastikan Anda memahami risiko dan potensi keuntungan serta melakukan riset terlebih dahulu terhadap kondisi pasar dan kinerja perusahaan yang ingin diinvestasikan. Selalu diversifikasi portofolio dan jangan menginvestasikan seluruh uang Anda ke dalam satu saham. Investasi yang bijak dapat membantu Anda meminimalkan risiko dan mendapatkan potensi keuntungan yang maksimal.

Analisis Fundamental dan Teknikal

Dalam investasi saham, ada dua jenis analisis yang umum digunakan untuk membantu investor dalam mengambil keputusan yaitu analisis fundamental dan analisis teknikal [15]–[18]. Berikut adalah penjelasan tentang keduanya:

## 1. Analisis Fundamental

Analisis fundamental adalah metode analisis yang mengukur nilai intrinsik saham dengan menganalisis faktor-faktor fundamental perusahaan seperti laporan keuangan, pertumbuhan pendapatan, kinerja manajemen, dan kondisi ekonomi. Analisis fundamental bertujuan untuk menentukan apakah saham dihargai terlalu rendah atau terlalu tinggi. Analisis ini dapat membantu investor untuk memahami nilai riil suatu perusahaan dan memberikan gambaran yang akurat tentang masa depan saham.

Beberapa contoh faktor fundamental yang perlu diperhatikan dalam analisis fundamental antara lain:

- Laporan keuangan: investor dapat melihat kinerja perusahaan melalui laporan keuangan yang mencakup laporan laba rugi, neraca, dan arus kas.
- Pertumbuhan pendapatan: analisis pendapatan akan menunjukkan apakah perusahaan berkembang atau tidak.
- Manajemen: penilaian manajemen perusahaan dapat membantu investor memahami apakah perusahaan sedang dipimpin oleh orang yang kompeten atau tidak.
- Kondisi industri: kondisi industri tempat perusahaan beroperasi dapat mempengaruhi kinerja perusahaan.

## 2. Analisis Teknikal

Analisis teknikal adalah metode analisis yang mengukur perilaku saham dengan menggunakan grafik harga, volume, dan indikator teknis. Analisis teknikal bertujuan untuk membantu investor dalam memprediksi arah harga saham berdasarkan tren dan pola grafik yang terbentuk di masa lalu. Analisis teknikal tidak memperhitungkan faktor-faktor fundamental perusahaan seperti yang dilakukan dalam analisis fundamental.

Contoh indikator teknis yang sering digunakan yaitu Moving Average: rata-rata pergerakan harga dalam periode tertentu. Investor dapat menggunakan analisis teknikal untuk menemukan titik masuk dan keluar dari pasar dengan memprediksi harga saham. Analisis teknikal sangat berguna untuk investor yang menggunakan strategi trading jangka pendek, karena memperhatikan tren dan pola grafik yang terbentuk di masa lalu.

## Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Harga Saham

Faktor-faktor yang mempengaruhi harga saham sangatlah beragam, namun secara umum dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori utama, yaitu kondisi ekonomi, kinerja perusahaan, berita dan isu terkini, serta kebijakan pemerintah [8], [19], [20]. Berikut ini adalah penjelasan singkat tentang faktor-faktor tersebut:

### 1. Kondisi Ekonomi

Kondisi ekonomi makro seperti inflasi, suku bunga, dan pertumbuhan ekonomi dapat mempengaruhi harga saham. Jika suku bunga naik, misalnya, saham cenderung turun karena investor akan memilih investasi yang lebih aman. Sebaliknya, jika pertumbuhan ekonomi meningkat, harga saham cenderung naik karena perusahaan-perusahaan memiliki peluang bisnis yang lebih baik.

### 2. Kinerja Perusahaan

Kinerja perusahaan menjadi faktor yang sangat penting dalam menentukan harga saham. Jika perusahaan mampu mencapai target laba dan pertumbuhan yang baik, maka harga saham akan cenderung naik. Sebaliknya, jika perusahaan tidak mampu mencapai target laba dan pertumbuhan yang diharapkan, maka harga saham akan cenderung turun. Selain itu, pengumuman mengenai rencana perusahaan seperti ekspansi ke luar negeri atau penambahan produk baru juga dapat mempengaruhi harga saham.

### 3. Berita dan Isu Terkini

Berita dan isu terkini juga dapat mempengaruhi harga saham. Kabar baik seperti keberhasilan perusahaan dalam mencapai target laba atau kesepakatan merger dengan perusahaan lain, dapat membuat harga saham naik. Sebaliknya, kabar buruk seperti kegagalan perusahaan dalam mencapai target laba atau skandal internal, dapat membuat harga saham turun. Selain itu, kondisi politik dan ekonomi global juga dapat mempengaruhi harga saham di suatu negara.

### 4. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan pemerintah seperti perubahan pajak, pengaturan regulasi, atau kebijakan moneter juga dapat mempengaruhi harga saham. Jika pemerintah mengeluarkan kebijakan yang positif, seperti pemotongan pajak, maka hal ini dapat mendorong pertumbuhan ekonomi dan

harga saham naik. Namun, jika pemerintah mengeluarkan kebijakan yang negatif, seperti pengenaan pajak baru, maka hal ini dapat menurunkan harga saham.

#### 5. Transaksi Investor Besar

Investor besar memiliki kekuatan untuk mempengaruhi harga saham dengan melakukan pembelian atau penjualan dalam jumlah besar. Jika bandar saham membeli saham dalam jumlah besar, harga saham cenderung naik, dan sebaliknya jika mereka menjual saham dalam jumlah besar, harga saham cenderung turun.

#### 6. Transaksi Asing

Investor asing dapat mempengaruhi harga saham karena mereka memiliki akses ke pasar yang lebih besar. Jika investor asing membeli saham dalam jumlah besar, harga saham cenderung naik, dan sebaliknya jika mereka menjual saham dalam jumlah besar, harga saham cenderung turun.

### **B. Teknikal Indikator**

Teknikal indikator merupakan alat analisis teknikal yang digunakan untuk membantu investor atau trader dalam memprediksi pergerakan harga saham atau pasar secara teknikal. Teknikal indikator adalah alat analisis teknikal yang digunakan untuk memprediksi pergerakan harga saham atau pasar. Teknikal indikator memanfaatkan data historis pergerakan harga, seperti harga penutupan, volume, dan fluktuasi harga, untuk memberikan sinyal atau tanda-tanda mengenai arah pergerakan harga di masa depan. Beberapa kelebihan teknikal indikator dalam investasi saham atau trading yaitu:

#### 1. Memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami.

Teknikal indikator mempergunakan data harga historis yang dapat diproses ke dalam grafik dan memberikan sinyal yang mudah dimengerti oleh investor atau trader. Oleh karena itu, teknikal indikator memudahkan investor atau trader dalam memprediksi arah pergerakan harga saham.

#### 2. Dapat membantu mengidentifikasi tren pergerakan harga.

Teknikal indikator membantu investor atau trader untuk mengidentifikasi tren pergerakan harga, apakah itu sedang naik, turun, atau stagnan. Hal ini membantu dalam pengambilan keputusan jual atau beli yang tepat.

3. Dapat membantu mengidentifikasi level support dan resistance.

Teknikal indikator juga dapat membantu investor atau trader mengidentifikasi level support dan resistance yang dapat menjadi level kunci dalam pergerakan harga saham. Level support dan resistance ini dapat menjadi indikator yang penting dalam menentukan titik masuk atau keluar dari pasar.

4. Dapat membantu dalam pengambilan keputusan jual atau beli.

Dengan teknikal indikator, investor atau trader dapat memprediksi pergerakan harga dan menentukan apakah saatnya untuk membeli atau menjual saham. Teknikal indikator membantu investor atau trader dalam pengambilan keputusan jual atau beli yang tepat.

Dalam hal ini, teknikal indikator dapat membantu investor atau trader dalam meningkatkan potensi keuntungan dan meminimalkan risiko dalam investasi saham atau trading. Namun, perlu diingat bahwa teknikal indikator tidak boleh dijadikan sebagai satu-satunya dasar pengambilan keputusan, dan harus dipadukan dengan analisis fundamental untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

Meskipun teknikal indikator memiliki kelebihan yang signifikan dalam analisis pasar saham, namun teknikal indikator juga memiliki beberapa kekurangan, di antaranya:

1. Tidak dapat memperhitungkan faktor fundamental.

Teknikal indikator hanya memperhatikan pergerakan harga saham dan tidak mempertimbangkan faktor fundamental seperti laporan keuangan perusahaan, kondisi ekonomi, atau kebijakan pemerintah. Oleh karena itu, teknikal indikator tidak memberikan gambaran lengkap tentang kondisi perusahaan dan pasar secara keseluruhan.

2. Tidak dapat menentukan nilai intrinsik suatu saham.

Teknikal indikator tidak dapat memberikan informasi tentang nilai intrinsik suatu saham. Nilai intrinsik suatu saham adalah nilai sebenarnya dari saham berdasarkan laporan keuangan perusahaan, laba yang dihasilkan, dan faktor-faktor fundamental lainnya. Oleh karena itu, teknikal indikator tidak dapat digunakan untuk menentukan apakah suatu saham overvalued atau undervalued.

3. Sinyal palsu atau salah.

Teknikal indikator dapat memberikan sinyal palsu atau salah yang mengarah pada pengambilan keputusan yang salah. Karena teknikal indikator hanya menggunakan data harga historis, kadang-kadang sinyal yang dihasilkan tidak akurat dan dapat memberikan sinyal palsu atau salah kepada investor atau trader.

#### 4. Tidak dapat memprediksi peristiwa tak terduga.

Teknikal indikator tidak dapat memprediksi peristiwa tak terduga seperti krisis keuangan atau peristiwa politik yang signifikan. Oleh karena itu, teknikal indikator tidak dapat memberikan gambaran lengkap tentang pasar dan memprediksi pergerakan harga saham di masa depan secara akurat.

Dalam hal ini, investor atau trader harus memperhatikan kekurangan teknikal indikator dan memadukannya dengan analisis fundamental untuk memperoleh gambaran yang lebih lengkap tentang kondisi pasar dan perusahaan.

Beberapa teknikal indikator diantaranya yaitu *Simple Moving Average (SMA)*, *Exponential Moving Average (EMA)*, *Weight Moving Average (WMA)*, *Real moving average (RMA)*, dan *Forecasted MACDH (fMACDH)*.

##### 1. Moving Average

*Simple Moving average* (rata-rata bergerak) (SMA) merupakan salah satu indikator teknikal analisis yang digunakan untuk memperhalus data pergerakan harga dan membantu trader dalam melakukan identifikasi tren harga saham. MA menghitung nilai rata-rata harga selama periode tertentu, seperti 5, 10, 20, atau 50 hari; dan kemudian menampilkan nilai rata-rata hasil MA pada grafik harga.

MA memberikan informasi kepada trader tentang tren jangka pendek dan Panjang dari harga saham. Selain itu, MA memberikan informasi tentang aksi yang perlu dilakukan dengan melihat dari persilangan antara 2 MA, apakah aksi beli atau aksi jual. Moving average paling sederhana disebut dengan Simple Moving Average (SMA). Persamaan 2.1 merupakan cara untuk mendapatkan SMA [11], [21], [22].

$$SMA_t(CP, n) = \frac{1}{n} \sum_{k=t-n+1}^t CP_k \quad (2.1)$$

Dimana  $n$  merupakan periode moving average yang ditentukan,  $CP$  adalah *closing price*,  $t$  merupakan jumlah data harga, dan  $k$  merupakan urutan dari moving average yang didapatkan.



SMA memiliki kelemahan yaitu karena SMA memberikan bobot yang sama pada harga selama periode waktu yang digunakan, sehingga pergerakan harga terakhir dan pergerakan harga di awal periode waktu diberikan bobot yang sama. Oleh karena itu, SMA cenderung kurang responsif terhadap perubahan harga terbaru.

## 2. Exponential Moving Average

*Exponential Moving Average* (EMA) merupakan jenis *moving average* yang memberikan bobot lebih kepada harga terbaru dalam menghitung rata-rata. EMA merespon perubahan harga lebih cepat dibandingkan dengan SMA, karena memberikan bobot pada harga terbaru. Hal ini membuat trader lebih banyak menggunakan EMA untuk menentukan signal beli atau jual.

Namun, karena memberikan bobot lebih pada harga terbaru, EMA lebih sensitif terhadap volatilitas harga yang tinggi dan bisa memberikan sinyal palsu. Oleh karena itu, perlu digunakan dengan hati-hati dan selalu dikombinasikan dengan indikator analisis teknis lainnya dan analisis fundamental untuk membuat keputusan investasi yang lebih baik. Persamaan 2.2 merupakan cara untuk menghitung EMA [11], [21], [23], [24].

$$EMA_t(CP, n) = \alpha \times CP_t + (1 - \alpha) \times EMA_{t-1}(n - 1) \quad (2.2)$$

Dimana  $\alpha = \frac{2}{n+1}$  sebagai faktor smoot.  $n$  merupakan periode *moving average*,  $CP$  merupakan *close price*.

## 3. Weight Moving Average (WMA)

*Weighted Moving Average* (WMA) adalah jenis *Moving Average* yang memberikan bobot lebih pada harga terbaru dan memberikan bobot yang berbeda pada harga selama periode waktu yang digunakan. Cara menghitung WMA adalah dengan mengalikan setiap harga dengan bobot tertentu dan kemudian menjumlahkan hasilnya dan membagi dengan total bobot.

WMA memberikan bobot yang lebih tinggi pada harga terbaru dan bobot yang lebih rendah pada harga yang lebih lama. Dengan demikian, WMA lebih responsif terhadap perubahan harga terbaru daripada *Simple Moving Average* (SMA), tetapi lebih stabil daripada *Exponential Moving Average* (EMA). WMA sering digunakan oleh trader yang memperdagangkan jangka waktu pendek dan memerlukan sinyal beli atau jual yang lebih responsif terhadap pergerakan harga terbaru. Namun, seperti halnya dengan indikator analisis

teknis lainnya, WMA tidak selalu memberikan sinyal yang akurat dan perlu selalu dikombinasikan dengan indikator lainnya dan analisis fundamental untuk membuat keputusan investasi yang lebih baik. Persamaan 2.3 merupakan cara untuk menghitung WMA [21].

$$WMA_t(CP, n) = 100 \times \frac{\sum_{k=t-n+1}^t [(n-t+k) \times CP_t]}{\sum_{m=1}^n m} \quad (2.3)$$

Dimana  $n$  merupakan periode moving average yang ditentukan,  $CP$  adalah *closing price*,  $t$  merupakan jumlah data harga, dan  $k$  merupakan urutan dari moving average yang didapatkan.

#### 4. real moving average (RMA)

*Real Moving Average* (RMA) adalah jenis perhitungan rata-rata bergerak yang umumnya digunakan dalam analisis teknikal. RMA berbeda dengan metode perhitungan rata-rata bergerak lainnya seperti Simple Moving Average (SMA) dan Exponential Moving Average (EMA) karena memperhitungkan semua data historis dan memberikan bobot yang lebih besar pada data yang lebih baru. RMA dapat digunakan untuk mengidentifikasi tren pasar jangka panjang dan memberikan sinyal perdagangan.

Real Moving Average (RMA) merupakan jenis perhitungan moving average yang memberikan bobot yang lebih besar pada harga terakhir, sehingga memberikan sinyal lebih cepat dibandingkan dengan jenis moving average lainnya. Persamaan 2.42 merupakan cara untuk menghitung RMA [11].

$$RMA_t(CP, n) = (CP_t - RMA_{t-1}) \times \frac{n-1}{2} + RMA_{t-1} \quad (2.4)$$

### C. Fitur Seleksi

Seleksi fitur adalah proses untuk memilih subset variabel yang paling relevan untuk digunakan dalam model prediksi harga saham. Proses ini penting untuk meningkatkan kualitas model prediksi dan menghindari masalah overfitting. Metode seleksi fitur merupakan teknik yang umumnya digunakan pada berbagai jenis prediksi. Berikut ini beberapa metode seleksi fitur yang sering digunakan pada berbagai jenis prediksi:

1. Metode Filter: Metode filter melakukan seleksi fitur secara independen terhadap model yang akan digunakan pada prediksi. Metode ini umumnya menggunakan statistik seperti korelasi atau pengujian hipotesis untuk menentukan apakah sebuah fitur layak dimasukkan

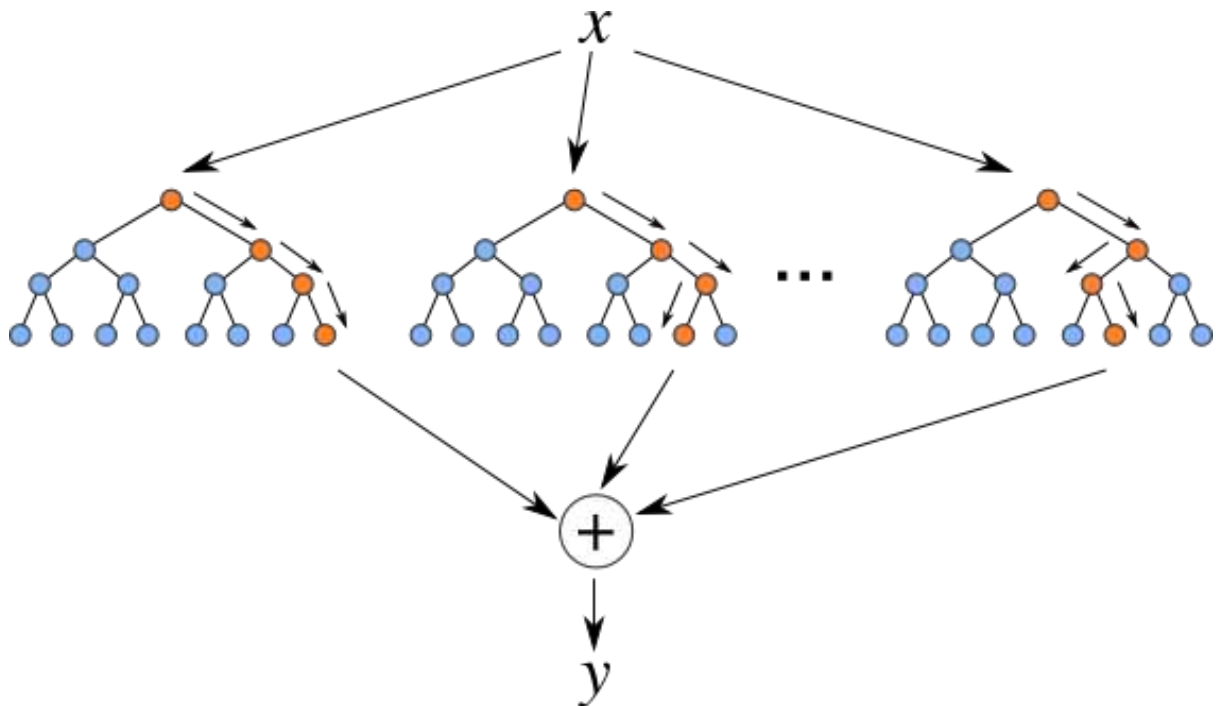
ke dalam model atau tidak.

2. **Metode Wrapper:** Metode wrapper melakukan seleksi fitur dengan menggunakan model prediksi secara keseluruhan. Metode ini mencoba untuk menemukan subset fitur yang paling baik dalam memprediksi target dengan menggunakan algoritma seperti forward selection, backward elimination atau recursive feature elimination.
3. **Metode Embedded:** Metode embedded melakukan seleksi fitur dengan menggunakan teknik optimasi pada model yang sedang dibuat. Metode ini dapat digunakan pada model yang terintegrasi dengan seleksi fitur, seperti model regresi linier dengan regularisasi Lasso atau Ridge.

Dalam melakukan seleksi fitur untuk prediksi harga saham, penting untuk mempertimbangkan konteks pasar dan faktor-faktor ekonomi yang mempengaruhi harga saham. Selain itu, harus diingat bahwa meskipun seleksi fitur dapat meningkatkan kualitas model prediksi, hal itu tidak selalu terjadi dan terkadang dapat mengurangi performa model. Oleh karena itu, seleksi fitur harus dilakukan dengan hati-hati dan diuji pada dataset yang berbeda untuk memastikan kualitas model yang optimal.

### **1. Random Forest Regresion - Fitur Penting berbasis ketidakmurnian**

Random Forest Regresion adalah algoritma machine learning yang digunakan untuk melakukan prediksi nilai numerik (regresi) dengan memanfaatkan ensambel pohon keputusan (decision tree). Gambar 2.1 merupakan ilustrasi dari Random Forest. Dalam ensambel pohon keputusan, beberapa pohon keputusan dibuat dan diensambelkan untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Salah satu kelebihan dari Random Forest Regresion adalah kemampuannya untuk menghitung fitur penting berbasis ketidakmurnian. Fitur penting adalah variabel yang paling berpengaruh dalam memprediksi variabel target. Fitur penting dapat memberikan wawasan tentang hubungan antara variabel input dan variabel target.



Gambar 2.1 Ilustrasi Random Forest

Dalam Random Forest Regression, setiap pohon keputusan dibangun menggunakan subset acak dari fitur. Dengan cara ini, setiap pohon hanya memiliki informasi tentang sebagian kecil dari variabel input. Kemudian, pentingnya setiap fitur dihitung dengan mengukur seberapa banyak pengurangan kehilangan impuritas (impurity loss) yang dihasilkan saat fitur tersebut digunakan untuk membagi simpul dalam setiap pohon.

Pentingnya fitur dihitung sebagai rata-rata pengurangan kehilangan impuritas di seluruh pohon dalam ensambel. Fitur yang memiliki pengurangan kehilangan impuritas yang lebih besar dianggap lebih penting dalam memprediksi variabel target. Dengan demikian, fitur penting berbasis ketidakhomogenan dapat digunakan untuk mengidentifikasi variabel input yang paling berpengaruh dalam memprediksi variabel target. Fitur ini dapat membantu pengambilan keputusan dan pemahaman tentang hubungan antara variabel input dan variabel target. Langkah-langkah untuk mendapatkan fitur penting yaitu.

1. Siapkan data pelatihan dan data pengujian
2. Tentukan jumlah pohon dalam ensambel
3. Untuk setiap pohon dalam ensambel:
  - a. Buat subset acak dari fitur
  - b. Bangun pohon keputusan dengan subset fitur tersebut

4. Lakukan prediksi dengan mengambil rata-rata hasil prediksi dari seluruh pohon dalam ensambel

5. Hitung fitur penting untuk setiap fitur:

a. Untuk setiap pohon dalam ensambel:

i. Hitung kehilangan impuritas sebelum (node) dan setelah pemisahan pada simpul (left dan right) dengan menggunakan fitur tersebut.

$$\text{impurity}(\text{node}) = \text{MSE}(\text{node}) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n} \quad 2.5$$

$$\text{impurity}(\text{left}) = \text{MSE}(\text{left}) = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{left}}} (y_i - \bar{y}_{\text{left}})^2}{n_{\text{left}}} \quad 2.6$$

$$\text{impurity}(\text{right}) = \text{MSE}(\text{right}) = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{right}}} (y_i - \bar{y}_{\text{right}})^2}{n_{\text{right}}} \quad 2.7$$

ii. Hitung pengurangan kehilangan impuritas yang dihasilkan oleh fitur tersebut

$$\begin{aligned} \text{impurityReduction} &= \text{impurity}(\text{node}) - (n_{\text{left}}/n) * \\ &\text{impurity}(\text{left}) - (n_{\text{right}}/n) * \text{impurity}(\text{right}) \end{aligned} \quad 2.8$$

b. Hitung rata-rata pengurangan kehilangan impuritas di seluruh pohon dalam ensambel

$$\text{Rata - Rata} = \frac{\text{Jumlah Total Impurity}}{\text{jumlah pohon}} \quad 2.9$$

c. Hitung persentase kontribusi pengurangan kehilangan impuritas yang dihasilkan oleh setiap fitur dalam ensambel

6. Identifikasi fitur penting berdasarkan persentase kontribusinya.

## 2. Recursive Feature Elimination

Recursive Feature Elimination (RFE) adalah sebuah metode seleksi fitur pada analisis data, dimana secara iteratif fitur-fitur dari data akan dihapus satu per satu dan dilakukan proses pemodelan ulang pada setiap iterasi. Kemudian, performa model yang dihasilkan setelah setiap iterasi akan dinilai, dan fitur dengan bobot paling rendah akan dihapus. Proses penghapusan fitur ini akan terus dilakukan hingga mencapai jumlah fitur yang diinginkan atau hingga tidak

ada lagi fitur yang dapat dihapus.

Metode RFE biasanya digunakan untuk mengatasi masalah overfitting pada model yang dihasilkan. Dengan mengurangi jumlah fitur pada data, model akan menjadi lebih sederhana dan memiliki performa yang lebih baik dalam memprediksi data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Metode RFE biasanya digunakan bersamaan dengan algoritma pemodelan seperti regresi linier, regresi logistik, dan SVM (Support Vector Machine). Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan dalam proses RFE, seperti:

1. Recursive Backward Elimination: fitur-fitur dihapus satu per satu dari data hingga tidak ada lagi fitur yang dapat dihapus.
2. Recursive Forward Selection: fitur-fitur ditambahkan satu per satu ke dalam model hingga tidak ada lagi fitur yang dapat ditambahkan.
3. Recursive Feature Addition: fitur-fitur dihapus satu per satu dan kemudian ditambahkan kembali ke dalam model dengan urutan tertentu hingga tidak ada lagi fitur yang dapat ditambahkan atau dihapus.

Berikut adalah langkah-langkah umum dalam melakukan Recursive Feature Elimination (RFE) [27]:

1. Tentukan algoritma pemodelan yang akan digunakan, misalnya regresi linier atau SVM, atau random forest.
2. Tentukan jumlah fitur yang diinginkan pada model akhir.
3. Tentukan teknik RFE yang akan digunakan, apakah Recursive Backward Elimination, Recursive Forward Selection, atau Recursive Feature Addition.
4. Lakukan pemodelan menggunakan seluruh fitur yang tersedia pada data.
5. Lakukan evaluasi terhadap performa model menggunakan metrik evaluasi yang sesuai, misalnya akurasi atau MSE.
6. Identifikasi fitur dengan bobot paling rendah pada model yang dihasilkan.
7. Hapus fitur tersebut dari data.

8. Lakukan kembali pemodelan dan evaluasi pada data yang sudah diproses.
9. Ulangi langkah 6 hingga 8 hingga jumlah fitur yang diinginkan tercapai atau tidak ada lagi fitur yang dapat dihapus.
10. Lakukan validasi model pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya untuk memastikan kinerja model yang baik.

Selama proses RFE, penting untuk memperhatikan kinerja model pada setiap iterasi dan memilih jumlah fitur yang sesuai dengan karakteristik data. Selain itu, pemilihan teknik RFE yang sesuai juga dapat memengaruhi hasil dari proses seleksi fitur ini.

#### **D. Machine Learning**

Machine Learning (ML) adalah cabang dari kecerdasan buatan (Artificial Intelligence, AI) yang berfokus pada pengembangan algoritma dan teknik yang memungkinkan komputer untuk belajar dari dan membuat prediksi atau keputusan berdasarkan data. Machine learning memungkinkan sistem untuk meningkatkan kinerjanya dalam tugas tertentu secara otomatis melalui pengalaman tanpa diprogram secara eksplisit. Teknik ini telah menjadi dasar dalam berbagai aplikasi modern seperti pengenalan suara, penglihatan komputer, prediksi pasar saham, dan pemrosesan bahasa alami.

Machine learning umumnya dibagi menjadi tiga kategori utama berdasarkan jenis masalah yang dipecahkan dan metode pembelajarannya:

1. Supervised Learning (Pembelajaran Terawasi): Supervised learning adalah metode di mana model dilatih pada dataset yang berlabel, artinya setiap input disertai dengan output yang benar. Tujuannya adalah untuk belajar dari data tersebut dan dapat memprediksi output untuk data baru yang tidak berlabel. Algoritma umum yang digunakan dalam supervised learning termasuk Linear Regression, Support Vector Machines (SVM), Decision Trees, Random Forest, Neural Networks, dan K-Nearest Neighbors (KNN). Contoh penerapannya adalah prediksi harga rumah berdasarkan fitur-fitur seperti ukuran, lokasi, dan jumlah kamar.
2. Unsupervised Learning (Pembelajaran Tak Terawasi): Unsupervised learning adalah metode di mana model dilatih pada dataset yang tidak berlabel. Tujuannya adalah untuk menemukan pola atau struktur tersembunyi dalam data. Algoritma umum dalam unsupervised learning meliputi K-Means Clustering, Hierarchical Clustering, Principal

Component Analysis (PCA), dan Independent Component Analysis (ICA). Contoh penerapannya adalah pengelompokan pelanggan berdasarkan perilaku belanja untuk segmentasi pasar.

3. Reinforcement Learning (Pembelajaran Penguatan): Reinforcement learning adalah metode di mana agen belajar untuk membuat keputusan dengan mencoba berbagai tindakan dalam lingkungan dan menerima umpan balik dalam bentuk reward atau punishment. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan total reward. Algoritma umum dalam reinforcement learning mencakup Q-Learning, Deep Q-Networks (DQN), dan Policy Gradient Methods. Contoh penerapannya adalah pengembangan agen yang dapat bermain permainan video dengan performa manusia atau lebih baik.

### **Algoritma dan Teknik dalam Machine Learning**

1. Linear Regression: Algoritma ini digunakan untuk memodelkan hubungan antara satu atau lebih fitur input (variabel independen) dan fitur output (variabel dependen) dengan memasang garis linear. Linear regression digunakan dalam prediksi nilai kontinu seperti harga saham, suhu, dan pendapatan.
2. Support Vector Machines (SVM): Algoritma ini mencari hyperplane terbaik yang memisahkan kelas-kelas data dalam ruang fitur. SVM dapat digunakan untuk tugas klasifikasi dan regresi. Aplikasi umumnya meliputi klasifikasi teks, pengenalan wajah, dan bioinformatika.
3. Decision Trees: Algoritma ini menggunakan struktur pohon keputusan untuk memisahkan data ke dalam kelas-kelas berdasarkan fitur-fitur input. Setiap node dalam pohon mewakili tes pada atribut tertentu, dan setiap cabang mewakili hasil tes. Decision trees digunakan dalam analisis risiko kredit, diagnosis medis, dan pemilihan fitur.
4. Random Forest: Algoritma ensemble ini membangun beberapa pohon keputusan selama pelatihan dan mengeluarkan mode dari kelas untuk klasifikasi atau rata-rata prediksi untuk regresi dari pohon-pohon individual. Random forest digunakan dalam pendeteksian penipuan, pemodelan keuangan, dan analisis prediktif.
5. Neural Networks: Model ini terinspirasi oleh struktur dan fungsi otak manusia, terdiri dari lapisan neuron yang terhubung. Neural networks dapat belajar representasi data yang kompleks dan non-linear. Aplikasinya meliputi pengenalan gambar, pemrosesan



bahasa alami, dan permainan.

Untuk menilai kinerja model machine learning, berbagai metrik evaluasi digunakan, yang bergantung pada jenis masalah yang dipecahkan, apakah klasifikasi atau regresi. Metrik evaluasi ini membantu dalam mengukur seberapa baik model tersebut melakukan prediksi dan seberapa akurat hasil yang diperoleh.

Dalam konteks regresi, beberapa metrik evaluasi yang sering digunakan meliputi:

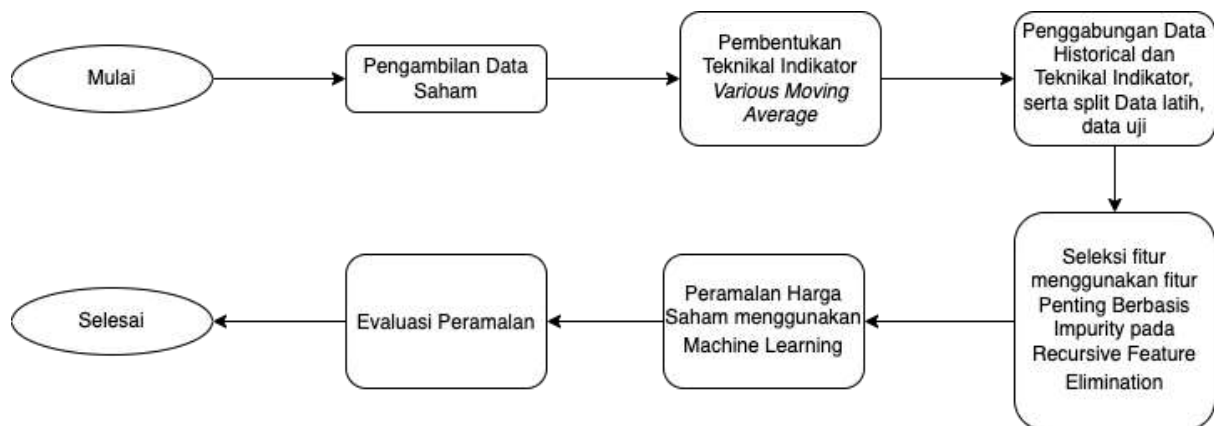
1. Mean Squared Error (MSE): MSE adalah rata-rata kuadrat dari selisih antara nilai yang diprediksi dan nilai aktual. Metrik ini mengukur tingkat kesalahan rata-rata dalam prediksi model, dengan memberikan penalti yang lebih besar untuk kesalahan yang lebih besar.
2. Root Mean Squared Error (RMSE): RMSE adalah akar kuadrat dari MSE. Metrik ini memberikan ukuran kesalahan yang berada pada skala yang sama dengan nilai asli, sehingga lebih mudah diinterpretasikan.
3. Mean Absolute Error (MAE): MAE adalah rata-rata absolut dari selisih antara nilai yang diprediksi dan nilai aktual. Metrik ini memberikan gambaran tentang kesalahan prediksi rata-rata tanpa memberikan penalti lebih besar untuk kesalahan yang lebih besar, seperti yang dilakukan oleh MSE.
4. R-squared ( $R^2$ ):  $R^2$  adalah proporsi variansi dalam data dependen yang dapat dijelaskan oleh model. Metrik ini memberikan indikasi tentang seberapa baik model menjelaskan variabilitas dalam data, dengan nilai yang lebih dekat ke 1 menunjukkan model yang lebih baik.

Dengan menggunakan berbagai metrik evaluasi ini, peneliti dan praktisi dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang kinerja model machine learning yang dikembangkan, serta mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan lebih lanjut.

### BAB 3.

## METODE PENELITIAN

Secara umum bab ini membahas tentang alur metodologi penelitian. Metodologi penelitian pada penelitian ini diantaranya yaitu perancangan, implementasi, pengujian dan evaluasi, serta dokumentasi atau penyusunan laporan. Gambar 3.1 merupakan metodologi penelitian yang dilakukan.

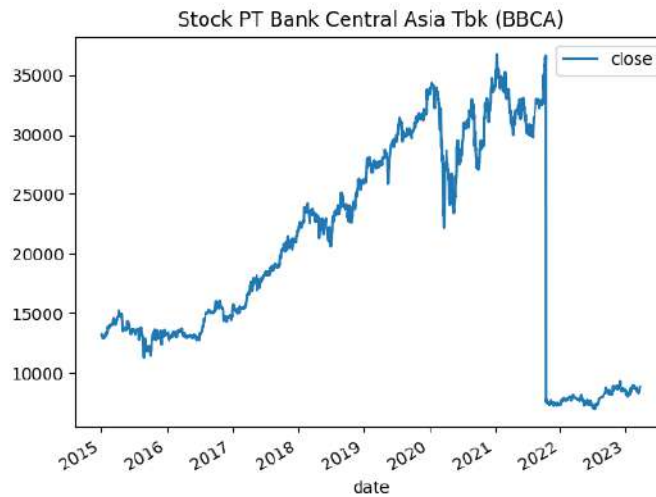


Gambar 3.1 Alur Penelitian Seleksi Fitur untuk Peramalan Harga Saham

Proses penelitian ini diantaranya yaitu pengambilan data, pembentukan data teknikal indikator, penggabungan data historical dan data teknikal indikator serta split/ pembagian data latih data uji, seleksi fitur menggunakan fitur penting berbasis impurity, peramalan harga saham menggunakan machine learning, dan evaluasi kinerja peramalan. Gambar 1 menunjukkan proses dari penelitian ini.

### A. Pengambilan data saham

Dataset saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA) diambil dari yahoo finance. Dataset diambil dari 20 April 2015 hingga 24 Maret 2023. Fitur dataset adalah *previous*, *close*, *open price*, *first trade*, *high*, *low*, *offer*, *bid*, *volume*, *value*, *offer volume*, *bid volume*, *foreign sell*, *foreign buy*, *non-regular volume*, dan *non-regular value*. Saham BBCA melakukan stock split pada 12 Oktober 2021 dengan faktor split 5 (1:5). Gambar 2 merupakan grafik dari history data saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA).



Gambar 3.2 Grafik Harga Saham BBCA berserta stock split 12 oktober 2021

## B. Pembentukan teknikal indikator dengan *various moving average*

*Various moving average* digunakan pada penelitian ini yaitu *simple moving average* (SMA), *exponential moving average* (EMA), dan *real moving average* (RMA). *Moving average* merupakan salah satu indikator teknikal analisis yang digunakan untuk memperhalus data pergerakan harga dan membantu trader dalam melakukan identifikasi tren harga saham. *Simple moving average* merupakan *moving average* paling sederhana. *Simple moving average* dihitung dengan cara menjumlahkan deretan sebanyak periode dan di bagi dengan periode yang ditentukan tersebut. Persamaan 1 merupakan cara menghitung *simple moving average* [30], [31]. *Exponential Moving Average* (EMA) merupakan jenis *moving average* yang memberikan bobot lebih kepada harga terbaru dalam menghitung rata-rata. EMA merespon perubahan harga lebih cepat dibandingkan dengan SMA, karena memberikan bobot pada harga terbaru. hal ini membuat EMA lebih cepat respon terhadap harga dan kadang memberikan signal palsu. Persamaan 2 merupakan cara menghitung *Exponential moving average* [30]–[32]. *Real moving average* merupakan jenis perhitungan *moving average* yang memberikan bobot yang lebih besar pada harga terakhir, sehingga memberikan sinyal lebih cepat dibandingkan dengan jenis *moving average* lainnya. Persamaan 3 merupakan cara menghitung *real moving average* [30].

$$SMA_t(CP, n) = \frac{1}{n} \sum_{k=t-n+1}^t CP_k \quad (10)$$

$$EMA_t(CP, n) = \alpha \times CP_t + (1 - \alpha) \times EMA_{t-1}(n - 1) \quad (11)$$

$$RMA_t(CP, n) = (CP_t - RMA_{t-1}) \times \frac{n-1}{2} + RMA_{t-1} \quad (12)$$

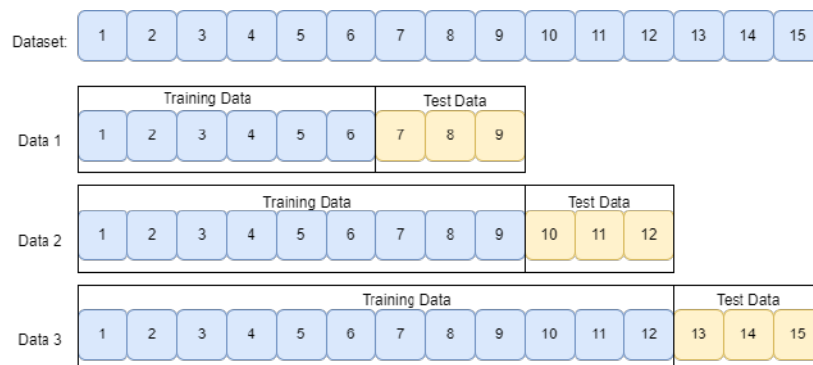
Dimana CP merupakan *close price*, dan *n* merupakan periode moving average yang ditentukan.

### C. Penggabungan data, Normalisasi, dan Split data latih - data uji

Data histori harian harga saham digabungkan dengan data teknikal indikator *various moving average*. Penggabungan dilakukan dengan menyatukan dataset histori dan data teknikal indikator berdasarkan index harian transaksi. Data hasil penggabungan dilakukan proses normalisasi min-max. Persamaan 4 merupakan cara untuk melakukan normalisasi min-max [33]. Data hasil normalisasi dilakukan pembagian data latih dan data uji. Split data latih dan data uji dilakukan dengan cross-validation. Gambar 3 merupakan proses cross-validation dan pembagian data latih – data uji.

$$x_{norm} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (13)$$

Dimana *x* adalah data asli, *x\_min* adalah nilai minimum dari data, *x\_max* adalah nilai maksimum dari data. Dan *x\_norm* merupakan data hasil normalisasi.



Gambar 3.3 Strategi Split data latih dan data uji menggunakan cross-validation

### D. Seleksi fitur menggunakan fitur penting berbasis impurity pada recursive feature elimination

Fitur penting berbasis impurity didapatkan dari fitur penting bawaan random forest regression. Impurity bawaan merujuk pada ukuran ketidakmurnian atau ketidaksempurnaan dalam set data pelatihan yang digunakan oleh setiap pohon keputusan dalam random forest. Dalam random forest regression, setiap pohon mempertimbangkan impurity bawaan untuk membagi set data menjadi subset yang lebih kecil. Pohon-pohon ini kemudian menggabungkan hasil prediksi mereka secara kolektif untuk menghasilkan prediksi akhir. Dengan

mempertimbangkan impurity bawaan, random forest regression dapat memilih fitur-fitur yang paling informatif dan relevan untuk memprediksi variabel target. Ini membantu mengurangi overfitting dan meningkatkan kualitas prediksi model secara keseluruhan. Dengan menggunakan impurity bawaan sebagai landasan, random forest regression memungkinkan model untuk mengambil keputusan yang lebih baik dan memberikan hasil yang lebih akurat dalam tugas regresi.

*Algoritma 1 Seleksi fitur berbasis impurity pada recursive feature elimination*

Input	: Fitur Hasil penggabungan fitur  Jumlah fitur yang diinginkan  Parameter <i>random forest regressor</i>
Output	: Daftar Fitur Relevan untuk prediksi harga saham
Step	: 1. Masukkan semua fitur hasil penggabungan fitur
	2. Masukkan jumlah fitur yang diinginkan
	3. Masukkan parameter <i>random forest regressor</i>
	4. Proses Pelatihan menggunakan <i>random forest regressor</i>
	5. Hitung Fitur Penting berbasis impurity hasil pelatihan <i>random forest regressor</i>
	6. Urutkan Fitur Penting Berbasis Impurity dari tertinggi hingga terendah
	7. Lakukan Eliminasi terhadap fitur dengan pengaruh terendah
	8. Ulangi langkah 4 sampai 7 hingga semua fitur telah tereliminasi dan didapatkan urutan pengaruh fitur
	9. Dapatkan fitur berpengaruh sesuai dengan jumlah yang diinginkan
	10. Fitur relevan yang berpengaruh untuk prediksi harga saham disimpan pada matrik.

Fitur penting berbasis impurity hasil dari *random forest regression* ini digunakan sebagai pertimbangan tingkat pentingnya fitur pada proses *recursive feature elimination*. Algoritma 1

merupakan langkah dari algoritma seleksi fitur berbasis impurity pada recursive feature elimination.

### E. Peramalan harga saham menggunakan machine learning

*Machine learning* untuk peramalan harga saham pada penelitian ini yaitu *support vector regression*, *linear regression*, *random forest regression*, dan *multi-layer perceptron regression*. *Machine learning* metode *linear regression* menggunakan penelitian [27], metode *multi-layer perceptron regression* menggunakan penelitian [28], metode *random forest regression* menggunakan penelitian [28], dan metode *support vector regression* menggunakan penelitian [29].

### F. Evaluasi peramalan

Evaluasi kinerja dari penelitian ini menggunakan Mean Square Error (MSE) ditunjukkan pada Persamaan 5, Root Mean Square Error (RMSE) ditunjukkan pada Persamaan 6, Mean Absolute Error (MAE) ditunjukkan pada Persamaan 7, dan Mean Percentage Absolute Error (MAPE) ditunjukkan pada Persamaan 8.

$$mse = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (14)$$

$$rmse = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (15)$$

$$mae = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (16)$$

$$mape = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100 \quad (17)$$

Dimana  $n$  merupakan jumlah total data,  $y_i$  merupakan nilai target asli, dan  $\hat{y}_i$  merupakan hasil prediksi target yang didapatkan. Penelitian ini dibandingkan dengan paper [27]–[29].

### G. Dokumentasi

Tahap terakhir dari penelitian adalah membuat dokumentasi dan penyusunan laporan akhir penelitian. Tahap ini bertujuan untuk menyimpan dokumentasi keseluruhan proses dan hasil penelitian yang telah dilakukan.

**BAB 4.**  
**BIAYA DAN JADWAL**

Bagian ini membahas tentang anggaran biaya penelitian dan jadwal penelitian yang akan dilaksanakan. Anggaran akan dibahas secara garis besar dan diperjelas pada lampiran. Jadwal penelitian akan membahas waktu dan proses pelaksanaan yang dilakukan.

**A. Anggaran Biaya**

Total Biaya penelitian Seleksi Fitur Menggunakan Fitur Penting Berbasis Impurity Pada Recursive Feature Elimination Untuk Prediksi Harga Saham adalah Rp. 11.125.000,- (Sebelas Juta Seratus Dua Puluh lima ribu rupiah). Tabel 4.1 merupakan garis besar penggunaan anggaran pada penelitian ini. Lampiran 1 menjelaskan secara detail pengeluaran penelitian yang dilakukan.

Table 4.1 Anggaran Biaya

No	Garis Besar Pengeluaran	Besaran
1	Honorarium	Rp. 4.200.000,-
2	Bahan Penelitian	Rp. 2.495.000,-
3	Pengumpulan Data	Rp. 880.000,-
4	Pelaporan, Luaran Penelitian	Rp. 3.550.000,-
Total		Rp. 11.125.000,-

**B. Jadwal Penelitian**

Jadwal pelaksanaan penelitian ini dari bulan januari hingga desember tahun 2023. Tabel 4.2 merupakan rincian jadwal kegiatan penelitian ini.

Table 4.2 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Studi Literature													

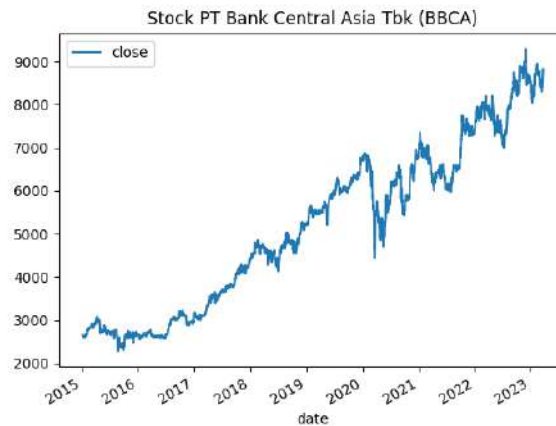
No	Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Pengumpulan Data	■	■										
3	Analisa dan Perancangan			■	■								
4	Implementasi Code				■	■	■						
5	Pengujian dan Evaluasi					■	■	■					
6	Penulisan Laporan							■	■				
7	Publikasi									■	■	■	■



## BAB 5.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah dataset historical saham BBCA didapatkan yaitu 1931 row data. Dataset perlu dilakukan penyesuaian dengan aksi korporasi stock split BBCA dengan perbandingan 1: 5 (lama:baru) pada tanggal 12 oktober 2021. Gambar 5.1 merupakan grafik harga saham BBCA setelah disesuaikan dengan aksi stock split.



*Gambar 5.1 Grafik harga BBCA setelah penyesuaian stock split*

Pembentukan teknikal indikator *various moving average* diantaranya yaitu *simple moving average*, *exponential moving average*, dan *real moving average*. Periode pembentukan *various moving average* yaitu 3 sampai 75. Total fitur teknikal indikator *various moving average* terbentuk yaitu 216 fitur. Tabel 2 merupakan sample hasil dari proses pembentukan *various moving average*. Sample hasil teknikal indikator pada Tabel 5.1 yaitu SMA\_70, SMA\_75, EMA\_70, EMA\_75, RMA\_70, dan RMA\_75 pada 20 april 2015 diantaranya 2824, 2811, 2856, 2849, 2850, dan 2847.

*Tabel 5.1 Sample data teknikal indikator various moving average*

Date	SMA_70	SMA_75	EMA_70	EMA_75	RMA_70	RMA_75
2015-04-21	2826	2813	2859	2851	2853	2850
2015-04-22	2831	2817	2862	2854	2855	2853

<b>2015-04-23</b>	2837	2822	2866	2858	2858	2856
<b>2015-04-24</b>	2843	2827	2870	2862	2861	2859
<b>2015-04-27</b>	2846	2830	2868	2861	2861	2858

Data historical dan data teknikal indicator various moving average dilakukan penggabungan. Jumlah fitur hasil penggabungan data historical dan data teknikal indikator yaitu 235 fitur. Data hasil penggabungan dilakukan proses pembagian data latih dan data uji menggunakan cross-validation. Tabel 5.2 merupakan hasil dari cross-validation data latih dan data uji. Cross-validation digunakan yaitu 5 CV. Jumlah data test digunakan adalah 20 data. Cross-validation dari 1 hingga 5 secara berurutan yaitu 1831, 1851, 1871, 1891, dan 1911 data.

*Tabel 5.2 Cross-validation data latih dan data uji*

<b>Cross-Validation</b>	<b>Number of Train Data</b>	<b>Number of Test Data</b>
<b>1</b>	1831	20
<b>2</b>	1851	20
<b>3</b>	1871	20
<b>4</b>	1891	20
<b>5</b>	1911	20

Data hasil pembagian data latih dan data uji dilakukan proses seleksi fitur. Seleksi fitur berdasarkan fitur penting berbasis impurity menggunakan *recursive feature elimination*. Pengaturan seleksi fitur digunakan yaitu 1 hingga 235 fitur. Tabel 5.3 merupakan hasil seleksi fitur dengan n fitur 5, 6, dan 7 fitur.

Tabel 5.3 Fitur hasil seleksi dengan n 5, 6, dan 7 fitur

n fitur	CV 1	CV 2	CV 3	CV 4	CV 5
5	close, ema_3, bid, offer, sma_75	close, sma_75, offer, ema_3, bid	close, sma_3, bid, offer, sma_75	close, bid, offer, sma_3, sma_74	close, offer, ema_3, bid, sma_73
6	close, ema_3, bid, offer, sma_75, ema_5	close, sma_75, offer, ema_3, bid, sma_66	close, sma_3, bid, offer, sma_75, ema_3	close, bid, offer, sma_3, ema_3, sma_74	close, offer, sma_3, bid, sma_73, ema_3
7	close, ema_3, bid, offer, sma_75, ema_5, sma_72	close, sma_75, offer, ema_3, bid, sma_66, sma_3	close, sma_3, bid, offer, sma_75, ema_3, sma_73	close, bid, offer, sma_3, ema_3, sma_74, sma_75	close, offer, sma_3, bid, sma_73, ema_3, sma_42

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa fitur yang penting berbasis impurity dengan jumlah n fitur 5 CV1 (close, ema\_3, bid, offer, sma\_75), CV2 (close, sma\_75, offer, ema\_3, bid), CV3 (close, sma\_3, bid, offer, sma\_75), CV4 (close, bid, offer, sma\_3, sma\_74), dan CV5 (close, offer, ema\_3, bid, sma\_73). Hasil cross-validation sebanyak 5 kali pada jumlah fitur 5 yang selalu muncul yaitu close, bid, dan over. Fitur lainnya berubah-ubah sesuai dengan jumlah data latih yang digunakannya. Hal ini menunjukkan histori jumlah data yang digunakan mempengaruhi terhadap teknikal indikator yang penting pada peramalannya. Fitur penting ini terus ada pada jumlah fitur lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa close / penutupan harga, bid / permintaan, offer / transaksi berhasil, *simple moving average*, dan *exponential moving average* memiliki nilai penting untuk peramalan harga saham. Fitur penting Tabel 4 dijadikan sebagai fitur imputan pada proses pelatihan dan peramalan harga saham menggunakan machine learning. Machine learning digunakan yaitu *linear regression*, *multi-layer perceptron regression*, *random forest regression*, dan *support vector regression*.

Tabel 5.4 peramalan menggunakan seleksi fitur dan linear regression

<i>Mean absolute error (MAE)</i>						
<b>n fitur</b>	<b>CV1</b>	<b>CV2</b>	<b>CV3</b>	<b>CV4</b>	<b>CV5</b>	<b>Means</b>
6	0.011311	0.015555	0.011414	0.01334	0.012596	<b>0.012843</b>
7	0.011303	0.015479	0.01134	0.013536	0.012649	0.012862
5	0.011392	0.015546	0.01153	0.013251	0.012663	0.012876
<i>Mean absolute percentage error (MAPE)</i>						
6	1.21649%	1.68688%	1.33563%	1.46387%	1.40894%	<b>1.42236%</b>
7	1.21513%	1.67844%	1.32637%	1.48550%	1.41509%	1.42411%
5	1.22517%	1.68590%	1.34907%	1.45423%	1.41646%	1.42616%
<i>Mean squared error (MSE)</i>						
6	0.000175	0.000377	0.000234	0.000321	0.00029	<b>0.000279</b>
5	0.000176	0.000379	0.000233	0.000317	0.000292	0.000279
12	0.00017	0.000352	0.000255	0.00034	0.000292	0.000282
<i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i>						
6	0.013217	0.019425	0.015298	0.017905	0.017038	<b>0.016577</b>
5	0.01328	0.019469	0.01527	0.017798	0.017091	0.016582
7	0.013251	0.019395	0.015238	0.018205	0.017165	0.016651

Tabel 5.4 menunjukkan hasil terbaik dari peramalan harga saham BBCA menggunakan seleksi future dan *machine learning linear regression*. Hasil menunjukkan jumlah fitur optimal yang selalu muncul berdasarkan *mean absolute error*, *mean absolute percentage error*, *mean squared error*, dan *root mean squared error* yaitu 6 dan 5 fitur. Hasil rata-rata untuk 6 fitur pada *mae*, *mape*, *mse*, dan *rmse* yaitu 0.012843, 1.42236%, 0.000279, dan 0.016577. Hasil rata-rata pada 5 fitur pada *mae*, *mape*, *mse*, dan *rmse* yaitu 0.012876, 1.42616%, 0.000279, dan 0.016582. Jumlah fitur optimal selain 6 dan 5 pada pengukuran *mean absolute error*, *mean absolute percentage error* dan *root mean squared error* yaitu 7 fitur, sedangkan pada pengukuran *mean absolute error* yaitu 12 fitur.

Tabel 5.5 peramalan menggunakan seleksi fitur dan multi-layer perceptron regressor

<i>Mean absolute error (MAE)</i>						
<b>n fitur</b>	<b>CV1</b>	<b>CV2</b>	<b>CV3</b>	<b>CV4</b>	<b>CV5</b>	<b>Means</b>
6	0.010571	0.01153	0.015534	0.014924	0.015689	<b>0.013649</b>
5	0.010143	0.011989	0.012285	0.021639	0.012955	0.013802
203	0.010072	0.012652	0.015736	0.01484	0.015805	0.013821
<i>Mean absolute percentage error (MAPE)</i>						
6	1.131720%	1.246523%	1.829095%	1.629099%	1.776142%	<b>1.522516%</b>
5	1.093316%	1.292557%	1.444330%	2.349643%	1.455173%	1.527004%
203	1.083463%	1.372407%	1.853917%	1.619099%	1.780863%	1.541950%
<i>Mean squared error (MSE)</i>						
6	0.000168	0.000345	0.000381	0.000304	0.000388	<b>0.000317</b>
58	0.000183	0.000475	0.000296	0.000292	0.000357	0.00032
203	0.000159	0.000347	0.000429	0.000265	0.000424	0.000325
<i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i>						
6	0.012956	0.018583	0.019529	0.017438	0.01971	<b>0.017643</b>
58	0.01351	0.021785	0.017198	0.017089	0.018882	0.017693
203	0.012613	0.018618	0.02071	0.016265	0.020596	0.01776

Tabel 5.5 merupakan hasil peramalan menggunakan seleksi fitur dan *machine learning multi-layer perceptron regressor*. Jumlah fitur optimal yang muncul bersamaan pada *mean absolute error*, *mean absolute percentage error*, *mean squared error*, dan *root mean squared error* adalah 6 dan 203 fitur. Hasil rata-rata pengukuran peramalan berdasarkan *mean absolute error*, *mean absolute percentage error*, *mean squared error*, dan *root mean squared error* dengan 6 fitur yaitu 0.013649, 1.522516%, 0.000317, dan 0.017643. Hasil rata-rata pengukuran peramalan menggunakan 203 fitur yaitu 0.013821, 1.541950%, 0.000325, dan 0.01776. Jumlah fitur optimal selain 5 dan 203 berdasarkan pengukuran *mean absolute error*, dan *mean absolute percentage error* yaitu 5 fitur. Hasil rata-rata 5 fitur tersebut yaitu 0.013802, dan 1.527004%. Sedangkan jumlah fitur optimal berdasarkan *mean squared error*, dan *root mean squared error* yaitu 58 fitur. Hasil rata-rata 58 fitur tersebut yaitu 0.00032, dan 0.017693.

Tabel 5.6 peramalan menggunakan seleksi fitur dan random forest regressor

<i>Mean absolute error (MAE)</i>						
<b>n fitur</b>	<b>CV1</b>	<b>CV2</b>	<b>CV3</b>	<b>CV4</b>	<b>CV5</b>	<b>Means</b>
1	0.021663	0.0135	0.013841	0.018029	0.0175	0.016906
2	0.02401	0.017491	0.013706	0.017555	0.013783	0.017309
84	0.014772	0.028454	0.02137	0.01447	0.014845	0.018782
<i>Mean absolute percentage error (MAPE)</i>						
1	2.304548%	1.479749%	1.622579%	1.976972%	1.952618%	1.867293%
2	2.554530%	1.923988%	1.610011%	1.919189%	1.537683%	1.909080%
84	1.567447%	3.140961%	2.520094%	1.583412%	1.665163%	2.095415%
<i>Mean squared error (MSE)</i>						
1	0.000667	0.000338	0.00034	0.000498	0.000453	0.000459
2	0.000813	0.000497	0.000357	0.000471	0.000308	0.000489
84	0.000387	0.001024	0.000692	0.000311	0.000349	0.000553
<i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i>						
1	0.025835	0.018379	0.018433	0.022318	0.021276	0.021248
2	0.028518	0.022287	0.018893	0.021692	0.017547	0.021788
84	0.019675	0.031993	0.026305	0.017634	0.018694	0.02286

Tabel 5.6 merupakan hasil peramalan menggunakan seleksi fitur dan *machine learning random foresr regressor*. Jumlah fitur optimal yang muncul bersamaan berdasarkan pengukuran *mean absolute error*, *mean absolute percentage error*, *mean squared error*, dan *root squared error* yaitu 1, 2, dan 84 fitur. Hasil rata-rata pengukuran berdasarkan pada jumlah 1 fitur yaitu 0.016906, 1.867293%, 0.000459, dan 0.021248. Hasil rata-rata berdasarkan pada jumlah 2 fitur yaitu 0.017309, 1.909080%, 0.000489, dan 0.021788. Hasil rata-rata berdasarkan pada jumlah 84 fitur yaitu 0.018782, 2.095415%, 0.000553, dan 0.02286. Jarak perbedaan antar jumlah fitur optimal berdasarkan *mean absolute percentage error* adalah 0.1% serta ketiganya dibawah 10%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil peramalan berdasarkan *mean absolute percentage error* sangat baik.

Tabel 5.7 peramalan menggunakan seleksi fitur dan Support vector regressor

<i>Mean absolute error (MAE)</i>						
<b>n fitur</b>	<b>CV1</b>	<b>CV2</b>	<b>CV3</b>	<b>CV4</b>	<b>CV5</b>	<b>Means</b>
5	0.097997	0.056449	0.014296	0.027853	0.015241	<b>0.042367</b>
6	0.098876	0.055603	0.013606	0.028465	0.015487	0.042407
4	0.098072	0.05564	0.016077	0.027446	0.015487	0.042544
<i>Mean absolute percentage error (MAPE)</i>						
5	10.472490%	6.121854%	1.675896%	3.009002%	1.692599%	<b>4.594368%</b>
6	10.566763%	6.027424%	1.592228%	3.075740%	1.718050%	4.596041%
4	10.480370%	6.031937%	1.890863%	2.964193%	1.722999%	4.618072%
<i>Mean squared error (MSE)</i>						
2	0.009073	0.004343	0.000237	0.001118	0.00045	<b>0.003044</b>
5	0.009936	0.003868	0.000296	0.000955	0.000359	0.003083
4	0.009956	0.003791	0.000382	0.000933	0.000357	0.003084
<i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i>						
5	0.099682	0.062193	0.017209	0.030902	0.018953	<b>0.045788</b>
6	0.100528	0.061587	0.016432	0.031654	0.019576	0.045955
4	0.099781	0.061575	0.019545	0.030543	0.018891	0.046067

Tabel 5.7 merupakan hasil peramalan menggunakan seleksi fitur dan *machine learning support vector regressor*. Jumlah fitur optimal berdasarkan pengukuran *mean absolute error*, *mean absolute percentage error*, *mean squared error*, dan *root mean squared error* yaitu 5 dan 4 fitur. Hasil rata-rata pengukuran menggunakan 5 fitur yaitu 0.042367, 4.594368%, 0.003044, dan 0.045788. Hasil rata-rata pengukuran menggunakan 4 fitur yaitu 0.042544, 4.618072%, 0.003084, dan 0.046067. Jumlah fitur optimal lainnya yang muncul pada pengukuran *mean absolute error*, *mean absolute percentage error*, dan *root squared error* adalah 6 fitur. Hasil rata-rata pengukuran menggunakan 6 fitur yaitu 0.042407, 4.596041%, dan 0.045955. jumlah fitur optimal lainnya berdasarkan pengukuran *mean squared error* yaitu 2 fitur. Hasil rata-rata pengukuran menggunakan 2 fitur adalah 0.003044.

Tabel 5.8 Peramalan menggunakan Linear Regression [27]

Metrik	CV1	CV2	CV3	CV4	CV5	Means
<b>MSE</b>	0.0002052	0.0003847	0.0002565	0.0004068	0.0003237	0.0003154
<b>RMSE</b>	0.0143242	0.0196125	0.016016	0.0201702	0.0179923	0.017623
<b>MAE</b>	0.0118409	0.0156188	0.0120237	0.0152298	0.0127835	0.0134993
<b>MAPE</b>	1.270862%	1.693128%	1.405889%	1.670003%	1.428955%	1.493767%

Tabel 5.8 merupakan peramalan menggunakan machine learning linear regression dan tanpa seleksi fitur. Hasil rata-rata pengukuran menggunakan *mse*, *rmse*, *mae*, dan *mape* yaitu 0.0003154, 0.017623, 0.0134993, dan 1.493767%. Hasil pengukuran *mean squared error*, *root mean absolute error*, *mean absolute error*, dan *mean absolute percentage error* pada Tabel 9 tanpa teknikal indikator *various moving average* dan *seleksi fitur* dibandingkan dengan metode usulan Tabel 5.8 menggunakan teknikal indikator *various moving average* dan seleksi fitur menunjukkan bahwa metode usulan lebih unggul. Hasil rata-rata *mean squared error* Tabel 9 yaitu 0.0003154, sedangkan metode usulan Tabel 5 untuk fitur optimal keiganya yaitu 0.000279, 0.000279, dan 0.000282. Hasil rata-rata *root mean squared error* Tabel 9 yaitu 0.017623, sedangkan metode usulan Tabel 5 untuk fitur optimal ketiganya yaitu 0.016577, 0.016582, dan 0.016651. Hasil rata-rata *mean absolute error* Tabel 9 yaitu 0.0134993, sedangkan metode usulan Tabel 5 untuk fitur optimal ketiganya yaitu 0.012843, 0.012862, dan 0.012876. Hasil rata-rata *mean absolute percentage error* Tabel 9 yaitu 1.493767%, sedangkan metode usulan Tabel 5 untuk fitur optimal ketiganya yaitu 1.42236%, 1.42411%, dan 1.42616%.

Tabel 5.9 Peramalan menggunakan Multi-Layer Perceptron Regressor [28]

Metrik	CV1	CV2	CV3	CV4	CV5	Means
<b>MSE</b>	0.0001659	0.00176	0.0005533	0.0011806	0.0021067	0.0011533
<b>RMSE</b>	0.012882	0.0419523	0.0235226	0.0343593	0.0458991	0.0317231
<b>MAE</b>	0.0099484	0.0379828	0.0181873	0.0288728	0.0427691	0.0275521
<b>MAPE</b>	1.068780%	4.188809%	2.143306%	3.118260%	4.816896%	3.067210%

Tabel 5.9 merupakan peramalan menggunakan machine learning multi-layer perceptron regressor tanpa seleksi fitur. Hasil rata-rata pengukuran *mse*, *rmse*, *mae*, dan *mape* yaitu



0.0011533, 0.0317231, 0.0275521, dan 3.067210%. Hasil pengukuran *mean squared error*, *root mean squared error*, *mean absolute error*, dan *mean absolute percentage error* Tabel 10 dibandingkan metode usulan pada Tabel 5.5 menunjukkan bahwa metode usulan lebih unggul pada semua pengukuran. Hasil rata-rata *mean squared error* pada Tabel 10 yaitu 0.0011533, sedangkan metode usulan pada Tabel 6 yaitu 0.000317, 0.00032, dan 0.000325. Hasil rata-rata *root mean squared error* Tabel 10 yaitu 0.0317231, sedangkan metode usulan pada Tabel 6 yaitu 0.017643, 0.017693, dan 0.01776. Hasil rata-rata *mean absolute error* Tabel 10 yaitu 0.0275521, sedangkan metode usulan pada Tabel 6 yaitu 0.013649, 0.013802, dan 0.013821. Hasil rata-rata *mean absolute percentage error* Tabel 10 yaitu 3.067210%, sedangkan metode usulan pada Tabel 6 yaitu 1.522516%, 1.527004%, dan 1.541950%.

*Tabel 5.10 Peramalan menggunakan Random Forest Regression [28]*

<b>Metrik</b>	<b>CV1</b>	<b>CV2</b>	<b>CV3</b>	<b>CV4</b>	<b>CV5</b>	<b>Means</b>
<b>MSE</b>	0.0004266	0.0012858	0.0007337	0.0003654	0.0003101	0.0006243
<b>RMSE</b>	0.0206537	0.0358582	0.027086	0.0191149	0.017609	0.0240644
<b>MAE</b>	0.015605	0.0323968	0.0215943	0.0157527	0.0139964	0.019869
<b>MAPE</b>	1.655635%	3.581127%	2.545511%	1.724639%	1.570199%	2.215423%

Tabel 5.10 merupakan peramalan menggunakan *machine learning random forest regression* tanpa seleksi fitur. Hasil rata-rata *mean squared error*, *root mean squared error*, *mean absolute error*, dan *mean absolute percentage error* yaitu 0.0006243, 0.0240644, 0.019869, dan 2.215423%. Hasil pengukuran pada Tabel 5.10 dibandingkan dengan metode usulan pada Tabel 7 menunjukkan bahwa metode usulan lebih unggul dari seluruh pengukuran yang dilakukan. Hasil rata-rata *mean squared error* Tabel 5.10 yaitu 0.0006243, sedangkan metode usulan pada Tabel 7 yaitu 0.000459, 0.000489, dan 0.000553. Hasil rata-rata *root mean squared error* Tabel 5.10 yaitu 0.0240644, sedangkan metode usulan pada Tabel 5.6 yaitu 0.021248, 0.021788, dan 0.02286. Hasil rata-rata *mean absolute error* Tabel 5.10 yaitu 0.019869, sedangkan metode usulan pada Tabel 7 yaitu 0.016906, 0.017309, dan 0.018782. Hasil rata-rata *mean absolute percentage error* table 5.10 yaitu 2.215423%, sedangkan metode usulan Tabel 7 yaitu 1.867293%, 1.909080%, dan 2.095415%.

Tabel 5.11 Peramalan menggunakan Support Vector Regression [29]

Metrik	CV1	CV2	CV3	CV4	CV5	Means
<b>MSE</b>	0.01091764	0.0040696	0.0005899	0.0013354	0.000447	0.0034719
<b>RMSE</b>	0.10448753	0.0637935	0.024287	0.0365437	0.0211412	0.0500506
<b>MAE</b>	0.10275549	0.0581385	0.0202751	0.0323792	0.0176658	0.0462428
<b>MAPE</b>	10.981925%	6.306595%	2.386893%	3.492601%	1.966023%	5.026808%

Tabel 5.11 merupakan peramalan menggunakan *machine learning support vector regression* tanpa seleksi fitur. Hasil rata-rata *mean squared error*, *root mean squared error*, *mean absolute error*, dan *mean absolute percentage error* yaitu 0.0034719, 0.0500506, 0.0462428, dan 5.026808%. Hasil pengukuran pada Tabel 5.11 dibandingkan dengan metode usulan pada Tabel 5.7 menunjukkan bahwa metode usulan lebih unggul pada semua pengukuran yang dilakukan. Hasil rata-rata *mean squared error* Tabel 5.11 yaitu 0.0034719, sedangkan metode usulan pada Tabel 5.7 yaitu 0.003044, 0.003083, dan 0.003084. Hasil rata-rata pengukuran *root mean squared error* Tabel 12 yaitu 0.0500506, sedangkan metode usulan pada Tabel 5.7 yaitu 0.045788, 0.045955, dan 0.046067. Hasil rata-rata pengukuran *mean absolute error* Tabel 5.11 yaitu 0.0462428, sedangkan hasil metode usulan pada Tabel 5.7 yaitu 0.042367, 0.042407, dan 0.042544. Hasil rata-rata pengukuran *mean absolute percentage error* Tabel 12 yaitu 5.026808%, sedangkan hasil metode usulan pada Tabel 5.7 yaitu 4.594368%, 4.596041%, dan 4.618072%.

## **BAB 6.**

### **KESIMPULAN**

Penelitian ini mengusulkan fitur penting berbasis impurity untuk seleksi fitur pada recursive feature elimination pada Peramalan Harga Saham dengan data historical dan various moving average. Data saham yang digunakan data transaksi harian dan data tekniska indikator various moving average (simple moving average, exponenetial moving average, dan real moving average). Seleksi fitur menggunakan fitur penting berbasis impurity pada recursive feature elimination. Peramalan menggunakan machine learning linear regression, multi-layer perceptron regressor, random forest regressor, dan support vector regression. Hasil pengukuran mse, rmse, mae, dan mape fitur optimal paling baik didapatkan dengan jumlah 6 fitur dan machine learning linear regression. Nilai rata-rata mse, rmse, mae, dan mape yaitu 0.000279, 0.016577, 0.012843, dan 1.42236%. Hal ini membuktikan fitur penting berbasis impurity untuk seleksi fitur pada recursive feature elimination dengan menggunakan data histori dan various moving average berhasil melakukan peramalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. F. Karya, P. Katias, T. Herlambang, and D. Rahmalia, "Development of Unscented Kalman Filter Algorithm for stock price estimation," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1211, no. 1, p. 012031, Apr. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1211/1/012031.
- [2] A. Ashok and C. . Prathibhamol, "Improved Analysis of Stock Market Prediction: (ARIMA-LSTM-SMP)," in *2021 4th Biennial International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE)*, Jan. 2021, no. Icn-te, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICNTE51185.2021.9487745.
- [3] S. K. Jena, A. K. Tiwari, A. Dash, and E. J. Aikins Abakah, "Volatility Spillover Dynamics between Large-, Mid-, and Small-Cap Stocks in the Time-Frequency Domain: Implications for Portfolio Management," *J. Risk Financ. Manag.*, vol. 14, no. 11, p. 531, Nov. 2021, doi: 10.3390/jrfm14110531.
- [4] Y. Gao, R. Wang, and E. Zhou, "Stock Prediction Based on Optimized LSTM and GRU Models," *Sci. Program.*, vol. 2021, pp. 1–8, Sep. 2021, doi: 10.1155/2021/4055281.
- [5] M. Reza Pahlawan, E. Riksakomara, R. Tyasnurita, A. Muklason, F. Mahananto, and R. A. Vinarti, "Stock price forecast of macro-economic factor using recurrent neural network," *IAES Int. J. Artif. Intell.*, vol. 10, no. 1, p. 74, Mar. 2021, doi: 10.11591/ijai.v10.i1.pp74-83.
- [6] D. Jothimani and S. S. Yadav, "Stock trading decisions using ensemble-based forecasting models: a study of the Indian stock market," *J. Bank. Financ. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 113–129, 2019, doi: 10.1007/s42786-019-00009-7.
- [7] S. R. Hamzah, H. Halul, A. Jeng, and Umul Ain'syah Sha'ari, "Forecasting Nestle Stock Price by using Brownian Motion Model during Pandemic Covid-19," *Malaysian J. Sci. Heal. Technol.*, vol. 7, no. 2, pp. 58–64, 2021, doi: 10.33102/mjosht.v7i2.214.
- [8] A. Thakkar and K. Chaudhari, "Fusion in stock market prediction: A decade survey on the necessity, recent developments, and potential future directions," *Inf. Fusion*, vol. 65, pp. 95–107, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.inffus.2020.08.019.
- [9] A. Dezhkam and M. T. Manzuri, "Forecasting stock market for an efficient portfolio by combining XGBoost and Hilbert–Huang transform," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 118,

- p. 105626, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.engappai.2022.105626.
- [10] C.-H. Cheng, M.-C. Tsai, and C. Chang, “A Time Series Model Based on Deep Learning and Integrated Indicator Selection Method for Forecasting Stock Prices and Evaluating Trading Profits,” *Systems*, vol. 10, no. 6, p. 243, Dec. 2022, doi: 10.3390/systems10060243.
- [11] L. L. X. Yeo, Q. Cao, and C. Quek, “Dynamic portfolio rebalancing with lag-optimised trading indicators using SeroFAM and genetic algorithms,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 216, p. 119440, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2022.119440.
- [12] J. P. Verma, S. Tanwar, S. Garg, I. Gandhi, and N. H. Bachani, “Evaluation of Pattern Based Customized Approach for Stock Market Trend Prediction With Big Data and Machine Learning Techniques,” *Int. J. Bus. Anal.*, vol. 6, no. 3, pp. 1–15, Jul. 2019, doi: 10.4018/IJBAN.2019070101.
- [13] P. Chhajer, M. Shah, and A. Kshirsagar, “The applications of artificial neural networks, support vector machines, and long–short term memory for stock market prediction,” *Decis. Anal. J.*, vol. 2, p. 100015, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.dajour.2021.100015.
- [14] Y. Li, P. Ni, and V. Chang, “Application of deep reinforcement learning in stock trading strategies and stock forecasting,” *Computing*, vol. 102, no. 6, pp. 1305–1322, Jun. 2020, doi: 10.1007/s00607-019-00773-w.
- [15] A. F. Kamara, E. Chen, and Z. Pan, “An ensemble of a boosted hybrid of deep learning models and technical analysis for forecasting stock prices,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 594, pp. 1–19, 2022, doi: 10.1016/j.ins.2022.02.015.
- [16] J. Ayala, M. García-Torres, J. L. V. Noguera, F. Gómez-Vela, and F. Divina, “Technical analysis strategy optimization using a machine learning approach in stock market indices,” *Knowledge-Based Syst.*, vol. 225, p. 107119, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.knosys.2021.107119.
- [17] V. Vora, M. Shah, A. Chouhan, and P. Tawde, “Stock Market Prices and Returns Forecasting Using Deep Learning Based on Technical and Fundamental Analysis,” *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 401, pp. 717–728, 2023. doi: 10.1007/978-981-19-0098-3\_68.

- [18] Z. Nourbakhsh and N. Habibi, “Combining LSTM and CNN methods and fundamental analysis for stock price trend prediction,” *Multimed. Tools Appl.*, Oct. 2022, doi: 10.1007/s11042-022-13963-0.
- [19] M. Karanasos, S. Yfanti, and J. Hunter, “Emerging stock market volatility and economic fundamentals: the importance of US uncertainty spillovers, financial and health crises,” *Ann. Oper. Res.*, vol. 313, no. 2, pp. 1077–1116, 2022, doi: 10.1007/s10479-021-04042-y.
- [20] A. Thakkar and K. Chaudhari, “A comprehensive survey on deep neural networks for stock market: The need, challenges, and future directions,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 177, no. March, p. 114800, 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.114800.
- [21] Y. Ma, R. Mao, Q. Lin, P. Wu, and E. Cambria, “Multi-source aggregated classification for stock price movement prediction,” *Inf. Fusion*, vol. 91, pp. 515–528, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.inffus.2022.10.025.
- [22] H. Kang, X. Zong, J. Wang, and H. Chen, “Binary gravity search algorithm and support vector machine for forecasting and trading stock indices,” *Int. Rev. Econ. Financ.*, vol. 84, pp. 507–526, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.iref.2022.11.009.
- [23] Y. Ayyappa and A. P. Siva Kumar, “Optimized long short-term memory-based stock price prediction with sentiment score,” *Soc. Netw. Anal. Min.*, vol. 13, no. 1, p. 13, Dec. 2023, doi: 10.1007/s13278-022-01004-5.
- [24] F. Orte, J. M. M. McWilliams, and Other, “A Random Forest-based model for crypto asset forecast in futures markets with out-of-sample prediction Preprint,” *Res. Int. Bus. Financ.*, vol. 14, no. 2, pp. 1170–1177, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.ribaf.2022.101829.
- [25] T. Bao, B. Corgnet, N. Hanaki, Y. E. Riyanto, and J. Zhu, “Predicting the Unpredictable: New Experimental Evidence on Forecasting Random Walks,” *SSRN Electron. J.*, vol. 146, p. 104571, Jan. 2022, doi: 10.2139/ssrn.4169343.
- [26] S. Deng, X. Huang, Y. Zhu, Z. Su, Z. Fu, and T. Shimada, “Stock index direction forecasting using an explainable eXtreme Gradient Boosting and investor sentiments,” *North Am. J. Econ. Financ.*, vol. 64, p. 101848, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.najef.2022.101848.

- [27] I. Guyon, J. Weston, S. Barnhill, and V. Vapnik, “Gene selection for cancer classification using support vector machines,” *Mach. Learn.*, vol. 46, no. 1–3, pp. 389–422, Jan. 2002, doi: 10.1023/A:1012487302797.
- [28] I. Botunac, A. Panjkota, and M. Matetic, “The effect of feature selection on the performance of long short-term memory neural network in stock market predictions,” in *Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium*, vol. 31, no. 1, 2020, pp. 592–598. doi: 10.2507/31st.daaam.proceedings.081.

## Lampiran 1 Justifikasi Anggaran Penelitian

No	Uraian	Satuan	Volume	Besaran	Volume Besaran x
1.	Analisis Data				
	a. ATK (Pena)	paket	1	Rp. 70.000	70.000
	b. ATK (Kertas A4)	OB	2	Rp. 300.000	600.000
	c. Pembantu Peneliti/ Perekayasa	OJ	100	Rp. 19.900	1.990.000
	d. Pengolah Data	Penelitian	1	Rp. 1.540.000	1.540.000
<b>Subtotal Honorarium</b>					<b>4.200.000</b>
2	Bahan Penelitian				
	a. ATK				
	1) Kertas A4	Paket	5	60.000	300.000
	2) Pena	Paket	1	70.000	70.000
	3) Map	Paket	1	70.000	70.000
	b. Bahan Penelitian Habis Pakai				
	1) Sewa Google Colab Pro+	Unit	4	Rp 750.000	3.000.000
	2) Lisensi Zoom Meeting	paket	1	500.000	500.000
<b>Subtotal Bahan Penelitian</b>					<b>2.495.000</b>
3.	Pengumpulan Data				
	a. Transport	Ok	20	6.500	130.000
	b. Biaya Konsumsi	Ok	20	25.000	750.000
<b>Subtotal biaya pengumpulan data</b>					<b>880.000</b>
4.	Pelaporan, Luaran Penelitian				
	a. Foto Copy Proposal dan Laporan, Kuisisioner dsb	OK	200	Rp. 150	30.000
	b. Jilid Laporan	OK	4	Rp. 5000	20.000
	c. Luaran Penelitian				
	a) Jurnal Nasional Sinta 1	Cond.		10.000.000	10.000.000
	b) Jurnal Nasional Sinta 2		paket		
	c) Jurnal Nasional Sinta 3				
<b>Subtotal biaya Laporan dan Luaran Penelitian</b>					<b>3.550.000</b>
<b>Total</b>					<b>11.125.000</b>



**Lampiran 2** Susunan organisasi tim peneliti

NO	Nama	Jabatan	Pembagian Tugas	Instansi Asal	Alokasi Waktu
1	Arif Mudi Priyatno	Ketua	Konseptor Penelitian	Universitas Pahlawan	6 jam/minggu
2	Wahyu Febri Ramadhan Sudirman	Anggota 1	Membantu melakukan Analisa data	Universitas Pahlawan	6 jam/minggu
3	R. Joko Musridho	Anggota 2	Membantu membangun fitur teknis indikator	Universitas Pahlawan	6 jam/minggu
4	Fazilla Amalia	Anggota 5 (Mahasiswa Bisnis Digital)	Membantu Pengambilan Data	Universitas Pahlawan	6 jam/minggu

## Lampiran 3 Biodata ketua tim pengusul

### A. Biodata Arif Mudi Priyatno Sebagai Ketua Tim Pengusul

#### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Arif Mudi Priyatno, S.T., M.Kom
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Jabatan Fungsional	-
4	NIK	14090323059501
5	NIDN	1023059501
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Pasir Emas, 23 Mei 1995
7	E-mail	<a href="mailto:arifmudi@universitaspahlawan.ac.id">arifmudi@universitaspahlawan.ac.id</a>
8	Nomor Telepon/ HP	082390449323
9	Alamat Kantor	Jl. Tuanku Tambusai No.23 Bangkinang
10	Nomor Telepon/ Faks	(0762)
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = - orang, S-2 = - orang, S-3 = - orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Pengantar Teknologi Informasi

#### B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UIN SULTAN SYARIF KASIM RIAU	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	
Bidang Ilmu	Teknik Informastika	Teknik Informatika	
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Penerapan <i>Wavelet Haar</i> dan <i>Backpropagation</i> Untuk Pengelompokan Diabetik Retinopati Berdasarkan Citra Retina Mata	Deteksi Akun Spammer Berdasarkan Hashtag Dan Aktifitas Komunitas Pada Twitter.	
Nama Pembimbing/Promotor	Suwanto Sanjaya, S.T., M.Kom	Prof. Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom	

**C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir  
(Bukan Skripsi, Tesis, dan Disertasi)**

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1				

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1				

**E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor /Tahun
1	2022	TF-IDF Weighting to Detect Spammer Accounts on Twitter based on Tweets and Retweet Representation of Tweets	SISTEMASI	11/3/2022
2	2022	N-Gram Feature for Comparison of Machine Learning Methods on Sentiment in Financial News Headlines	Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)	1/1/2022
3	2022	Dice Similarity and TF-IDF for New Student Admissions Chatbot	Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)	1/1/2022
6	2020	Spammer Detection Based on Account, Tweet, and Community Activity on Twitter	Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi	13/2/2020

7	2020	Combination of extraction features based on texture and colour feature for beef and pork classification	Journal of Physics: Conference Series	1563/1/2020
8	2019	Automatic image slice marking propagation on segmentation of dental CBCT	TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)	17/6/2019
9	2019	Perbandingan Imputasi dan Parameter Support Vector Regression Untuk Peramalan Cuaca	Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer	10/2/2019
10	2019	The Application of Haar Wavelet and Backpropagation For Diabetic Retinopathy Classification Based on Eye Retina Image	International Journal Of Science, Engineering, And Information Technology	3/2/2019
11	2019	Deteksi bot spammer twitter berbasis time interval entropy dan global vectors for word representations tweet's hashtag	Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi	5/1/2019

**F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Persentation*) dalam 5 Tahun**

No	Nama Temu Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel	Waktu dan Tempat
1			

**G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Deteksi akun spammer pada Twitter menggunakan machine learning	2021		PT. Pena Persada Kerta Utama

**H. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir**

No	Judul/ Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				

**I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/ Rekayasa Sosial Lainnya dalam 10 Tahun Terakhir**

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1				

**J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari Pemerintah, Asosiasi, atau Institusi Lainnya)**

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penugasan Penelitian Dosen Pemula

Bangkinang, 01 Februari 2023



Arif Mudi Priyatno, S.T., M.Kom

**Lampiran 4** Surat pernyataan ketua peneliti

**SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Mudi Priyatno, S.T., M.Kom  
NIP : -  
NIDN : 1023059501  
Pangkat/Golongan : Asisten Ahli/III B  
Alamat : Desa Pasir Emas, Kecamatan Singingi, Kabupaten Kuansing

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian saya yang berjudul: “Seleksi Fitur Menggunakan Fitur Penting Berbasis Impurity Pada Recursive Feature Elimination Untuk Prediksi Harga Saham” dan diusulkan dalam skim Penelitian Terapan T.A. 2023/2024 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Bangkinang, 1 Juli 2024

Mengetahui,  
Dekan

Ketua Peneliti,



Dr. Samsurijal Hasan, SP. MM  
NIP-TT. 0031126490

Arif Mudi Priyatno, S.T., M.Kom  
NIDN. 1023059501

Menyetujui,  
Ketua LPPM Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai



  
**Dr. Musnar Indra Daulay, M.Pd**  
NIP-TT: 096542108