

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Udara

Udara terdiri dari campuran gas yang terdapat pada lapisan yang menyelimuti bumi. Konsentrasi beberapa komponen, seperti uap air dan karbon dioksida (CO₂), dapat sangat bervariasi. Peningkatan konsentrasi CO₂ dapat dipicu oleh berbagai aktivitas, seperti pembusukan sampah organik, proses pembakaran, serta pernapasan dalam ruangan yang penuh dengan massa manusia (Agusnar, 2007).

Definisi lain menyebutkan juga bahwa udara adalah campuran gas-gas yang beragam. Secara normal, komposisi udara meliputi sekitar 78,1% nitrogen, 20,93% oksigen, dan 0,03% karbon dioksida, dengan gas lainnya seperti argon, neon, kripton, xenon, dan helium menyusun sisanya. Selain itu, udara juga mengandung unsur-unsur lain seperti uap air, partikel debu, bakteri, spora, dan residu tumbuhan. Informasi lengkap mengenai komposisi udara bersih dapat ditemukan dalam Tabel 2.1 (Chandra, 2006).

Tabel 2.1 Komposisi Udara Bersih

Jenis Gas	Formula	%Volume	PPM
Nitrogen	N ₂	78.084	780.840
Oksigen	O ₂	20.946	209.460
Argon	Ar	0.934	9.340
Carbon Dioksida	CO ₂	0.0412	412
Neon	Ne	0.001818	18.18
Helium	He	0.000524	5
Methana	CH ₄	0.000179	1.79
Krypton	Kr	0.0001	1

Sumber : Engineering Toolbox, Air Composition

2.1.1 Kualitas Udara

Kualitas udara adalah indikator yang mencerminkan tingkat polusi atau kebersihan udara dalam suatu lingkungan. Sumber polusi udara bervariasi, termasuk dari kendaraan bermotor, industri, pembakaran bahan bakar fosil, dan aktivitas rumah tangga yang mengeluarkan partikel-partikel berbahaya serta gas-gas polutan. Dampak buruk dari kualitas udara yang rendah dapat membahayakan kesehatan manusia, lingkungan, dan ekosistem.

Beberapa parameter kunci dalam mengukur kualitas udara mencakup PM_{2.5} (partikel halus dengan ukuran kurang dari 2,5 mikrometer), PM₁₀ (partikel dengan ukuran kurang dari 10 mikrometer), CO (karbon monoksida), SO₂ (sulfur dioksida), NO₂ (nitrogen dioksida), dan O₃ (ozon). Definisi lain menyebutkan bahwa pencemaran udara sebagai kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan dan juga lingkungan, serta mengganggu kenyamanan atau dapat merusak properti (Ni Putu, 2019).

Partikel PM_{2.5}, contohnya, bisa dengan mudah masuk ke saluran pernapasan dan menembus jaringan paru-paru, sehingga mengakibatkan gangguan pernapasan dan masalah kesehatan lainnya. Itulah sebabnya pemantauan kualitas udara menjadi sangat penting untuk memberikan informasi mengenai tingkat polusi dan memberi peringatan kepada masyarakat mengenai risiko yang mungkin ditimbulkan oleh paparan polutan dalam jangka panjang.

2.1.2 Jenis Polutan Udara

Sumber pencemaran udara dapat berasal dari aktivitas alami maupun aktivitas manusia. Contoh-contoh alami mencakup peristiwa letusan gunung berapi, kebakaran hutan alami, proses dekomposisi bahan biotik, serta debu dan spora tanaman yang terbawa oleh angin. Sementara itu, aktivitas manusia sering kali

menghasilkan jumlah polutan yang lebih signifikan, seperti emisi dari kendaraan bermotor, proses industri, serta pembakaran sampah rumah tangga dan dekomposisi limbah lainnya((Ratnani, 2008)).

Pencemaran udara yang disebabkan oleh berbagai polutan dapat berdampak buruk pada kualitas udara, yang selanjutnya mempengaruhi kesehatan semua makhluk hidup, terutama manusia. Kualitas udara yang buruk dapat mengganggu proses pernapasan dan menurunkan tingkat kesehatan masyarakat. Misalnya, asap yang dihasilkan dari kebakaran hutan dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Setiap kali terjadi kebakaran hutan, terdapat kecenderungan peningkatan jumlah kasus penyakit infeksi saluran pernapasan yang dilaporkan(www.who.int, Air Quality and Health).

Jumlah polutan yang dikeluarkan ke udara dalam satuan waktu dinamakan emisi. Emisi dapat disebabkan oleh biogenic emissions (proses alam) misalnya, CH₄ hasil aktivitas penguraian bahan organik oleh mikroba dan anthropogenic emissions (kegiatan manusia), misalnya asap kendaraan bermotor, asap pabrik, dan sisa pembakaran(www.ilmulingkungan.com).

2.1.2.1 Karbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) merupakan gas yang tidak memiliki warna dan bau, yang dapat membahayakan apabila terhirup dengan jumlah yang besar. Gas CO dilepaskan akibat adanya aktifitas pembakaran. Sumber gas CO di udara adalah mobil, truk dan kendaraan lainnya atau mesin yang membakar bahan bakar fosil. Tidak hanya itu, namun beberapa barang yang ada di rumah seperti pemanas ruangan dengan minyak tanah, cerobong asap, dan tungku yang bocor serta kompos gas merupakan benda-benda yang dapat melepaskan gas CO di dalam ruangan. ((Rizaldi et al., 2022)

Karbon monoksida sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena gas ini mengikat hemoglobin dalam darah lebih kuat dibanding oksigen, sehingga menghalangi distribusi oksigen ke jaringan tubuh. Paparan karbon monoksida dalam kadar tinggi dapat menyebabkan gejala seperti sakit kepala, pusing, lemah, mual, dan bahkan dapat menyebabkan kehilangan kesadaran atau kematian jika dihirup dalam jumlah besar dan waktu yang lama (https://en.wikipedia.org/wiki/Indoor_air_quality).

2.1.2.2 Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida adalah senyawa kimia yang mudah larut dalam air dingin, tidak berbau dan tidak berwarna. Karbon dioksida termasuk gas yang reaktif dan banyak terdapat dalam air laut. Karbon dioksida yang terdapat dalam air laut umumnya berasal dari udara melalui proses difusi, terbawa oleh air hujan, hasil proses respirasi mikroorganisme dan dari hasil penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme. (Tjutju Susana, 1988)

Karbon dioksida memiliki peran krusial dalam proses fotosintesis pada tumbuhan, yang memanfaatkannya untuk menghasilkan oksigen dan energi. Namun, peningkatan kadar CO₂ di atmosfer berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Hal ini dipicu oleh efek rumah kaca yang menyebabkan karbon dioksida dan gas rumah kaca lainnya menangkap panas dari matahari, mengakibatkan kenaikan suhu rata-rata bumi. Meskipun karbon dioksida tidak beracun dalam kadar yang normal, peningkatan kadar CO₂ di ruang tertutup atau lingkungan dengan ventilasi buruk bisa menimbulkan masalah kesehatan, seperti sakit kepala, sesak napas, dan, dalam situasi ekstrem, gangguan pada sistem saraf.

2.1.2.3 Sulfur Dioksida (SO₂)

Sulfur Dioksida (SO₂) adalah gas tidak berwarna dengan bau menyengat, seringkali menyerupai bau terbakar. Gas ini terutama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung belerang, seperti batu bara dan minyak, serta dari proses industri, termasuk produksi logam dan penyulingan minyak bumi.

Sulfur dioksida (SO₂) memiliki karakteristik bau yang tajam, tidak berwarna, serta tidak mudah terbakar di udara. Di sisi lain, sulfur trioksida adalah komponen yang cenderung tidak bereaksi. Ketika gas SO₂ masuk ke dalam tubuh manusia melalui hidung dan mulut saat bernapas, hal ini dapat menyebabkan iritasi pada bronkus, bronkiolus, dan alveoli karena tingkat kelarutan gas SO₂ yang tinggi. Dampaknya, produksi selaput lendir (mucosa) akan meningkat akibat reaksi tersebut. Ini akan menyebabkan peningkatan resistensi saluran udara, yang pada gilirannya akan mempengaruhi pernapasan, menyebabkan bronkus ((Wijiarti et al., 2016)).

2.1.2.3 Nitrogen (N₂)

Nitrogen adalah unsur yang memiliki nilai penting bagi kehidupan makhluk hidup dan Vol. 19, No. 2 aerob. Nitrifikasi dikatalisis oleh dua kelompok bakteri yaitu Nitrosomonas dan Nitro bacter (Manahan, 2005). Oksidasi ammonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri lingkungan. Keberadaan nitrogen di lingkungan memberikan dampak positif dan juga negatif, Ketidakseimbangan nitrogen di alam dapat berdampak negatif langsung dan tidak langsung pada lingkungan hidup dan menimbulkan gangguan lingkungan hidup, karena nitrogen di lingkungan akan mengalami transformasi ke dalam bentuk-bentuk senyawa NOI-, NOz-, NHr melalui proses nitrifikasi, nitrate reduction, denitrifikasi ((Wantasen et al., 2012)).

Dalam bentuk gas diatomik (N₂), nitrogen dianggap stabil dan tidak reaktif, sehingga tidak tersedia secara langsung bagi makhluk hidup. Namun, untuk dapat dimanfaatkan, nitrogen harus melalui proses siklus yang mengubahnya menjadi senyawa yang dapat diserap oleh tumbuhan, seperti ammonia (NH₃) dan nitrat (NO₃⁻). Siklus ini melibatkan beberapa langkah, yaitu fiksasi nitrogen oleh bakteri pengikat nitrogen, nitrifikasi oleh bakteri tertentu, dan asimilasi oleh tumbuhan yang menggunakan nitrat untuk membentuk protein dan DNA.

Meskipun nitrogen sangat penting dalam mendukung kehidupan, ketidakseimbangan konsentrasi nitrogen akibat aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk dan pembakaran bahan bakar fosil dapat menyebabkan polusi udara dan air. Hal ini berpotensi membahayakan kesehatan dan lingkungan, misalnya dalam pembentukan ozon permukaan, hujan asam, dan eutrofikasi di perairan. Selain itu, nitrogen juga memiliki banyak aplikasi dalam industri, seperti produksi amonia untuk pupuk, pendinginan, dan pengelasan. Di masa depan, pengelolaan nitrogen akan menjadi tantangan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, sambil tetap mempertahankan produktivitas pertanian dan industri yang berkelanjutan.

2.1.3 Part Per Million (PPM)

Part per million (PPM) atau bagian per sejuta adalah satuan konsentrasi yang digunakan untuk menggambarkan jumlah suatu senyawa dalam larutan, seperti kadar garam dalam air laut, tingkat polutan di sungai, atau kandungan yodium dalam garam, yang biasanya juga diukur dalam PPM. Sesuai dengan namanya, PPM merepresentasikan perbandingan jumlah suatu zat di antara satu juta bagian dalam sebuah sistem.

2.2 Machine Learning

Machine Learning adalah cabang dari kecerdasan buatan yang digunakan untuk membangun model yang dapat belajar dari data dan membuat prediksi atau keputusan tanpa diprogram secara eksplisit. Machine learning merupakan sistem yang mampu belajar sendiri untuk memutuskan sesuatu tanpa harus berulang kali diprogram oleh manusia sehingga komputer menjadi semakin cerdas belajar dari pengalaman data yang dimiliki ((Retnoningsih & Pramudita, 2020)). Machine Learning terbagi menjadi empat kategori utama, yaitu supervised learning, unsupervised learning, reinforcement learning, semi-supervised learning.

1. **Supervised Learning:** Model dilatih menggunakan data yang sudah memiliki label atau kategori yang jelas. Model ini kemudian belajar untuk

memprediksi hasil berdasarkan pola dalam data. Contohnya adalah Support Vector Machine (SVM), Decision Tree, dan Neural Networks.

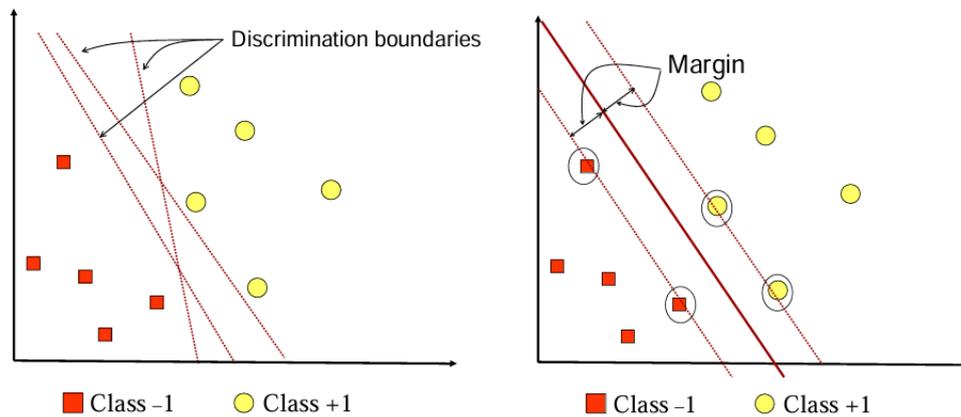
2. **Unsupervised Learning:** Model mencoba menemukan pola tersembunyi dalam data yang tidak memiliki label. Algoritma seperti K-Means Clustering dan Principal Component Analysis (PCA) sering digunakan dalam kategori ini.
3. **Reinforcement Learning:** Model belajar dari lingkungan dengan mendapatkan reward atau penalti berdasarkan tindakan yang diambil. Teknik ini sering diterapkan dalam pengembangan sistem otomatisasi dan kecerdasan buatan untuk game.
4. **Semi-Supervised Learning:** Model dilatih menggunakan kombinasi data berlabel dan tidak berlabel. Teknik ini berguna ketika data berlabel sulit didapat, tetapi ada banyak data tidak berlabel yang tersedia. Contohnya adalah algoritma Self-Training dan Label Propagation.

2.3 Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) adalah metode pembelajaran mesin yang digunakan untuk tujuan klasifikasi dan regresi. SVM beroperasi dengan mencari hyperplane yang optimal atau garis pemisah untuk membedakan kelas dalam kumpulan data. Hyperplane ini dioptimalkan untuk memaksimalkan jarak dari titik data yang paling dekat dengan setiap kelas, yang dikenal sebagai vektor pendukung. SVM awalnya dikembangkan oleh Vladimir Vapnik pada tahun 1960-an sebagai metode statistik untuk klasifikasi pola (Vapnik, 1995).

Dalam metode neural network, fokusnya adalah pada mencari hyperplane pemisah yang memisahkan kelas-kelas yang ada. Berbeda dengan itu, SVM mencari hyperplane yang optimal di dalam ruang input. Pada dasarnya, SVM adalah pengklasifikasi linear yang kemudian diperluas untuk menangani masalah non-linear dengan menggunakan **kernel trick** di dalam ruang kerja yang memiliki dimensi yang lebih tinggi. Kemajuan ini telah mendorong penelitian di bidang pengenalan pola untuk mengeksplorasi potensi SVM, baik dari segi teori maupun

aplikasi. Saat ini, SVM telah diterapkan secara luas untuk berbagai masalah nyata dan seringkali menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional seperti **artificial neural network**. Artikel ini mengenalkan konsep dasar SVM dan membahas aplikasinya di bidang bioinformatika, yang saat ini mengalami pertumbuhan pesat (Nugroho, 2003).



Gambar 2.1 SVM berusaha menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan kedua class -1 dan +1

Ketika mengklasifikasikan dengan Support Vector Machine, langkah pertama yang penting adalah mencari garis (hyperplane) yang optimal. Tujuannya adalah untuk memisahkan dua kelas data yang berbeda, yaitu data positif (+1) dan data negatif (-1). Pada Gambar 1, data positif (+1) diwakili oleh warna kuning, sementara data negatif (-1) diwakili oleh warna merah. Grafik di sisi kiri Gambar 1 menggambarkan beberapa kemungkinan garis pemisah (discrimination boundaries) pada SVM untuk dataset tertentu. Di sisi kanan Gambar 1, diperlihatkan discrimination boundaries dengan margin maksimum. Margin, atau kadang disebut sebagai batas pemisah, adalah jarak antara dua kelas data terdekat di bidang hyperplane.

Hyperplane dengan margin maksimum merupakan hyperplane terbaik yang dapat memberikan generalisasi yang baik untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Dengan kata lain, inti dari konsep Support Vector Machine (SVM) adalah

menentukan garis optimal yang menghasilkan hyperplane terbaik sebagai pemisah dua kelas data, sambil mempertahankan batas pemisah terbesar atau margin maksimum (Handayani, 2020).

2.3.1 Kernel trick dan non linear classification pada SVM

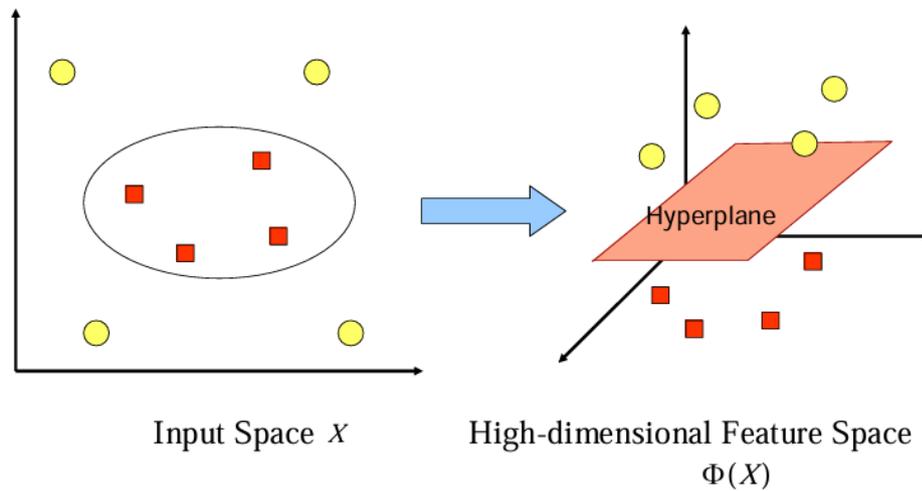
Kernel trick adalah teknik yang digunakan untuk menghitung produk skalar antara data dalam ruang berdimensi tinggi tanpa perlu memetakan data ke ruang tersebut secara eksplisit. Teknik ini melibatkan penggunaan fungsi kernel yang menghitung similarity antara pasangan titik data dalam dimensi asli, sehingga membuat data terasa seolah-olah berada dalam dimensi yang lebih tinggi.

Dengan menggunakan kernel trick, kita dapat menggunakan metode Support Vector Machine (SVM) untuk menangani data non-linear dengan efisiensi komputasi yang tinggi. SVM dapat mengenali dan menangani berbagai macam pola non-linear tanpa mengubah posisi data ke dalam dimensi yang lebih tinggi.

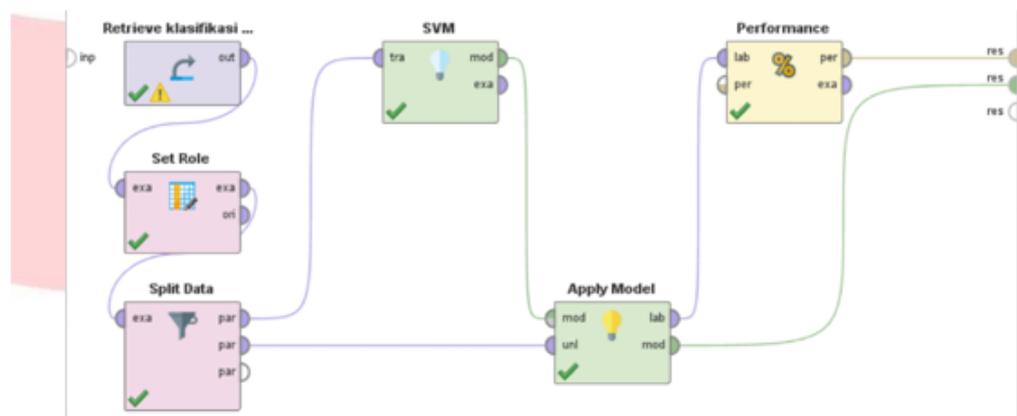
SVM telah didesain untuk menemukan hyperplane pemisah yang memaksimalkan margin di antara dua kelas dalam ruang fitur. Pada situasi di mana data tidak dapat dipisahkan secara linear dalam ruang fitur asal, SVM akan menghadapi tantangan dalam menemukan hyperplane pemisah yang optimal. Untuk mengatasi jenis data tersebut, SVM menerapkan klasifikasi non-linear dengan strategi memetakan data ke ruang fitur yang memiliki dimensi lebih tinggi sehingga memudahkan pemisahan data.

Ilustrasi konsep ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 Pada Gambar 2.2a, terlihat bahwa data kelas kuning dan data kelas merah pada ruang input dua dimensi tidak dapat dipisahkan secara linear. Kemudian, pada Gambar 2.2b, fungsi Φ memetakan setiap data di ruang input tersebut ke ruang vektor dengan dimensi yang lebih tinggi (dimensi 3), di mana kedua kelas dapat dipisahkan secara linear menggunakan sebuah hyperplane. Notasi matematika untuk pemetaan ini dapat dituliskan sebagai

berikut.



Gambar 2.2 Fungsi Φ memetakan data ke ruang vektor yang berdimensi lebih tinggi, sehingga kedua class dapat dipisahkan secara linear oleh sebuah hyperplane.



Gambar 2.3 Proses Klasifikasi Menggunakan Algoritma SVM.

2.4 Perangkat Lunak

2.4.1 Google Colaboratory

Google Colab adalah platform berbasis cloud dari Google yang memungkinkan pengguna menjalankan kode Python langsung di browser tanpa perlu menginstal software tambahan. Colab berbasis Jupyter Notebook, sehingga sangat cocok untuk

analisis data, machine learning, dan pengembangan model kecerdasan buatan.

Salah satu keunggulan utama Colab adalah akses gratis ke GPU dan TPU, yang mempercepat komputasi tanpa perlu perangkat keras mahal. Selain itu, Colab terintegrasi dengan Google Drive, sehingga memudahkan penyimpanan dan berbagi file. Platform ini juga mendukung berbagai library Python populer seperti TensorFlow, PyTorch, NumPy, dan Pandas, yang banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan AI.

Colab juga dirancang untuk kolaborasi, memungkinkan pengguna berbagi dan mengedit notebook secara real-time, seperti bekerja dalam Google Docs. Dengan kemudahan akses, dukungan komputasi yang kuat, dan fitur kolaboratif, Google Colab menjadi alat yang sangat berguna bagi siapa saja yang ingin mengembangkan dan menguji model machine learning tanpa harus khawatir tentang konfigurasi perangkat.

2.4.2 Python

Python adalah salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bersifat interpreter, interactive, object oriented, dan dapat beroperasi hampir di semua platform: Mac, Linux, dan Windows. Python termasuk bahasa pemrograman yang mudah dipelajari karena sintaks yang jelas, dapat dikombinasikan dengan penggunaan modul siap pakai, dan struktur data tingkat tinggi yang efisien (Burma Ade Putra, 2022).

Dikembangkan pertama kali oleh Guido van Rossum pada akhir 1980-an dan dirilis pada tahun 1991, Python telah menjadi salah satu bahasa pemrograman paling populer di seluruh dunia. Penggunaan Python mencakup berbagai bidang seperti pengembangan web, ilmu data, pembelajaran mesin, kecerdasan buatan, dan bahkan pengembangan game.

Keunggulan ini didukung oleh ekosistem pustaka dan framework yang sangat beragam. Sebagai contoh, library seperti Pandas dan NumPy umum digunakan untuk analisis data dan komputasi ilmiah. Sementara itu, TensorFlow dan PyTorch merupakan alat yang sangat berguna dalam membangun model pembelajaran mesin dan jaringan saraf. Di sektor pengembangan web, framework seperti Django dan Flask menyederhanakan proses pembuatan aplikasi web yang tangguh dan terstruktur.

Python mendukung berbagai paradigma pemrograman, termasuk pemrograman prosedural, fungsional, dan berorientasi objek, sehingga pengembang dapat memilih gaya pemrograman yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka. Salah satu keunggulan Python adalah kemampuannya untuk berfungsi di berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux, membuatnya fleksibel dan memudahkan pengembangan lintas platform. Bahasa ini juga memiliki komunitas pengguna yang besar dan aktif, yang menyediakan dukungan dokumentasi, tutorial, dan forum diskusi yang membantu pengguna dalam belajar dan menyelesaikan masalah pemrograman.

Berikut adalah contoh dari pemrograman sederhana menggunakan python:

```
# Program untuk menghitung jumlah angka genap dalam sebuah daftar
```

```
# Membuat daftar angka
```

```
angka_list = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
```

```
# Fungsi untuk menghitung jumlah angka genap
```

```
def hitung_genap(daftar):
```

```
    genap_count = 0
```

```
    for angka in daftar:
```

```
        if angka % 2 == 0:
```

```
            genap_count += 1
```

```
    return genap_count
```

```
# Memanggil fungsi dan mencetak hasilnya
jumlah_genap = hitung_genap(angka_list)
print(f"Jumlah angka genap dalam daftar adalah: {jumlah_genap}")
```

2.4.3 Jupyter Notebook

Jupyter Notebook adalah aplikasi web interaktif yang digunakan secara luas dalam dunia data science, machine learning, dan penelitian akademik untuk membuat, menjalankan, dan mendokumentasikan kode dalam satu antarmuka yang terintegrasi. Dikembangkan sebagai bagian dari proyek Jupyter, Jupyter Notebook mendukung berbagai bahasa pemrograman, terutama Python, dan memungkinkan pengguna untuk membuat dokumen dengan teks, visualisasi data, dan kode yang dapat dieksekusi.

Jupyter Notebook sebelumnya dikenal sebagai *IPython Notebook* yang berbasis bahasa pemrograman Python. Dukungan yang massif dari komunitas, maka secara alami dalam waktu dekat *Jupyter Notebook* akan berevolusi menjadi *JupyterLab*, dengan dilengkapi fasilitas berbagai fitur yang lebih canggih. Penggunaan *Jupyter Notebook* di bidang geofisika khususnya pemodelan iklim merupakan contoh yang baik di dalam memperkenalkan *open science* kepada sivitas akademika perguruan tinggi (Dedi, 2018).

Berikut adalah contoh sederhana dari jupyter notebook untuk digunakan dalam analisis data dan visualisasi:

```
# Import pustaka yang diperlukan
import pandas as pd

# Membuat DataFrame sederhana
data = {'Nama': ['Andi', 'Budi', 'Cici', 'Deni']}
```

```
        'Nilai': [85, 90, 75, 88]}  
  
df = pd.DataFrame(data)  
  
# Menampilkan DataFrame  
df  
  
Visualisasi data  
  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
# Membuat grafik batang untuk nilai  
plt.bar(df['Nama'], df['Nilai'], color='blue')  
  
plt.xlabel('Nama')  
  
plt.ylabel('Nilai')  
  
plt.title('Nilai Siswa')  
  
plt.show()
```

2.5 Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini, peneliti mengacu pada penelitian-penelitian terkait yang relevan dengan permasalahan yang telah diidentifikasi dalam latar belakang skripsi ini. Perbedaan antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya yang menggunakan algoritma yang sama, yaitu Support Vector Machine, terletak pada jumlah variabel yang digunakan dalam penelitian tersebut.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

NO	Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Metode Pemantauan	Variabel	Database	Sensor yang digunakan	Akurasi	Algoritma/Model
1	Air pollution prediction with machine learning: a case study of Indian cities	(Kumar & Pande, 2023)	2023	sensor dan perangkat IoT	1. AQI (Air Quality Index) 2. C6H6 3. CO2 4. CO 5. NO2 6. NO3 7. SO2	-	-	92%	1. Random Forest (RF) 2. Neural Networks (NN)

					8. O3 9.NH3 10. PM10				
2	KLASIFIKASI KUALITAS UDARA DENGAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE	Ade Silvia Handayan et al	2020	teknologi multi-sensor	1. CO (Karbon Monoksida) 2. CO2 (Karbon Dioksida) 3. HC (Hidrokarbon) 4. PM10 (Partikulat Materi) 5. suhu 6.Kelembaban		1. DHT-11 2. TGS-2442 3. Sensor MG-811 4. Sensor TGS-2611	94,34%	Fuzzy Logic dan Support Vector Machine (SVM)
3	Prediksi Kualitas Udara dengan Menggunakan	(Ayu et al., 2023)	2023	-	1. PM2.5 2. PM10 3. CO 4. SO2	Portal Satu Data DKI JAKARTA	-	82,4%	Long Short-Term Memory dan Artificial Neural

	Metode Long Short-Term Memory dan Artificial Neural Network				5. NO2 6. 03				Network
4	ANALISIS KUALITAS UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK MONITORING KONSENTRASI CO2 DI AREA ATAP GEDUNG	Raden Deasy Mandasari et al	2024	penggunaan teknologi IoT dan sensor CO2	1. CO2 2. SUHU 3. KELEMBABAN	-	1. DHT-22 2. MQ-135	-	Decision Tree, Linear Regression

5	Implementasi Penerapan Support Vector Machine Untuk Pemantauan Kualitas Udara di DKI JAKARTA	Hafidz Tri Utomo Muhammad	2024		1. PM2.5 2. PM10 3. CO 4. SO2 5. NO2 6. O3	data Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)	-	96%	Support Vector Machine (SVM)
---	--	---------------------------	------	--	---	---	---	-----	------------------------------