

**PENERAPAN METODE *SUPPORT VECTOR REGRESSION* (SVR)  
MENGUNAKAN KERNEL LINEAR, POLINOMIAL, DAN RADIAL  
DENGAN *GRID SEARCH OPTIMIZATION***

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ELSA RAHMAWATI**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRACT**

### **IMPLEMENTATION OF SUPPORT VECTOR REGRESSION (SVR) METHOD USING LINEAR, POLYNOMIAL, AND RADIAL KERNELS WITH GRID SEARCH OPTIMIZATION**

**By**

**Elsa Rahmawati**

Support Vector Regression (SVR) is a machine learning method that is used to predict or model the relationship between the dependent variable and the independent variable in the form of a regression. SVR is a development of the Support Vector Machine (SVM) which was originally used for classification. Its advantages in handling non-linear data and the ability to control overfitting make it an attractive choice in a wide range of applications. However, proper parameter selection and parameter tuning are the most important factors in its application. Grid Search Optimization is one of the techniques used in the selection of optimal parameters in machine learning models. The goal is to find the combination of parameters that gives the best performance. In this research, the implementation of the Support Vector Regression method uses linear, polynomial, and radial kernels with Grid Search Optimization using Consumer Price Index data. The best model is obtained with a comparison of training and testing data of 70% : 30% using a radial kernel with parameters  $C=4$ ,  $\gamma=128$ , and  $\epsilon=0$  resulting in an error value of 0.010094591.

**Keywords:** *Support Vector Regression (SVR), Grid Search Optimization, Linear Kernel, Polynomial Kernel, Radial Kernel.*

## ABSTRAK

### PENERAPAN METODE *SUPPORT VECTOR REGRESSION* (SVR) MENGUNAKAN KERNEL LINEAR, POLINOMIAL, DAN RADIAL DENGAN *GRID SEARCH OPTIMIZATION*

Oleh

Elsa Rahmawati

*Support Vector Regression* (SVR) adalah metode pembelajaran mesin yang digunakan untuk memprediksikan atau memodelkan hubungan antara variabel dependen dan variabel independen dalam bentuk regresi. SVR merupakan pengembangan dari *Support Vector Machine* (SVM) yang awalnya digunakan untuk klasifikasi. Keunggulannya dalam menangani data nonlinear dan kemampuan dalam mengendalikan *overfitting* menjadikannya pilihan yang menarik dalam berbagai aplikasi. Namun, pemilihan parameter yang tepat dan *tuning* parameter merupakan faktor terpenting dalam penerapannya. *Grid Search Optimization* adalah salah satu teknik yang digunakan dalam pemilihan parameter optimal dalam model pembelajaran mesin. Tujuannya adalah untuk mencari kombinasi parameter yang memberikan kinerja terbaik. Pada penelitian ini dilakukan penerapan metode *Support Vector Regression* menggunakan kernel linear, polinomial, dan radial dengan *Grid Search Optimization* menggunakan data Indeks Harga Konsumen. Didapatkan model terbaik dengan perbandingan data *training* dan *testing* 70% : 30% menggunakan kernel radial dengan parameter  $C=4$ ,  $\gamma=128$ , dan  $\epsilon=0$  menghasilkan nilai kesalahan sebesar 0.010094591.

**Kata Kunci:** *Support Vector Regression* (SVR), *Grid Search Optimization*, Kernel Linear, Kernel Polinomial, Kernel Radial.

**PENERAPAN METODE *SUPPORT VECTOR REGRESSION* (SVR)  
MENGUNAKAN KERNEL LINEAR, POLINOMIAL, DAN RADIAL  
DENGAN *GRID SEARCH OPTIMIZATION***

**Oleh**

**ELSA RAHMAWATI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA MATEMATIKA**

**Pada**

**Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **PENERAPAN METODE *SUPPORT VECTOR REGRESSION* (SVR) MENGGUNAKAN KERNEL LINEAR, POLINOMIAL, DAN RADIAL DENGAN *GRID SEARCH OPTIMIZATION***

Nama Mahasiswa : **Elsa Rahmawati**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1917031031**

Program Studi : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. Komisi Pembimbing

**Drs. Nusyirwan, M.Si.**  
NIP. 196610101992031028

**Drs. Eri Setiawan, M.Si.**  
NIP. 195811011988031002

2. Ketua Jurusan Matematika

**Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197403162005011001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Nusyirwan, M.Si**



Sekretaris : **Drs. Eri Setiawan, M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung,



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**

NIP. 19711001 200501 1 002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 31 Juli 2023**

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : **Elsa Rahmawati**  
Nomor Pokok Mahasiswa : **1917031031**  
Jurusan : **Matematika**  
Judul Skripsi : **PENERAPAN METODE *SUPPORT VECTOR REGRESSION* (SVR) MENGGUNAKAN KERNEL LINEAR, POLINOMIAL, DAN RADIAL DENGAN *GRID SEARCH OPTIMIZATION***

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Juli 2023

Penulis,



**Elsa Rahmawati**  
**NPM. 1917031031**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama Elsa Rahmawati lahir di Metro pada 24 Juli 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Paino dan Ibu Sumarsih.

Penulis menempuh pendidikan Sekolah dasar (SD) di SD Negeri 1 Pujodadi pada tahun 2007 sampai dengan 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Trimurjo pada tahun 2013 sampai dengan 2016 dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Punggur pada tahun 2016 sampai dengan 2019. Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S1 Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) serta menjadi penerima Beasiswa Bidikmisi.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam UKMF Natural pada tahun 2020, penulis diamanahkan sebagai Anggota Biro Kesekretariatan, lalu pada tahun 2021 penulis diamanahkan sebagai Sekretaris Biro Kesekretaritan. Pada tahun 2022 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Lampung Selatan sebagai aplikasi bidang ilmu di dunia kerja. Pada tahun yang sama, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tebing, Kecamatan Melinting, Kabupaten Lampung Timur, sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat.



## KATA INSPIRASI

*“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”*

(Q.S Al-Baqarah: 216)

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”*

(Q.S Al-Baqarah: 286)

*“...dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”*

(Al-Anfaal:46)

*“It’s not always easy, but that’s life. Be strong because there are better days ahead.”*

(Mark Lee)

*“You can achieve anything you want.  
All you have to do is believe that you can”*

(Elsa Rahmawati)

## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan Alhamdulillah dan syukur kepada Allah SWT atas nikmat serta hidayahnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Rasa syukur dan bahagia saya persembahkan karya ini kepada:

### **Kedua Orang Tua dan Adikku**

Terima kasih kepada kedua orang tuaku tercinta, Bapak Paino dan Ibu Sumarsih atas segala pengorbanan, doa, dan ridho kalian serta dukungannya selama ini. Terima kasih telah memberikan pelajaran berharga tentang makna perjalanan hidup yang sebenarnya sehingga kelak bisa menjadi orang yang bermanfaat bagi semua orang. Terimakasih juga kepada adikku, Alya Zahrotusita yang menjadi teman sekaligus menghibur penulis.

### **Dosen Pembimbing dan Pembahas**

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang sudah sangat membantu, memberikan motivasi, memberikan arahan serta ilmu yang berharga.

### **Keluarga dan Sahabat-sahabatku**

Terimakasih kepada semua orang-orang baik yang telah memberikan pengalaman, semangat, motivasinya, serta doa-doanya dan senantiasa memberikan dukungan dalam hal apapun.

### **Almamater Tercinta**

Universitas Lampung

## SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Penerapan Metode *Support Vector Regression (SVR)* Menggunakan Kernel Linear, Polinomial, dan Radial dengan *Grid Search Optimization*”**. Selesaiannya penyusunan skripsi ini tidak terlepas tanpa adanya bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak.

Sehingga, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak kemudahan, senantiasa membimbing, memberi masukan, serta mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga ilmu yang bapak berikan selalu mendapat berkah dari Allah SWT dan senantiasa dalam lindungan-Nya.
2. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga bapak selalu dalam keadaan sehat dan dimudahkan dalam segala urusan.
3. Ibu Prof. Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga ibu dimudahkan dalam segala urusan dan selalu dalam lindungan Allah SWT.
4. Bapak Ir. Warsono, M.S., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung.

6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Seluruh dosen, staff, karyawan Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung.
8. Teristimewa untuk kedua orang tuaku, Bapak Paino dan Ibu Sumarsih yang memberikan doa, ridho, dan kasih sayang. Selalu mendukung, memberikan motivasi, dan semangat sehingga menguatkan penulis dalam menjalani setiap proses meraih gelar sarjana. Semoga Allah selalu menjaga, melindungi, meridhoi, dan mengumpulkan kita beserta keluarga di surga-Nya kelak.
9. Adikku Alya Zahrotusita (Yaya), terimakasih telah menjadi teman dan penyemangat yang menyenangkan kepada penulis.
10. Teman seperjuangan Risma, Lina, Wiranto, Amel, Novi, Anis, Rizke, yang selalu mendoakan, memberikan semangat, motivasi, serta mendengarkan keluh kesah penulis.
11. Teman-teman Matematika 2019 yang telah membantu serta memberikan semangat kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
12. Mas Tito, Mba Ike, Mas Didi, Alm. Mas Handoko, Mba Lingga sekeluarga, serta seluruh keluarga besar yang membantu dan menyemangati penulis selama masa perkuliahan.
13. Sahabatku, Dhea, Tanti, dan Patres yang tetap saling mendukung dan menyemangati selama perkuliahan.
14. Semua pihak terkait yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari ketidaksempurnaan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan serta saran yang membangun dari pihak-pihak terkait agar dapat menjadi tambahan ilmu dan menjadi manfaat bagi penulis untuk masa yang akan datang.

Bandar Lampung, 31 Juli 2023  
Penulis,

Elsa Rahmawati

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Data Deret Waktu.....	5
2.2 <i>Machine Learning</i> .....	5
2.3 Normalisasi dan Denormalisasi Data .....	6
2.4 <i>Support Vector Machine (SVM)</i> .....	6
2.5 <i>Support Vector Regression (SVR)</i> .....	8
2.6 Fungsi Kernel .....	13
2.7 <i>Grid Search Optimization</i> .....	14
2.8 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> .....	15
2.9 Indeks Harga Konsumen (IHK) .....	16
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2 Data Penelitian .....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20
4.1 Analisis Deskriptif .....	20
4.2 Normalisasi Data.....	21
4.3 Penerapan Metode <i>Support Vector Regression (SVR)</i> .....	23
4.3.1 Membentuk Model SVR .....	23
4.3.2 Kernel Linear.....	24
4.3.3 Kernel Polinomial .....	25

4.3.4 Kernel Radial.....	27
4.4 Penerapan Pada Data Test.....	30
<b>V. KESIMPULAN.....</b>	<b>33</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fungsi Kernel .....	14
2. Statistika Deskriptif.....	20
3. Normalisasi Data.....	21
4. Banyak Data pada Tiap-Tiap Perbandingan .....	23
5. Nilai RMSE.....	28
6. Koefisien <i>Lagrange</i> .....	29
7. Nilai Aktual dan Hasil Prediksi Data <i>Test</i> .....	31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ilustrasi Konsep SVM.....	7
1. Ilustrasi Konsep SVR.....	8
2. Plot Data IHK Indonesia .....	21
3. SVR <i>Default</i> .....	23
4. Prediksi pada Kernel Linear.....	25
5. Prediksi pada Kernel Polinomial.....	26
6. Prediksi pada Kernel Radial.....	27
7. Plot Data Prediksi dan Data Test .....	30



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

*Support Vector Regression* (SVR) merupakan bagian dari metode *Support Vector Machine* (SVM) yang digunakan pada permasalahan regresi, diperkenalkan oleh Cortes dan Vapnik pada tahun 1995 (Cahyono, *et al.*, 2019). Metode SVM digunakan untuk masalah klasifikasi sedangkan metode SVR ini biasanya digunakan dalam menyelesaikan permasalahan prediksi. Atau dapat dikatakan SVR adalah turunan dari metode SVM yang dimodifikasi untuk keperluan prediksi. Perbedaan lainnya, jika SVM memiliki *output* berupa bilangan bulat atau diskrit, maka metode SVM memiliki *output* bernilai kontinu atau riil.

Metode SVM dan SVR ini merupakan bagian dari *machine learning*, bersama dengan metode lainnya, seperti *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Artificial Neural Network* (ANN). Namun dibandingkan dengan metode lainnya ANN misalnya, metode SVR mampu mengatasi *overfitting* dan tingkat akurasi yang lebih tinggi (Levis & Papageorgiou, 2005). Tak hanya itu, metode SVR juga sering digunakan dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan terutama pada data nonlinear.

Permasalahan yang sering terjadi ketika menggunakan metode SVR adalah pada saat menentukan parameter model yang optimal. Salah satu cara optimasi yang dapat digunakan untuk menentukan parameter terbaik pada metode SVR adalah optimasi *Grid Search* atau *Grid Search Optimization*. *Grid Search Optimization*

ini akan membagi jangkauan parameter yang akan dioptimalkan ke dalam *grid* dan melintasi semua titik untuk mendapatkan parameter yang optimal (Yasin, *et al.*, 2014).

Penggunaan metode SVR sudah banyak digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Diantaranya yang dilakukan oleh Sriyana, *et al.* (2019) untuk memprediksikan nilai tukar rupiah dengan dolar dengan kernel RBF yang menghasilkan nilai  $R^2$  sebesar 0.5397 dan RMSE sebesar 66.8015 (nilai prediksi mengandung kesalahan sekitar 66,8015 rupiah). Adapula penggunaan metode SVR untuk memprediksi kasus covid-19 di India oleh Parbat & Chakraborty (2020), menghasilkan akurasi sebesar 97% untuk memprediksikan kematian dan kesembuhan serta akurasi sebesar 87% untuk memprediksikan kasus baru harian.

Mega, *et al.* (2018), juga menggunakan metode SVR dengan kernel RBF untuk meramalkan inflasi dengan algoritma *Particle Swarm Optimiation* (PSO) didapatkan akurasi sebesar 97.459%. Metode SVR juga digunakan oleh Yasin, *et al.* (2014), untuk meramalkan harga saham dengan algoritma *Grid Search* menggunakan kernel linear didapatkan akurasi sebesar 92.47% untuk data *training* dan 83.39% untuk data *testing* menggunakan kernel linear.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya penggunaan metode SVR menggunakan algoritma optimasi cenderung mendapatkan nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan hanya dengan menggunakan metode SVR. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan digunakan metode SVR dengan algoritma optimasi *Grid Search* untuk memprediksi nilai Indeks Harga Konsumen (IHK).

IHK sendiri adalah salah satu indikator yang digunakan oleh Bank Indonesia untuk mengukur tingkat infasi. Inflasi merupakan salah satu indikator yang mempengaruhi pertumbuhan perekonomian suatu negara. Jika laju inflasi mengalami ketidakstabilan maka dapat menimbulkan ketidakpastian mengenai keadaan ekonomi suatu negara dimasa yang akan datang. Prediksi laju inflasi

perlu dilakukan agar dapat membantu pemerintah merencanakan strategi ekonomi untuk perekonomian yang tetap stabil. Begitu pula untuk pelaku di bidang ekonomi mereka dapat menggunakan data prediksi ini untuk mengambil sebuah keputusan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Penerapan Metode *Support Vector Regression* (SVR) Menggunakan Kernel Linear, Polinomial, dan Radial dengan *Grid Search Optimization*.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

1. Menerapkan metode *Support Vector Regression* (SVR) untuk memprediksi nilai Indeks Harga Konsumen (IHK) Indonesia dengan *Grid Search Optimization*.
2. Menentukan parameter terbaik pada model *Support Vector Regression* menggunakan kernel linear, polinomial, dan radial dengan *Grid Search Optimization*.
3. Mengetahui tingkat kesalahan hasil prediksi Indeks Harga Konsumen Indonesia menggunakan metode *Support Vector Regression*.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

1. Menambah wawasan bagi penulis dalam menerapkan metode *Support Vector Regression* (SVR) menggunakan kernel linear, polinomial, dan radial dengan *Grid Search Optimization*.
2. Sebagai sumber bahan acuan pembaca yang ingin mempelajari atau yang ingin melakukan penelitian mengenai metode *Support Vector Regression* (SVR)

menggunakan kernel linear, polinomial, dan radial dengan *Grid Search Optimization*.

3. Memberikan informasi untuk pemerintah terutama bidang ekonomi serta para pelaku ekonomi dalam mengambil keputusan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Data Deret Waktu

Data deret waktu merupakan data yang disusun dan dikumpulkan dalam rentang waktu tertentu dan berurutan. Rentan waktunya dapat berupa harian, mingguan, bulanan, kuartal, bahkan tahunan. Data deret waktu ini biasanya dapat digunakan untuk memprediksi masa depan, atau dapat dikatakan juga mencoba melihat apa yang terjadi pada suatu kurun waktu tertentu dan menggunakan data masa lalu untuk memprediksi masa yang akan datang. Pemilihan model deret waktu yang sesuai dengan data akan menghasilkan keakuratan yang tinggi dalam peramalan (*forecasting*). Setiap model memiliki ciri atau pola masing-masing sehingga berdasarkan ciri tersebut dapat dijadikan acuan sebagai penentuan model yang cocok dari data. Menurut Maulana (2018), pola dari data dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu pola musiman, siklis, trend, dan irregular.

### 2.2 *Machine Learning*

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) pada pengaplikasiannya terbagi menjadi tujuh, yaitu *machine learning*, *natural language processing*, *expert system*, *vision*, *speech*, *planning*, dan *robotics*. Pembagian ini bertujuan untuk mempersempit ruang lingkup saat mempelajari atau pengembangan AI. *Machine Learning* sendiri dapat didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang diadopsi dengan cara pembelajaran yang berasal dari

data dan menghasilkan produksi di masa yang akan datang (Goldberg & Holland, 1988). Adapun proses pembelajaran yang dimaksud adalah suatu usaha dalam memperoleh kecerdasan yang melalui dua tahap antara lain latihan (*training*) dan pengujian (*testing*) (Huang, *et al.*, 2006).

Menurut Ramdhani, *et al.* (2022), *machine learning* memiliki tiga tipe yaitu *Supervised Learning*, *Unsupervised Learning*, dan *Reinforcement Learning*.

#### 1. *Supervised Learning*

*Supervised learning* merupakan metode pembelajaran dengan menggunakan algoritma yang bertipe klasifikasi yaitu data harus memiliki label atau tujuan akhir. *Supervised learning* dikelompokkan lebih lanjut dalam masalah klasifikasi dan regresi. Beberapa metode atau algoritma dari *Supervised Learning* diantaranya, *Naïve Bayes*, regresi nonlinear, *decision tree*, *k-Nearest Neighbor*, *neural network*, dan *support vector machine*.

#### 2. *Unsupervised Learning*

Berbeda dengan *supervised learning* pada *unsupervised learning* dalam pengerjaannya tidak memerlukan label atau tujuan namun algoritma membantu model untuk membentuk kluster dari data. *Unsupervised learning* dikelompokkan lebih lanjut dalam masalah *clustering* dan asosiasi. Contoh algoritma dalam pembelajaran ini adalah *K-Means*, EM Klustering, dan spektral klustering.

### **2.3 Normalisasi dan Denormalisasi Data**

Normalisasi data adalah proses untuk menskalakan data sehingga suatu data berada dalam rentang nilai tertentu (Prilianni, *et al.*, 2018). Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa data memiliki bobot yang sama atau setidaknya dalam rentang yang serupa. Salah satu metode normalisasi data yaitu *min-max normalization*, metode ini mengubah nilai-nilai dataset ke dalam rentang spesifik yaitu antara 0 dan 1 yang didefinisikan sebagai berikut:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (2.1)$$

Sedangkan denormalisasi dilakukan untuk mendapatkan hasil uji yang sebenarnya kemudian akan dibandingkan dengan data tes yang sebenarnya. Denormalisasi dapat didapatkan berdasarkan persamaan berikut:

$$x = x'(\max(x) - \min(x)) + \min(x) \quad (2.2)$$

dengan:

$x'$  = Nilai hasil normlisasi

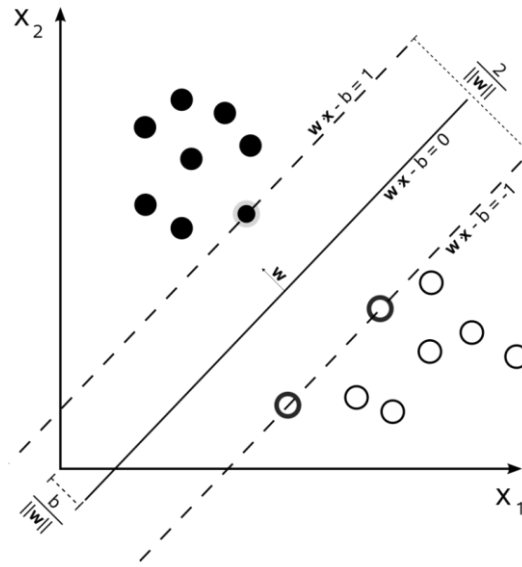
$x$  = Nilai IHK

$\min(x)$  = Nilai terendah IHK

$\max(x)$  = Nilai tertinggi IHK

#### **2.4 Support Vector Machine (SVM)**

Menurut Pratiwi & Setyawan (2021), *Support Vector Machine* (SVM) merupakan bagian dari data mining yang berfokus pada proses klasifikasi dan pertama kalinya dikenalkan oleh Vapnik tahun 1992. SVM bertujuan menemukan batas pemisah (*hyperplane*) dengan *margin* paling besar, sehingga dapat memisahkan dua kumpulan data secara optimal (Han, *et al.*, 2012). Secara sederhana, konsep SVM berusaha mencari *hyperlane* terbaik yang berfungsi memisahkan dua kelas data yang berbeda secara maksimal pada ruang input.



Gambar 1. Ilustrasi Konsep SVM

Berdasarkan Gambar 1, terlihat beberapa pola yang merupakan anggota dari 2 kelas yaitu data positif (+1) dan negatif (-1). Data pada kelas positif (+1) disimbolkan dengan bentuk lingkaran hitam penuh, sedangkan kelas negatif (-1) disimbolkan dengan bentuk lingkaran putih. *Hyperplane* atau (batas pemisah) terbaik antara kedua kelas dapat ditentukan dengan mengukur *margin hyperplane* tersebut dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara *hyperplane* dengan data terdekat dari masing-masing kelas. Data yang paling dekat ini disebut *support vector*. Garis solid menunjukkan *hyperplane* terbaik, karena terletak tepat di tengah-tengah kedua kelas. Sedangkan data bujur sangkar dan lingkaran yang dilewati garis batas margin (garis putus-putus) adalah *support vector*.

Misalkan data yang terdapat pada himpunan data latih dinotasikan sebagai  $x_i \in \mathbb{R}^d$  dan label kelas sebagai  $y_i \in \{-1, +1\}$  untuk  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , dimana  $n$  adalah jumlah data. Menurut Wang (2005), persamaan model SVM linier untuk menghasilkan *hyperplane* sebagai berikut:

$$y_i = w^T x_i + b$$



dengan:

$y_i$  = nilai target himpunan data

$w$  =vektor parameter pembobot

$x_i$  =vektor variabel bebas, dengan  $i=1,2,\dots,n$

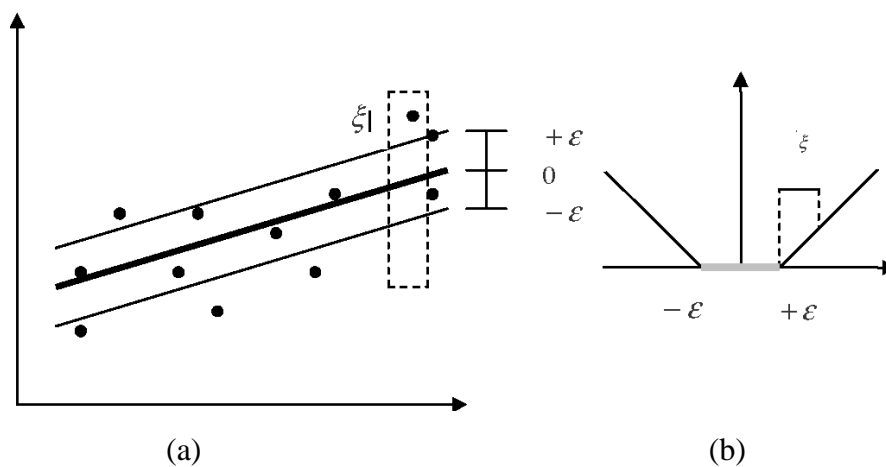
$b$  =bias

$n$  =jumlah data

## 2.5 Support Vector Regression (SVR)

*Support Vector Regression (SVR)* adalah metode pengembangan dari *Support Vector Machine (SVM)* yang digunakan pada permasalahan regresi. SVR termasuk dalam algoritma *supervised learning* yang digunakan untuk memprediksi nilai variabel kontinu. Sama seperti konsep SVM, metode SVR juga mencari *hyperplane* terbaik berupa fungsi regresi dengan membuat galat sekecil mungkin dengan memaksimalkan *margin*.

Menurut Smola & Scholkopt (2004), SVR bertujuan untuk menemukan sebuah fungsi  $f(x)$  sebagai suatu *hyperplane* (garis pemisah) berupa fungsi regresi yang mana sesuai dengan semua *input* data dengan membuat galat sekecil mungkin.



Gambar 2. Ilustrasi konsep SVR

Pada Gambar 2(a) garis hitam tebal merupakan *hyperplane* sedangkan untuk dua garis yang mengapitnya adalah *soft margin*. Jarak antara *hyperplane* dan *soft margin* adalah sebesar  $\varepsilon$  dan titik-titik yang berada pada  $+\varepsilon$  sampai  $-\varepsilon$  merupakan *support vector*, namun untuk titik yang melewati *soft margin* dibutuhkan adanya variabel slack  $\xi$ .

Ide dasar penggunaan metode SVR adalah misalkan terdapat  $n$  set data *training*,  $(x_i, y_i)$  dengan  $x_i \in \mathbb{R}^d$  adalah vektor input dari data ke- $i$  dimana  $i=1, 2, \dots, n$ , dan  $d$  adalah dimensi dan  $y_i$  adalah nilai target. Persamaan fungsi regresi secara umum dapat ditulis sebagai berikut (Smola & Scholkopt, 2004):

$$f(x) = \langle w \cdot x \rangle + b \quad (2.3)$$

dengan:

$$\begin{aligned} f(x) &= \text{Fungsi SVR} \\ x &= \text{Vektor input} \\ w &= \text{Vektor pembobot berdimensi } l \\ b &= \text{Bias} \end{aligned}$$

Persamaan (2.3) merupakan fungsi linear secara umum, dimana  $\langle . \rangle$  adalah *dot product* (hasil kali) di  $x$ . Agar mendapatkan generalisasi yang baik pada fungsi  $f(x)$  maka dapat dilakukan dengan meminimalkan  $w$  dengan penyelesaian masalah optimasi sebagai berikut:

$$\min \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad (2.4)$$

dengan syarat:

$$\begin{aligned} y_i - \langle w \cdot x_i \rangle - b &\leq \varepsilon \\ \langle w \cdot x_i \rangle - y_i + b &\leq \varepsilon \\ \varepsilon &= \text{Margin} \end{aligned}$$

Diasumsikan pada persamaan (2.4) semua titik berada pada rentang  $f(x) \pm \varepsilon$ . Diperbolehkan ada kondisi dimana melebihi ambang nilai  $\varepsilon$ , akibat kemungkinan titik-titik keluar dari rentang  $f(x) \pm \varepsilon$ . Pada kondisi ini dibutuhkan *soft margin* atau variabel *slack*  $\xi_i + \xi_i^*$  sehingga persamaannya berubah menjadi:

$$\min \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^l (\xi_i + \xi_i^*) \quad (2.5)$$

dengan syarat:

$$y_i - \langle w, x_i \rangle - b \leq \varepsilon + \xi_i$$

$$\langle w, x_i \rangle - y_i + b \leq \varepsilon + \xi_i^*$$

$$\xi_i + \xi_i^* \geq 0$$

$$C = \text{Cost (pinalti atas kesalahan pelatihan)}$$

$$\xi_i, \xi_i^* = \text{variabel slack}$$

Konstanta  $C$  pada persamaan (2.5) dimana  $C > 0$  merupakan nilai pinalti akibat pelanggaran toleransi terhadap fungsi  $f(x)$  dan seberapa besar tingkat deviasi kesalahan dari batas  $\varepsilon$  yang dapat ditoleransi. Semua nilai yang lebih besar dari  $\varepsilon$  akan dipinalti sebesar  $C$ . Hal ini disebut dengan  $\varepsilon$ -insensitive loss function  $|\xi|_\varepsilon$

$$|\xi|_\varepsilon = \begin{cases} 0 & ; \text{jika } |\xi| \leq \varepsilon \\ |\xi| - \varepsilon & ; \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.6)$$

Nilai  $\varepsilon$  yang kecil berkaitan dengan nilai yang tinggi pada variabel *slack* dan akurasi aproksimasi yang tinggi. Sebaliknya, nilai yang tinggi untuk  $\varepsilon$  berkaitan dengan nilai variabel *slack* yang lebih kecil dan membuat akurasi menjadi lebih rendah. Nilai *slack* yang tinggi dapat mengakibatkan kesalahan empiris pada perhitungan.

Penentuan nilai parameter  $w$  dan  $b$  menjadi masalah pemrograman kuadratik (*quadratic programming*), yaitu meminimumkan suatu fungsi kuadrat dengan syarat suatu pertidaksamaan linear. Persoalan ini akan mudah diselesaikan

menggunakan *Lagrange Multiplier*. Solusi optimal untuk persamaan (2.5) dengan pembatas pada persamaan (2.6) dapat dipecahkan dengan persamaan *Lagrange Multiplier* sebagai berikut:

$$L = \left( \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^l (\xi_i + \xi_i^*) \right) - \left( \sum_{i=1}^l \alpha_i (\varepsilon + \xi_i - y_i + \langle w, x \rangle + b) \right) - \left( \sum_{i=1}^l \alpha_i^* (\varepsilon + \xi_i^* + y_i - \langle w, x \rangle - b) \right) - \left( \sum_{i=1}^l (\eta_i \xi_i + \eta_i^* \xi_i^*) \right) \quad (2.7)$$

dengan:

$$L \quad = \text{Fungsi Lagrange}$$

$$\alpha_i, \alpha_i^* = \text{Lagrange Multiplier (koefisien lagrange)}$$

Dimana untuk mendapatkan solusi yang optimal, maka dilakukan turunan parsial dari  $L$  terhadap  $w$ ,  $b$ ,  $\xi_i$ ,  $\xi_i^*$ .

$$\frac{\partial L}{\partial w} = w - \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) x_i = 0 \quad (2.8)$$

$$\frac{\partial L}{\partial b} = \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) = 0 \quad (2.9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \xi_i} = C - \alpha_i - \eta_i = 0 \quad (2.10)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \xi_i^*} = C - \alpha_i^* - \eta_i^* = 0 \quad (2.11)$$

Dengan mensubstitusi persamaan (2.8), (2.9), (2.10), dan (2.11) ke persamaan (2.7) maka diperoleh

$$\max \begin{cases} -\frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) (\alpha_j - \alpha_j^*) \langle x_i, x_j \rangle \\ -\varepsilon \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) + \sum_{i=1}^l y_i (\alpha_i - \alpha_i^*) \end{cases} \quad (2.12)$$

dengan syarat:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) &= 0 \\ 0 \leq \alpha_i &\leq C \quad \forall_i = 1, 2, \dots, n \\ 0 \leq \alpha_i^* &\leq C \quad \forall_i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Dari proses penurunan rumus pada persamaan (2.12) didapatkan variabel utama yaitu  $\alpha_i$  dan  $\alpha_i^*$ . Dari persamaan (2.8) didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$w = \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) x_i \quad (2.13)$$

Selanjutnya untuk permasalahan komputasi nilai  $b$  dapat dimaksimalkan dari kondisi

$$\begin{aligned} \alpha_i(\varepsilon + \xi_i - y_i + \langle w, x \rangle + b) &= 0 \\ \alpha_i^*(\varepsilon + \xi_i^* + y_i - \langle w, x \rangle - b) &= 0 \end{aligned} \quad (2.14)$$

dan

$$\begin{aligned} (C - \alpha_i)\xi_i &= 0 \\ (C - \alpha_i^*)\xi_i^* &= 0 \end{aligned} \quad (2.15)$$

Berdasarkan persamaan (2.15) didapatkan  $C = \alpha_i$ , maka nilai  $w$  dihitung bergantung dengan nilai *support vector*. Selanjutnya mensubstitusikan persamaan (2.3) dan persamaan (2.13) sehingga didapat persamaan baru sebagai berikut:

$$f(x) = \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) \langle x_i, x_j \rangle + b \quad (2.16)$$

Persamaan (2.13) merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung persamaan secara linear. Sedangkan untuk permasalahan nonlinear nilai  $x_i$  dan  $x_j$  terlebih dahulu harus ditransformasikan ke dalam *feature space* dengan cara memetakan vektor  $x_i$  dan  $x_j$  ke dalam fungsi  $\Phi$  yaitu  $\Phi : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^Z$  menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$w = \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) \Phi(x_i) \quad (2.17)$$

Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$f(x) = \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) \Phi(x_i) \Phi(x_j) + b \quad (2.18)$$

Karena input vektor  $x_i$  dan  $x_j$  sudah ditransformasikan oleh fungsi  $\Phi$  dan sudah berada dalam *feature space*, maka fungsi transformasi  $\Phi$  dapat direpresentasikan dengan fungsi kernel  $K$  sebagai berikut:

$$K(x_i, x_j) = \Phi(x_i) \Phi(x_j) \quad (2.19)$$

Maka didapatkan persamaan akhir sebagai berikut:

$$f(x) = \sum_{i=1}^l (\alpha_i - \alpha_i^*) K(x_i, x_j) + b \quad (2.20)$$

Fungsi  $K(x_i, x_j)$  adalah fungsi kernel yang sering digunakan dalam metode SVM maupun SVR.

## 2.6 Fungsi Kernel

Secara umum dalam konteks komputasi dan sistem operasi, kernel merujuk pada inti atau bagian terpenting dari suatu sistem. Kernel dapat ditemukan dalam berbagai bidang, diantaranya sistem operasi, pemrosesan sinyal, matematika dan ilmu data. Dalam matematika, fungsi kernel adalah fungsi yang memetakan vektor input ke dalam ruang dimensi yang lebih tinggi. Fungsi kernel digunakan dalam berbagai algoritma *machine learning* seperti SVM dan SVR.

Untuk membantu mengatasi permasalahan nonlinear pada dimensi tinggi yang harus dilakukan yaitu mengganti *inner product* ( $x_i$  dan  $x_j$ ) dengan fungsi kernel. Karena kinerja dari metode SVR ditentukan oleh jenis fungsi kernel dan parameter yang digunakan. Adapun menurut Bhavsar & Mahesh (2012), fungsi-fungsi kernel yang sering digunakan pada metode SVR adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Fungsi kernel

No.	Tipe Kernel	Formula
1.	Linear	$K(x_i, x_j) = (x_i^T x_j)$
2.	Polinomial	$K(x_i, x_j) = (x_i x_j + 1)^P$
3.	Fungsi Radial Basis	$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma(x_i - x_j)^2)$

dengan:

$x_i, x_j$  = Vektor dari dua data set

$P$  = Derajat polinomial

$\gamma$  = Gamma

Kernel linear merupakan fungsi kernel paling sederhana. Kernel linear biasanya digunakan pada data set yang datanya sudah terpisah secara linear. Kernel polinomial adalah sebuah persamaan yang terdiri dari variabel dan koefisien yang memiliki suku banyak dan sering digunakan jika data *training* dinormalisasi. Sedangkan kernel radial atau *Gaussian* merupakan kernel yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pada data yang tidak terpisah secara linear.

## 2.7 Grid Search Optimization

Permasalahan yang sering terjadi ketika menggunakan metode SVR adalah pada saat menentukan parameter model yang optimal. Salah satu cara optimasi yang dapat digunakan untuk menentukan parameter terbaik pada metode SVR adalah

optimasi *Grid Search* atau *Grid Search Optimization*. *Grid Search Optimization* ini akan membagi jangkauan parameter yang akan dioptimalkan ke dalam *grid* dan melintasi semua titik untuk mendapatkan parameter yang optimal (Yasin, *et al.*, 2014). *Grid Search Optimization* akan melatih pasangan-pasangan model dan akan menentukan/memilih pasangan dengan rata-rata galat yang terkecil.

Dalam aplikasinya, optimasi *Grid Search* biasanya diukur dengan *cross validation* (*Grid Search CV*) pada data training. Maka disarankan untuk mencoba beberapa variasi pasangan parameter pada *hyperplane SVR* (Hsu, *et al.*, 2004). *Cross Validation* merupakan pengujian standar yang dilakukan untuk memprediksi *error rate*. Data *training* dibagi dalam beberapa bagian dengan perbandingan yang sama kemudian *error rate* dihitung bagian demi bagian, lalu hitung rata-rata seluruh *error rate* untuk mendapatkan *error rate* keseluruhan (Santosa, 2007).

Salah satu metode *cross validation* yang umum digunakan adalah *k-fold validation*. Menurut Jiawei, *et al.* (2011), prosedur dari metode *cross validation* adalah sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi  $k$  bagian dengan ukuran yang sama.
2.  $k-1$  bagian dijadikan data *training* dan satu bagian dijadikan data *testing*.
3. Proses ini dilakukan sebanyak  $k$  pengulangan pada setiap kombinasi data *training* dan data *testing*.

Nilai akurasi dari setiap iterasi dirata-ratakan untuk mendapatkan estimasi nilai akurasi akhir.

## **2.8 Root Mean Square Error (RMSE)**

Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung hasil evaluasi suatu model yang telah didapat adalah perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE adalah metode pengukuran dengan mengukur perbedaan nilai dari prediksi sebuah



model sebagai estimasi dari nilai yang diamati. Keakuratan estimasi kesalahan ini ditunjukkan dengan kecilnya nilai RMSE yang diperoleh. Cara perhitungan RMSE adalah dengan mengurangi nilai aktual dengan nilai peramalan lalu dikuadratkan dan dijumlahkan keseluruhannya kemudian dibagi sebanyak data, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.21)$$

dengan:

$y_i$  = Data aktual ke-i

$\hat{y}_i$  = Data prediksi ke-i

N = Jumlah data

## 2.9 Indeks Harga Konsumen (IHK)

Indeks Harga Konsumen (IHK) merupakan indeks harga yang mengukur harga rata-rata dari barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga. IHK sering digunakan untuk mengukur tingkat inflasi suatu negara dan juga sebagai pertimbangan untuk penyesuaian gaji, upah, pensiun, dan kontrak lainnya. Walaupun sering digunakan, namun IHK bukanlah satu-satunya indeks yang digunakan untuk mengukur laju inflasi. Terdapat indeks lain yang dapat digunakan yaitu indeks harga produsen, yang mengukur harga sekelompok barang yang dibeli perusahaan (produsen).

Indeks Harga Konsumen (IHK) merupakan suatu indeks yang menghitung rata-rata perubahan harga dalam satu periode, dari suatu kumpulan harga barang dan jasa yang dikonsumsi oleh penduduk/rumah tangga dalam kurun waktu tertentu. Jenis barang dan jasa tersebut dikelompokkan menjadi tujuh kelompok, yaitu:

1. Bahan makanan.
2. Makanan jadi, minuman, rokok, dan tembakau.
3. Perumahan.
4. Sandang.
5. Kesehatan.
6. Pendidikan, rekreasi, dan olahraga.
7. Transportasi dan komunikasi.

Dapat dikatakan IHK adalah angka yang menggambarkan perbandingan harga konsumen yang terjadi pada suatu periode waktu dengan periode waktu tertentu. Dan IHK merupakan salah satu indikator ekonomi makro yang dapat digunakan untuk melihat pergerakan/perubahan naik/turunnya harga secara umum. Jadi indeks ini sangat berkaitan erat dengan perkembangan harga barang dan jasa di pasar secara riil.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2022/2023 bertempat di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### **3.2 Data Penelitian**

Data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yaitu data indeks harga konsumen Indonesia dari Januari 2013 sampai Desember 2022 sebanyak 120 data yang diperoleh dari publikasi website resmi Bank Indonesia (<https://www.bi.go.id>).

#### **3.3 Metode Penelitian**

Metodologi penelitian yang digunakan untuk mendukung pembuatan penelitian penerapan algoritma *Support Vector Regression* (SVR) adalah sebagai berikut.

1. Menentukan data input dan output, yaitu data bulanan Indeks Harga Konsumen Indonesia dari Januari 2013 sampai Desember 2022 berupa data deret waktu.

2. Menormalisasikan data menggunakan *min-max normalization* (persamaan (2.1))
3. *Splitting* dataset yaitu membagi data menjadi data *training* dan data *testing*.
  - a. 70% *Training* dan 30% *Testing*.
  - b. 80% *Training* dan 20% *Testing*.
  - c. 90% *Training* dan 10% *Testing*.
4. Pengaplikasian metode SVR pada data *training*. Mencari nilai parameter terbaik dengan memasang
  - a. Kernel linear: rentang parameter  $C=2^{-5}, 2^{-4}, 2^{-3}, \dots, 2^{13}, 2^{14}, 2^{15}$  dan  $\varepsilon=0, 0.1, 0.2, 0.3, \dots, 1$ .
  - b. Kernel polinomial: rentang parameter  $C=2^{-5}, 2^{-4}, 2^{-3}, \dots, 2^{13}, 2^{14}, 2^{15}$ ,  $\varepsilon=0, 0.1, 0.2, 0.3, \dots, 1$  C, dan *degree*=1,2,3,4,5.
  - c. Kernel radial: rentang parameter  $C=2^{-5}, 2^{-4}, 2^{-3}, \dots, 2^{13}, 2^{14}, 2^{15}$ ,  $\gamma=2^{-3}, 2^{-2}, 2^{-1}, \dots, 2^{13}, 2^{14}, 2^{15}$ , dan  $\varepsilon=0, 0.1, 0.2, 0.3, \dots, 1$ .
5. Evaluasi model yang didapatkan menggunakan nilai RMSE terendah sehingga didapat parameter terbaik.
6. Menentukan matrix kernel K dari model yang diperoleh.
7. Mencari nilai koefisien *Lagrange*.
8. Menentukan nilai bias (*b*).
9. Menentukan fungsi model SVR.
10. Penerapan model pada data *testing* dan evaluasi menggunakan RMSE.

## V. KESIMPULAN

Penggunaan metode *Support Vector Regression* dengan *Grid Search Optimization* pada data Indeks Harga Konsumen Indonesia pada tahun 2013 sampai dengan 2022 didapatkan model terbaik adalah menggunakan kernel radial dengan parameter  $C=4$ ,  $\gamma=128$ , dan  $\varepsilon=0$ . Nilai kesalahan yang dalam hal ini dievaluasi dengan nilai RMSE menghasilkan nilai yang cukup rendah yaitu 0.010094591. Pasangan parameter ini dapat digunakan sebagai model acuan terbaik untuk melakukan prediksi untuk waktu yang akan datang. Dengan model persamaan *Support Vector Regression* sebagai berikut:

$$f(x) = \sum (\alpha_i - \alpha_i^*) \cdot K(x_i x_j) + 0.031$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, R.K., Sugiono, J.P., & Tjandra, S. 2019. Analisis Kinerja Support Vector Regression dalam Memprediksi Indeks Harga Konsumen. *Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*. 1(2): 106-116.
- Goldberg, D.E., & Holland, J.H. 1988. Genetic Algorithms and Machine Learning. *Machine Learning*. 3(2): 95-99.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. 2012. *Data Mining: Concepts and Techniques* (3th Ed). Morgan Kaufmann, USA.
- Hsu, C.W., Chang, C.C., & Lin, C.J. 2004. A Partial Guide to Support Vector Classification. *Departement of Computer Science and Information Engineering*. 2(3): 1396-1400.
- Huang, G.B., Zhu, Q.W., & Siew, C.K. 2006. Extreme Learning Machine: Theory and Applications. *Neurocomputing*. 1(3): 454-457.
- Jiawei, H., Micheline, K., & Jian, P. 2011. *Data Mining Concept and Techniques*. Morgan Kaufmann, San Fransiso.
- Levis, A. & Papageorgiou, L. 2005. Customer Demand Forecasting via Support Vector Regression Analysis. *Chemical Eng Reasearch Des*. 83(8): 1009-1008.
- Mahmud, M., Kaiser, M. S., Hussain, A., & Vassanelli, S. 2018. Applications of deep learning and reinforcement learning to biological data. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 29(6): 2063–2079.
- Maulana, H.A. 2018. Pemodelan Deret Waktu dan Peramalan Curah Hujan pada Dua Belas Stasiun di Bogor. *Jurnal Statistik & Komputasi*. 1(15): 50-63.

- Mega, E., Putra, A.T., & Muslim, M.A. 2018. Forecasting Inflation Rate Using Support Vector Regression (SVR) Based Weight Attribute Particle Swarm Optimization (WAPSO). *Scientific Journal of Informatics*. **5**(2): 118-127.
- Parbat, D. & Chakraborty, M. 2020. A python Based Support Vector Regression Model for Prediction of Covid19 cases in India. *Chaos, Solitons & Fractals*. **138**(109): 1-5.
- Pratiwi, N., & Setyawan, Y. 2021. Analisis Akurasi dari Perbedaan Fungsi Kernel dan Cost Pada Support Vector Machine Studi Kasus Klasifikasi Curah Hujan di Jakarta. *Journal of Fundamental Mathematics and Applications*. **4**(2): 203–212.
- PriLianni, E.M., Putra, A.T., & Muslim, M.A. 2018. Forecasting Inflation Rate Using Support Vector Regression (SVR) Based Weight Attribute Particle Swarm Optimization (WAPSO). *Scientifics Journal of Information*. **5**(2): 118-127.
- Ramdhani, W., Bona, D., Musyaffa, R. B., & Rozikin, C. 2022. Klasifikasi Penyakit Kanker Payudara Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. **8**(12): 445–452.
- Santosa, B. 2007. *Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Smola, A.J. & Scholkopf. 2004. A Tutorial on Support Vector Regression. *Statistics and Computing*. **14**(1): 199-222.
- Sriyana, Martha, S., & Sulistianingsih, E. 2019. Prediksi Nilai Tukar Dolar Amerika Serikat terhadap Rupiah dengan Metode Support Vector Regression. *Bimater*. **8**(1): 1-10.
- Wang, L. 2005. *Support Vector Machines: Theory and Applications*. Springer, Berlin.
- Yasin, H., Prahutama, A., & Utami, T.W. 2014. Prediksi Harga Saham Menggunakan Support Vector Regression dengan Algoritma Grid Search. *Media Statistika*. **7**(1): 29-35.