

ISSN : 2620-6897 (Cetak)
ISSN : 2620-6900 (Online)

Volume 3, Nomor 2, November 2020

JIRE

*JURNAL INFORMATIKA &
REKAYASA ELEKTRONIKA*



Diterbitkan Oleh LPPM STMIK Lombok

Jln. Basuki Rahmat No.105 Praya, Lombok Tengah - NTB
e-journal.stmiklombok.ac.id/jire - Telp dan Fax (0370) 654310
email. lppm@stmiklombok.ac.id



9 772620 689002



DEWAN REDAKSI

Jurnal Manager

Wire Bagye, S.Kom.,M.Kom (STMIK Lombok, SINTA ID : 5992010)

Reviewer :

Resad Setyadi, S.T., S.Si., MMSI., Ph.D (cand) - Institut Teknologi Telkom Purwokerto
SCOPUS ID : 57204172534 SINTA ID : 6113570

Yesaya Tommy Paulus, S.Kom., MT., Ph.D. - STMIK Dipanegara Makassar
SCOPUS ID : 57202829909 SINTA ID : 6002004

Dr. Cucut Susanto, S. Kom. MSi. - STMIK Dipanegara Makassar
SINTA ID : 6138863

Muhamad Malik Mutoffar, ST., MM., CNSS- Sekolah Tinggi Teknologi Bandung
SINTA ID : 6013819

David, M.Cs., M.Kom - STMIK Pontianak
SCOPUS ID : 57200208543 SINTA ID : 5977352

Indo Intan, S.T., M.T. STMIK - Dipanegara Makassar
SCOPUS ID : 57200209088 SINTA ID : 6127241

I Wayan Agus Arimbawa, ST., M.Eng. - Universitas Mataram
SINTA ID : 5973017

Muhammad Fauzi Zulkarnaen, ST., M.Eng. - STMIK Lombok
SINTA ID : 6663733

Yunanri.W, S.T. M. Kom - Universitas Teknologi Sumbawa (U.T.S)
SINTA ID : 6723103

Sitti Aisa, S.Kom., M.T - STMIK Dipanegara Makassar
SINTA ID : 6153893

Sanjaya Pinem, S.Kom, M.Sc - Universitas Efarina
SINTA ID : 6689679

Zamah Sari, S.T., M.T. - Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka
SINTA ID : 6145745

Fredy Windana, S.Kom., MT - Sekolah Tinggi Teknologi Stikma Internasional
SINTA ID : 5974460

Hijrah Saputra, ST., M.Sc. - STMIK Lombok
SINTA ID : 6667974

Hairul Fahmi, M.Kom. - STMIK Lombok
SINTA ID : 5983160

Sofiansyah Fadli, S.Kom., M.Kom. - STMIK Lombok
SINTA ID : 6073057

Editor :

Wire Bagye, S.Kom., M.Kom - STMIK Lombok, SINTA ID : 5992010

Saikin, S.Kom., M.Kom. - STMIK Lombok

Halena Muna Bekata, M.Pd. - Universitas Tribuana Kalabahi, SINTA ID : 6168815

Desain Grafis & Web Maintenance

Jihadul Akbar, S.Kom. - STMIK Lombok

Secretariat

Ahmad Susan Pardiansyah, M.Kom - STMIK Lombok

DAFTAR ISI

1	SISTEM MONITORING TERPADU SMART BINS BERBASIS <i>IoT</i> MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK <i>Tatik Juwariyah¹, Luh Krisnawati², Sri Sulasminingsih³</i>	91-99
2	ANALISIS PERSPEKTIF PADA PENERAPAN E-MONEY MENGGUNAKAN DELONE AND MCLEAN IS SUCCESS MODEL DI BANDARA SULTAN SYARIF KASIM II PEKANBARU <i>Fika Felanda Adelia¹, M.Khairul Anam², Triyani Arita Fitri³, Fransiskus Zoromi⁴</i>	100-110
3	ANALISIS SENTIMEN TERHADAP WARGA CHINA SAAT PANDEMI DENGAN ALGORITMA TERM FREQUENCY-INVERSE DOCUMENT FREQUENCY DAN SUPPORT VECTOR MACHINE <i>Efid Dwi Agustono¹, Daniel Sianturi², Andi Taufik³, Windu Gata⁴</i>	111-119
4	SISTEM KEHADIRAN MAHASISWA MENGGUNAKAN QR CODE BERBASIS RESTFUL API <i>Noor Falih¹, Sarika²</i>	120-128
5	IMPLEMENTASI METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK DETEKSI DINI AUTISME PADA BALITA BERBASIS ANDROID <i>Niki Ratama¹, Munawaroh²</i>	129-139
6	IMPLEMENTASI RASCH MODEL PADA PERANCANGAN APLIKASI UNTUK PENCARIAN QORI DI WILAYAH KOTA PALEMBANG BERBASIS ANDROID <i>M. Rudi Sanjaya¹, Yadi Utama², Dedy Kurniawan³</i>	140-149
7	IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI FUZZY PADA ARAH GERAK ROBOT FINOID <i>Almira Nindya Rafi'ah¹, Wahyu S. Pambudi.²</i>	150-161
8	PLATFORM WEB SEBAGAI PENAMPIL DATA MONITORING KOTAK SAMPAH BERBASIS IOT <i>Dela Citra¹, Irawan Hadi², Sarjana³</i>	162-175
9	PEMANFAATAN MIKROTIK UNTUK JARINGAN HOTSPOT DENGAN SISTEM VOUCHER PADA DESA UJANMAS KOTA PAGAR ALAM <i>Asep Syaputra¹, Dedi Stadi²</i>	176-186
10	KLASIFIKASI KUALITAS UDARA DENGAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE <i>Ade Silvia Handayani¹, Sopian Soim², Theresia Enim Agusdi³, Rumiasih⁴, Ali Nurdin⁵</i>	187-199

KLASIFIKASI KUALITAS UDARA DENGAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE*

Ade Silvia Handayani¹, Sopian Soim², Theresia Enim Agusdi³, Rumiasih⁴, Ali Nurdin⁵

^{1,2,3}Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya

⁴Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Sriwijaya

⁵Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Bukit Besar, Palembang, Sumatera Selatan, 30139
¹ade_silvia@polsri.ac.id, ²sopian_soim@polsri.ac.id, ³theresiaenim912@gmail.com,
⁴rumiasih@polsri.ac.id, ⁵aalinurdin67@gmail.com

Abstract

Indonesian government stated that air pollution can become a serious problem that could be dangers both the environment and health. However, media and delivery techniques provided by government agencies as a form of anticipation for air pollution, still not sufficient to build public awareness of air pollutions conditions. To efficiently control and prevent air pollution, it is necessary to know the influential factors of air quality and a method for classifying air quality conditions. In this research will discuss about the process of classifying air quality using Support Vector Machine with three sensor nodes. The testing data was obtained from the sensor readings using Air Quality Monitoring System with air quality parameters is CO, CO₂, HC, PM₁₀, temperature and humidity. After testing, obtained the results of the best classification accuracy performance owned by sensor node 2 namely 99,33%. The conclusion of this research shows that classification performance using Support Vector Machine has the ability to solve problems for classification cases.

Keywords : *Air Pollution, Artificial Intelligence, Classification, Support Vector Machine (SVM)*

Abstrak

Pemerintah Indonesia menyatakan bahwa pencemaran udara dapat menjadi suatu permasalahan serius yang membahayakan baik bagi lingkungan dan kesehatan. Adapun media dan teknik penyampaian yang disediakan oleh instansi pemerintahan sebagai bentukantisipasi pencemaran udara, belum cukup untuk membangun kesadaran masyarakat terhadap kondisi pencemaran udara. Untuk mengendalikan pencemaran udara secara efisien, perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara dan suatu metode untuk mengklasifikasikan kondisi kualitas udara. Pada penelitian ini akan dilakukan proses klasifikasi kualitas udara menggunakan metode *Support Vector Machine* dengan tiga buah node sensor. Data pengujian didapatkan dari hasil pembacaan sensor menggunakan Sistem Monitoring Kualitas Udara dengan parameter kualitas udara adalah CO, CO₂, HC, PM₁₀, suhu dan kelembaban. Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil performansi ketepatan klasifikasi terbaik pada node sensor2 yaitu 99,33%. Hasil performansi klasifikasi yang didapatkan menunjukkan bahwa metode *Support Vector Machine* mampu untuk menyelesaikan permasalahan untuk kasus klasifikasi.

Kata kunci : *Pencemaran Udara, Artificial Intelligence, Klasifikasi, Support Vector Machine(SVM)*

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan suatu masalah yang berdampak buruk bagi kehidupan

makhluk hidup[1]. Hal ini dapat mengakibatkan menurunnya kualitas udara, khususnya daerah perkotaan di Indonesia. Adapun faktor-faktor yang memicu terjadinya pencemaran udara

adalah aktivitas transportasi, industri, jasa, kegiatan lainnya yang meningkat, dan buangan sisa-sisa kegiatan ke udara[2]. Udara yang tercemar dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan bahkan dapat menyebabkan kematian[3]. Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO), pada tahun 2016 sekitar 6,5 juta orang meninggal dunia disebabkan oleh pencemaran udara[4]. Selain itu jumlah kendaraan di Indonesia meningkat 10-15%, sehingga bertambahnya aktifitas penggunaan kendaraan yang menghasilkan emisi gas buang. Tingkat konsentrasi karbon monoksida (CO) yang tinggi, dapat menyebabkan gas rumah kaca yang berpengaruh terhadap naiknya suhu udara dan kelembaban udara di bumi[5].

Pemerintah Indonesia sudah melakukan berbagai upaya dalam mengatasi pencemaran udara, diantaranya dengan mengeluarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara[6]. Salah satu bentuk kegiatan pengendalian pencemaran udara tersebut yaitu kebijaksanaan bahan bakar yang mengacu bahan bakar bersih dan ramah lingkungan, serta pelaksanaan *car free day*[7][8]. Adapun KLHK telah membangun peralatan AQMS sebagai bahan pengembangan kebijakan dalam pengendalian pencemaran udara[9]. Namun, berbagai upaya dan kebijakan yang ada belum cukup efektif untuk mengatasi pencemaran udara dan juga minimnya kesadaran masyarakat akan bahaya dari polusi udara.

Monitoring kualitas udara saat ini sangat diperlukan untuk mengetahui indeks polusi udara di kawasan tersebut[10]. Pada penelitian[11], dilakukan *monitoring* udara dengan memanfaatkan teknologi multi-sensor untuk memberikan informasi kadar gas di udara sehingga dapat terhindar dari pencemaran udara. Selain itu, penggunaan robot sampah pada penelitian yang dilakukan oleh Husni et al[12] bermaksud untuk mewujudkan konsep *Smart Environment* dengan meletakkan sistem *monitoring* kualitas udara untuk dapat mendeteksi polusi udara. Akan tetapi, melakukan *monitoring* kualitas udara saja tidak cukup untuk mengatasi pencemaran udara. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode yang dapat mengklasifikasikan kondisi kualitas udara sehingga dapat dijadikan informasi kepada masyarakat dan instansi pemerintahan.

Beberapa penelitian tentang permasalahan untuk kasus klasifikasi telah banyak dilakukan dan biasanya menggunakan metode pendekatan algoritma *machine learning*. *Machine Learning* adalah sub-bidang dari *Artificial Intelligence* (AI) yang menggunakan prinsip ilmu komputer,

sehingga bisa melakukan klasifikasi. Adapun algoritma *machine learning* yang digunakan antara lain *naive bayes*, *decision tree*, *random forest*, dan *support vector machine*[13]. Tidak hanya itu, pada paper Purwantaka[14] menggunakan algoritma regresi logistik dengan sedikitnya variabel prediktor untuk melakukan klasifikasi pada penderita dan non penderita kanker. Dari hasil pengujian, ketepatan klasifikasi yang didapatkan hanya sebesar 63%. Berbeda dari penelitian sebelumnya, penelitian[15] melakukan klasifikasi kualitas udara dengan algoritma *Deep Neural Network*, akan tetapi hasil performansi ketepatan klasifikasi yang diberikan hanya sebesar 84%. Namun penelitian pada [16]-[17] berhasil melakukan klasifikasi dengan menerapkan metode *Support Vector Machine* dimana tingkat akurasi klasifikasi yang optimum yaitu 93,902% dan 94,34%.

Berdasarkan hasil performansi akurasi klasifikasi yang dibuktikan oleh metode *Support Vector Machine*, maka pada penelitian ini akan dilakukan klasifikasi kualitas udara dari hasil *monitoring* berdasarkan 5 parameter zat pencemar udara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggambarkan kondisi kualitas udara saat ini melalui hasil performansi akurasi klasifikasi dengan metode *Support Vector Machine*.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Fuzzy Interference System (FIS) pada penelitian Teologo[18] digunakan untuk klasifikasi *Air Quality Index* (AQI) menggunakan sistem *Fuzzy Logic*. Pendekatan algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma *Fuzzy*. Dari hasil pengujian, zat pencemar CO dan NO₂ akan diklasifikasikan ke dalam enam kategori dan FIS akan memproses sistem *Fuzzy Logic* dengan menghasilkan keluaran berupa nilai AQI yang dinyatakan dalam baik, sedang, tidak sehat untuk kelompok sensitif, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya. Namun dua parameter jenis zat pencemar saja kurang informatif dan efektif untuk mengklasifikasikan kualitas udara.

Penelitian tentang klasifikasi kualitas udara yang dilakukan oleh Michael[15] menggunakan lima parameter zat pencemar. Adapun metode *Deep Neural Network* digunakan untuk menghasilkan hasil klasifikasi indeks kualitas udara dengan parameternya yaitu Karbon Monoksida (CO), Ozon Permukaan (O₃), Tingkat Partikulat (PM), Oksida Nitrogen (NO₂), dan

Sulfur Dioksida (SO₂). Akan tetapi, hasil akurasi yang didapatkan dari data *training* dan *data testing* belum cukup baik yaitu sebesar 84%.

Parameter pencemar udara yang digunakan oleh Amri[19] untuk meneliti klasifikasi kualitas udara sama seperti penelitian[15]. Tetapi pada penelitian ini, menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbour* untuk mengetahui kualitas udara sejak dini sehingga dapat mengurangi peningkatan kasus kesehatan yang terjadi pada masyarakat. Namun dari hasil penelitian, akurasi yang didapatkan juga belum cukup optimum yaitu hanya 85%.

Menurut Sugiarto dan Sustika[20] dalam penelitiannya mengusulkan penerapan algoritma *Decision Tree* untuk mengklasifikasikan kualitas udara di node BSC. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan status bahaya dari sistem peringatan. Dengan algoritma *Decision Tree*, nilai entropi dan perolehan informasi dari setiap kasus ditentukan untuk membangun struktur pohon keputusan dan membangun kumpulan aturan. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil tingkat akurasi yang didapatkan dengan penerapan *Decision Tree* hanya sebesar 85,71%.

Kurt dan Oktay[21] memodelkan koneksi geografis ke dalam model *Neural Network* dan memperkirakan tingkat konsentrasi harian SO₂, CO, dan PM₁₀ tiga hari sebelumnya. Namun menurut Dixian et al[22], proses konversi tugas regresi ke tugas klasifikasi yang dilakukan [21] bermasalah. Hal ini dikarenakan mengabaikan besarnya data numerik dan akibatnya menjadi tidak akurat.

Berdasarkan penelitian diatas adalah beberapa metode dari *machine learning* yang digunakan untuk melakukan klasifikasi kualitas udara. Akan tetapi, belum ada yang menunjukkan hasil performansi akurasi yang cukup baik dalam mengklasifikasikan kualitas udara seperti yang dilakukan pada penelitian [16]-[17] dengan metode *Support Vector Machine*. Pada penelitian ini, akan dibuat model klasifikasi dengan algoritma *Support Vector Machine* untuk mengklasifikasikan kualitas udara. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil performansi akurasi yang tinggi, sehingga dapat dijadikan gambaran terhadap kondisi kualitas udara saat ini.

2.2. Pendekatan Algoritma *Machine Learning*

Machine Learning adalah salah satu cabang dari *Artificial Intelligence* (AI) yang mengadopsi prinsip dari ilmu komputer dan statistik untuk membuat model yang merefleksikan pola-pola data. Model tersebut dilatih dengan

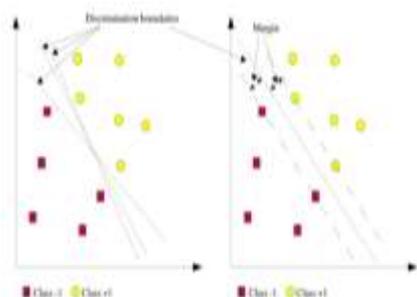
menggunakan berbagai algoritma dalam pendekatan *machine learning* sehingga bisa melakukan klasifikasi terhadap entitas bencana[13].

Adapun tahapan-tahapan yang harus dilakukan pada proses *machine learning* yaitu, sebagai berikut[23]:

1. Hal pertama yang harus disiapkan adalah data. Pada *machine learning*, data biasanya terdiri dari data *training* dan data *testing*.
2. Data *training* adalah data untuk melatih algoritma untuk menemukan model yang cocok.
3. Data *testing* adalah data untuk menguji dan menentukan kinerja model yang diperoleh pada tahap pengujian.

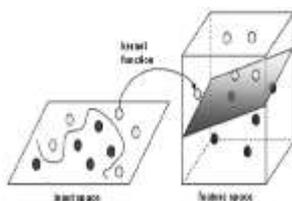
2.3. Algoritma *Support Vector Machine* dalam Klasifikasi Data

Support Vector Machine adalah suatu teknik yang relatif baru untuk melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi[24]. SVM termasuk ke dalam jenis klasifikator yang biner, linier, dan non probabilistik[25]. Pada umumnya, hal pertama yang mendasari untuk memahami klasifikasi dengan *Support Vector Machine* adalah mencari garis (*hyperplane*) yang optimal. Hal ini berfungsi untuk memisahkan dua kelas data yang berbeda yaitu data positif (+1) dan data negatif (-1). Pada Gambar 1 untuk data positif (+1) disimbolkan dengan warna kuning dan data negatif (-1) disimbolkan dengan warna merah. Adapun grafik sebelah kiri pada Gambar 1 mengilustrasikan tentang beberapa kemungkinan garis pemisah (*discrimination boundaries*) pada SVM untuk melakukan set data. Sedangkan grafik sebelah kanan pada Gambar 1 mengilustrasikan *discrimination boundaries* dengan margin yang maksimum. Margin atau disebut juga batas pemisah adalah jarak antara dua kelas data terdekat pada bidang *hyperplane*. *Hyperplane* dengan margin yang maksimum adalah *hyperplane* terbaik yang akan memberikan generalisasi untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang lebih baik. Jadi, inti konsep dari *Support Vector Machine* adalah menarik garis yang optimal untuk mendapatkan *hyperplane* terbaik sebagai pemisah kedua kelas data dengan batas pemisah yang maksimum.



Gambar 1. Grafik kiri: sejumlah pilihan *discrimination boundaries* yang mungkin, Grafik kanan: *discrimination boundaries* dengan *hyperplane* yang optimal

Support Vector Machine juga memiliki fungsi kernel yang terdiri atas linier, gaussian, polinomial, dan sigmoid. Pemilihan fungsi kernel sangatlah penting, khususnya dalam menentukan *feature space*[24]. Fungsi kernel adalah fungsi yang akan menghasilkan fungsi pemetaan dari ruang input ke ruang fitur untuk semua vektor input. Gambar 2 mengilustrasikan fungsi kernel dalam mentransformasikan kelas data dari ruang input ke ruang fitur. Dalam SVM, kernel *tricks* sangat membantu dalam mengatasi masalah *feature space* pada saat pembelajaran model. Selain untuk menentukan *feature space*, pemilihan kernel juga berpengaruh terhadap akurasi yang dihasilkan[25].



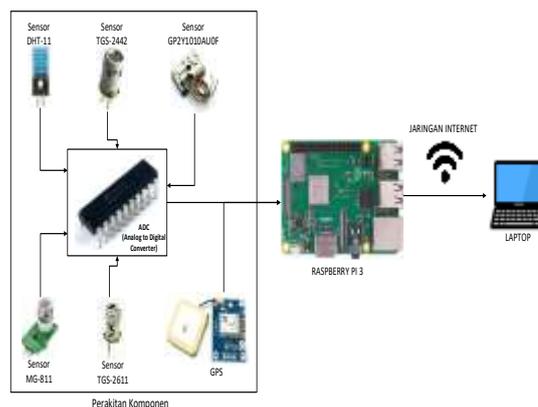
Gambar 2. Transformasi kelas data dari ruang input (*input space*) ke ruang fitur (*feature space*)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan metodologi adalah tahapan-tahapan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian yang dibuat dalam bentuk blok diagram secara keseluruhan. Adapun dalam penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu tahapan perancangan perangkat keras dan tahapan perancangan perangkat lunak berupa pemodelan klasifikasi dengan metode *Support Vector Machine* yang ditampilkan pada database.

3.1. Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras ini terdiri dari pemilihan komponen yang akan digunakan dan membuat rangkaian desain skematik yang digambarkan melalui blok diagram, sehingga dapat dibuat suatu sistem yang sesuai dengan yang diharapkan. Blok diagram untuk perancangan perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 3.

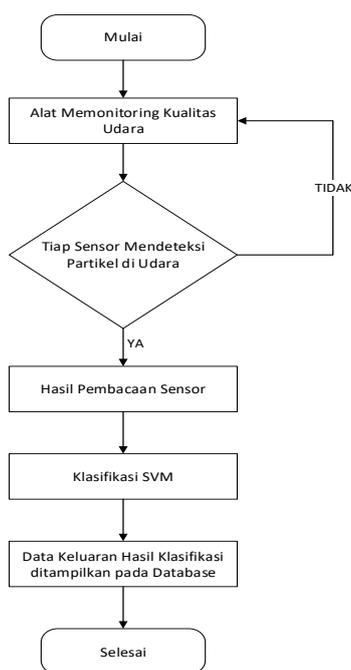


Gambar 3. Blok Diagram Perangkat Keras

Pada Gambar 3, perakitan komponen menggunakan beberapa sensor yang akan dihubungkan ke *Analog Digital Converter* (ADC) yang nantinya akan masuk ke input Raspberry Pi untuk dapat diproses. Kemudian, hasil pembacaan sensor yang didapatkan selama proses *monitoring* akan dikirim ke database. Proses komunikasi data dari Raspberry Pi ke database menggunakan jaringan internet, sehingga informasi data yang telah dikirim ke database dapat dilihat melalui laptop.

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak yang dibuatlah sangat penting dalam hal pengolahan matematis dari keseluruhan program. Inti dari perancangan perangkat lunak ini yaitu perancangan alur kerja sistem menggunakan metode *Support Vector Machine* berupa pengklasifikasian data dari hasil pembacaan sensor. Perancangan perangkat lunak pada sistem *monitoring* ini meliputi perancangan pemodelan klasifikasi SVM untuk memprediksi kualitas udara dari hasil pembacaan sensor. Adapun hasil klasifikasi dikategorikan dalam 3 parameter klasifikasi yaitu *Normal*, *Moderate*, dan *Hazardous*. Gambar 4 adalah flowchart perancangan perangkat lunak dari pemodelan klasifikasi SVM.



Gambar 4. Flowchart Perangkat Lunak

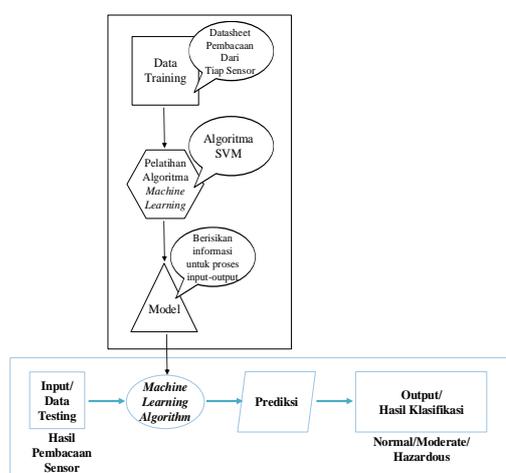
3.3. Tahapan dalam Machine Learning

Setelah melalui tahapan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, maka tahapan selanjutnya adalah proses pelatihan data yang berisi parameter yang kategori keanggotaannya diketahui dalam *machine learning*. Pada *machine learning*, komputer akan mempelajari sejumlah data sehingga dapat menghasilkan suatu model. Model ini akan digunakan berkali-kali untuk melakukan proses input-output tanpa menggunakan program secara eksplisit. Proses pembelajaran pada *machine learning* menggunakan algoritma khusus yaitu algoritma *machine learning*.

Tahapan kerja *machine learning* diawali dengan proses belajar yang menggunakan data yang disebut data *training*. Data *training* ini berupa datasheet yang berisikan range nilai pembacaan tiap sensor. Adapun 3 parameter klasifikasi yang digunakan yaitu *Normal* (0.0), *Moderate* (1.0), dan *Hazardous*(2.0). Selanjutnya dari data *training*, komputer akan melakukan proses belajar untuk menghasilkan suatu model. Proses belajar ini menggunakan algoritma *Support Vector Machine*. Proses pembelajaran ini membutuhkan beberapa kali iterasi sehingga dapat menghasilkan suatu model. Model inilah yang akan digunakan berkali-kali untuk melakukan prediksi kualitas udara pada saat pengujian. Oleh sebab itu, model yang dihasilkan ini berisi informasi yang dijadikan acuan untuk

memecahkan suatu permasalahan proses input-output sehingga dapat melakukan klasifikasi kualitas udara.

Selain data *training*, pada *machine learning* terdapat juga data testing. Data testing yang didapatkan dari *monitoring* kualitas udara adalah berupa hasil pembacaan sensor. Algoritma *machine learning* akan mengolah data testing menggunakan model yang sudah dilatih sebelumnya. Algoritma *Support Vector Machine* akan diamati kemampuannya dalam mengenali pola pada data testing sehingga mampu mengklasifikasikan kualitas udara yang dinyatakan dalam 3 parameter keadaan yaitu *Normal*, *Moderate*, dan *Hazardous*.



Gambar 5. Tahapan dalam machine learning

3.4. Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data, data yang diambil adalah lima parameter zat pencemar udara yang terdiri dari CO, CO₂, HC, PM₁₀, suhu dan kelembaban. Data tersebut didapatkan pada saat pengujian dari hasil *monitoring* kualitas udara yang berupa hasil pembacaan sensor. Setelah hasil pembacaan sensor didapatkan, maka akan dihasilkan gambaran ruang input (*input space*) dari lima parameter zat pencemar tersebut yang selanjutnya akan diproses menggunakan algoritma *Support Vector Machine*.

Tabel 1. Struktur Data Hasil Pembacaan Sensor

Data testing ke-	Parameter Kualitas Udara					
	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	PM ₁₀ (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1.	A _{1,1}	B _{1,1}	C _{1,1}	D _{1,1}	E _{1,1}	F _{1,1}
2.	A _{1,2}	B _{1,2}	C _{1,2}	D _{1,2}	E _{1,2}	F _{1,2}
...
100

3.5. Pengolahan Data

Berdasarkan hasil nilai pembacaan sensor yang didapatkan, selanjutnya dilakukan proses pengolahan data dengan menggunakan model

yang telah dihasilkan sebagai acuan dalam pengklasifikasian data testing. Algoritma *Support Vector Machine* akan mengenali pola pada data testing untuk menemukan *hyperplane* terbaik pada ruang input (*input space*). Setelah didapatkan *hyperplane*, maka dapat terlihat hasil klasifikasi dari pemisahan dua kelas yang berbeda.

3.6. Analisa Data

Analisa data difokuskan mulai dari hasil pembacaan sensor sampai didapatkan keluaran/*output* hasil klasifikasi. Dalam pengujian ini alat akan diletakkan pada suatu lokasi yang sudah ditentukan sebelumnya untuk memantau kualitas udara, kemudian akan dilihat bagaimana sensor akan mendeteksi setiap partikel di udara. Oleh karena itu, selama sensor mendeteksi akan memberikan hasil nilai pembacaan sensor secara *real time*, maka nilai pembacaan sensor langsung diklasifikasikan sesuai dengan range parameter klasifikasi pada model. Kemudian keluaran/*output* hasil klasifikasinya didapatkan dan dikirim ke database.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan tiga node sensor yang diletakkan di lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun penggunaan tiga node sensor ini bertujuan untuk memastikan tidak adanya kesalahan pembacaan sensor dan melihat performansi hasil akurasi di setiap node sensor. Gambar 6 adalah hasil desain perancangan perangkat keras untuk sistem monitoring kualitas udara dan Gambar 7 adalah *pseudo-code* dari hasil perancangan perangkat lunak.



Gambar 6. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Required: X and y loaded with training label data, $\alpha \leftarrow 0$ or $\alpha \leftarrow$ partially trained SVM

```

C ← some value
repeat
  for all  $\{(x_i, y_i), (x_j, y_j)\}$  do
    optimize  $\alpha$ , and  $a_i$ 
  end for
until no changes in  $\alpha$  or other resource constraint criteria met

```

Ensure: Retain only the support vectors ($\alpha > 0$)

(a)

```

candidate SV = (closest pair from opposite classes)
while there are violating points do
  Find a violator
  candidate SV = U candidate SV
  S
  violator
  if any  $\alpha_i < 0$  due to addition of  $c$  to  $S$  then
    candidate SV = candidate SV \ c
    repeat till all such points are pruned
  end if
end while

```

(b)

Gambar 7. *Pseudo-code* Algoritma SVM (a) Data Training, (b) Data Testing

4.1 Hasil Pengujian Monitoring Kualitas Udara pada Node Sensor 1

Lokasi pengujian pada node sensor 1 dilakukan di lapangan parkir Gedung KPA Politeknik Negeri Sriwijaya yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Lokasi Pengujian Node Sensor 1

Tabel 2. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 1 Waktu Pagi

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Selasa, 21-7-2020 09:35:07	CO (ppm)	56.28605886	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	317.7811494	
		HC (ppm)	318.7270214	
		Debu (µg/m ³)	9.102930583	
		Suhu (°C)	29	
		Kelembaban (%)	75	
2.	Selasa, 21-7-2020 10:23:52	CO (ppm)	55.63414713	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	1694.055185	
		HC (ppm)	317.0944639	
		Debu (µg/m ³)	6.742123819	
		Suhu (°C)	30	
		Kelembaban (%)	74	
3.	Rabu, 22-7-2020 10:49:25	CO (ppm)	54.31402588	2.0 (Hazardous)
		CO ₂ (ppm)	2520.328568	
		HC (ppm)	420.4992454	
		Debu (µg/m ³)	27.86177351	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	70	
4.	Rabu,	CO (ppm)	54.49004204	2.0

22-7-2020 10:50:08	CO ₂ (ppm)	2503.613337	(Hazardous)
	HC (ppm)	425.1760383	
	Debu (µg/m ³)	28.28714410	
	Suhu (°C)	31	
	Kelembaban (%)	70	

Tabel 3. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 1 Waktu Siang

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Senin, 20-7-2020 13:23:52	CO (ppm)	55.33752729	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	389.5911528	
		HC (ppm)	363.5104634	
		Debu (µg/m ³)	19.35436175	
		Suhu (°C)	32	
		Kelembaban (%)	71	
2.	Selasa, 21-7-2020 13:03:34	CO (ppm)	54.64650086	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	1843.765169	
		HC (ppm)	417.2726157	
		Debu (µg/m ³)	28.39348674	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	75	
3.	Rabu, 22-7-2020 13:13:32	CO (ppm)	55.92424785	2.0 (Hazardous)
		CO ₂ (ppm)	2517.440606	
		HC (ppm)	319.2940936	
		Debu (µg/m ³)	7.550327937	
		Suhu (°C)	32	
		Kelembaban (%)	75	
4.	Rabu, 22-7-2020 13:13:46	CO (ppm)	55.92098829	2.0 (Hazardous)
		CO ₂ (ppm)	2508.065214	
		HC (ppm)	318.6640756	
		Debu (µg/m ³)	7.486522349	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	75	

Tabel 4. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 1 Waktu Sore

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Senin, 20-7-2020 16:02:11	CO (ppm)	55.45487141	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	352.3565424	
		HC (ppm)	324.7446817	
		Debu (µg/m ³)	17.33385146	
		Suhu (°C)	30	
		Kelembaban (%)	69	
2.	Selasa, 21-7-2020 16:56:21	CO (ppm)	54.72798983	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	1722.023291	
		HC (ppm)	418.5933552	
		Debu (µg/m ³)	29.90355233	
		Suhu (°C)	30	
		Kelembaban (%)	70	
3.	Rabu, 22-7-2020 15:49:40	CO (ppm)	54.32380455	2.0 (Hazardous)
		CO ₂ (ppm)	2528.641328	
		HC (ppm)	420.6653845	
		Debu (µg/m ³)	28.64870910	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	70	
4.	Rabu, 22-7-2020 15:50:20	CO (ppm)	54.31402588	2.0 (Hazardous)
		CO ₂ (ppm)	2513.106249	
		HC (ppm)	426.5217935	
		Debu (µg/m ³)	31.22220116	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	70	

Tabel 5. Kesalahan Klasifikasi pada Node Sensor 1

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Jumat, 17-7-2020 15:55:23	CO (ppm)	57.04553603	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	308.8802774	
		HC (ppm)	318.9474297	
		Debu (µg/m ³)	24.09724381	
		Suhu (°C)	41	
		Kelembaban (%)	50	
2.	Jumat, 17-7-2020 15:58:52	CO (ppm)	57.12050588	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	311.7509418	
		HC (ppm)	315.7320740	
		Debu (µg/m ³)	25.96887439	
		Suhu (°C)	43	
		Kelembaban (%)	50	
3.	Jumat,	CO (ppm)	57.16288014	0.0

17-7-2020 15:59:26	CO ₂ (ppm)	311.3159304	(Normal)
	HC (ppm)	317.0381022	
	Debu (µg/m ³)	24.41627175	
	Suhu (°C)	42	
	Kelembaban (%)	50	
4. Jumat, 17-7-2020 16:01:42	CO (ppm)	57.28348381	0.0 (Normal)
	CO ₂ (ppm)	309.6900370	
	HC (ppm)	306.3366642	
	Debu (µg/m ³)	78.99131819	
	Suhu (°C)	40	
	Kelembaban (%)	50	

Pada saat melakukan proses *monitoring*, semua hasil pembacaan sensor yang terbaca oleh node sensor 1 akan dikirim dan disimpan di database melalui jaringan internet. Adapun Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 adalah beberapa hasil pembacaan sensor yang didapatkan selama proses *monitoring* pada node sensor 1. Pada Tabel 2 untuk data testing ke-1 didapatkan hasil pembacaan CO sebesar 56.28605886 ppm, hasil pembacaan CO₂ sebesar 317.7811494 ppm, hasil pembacaan HC sebesar 318.7270214 ppm, hasil pembacaan debu sebesar 9.102930583 µg/m³, dan hasil pembacaan suhu sebesar 29°C dengan kelembaban 75%. Dari hasil pembacaan sensor data testing ke-1, kondisi cuaca terklasifikasi *Normal* (0.0). Lalu pada Tabel 2 untuk data testing ke-2 didapatkan hasil pembacaan CO sebesar 55.63414713 ppm, hasil pembacaan CO₂ sebesar 1694.055185 ppm, hasil pembacaan HC sebesar 317.0944639 ppm, hasil pembacaan debu sebesar 6.742123819 µg/m³, dan hasil pembacaan suhu sebesar 30°C dengan kelembaban sebesar 74%. Dari hasil pembacaan sensor pada data testing ke-2, kondisi cuaca terklasifikasi *Moderate* (1.0). Akan tetapi terdapat perbedaan hasil pembacaan CO₂ yang cukup signifikan antara data testing ke-1 dan data testing ke-2, dimana pada data testing ke-2 diperoleh hasil pembacaan CO₂ yang cukup tinggi. Hal inilah yang menyebabkan data testing ke-2 menjadi terklasifikasi *Moderate* (1.0) dibandingkan dengan data testing ke-1 yang hasil pembacaan CO₂nya lebih kecil. Selain itu, peningkatan CO₂ ini terjadi karena banyaknya polusi kendaraan yang lalu lalang di lokasi tersebut pada hari Selasa, 21 Juli 2020, sehingga sistem mendeteksi kadar CO₂ cukup tinggi dan menyebabkan terklasifikasi *Moderate* (1.0).

Adapun peningkatan CO₂ terjadi pada pukul 10:23:52 pagi hari dan terus meningkat sampai pada waktu siang yang ditunjukkan pada Tabel 3. Hal ini dikarenakan pada hari Selasa, 21 Juli 2020 terjadibanyaknya aktifitas dan polusi kendaraan yang lalu lalang di lokasi tersebut. Banyaknya polusi dari kendaraan ini menjadi salah satu faktor meningkatnya CO₂. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian data di sore hari, hasil klasifikasi pada Senin, 20 Juli 2020 sama dengan hasil klasifikasi yang didapatkan pada waktu pagi yaitu

Moderate (1.0). Namun pada sore hari terjadi perubahan cuaca dimana kondisi langit berawan sehingga menyebabkan penurunan suhu di lokasi tersebut. Selain itu, kesalahan klasifikasi pada Tabel 5 dominan terjadi pada hari Jumat, 17 Juli 2020 dimana suhu pada hari tersebut diluar batas normal. Hal ini pun dapat dibuktikan melalui kondisi cuaca terpantau pada <https://weather.com>, dimana suhu pada hari tersebut sebesar 30°C. Secara keseluruhan, hasil pengujian pada node sensor 1 didapatkan 2045 data testing. Hasil performansi akurasi yang didapatkan dengan metode *Support Vector Machineterbukti* memilikitingkat akurasi yang baik yaitu 95.02% dengan tingkat *error* yang sangat kecil yaitu 4.98%.

4.2 Hasil Pengujian Monitoring Kualitas Udara pada Node Sensor 2

Gambar 9 adalah lokasi pengujian pada node sensor 2 yang dilakukan di lapangan parkir Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya



Gambar 9. Lokasi Pengujian Node Sensor 2

Tabel 6. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 2 Waktu Pagi

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Senin, 13-7-2020 10:34:57	CO (ppm)	44.81893151	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	438.3816633	
		HC (ppm)	351.9584031	
		Debu (µg/m ³)	12.07992437	
		Suhu (°C)	29	
		Kelembaban (%)	68	
2.	Senin, 13-7-2020 10:35:31	CO (ppm)	44.65269402	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	437.6935502	
		HC (ppm)	351.8355597	
		Debu (µg/m ³)	12.38469311	
		Suhu (°C)	29	
		Kelembaban (%)	68	
3.	Senin, 13-7-2020 10:36:05	CO (ppm)	44.62661755	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	437.1590979	
		HC (ppm)	349.7537710	
		Debu (µg/m ³)	11.96909938	
		Suhu (°C)	29	
		Kelembaban (%)	68	
4.	Rabu, 22-7-2020 10:35:34	CO (ppm)	38.86371785	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	603.8316793	
		HC (ppm)	383.2273787	
		Debu (µg/m ³)	28.23266729	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	70	

Tabel 7. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 2 Waktu Siang

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Senin, 20-7-2020 12:37:25	CO (ppm)	43.71394113	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	625.2012956	
		HC (ppm)	375.1154164	
		Debu (µg/m ³)	11.27644316	
		Suhu (°C)	32	
		Kelembaban (%)	73	
2.	Selasa, 21-7-2020 13:18:35	CO (ppm)	43.82476612	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	625.3148395	
		HC (ppm)	377.0621023	
		Debu (µg/m ³)	11.91368688	
		Suhu (°C)	32	
		Kelembaban (%)	73	
3.	Selasa, 21-7-2020 14:16:21	CO (ppm)	41.09651553	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	795.1429550	
		HC (ppm)	385.2161621	
		Debu (µg/m ³)	16.65145539	
		Suhu (°C)	32	
		Kelembaban (%)	72	
4.	Kamis, 23-7-2020 13:23:31	CO (ppm)	14.76906026	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	512.1151519	
		HC (ppm)	361.1987938	
		Debu (µg/m ³)	13.61185881	
		Suhu (°C)	32	
		Kelembaban (%)	71	

Tabel 8. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 2 Waktu Sore

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Rabu, 15-7-2020 16:47:24	CO (ppm)	46.77466671	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	390.2036425	
		HC (ppm)	336.4446673	
		Debu (µg/m ³)	17.75970533	
		Suhu (°C)	29	
		Kelembaban (%)	70	
2.	Selasa, 21-7-2020 15:44:07	CO (ppm)	41.91140519	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	662.56822723	
		HC (ppm)	376.6069739	
		Debu (µg/m ³)	12.55093060	
		Suhu (°C)	30	
		Kelembaban (%)	69	
3.	Rabu, 22-7-2020 16:29:31	CO (ppm)	35.61067831	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	715.4852298	
		HC (ppm)	384.6848129	
		Debu (µg/m ³)	27.51230483	
		Suhu (°C)	30	
		Kelembaban (%)	70	
4.	Rabu, 22-7-2020 16:30:01	CO (ppm)	35.77365624	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	699.0680332	
		HC (ppm)	384.5520902	
		Debu (µg/m ³)	25.68369242	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	70	

Tabel 9. Kesalahan Klasifikasi pada Node Sensor 2

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Selasa, 14-7-2020 12:49:42	CO (ppm)	47.98396297	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	412.0425539	
		HC (ppm)	412.0232588	
		Debu (µg/m ³)	31.11411714	
		Suhu (°C)	25	
		Kelembaban (%)	95	
2.	Jumat, 17-7-2020 16:04:29	CO (ppm)	36.26259004	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	406.6127475	
		HC (ppm)	390.5791731	
		Debu (µg/m ³)	124.53958733	
		Suhu (°C)	36	
		Kelembaban (%)	58	
3.	Jumat, 17-7-2020 16:06:11	CO (ppm)	37.87281202	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	425.7134390	
		HC (ppm)	411.1676614	
		Debu (µg/m ³)	124.5118810	
		Suhu (°C)	35	
		Kelembaban (%)	57	

4.	Selasa, 21-7-2020 12:30:15	CO (ppm)	44.47015874	1.0 <i>(Moderate)</i>
		CO ₂ (ppm)	634.9080864	
		HC (ppm)	419.8515483	
		Debu (µg/m ³)	31.77906711	
		Suhu (°C)	32	
Kelembaban (%)	75			

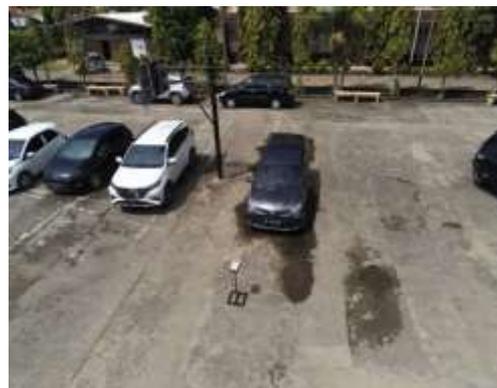
Pada Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9 adalah beberapa hasil pembacaan sensor yang didapatkan selama proses *monitoring* pada node sensor 2. Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan pada waktu pagi hari yaitu pukul 09.30-11.30. Dapat dilihat pada waktu pagi hari, hampir semua data testing yang didapatkan dominan terklasifikasi *Normal* (0.0). Kemudian pengujian dilakukan pada siang hari yaitu pukul 12.30-14.30 yang ditunjukkan pada Tabel 7. Selasa, 21 Juli 2020 pada pukul 14:16:21, terdapat peningkatan CO₂ yang signifikan dari hari sebelumnya yang terklasifikasi *Moderate* (1.0). Hal ini dikarenakan banyaknya aktifitas yang terjadi pada hari tersebut dibandingkan dengan hari sebelumnya. Tabel 8 adalah hasil pengujian yang dilakukan pada pukul 15.30-17.00 sore hari, dimana pada hari Rabu, 15 Juli 2020 pada pukul 16:47:24 kondisi suhu relatif stabil dengan hasil klasifikasi yaitu *Normal* (0.0). Hal ini dapat dilihat melalui kondisi cuaca terpantau pada <https://weather.com>, dimana suhu pada hari Rabu, 15 Juli 2020 juga sebesar 29°C.

Kesalahan klasifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 9 terjadi pada hari Selasa, 14 Juli 2020 pada pukul 12:49:42 dengan suhu sebesar 25°C. Pada saat itu kondisi suhu diluar dari batas normal dimana hasil klasifikasi yaitu *Normal* (0.0). Selain itu, kesalahan klasifikasi berturut-turut terjadi pada hari Jumat, 17 Juli 2020 waktu sore, dimana nilai pembacaan sensor untuk partikulat debu sebesar 124.53958733µg/m³ dan 124.5118810 µg/m³. Pada saat itu kondisi cuaca juga terklasifikasi *Normal* (0.0). Kesalahan klasifikasi yang didapatkan diakibatkan karena ketidakstabilan alat dalam menghasilkan nilai pembacaan sensor yang benar. Oleh karena itu, menyebabkan hasil pembacaan sensor tidak terklasifikasi dengan tepat. Dari hasil pengujian pada node sensor 2, total data yang didapatkan selama pengujian sebanyak 2050 data testing. Hasil performansi akurasi klasifikasi yang didapatkan pada node sensor 2 sangat tinggi yaitu 99.33% dengankesalahan klasifikasi yang didapatkan sangatlah kecil.

4.3 Hasil Pengujian *Monitoring* Kualitas Udara pada Node Sensor 3

Lokasi yang ditunjukkan pada Gambar 10 adalah lokasi pengujian pada node sensor 3 di

lapangan parkir Manajemen Informatika Politeknik Negeri Sriwijaya.



Gambar 10. Lokasi Pengujian Node Sensor 3

Tabel 10. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 3 Waktu Pagi

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Senin, 13-7-2020 10:43:06	CO (ppm)	64.79676651	0.0 <i>(Normal)</i>
		CO ₂ (ppm)	390.5185130	
		HC (ppm)	474.6167476	
		Debu (µg/m ³)	30.64795086	
		Suhu (°C)	30	
Kelembaban (%)	71			
2.	Senin, 20-7-2020 09:42:55	CO (ppm)	40.86815085	0.0 <i>(Normal)</i>
		CO ₂ (ppm)	365.4170680	
		HC (ppm)	302.30665606	
		Debu (µg/m ³)	22.92671645	
		Suhu (°C)	30	
Kelembaban (%)	75			
3.	Senin, 20-7-2020 10:34:40	CO (ppm)	46.26291600	0.0 <i>(Normal)</i>
		CO ₂ (ppm)	394.6877350	
		HC (ppm)	319.3779627	
		Debu (µg/m ³)	24.82037381	
		Suhu (°C)	31	
Kelembaban (%)	74			
4.	Rabu, 22-7-2020 10:51:35	CO (ppm)	50.95016134	1.0 <i>(Moderate)</i>
		CO ₂ (ppm)	644.4460233	
		HC (ppm)	316.0909349	
		Debu (µg/m ³)	16.80213822	
		Suhu (°C)	31	
Kelembaban (%)	71			

Tabel 11. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 3 Waktu Siang

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Senin, 20-7-2020 14:09:19	CO (ppm)	51.25655986	0.0 <i>(Normal)</i>
		CO ₂ (ppm)	319.3993858	
		HC (ppm)	293.1759616	
		Debu (µg/m ³)	21.58755734	
		Suhu (°C)	32	
Kelembaban (%)	70			
2.	Selasa, 21-7-2020 13:02:25	CO (ppm)	49.24541217	0.0 <i>(Normal)</i>
		CO ₂ (ppm)	313.0320721	
		HC (ppm)	297.7307339	
		Debu (µg/m ³)	15.27080410	
		Suhu (°C)	32	
Kelembaban (%)	75			
3.	Rabu, 22-7-2020 13:54:21	CO (ppm)	52.06818996	1.0 <i>(Moderate)</i>
		CO ₂ (ppm)	630.2884894	
		HC (ppm)	318.0203611	
		Debu (µg/m ³)	16.18535087	
		Suhu (°C)	32	
Kelembaban (%)	71			
4.	Kamis, 23-7-2020 12:54:02	CO (ppm)	14.91899996	0.0 <i>(Normal)</i>
		CO ₂ (ppm)	419.3192842	
		HC (ppm)	388.8404662	
		Debu (µg/m ³)	13.37790499	
		Suhu (°C)	30	
Kelembaban (%)	72			

Tabel 12. Hasil Pembacaan Sensor pada Node Sensor 3 Waktu Sore

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Selasa, 14-7-2020 16:33:15	CO (ppm)	65.31829590	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	293.2075223	
		HC (ppm)	367.8069128	
		Debu (µg/m ³)	22.48083557	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	73	
2.	Rabu, 15-7-2020 16:20:35	CO (ppm)	62.54767104	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	265.0206520	
		HC (ppm)	317.4402999	
		Debu (µg/m ³)	20.63047351	
		Suhu (°C)	31	
		Kelembaban (%)	71	
3.	Rabu, 15-7-2020 16:43:03	CO (ppm)	62.41076958	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	305.3350951	
		HC (ppm)	315.5143929	
		Debu (µg/m ³)	19.99241763	
		Suhu (°C)	30	
		Kelembaban (%)	76	
4.	Jumat, 17-7-2020 16:09:45	CO (ppm)	58.18312200	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	345.0316294	
		HC (ppm)	295.9244047	
		Debu (µg/m ³)	23.11889145	
		Suhu (°C)	30	
		Kelembaban (%)	70	

Tabel 13. Kesalahan Klasifikasi pada Node Sensor 3

Data Testing ke-	Waktu Pengujian	Parameter Kualitas Udara	Nilai Pembacaan Sensor	Klasifikasi & Keterangan
1.	Selasa, 14-7-2020 12:05:15	CO (ppm)	63.56139378	1.0 (Moderate)
		CO ₂ (ppm)	320.4292587	
		HC (ppm)	368.1054709	
		Debu (µg/m ³)	24.09724381	
		Suhu (°C)	32	
		Kelembaban (%)	75	
2.	Jumat, 17-7-2020 12:58:53	CO (ppm)	58.56774992	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	330.7683080	
		HC (ppm)	292.8193560	
		Debu (µg/m ³)	21.86404822	
		Suhu (°C)	38	
		Kelembaban (%)	46	
3.	Jumat, 17-7-2020 13:00:35	CO (ppm)	58.56123080	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	338.7768573	
		HC (ppm)	296.3448988	
		Debu (µg/m ³)	23.11889145	
		Suhu (°C)	38	
		Kelembaban (%)	48	
4.	Selasa, 21-7-2020 13:49:47	CO (ppm)	9.277323250	0.0 (Normal)
		CO ₂ (ppm)	6005.055606	
		HC (ppm)	333.7504172	
		Debu (µg/m ³)	16.22788793	
		Suhu (°C)	15	
		Kelembaban (%)	145	

Data testing pada Tabel 10, Tabel 11, dan Tabel 12, dan Tabel 13 adalah beberapa hasil pembacaan sensor yang didapatkan pada saat proses *monitoring*. Selama pengujian di lokasi node sensor 3, semua hasil pembacaan sensor yang terbaca oleh node sensor 3 dikirim dan disimpan di database melalui jaringan internet. Pada node sensor 3, data testing yang didapatkan menunjukkan bahwa kondisi kualitas udara dominan terklasifikasi *Normal* (0.0). Hal ini disebabkan karena lapangan parkir berada jauh di belakang kampus sehingga minimnya kendaraan yang lalu lalang di lokasi tersebut pada saat pengujian. Selain itu sedikitnya aktifitas yang terjadi di lokasi tersebut bahkan pada saat

jam istirahat, sehingga kondisi kualitas udara di lokasi tersebut tidak terlalu tercemar. Adapun beberapa hasil pembacaan sensor yang tergolong tinggi, namun kondisi kualitas udara di lokasi tersebut masih terklasifikasi *Normal* (0.0).

Hasil kesalahan klasifikasi pada node sensor 3 ditunjukkan pada Tabel 13 yang dominan terjadi pada saat siang hari. Pada rentang waktu tersebut merupakan *peak hours* untuk operator Telkomsel, dimana proses pengiriman ke database dilakukan menggunakan modem Wi-Fi dengan jenis operator Telkomsel. Jadi memungkinkan melonjaknya penggunaan bandwidth sehingga hasil pembacaan sensor terjadi kesalahan/*error*. Terjadinya *peak hours* pada operator Telkomsel dapat dibuktikan melalui media Teknologi Informasi dan Komunikasi pada <https://inet.detik.com/telecommunication/>. Dari hasil pengujian pada node sensor 3, didapatkan total data testing sebanyak 2090 dimana tingkat akurasi yang dihasilkan dengan metode *Support Vector Machine* sangat baik yaitu 95.03% dengan kesalahan klasifikasi sangat kecil yaitu 4.97%.

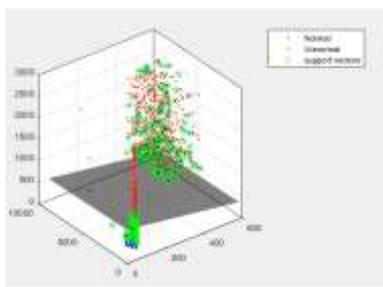
4.4 Hasil Simulasi pada Klasifikasi SVM

Pada penelitian ini, proses klasifikasi SVM menggunakan fungsi kernel linier yang digunakan untuk melatih model dan melakukan prediksi data training sebelum dilakukan pada data testing. Kinerja fungsi kernel linier dipengaruhi oleh nilai parameter dari data training yang dibuat. Akurasi dapat berubah sesuai dengan nilai parameter yang digunakan. Oleh karena itu, pemilihan nilai parameter sangat penting untuk memperoleh performansi akurasi klasifikasi yang optimal. Tabel 14 menunjukkan bahwa fungsi kernel linier lebih baik dibandingkan dengan fungsi kernel lainnya, dimana hasil akurasi klasifikasi dengan fungsi kernel linier pada data training sebesar 100%.

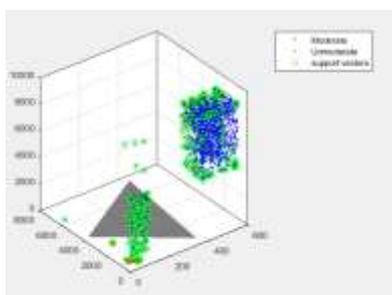
Tabel 14. Hasil Performansi *Metrics* Fungsi Kernel

Kernel	Class	Performansi <i>Metrics</i>		
		<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>f1-score</i>
Linier	0.0	1.00	1.00	1.00
	1.0	1.00	1.00	1.00
	2.0	1.00	1.00	1.00
Polinomial	0.0	0.90	1.00	0.95
	1.0	1.00	0.88	0.94
	2.0	1.00	1.00	1.00
Gaussian	0.0	0.92	1.00	0.96
	1.0	1.00	0.88	0.93
	2.0	0.93	1.00	0.97
Sigmoid	0.0	0.53	0.40	0.46
	1.0	0.00	0.00	0.00
	2.0	0.20	0.56	0.30

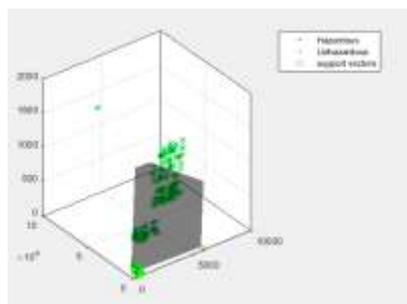
Setelah dilakukan uji kesesuaian model pada data *training*, selanjutnya dilakukan pengujian untuk memperoleh data testing. Berikut ini adalah hasil simulasi dengan metode *Support Vector Machine* yang ditampilkan secara 3-D (Dimensi) :



Gambar 11. Hasil simulasi klasifikasi *normal* pada data testing untuk gabungan tiga node sensor



Gambar 12. Hasil simulasi klasifikasi *moderate* pada data testing untuk gabungan tiga node sensor



Gambar 13. Hasil simulasi klasifikasi *hazardous* pada data testing untuk gabungan tiga node sensor

Pada Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13 adalah hasil simulasi dari luaran klasifikasi SVM untuk gabungan tiga node sensor. Gambar 11 menjelaskan tentang data *normal* dan data *unnormal*. Jadi, metode SVM ini pada dasarnya hanya bisa membedakan dua kelas yaitu +1 dan -1. Dalam Gambar 11, SVM membedakan mana kelas yang terklasifikasi *normal* (+1) dan mana kelas yang terklasifikasi *unnormal* (-1). Apabila sebaran data termasuk pada area *normal*, berarti hasil pembacaan sensor yang didapatkan di area

tersebut terklasifikasi *normal*. Akan tetapi, apabila sebaran data termasuk pada area *unnormal*, maka dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu memeriksa kembali apakah hasil pembacaan sensor di area tersebut terklasifikasi *moderate* atau *unmoderate*. Gambar 12 adalah hasil sebaran data untuk *moderate* dan *unmoderate* dengan metode SVM. Dapat dilihat sebaran data yang termasuk pada area *moderate*, berarti hasil pembacaan sensor yang didapatkan di area tersebut terklasifikasi *moderate*. Akan tetapi, apabila sebaran data termasuk pada area *unmoderate*, maka dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu memeriksa kembali apakah hasil pembacaan sensor di area tersebut terklasifikasi *hazardous* atau *unhazardous* seperti yang ditunjukkan Gambar 13.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Support Vector Machine* berhasil untuk mengklasifikasikan kualitas udara dengan performansi akurasi yang sangat tinggi. Hal ini dibuktikan melalui hasil simulasi yang mampu memisahkan dua kelas yang berbeda. Lalu, pengujian pada ketiga node sensor menghasilkan tingkat akurasi yang berbeda-beda. Hasil performansi akurasi klasifikasi pada node sensor 1 sebesar 95.02%, node sensor 2 sebesar 99.33%, dan node sensor 3 sebesar 95.03%. Dari hasil performansi tersebut, node sensor 2 memiliki hasil performansi akurasi klasifikasi terbaik yaitu 99.33%. Hal ini dikarenakan node sensor 2 memiliki kesalahan/*error* yang sangat minim dalam pembacaan sensor, sehingga performansinya lebih baik diantara node sensor lainnya.

Berdasarkan kesimpulan pada penelitian ini, maka penulis menyarankan untuk melakukan klasifikasi SVM dengan menggunakan fungsi *kernel* lainnya seperti Polinomial, RBF, dan lain-lain. Hal ini digunakan sebagai perbandingan untuk melihat tingkat akurasi klasifikasi SVM yang dimiliki oleh tiap-tiap *kernel* pada saat pengujian.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Sriwijaya atas dukungannya baik itu sarana maupun prasarana, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Teknik Telekomunikasi dan Teknik Listrik Politeknik

Negeri Sriwijaya atas bantuannya baik itu saran dan motivasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka:

- [1] R. Satra and A. Rachman, "Pengembangan Sistem Monitoring Pencemaran Udara Berbasis Protokol ZIGBEE dengan Sensor CO," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 8, no. 1, p. 17, 2016, doi: 10.33096/ilkom.v8i1.8.17-22.
- [2] W. E. Cahyono, "Penyebaran Pencemar Udara Di Kota Yogyakarta," *Semin. Nas. Pendidik. dan Saintek*, vol. 2016, pp. 369–375, 2016, [Online]. Available: <http://mirador.gsfc.nasa.gov/>.
- [3] Z. Iqbal and L. Hermanto, "Sistem Monitoring Tingkat Pencemaran Udara Berbasis Teknologi Jaringan Sensor Nirkabel," *J. Inform. dan Komput.*, vol. 22, no. 1, pp. 10–20, 2017.
- [4] A. S. Handayani, R. A. Halimatussa, R. R. Aldi, and N. L. Husni, "Jurnal Qua Teknik Vol . 10 No . 2 September 2020 ISSN 2088-2424 (Cetak) : ISSN 2527-3892 (Elektronik) Fakultas Teknik Universitas Islam Balitar , Blitar <https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/qua> ; Email : quateknika@unisbablitar," vol. 10, no. 2, pp. 1–13, 2020.
- [5] I. D. Kurniawati, U. Nurullita, and Mifbakhuddin, "Indikator pencemaran udara berdasarkan jumlah kendaraan dan kondisi iklim (studi di wilayah terminal mangkang dan terminal penggaron semarang)," *J. Kesehat. Masy. Indones*, vol. 12, no. 2, pp. 19–24, 2017.
- [6] H. Andri, "PERANAN NEGARA DALAM PENERAPAN PRINSIP COST INTERNALIZATION DALAM RANGKA MEWUJUDKAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN (SUSTAINABLE DEVELOPMENT) DI BIDANG PENCEMARAN UDARA BERDASARKAN DEKLARASI RIO 1992 (STUDI KASUS PABRIK PT. Lembah Karet)." Universitas Andalas, 2019.
- [7] Peraturan Pemerintah, "Peraturan Pemerintah no. 41 tentang Pengendalian Pencemaran udara," *Peratur. Pemerintah no. 41 tentang Pengendali. Pencemaran Udar.*, no. 1, pp. 1–5, 1999, doi: 10.1016/j.aquaculture.2007.03.021.
- [8] L. Fitria, "Kajian Pengurangan Pencemaran Udara Melalui Program Car Free Day," 2016, doi: 10.26418/jtsft.v16i1.18309.
- [9] A. A. Rosa, B. A. Simon, and K. S. Lieanto, "Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135," vol. XII, no. 1, 2020.
- [10] M. S. S. Sarereake, "Prototipe Alat Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Sensor Gas Berbasis Mikrokontroler," *e-Repository Widya Kartika*, 2019.
- [11] A. S. Handayani, N. L. Husni, R. Permatasari, and C. R. Sitompul, "Implementation of Multi Sensor Network as Air Monitoring Using IoT Applications," *Int. Tech. Conf. Circuits/Systems, Comput. Commun. (ITC-CSCC)*, Jeju, Korea, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/ITC-CSCC.2019.8793407.
- [12] N. L. Husni, J. Al Rasyid, M. R. Hidayat, Y. Hasan, S. Rasyad, and M. Anisah, "Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Robot Sampah," *J. Ampere*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.31851/ampere.v5i1.4306.
- [13] J. J. Informatika and R. Elektronika, "i ISSN . 2620-6900 (Online) 2620-6897 (Cetak)," vol. 3, no. 1, 2020.
- [14] R. I. Purwantaka, "FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI RESIKO PENYEBAB PENDERITA KANKER PAYUDARA DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI LOGISTIK," *Digit. Libr. Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, 2011, [Online]. Available: <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100010040140/13440>.
- [15] U. S. Utara, U. S. Utara, and U. S. Utara, "Sistem Klasifikasi Index Kualitas Udara Menggunakan Deep Neural Network," 2019.
- [16] S. D. Di and K. Magelang, "Penerapan Metode Klasifikasi Support Vector Machine (Svm) Pada Data Akreditasi Sekolah Dasar (Sd) Di Kabupaten Magelang," *None*, vol. 3, no. 4, pp. 811–820, 2014.
- [17] F. A. Novianti and S. W. Purnami, "Analisis Diagnosis Pasien Kanker Payudara Menggunakan Regresi Logistik dan Support Vector Machine (SVM) Berdasarkan Hasil Mamografi," *J. SAINS dan Seni ITS*, vol. 1, no. 1, pp. D147–D152, 2012.
- [18] A. T. Teologo, E. P. Dadios, R. G. Baldovino, R. Q. Neyra, and I. M. Javel, "Air Quality Index (AQI) Classification using CO and NO 2 Pollutants: A Fuzzy-based Approach," in *TENCON 2018-2018 IEEE Region 10 Conference*, 2018, pp. 194–198.
- [19] A. I. Amri, "FUZZY K-NEAREST NEIGHBOR (FKNN) UNTUK KLASIFIKASI KUALITAS

- UDARA DI KOTA PEKANBARU.” Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2019.
- [20] B. Sugiarto and R. Sustika, “Data classification for air quality on wireless sensor network monitoring system using decision tree algorithm,” in *International Conference on Science and Technology-Computer (ICST)*, 2016, pp. 172–176, doi: 10.1109/ICSTC.2016.7877369.
- [21] A. Kurt and A. B. Oktay, “Forecasting air pollutant indicator levels with geographic models 3 days in advance using neural networks,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 37, no. 12, pp. 7986–7992, 2010, doi: 10.1016/j.eswa.2010.05.093.
- [22] D. Zhu, C. Cai, T. Yang, and X. Zhou, “A machine learning approach for air quality prediction: Model regularization and optimization,” *Big Data Cogn. Comput.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–15, 2018, doi: 10.3390/bdcc2010005.
- [23] R. Ridwan, H. Lubis, and P. Kustanto, “Implementasi Algoritma Neural Network dalam Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 2, p. 286, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i2.2035.
- [24] B. Santosa, “Tutorial Support Vector Machine 1 Ide Dasar Support Vector Machine,” pp. 1–23, 2011, doi: 10.1016/S0924-0136(01)00706-3.
- [25] L. Mutawalli *et al.*, “KLASIFIKASI TEKS SOSIAL MEDIA TWITTER MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE (Studi Kasus Penusukan Wiranto),” vol. 2, no. 2, pp. 43–51, 2019.
- [26] Lombok, K. I. S. (2015). Perencanaan Strategi Sistem Informasi Pendidikan Pada Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Lombok. *Bianglala Informatika*, 3(2).