

**KLASIFIKASI MENTAL STATE MENGGUNAKAN DATA EEG DENGAN
SUPPORT VECTOR MACHINE**

*Disusun dalam rangka memenuhi penilaian Ujian Akhir Semester Mata Kuliah
Pengenal Pola*



Oleh:

I Kadek Riski Ari Putra

(2008561079)

Mata Kuliah:

Pengenal Pola

Dosen Pengampu:

Agus Muliantara, S.Kom., M.Kom

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS UDAYANA**

2023

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	1
BAB II LANDASAN TEORI	3
2.1 Electroencephalogram	3
2.2 Keadaan Mental (<i>Mental State</i>).....	3
2.3 Support Vector Machine	4
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	7
3.1 Pengumpulan Data	7
3.2 Perancangan Sistem.....	8
3.1.1 Flowchart Sistem.....	8
3.1.2 Langkah-Langkah Sistem	9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
4.1 Hasil dan Analisa Pengujian.....	12
BAB V PENUTUP	14
5.1 Kesimpulan.....	14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemampuan untuk mendeteksi keadaan mental secara mandiri, baik kognitif atau afektif, berguna untuk berbagai tujuan seperti robotika, perawatan kesehatan, pendidikan, ilmu saraf, dll. Pentingnya mekanisme interaksi antar manusia dan mesin yang efisien terus meningkat seiring dengan banyaknya skenario di mana perangkat pintar, termasuk robot otomatis, dapat diterapkan di kehidupan nyata. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk berinteraksi dengan mesin adalah melalui sinyal aktivitas otak dangkal. Sinyal ini disebut dengan electroencephalograms atau disingkat EEG, yang dapat menyampaikan informasi mengenai tegangan yang diukur dengan elektroda (kering atau basah) yang ditempatkan di sekitar kulit kepala seseorang.

Klasifikasi yang dilakukan di sini adalah untuk membedakan tiga kondisi mental yang berbeda (rileks, konsentrasi, dan netral) dari seseorang menggunakan yang menggunakan perangkat EEG dengan elektroda kering.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana klasifikasi keadaan mental seseorang berdasarkan pada data tangkapan EEG menggunakan SVM?
2. Bagaimana akurasi klasifikasi keadaan mental seseorang berdasarkan pada data tangkapan EEG menggunakan SVM?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang sudah ditetapkan, penelitian ini memiliki tujuan untuk

1. Mengimplementasikan klasifikasi terhadap keadaan mental seseorang berdasarkan sinyal aktivitas otak dangkal tangkapan EEG menggunakan metode SVM.

2. Mengetahui akurasi klasifikasi terhadap keadaan mental seseorang berdasarkan sinyal aktivitas otak dangkal tangkapan EEG menggunakan metode SVM.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Electroencephalogram

EEG, atau elektroensefalografi, adalah sebuah metode yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik otak. Teknik ini mengukur potensial listrik yang dihasilkan oleh neuron-neuron di otak dan merekamnya sebagai sinyal-sinyal listrik yang dapat diamati dan direkam. Sinyal EEG mencerminkan aktivitas listrik otak secara keseluruhan dan dapat memberikan informasi tentang berbagai kondisi kesehatan dan aktivitas otak.

Proses EEG melibatkan pemasangan elektroda ke kulit di sekitar kepala. Elektroda ini menangkap sinyal listrik yang dihasilkan oleh sel-sel otak, dan sinyal tersebut dicatat dalam bentuk gelombang-gelombang EEG. Gelombang EEG dibagi menjadi beberapa frekuensi, seperti delta, theta, alpha, beta, dan gamma, dan masing-masing frekuensi ini dapat memberikan informasi tentang berbagai aspek aktivitas otak.

EEG digunakan dalam berbagai konteks, termasuk diagnostik medis (seperti dalam diagnosis epilepsi dan gangguan tidur), penelitian neurosains, serta dalam bidang-bidang seperti antarmuka otak-komputer (BCI) di mana sinyal EEG digunakan untuk mengontrol perangkat dengan pikiran.

2.2 Keadaan Mental (*Mental State*)

Keadaan mental, atau yang dikenal juga sebagai "*mental state*", merujuk pada kondisi atau status psikologis seseorang pada suatu waktu tertentu. Hal ini mencakup berbagai aspek kejiwaan dan emosional seseorang, termasuk perasaan, pemikiran, suasana hati, dan tingkat kewaspadaan. Keadaan mental dapat sangat bervariasi dari satu individu ke individu lainnya, serta dapat berubah-ubah sepanjang waktu sebagai respons terhadap berbagai rangsangan dan pengalaman.

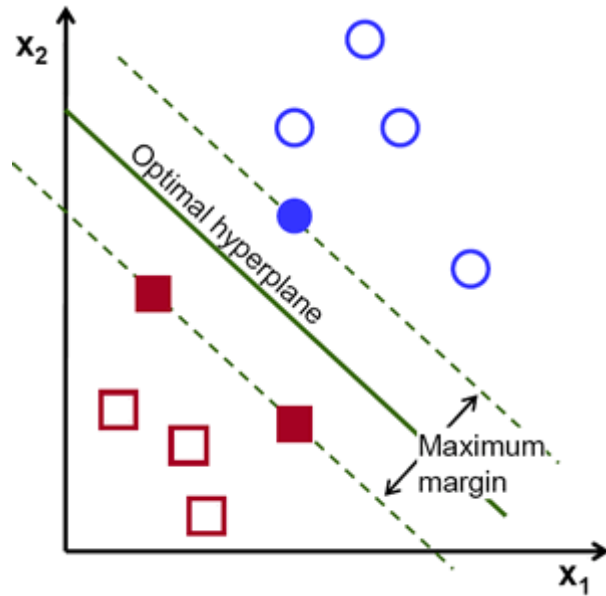
Salah satu aspek dalam keadaan mental seseorang adalah aspek Konsentrasi dan Fokus yang mengacu pada kemampuan seseorang untuk menyatukan perhatian mereka pada sesuatu tanpa teralih oleh faktor-faktor eksternal atau pemikiran internal. Tingkat konsentrasi yang baik memungkinkan seseorang untuk fokus sepenuhnya pada tugas atau aktivitas yang sedang dijalankan. Seseorang yang dapat mempertahankan fokusnya dengan baik dapat menyelesaikan tugas dengan lebih efektif dan efisien.

Keadaan mental yang buruk atau stress dapat menyebabkan gangguan konsentrasi. Seseorang mungkin merasa sulit untuk memusatkan perhatian atau mengalami pikiran yang terpecah-pecah, yang dapat menghambat kemampuan untuk menyelesaikan tugas dengan baik.

2.3 Support Vector Machine

Klasifikasi merupakan proses menemukan model atau fungsi yang menggambarkan perbedaan atau membedakan kelas data maupun konsep, dengan tujuan untuk memprediksi kelas dari objek yang label kelasnya tidak diketahui. Secara umum, klasifikasi diawali dengan pemberian data latih (training data) sebagai acuan atau model dalam pembuatan aturan klasifikasi pada data.

SVM merupakan suatu sistem pembelajaran yang dapat menggunakan fungsi linear pada ruang fitur yang berdimensi tinggi dan dilatih menggunakan algoritma pembelajaran (*learning*). SVM merupakan salah satu teknik prediksi dalam kasus klasifikasi maupun regresi yang cukup efektif karena algoritma menghasilkan akurasi yang baik dengan daya komputasi yang cukup sedikit.

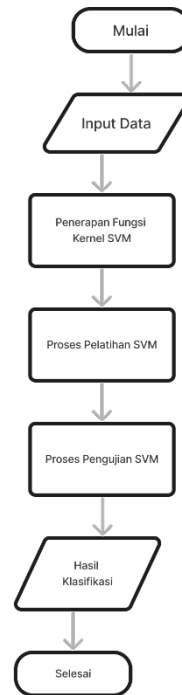


Gambar 2.1 Support Vector Machine

Metode SVM menggunakan *hyperplane* sebagai pemisah data secara linear untuk memperoleh ukuran *margin* yang maksimal. *Hyperplane* merupakan fungsi yang berperan sebagai pemisah antar kelas, sedangkan *margin* adalah jarak antara support vector dengan *hyperplane*. Support vector adalah titik terdekat suatu data ke *hyperplane*. Perhitungan SVM dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} [(w^t \cdot x_i) + b] &\geq 1 \text{ untuk } y_i = +1 \\ [(w^t \cdot x_i) + b] &\leq -1 \text{ untuk } y_i = -1 \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

Proses SVM seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.2 Alur SVM

Seperti pada Gambar 2.2, alur SVM diawali dengan *input* data yang akan digunakan, kemudian dilakukan proses penerapan fungsi kernel dari SVM yang akan digunakan. Setelah penerapan fungsi kernel, akan dilakukan pelatihan dari model SVM, dan setelah pelatihan dilakukan akan dilakukan pengujian pada model SVM untuk mendapatkan hasil klasifikasi.

Prinsip dasar dari SVM adalah *linear classifier* yaitu dapat memisahkan kasus klasifikasi secara linear. Namun dengan menggunakan konsep *kernel* pada ruang kerja berdimensi tinggi, SVM dapat digunakan pada kasus non-linear. Fungsi *kernel* bekerja dengan mengubah fitur pemetaan dimensi awal dari berdimensi rendah ke dimensi baru yang lebih tinggi sehingga kemampuan sistem menemukan *hyperplane* yang lebih baik akan meningkat. Tiga kernel yang populer pada SVM adalah *kernel linear*, *kernel polynomial*, dan *kernel radial Basis function* (RBF).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan data gelombang otak yang ditangkap menggunakan metode EEG oleh Jordan J. Bird yang didapatkan pada situs Kaggle. Data ini didapatkan dari hasil EEG empat orang, 2 laki-laki dan 2 perempuan selama 60 detik untuk setiap keadaan mental yang terbagi menjadi 3 (rileks, konsentrasi, netral). Alat yang digunakan oleh Jordan dalam mengambil data adalah ikat kepala Muse EEG yang merekam penempatan EEG TP9, AF7, AF8 dan TP10 melalui elektroda kering. Data berbentuk file .csv yang berisi nilai fitur dan juga label dari setiap baris data.

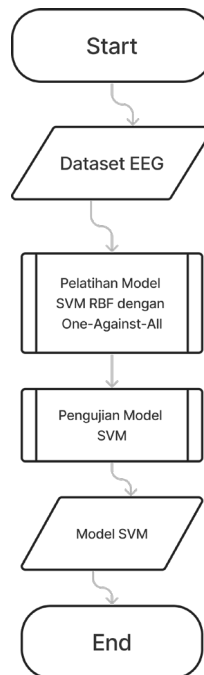
Tabel 1. Sampel Data

lag1_mean_0	lag1_mean_1	lag1_mean_2	...	Label
2.57816484 3749999946 e+01	3.3836367187 50000227e+01	- 9.27696289062499 9147e+01	...	2.00000000 0000000000 e+00
2.93578906 2499999957 e+01	2.6792566406 250006 85e+01	4.17203910156249 9468e+02	...	2.00000000 0000 0000 00e+ 00
2.84519257 8125000438 e+01	3.1076433593 75000003e+01	7.22313007812499 9898e+01	...	2.00000000 0000000000 e+00
2.04315156 2500000296 e+01	2.8982167968 75000512e+01	2.75402460937499 9244e+01	...	2.00000000 0000000000 e+00

2.48164882 8124999895 e+01	3.3935570312 49999767e+01	- 1.39661789062499 9916e+02	...	2.00000000 0000000000 e+00
----------------------------------	------------------------------	-----------------------------------	-----	----------------------------------

3.2 Perancangan Sistem

3.1.1 Flowchart Sistem



Gambar 3.1 Flowchart Sistem

Berikut merupakan langkah kerja sistem berdasarkan pada flowchart pada Gambar 3.1.

1. Dataset EEG

Disini dataset EEG mental state yang telah didapatkan sebelumnya digunakan sebagai masukan dalam program untuk melatih dan menguji model.

2. Pelatihan Model Support Vector Machine

Disini data yang telah dipisah menjadi data latih akan digunakan untuk melatih model support vector machine. Dalam penelitian ini kernel yang digunakan adalah kernel RBF. Kernel Radial Basis Function (RBF), merupakan kernel untuk mengklasifikasikan data non-linear yang menghitung jarak antar

data dalam dimensi yang lebih tinggi, tanpa melakukan transformasi data secara eksplisit ke dimensi tersebut. Kernel ini dikenal memiliki nilai error yang kecil dibandingkan dengan kernel lainnya.

Setelah memilih jenis kernel yang sesuai untuk algoritma SVM, langkah berikutnya adalah menangani klasifikasi multi-kelas dengan pendekatan "One-Against-All." Ini melibatkan pembuatan model SVM biner terpisah untuk setiap kelas, yang memisahkan kelas tersebut dari semua kelas lainnya. Pelatihan dilakukan dengan menggunakan subset data yang hanya berisi dua kelas: kelas yang diidentifikasi dan kelas lainnya, dan proses ini diulang untuk setiap kelas dalam masalah klasifikasi multi-kelas. Pendekatan One-Against-All memungkinkan model SVM menangani data dengan lebih akurat untuk berbagai kelas.

3. Pengujian Model SVM

Pada tahap ini, model yang telah dilatih akan diuji dengan menggunakan data uji. Proses pengujian ini melibatkan perbandingan antara hasil prediksi model dengan label sebenarnya pada data uji. Hasil pengujian ini akan memberikan informasi tentang sejauh mana model dapat mengenali keadaan mental berupa fokus dari seseorang berdasarkan data EEG.

4. Model SVM Terlatih

Setelah dilakukan pelatihan dan pengujian, maka telah dihasilkan sebuah model klasifikasi keadaan mental menggunakan Support Vector Machine yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi.

3.1.2 Langkah-Langkah Sistem

1. Import Library Pembantu dan Muat Dataset

Disini akan didefinisikan beberapa library pembantu dan juga memuat dataset serta pemisahan data train dan test dengan perbandingan 70:30

```
import pandas as pd
```

```

from sklearn.model_selection import
train_test_split
from sklearn.svm import SVC
from sklearn.preprocessing import
StandardScaler
from sklearn.metrics import accuracy_score,
confusion_matrix
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

data = pd.read_csv('EEG_mental.csv')

X = data.drop('Label', axis=1)
y = data['Label']

X_train, X_test, y_train, y_test =
train_test_split(X, y, test_size=0.3,
random_state=42)

```

2. Inisialisasi Support Vector Machine sebagai Classifier

Disini akan diinisialisasi sebuah support vector machine untuk melakukan klasifikasi dengan menggunakan kernel Gaussian/Radial Basis Function dan menggunakan pendekatan one-against-all.

```

svm_classifier = SVC(kernel='rbf', C=10,
gamma=0.01, decision_function_shape='ovr')

```

Adapun hyperparameter tuning yang digunakan disini adalah C (penalty parameter) 10 dan gamma (kernel coefficients) 0.01.

3. Pelatihan Model SVM

Disini model SVM akan dilatih untuk melakukan klasifikasi 'Mental State' ke salah satu dari 3 label yang ada menggunakan data pelatihan yang telah disiapkan.

```

svm_classifier.fit(X_train, y_train)

```

4. Pengujian dan Evaluasi Model SVM

Model SVM yang telah dilatih kemudian akan dievaluasi akurasi dan performanya dengan menggunakan data pengujian yang telah disiapkan. Data yang digunakan

merupakan data baru yang belum pernah dikenali oleh model.

```
y_pred = svm_classifier.predict(X_test)

accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
print(f'Akurasi: {accuracy:.2f}')
```



```
cm = confusion_matrix(y_test, y_pred)
sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d',
            cmap='Blues')
plt.xlabel('Prediksi')
plt.ylabel('Label Sebenarnya')
plt.show()
```

5. User Input

Disini pengguna dapat memasukkan data sendiri untuk melakukan klasifikasi, data berupa csv yang berjumlah 1 baris dengan data fitur EEG.

```
def predict_with_classifier(classifier,
                           input_file):
    input_data = pd.read_csv(input_file)

    predictions =
classifier.predict(input_data)

    predictions_text = 'Rileks' if
predictions==0 else 'Konsentrasi' if
predictions==1 else 'Netral'

    print('Hasil Prediksi Keadaan Mental
(Fokus):')
    print(predictions_text)

input_path = 'user_input.csv'
predict_with_classifier(svm_classifier,
input_path)
```

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Analisa Pengujian

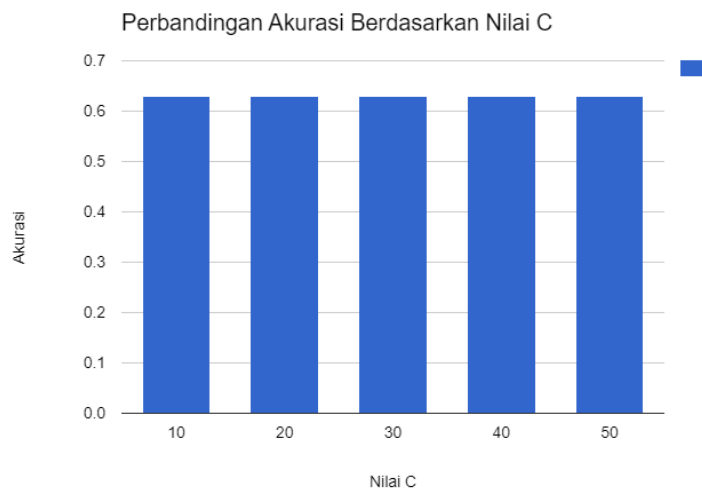
Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan data latih, didapatkan hasil dengan akurasi 0.63 dengan nilai parameter C bernilai 10, dan gamma 0.01. Dan berikut merupakan contoh hasil klasifikasi yang ditampilkan pada User Inputted data dimana pengguna dapat memasukkan data berupa .csv sendiri yang berisi 1 baris data EEG untuk diklasifikasikan.

```
input_path = 'user_input.csv'
predict_with_classifier(svm_classifier, input_path)
```

Hasil Prediksi Keadaan Mental:
Konsentrasi

Gambar 4.1 Klasifikasi dengan User Inputted Data

Dalam pengujian ini juga dilakukan pengujian terhadap pengaruh nilai C dalam pelatihan SVM. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh nilai C terhadap kinerja model SVM dalam klasifikasi keadaan mental (fokus) seseorang.

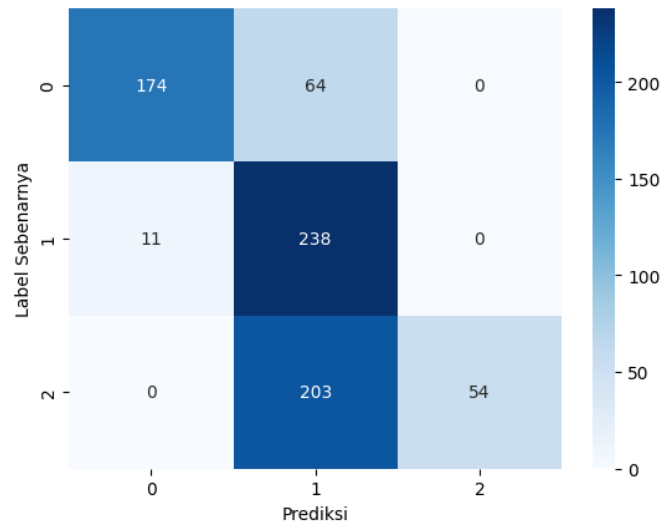


Gambar 4.2 Perbandingan Akurasi Berdasarkan Nilai C

Seperti yang terlihat pada grafik perbandingan Gambar 4.2, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara perubahan nilai c 10, 20, 30, 40,

dan 50 terhadap akurasi klasifikasi model SVM maka parameter $C=10$ digunakan dalam model.

Berikut merupakan matriks konfusi dari hasil pengujian klasifikasi keadaan mental (fokus) menggunakan Support Vector Machine dengan kernel RBF, pendekatan One-Against-All dan menggunakan parameter C (penalty parameter) bernilai 10 menggunakan data uji yang disediakan.



Gambar 4.3 Matriks Konfusi Hasil Pengujian Menggunakan Data Uji

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian pada klasifikasi mental state menggunakan data EEG dengan Support Vector Machine menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan atau akurasi dari klasifikasi mental state (fokus) seseorang ke salah satu dari 3 keadaan yaitu Rileks, Konsentrasi, dan Netral masih terbilang cukup rendah karena hanya memiliki akurasi sebesar 0.63 atau 63%.

Hasil ini mungkin disebabkan dari fitur dalam data yang cukup banyak dan bervariasi, sehingga diperlukan seleksi fitur untuk mendapatkan nilai fitur yang berkorelasi tinggi terhadap label atau keadaan mental seseorang khususnya pada keadaan konsentrasi dan fokus mereka. Sehingga dengan menambahkan seleksi fitur diharapkan tingkat akurasi klasifikasi dapat meningkat dan memberikan hasil klasifikasi yang baik.