

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**PREDIKSI KONSENTRASI POLUTAN UDARA KOTA  
PEKANBARU MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST  
NEIGHBOUR REGRESSION**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Sebagai Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh

**MUHAMMAD BAGAS AKBAR**

**NIM. 12050112788**



UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2024**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PERSETUJUAN****PREDIKSI KONSENTRASI POLUTAN UDARA KOTA PEKANBARU  
MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOUR  
REGRESSION****TUGAS AKHIR**

Oleh

**MUHAMMAD BAGAS AKBAR****NIM. 12050112788**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir  
di Pekanbaru, pada tanggal 5 Desember 2024

Pembimbing I,



**Dr. Lestari Handayani, S.T. M.Kom.**  
**NIP. 19811113 200710 1 003**

Pembimbing II,



**Iis Afrianty, S.T., M.Sc.**  
**NIP. 19880426 201903 2 009**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PREDIKSI KONSENTRASI POLUTAN UDARA KOTA PEKANBARU  
MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOUR  
REGRESSION**

Oleh

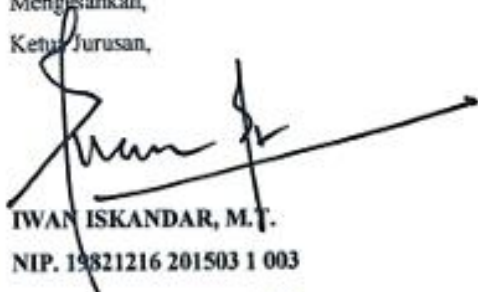
**MUHAMMAD BAGAS AKBAR**

NIM. 12050112788

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
pada Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Pekanbaru, 5 Desember 2024

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan,

  
**IWAN ISKANDAR, M.T.**  
NIP. 19821216 201503 1 003

  
**Dr. HARTONO, M.Pd.**  
NIP.19640301 199202 1 003

**DEWAN PENGUJI**

Ketua	: Febi Yanto, M. Kom.
Pembimbing I	: Dr.Lestari Handayani, S.T., M.Kom
Pembimbing II	: Iis Afrianty, S.T., M.Sc.
Penguji I	: M.Affandes, S.T., M.T.
Penguji II	: Fitri Insani, S.T., M.Kom.





### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Bagas Akbar  
 NIM : 12050112788  
 Tempat/Tgl. Lahir : Pekanbaru, 11 Oktober 2002  
 Fakultas : Sains dan Teknologi  
 Prodi : Teknik Informatika  
 Judul Skripsi :

### PREDIKSI KONSENTRASI POLUTAN UDARA KOTA PEKANBARU MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOUR REGRESSION

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan Skripsi dengan judul sebagaimana tersebut diatas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 26 Desember 2024

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Bagas Akbar

NIM. 12050112788



## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis terdapat dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 13 November 2024

Yang membuat pernyataan,

**MUHAMMAD BAGAS AKBAR**

**12050112788**

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rendah hati, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahuwata'ala, atas segala rahmat, kekuatan, dan kemudahan yang Engkau limpahkan dalam setiap langkah hingga terselesaikannya skripsi ini. Hanya dengan kehendak-Mu, aku dapat melalui setiap tantangan dengan baik.
2. Keluarga: Terima kasih kepada ayah, bunda, adik-adik dan seluruh keluarga saya atas doa, dukungan, dan pengertian yang mereka berikan selama perjalanan saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Tanpa dukungan mereka, pencapaian ini tidak mungkin terwujud.
3. Dosen Pembimbing: Terima kasih kepada Ibu Dr. Lestari Handayani, S.T, M.Kom dan Ibu Iis Afrianty, S.T., M.Sc sebagai dosen pembimbing saya atas bimbingan, arahan, dan kesabaran mereka selama proses penelitian ini. Ilmu dan panduan yang mereka berikan telah sangat berharga bagi perkembangan pengetahuan saya.
4. Dosen Penguji : Terima kasih kepada Bapak Muhammad Affandes, S.T, M.T dan Ibu Fitri Insani, S.T, M.Kom yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang membangun dalam ujian akhir. Terima kasih atas waktu, perhatian, serta evaluasi yang sangat berarti dalam penyempurnaan skripsi ini. Setiap masukan Bapak/Ibu telah membantu memperkaya pemahaman dan meningkatkan kualitas dari karya ini.
5. Para Dosen Teknik Informatika : yang telah memberikan bekal ilmu, wawasan, serta pengalaman yang tak ternilai selama masa studi. Setiap pelajaran yang diberikan adalah fondasi penting bagi terbentuknya skripsi ini.
6. Teman-teman: Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan saya yang telah memberikan dukungan moral, semangat, dan bantuan praktis selama proses penelitian ini. Kalian adalah sumber inspirasi dan motivasi bagi saya.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

7. Institusi: Terima kasih kepada Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan kota Pekanbaru atas fasilitas dan sarana yang telah disediakan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## ABSTRAK

Kualitas udara memiliki pengaruh signifikan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, terutama di kawasan yang rentan terhadap polusi seperti Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Konsentrasi polutan udara yang umum digunakan untuk menggambarkan kualitas udara dapat bervariasi berdasarkan waktu dan lokasi, meskipun ada standar internasional yang mengatur batas aman untuk kesehatan. Prediksi kualitas udara menjadi upaya penting untuk mitigasi dampak negatif polusi, terutama dengan metode pembelajaran mesin. Dalam penelitian ini, algoritma K-Nearest Neighbor Regression diterapkan untuk memprediksi kualitas udara di Kota Pekanbaru dengan mempertimbangkan enam indikator polutan utama: PM10, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, dan O<sub>3</sub>. Parameter pengujian mencakup penanganan missing value dengan metode mean, median, dan interpolasi linier; rasio pembagian data sebesar 90:10, 80:20, dan 70:30; serta nilai k yang bervariasi (3, 5, dan 7). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini mampu memprediksi konsentrasi polutan udara dengan akurasi yang baik, terbukti dari nilai RMSE dan MAPE yang rendah. Setiap polutan memiliki error yang berbeda tergantung pada metode penanganan missing value. Selain itu, peningkatan nilai k cenderung menurunkan error prediksi, terutama pada RMSE, yang menunjukkan bahwa pemilihan nilai k yang tepat dapat meningkatkan akurasi prediksi model.

Kata kunci: Kualitas Udara, Konsentrasi Polutan Udara, KNN Regression, Prediksi

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## ABSTRACT

Air quality has a significant influence on human health and the environment, especially in pollution-prone areas such as Pekanbaru City, Riau Province. Concentrations of air pollutants commonly used to describe air quality can vary by time and location, despite international standards governing safe limits for health. Air quality prediction becomes an important effort to mitigate the negative impacts of pollution, especially with machine learning methods. In this study, the K-Nearest Neighbor Regression algorithm is applied to predict air quality in Pekanbaru City considering six main pollutant indicators: PM10, SO2, CO, NO2, PM2.5, and O3. Testing parameters include handling missing values with mean, median, and linear interpolation methods; data sharing ratios of 90:10, 80:20, and 70:30; and varying k values (3, 5, and 7). The results show that the model is able to predict air pollutant concentrations with good accuracy, as evidenced by the low RMSE and MAPE values. Each pollutant has a different error depending on the missing value handling method. In addition, increasing the k value tends to decrease the prediction error, especially the RMSE, which indicates that selecting the right k value can improve the prediction accuracy of the model.

**Keywords:** Air Quality, Concentrations of air pollutants, KNN Regression, Prediction

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## KATA PENGANTAR

*Assalammu 'alaikum wa rohmatullohi wa barokatuh.*

*Alhamdulillah* *robbil'alam*, tak henti-hentinya kami ucapkan kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*, yang dengan rahmat dan hidayah-Nya kami mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tidak lupa bershalawat kepada Nabi dan Rasul-Nya, Nabi Muhammad *Sholallohu 'alaihi wa salam*, yang telah membimbing kita sebagai umatnya menuju jalan kebaikan.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Banyak sekali pihak yang telah membantu kami dalam penyusunan laporan ini, baik berupa bantuan materi ataupun berupa motivasi dan dukungan kepada kami. Semua itu tentu terlalu banyak bagi kami untuk membalasnya, namun pada kesempatan ini kami hanya dapat mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Iwan Iskandar, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Febi Yanto, M.Kom. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat dan semangat kepada penulis selama proses perkuliahan.
5. Ibu Dr. Lestari Handayani, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing TA yang selalu semangat dan sabar dalam memberikan bimbingan kepada penulis.
6. Ibu Iis Afrianty, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing TA yang selalu semangat dan sabar dalam memberikan bimbingan kepada penulis.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

7. Bapak Muhammad Affandes, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis selama ini.
8. Ibu Fitri Insani, S.T., M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis selama ini.
9. Orang tua dan keluarga yang selalu mendukung, memberikan nasehat, mendoakan, memotivasi, dan memberi semangat kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dan laporan ini.
10. Untuk semua teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu mendukung penulis di berbagai kondisi.
11. Seluruh pihak yang belum kami cantumkan, terima kasih atas dukungannya, baik material maupun spiritual.

Kami menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Akhirnya kami berharap semoga laporan ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

*Wassalamu 'alaikum wa rohmatullohi wa barokatuh.*

Pekanbaru, 28 Desember 2024

Muhammad Bagas Akbar

UIN SUSKA RIAU



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	v
LEMBAR PERNYATAAN.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT.....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR RUMUS .....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kualitas Udara.....	6
2.2 Data Mining Untuk Prediksi.....	7
2.3 Z-score Normalization .....	11

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.4	Penelitian Terkait .....	12
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>21</b>
3.1	Tahapan Penelitian .....	21
3.1.1	Pengumpulan Data .....	22
3.1.2	Data Mining Untuk Prediksi .....	22
<b>BAB 4 PEMBAHASAN.....</b>		<b>26</b>
4.1	Analisa Kebutuhan Data.....	26
4.2	Pra-pemrosesan Data.....	27
4.3	Implementasi <i>K-Nearest Neighbors (KNN) Regression</i> .....	28
4.4	Pengujian .....	49
4.5	Hasil Percobaan.....	56
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>		<b>63</b>
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>65</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>		<b>72</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>		<b>82</b>



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian .....	21
Gambar 3. 2 Algoritma K-Nearest Neighbour .....	24
Gambar 3. 3 Flowchart Pengujian Data .....	24
Gambar 4. 1 Format File Kualitas Udara .....	27
Gambar 4. 2 Dataset Kualitas udara.....	27
Gambar 4.3 Flowchart Implementasi KNN Regression .....	44
Gambar 4. 4 Hasil Prediksi PM10.....	50
Gambar 4. 5 Hasil Prediksi PM2.5.....	50
Gambar 4. 6 Hasil Prediksi SO2 .....	51
Gambar 4. 7 Hasil Prediksi CO .....	52
Gambar 4. 8 Hasil Prediksi O3 .....	52
Gambar 4. 9 Hasil Prediksi NO2.....	53
Gambar 4. 10 Prediksi 2024.....	55
Gambar 4. 11 Prediksi PM10 .....	57
Gambar 4. 12 Prediksi PM2.5 .....	57
Gambar 4. 13 Prediksi SO2.....	57
Gambar 4. 14 Prediksi CO .....	58
Gambar 4. 15 Prediksi O3.....	58
Gambar 4. 16 Prediksi NO2 .....	58



## DAFTAR TABEL

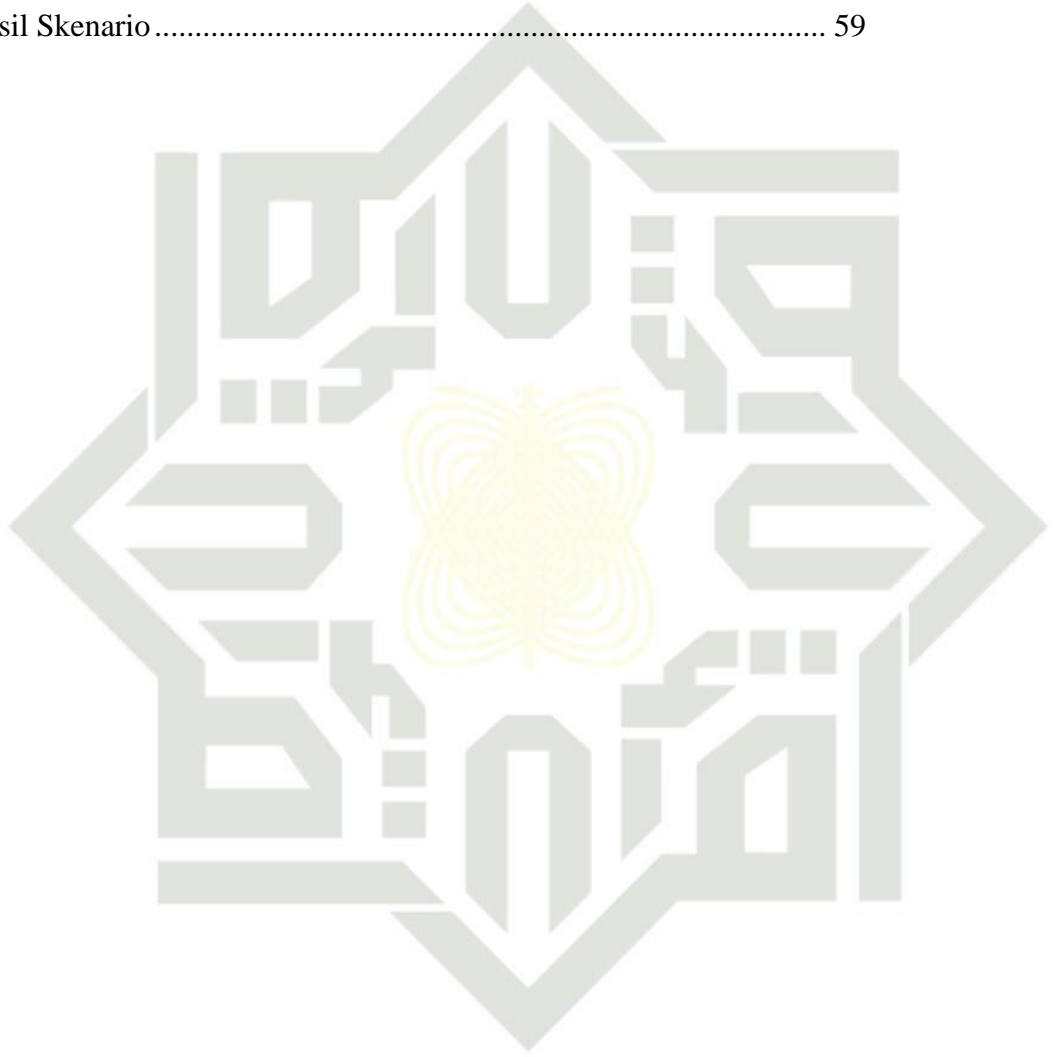
Tabel 3. 1 Parameter Pengujian .....	25
Tabel 4. 1 Data Latih Kualitas udara .....	29
Tabel 4. 2 Data Uji Kualitas udara.....	29
Tabel 4. 3 Data Uji PM10 .....	29
Tabel 4. 4 Hitung Jarak untuk Data Latih 1 (01/01/2018).....	29
Tabel 4. 5 Hitung Jarak untuk Data Latih 2 (02/01/2018).....	30
Tabel 4. 6 Hitung Jarak untuk Data Latih 3 (03/01/2018).....	30
Tabel 4. 7 Hitung Jarak untuk Data Latih 4 (04/01/2018).....	31
Tabel 4. 8 Data Uji PM2.5 .....	31
Tabel 4. 9 Hitung Jarak untuk Data Latih 1 (01/01/2018).....	32
Tabel 4. 10 Hitung Jarak untuk Data Latih 2 (02/01/2018).....	32
Tabel 4. 11 Hitung Jarak untuk Data Latih 3 (03/01/2018).....	32
Tabel 4. 12 Hitung Jarak untuk Data Latih 4 (04/01/2018).....	33
Tabel 4. 13 Data Uji SO2.....	34
Tabel 4. 14 Hitung Jarak untuk Data Latih 1 (01/01/2018).....	34
Tabel 4. 15 Hitung Jarak untuk Data Latih 2 (02/01/2018).....	34
Tabel 4. 16 Hitung Jarak untuk Data Latih 3 (03/01/2018).....	35
Tabel 4. 17 Hitung Jarak untuk Data Latih 4 (04/01/2018).....	35
Tabel 4. 18 Data Uji CO .....	36
Tabel 4. 19 Hitung Jarak untuk Data Latih 1 (01/01/2018).....	36
Tabel 4. 20 Hitung Jarak untuk Data Latih 2 (02/01/2018).....	37
Tabel 4. 21 Hitung Jarak untuk Data Latih 3 (03/01/2018).....	37
Tabel 4. 22 Hitung Jarak untuk Data Latih 4 (04/01/2018).....	38
Tabel 4. 23 Data Uji O3 .....	38
Tabel 4. 24 Hitung Jarak untuk Data Latih 1 (01/01/2018).....	39
Tabel 4. 25 Hitung Jarak untuk Data Latih 2 (02/01/2018).....	39
Tabel 4. 26 Hitung Jarak untuk Data Latih 3 (03/01/2018).....	40
Tabel 4. 27 Hitung Jarak untuk Data Latih 4 (04/01/2018).....	40
Tabel 4. 28 Data Uji NO2 .....	41
Tabel 4. 29 Hitung Jarak untuk Data Latih 1 (01/01/2018).....	41

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Tabel 4. 30 Hitung Jarak untuk Data Latih 2 (02/01/2018) .....	41
Tabel 4. 31 Hitung Jarak untuk Data Latih 3 (03/01/2018) .....	42
Tabel 4. 32 Hitung Jarak untuk Data Latih 4 (04/01/2018) .....	42
Tabel 4. 33 Hasil Prediksi .....	44
Tabel 4. 34 Nilai RMSE dan MAPE Data Tahun 2024 .....	55
Tabel 4. 35 Hasil Skenario .....	59



UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

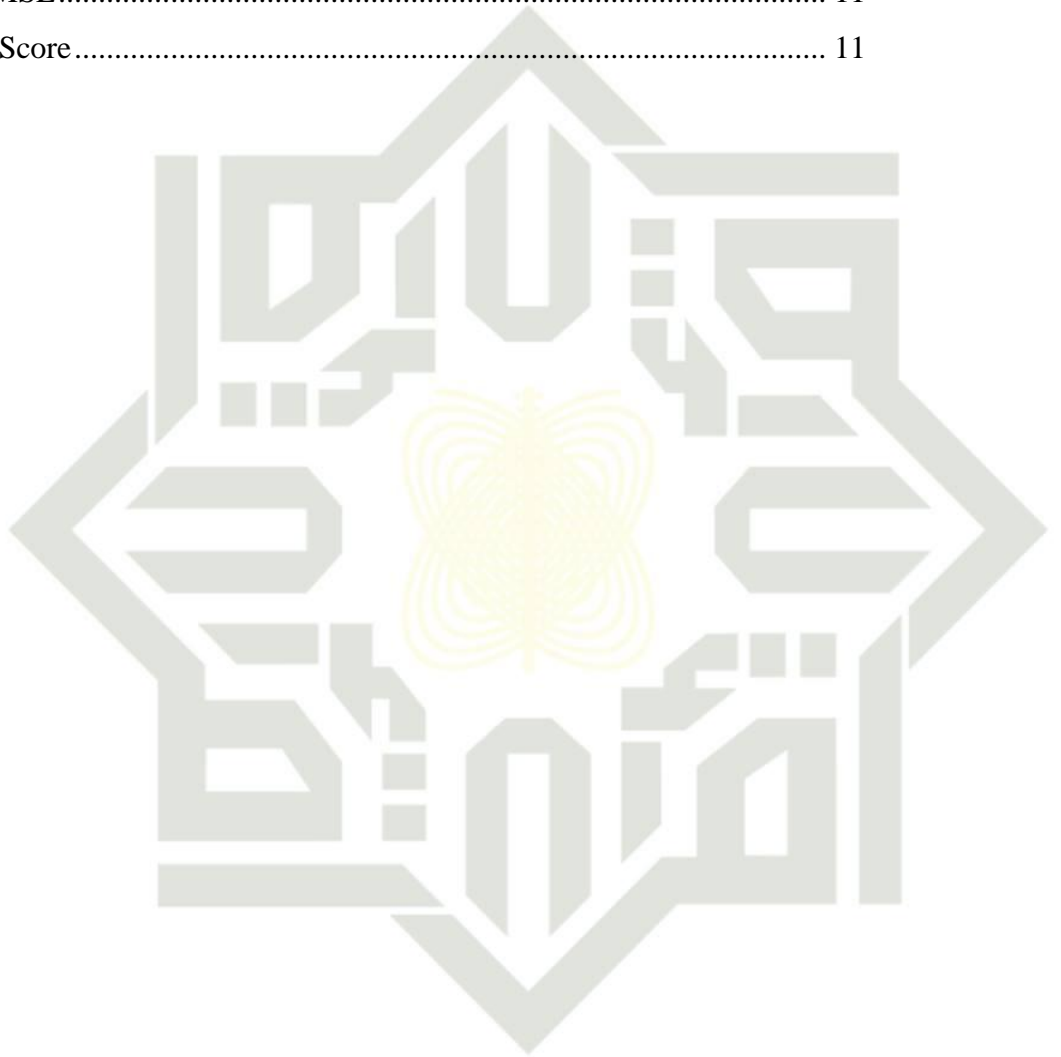
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## DAFTAR RUMUS

) Rumus Jarak Euclidean .....	9
) Rumus Jarak Minkowski .....	10
) Rumus MAPE.....	10
) Rumus RMSE.....	11
) Rumus Z-Score.....	11



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kualitas udara merupakan salah satu faktor krusial yang mempengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan (Anandari et al., 2024). Polusi udara, yang dihasilkan dari emisi kendaraan bermotor, industri, dan aktivitas lainnya, dapat menimbulkan berbagai penyakit pernapasan dan kardiovaskular (Manisalidis et al., 2020). Oleh karena itu, pemantauan dan prediksi kualitas udara menjadi sangat penting dalam upaya mitigasi dampak negatif polusi udara (Ali & Tirumala, 2016). Berbagai metode telah digunakan untuk memprediksi kualitas udara, termasuk model statistik tradisional dan teknik pembelajaran mesin modern (Nasrdine et al., 2024).

Kota Pekanbaru sebagai ibu kota Provinsi Riau, sering menghadapi masalah polusi udara yang signifikan, terutama disebabkan oleh kebakaran hutan dan lahan gambut di sekitarnya (Ohashi et al., 2021). Kondisi geografis dan iklim di Pekanbaru juga berkontribusi pada akumulasi polutan di udara (Handayani & Anindita, 2022). Penurunan kualitas udara dengan meningkatnya emisi gas karbon monoksida (CO) dari aktifitas kendaraan sehingga perlu dilakukan prediksi kualitas udara akibat emisi kendaraan bermotor disepanjang Jalan HR. Soebrantas, Pekanbaru (Fermi et al., 2022). Dalam beberapa tahun terakhir, Pekanbaru telah menjadi fokus berbagai penelitian terkait kualitas udara karena tingkat polusi yang sering mencapai level berbahaya (Yulianti & Hayasaka, 2020). Di Pekanbaru, kualitas udara sering kali dipengaruhi oleh polutan seperti PM10, PM2.5, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub>, terutama saat musim kemarau dan kebakaran hutan. Partikulat PM10 dan PM2.5, yang cenderung meningkat selama musim kemarau, dapat masuk ke paru-paru, meningkatkan risiko penyakit pernapasan dan kardiovaskular (Yunvi et al., n.d.). SO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari aktivitas industri dan kendaraan memicu asma dan iritasi pernapasan (Muliadi et al., 2024), sedangkan CO dari kebakaran hutan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dan pembakaran tidak sempurna dapat mengganggu transportasi oksigen dalam darah (Muliadi et al., 2024). Polutan ozon ( $O_3$ ) terbentuk dari reaksi  $NO_2$  dengan sinar matahari, memperburuk kesehatan pernapasan dan menyebabkan iritasi mata (Muliadi et al., 2024).  $NO_2$ , yang banyak dihasilkan dari kendaraan dan aktivitas industri, juga memperburuk kualitas udara serta meningkatkan risiko infeksi paru-paru (Subagiyo et al., 2020).

Konsentrasi polutan udara yang umum digunakan untuk menggambarkan kualitas udara dapat bervariasi berdasarkan waktu dan lokasi, meskipun ada standar internasional yang mengatur batas aman untuk kesehatan. Misalnya, konsentrasi  $PM_{10}$  yang aman untuk kesehatan adalah kurang dari  $50 \mu g/m^3$  dalam rata-rata 24 jam, namun di kota-kota dengan polusi tinggi seperti Pekanbaru, konsentrasi  $PM_{10}$  dapat mencapai  $150 \mu g/m^3$  atau lebih, terutama saat musim kemarau dan kebakaran hutan (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No. 15 Tahun 2019 Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak, 2019).  $PM_{2.5}$ , yang lebih kecil dan lebih berbahaya, memiliki batas aman di bawah  $25 \mu g/m^3$  secara tahunan dan kurang dari  $50 \mu g/m^3$  dalam rata-rata 24 jam, tetapi selama kebakaran hutan atau musim kemarau, konsentrasi ini dapat mencapai  $100 \mu g/m^3$  hingga  $300 \mu g/m^3$  (World Health Organization, 2024). Untuk  $SO_2$ , batas aman biasanya di bawah  $20 \mu g/m^3$  tahunan dan  $500 \mu g/m^3$  dalam 24 jam, dengan konsentrasi yang lebih tinggi dapat ditemukan di daerah industri (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No. 15 Tahun 2019 Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak, 2019). Karbon monoksida ( $CO$ ) memiliki batas aman 9 ppm dalam rata-rata 8 jam dan 35 ppm dalam rata-rata satu jam, konsentrasi  $CO$  umumnya tidak melebihi 10 ppm (EPA, 2024). Ozon ( $O_3$ ) yang aman adalah  $100 \mu g/m^3$  dalam rata-rata 8 jam, namun pada kota dengan aktivitas industri dan paparan sinar matahari intens, konsentrasi  $O_3$  dapat meningkat, mencapai  $150 \mu g/m^3$  atau lebih (World Health Organization, 2024). Terakhir, nitrogen dioksida ( $NO_2$ ) memiliki batas aman  $40 \mu g/m^3$  tahunan dan  $200 \mu g/m^3$  dalam 24 jam, meskipun di daerah padat lalu lintas, konsentrasi  $NO_2$  dapat lebih tinggi (EPA, 2024). Nilai-nilai ini memberikan gambaran tentang dampak polusi terhadap kualitas udara dan kesehatan manusia, sehingga penting untuk



melakukan pemantauan kualitas udara secara lokal untuk mendapatkan data yang lebih akurat.

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk memprediksi kualitas udara menggunakan berbagai metode pembelajaran mesin. Support Vector Machine (SVM) telah digunakan secara luas karena kemampuannya dalam menangani data non-linear dan hasilnya menunjukkan bahwa SVM memberikan prediksi yang akurat dan dapat diandalkan dalam memodelkan kualitas udara (Widyarini & Purnomo, 2024). Selain itu, Convolutional Neural Networks (CNN) juga mulai digunakan untuk analisis kualitas udara dan dalam pendekatan yang diusulkan, kami telah memvisualisasikan dan mendiskusikan keakuratan model CNN yang dapat selalu diterapkan pada dataset lain kecuali basis data gambar untuk pembelajaran mendalam di antara dataset tersebut (Chauhan et al., 2021). Hasil akurasi terbaik diperoleh dengan menggunakan 98.61%, presisi 97%, recall 100% dan f1-score 98%. SMOTE. Penelitian ini menyimpulkan bahwa algoritma Extreme Gradient Boosting dapat diterapkan pada pengukuran klasifikasi kualitas udara, dan teknik ketidakseimbangan terbaik untuk kasus klasifikasi kualitas udara kualitas udara yang terbaik untuk kasus klasifikasi adalah SMOTE (Sapari et al., 2023).

Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) adalah salah satu pendekatan yang fleksibel dan mudah diimplementasikan yang fleksibel dan mudah diimplementasikan untuk pemodelan prediktif (Claudyana Gabriellia Evitania, 2023). Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) Regression mengurangi root mean square error (RMSE) dari nilai NO, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> yang diprediksi sebesar 28,29%, 29,44% dan 16,51%, dibandingkan dengan yang sudah ada sebelumnya. Demikian pula, nilai rata-rata kesalahan absolut (MAE) untuk NO, NO<sub>2</sub>, dan NO<sub>x</sub> mengalami penurunan sebesar 18,26%, 33,67%, dan 14,54%, dibandingkan dengan kondisi saat ini. KNNR memberikan hasil yang baik ketika ukuran setiap pember hampir sama (Sharma & Lakshmi, 2023). Pada penelitian yang dilakukan Khushi dkk, tentang prediksi kualitas udara menggunakan enam algoritma yaitu Regresi Linier, K-Nearest Neighbor, Stochastic Gradient Descent, Decision Tree,

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Random Forest, dan Multi-layer Perceptron. Kinerja setiap regressor yang cocok dinilai dengan memprediksi pada set evaluasi (Maheshwari & Lamba, 2019).

Berdasarkan penjabaran di atas, maka dalam penelitian ini diterapkan metode K-Nearest Neighbor Regression karena telah terbukti berhasil dalam berbagai aplikasi prediksi berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, termasuk prediksi polusi udara. Keunggulan algoritma ini terletak pada kemampuan untuk menghasilkan model yang akurat dan andal sambil menangani masalah klasifikasi dan regresi dengan data kategoris. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam memprediksi kualitas konsentrasi polutan udara kota Pekanbaru.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, rumusan masalah penelitian ini adalah Bagaimana penerapan algoritma K- Nearest Neighbor Regression (KNNR) untuk memprediksi kualitas konsentrasi polutan udara di kota Pekanbaru?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai pedoman yang mempersempit cakupan penelitian ke dalam aspek-aspek khusus yang akan menjadi fokus dalam penyelidikan ini.

1. Ruang lingkup penelitian ini terbatas pada wilayah Pekanbaru, tempat pengujian dan prediksi . Tidak termasuk wilayah di luar Pekanbaru.
2. Penelitian ini dilakukan berdasarkan data time series (pola harian) dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Riau.
3. Data yang diperoleh dari tahun 2018-2024 dan yang menjadi indikator prediksi kualitas udara ada 6 :  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_2$ ,  $PM_{2,5}$  dan  $O_3$ .

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan algoritma K - Nearest Neighbor Regression untuk memprediksi kualitas konsentrasi polutan udara kota Pekanbaru.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model prediksi yang akurat sehingga masyarakat dapat menerima informasi tentang tingkat polusi atau kualitas konsentrasi polutan udara di kota Pekanbaru. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang lingkungan dan ilmu data, yang dapat memberikan wawasan lebih dalam tentang fakta-fakta tentang polusi udara.



UIN SUSKA RIAU



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Kualitas Udara

Kualitas udara adalah kondisi atau tingkat kemurnian udara di suatu tempat atau lokasi tertentu, yang mengacu pada seberapa bersih atau tercemar oleh berbagai zat polutan udara. Kualitas udara dalam suatu ruangan adalah faktor penting yang memengaruhi kesehatan tenaga kerja (Santoso et al., 2022). Kualitas udara yang buruk menunjukkan tingkat polusi yang tinggi yang berpotensi membahayakan kesehatan dan kelestarian lingkungan, sedangkan kualitas udara yang baik menunjukkan bahwa udara memiliki sedikit atau tidak ada kontaminan yang berpotensi merugikan bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Kualitas udara ditentukan oleh konsentrasi polutan seperti PM10, PM2.5, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub>, yang masing-masing memiliki ambang batas konsentrasi tertentu untuk dianggap aman. PM10 (partikel berdiameter ≤10 mikrometer) dan PM2.5 (partikel berdiameter ≤ 2.5 mikrometer) merupakan partikel yang sangat kecil dan dapat menembus jauh ke dalam saluran pernapasan, meningkatkan risiko penyakit pernapasan dan kardiovaskular (Yuchi et al., 2020). SO<sub>2</sub> (sulfur dioksida) sering berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan dapat menyebabkan iritasi pernapasan dan memperburuk penyakit seperti asma pada konsentrasi tinggi (World Health Organization, 2024). CO (karbon monoksida), yang dilepaskan terutama oleh pembakaran tidak sempurna, dapat menggantikan oksigen dalam darah, mengurangi pasokan oksigen ke organ tubuh dan menyebabkan dampak serius, terutama pada penderita penyakit jantung (EPA, 2024). O<sub>3</sub> (ozon) pada lapisan permukaan bumi terbentuk dari reaksi kimia antara sinar matahari dengan polutan lain seperti NO<sub>2</sub> dan VOCs; konsentrasi tinggi ozon dapat mengiritasi sistem pernapasan dan memperburuk asma (Brook et al., 2010). NO<sub>2</sub> (nitrogen dioksida) juga dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan berperan dalam pembentukan ozon permukaan serta partikel sekunder yang berdampak negatif pada

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kesehatan pernapasan (World Health Organization, 2024). Masing-masing polutan ini dinilai berdasarkan standar kualitas udara nasional dan internasional, dan jika konsentrasinya melampaui ambang batas, maka kualitas udara dianggap buruk dan berpotensi membahayakan kesehatan serta lingkungan.

## 2.2 Data Mining Untuk Prediksi

Data mining adalah suatu proses yang digunakan untuk mengambil keputusan untuk mendapatkan data dan informasi yang sangat besar yang sebelumnya tidak diketahui namun dapat dipahami dan bermanfaat dari database yang sangat besar (Rayuwati et al., 2022). Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui data atau melihat data dari situasi sebelumnya disebut prediksi (Rofiq et al., 2020). Data mining prediksi menggunakan model prediksi dengan algoritma statistik atau teknik pembelajaran mesin.

Proses data mining terdiri dari sejumlah langkah yang diambil untuk menemukan pola, tren, dan wawasan yang tersembunyi dalam data. Berikut adalah beberapa tahapan umum prosesnya.

### a. Akuisisi Data

Pengumpulan data awal yang diperlukan untuk data mining dikenal sebagai proses akuisisi data (Wahyudi et al., 2022). Akuisisi data adalah proses pengumpulan data dari berbagai sumber untuk digunakan dalam analisis. Data yang dikumpulkan kemudian digunakan untuk memprediksi atau menganalisis suatu fenomena tertentu. Proses akuisisi data dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai teknologi dan metode, seperti sensor, survei, dan data mining. Tujuan penelitian dan kebutuhan analisis harus dipertimbangkan saat mengumpulkan data. Penelitian ini menggabungkan data dari tahun 2018-2024.

### b. *Preprocessing* Data

*Preprocessing* data adalah proses untuk mempersiapkan data mentah menjadi data yang bersih dan berkualitas untuk analisis data. Proses ini meliputi transformasi data, pembersihan data, integrasi data, optimasi data,

dan konversi data yang digunakan untuk mengubah data mentah menjadi data berkualitas. Teknik preprocessing data merupakan langkah penting dalam data mining, karena hasil analisis yang dihasilkan akan baik jika kualitas data yang digunakan juga baik (Joshi & Patel, 2021). Preprocessing data yang umum dilakukan yaitu pembersihan data, tahap di mana data mentah disaring dan data yang tidak lengkap, tidak relevan, atau tidak akurat dihapus atau diperbaiki. Mengisi nilai yang hilang dengan nilai mean (mean imputation), modus (mode imputation) dan *linear interpolation* adalah salah satu teknik yang digunakan dalam proses pembersihan data (data cleaning).

#### 1) *Mean Imputation*

Mean imputation adalah teknik imputasi yang menggantikan nilai yang hilang dengan nilai rata-rata dari data non-hilang di variabel yang sama. Ini sederhana dan sering digunakan ketika distribusi data tidak terlalu skewed (miring) (van Buuren, 2018). Misalkan terdapat dataset  $X=\{x^1,x^2,\dots,x^n\}$  dengan beberapa nilai  $x_i$  yang hilang. Untuk menggantikan nilai hilang, rumus mean imputation adalah:

$$\text{Mean Imputation} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

#### 2) *Mode Imputation*

Mode imputation adalah metode pengisian nilai yang hilang dengan nilai modus atau nilai yang paling sering muncul dalam dataset untuk variabel yang sama. Metode ini berguna untuk data kategorik (Azur et al., 2011). Misalkan terdapat dataset kategorik  $X=\{x^1,x^2,\dots,x^n\}$  di mana modus adalah nilai  $M$  yang paling sering muncul. Untuk setiap nilai hilang, gantikan dengan  $M$ .

#### 3) *Linear interpolation*

Linear interpolation mengasumsikan bahwa nilai hilang berada di antara dua titik data yang ada, dan mengestimasi nilai tersebut berdasarkan hubungan linear antar data yang berdekatan (Zhang, 2016). Untuk nilai hilang  $x_i$  yang terletak antara  $x_{i-1}$  dan  $x_{i+1}$ , rumus linear interpolation adalah:

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$x_i = x_{i-1} + \frac{(x_{i+1} - x_{i-1})}{(t_{i+1} - t_{i-1})} \times (t_i - t_{i-1})$$

di mana  $t$  adalah indeks atau waktu pengamatan.

c. **Pemodelan menggunakan K-Nearest Neighbors (KNN) Regression**

Untuk menyelesaikan masalah, tahap ini menerapkan metode data mining yang tepat (Anggada Maulana, 2018). Tergantung pada tujuan analisis, model ini digunakan untuk mengekstraksi pola, tren, atau wawasan dari data. Model ini dapat berupa pohon keputusan, jaringan saraf tiruan, regresi, atau model lainnya.

Metode KNN merupakan metode memprediksi sesuatu berdasarkan contoh pelatihan terdekat dalam ruang fitur. Pada regresi KNN perlu dicari nilai K (tetangga terdekat) dan definisi jarak yang ingin digunakan (Priambodo et al., 2019). Algoritma Regresi KNN sebagai berikut:

1. Pilih parameter K (banyaknya tetangga terdekat),
2. Menghitung rata-rata sejumlah K titik data terdekat tersebut (Akbar & Kusumodestoni, 2020).
3. Urutkan jarak yang diperoleh dari langkah 2 dalam urutan naik.
4. Ambil titik data terkecil sejumlah K titik (Setiawan, 2022),

. Beberapa definisi jarak yang digunakan pada regresi KNN adalah sebagai berikut:

1. **Jarak Euclidean**

Jarak Euclidean merupakan pengukuran jarak antara dua titik yang digambarkan dalam garis lurus (Santoso & Kusumaningsih, 2018). Rumus jarak Euclidean dapat dilihat pada persamaan (1).

$$(x, d) = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - y_i)^2} \tag{1}$$

2. **Jarak Minkowski**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jarak Minkowski adalah bentuk umum dari jarak Euclidean dan jarak Manhattan (Azwar et al., 2021). Rumus jarak Minkowski dapat dilihat pada persamaan (2).

$$d(x, y) = \sqrt[p]{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^{\frac{1}{p}}} \quad (2)$$

Jarak Minkowski adalah bentuk umum dari jarak Euclidean dan jarak Manhattan (Azwar et al., 2021). Rumus jarak Minkowski dapat dilihat pada persamaan (4).

d. Evaluasi Data

Evaluasi hasil adalah tahapan proses data mining di mana kualitas dan keakuratan model dievaluasi (Amalia Yunia Rahmawati, 2020). Evaluasi data adalah proses untuk memastikan kualitas data yang digunakan dalam analisis. Selain itu, evaluasi membantu dalam menemukan dan memperbaiki masalah yang mungkin muncul dalam model prediksi. Berikut adalah beberapa metrik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja model prediksi.

a) *Mean Absolute Percentage Errors* (MAPE)

Pengukuran kesalahan relatif dikenal sebagai *Mean Absolute Percentage Errors* (MAPE). MAPE memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah dan menunjukkan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu (Wicaksono et al., 2023). Persamaan MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|X_i - F_i|}{X_i} 100\%}{N} \quad (3)$$

Keterangan:

- $X_i$  = Nilai aktual
- $F_i$  = Nilai peramalan

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$N$  = Jumlah data

b) *Root Mean Square Error* (RMSE)

adalah akar kuadrat estimasi perbedaan nilai peramalan dengan nilai aktual. Nilai RMSE yang lebih tinggi menunjukkan bahwa model peramalan yang dihasilkan lebih akurat (Wicaksono et al., 2023). Persamaan RMSE adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(P_m - P_r)^2}{N}} \quad (4)$$

Keterangan:

$P_m$  = Nilai aktual

$P_r$  = Nilai peramalan

$N$  = Jumlah data

### 2.3 Z-score Normalization

Transformasi *Z-score* atau disebut juga *standard score* merupakan salah satu metode scaling yang biasa digunakan untuk menormalisasikan data pada *python*. Tes *Z-score* digunakan untuk mendeteksi outlier spasial dan menunjukkan tes *Z-score* baru yang menghasilkan pengurangan kompleksitas waktu (Aggarwal et al., 2019). *Z-Score* mengubah setiap nilai kolom menjadi angka sekitar 0. Nilai tipikal yang diperoleh dari transformasi *z-score* berkisar dari -3 dan 3. Nilai baru dihitung sebagai selisih antara nilai saat ini dan nilai rata-rata, dibagi dengan deviasi standar. Berikut persamaan untuk menghitung *z-score* (Urolagin et al., 2021).

$$z = \frac{(x_i - \bar{x})}{s} \quad (5)$$

Dimana :

$x_i$  = titik data dan



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$x = \text{rata-rata sampel}$

$s = \text{standar deviasi sampel}$

## 2.4 Penelitian Terkait

Penelitian penting untuk memanfaatkan hasil penelitian sebelumnya yang relevan, yang merujuk pada temuan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian yang sedang dilakukan. Hasil dan diskusi penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian yang sedang dilakukan akan dibahas sebagai berikut.

- a) Prediksi Kualitas udara kota DKI Jakarta Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor oleh (Amalia et al., 2022). Penelitian ini mempunyai tujuan memprediksi kualitas udara yang ada di DKI Jakarta berdasarkan data ISPU. Prediksi dilakukan dengan menggunakan teknik data mining dengan metode klasifikasi. Algoritma yang berfungsi dalam melakukan prediksi yaitu K-Nearest Neighbor (KNN), dimana algoritma ini adalah algoritma yang mengklasifikasikan kelas objek baru dengan didasarkan pada tetangga terdekatnya. Data yang digunakan pada penelitian berjumlah 450 data, kemudian data tersebut dibagi 2 yakni data uji dan data latih. Penelitian ini juga melakukan evaluasi model algoritma yang meliputi nilai akurasi, presisi, recall, dan f-measure untuk setiap nilai K yang diujikan. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui parameter yang optimal pada dataset yang digunakan. Adapun hasil yang diperoleh dari pengujian nilai K = 3 sampai K = 9, didapatkan bahwa nilai K = 7 mempunyai performa terbaik dengan akurasi tertinggi sebanyak 96%, presisi 92%, recall 95%, dan f-measure 93%. Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan, maka bisa disimpulkan bahwa algoritma K-Nearest Neighbor bisa digunakan dalam memprediksi kualitas udara kota DKI Jakarta menurut Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Selain itu, sistem prediksi kualitas udara kota DKI Jakarta yang dibangun dengan menggunakan framework Flask dapat menampilkan hasil prediksi mengenai kualitas udara di DKI Jakarta.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b) Model Prediksi Penjualan Jenis Produk Tekstil Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbour (KNN) oleh (Yusuf et al., 2022). Studi ini membahas penggunaan algoritma K-Nearest Neighbor untuk memprediksi penjualan produk tekstil. Tujuan penelitian ini adalah untuk membantu perusahaan dalam menentukan arah produksi dan penjualan di masa depan. Data yang digunakan berasal dari perusahaan tekstil di Indonesia, dan algoritma diuji dengan berbagai nilai k untuk menentukan nilai optimal untuk model. Hasilnya menunjukkan bahwa algoritma K-Nearest Neighbor dengan nilai k=1 mencapai akurasi sebesar 86.9% dengan RMSE 0.362. Studi ini menyimpulkan bahwa algoritma K-Nearest Neighbor bekerja dengan baik untuk memprediksi penjualan produk tekstil.
- c) Predicting Air Pollution Level in Particular Area Using KNN by Comparing Accuracy with SVM oleh (Dilliswar Reddy & Ramaparvathy, 2022). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) memiliki akurasi yang lebih baik (97.44%) dalam memprediksi tingkat polusi udara dibandingkan dengan algoritma Support Vector Machine (SVM) yang hanya mencapai akurasi 70.34%. Penelitian ini menyarankan bahwa KNN lebih baik dalam memprediksi tingkat polusi udara. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan berupa dataset yang kecil dan potensi untuk pengembangan di masa depan dengan lebih banyak variabel prediktor. Selain itu, penelitian ini juga mencatat bahwa ada beberapa penelitian lain yang telah dilakukan untuk memprediksi tingkat polusi udara menggunakan berbagai metode seperti deep learning, regresi, pendekatan berbasis gambar, logika fuzzy, model autoregresif, pembelajaran mesin, model ensemble, dan jaringan Bayesian. Studi-studi tersebut bertujuan untuk mengembangkan model prediktif untuk memantau kualitas udara dan karakterisasi di daerah perkotaan.
- d) Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Prediksi Penjualan Obat Pada Apotek Kimia Farma Atmo Palembang oleh (manullang &

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sianturi, 2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma K-NN digunakan untuk mengklasifikasikan penjualan obat di Apotek Kimia Farma Atmo Palembang. Pengujian nilai K dari 1 sampai 10 menunjukkan bahwa nilai K=5 memiliki akurasi tertinggi, yaitu 100%. Kumpulan data penjualan obat tahun 2017-2019 diklasifikasikan berdasarkan nama obat yang sama. Algoritma K-NN dapat digunakan dalam teknik klasifikasi data penjualan obat.

- e) Algoritma K-Nearest Neighbour Untuk Memprediksi Prestasi Mahasiswa Berdasarkan Latar Belakang Pendidikan dan Ekonomi oleh (Prasetyawan & Gatra, 2022). Metode data mining khususnya K-Nearest Neighbor dapat digunakan dalam memprediksi prestasi mahasiswa. Selain penambahan jumlah data latih, peningkatan kinerja dapat juga dilakukan dengan melakukan pra pemrosesan seperti normalisasi data, seleksi fitur, dan pembersihan pencilan (outlier). Latar belakang pendidikan, khususnya nilai SMA merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap prestasi mahasiswa. Kinerja K-Nearest Neighbor mencapai akurasi sebesar 95,85%, presisi sebesar 95,97%, dan recall sebesar 95,84% dalam melakukan prediksi prestasi mahasiswa berdasarkan latar belakang pendidikan dan ekonomi. Prediksi prestasi mahasiswa dapat dipengaruhi oleh banyak variabel, sehingga perlu dikembangkan model klasifikasi untuk melakukan prediksi prestasi mahasiswa dengan mempertimbangkan variabel-variabel lain.
- f) Realisasi Algoritma K-Nearest Neighbour (K-NN) Untuk Prediksi Pergerakan Kurs Rupiah oleh (Cokorda et al., 2019). Penelitian ini menggunakan metode analisis cluster, deteksi anomali, dan clustering untuk menganalisis pergerakan nilai tukar rupiah terhadap dolar. Metode penelitian meliputi pengumpulan data, analisis cluster, dan prediksi harga kurs rupiah menggunakan algoritma K-NN. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prediksi pergerakan kurs rupiah terhadap dolar menggunakan aplikasi yang telah dibuat berhasil dengan



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tingkat akurasi tinggi dan nilai eror RMSE yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma K-NN berhasil memprediksi pergerakan kurs rupiah dengan baik. Disarankan untuk menerapkan algoritma lain, melakukan modifikasi terhadap algoritma KNN, dan menggunakan KNN untuk prediksi data time series lainnya.

- g) Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) Untuk Klasifikasi Pencemaran Udara Di Kota Jakarta oleh (Nurjanah et al., 2020). Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan teknik klasifikasi data mining menggunakan algoritma KNN untuk menentukan data ISPU pada kota Jakarta. Maka, dapat ditarik kesimpulan bahwa data latih sebanyak 304 data dan satu data uji dapat menghasilkan kategori klasifikasi baru untuk memprediksi kualitas udara kota Jakarta pada bulan berikutnya. Selanjutnya hasil kategori mayoritas  $k=7$  yang ada menunjukkan bahwa kualitas udara kota Jakarta di bulan berikutnya adalah “SEDANG” dan hasil penelitian ini menghasilkan nilai akurasi sebesar 95.78 %. Hasil klasifikasi pencemaran udara di Kota Jakarta, diharapkan dapat membantu Dinas Lingkungan Hidup Kota Jakarta untuk memberikan informasi yang lebih memadai kepada masyarakat. Sehingga masyarakat dapat melakukan tindakan pencegahan terhadap dampak buruk pencemaran udara ketika beraktifitas diluar ruangan. sebagai saran pada penelitian selanjutnya, sebaiknya dikembangkan aplikasi yang mampu memberikan informasi secara langsung kepada Dinas Lingkungan Hidup di Kota Jakarta.
- h) Penerapan Modified K-Nearest Neighbor dengan Algoritma Genetika Pada Prediksi PM10 di Pekanbaru oleh (Insani & Nissa, 2021). Pencemaran udara merupakan suatu kondisi udara yang tercemar oleh bahan-bahan, zat-zat, atau partikel kimia dan juga bahan biologi lainnya yang membahayakan kesehatan makhluk hidup. Salah satu zat yang menyebabkan pencemaran udara adalah PM10. PM10 (particulate matter) atau lebih dikenal dengan partikel debu adalah partikel udara

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dalam wujud padat yang berdiameter kurang dari 10  $\mu\text{m}$ . Dampak PM10 dalam udara dapat dirasakan langsung oleh masyarakat, seperti gangguan pernafasan. Penelitian prediksi PM10 sebelumnya sudah banyak dilakukan sebelumnya. Salah satu metode yang dapat memprediksi PM10 yaitu Modified K-Nearest Neighbor (MKNN) . Namun, MKNN mempunyai kekurangan yaitu k bias dan komputasi yang kompleks. Berdasarkan kekurangan metode MKNN, maka dilakukan perbaikan dengan mengoptimasi nilai k menggunakan Algoritma Genetika. Data PM10 yang digunakan merupakan data PM10 per 30 menit pada bulan Juli sampai bulan Desember tahun 2015 yang diambil dari laboratorium udara kota Pekanbaru. Data ini kemudian diubah menjadi deret waktu dengan 48 variabel masukan dan 1 variabel keluaran. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode MKNN dapat memprediksi PM10 dengan error terendah yaitu 8,957 dan metode Algoritma Genetika dapat mencari nilai k optimal pada MKNN dengan k optimal yaitu 3.

- i) Median-KNN Regressor-SMOTE-Tomek Links for Handling Missing and Imbalanced Data in Air Quality Prediction oleh (Chandra, 2023). Pekerjaan ini memprediksi kualitas udara menggunakan kumpulan data AQI India, yang banyak datanya hilang observasi dan kelas yang tidak seimbang. Penanganan kedua masalah ini penting karena mereka mungkin memberikan hasil yang bias dan menyebabkan prediksi yang tidak akurat. Tidak akurat prediksi bagi golongan minoritas bisa berakibat fatal atau menimbulkan kerugian yang besar. Median dan KNN regressor diusulkan untuk menangani nilai yang hilang kurang dari atau sama dengan 10% dan lebih dari 10%, masing-masing. Pada saat yang sama, metode SMOTE-Tomek Links mengalami kelas Simetri 2023, 15, 887 15 dari 16 ketidakseimbangan. Pendekatan yang diusulkan untuk menangani kedua masalah ini kemudian digunakan untuk menilai kondisi udara prediksi kualitas dataset AQI India menggunakan NB, KNN, dan C4.5. Lima perawatan adalah dibuat untuk

menunjukkan efek imputasi regressor Median-KNN dan SMOTE-Tomek Links pada kinerja prediksi kualitas udara kota Pekanbaru kota Pekanbaru dari dataset AQI India. Lima perawatan adalah kombinasi dari menghapus data yang hilang dan memasukkan data yang hilang dengan SMOTE pengambilan sampel ulang dan SMOTE-Tomek Links, masing-masing. Hasilnya menunjukkan bahwa usulan metode menggunakan regressor Median-KNN dan SMOTE-Tomek Links mampu meningkatkan kinerja model prediksi kualitas udara India. Dengan kata lain, usulan metode telah berhasil mengatasi masalah missing value dan ketidakseimbangan kelas. Bahkan prediksi dari model yang diusulkan menggunakan C4.5 memiliki nilai untuk performa metrik akurasi, presisi, perolehan, dan skor F1 masing-masing 100.

- j) Prediction of Air Quality Based on KNN-LSTM oleh (Qin, 2019).  
Studi ini menyajikan model prediksi kualitas udara berdasarkan kombinasi algoritma K-nearest neighbour (KNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM). Model ini menggunakan data dari beberapa stasiun pemantauan untuk memprediksi kualitas udara kota Pekanbaru kota Pekanbaru pada stasiun target tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai yang diprediksi sangat mendekati nilai sebenarnya, menunjukkan akurasi model. Studi ini juga memancarkan dampak parameter yang berbeda terhadap hasil prediksi. Model algoritma hybrid KNN-LSTM yang diusulkan untuk memprediksi indeks kualitas udara (AQI) terbukti efektif. Model ini memperhitungkan distribusi spasial dan menunjukkan akurasi prediksi yang lebih tinggi. Namun, akurasi dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, sehingga penelitian di masa depan sebaiknya mempertimbangkan pengaruh faktor tambahan seperti faktor meteorologi dan geografis. Studi ini juga Merujuk pada penelitian sebelumnya tentang komputasi awan, prediksi konsentrasi PM2.5, dan prediksi harga saham menggunakan model-model serupa.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- k) Implementasi K-Means dan KNN Pada Pengklasifikasian Citra Bunga Oleh (Worung et al., 2020). Tingkat akurasi segmentasi menggunakan K-Means & K-NN mencapai 85%, dengan recall dan precision tertinggi masing-masing 88% dan 85% . Penggunaan metode gabungan K-Nearest Neighbors (KNN) Regression & K-Nearest Neighbors (KNN) Regression menghasilkan tingkat akurasi paling tinggi 85%.Pengujian nilai rata-rata waktu komputasi menunjukkan bahwa penggunaan metode gabungan dari K-Means & K-Nearest Neighbors (KNN) Regression menghasilkan waktu komputasi paling cepat, yaitu 1,230 detik. Implementasi pengelompokan citra pada pengklasifikasian jenis bunga berdasarkan fitur warna dan bentuk telah berhasil dilakukan, dengan metode pengelompokan Clustering menggunakan algoritma K-Means dan metode klasifikasi menggunakan K-Nearest Neighbors (KNN) Regression. Dengan temuan ini, penelitian ini menunjukkan potensi yang besar dalam penggunaan metode gabungan K-Means dan K-Nearest Neighbors (KNN) Regression untuk klasifikasi citra, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut menggunakan metode clustering dan klasifikasi lainnya .
- l) Perbandingan Metode Data Mining Untuk Prediksi Nilai dan Waktu Kelulusan Mahasiswa Prodi Teknik Informatika Dengan Algoritma C4.5,Naïve Bayes,KNN dan SVM oleh (Widaningsih, 2019). Penambahan data dan evaluasi/interpretasi. Teknik yang akan digunakan untuk model data mining klasifikasi ini terdiri dari empat algoritma yaitu C4.5, Support vector machine (SVM), k-nearest neighbor (kNN,) dan Naïve Bayes. Metode klasifikasi terdiri dari variabel-variabel prediktor dan satu variabel target. Variabel-variabel prediktor terdiri dari jenis kelamin dan indeks prestasi dari semester 3 hingga 6. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data yaitu software Rapid Miner. Hasil akhir dari keempat algoritma tersebut diperoleh bahwa algoritma Naïve Bayes merupakan algoritma terbaik untuk memprediksi kelulusan siswa yang tepat waktu dan IPK  $\geq 3$  dengan nilai

akurasi (76,79%), error (23,17%), dan AUC (0,850). Dilakukan dengan algoritma jaringan syaraf tiruan (Meinanda, dkk, 2009). Priati (2016) melakukan analisis perbandingan pada tiga buah algoritma yaitu C4.5, Naïve Bayes dan CART untuk memprediksi penerimaan mahasiswa, dan diperoleh algoritma bahwa C4.5 memberikan nilai akurasi yang tertinggi, tetapi nilai AUC tertinggi adalah algoritma Naïve Bayes. Pada pengolahan data, dilakukan tahap pemodelan untuk proses klasifikasi yaitu penerapan algoritma Naïve Bayes, SVM, kNN, dan C4.5. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak RapidMiner 8.0.001. Jumlah data yang diolah adalah 466 data. Proses pengambilan data pada Rapidminer untuk algoritma Naïve Bayes, kNN, dan C4.5 langsung pada format excel dari data yang telah ditransformasi. Selanjutnya dilakukan validasi silang untuk data yang telah diambil. Teknik validasi yang digunakan adalah k-Fold Cross Validation.

- m) Data Preprocessing : The Techniques for Preparing Clean and Quality Data for Data Analytics Process oleh (Joshi & Patel, 2021). Artikel ini menekankan pentingnya pra-pemrosesan data dalam analisis data dan menguraikan berbagai teknik untuk menyiapkan data yang bersih dan berkualitas. Ini mencakup pembersihan data, transformasi data, integrasi data, pengoptimalan data, dan konversi data, memberikan contoh dan metode untuk setiap teknik. Pentingnya data berkualitas untuk analisis data yang efisien disoroti.
- n) Prediksi Kualitas udara kota Menggunakan XGBoost Dengan Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) oleh (Nababan et al., 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan algoritma XGBoost dengan teknik Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) mampu memberikan kinerja yang lebih baik dalam memprediksi polusi udara. Metode ini diuji menggunakan data kualitas udara dari Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2017 hingga 2021. Dalam

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pengujian, metode klasifikasi yang diusulkan menunjukkan tingkat kinerja yang sangat baik, dengan nilai rata-rata akurasi sebesar 98%, nilai Precision sebesar 79%, nilai recall sebesar 79 %, nilai f1-score 98%, dan ROC AUC sebesar 99%. Algoritma XGBoost juga dapat ditingkatkan dengan penyetelan parameter dan eksperimen yang lebih intensif. Selain itu, penelitian ini juga menyarankan untuk mempertimbangkan pengembangan algoritma sensitif biaya berdasarkan undersampling dan pemilihan fitur untuk meningkatkan kinerja metode XGBoost pada kumpulan data kualitas udara.

- o) Perbandingan Kinerja Algoritme Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbour (KNN) Untuk Prediksi Harga Rumah oleh (Ariyani et al., 2022). Studi ini membandingkan kinerja algoritma Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor (KNN) dalam memprediksi harga rumah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma KNN memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal nilai akurasi dan waktu pelatihan. Namun, algoritma kedua memiliki keterbatasan dalam memprediksi harga rumah secara akurat. Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk algoritma KNN adalah 43.52, yang menunjukkan tingkat akurasi yang “cukup”. Studi menyimpulkan bahwa diperlukan penelitian lanjutan dengan variasi parameter tambahan untuk menentukan metode pembelajaran yang unggul. Selain itu, penelitian ini juga mencakup pengubahan data teks menjadi numerik, penskalaan data, dan Pembagian data untuk pelatihan dan pengujian model. Peneliti menggunakan grid search untuk mencari hyperparameter yang optimal untuk model. Mereka juga menganalisis waktu dan akurasi dari algoritma KNN dan Naïve Bayes. Hasilnya menunjukkan bahwa waktu pelatihan cenderung meningkat dengan variasi data, dan akurasi tertinggi yang diperoleh pada variasi data tertentu untuk masing-masing algoritma.



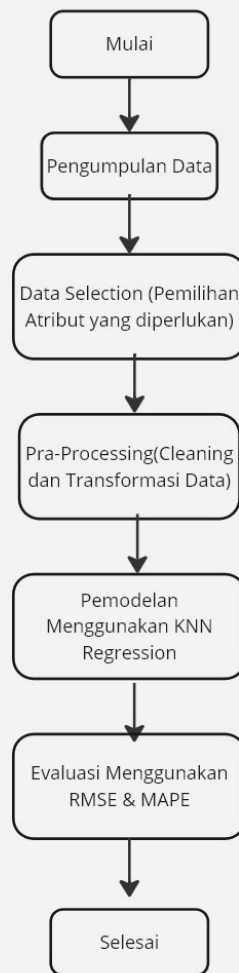
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian membantu untuk merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proyek prediksi dengan metode yang terstruktur. Berikut langkah-langkah dalam penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 3.1.1 Pengumpulan Data

### 3.1.1.1 Studi Literatur

Untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk penelitian, berbagai prosedur pengumpulan data digunakan. Sumber data untuk penelitian ini berasal dari berbagai artikel, jurnal, dan laporan penelitian yang berkaitan dengan prediksi kualitas konsentrasi polutan udara kota Pekanbaru, pembelajaran mesin, dan algoritma K-Nearest Neighbor Regression. Dataset yang akan digunakan merupakan data primer kualitas konsentrasi polutan udara kota Pekanbaru yang didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Riau.

### 3.1.1.2 Data Time series

Data yang diperoleh adalah data dari tahun 2018-2024 yang mana terdapat 6 parameter. Parameter yang digunakan dalam data adalah terdiri dari :

1. PM10: Partikulat berdiameter 10 mikrometer atau kurang
2. PM2.5: Partikulat berdiameter 2.5 mikrometer atau kurang
3. SO2: Sulfur Dioksida
4. CO: Carbon Monoksida
5. O3: Ozone
6. NO2: Nitrogen Dioksida

Masing-masing adalah polutan udara yang sering diukur untuk menilai kualitas udara dan dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Dilakukan pengumpulan data untuk menjadikan data menjadi sebuah dataset yang dibutuhkan dalam penelitian. Data yang diperoleh merupakan data setiap bulan yang dikumpulkan menjadi satu *dataset*.

## 3.1.2 Data Mining Untuk Prediksi

### 3.1.2.1 Pre-Processing

Preprocessing data adalah tahap penting dalam penelitian yang memastikan bahwa data yang digunakan dalam model prediksi kualitas konsentrasi polutan udara kota Pekanbaru siap digunakan dan sesuai dengan kebutuhan analisis. Tahap ini melibatkan berbagai langkah untuk membersihkan,

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mengorganisasi, dan mempersiapkan data sebelum dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut. Selain itu, atribut yang akan digunakan dalam penerapan algoritma akan dipilih. 6 parameter akan digunakan dalam penelitian ini: PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> dan O<sub>3</sub>. Mengisi nilai yang hilang dengan nilai mean (mean imputation), modus (mode imputation) dan *linear interpolation* adalah salah satu teknik yang digunakan dalam proses pembersihan data (data cleaning).

1) *Mean Imputation*

Mean imputation adalah teknik imputasi yang menggantikan nilai yang hilang dengan nilai rata-rata dari data non-hilang di variabel yang sama. Misalkan terdapat dataset  $X = \{x^1, x^2, \dots, x^n\}$  dengan beberapa nilai  $x_i$  yang hilang. Untuk menggantikan nilai hilang, rumus mean imputation adalah:

$$\text{Mean Imputation} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

2) *Mode Imputation*

Mode imputation adalah metode pengisian nilai yang hilang dengan nilai modus atau nilai yang paling sering muncul dalam dataset untuk variabel yang sama. Misalkan terdapat dataset kategorik  $X = \{x^1, x^2, \dots, x^n\}$  di mana modus adalah nilai  $M$  yang paling sering muncul. Untuk setiap nilai hilang, gantikan dengan  $M$ .

3) *Linear interpolation*

Linear interpolation mengasumsikan bahwa nilai hilang berada di antara dua titik data yang ada, dan mengestimasi nilai tersebut berdasarkan hubungan linear antar data yang berdekatan. Untuk nilai hilang  $x_i$  yang terletak antara  $x_{i-1}$  dan  $x_{i+1}$ , rumus linear interpolation adalah:

$$x_i = x_{i-1} + \frac{(x_{i+1} - x_{i-1})}{(t_{i+1} - t_{i-1})} \times (t_i - t_{i-1})$$

di mana  $t$  adalah indeks atau waktu pengamatan.

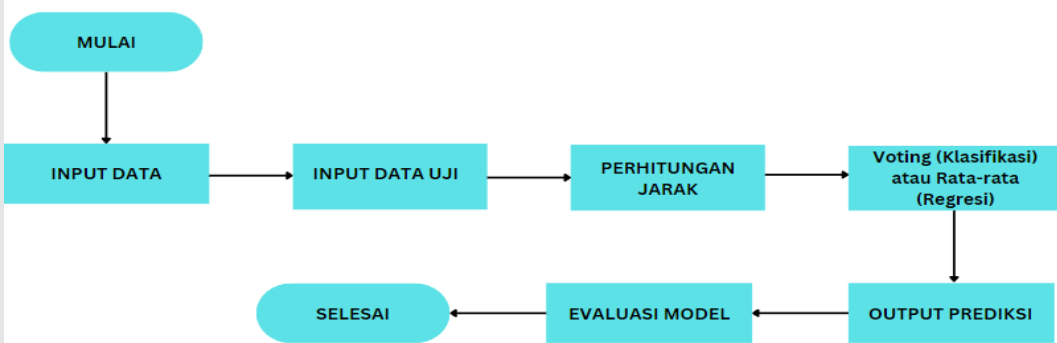


**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

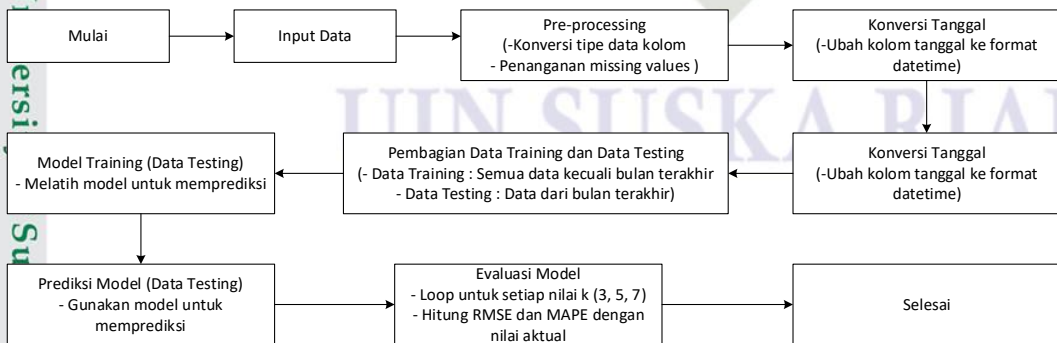
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**3.1.2.2 Model Prediksi K-Nearest Neighbor Regression**

Sebelum memulai pelatihan model, dataset dibagi menjadi tiga rasio pembagian data yaitu dua bagian utama: data pelatihan dan data uji. Rasio pertama, perbandingannya 90:10 antara set pelatihan dan set uji, yang berarti 90% data digunakan untuk melatih model, sedangkan 10% digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Rasio kedua, perbandingannya 80:20 antara set pelatihan dan set uji, yang berarti 80% data digunakan untuk melatih model, sedangkan 20% digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Rasio ketiga, perbandingannya 70:30 antara set pelatihan dan set uji, yang berarti 30% data digunakan untuk melatih model, sedangkan 30% digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Pemodelan data dengan algoritma K-Nearest Neighbor Regression adalah salah satu pendekatan yang sederhana dan dapat memberikan hasil yang baik dalam banyak situasi. Namun, pemilihan parameter yang tepat dan pemahaman tentang data yang digunakan adalah kunci keberhasilannya. Berikut algoritma K-Nearest Neighbour Regression.



**Gambar 3. 2 Algoritma K-Nearest Neighbour**



**Gambar 3. 3 Flowchart Pengujian Data**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**3.1.2.3 Evaluasi Model**

Pada tahap ini, evaluasi akan dilakukan menggunakan metrik evaluasi RMSE dan MAPE. Pemahaman tentang bagaimana model KNN Regression bekerja pada dataset yang diuji akan dihasilkan dari hasil metrik ini. Proses menemukan nilai dan perhitungannya dapat dilihat pada rumus (3) untuk RMSE dan rumus (2) untuk MAPE. Ini akan menjadi panduan utama dalam mengevaluasi keakuratan model dalam memprediksi kualitas konsentrasi polutan udara kota Pekanbaru.

**Tabel 3. 1 Parameter Pengujian**

Parameter	Pilihan	Deskripsi
Penanganan Missing Value	- Mean	Mengisi nilai yang hilang dengan nilai rata-rata kolom tersebut.
	- Mode	Mengisi nilai yang hilang dengan nilai yang paling sering muncul (modus) dalam kolom tersebut.
	- Linear Interpolation	Mengisi nilai yang hilang dengan metode interpolasi linear, memperkirakan nilai di antara data yang ada.
Rasio Pembagian Data	- 90:10	90% data digunakan untuk pelatihan, 10% data untuk pengujian.
	- 80:20	80% data digunakan untuk pelatihan, 20% data untuk pengujian.
	- 70:30	70% data digunakan untuk pelatihan, 30% data untuk pengujian.
Nilai k dalam KNN-R	- $k = 3$	Model KNN dengan jumlah tetangga terdekat (k) sebanyak 3.
	- $k = 5$	Model KNN dengan jumlah tetangga terdekat (k) sebanyak 5.
	- $k = 7$	Model KNN dengan jumlah tetangga terdekat (k) sebanyak 7.



## BAB 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat disampaikan untuk penelitian ini adalah:

1. Model yang digunakan menunjukkan kemampuan prediksi yang baik terhadap konsentrasi polutan udara di Kota Pekanbaru. Hal ini terlihat dari nilai RMSE dan MAPE yang cukup rendah, misalnya, untuk PM10 dengan pembagian data 70-30, RMSE sebesar 0,5367 saat  $k = 5$ . Hal ini menunjukkan bahwa metode K-Nearest Neighbour Regression mampu memprediksi polutan udara dengan cukup akurat.
2. Setiap polutan memiliki nilai error yang berbeda, tergantung pada metode penanganan missing value yang diterapkan. Sebagai contoh, pada interpolasi linear dengan pembagian data 80-20 untuk PM10, RMSE mencapai 0,7582 saat  $k = 3$ , sedangkan untuk NO2, RMSE sebesar 1,0277 pada nilai yang sama. Hal ini mengindikasikan pentingnya pemilihan teknik imputasi yang sesuai agar dapat mengurangi error prediksi untuk masing-masing polutan.
3. Peningkatan nilai  $k$  cenderung menurunkan error prediksi, terutama pada RMSE. Misalnya, untuk PM10 dengan pembagian data 90-10, RMSE menurun dari 0,5241 pada  $k = 3$  menjadi 0,4506 pada  $k = 7$ . Tren ini menunjukkan bahwa nilai  $k$  yang lebih tinggi dapat meningkatkan akurasi prediksi model untuk beberapa jenis polutan.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan untuk penelitian ini adalah:

1. Penelitian mendatang disarankan untuk memanfaatkan dataset yang lebih komprehensif dan bebas dari nilai hilang (NaN) atau menerapkan teknik imputasi yang tepat guna menangani ketidaksempurnaan data. Selain itu, penggunaan dataset dengan variabel yang lebih beragam dan relevan juga diusulkan untuk memberikan konteks yang lebih kaya dalam proses



pemodelan, sehingga mampu meningkatkan akurasi dan ketepatan prediksi konsentrasi polutan secara signifikan.

2. Dalam penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan metode penanganan missing value yang lebih canggih untuk meningkatkan kualitas data seperti metode Multiple Imputation by Chained Equations (MICE) yang mengisi missing value secara iteratif berdasarkan hubungan antar variabel, atau metode k-Nearest Neighbors (k-NN) Imputation, yang mengisi nilai berdasarkan kedekatan data pada variabel yang mirip.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I., & Ma, Y. (2021). Evaluating the performance of KNN for air quality prediction in urban areas. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(3), 789-802. DOI:10.1007/s13762-020-02859-2
- Akbar, A. S., & Kusumodestoni, R. H. (2020). Optimization of K Value and Lag Parameter of K-Nearest Neighbor Algorithm on the Prediction of Hotel Occupancy Rates. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 8(3), 246–254. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2020.13648>
- Aggarwal, V., Gupta, V., & Singh, P. (2019). Detection of Spatial Outlier by Using Improved Z-Score Test. *32nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2019, 1*, 788–790.
- Ali, S., & Tirumala, S. S. (2016). Performance Analysis of SVM ensemble methods for Air Pollution Data. *International Conference on Signal Processing Systems*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:7418820>
- Amalia, A., Zaidiah, A., & Isnainiyah, I. N. (2022). *Prediksi kualitas udara menggunakan algoritma k- nearest neighbor*. 07(April 2021), 496–507.
- Amalia Yunia Rahmawati. (2020). *Pengenalan Data Mining* (Issue July).
- Anandari, A. A., Farid Wajidi, A., & Harsono, G. (2024). Dampak Polusi Udara terhadap Kesehatan dan Kesiapan Pertahanan Negara di Provinsi DKI Jakarta. *Journal on Education*, 06(02).
- Anggada Maulana. (2018). Konsep Dasar Data Mining. *Konsep Data Mining, 1*, 1–16.
- Ariyani, V., Putri, P., Prasetijo, A. B., & Eridani, D. (2022). Perbandingan Kinerja Algoritme Naïve Bayes Dan K-Nearest Neighbor (Knn) Untuk Prediksi Harga Rumah. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 4*.
- Azur, M. J., Stuart, E. A., Frangakis, C., & Leaf, P. J. (2011). Multiple imputation by chained equations: what is it and how does it work? *International Journal*

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

of *Methods in Psychiatric Research*, 20(1), 40–49.  
<https://doi.org/10.1002/mpr.329>

Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V, Holguin, F., Hong, Y., Luepker, R. V, Mittleman, M. A., Peters, A., Siscovick, D., Smith, S. C., Whitsel, L., & Kaufman, J. D. (2010). Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease. *Circulation*, 121(21), 2331–2378. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181dbee1>

Chandra, W. (2023). Median-KNN Regressor-SMOTE-Tomek Links for Handling Missing and Imbalanced Data in Air Quality Prediction. *Symmetry*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/sym15040887>

Chauhan, R., Kaur, H., & Alankar, B. (2021). Air Quality Forecast using Convolutional Neural Network for Sustainable Development in Urban Environments. *Sustainable Cities and Society*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103239>

Claudyana Gabrillia Evitania. (2023). Implementation of the K-Nearest Neighbor Algorithm to Predict Air Pollution. *Information Technology and Systems*, 1(1), 45–54. <https://doi.org/10.58777/its.v1i1.123>

Okorda, I. D. P., Rachman, A. S., Made, I., & Suksmadana, B. (2019). *Realisasi Algoritma K-Nearest Neighbour (K-Nn) Untuk Prediksi Pergerakan Kurs Rupiah the Implementation of K-Nearest Neighbour (Knn) To Predict Idr Exchange Rate*. 1–7.

Williswar Reddy, P., & Ramaparvathy, L. (2022). Predicting air pollution level in particular area using knn by comparing accuracy with svm. *Advances in Parallel Computing*, 0(41), 193–199. <https://doi.org/10.3233/APC220026>

EPA. (2024). Particulate Matter (PM) Pollution. *U.S. Environmental Protection Agency*. <https://www.epa.gov/pm-pollution>

Fermi, M. I., Sasmita, A., Elystia, S., & Alfarobi, M. H. (2022). Analisis Dispersi Karbonmonoksida (CO) dari Transportasi di Jalan HR. Soebrantas Pekanbaru



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan Model Gaussian Line Source. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 5(3), 218–227. <https://doi.org/10.26760/jrh.v5i3.218-227>

Isani, F., & Nissa, S. (2021). Penerapan Genetic Modified k-Nearest Neighbor Pada Prediksi PM10 di Pekanbaru. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 10(2), 153–161. <https://doi.org/10.34010/komputika.v10i2.4404>

Joshi, A. P., & Patel, B. V. (2021). Data Preprocessing: The Techniques for Preparing Clean and Quality Data for Data Analytics Process. *Oriental Journal of Computer Science and Technology*, 13(0203), 78–81. <https://doi.org/10.13005/ojest13.0203.03>

Maheshwari, K., & Lamba, S. (2019). Air Quality Prediction using Supervised Regression Model. *2019 International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT)*, 1, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICICT46931.2019.8977694>

Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>

Panullang, r a, & Sianturi, f a. (2021). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa. *Jurnal Ilmu Komputer Dan ...*, 4(2), 15–23.

Muliadi, Nugraha, I., & Dalilla, F. (2024). ANALISIS URBAN HEAT ISLAND MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT DI KOTA PEKANBARU. *Journal of Urban and Regional Planning for Sustainable Environment (JURPS)*, XXX(Vol. 03, No. 01), 28284. <https://journal.uir.ac.id/index.php/JURPS/article/view/17874>

Ababan, A. A., Jannah, M., Aulina, M., & Andrian, D. (2023). Prediksi Kualitas Udara Menggunakan Xgboost Dengan Synthetic Minority Oversampling Technique (Smote) Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (Ispu).

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, 7(1), 214–219.  
<https://doi.org/10.59697/jtik.v7i1.66>

Nasrdine, S., Mabrouki, J., Ben-Lhachemi, N., & Slaoui, M. (2024). *Application of Machine Learning Algorithms for Air Quality Prediction* (pp. 95–104).  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-55787-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-55787-3_7)

Nurjanah, S., Siregar, A. M., & Kusumaningrum, D. S. (2020). Penerapan Algoritma K – Nearest Neighbor (KNN) Untuk Klasifikasi Pencemaran Udara Di Kota Jakarta. *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, 1(2), 71–76.

Ohashi, M., Kameda, A., Kozan, O., Kawasaki, M., Iriana, W., Tonokura, K., Naito, D., & Ueda, K. (2021). Correlation of publication frequency of newspaper articles with environment and public health issues in fire-prone peatland regions of Riau in Sumatra, Indonesia. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00994-5>

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No. 15 Tahun 2019 Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2019).  
<https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/767/190930180734PERMENLHK%20NOMOR%2015%20TAHUN%202019.pdf>

Rasetyawan, D., & Gatra, R. (2022). Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Memprediksi Prestasi Mahasiswa Berdasarkan Latar Belakang Pendidikan dan Ekonomi. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 7(1), 56–67.  
<https://doi.org/10.14421/jiska.2022.7.1.56-67>

Rim, Z. (2019). Prediction of Air Quality Based on KNN-LSTM. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1237, Issue 4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/4/042030>

Rayuwati, Husna Gemasih, & Irma Nizar. (2022). IMPLEMENTASI ALGORITMA NAIVE BAYES UNTUK MEMPREDIKSI TINGKAT

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PENYEBARAN COVID. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 1(1), 38–46.  
<https://doi.org/10.55606/jurritek.v1i1.127>

Rofiq, H., Pelangi, K. C., & Lasena, Y. (2020). Penerapan Data Mining Untuk Menentukan Potensi Hujan Harian Dengan Menggunakan Algoritma Naive Bayes. *Jurnal Manajemen Informatika Dan Sistem Informasi*, 3(1), 8–15.

Santoso, I., Juanda, & Dahlan, A. (2022). *Pengawasan Kualitas Udara Dalam Gedung*. 1–23.

Sapari, A. M., Id Hadiana, A., & Umbara, F. R. (2023). *Air Quality Classification Using Extreme Gradient Boosting (XGBOOST) Algorithm* ARTICLE INFORMATION ABSTRACT (Vol. 5, Issue 2). <http://innovatics.unsil.ac.id>

Sharma, S., & Lakshmi, L. R. (2023). Improved k-NN Regression Model Using Random Forests for Air Pollution Prediction. *2023 International Conference on Smart Applications, Communications and Networking (SmartNets)*, 1–7.  
<https://doi.org/10.1109/SmartNets58706.2023.10216028>

Subagiyo, H., Tri Wahyuni, R., Akbar, M., Ulfa, F., Studi Teknik Elektronika, P., Teknologi Industri, J., & Caltex Riau Jl Umbansari, P. (2020). Rancang Bangun Sensor Node untuk Pemantauan Parameter Kualitas Udara. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 18(1), 72–79.

Holagin, S., Sharma, N., & Datta, T. K. (2021). A combined architecture of multivariate LSTM with Mahalanobis and Z-Score transformations for oil price forecasting. *Energy*, 231. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120963>

van Buuren, S. (2018). *Flexible Imputation of Missing Data, Second Edition*. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780429492259>

Wahyudi, E. E., Auzan, M., Dharmawan, A., Nuryanto, D. E., Susyanto, N., Samodra, G., & Hadmoko, D. S. (2022). Akuisisi Data Prediksi Curah Hujan Secara Periodik Menggunakan Apache Airflow. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications (INISTA)*, 4(2), 1–12. <https://doi.org/10.20895/inista.v4i2.574>



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Wicaksono, M. E. S., Sasmita, G. M. A., & Pratama, I. P. A. E. (2023). Pusat Dengan Metode Long Short - Term Memory Dan Support - Vector Regression. *JITTER- Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, 4(1).

Widaningsih, S. (2019). Perbandingan Metode Data Mining Untuk Prediksi Nilai Dan Waktu Kelulusan Mahasiswa Prodi Teknik Informatika Dengan Algoritma C4,5, Naïve Bayes, Knn Dan Svm. *Jurnal Tekno Insentif*, 13(1), 16–25. <https://doi.org/10.36787/jti.v13i1.78>

Widyarini, L., & Purnomo, H. D. (2024). Air Quality Prediction Using the Support Vector Machine Algorithm. *Journal of Information Systems and Informatics*, 6(2), 652–661. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v6i2.705>

World Health Organization. (2024). Ambient (outdoor) air pollution. *World Health Organization*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiA88a5BhDPARIsAFj595jOzh\\_inFmo2iX8NOMgryliYQsQLCgKqVnnTdDCil8qCZtQryvBdV0aAllpEALw\\_wcB](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA88a5BhDPARIsAFj595jOzh_inFmo2iX8NOMgryliYQsQLCgKqVnnTdDCil8qCZtQryvBdV0aAllpEALw_wcB)

Worong, D. T., Sompie, S. R. U. A., & Jacobus, A. (2020). Implementasi K-Means dan K-NN pada Pengklasifikasian Citra Bunga. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(3), 217–222.

Yuchi, W., Sbihi, H., Davies, H., Tamburic, L., & Brauer, M. (2020). Road proximity, air pollution, noise, green space and neurologic disease incidence: a population-based cohort study. *Environmental Health*, 19(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s12940-020-0565-4>

Yunvi, E. S., Chandra, I., & Salam, R. A. (n.d.). *ANALISIS POTENSI KEBAKARAN HUTAN MENGGUNAKAN DATA TITIK PANAS DAN CUACA UNTUK PEMASANGAN ALAT KUALITAS UDARA DI PROVINSI RIAU*. <https://aqicn.org/data-platform/register/>.

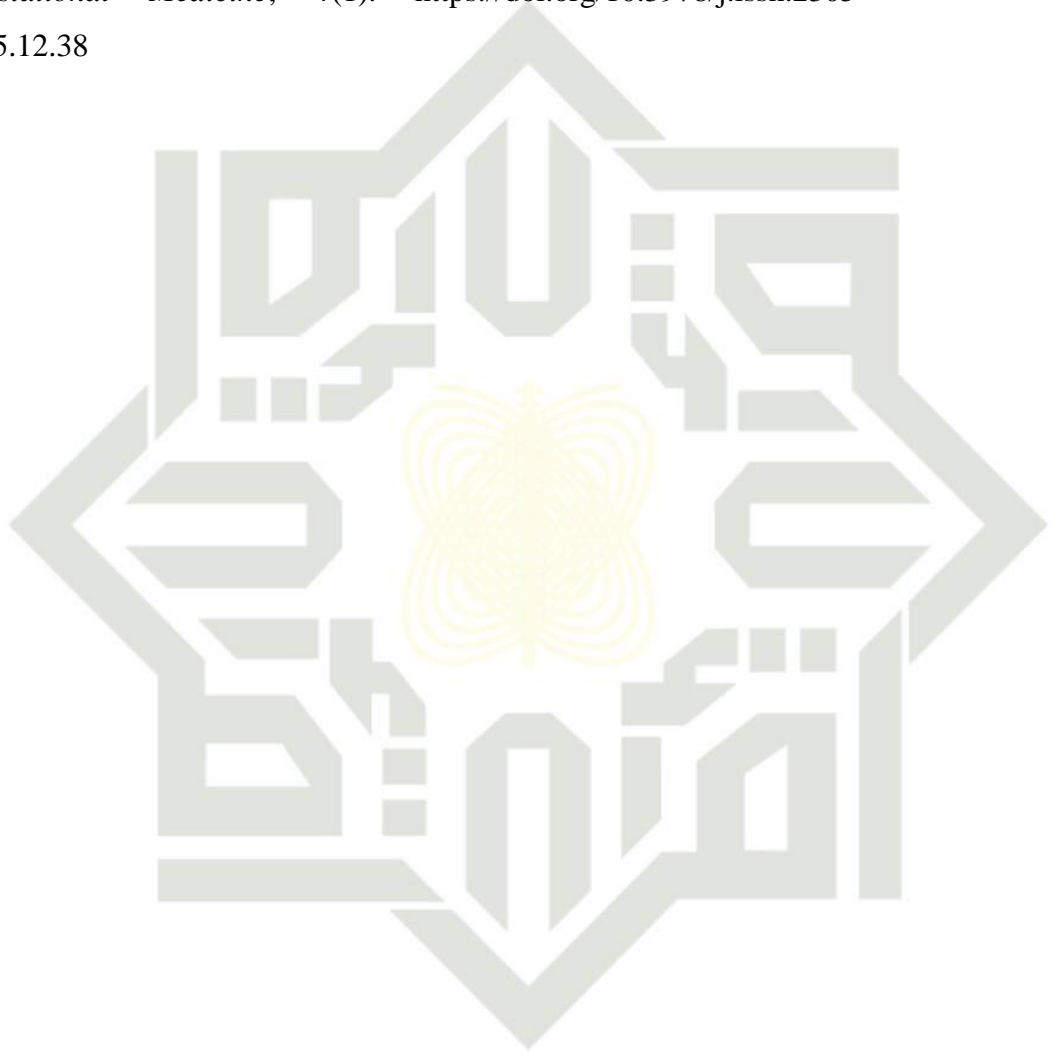


**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Yusuf, W., Witri, R., & Juliane, C. (2022). Model Prediksi Penjualan Jenis Produk Tekstil Menggunakan Algoritma KNN. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 7(1), 1–6.

Zhang, Z. (2016). Missing data imputation: Focusing on single imputation. *Annals of Translational Medicine*, 4(1). <https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2015.12.38>



UIN SUSKA RIAU

## LAMPIRAN A

**Dataset Kualitas udara 2019-2021**

Tanggal / Date	PM10	PM2.5	SO2	CO	O3	NO2
01/01/2023	23,04	21,46	23,15	4.547,56	23,25	38,96
02/01/2023	26,85	24,96	22,27	4.599,25	23,54	33,19
03/01/2023	33,1	30,5	24,52	4.595,00	22,9	31,23
04/01/2023	25,56	23,83	23,4	4.622,23	23,21	32,44
05/01/2023	41,23	39,48	22,71	5.021,00	22,19	35,08
06/01/2023	38,04	36,11	19,48	4.824,63	23,04	35,74
07/01/2023	0	0	0	0	0	0
08/01/2023	0	0	0	0	0	0
09/01/2023	32	29	0	1.452,00	137	0
10/01/2023	38,5	36,52	0	1.380,04	138,4	0
11/01/2023	33,88	31,92	0	1.289,94	127,46	122,05
12/01/2023	38,69	35,94	0	1.341,75	109,25	146,67
13/01/2023	27,19	25,1	0	1.173,06	109,94	134,04
14/01/2023	43,98	41,81	0	1.269,65	109,31	135,13
15/01/2023	14,83	13,4	0	1.199,60	110,33	117,96
16/01/2023	19,92	18,58	0	1.234,77	110,02	119,98
17/01/2023	21	19,35	0	1.215,38	114,83	106,08
18/01/2023	31,75	29,65	0	1.329,77	115,75	0
19/01/2023	29,29	27	0	1.362,27	128,12	0
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
12/30/2018	25.73	24.04	7.73	75.71	33.69	3
12/31/2018	18.9	17.44	6.43	75.04	37.52	3

**Dataset Kualitas udara 2024**

Tanggal / Date	PM10	PM2.5	SO2	CO	O3	NO2
1/1/2024	13,04	29,33	25,9	3.763,83	215,74	64,56
1/2/2024	15,52	25,13	24,71	2.811,53	207,59	61,08
1/3/2024	16,04	38,67	24,79	3.060,50	205,54	74,4
1/4/2024	19,69	38,32	25,21	3.675,08	200,89	57,94
1/5/2024	20,17	52,83	26,34	1.429,83	204,47	60,67
1/6/2024	12	35,38	24,46	4.132,62	194,64	55,3
1/7/2024	10,92	16,58	25,91	2.599,50	203,49	54,56
1/8/2024	17,06	26,72	24,22	938,89	199,43	58,65
1/9/2024	12,46	16	27,55	247,5	199,21	45,09
1/10/2024	9,15	20,68	26,53	75,4	199,29	43,2
1/11/2024	21,81	33,54	26,92	20,17	196,41	33,73

© Hak cipta milik UIN Suska Riau  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1/12/2024	13	26,1	24,93	218,18	196,55	29,13
1/13/2024	33,67	44,09	26,6	483,27	202,82	44,12
1/14/2024	32,88	37,9	25,57	165	200,64	37,41
1/15/2024	36,29	37,29	24,53	372,38	192,83	32,19
1/16/2024	20,81	22,5	24,4	226,21	206,23	33,07
1/17/2024	11,47	17,9	25,74	566,16	200,02	31,95
1/18/2024	1,72	17,27	25,35	234,91	200,75	39,13
1/19/2024	15,76	30,44	25,56	436,13	198,41	25,45
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
10/30/2024						
10/31/2024						

**Hasil Perbandingan Aktual dan Prediksi**

Tanggal / Date	PM10	PM2.5	SO2	CO	O3	NO2
2023-06-04 00:00:00	0,064807	-0,18634	0,223657	-0,35427	-0,18034	0,226466
2023-06-05 00:00:00	-0,11303	-0,13429	0,832724	1,312217	-0,06968	0,014528
2023-06-06 00:00:00	-0,35448	-0,34439	0,785173	0,472549	-0,23557	-0,23007
2023-06-08 00:00:00	0,182612	0,110187	0,257379	1,121516	0,037822	-0,24045
2023-06-09 00:00:00	-0,06056	0,008636	0,492272	0,059051	-0,22766	0,020738
2023-06-10 00:00:00	0,283313	0,313513	0,70781	1,403514	-0,11226	0,086989
2023-06-11 00:00:00	-0,20834	-0,22294	-0,27342	-0,55864	0,007652	2,015915
2023-06-12 00:00:00	-0,25947	-0,22605	-0,56072	-0,56003	-0,39129	-0,41749
2023-06-13 00:00:00	0,123105	-0,30067	0,27611	-0,25886	-0,45819	-0,10811
2023-06-14 00:00:00	-0,11371	-0,41751	0,178442	-0,31192	-0,27073	-0,29565
2023-06-15 00:00:00	-0,09206	0,149093	0,240631	0,33063	0,240417	0,494848
2023-06-16 00:00:00	0,188426	0,148527	0,207703	0,738609	0,240417	0,167311
2023-06-17 00:00:00	0,089596	-0,40999	0,160842	0,717124	-0,1828	-0,22619
2023-06-18 00:00:00	0,623714	-0,05984	0,2169	1,025043	0,433139	0,573657
2023-06-19 00:00:00	0,340717	-0,3672	0,474908	-0,33815	0,963834	0,083298
2023-06-20 00:00:00	-0,43471	-0,39709	-0,38924	-0,61194	0,254136	-0,58517
2023-06-21 00:00:00	0,122223	0,121471	0,297959	1,449729	0,133371	-0,17552
2023-06-22 00:00:00	-0,25065	-0,15655	0,026313	-0,06582	-0,10956	-0,44709
2023-06-23 00:00:00	-0,48147	-0,15555	0,090625	0,323312	-0,15486	-0,5623
2023-06-24 00:00:00	0,040561	-0,45993	0,144678	1,31219	0,060736	-0,25587
2023-06-25 00:00:00	-0,30329	0,242687	-0,41012	1,508343	0,036118	0,151627
2023-06-26 00:00:00	0,023283	-0,39709	0,471738	1,31221	0,055372	-0,23018
2023-06-27 00:00:00	-0,09938	0,069947	0,92622	1,284488	-0,1095	0,193414
2023-06-28 00:00:00	-0,07545	-0,06521	0,589204	0,112091	0,052934	0,063552
2023-06-29 00:00:00	-0,05983	0,023942	0,772582	-0,07333	-0,03562	-0,43397
2023-06-30 00:00:00	-0,27437	0,044179	1,11701	0,742949	-0,07418	-0,33042
2023-07-01 00:00:00	0,194277	0,076054	0,444891	-0,0908	-0,22476	0,060437

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2023-07-01 00:00:00	-0,64828	-0,64884	-0,84278	-0,61502	-0,76296	-0,59873
2023-07-01 00:00:00	-0,29831	-0,21132	-0,54539	0,780605	-0,25809	0,225049
2023-07-02 00:00:00	0,074137	-0,16199	-0,45764	1,035276	-0,20625	-0,08995
2023-07-02 00:00:00	0,127999	-0,20401	-0,57477	1,033657	0,386739	0,040038
2023-07-03 00:00:00	-0,02151	-0,10408	-0,22725	1,066708	-0,12791	-0,24346
2023-07-04 00:00:00	-0,10223	0,078763	0,784799	0,786148	0,092952	-0,41501
2023-07-04 00:00:00	-0,352	-0,13259	0,930121	0,794875	-0,10433	-0,19482
2023-07-05 00:00:00	-0,28343	0,050009	0,768992	1,343483	-0,47253	-0,08323
2023-07-05 00:00:00	-0,3957	-0,40406	0,616506	0,782653	-0,30219	0,103949
2023-07-06 00:00:00	-0,40121	-0,23865	0,734278	0,704683	-0,33156	0,159214
2023-07-06 00:00:00	-0,39894	-0,21263	0,463934	-0,36768	-0,30994	-0,02242
2023-07-07 00:00:00	-0,38715	-0,13807	0,184108	0,78079	0,07984	-0,19325
2023-07-08 00:00:00	-0,02626	0,090588	0,151797	-0,0178	0,376607	-0,50739
2023-07-08 00:00:00	0,326852	-0,12721	-0,59179	1,121516	0,530856	0,026138
2023-07-09 00:00:00	-0,07082	-0,35442	0,113337	0,106166	-0,34959	-0,44434
2023-07-09 00:00:00	-0,08196	-0,23867	-0,2139	-0,16499	1,233027	-0,30189
2023-07-10 00:00:00	-0,3511	-0,33808	0,3346	0,362089	-0,24921	1,192216
2023-07-10 00:00:00	0,070452	0,457206	0,428852	1,708615	0,021713	0,36901
2023-07-11 00:00:00	0,269107	0,102382	-0,23239	0,790045	-0,17852	0,386835
2023-07-12 00:00:00	-0,05069	-0,03674	-0,33146	-0,13104	-0,01895	0,093454
2023-07-13 00:00:00	0,246602	-0,19424	0,009451	0,033784	-0,25563	-0,05681
2023-07-14 00:00:00	-0,04879	-0,33315	0,453279	0,486657	-0,17825	-0,0408
2023-07-15 00:00:00	-0,01776	-0,41897	0,034615	0,903277	-0,09566	-0,27258
2023-07-16 00:00:00	-0,3511	-0,33808	0,399664	0,362089	-0,15558	1,073119
2023-07-17 00:00:00	-0,15378	-0,43021	0,620926	0,990584	-0,24921	0,46586
2023-07-18 00:00:00	0,110933	-0,12487	-0,04617	1,034629	-0,34782	-0,14375
2023-07-19 00:00:00	-0,2496	-0,09207	0,31893	0,055032	-0,25629	-0,56284
2023-07-20 00:00:00	-0,21633	-0,31636	0,285439	0,900632	0,189823	-0,40855
2023-07-21 00:00:00	-0,09018	-0,04999	-0,14398	0,886857	-0,03478	-0,25061
2023-07-22 00:00:00	-0,33301	-0,37763	0,392856	1,978432	0,089658	0,062501
2023-07-23 00:00:00	-0,23422	-0,3744	0,626675	1,633398	0,07342	0,2189
2023-07-24 00:00:00	-0,04594	-0,3744	0,164661	1,870977	-0,1582	0,17242
2023-07-25 00:00:00	-0,13242	-0,20525	0,144792	-0,11326	0,110744	0,052891
2023-07-26 00:00:00	0,177698	-0,19621	-0,69388	1,034831	-0,65242	-0,02449
2023-07-27 00:00:00	-0,07932	-0,37986	0,301161	0,462722	-0,349	0,179038
2023-07-28 00:00:00	0,031846	-0,37986	-0,22241	0,132422	0,204306	-0,25747
2023-07-29 00:00:00	0,099437	-0,41973	-0,57891	0,051374	0,204306	-0,5129
2023-07-30 00:00:00	0,026041	-0,37161	-0,11019	-0,29838	-0,31128	-0,41375
2023-07-31 00:00:00	-0,04954	-0,27248	0,095873	-0,10219	-0,32409	-0,20083
2023-08-01 00:00:00	0,051819	0,029625	0,195914	-0,06897	0,095666	0,030683
2023-08-01 00:00:00	-0,64828	-0,64884	-0,84278	-0,61502	-0,76296	-0,59873
2023-08-02 00:00:00	0,306428	0,238836	0,54752	0,505549	-0,48203	0,071168
2023-08-04 00:00:00	-0,16656	0,074153	0,734278	0,57172	-0,02751	-0,05265

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2023-08-05 00:00:00	-0,26457	-0,1135	0,137387	-0,35212	-0,3116	0,43602
2023-08-06 00:00:00	0,121623	-0,27454	0,375407	-0,55719	-0,30524	-0,19383
2023-08-08 00:00:00	-0,23553	-0,10343	-0,7417	-0,13239	-0,11428	-0,3154
2023-08-09 00:00:00	0,037979	-0,36628	-0,32285	-0,57732	0,898685	-0,20433
2023-08-10 00:00:00	1,366761	-0,41116	0,410716	0,319361	3,592891	0,259888
2023-08-11 00:00:00	0,229048	0,215885	0,06539	1,075388	-0,24306	0,177766
2023-08-12 00:00:00	0,073387	-0,03674	-0,12458	-0,44764	0,616891	-0,38757
2023-08-13 00:00:00	-0,0415	0,273576	0,104809	1,243415	-0,13486	-0,10248
2023-08-14 00:00:00	-0,23928	-0,14679	0,630391	0,364561	-0,23672	-0,21294
2023-08-15 00:00:00	0,040773	-0,27438	0,448972	0,343859	-0,30842	0,109138
2023-08-16 00:00:00	-0,16693	-0,15645	0,200165	-0,08535	-0,23127	0,035203
2023-08-17 00:00:00	-0,34334	-0,20551	0,041019	-0,07218	-0,47832	0,1056
2023-08-18 00:00:00	-0,30973	0,38265	0,537613	-0,06592	-0,43599	1,300878
2023-08-19 00:00:00	-0,25778	-0,45783	0,561927	-0,08606	-0,44505	-0,24324
2023-08-20 00:00:00	-0,12547	-0,40416	0,619056	-0,14385	-0,31452	-0,08983
2023-08-21 00:00:00	-0,25515	-0,34354	0,66196	-0,55668	-0,10936	-0,17053
2023-08-22 00:00:00	-0,21535	-0,11536	0,889173	1,167744	-0,26728	-0,19167
2023-08-23 00:00:00	-0,17338	-0,15107	0,711324	-0,02737	-0,1782	-0,3487
2023-08-24 00:00:00	-0,06581	-0,47571	0,273107	-0,09397	-0,35132	-0,27047
2023-08-25 00:00:00	-0,2626	1,180707	0,113904	0,62445	-0,03591	0,054777
2023-08-26 00:00:00	-0,25478	-0,5297	0,532115	-0,30663	-0,45859	-0,17406
2023-08-27 00:00:00	-0,12336	-0,04511	1,354637	-0,55719	-0,04037	-0,36584
2023-08-28 00:00:00	-0,1199	0,050198	0,816879	-0,61497	0,059404	-0,40013
2023-08-29 00:00:00	-0,3743	-0,39175	0,934684	-0,61498	-0,06866	-0,28875
2023-08-30 00:00:00	-0,35423	-0,23802	0,183502	-0,5998	-0,38808	0,048724
2023-08-31 00:00:00	0,194071	0,279521	0,076215	-0,04376	1,093101	-0,06805
2023-09-01 00:00:00	-0,46456	-0,4768	-0,64708	-0,61285	-0,64648	-0,58972
2023-09-01 00:00:00	-0,32368	-0,09575	0,194271	-0,08909	-0,25045	0,13335
2023-09-02 00:00:00	-0,64828	-0,64884	-0,84278	-0,61502	-0,76296	-0,59873
2023-09-04 00:00:00	-0,16656	0,074153	0,734278	0,466566	-0,02958	-0,05265
2023-09-05 00:00:00	-0,04585	-0,05169	-0,49115	1,871024	-0,26156	0,250895
2023-09-06 00:00:00	-0,12247	-0,18262	0,714158	0,33962	-0,2448	-0,10591
2023-09-08 00:00:00	0,052482	-0,33056	-0,2672	0,2225	-0,09434	-0,24534
2023-09-09 00:00:00	-0,06551	-0,47571	0,174434	0,324714	-0,42871	-0,09105
2023-09-10 00:00:00	-0,10384	-0,11536	0,861383	1,167744	-0,20545	-0,19167
2023-09-11 00:00:00	0,298551	0,212993	0,167349	0,791714	-0,08265	0,2574
2023-09-12 00:00:00	0,111339	-0,02513	-0,12146	-0,29788	-0,0379	-0,36021
2023-09-13 00:00:00	-0,17781	-0,3564	0,268459	-0,10221	-0,30547	-0,39865
2023-09-14 00:00:00	0,260743	-0,0663	0,31159	-0,5773	-0,44259	-0,24271
2023-09-15 00:00:00	-0,07717	-0,44161	0,493519	0,091489	-0,51762	-0,14475
2023-09-16 00:00:00	-0,4179	-0,43373	-0,05754	-0,16496	1,304544	-0,32368
2023-09-17 00:00:00	-0,19285	-0,19305	-0,06015	-0,07302	1,030097	-0,22082
2023-09-18 00:00:00	-0,4179	-0,22249	-0,0364	-0,16084	1,662594	-0,32368



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2023-09-19 00:00:00	0,058571	0,161064	1,72513	0,546132	-0,26749	-0,30664
2023-09-20 00:00:00	-0,14285	-0,20159	-0,25455	0,049455	0,997621	-0,21824
2023-09-21 00:00:00	-0,16712	0,328917	0,681234	1,066707	-0,07372	-0,36584
2023-09-22 00:00:00	-0,11307	0,227148	0,788942	-0,49366	-0,00779	-0,06495
2023-09-23 00:00:00	-0,06918	-0,38661	0,046904	-0,61482	-0,03911	0,100136
2023-09-24 00:00:00	-0,51991	0,099632	0,520327	0,948676	-0,09685	-0,04891
2023-09-25 00:00:00	-0,1713	0,092433	1,021261	1,788621	0,025821	-0,25011
2023-09-26 00:00:00	-0,20466	0,350147	0,409129	0,663772	-0,17159	-0,03633
2023-09-27 00:00:00	0,044117	0,377418	1,541892	1,236741	0,090527	-0,34593
2023-09-28 00:00:00	0,594607	-0,09373	0,345574	0,82756	-0,17246	0,28743
2023-09-29 00:00:00	2,246789	-0,04011	0,660278	0,791244	-0,12334	0,482074
2023-09-30 00:00:00	0,945651	0,113018	0,180344	0,791244	0,245961	0,696763
2023-10-01 00:00:00	0,239244	-0,32004	0,368133	0,156608	-0,22839	0,179071
2023-10-01 00:00:00	0,115321	-0,34524	0,519477	-0,52611	-0,68251	-0,55154
2023-10-02 00:00:00	-0,64828	-0,64884	-0,84278	-0,61502	-0,76296	-0,59873
2023-10-04 00:00:00	-0,37458	-0,12317	0,614749	0,891116	-0,05038	-0,11168
2023-10-05 00:00:00	0,021068	-0,06978	-0,56456	1,884815	0,472033	-0,08707
2023-10-06 00:00:00	-0,27357	-0,21323	0,618659	-0,14661	-0,38981	0,265379
2023-10-08 00:00:00	-0,01268	-0,44194	0,254744	0,505156	-0,3595	-0,45171
2023-10-09 00:00:00	-0,06603	-0,40958	0,164402	-0,14369	-0,34066	0,06142
2023-10-10 00:00:00	-0,09253	-0,05377	0,816175	1,763686	-0,15542	0,048685
2023-10-11 00:00:00	-0,02136	0,286801	-0,34409	0,509717	-0,16167	0,386835
2023-10-12 00:00:00	-0,17706	-0,07143	-0,10977	-0,26924	0,624425	0,070981
2023-10-13 00:00:00	0,406454	0,185148	0,823996	1,403514	-0,0592	0,021072
2023-10-14 00:00:00	0,355714	0,542359	0,4178	0,535755	0,206781	0,916838
2023-10-15 00:00:00	0,260067	0,301482	-0,48437	1,451727	0,534094	0,311721
2023-10-16 00:00:00	0,163511	-0,24065	0,333085	1,093327	-0,27718	0,104421
2023-10-17 00:00:00	0,592357	0,803134	-0,17364	0,764431	0,695709	0,151505
2023-10-18 00:00:00	0,46554	0,324028	0,139748	1,241143	0,132155	0,444615
2023-10-19 00:00:00	0,135464	0,209798	-0,50005	0,043656	-0,12296	0,208032
2023-10-20 00:00:00	-0,2646	-0,20361	0,375407	0,676974	-0,38466	0,475863
2023-10-21 00:00:00	-0,26655	0,384227	0,802346	0,067558	-0,41465	0,658914
2023-10-22 00:00:00	-0,00849	-0,09741	0,443673	-0,40467	0,364824	0,054962
2023-10-23 00:00:00	-0,10971	-0,06853	0,632375	0,144972	-0,30069	-0,14439
2023-10-24 00:00:00	-0,06537	-0,40582	0,076045	-0,10906	-0,49897	0,056978
2023-10-25 00:00:00	-0,06802	-0,26023	-0,03595	-0,60556	0,913438	0,046083
2023-10-26 00:00:00	-0,02931	-0,07933	0,138235	-0,1508	0,93993	-0,31888
2023-10-27 00:00:00	-0,08201	-0,03779	0,011403	1,285134	1,035897	0,117313
2023-10-28 00:00:00	0,248215	-0,11765	-0,23452	0,572705	0,33193	0,309323
2023-10-29 00:00:00	-0,14038	-0,03779	-0,31671	0,75242	1,159515	0,242778
2023-10-30 00:00:00	-0,08355	0,074557	0,025628	2,165765	1,017548	1,069935
2023-10-31 00:00:00	-0,08201	0,074557	0,025628	1,713124	1,017548	0,511789
2023-11-01 00:00:00	0,084821	-0,29646	0,334277	0,88308	0,050694	-0,32037

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2023-11-01 00:00:00	0,09743	-0,20563	-0,75026	-0,58333	0,921627	0,370091
2023-11-02 00:00:00	-0,64828	-0,64884	-0,84278	-0,61502	-0,76296	-0,59873
2023-11-04 00:00:00	0,306428	-0,16199	-0,25185	1,346489	-0,41942	0,261252
2023-11-05 00:00:00	-0,05732	-0,34172	-0,56892	1,69112	0,435137	0,160108
2023-11-06 00:00:00	0,077682	-0,11253	0,686954	0,510702	-0,29579	-0,13747
2023-11-07 00:00:00	-0,16472	0,044468	0,235531	1,294223	-0,48404	0,013124
2023-11-08 00:00:00	0,009284	-0,01899	0,558243	-0,12952	0,327113	-0,33156
2023-11-09 00:00:00	-0,18507	-0,37877	0,381868	0,376535	-0,18896	0,183426
2023-11-10 00:00:00	-0,24469	-0,00835	0,563983	0,551966	-0,23332	0,442492
2023-11-11 00:00:00	0,204723	0,071848	0,380847	-0,43586	-0,27831	0,031076
2023-11-12 00:00:00	0,12758	-0,09451	-0,34605	-0,31234	-0,32245	-0,43601
2023-11-13 00:00:00	-0,19217	-0,18019	-0,22796	0,077503	-0,19875	0,56791
2023-11-14 00:00:00	0,166333	0,253618	-0,4181	0,791157	0,151105	0,318482
2023-11-15 00:00:00	0,354739	-0,03565	-0,52631	0,508372	-0,14599	0,370444
2023-11-16 00:00:00	-0,05951	-0,11742	-0,08633	-0,00683	-0,32214	0,42519
2023-11-17 00:00:00	-0,28257	-0,20393	-0,66488	0,906069	-0,42762	0,386686
2023-11-18 00:00:00	-0,18595	-0,03581	-0,27855	0,042169	-0,369	-0,04304
2023-11-19 00:00:00	0,079951	0,063031	-0,32341	-0,00848	-0,56979	0,386835
2023-11-20 00:00:00	0,298551	0,173804	-0,39748	0,790601	-0,17204	0,386835
2023-11-21 00:00:00	-0,18929	-0,2009	-0,56292	0,184835	-0,1275	0,449332
2023-11-22 00:00:00	-0,18929	-0,14529	-0,38819	0,184835	-0,21205	0,246709
2023-11-23 00:00:00	-0,14634	0,259219	-0,38543	0,04897	-0,3169	0,386835
2023-11-24 00:00:00	0,218058	-0,14529	-0,19419	-0,1315	-0,08695	0,246709
2023-11-25 00:00:00	-0,3927	-0,48713	1,081444	-0,5317	-0,55935	-0,39665
2023-11-26 00:00:00	-0,26685	-0,22658	-0,65705	-0,54543	0,724682	-0,27374
2023-11-27 00:00:00	-0,20688	-0,19888	-0,30354	-0,27259	0,111069	0,01327
2023-11-28 00:00:00	0,234261	-0,18399	-0,74993	-0,27119	0,088525	-0,46882
2023-11-29 00:00:00	-0,02864	-0,03674	-0,33146	-0,13104	-0,39207	0,323709
2023-11-30 00:00:00	0,033703	-0,14282	-0,31975	-0,26922	0,367702	-0,27563
2023-12-01 00:00:00	-0,09338	-0,16066	0,548268	-0,61463	-0,01661	0,082763
2023-12-01 00:00:00	0,163595	0,037997	-0,77047	-0,59533	0,476681	0,976544
2023-12-02 00:00:00	-0,64828	-0,64884	-0,84278	-0,61502	-0,76296	-0,59873
2023-12-04 00:00:00	0,49716	-0,2737	0,045645	-0,48326	-0,35308	-0,0761
2023-12-05 00:00:00	-0,20925	-0,38273	0,544608	1,297769	-0,24921	0,207796
2023-12-06 00:00:00	0,056133	0,148527	-0,61104	1,847676	0,740266	0,185643
2023-12-07 00:00:00	-0,21234	-0,46475	0,042144	-0,34655	-0,21077	0,096265
2023-12-08 00:00:00	-0,02782	-0,22929	0,293482	-0,61495	-0,48406	-0,28603
2023-12-09 00:00:00	-0,18424	-0,15742	0,550875	0,415497	-0,12818	0,148286
2023-12-10 00:00:00	0,116184	0,138194	0,740569	-0,0492	-0,1073	-0,1119
2023-12-11 00:00:00	0,058983	-0,07083	-0,03413	0,116296	-0,14461	0,492647
2023-12-12 00:00:00	-0,05069	-0,20399	-0,7039	-0,29787	-0,15043	-0,29099
2023-12-13 00:00:00	-0,16281	-0,23616	0,043796	-0,15951	0,366088	0,052625
2023-12-14 00:00:00	-0,17342	-0,1312	-0,35257	-0,11728	0,734982	0,16678

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2023-12-15 00:00:00	-0,05069	-0,03674	-0,55573	-0,20429	-0,34693	-0,32653
2023-12-16 00:00:00	-0,18064	0,048957	-0,11927	0,134761	0,394101	0,188621
2023-12-17 00:00:00	0,111339	-0,04788	-0,11429	-0,39846	0,154701	-0,35856
2023-12-18 00:00:00	0,033703	-0,18399	-0,6767	-0,37325	-0,59779	-0,03897
2023-12-19 00:00:00	-0,14454	-0,18399	-0,69291	-0,19043	-0,23756	0,374061
2023-12-20 00:00:00	0,073387	-0,03674	-0,20002	-0,42973	0,610074	-0,38757
2023-12-21 00:00:00	-0,34971	-0,30399	-0,35653	-0,55977	0,139949	-0,2175
2023-12-22 00:00:00	-0,09338	-0,14282	-0,21744	-0,42973	0,596979	-0,38757
2023-12-23 00:00:00	-0,14454	-0,19888	-0,28494	-0,26922	-0,03713	-0,3568
2023-12-24 00:00:00	-0,23595	-0,27543	-0,69483	-0,55805	0,448657	-0,29493
2023-12-25 00:00:00	-0,3658	-0,0966	-0,42139	-0,4605	-0,23778	-0,26938
2023-12-26 00:00:00	-0,30781	-0,15326	-0,53063	-0,56324	0,12109	-0,35412
2023-12-27 00:00:00	0,027664	-0,35308	-0,05629	-0,3499	-0,43734	1,745685
2023-12-28 00:00:00	-0,07649	-0,14337	-0,49919	-0,29241	-0,13988	-0,35025
2023-12-29 00:00:00	0,252637	-0,07377	-0,6567	0,71117	-0,04182	-0,35856
2023-12-30 00:00:00	0,12758	0,007281	-0,60826	-0,29787	-0,20773	-0,41477
2023-12-31 00:00:00	0,055253	-0,00243	-0,6567	-0,31232	0,329638	-0,38132

**Hasil Percobaan**

70-30	<b>RMSE</b>						
	<i>Mean</i>						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	<i>k</i>
	0,628519	0,51956	1,09713	1,488719	0,946619	0,998266	3
	0,536736	0,50011	1,07276	1,464211	0,927346	0,976287	5
	0,517048	0,480679	1,056819	1,461513	0,911014	0,941437	7
	<i>Median</i>						
	0,581752	0,556133	1,196125	1,421937	0,956834	1,021156	3
	0,580085	0,490115	1,159693	1,398875	0,957094	0,941004	5
	0,517764	0,477563	1,152853	1,392478	0,9481	0,943384	7
	<i>Interpolasi Linear</i>						
	0,722818	0,567989	1,010088	1,485832	1,009003	1,044342	3
	0,616765	0,525274	0,993677	1,450403	0,97542	0,999785	5
	0,556399	0,50039	0,992941	1,43358	0,952866	0,962347	7
	<b>MAPE</b>						
	<i>Mean</i>						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	<i>k</i>



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

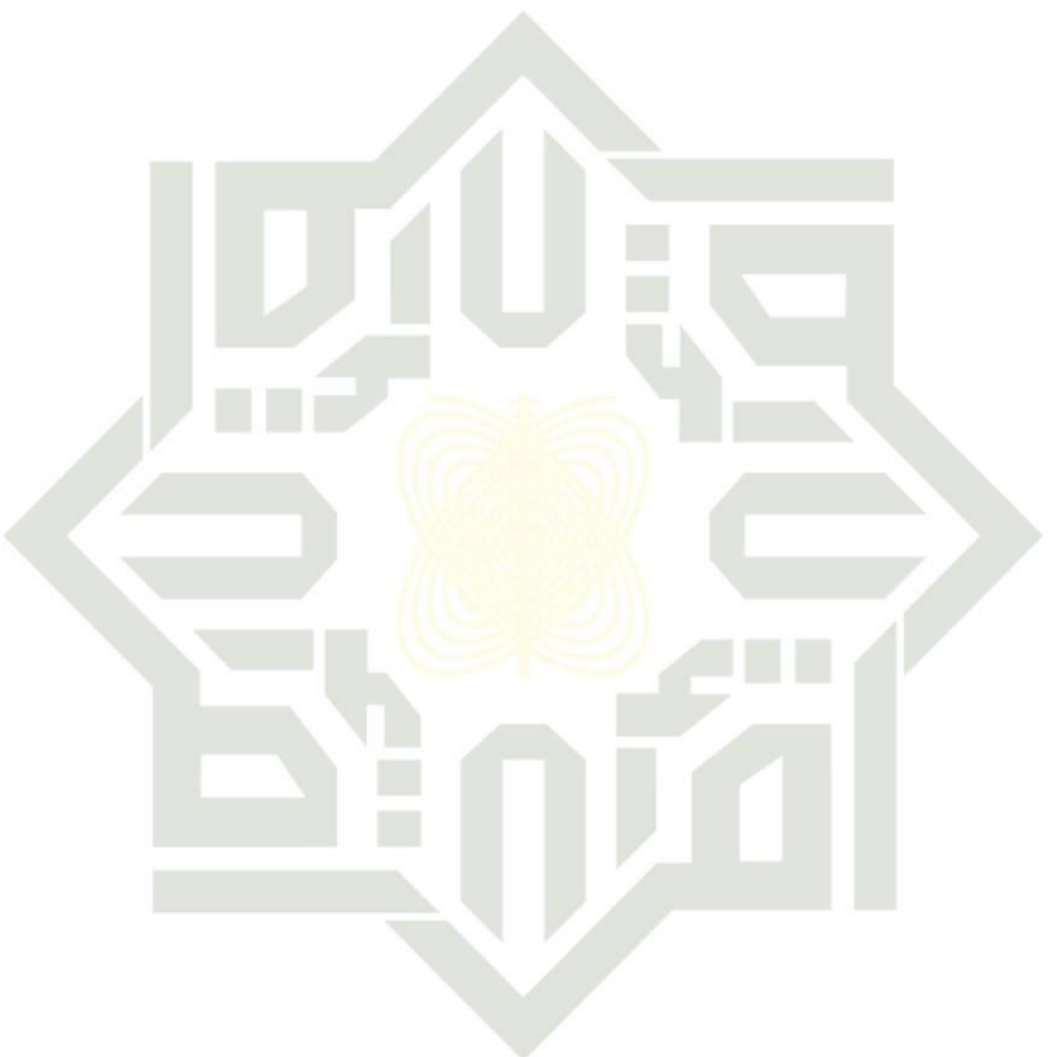
1,44E+14	2,23E+13	7,03E+11	0,863756	4,56E+13	2,161604	3
1,34E+14	1,93E+13	1,58E+12	0,856741	4,78E+13	2,082553	5
1,31E+14	1,99E+13	2,62E+12	1,39E+12	4,13E+13	1,989008	7
<i>Median</i>						
2,433509	216,9994	3,655909	0,898134	4,667826	30,74225	3
2,284109	172,8556	3,82108	0,866673	4,980194	32,24502	5
2,023879	172,829	3,944809	0,861305	5,193896	35,57729	7
<i>Interpolasi Linear</i>						
1,926682	4,460891	4,556601	1,045281	12,3011	9,762709	3
1,749304	3,986687	3,72353	1,05745	8,777525	6,530673	5
1,608553	3,513194	3,561933	1,051066	8,858885	5,70894	7
<b>RMSE</b>						
<i>Mean</i>						
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	k
0,645482	0,547872	1,173996	1,662304	0,902441	1,061055	3
0,588849	0,527458	1,147588	1,632766	0,867703	1,001833	5
0,518266	0,506949	1,130491	1,635112	0,871381	0,978031	7
<i>Median</i>						
0,655795	0,562917	1,239	1,607212	0,916548	1,027285	3
0,566503	0,506001	1,208511	1,577589	0,905051	0,989072	5
0,520534	0,491379	1,18772	1,562819	0,903139	0,947547	7
<i>Interpolasi Linear</i>						
0,758168	0,576116	1,047408	1,676942	0,997239	1,027656	3
0,656983	0,529864	1,043998	1,632636	0,974576	0,965013	5
0,591375	0,511743	1,029589	1,601612	0,940446	0,957205	7
<b>MAPE</b>						
<i>Mean</i>						
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	k
1,48E+14	84,90609	1,482115	0,888016	1,15E+13	2,70776	3
1,29E+14	71,31083	1,454988	0,858352	2,02E+13	2,408112	5
1,2E+14	36,51549	1,434301	0,872512	2,19E+13	2,283078	7
<i>Median</i>						
2,46282	168,8039	3,045893	0,955383	7,792721	43,88599	3

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1,989162	284,2772	2,879368	0,908267	7,331718	29,1228	5
1,836439	196,767	3,079881	0,890034	8,032697	35,86579	7
<i>Interpolasi Linear</i>						
1,844611	2,542738	1,789551	1,150094	43,39082	3,552317	3
1,675225	3,250594	1,840037	1,145467	37,10725	3,886021	5
1,596141	2,945155	1,7536	1,122924	24,04943	3,813914	7
<b>RMSE</b>						
<i>Mean</i>						
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	k
0,524107	0,590718	1,176646	1,488609	0,912258	0,813296	3
0,461569	0,564709	1,168148	1,416026	0,901348	0,752217	5
0,450575	0,548225	1,15597	1,416495	0,900461	0,731845	7
<i>Median</i>						
0,526533	0,584057	1,205015	1,460914	0,909868	0,799462	3
0,467752	0,570566	1,162723	1,368648	0,926315	0,759957	5
0,456851	0,546599	1,158583	1,361093	0,90853	0,729827	7
<i>Interpolasi Linear</i>						
0,559339	0,597782	0,998503	1,37965	0,989316	0,782164	3
0,515723	0,575401	0,984385	1,357076	0,967381	0,766524	5
0,519094	0,573603	0,988555	1,370066	0,937942	0,750201	7
<b>MAPE</b>						
<i>Mean</i>						
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	k
2E+14	167,0843	0,854645	0,912436	2,29E+13	2,369587	3
1,9E+14	224,4992	0,824641	0,881878	4,03E+13	2,120457	5
1,66E+14	128,583	0,824629	0,873086	4,38E+13	2,071807	7
<i>Median</i>						
1,730591	2,745852	0,841553	1,009664	5,352611	29,22886	3
1,676594	5,306819	0,791644	0,996376	4,721401	77,97381	5
1,536901	4,207474	0,796903	0,966205	4,434547	64,18944	7
<i>Interpolasi Linear</i>						
1,5346	4,953466	1,032592	1,020396	76,32848	2,602035	3
1,408865	4,718456	0,96487	1,098728	63,34593	2,946005	5

	1,613222	4,23198	0,973649	1,126412	41,9705	2,945124	7
--	----------	---------	----------	----------	---------	----------	---



UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Data Pribadi**

Nama Lengkap : Muhammad Bagas Akbar

Tempat/Tanggal Lahir : Pekanbaru 11 Oktober 2002

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Agama : Islam

Kewarganegaraan : Indonesia

Alamat : Jl.Suka Karya Perum.Karya Pesona Mandiri  
Blok S No.43 Pekanbaru,Riau

Nomor HP : 089661322212

E-mail : 12050112788@students.uin-suska.ac.id

**Pendidikan**

2007-2008 : TK Diniyah Pekanbaru

2008-2014 : SDN 011 Sukajadi & SDN 105 Pekanbaru

2014-2017 : SMPIT Imam An-Nawawi Pekanbaru

2017-2020 : SMAIT Imam Asy-Syafii 2 Pekanbaru

2020-2024 : S1 Teknik Informatika Fakultas Sains & Teknologi Uin Sultan Syarif Kasim Riau