



**OPTIMASI INTERVAL *FUZZY TIME SERIES*
MENGUNAKAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*
UNTUK MEMPREDIKSI KUALITAS UDARA
DI KOTA PEKANBARU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh

ADE PUSPITA SARI

11451201634



UIN SUSKA RIAU

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

2019

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.

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI INTERVAL *FUZZY TIME SERIES*
MENGUNAKAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*
UNTUK MEMPREDIKSI KUALITAS UDARA
DI KOTA PEKANBARU**

TUGAS AKHIR

Oleh

ADE PUSPITA SARI
11451201634

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 06 Desember 2019

Pembimbing,

Fitri Injani, S.T., M.Kom
NIK. 130 510 024



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

**OPTIMASI INTERVAL *FUZZY TIME SERIES*
MENGUNAKAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*
UNTUK MEMPREDIKSI KUALITAS UDARA
DI KOTA PEKANBARU**

TUGAS AKHIR

Oleh

ADE PUSPITA SARI
11451201634

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 06 Desember 2019


Dr. Hrs. Ahmad Darmawi, M.Ag.
NIP. 19660604 199203 1 004

Pekanbaru,
Mengesahkan,
Ketua Jurusan,

Dr. Elin Haezqi, S.T., M.Kom.
NIP. 19810523 200710 2 003

DEWAN PENGUJI

Ketua : Iwan Iskandar, S.T., M.T.
Sekretaris : Fitri Insani, S.T., M.Kom.
Penguji I : Jasril, S.Si, M.Sc.
Penguji II : Fadhilah Syafria, S.T., M.Kom, CIBIA.



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 dengan izin 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 diacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 06 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,

ADE PUSPITA SARI

11451201634

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.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat

(QS : Al-Mujadilah 11)

Alhamdulillahirobbil'alamin..

Rodhitubillahi robba, wa bil islamidina, wa bi muhammadin-nabiya wa rasula.

Ya Allah, sujud dan syukur hamba persembahkan kepada-Mu. Atas segala nikmat yang telah Engkau berikan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan untuk junjungan alam yakni Nabi Muhammad ﷺ. *Allaahumma sholli 'ala*

Muhammad, wa 'ala ali Muhammad.

Kupersembahkan karya ini kepada orang yang sangat aku kasihi dan aku sayangi.

Ibu dan Ayah Tercinta

Kepada Ibunda (Asnah) dan Ayahanda (Yasir Arafat), sebagai tanda hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga. Terimakasih atas doa, dukungan mental dan materi yang telah kalian curahkan selama ini. Semoga hasil karya ini menjadi salah satu sumber kebahagiaan yang bisa Ananda berikan.

Adik dan Orang Terdekatku

Adik-adikku tersayang Imelda Permata dan Roby Asnel Arafat serta seluruh keluarga terdekatku. Terimakasih atas segala doa dan dukungan yang telah kalian berikan sehingga dapat terselesaikan tugas akhir ini.

Sahabat dan Teman-teman Seperjuangan

Teruntuk sahabat dan teman-teman seperjuangan (Eksekutif '14) yang telah melalui perjalanan perkuliahan bersama hingga sampai pada tugas akhir ini. Terimakasih atas semangat, motivasi dan dukungan yang telah kalian curahkan.

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Saya ucapkan terimakasih banyak kepada ibu Fitri Insani, ST, M.Kom yang telah sabar memberikan arahan dan bimbingan kepada saya. Sekali lagi terimakasih bu atas semua ilmu dan nasehat yang telah ibu berikan.

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.

OPTIMASI INTERVAL *FUZZY TIME SERIES* MENGUNAKAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* UNTUK MEMPREDIKSI KUALITAS UDARA DI KOTA PEKANBARU

ADE PUSPITA SARI
11451201634

Tanggal Sidang : 06 Desember 2019
Periode Wisuda : 30 September 2020

Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

ABSTRAK

Kota Pekanbaru memiliki jumlah penduduk terbanyak di provinsi Riau yaitu 1.046.566 penduduk dengan jumlah kendaraan bermotor 105.941 unit. Badan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa kota Pekanbaru memiliki kualitas udara yang tercemar yang disebabkan oleh kebakaran hutan dan lahan serta emisi gas buang kendaraan bermotor. Dengan adanya kondisi tersebut, kota Pekanbaru menggunakan alat pemantau udara yaitu *Air Quality Monitoring System (AQMS)* dengan penyampaian informasi kualitas udara melalui papan display ISPU. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kualitas udara esok hari di kota Pekanbaru dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* yang dioptimasi menggunakan *Particle Swarm Optimization*. Tingkat akurasi prediksi diukur dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dengan menghitung selisih antara data aktual dan hasil prediksi. Adapun data masukan yang digunakan yaitu 729 data dengan 5 parameter pengukur kualitas udara yaitu PM_{10} , SO_2 , CO , O_3 dan NO_2 . Hasil keluaran berupa angka prediksi untuk masing-masing parameter pengukur kualitas udara. Hasil pengujian metode FTS-PSO menunjukkan nilai MAPE sebesar 18,3583%. Parameter PSO terbaik yang digunakan adalah jumlah partikel 10, maksimal iterasi 25 dan bobot inersia 0,6. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa prediksi kualitas udara menggunakan FTS-PSO bernilai cukup akurat.

Kata Kunci: *Fuzzy time series*, Kualitas udara, Optimasi, *Particle swarm optimization*, 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.

OPTIMIZATION INTERVAL OF FUZZY TIME SERIES USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION FOR AIR QUALITY PREDICTION IN PEKANBARU CITY

ADE PUSPITA SARI
11451201634

Session Date : 06 December 2019
Graduation Period : September 30rd, 2020

Informatics Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau

ABSTRACT

Pekanbaru city have the most citizen in Riau province, which is 1.046.566 citizens with 105.941 unit vehicle. Environmental agency said that Pekanbaru city got bad air quality because of forest fire and exhaust emission gas from the vehicle. On that term, Pekanbaru city used Air Quality Monitoring System (AQMS) to display information through ISPU display board. This research intend to predict the next day air quality in Pekanbaru city using Fuzzy Time Series method which optimized with Particle Swarm Optimization. The prediction accuracy calculated by using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) method which calculated by the result between actual data and prediction result. The input data is 729 data with 5 air quality index parameters, PM_{10} , SO_2 , CO , O_3 , and NO_2 . The output is prediction value for each air quality parameters. This FTS-PSO research testing has MAPE 18,3583%. The best PSO parameters using in this research is 10 particle amount, 25 max iteration, and 0.6 inertia weight. The conclusion of this research is FTS-PSO air quality prediction is quite accurate.

Keyword: *Air quality, Fuzzy time series, Optimization, Particle swarm optimization, 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.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalammu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah, Segala puji hanya bagi Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **Optimasi Interval Fuzzy Time Series Menggunakan Particle Swarm Optimization Untuk Memprediksi Kualitas Udara di Kota Pekanbaru**". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Selama penyusunan skripsi, penulis banyak mendapat pengetahuan, bimbingan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak yang telah membantu hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. KH. Akhmad Mujahidin, S.Ag., M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Bapak Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Ibu Dr.Elin Haerani, S.T., M.Kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU.
- Ibu Fitri Insani, S.T., M.Kom, pembimbing tugas akhir yang memberikan bimbingan, arahan serta kritik dan saran yang sangat membangun dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
- Bapak Jasril, S.Si, M.Sc selaku dosen penguji I yang telah banyak membantu dan memberi masukan kepada penulis dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.
- Ibu Fadhilah Syafria, S.T., M.Kom, CIBIA selaku dosen penguji II yang telah membantu dan memberi masukan kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini..

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.

Ibu Iis Afrianty, ST, M.Sc, CIBIA selaku pembimbing akademik dan Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA RIAU.

Bapak/Ibu Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis.

Ibunda Asnah dan Ayahanda Yasir Arafat selalu memberi semangat, doa dan dukungan tiada henti hingga sampai saat ini dan nanti, serta adik-adik dan semua keluarga terdekat yang selalu menjadi sumber semangat dalam menyelesaikan penelitian ini.

10. Teman-teman seperjuangan terkhusus Eksekutif 14 dan keluarga besar jurusan Teknik Informatika yang selalu memberikan semangat dan bantuan kepada penulis.

11. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya maupun pembaca pada umumnya. Penulis berharap ada masukan, kritikan, maupun saran dari pembaca atas laporan ini yang dapat disampaikan ke alamat email penulis: **ade.puspita.sari@students.uin-suska.ac.id**. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan selamat membaca.

Wassalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Pekanbaru, Desember 2019

Penulis

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Batasan Masalah.....	I-5
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5 Sistematika Penelitian	I-5
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Pencemaran Udara.....	II-1

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.

2.2	Prediksi.....	II-2
2.3	<i>Fuzzy Time Series</i>	II-3
2.4	Algoritma Optimasi.....	II-5
2.5	<i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i>	II-6
2.6	Optimasi <i>Fuzzy Time Series</i> dengan <i>Particle Swarm Optimization</i> ..	II-8
2.7	Penanganan <i>Missing Value</i> Menggunakan Nilai Rata-Rata.....	II-9
2.8	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	II-9
2.9	Penelitian Terkait	II-10
BAB III METODE PENELITIAN		III-1
3.1	Identifikasi Masalah	III-1
3.2	Studi Pustaka.....	III-2
3.3	Pengumpulan Data	III-2
3.3.1	Wawancara	III-2
3.3.2	Observasi	III-2
3.4	Analisa dan Perancangan	III-3
3.4.1	Analisa Kebutuhan Data	III-3
3.4.2	Analisa Metode <i>Fuzzy Time Series</i> dengan <i>Particle Swarm Optimization</i>	III-3
3.4.3	Perancangan Sistem.....	III-6
3.5	Implementasi dan Pengujian	III-6
3.6	Kesimpulan dan Saran.....	III-7
BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN		IV-1
4.1	Analisa Kebutuhan Data.....	IV-1
4.1.1	Parameter Masukan	IV-1
4.1.2	Penanganan <i>Missing Value</i>	IV-2

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.

4.2 Analisa Metode Fuzzy Time Series dengan Particle Swarm Optimization.....	IV-4
4.2.1 Pelatihan	IV-4
4.2.2 Pengujian	IV-15
4.3 Perancangan	IV-22
4.3.1 Perancangan Struktur Menu	IV-22
4.3.2 Perancangan Antarmuka (Interface)	IV-22
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	V-1
5.1 Implementasi	V-1
5.1.1 Batasan Implementasi	V-1
5.1.2 Ruang Lingkup Implementasi.....	V-1
5.2 Implementasi Sistem	V-2
5.2.1 Halaman Utama	V-2
5.2.2 Halaman Tampilkan Data	V-2
5.2.3 Halaman Pelatihan	V-3
5.2.4 Halaman Hasil Pelatihan.....	V-6
5.2.5 Halaman Pengujian.....	V-9
5.2.6 Halaman Input Manual Data Pengujian.....	V-10
5.2.7 Halaman Pop-up Parameter PSO.....	V-10
5.2.8 Halaman Penerapan Fuzzy Time Series	V-10
5.3 Pengujian Sistem	V-11
5.3.1 Pengujian FTS-PSO.....	V-11
5.3.2 Pengujian FTS	V-13
5.4 Kesimpulan Pengujian	V-15
BAB VI PENUTUP	VI-1

6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran.....	VI-1

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



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 GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Sistem Pencemaran Udara (R. Soedradjad, 1999)	II-1
2.2 Kurva Segitiga.....	II-4
3.1 Metodologi Penelitian	III-1
4.1 Flowchart Pelatihan.....	IV-5
4.2 Flowchart Pengujian FTS-PSO	IV-16
4.3 Perancangan Struktur Menu	IV-22
4.4 Perancangan Antarmuka Halaman Utama	IV-23
4.5 Perancangan Antarmuka Halaman Tampilkan Data Penelitian	IV-23
4.6 Perancangan Antarmuka Halaman Pelatihan	IV-24
4.7 Perancangan Antarmuka Pop-up Nilai Maksimal dan Minimal	IV-24
4.8 Perancangan Antarmuka Pop-up Nilai V1 dan V2	IV-25
4.9 Perancangan Antarmuka Pop-up Midpoint Interval Partikel Awal PSO	IV-25
4.10 Perancangan Antarmuka Halaman Hasil Pelatihan.....	IV-26
4.11 Perancangan Antarmuka Pop-up Midpoint dari Interval Terbaik.....	IV-26
4.12 Perancangan Antarmuka Pop-up Hasil Fuzzyfikasi.....	IV-27
4.13 Perancangan Antarmuka Pop-up Hasil FLR.....	IV-27
4.14 Perancangan Antarmuka Pop-up Hasil FLRG	IV-27
4.15 Perancangan Antarmuka Halaman Pengujian	IV-28
4.16 Perancangan Antarmuka Input Manual Data Pengujian	IV-28
4.17 Perancangan Antarmuka Pop-up Parameter PSO	IV-29

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.

4.18	Perancangan Antarmuka Halaman Penerapan FTS	IV-29
5.1	Halaman Utama.....	V-2
5.2	Halaman Tampilkan Data	V-3
5.3	Halaman Pelatihan	V-3
5.4	Halaman Pop-up Nilai Maksimal dan Minimal	V-4
5.5	Halaman Pop-up Nilai V1 dan V2	V-5
5.6	Halaman Pop-up Midpoint Interval Partikel Awal PSO	V-5
5.7	Halaman Hasil Pelatihan	V-6
5.8	Halaman Pop-up Midpoint dari Interval Terbaik.....	V-7
5.9	Halaman Pop-up Hasil Fuzzyfikasi.....	V-7
5.10	Halaman Pop-up Hasil FLR	V-8
5.11	Halaman Pop-up Hasil FLRG	V-9
5.12	Halaman Pengujian	V-9
5.13	Halaman Input Manual Data Pengujian	V-10
5.14	Halaman Pop-up Parameter PSO	V-10
5.15	Halaman Penerapan Fuzzy Time Series.....	V-11



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Indeks Standar Pencemar Udara	II-2
2.2 Matriks Derajat Keanggotaan Fuzzy (Wicaksana et al., 2017).....	II-4
2.3 Penjelasan Nilai MAPE	II-10
2.4 Penelitian Terkait	II-10
4.1 Parameter Masukan.....	IV-1
4.2 Data Penelitian	IV-1
4.3 Missing Value	IV-2
4.4 Nilai Pengganti Missing Value	IV-3
4.5 Data Penelitian Setelah Pengisian Missing Value	IV-3
4.6 Nilai Minimal dan Maksimal Setiap Parameter	IV-6
4.7 Nilai V1 dan V2	IV-6
4.8 Interval PM10, SO2, CO, O3 dan NO2	IV-7
4.9 Nilai Midpoint Interval FTS	IV-8
4.10 Parameter PSO	IV-8
4.11 Posisi Awal Partikel PM10	IV-9
4.12 Fungsi Keanggotaan PM10	IV-9
4.13 Fuzzyfikasi PM10	IV-10
4.14 Hasil FLR	IV-10
4.15 FLRG	IV-11
4.16 Nilai Fungsi Keanggotaan Fuzzy	IV-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.

4.17 Inferensi PM10 (Pelatihan)	IV-12
4.18 Nilai Fitness (Iterasi 1).....	IV-13
4.19 Pbest dan Gbest (Iterasi 1)	IV-13
4.20 Kecepatan Partikel PM10 (Iterasi 1)	IV-14
4.21 Pembaruan Posisi Partikel PM10 (Iterasi 1)	IV-15
4.22 Posisi Partikel Terbaik	IV-15
4.23 Nilai Midpoint Interval Terbaik	IV-17
4.24 Fuzzyfikasi PM10 (Pengujian).....	IV-17
4.25 Hasil FLR (Pengujian)	IV-17
4.26 FLRG (Pengujian).....	IV-18
4.27 Inferensi PM10 (Pengujian)	IV-19
4.28 Hasil Prediksi Kualitas Udara	IV-19
4.29 Interval Terbaik PM10	IV-20
4.30 Hasil Kualitas Udara Seluruh Data Uji	IV-20
4.31 Nilai MAPE Semua Partikel	IV-21
4.32 Nilai MAPE Untuk Seluruh Data Uji	IV-21
5.1 Hasil Pengujian Kombinasi Parameter PSO	IV-12
5.2 Hasil Prediksi Menggunakan Metode FTS	IV-13
5.3 Nilai MAPE Semua Partikel (Data Uji 1)	IV-14
5.4 Nilai MAPE Untuk Seluruh Data Uji.....	IV-14



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A HASIL WAWANCARA HASIL WAWANCARA.....	A-1
B DATA PENELITIAN.....	B-1
C INTERVAL FUZZY TIME SERIES	C-1
D NILAI MIDPOINT INTERVAL FUZZY TIME SERIES	D-1
E FUZZYFIKASI	E-1
F FUZZY LOGIC RELATIONSHIP.....	F-1

© 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.

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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Pekanbaru merupakan salah satu kabupaten/kota yang ada di provinsi Riau. Berdasarkan hasil evaluasi kualitas udara yang dilakukan secara acak di seluruh kota di Indonesia, Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru menyatakan bahwa Pekanbaru memiliki kualitas udara yang tercemar. Pencemaran udara disebabkan oleh kasus kebakaran hutan dan lahan serta emisi gas buang kendaraan bermotor (Hafiz, 2015). Adapun penyebab lain dari pencemaran udara berasal dari transportasi, industri, perkantoran, perumahan, gunung meletus, kebakaran hutan, gas beracun, dan lain sebagainya (Aditama, 2014). Parameter pencemaran udara menurut PP No.41 tahun 1999 adalah *Sulfur dioksida* (SO₂), *Karbon monoksida* (CO), *Nitrogen dioksida* (NO₂), *Ozon* (O₃), *Hidro karbon* (HC), PM10, PM2.5, TSP (debu), Pb (timah hitam), *Dustfall* (debu jatuh) (Peraturan Pemerintah No.41, 1999).

Pencemaran udara memberikan dampak yang buruk bagi kesehatan sebagai mana badan kesehatan dunia (WHO) menyatakan setidaknya sekitar 7 juta jiwa meninggal setiap tahunnya akibat polusi udara (*World Health Organization*, 2018). Pemantauan kualitas udara dilakukan dengan mengukur polutan setiap jam yang kemudian dihitung nilai rata-ratanya dalam satu hari dan ditampilkan pada hari itu tanpa adanya hasil prediksi mengenai kualitas udara keesokan harinya (Arifien, Arifin, Widjiantoro, & Aisjah, 2012). Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan No: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 membagi kriteria kualitas udara menjadi baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1998).

Berikut adalah beberapa penelitian terkait prediksi kualitas udara diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Ip, Vong, Yang dan Wong (2010) tentang prediksi polusi udara ambien harian dengan menggunakan metode *least*

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.

square support vector machine (LS-SVM) dengan hasil penelitian memberikan nilai *relative error* untuk masing-masing parameter adalah 19,45% untuk SPM, 7,12% untuk NO₂ dan 24,66% untuk O₃. Penelitian lainnya yaitu oleh Shaban, Kadri dan Rezk (2016) tentang pemantauan pencemaran udara di perkotaan dengan model prediksi menggunakan metode M5P dengan nilai RMSE 31,4 dan metode ANN dengan nilai RMSE 62,4. Berikutnya adalah penelitian oleh Ganesh, Reddy dan Arulmozhiyarmann (2017) tentang prediksi indeks kualitas udara menggunakan metode sistem inferensi *fuzzy* mamdani dengan nilai RMSE 40,33 (Max-min), 37,79 (Sum-product) dan 39,99 (Max-product). Penelitian selanjutnya oleh Sankar Ganesh, Arulmozhiyarmann dan Tatavarti (2017) tentang prediksi indeks kualitas udara menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR) dengan studi kasus New Delhi dan Houston dengan hasil penelitian menunjukkan RMSE 6,20 dan MAPE 3,01% untuk New Delhi dan RMSE 7,25 dan MAPE 7,16% untuk Houston. Selanjutnya penelitian oleh Li dan Tao (2017) tentang prediksi konsentrasi PM10 pada udara menggunakan *Wavelet Support Vector Machine* (W-SVM) dan *Support Vector Machine* (SVM) dengan hasil penelitian memiliki nilai MAE 9,97, MAPE 11,17% dan RMSE 13,18 untuk metode W-SVM dan memiliki nilai MAE 24,98, MAPE 25,95% dan RMSE 32,25 pada metode SVM. Penelitian terkait lainnya yaitu oleh Kang dan Qu (2017) tentang prediksi indeks kualitas udara di Lanzhou dengan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* yang dioptimasi dengan algoritma *Genetic Simulated Annealing* dengan hasil penelitian menunjukkan GA-SA-BPNN memiliki nilai MAPE 1,08% dan MSE 3,86.

Prediksi juga dapat dilakukan dengan metode *fuzzy time series* (Hasbiollah & Hakim, 2015). Metode *fuzzy time series* memiliki kemampuan untuk menangkap pola dari data yang telah lalu guna memprediksi data yang akan datang (Admirani, 2014). *Fuzzy time series* cocok digunakan untuk prediksi jangka panjang ataupun jangka pendek dengan nilai akurasi yang baik (Admirani, 2014).

Beberapa penelitian tentang *fuzzy time series* adalah sebagai berikut. Pertama penelitian oleh Abdullah (2011) tentang prediksi indeks gabungan Kuala Lumpur dengan menggunakan *fuzzy time series* dimana metode ini menghasilkan nilai MSE sebesar 42,44, RMSE 6,52 dan AFER 0,389%. Penelitian berikutnya

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.

oleh Abdullah dan Taib (2011) tentang prediksi nilai tukar Ringgit Malaysia terhadap Dolar Amerika dengan menggunakan FTS yang pada penerapannya menghasilkan nilai MSE sebesar 0,000225796. Selanjutnya penelitian oleh Chou (2012) tentang penggunaan FTS untuk memprediksi indeks harga baja di Asia dengan nilai kesalahan prediksi rata-rata 3,90%. Berikutnya penelitian oleh Liu, Niu, He dan Li (2016) tentang memprediksi kata-kata yang sering dicari di situs Weibo menggunakan *fuzzy time series* dengan nilai akurasi MAPE sebesar 2,32%. Penelitian terkait berikutnya ialah penelitian oleh Suryono, Saputra, Surarso dan Sukri (2017) tentang penggunaan FTS untuk memprediksi suhu lingkungan dan kelembaban relatif dimana penelitian ini menghasilkan nilai MAPE 4,6% untuk suhu lingkungan dan 2,76% untuk kelembaban relatif.

Terdapat faktor yang dapat mempengaruhi nilai akurasi metode *fuzzy time series* yaitu panjang interval yang digunakan (Dwi, Setiawan, & Tibyani, 2018). Panjang interval yang digunakan memiliki jarak yang terlalu jauh sehingga prediksi kurang optimal (Mandariansah, Setiawan, & Wihandika, 2018). Untuk meningkatkan akurasi, *Fuzzy time series* dapat dikombinasikan dengan metode optimasi salah satunya yaitu *particle swarm optimization* (PSO) untuk mengoptimasi interval fungsi keanggotaan fuzzy (Wang, Zhao, Du, & Qian, 2011). PSO merupakan salah satu metode terbaik untuk mengoptimasi parameter (Mukhlis, 2016).

Penelitian tentang penggunaan metode *particle swarm optimization* telah dilakukan sebelumnya oleh Wajhillah (2014) tentang prediksi penyakit jantung dengan menggunakan metode C4.5 yang di optimasi dengan menggunakan *particle swarm optimization* dengan hasil penelitian nilai akurasi 81,25% dengan hanya menggunakan algoritma C4.5 dan 93,75% dengan menggunakan C4.5 dan PSO. Penelitian berikutnya oleh Oktawandari (2014) tentang pendeteksian penyakit jantung dengan menggunakan *backpropagation* yang dioptimasi dengan menggunakan PSO dengan hasil penelitian menyatakan bahwa penerapan dengan metode BPNN saja memiliki akurasi 82,7% dan 87,7% untuk BPNN-PSO. Berikutnya penelitian oleh Cholissodin (2016) tentang penggunaan PSO untuk mengoptimasi kombinasi makanan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi keluarga

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 biaya pengeluaran yang minim dimana penerapan metode PSO ini menghasilkan nilai toleransi selisih kebutuhan gizi kurang lebih 10% serta menghemat biaya konsumsi sebesar 39,31%. Penelitian selanjutnya oleh Nurmalasari, Soesanto dan Indriani (2017) tentang penggunaan PSO untuk mengoptimasi *hidden layer* pada *radial basis probabilistic neural network* (RBPNN) dalam pengklasifikasian data *breast cancer* dengan nilai akurasi sebesar 88,596% dan rata-rata eror 11,404%. Selanjutnya penelitian oleh Istikomah dan Nholissodin (2017) membahas tentang penerapan PSO untuk optimasi kebutuhan gizi balita dengan memberikan saran kombinasi menu dengan menghasilkan nilai rata-rata selisih energi 16,04%, protein -8,08%, lemak 2,85% dan karbohidrat 25,98% serta dapat menghemat biaya pengeluaran sebesar 28,56%.

Beberapa penelitian yang melakukan optimasi terhadap metode *fuzzy time series* dengan *particle swarm optimization* adalah sebagai berikut. Penelitian pertama yaitu oleh Huang, Horng, Kao, Kuo dan Takao (2012) tentang prediksi data pariwisata dari Taiwan ke Amerika Serikat dengan menggunakan metode *Adaptive fuzzy time series* dan *particle swarm optimization* dengan hasil penelitian memiliki nilai MAPE sebesar 6,03% untuk AFPSO (order 1) dan 6,79% AFPSO (order 2). Selanjutnya penelitian oleh Pulido, Melin dan Castillo (2014) tentang prediksi dollar amerika dengan menggunakan FTS dan PSO dengan hasil penelitian eror prediksi 0,001187 untuk *fuzzy* tipe-1 dan eror prediksi sebesar 0,001084 untuk *fuzzy* tipe-2. Berikutnya penelitian oleh Sukmawan, Umbara dan Rohmawati (2015) tentang penggunaan PSO dan FTS untuk memprediksi indeks harga saham yang menghasilkan nilai MAPE 1,461% dan MAD 3,73492. Selanjutnya penelitian oleh Datta dan Choudhury (2016) tentang klasifikasi data ragi berdasarkan model statistik multivarian dengan menggunakan PSO dan *fuzzy time series* (FTS) dengan rata-rata eror 3,044. Penelitian terkait lainnya oleh Dwi, Darma dan Tibyani (2018) tentang penerapan PSO untuk mengoptimasi interval FTS untuk melakukan prediksi permintaan darah dengan hasil penelitian nilai MSE 60435,685 dan MAPE 7,50330%.

Berdasarkan pemaparan di atas, pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu *particle swarm optimization* untuk mengoptimasi interval fungsi keanggotaan

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.

fuzzy time series untuk memprediksi kualitas udara di Pekanbaru. Penentuan kualitas udara di Pekanbaru berdasarkan parameter *Sulfur dioksida* (SO₂), *Carbon monoksida* (CO), *Nitrogen dioksida* (NO₂), *Ozon* (O₃) dan *Particular matter* (PM10) serta dikelompokkan berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) dengan kategori baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini, rumusan masalah yang diperoleh yaitu bagaimana penerapan *Particle Swarm Optimization* untuk mengoptimasi interval *Fuzzy Time Series* guna memprediksi kualitas udara di Kota Pekanbaru serta menghitung tingkat akurasi metode.

1.3 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Parameter pengukuran kualitas udara yang digunakan adalah *Sulfur dioksida* (SO₂), *Carbon monoksida* (CO), *Nitrogen dioksida* (NO₂), *Ozon* (O₃) dan *Particular matter* (PM10).
2. Data yang digunakan ialah data sekunder yang bersumber dari Laboratorium Udara Pekanbaru dalam berbentuk data harian pada tahun 2014-2015.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan memberikan informasi prediksi kualitas udara di kota Pekanbaru dengan menerapkan *Particle Swarm Optimization* untuk mengoptimasi *Fuzzy Time Series* serta untuk mengetahui tingkat akurasi metode.

1.5 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan 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.

BAB II LANDASAN TEORI

Membahas tentang teori yang berhubungan dengan proses penelitian yang akan dibuat. Teori yang dimaksud adalah tentang *Particle swarm optimization*, *Fuzzy time series*, Optimasi *fuzzy time series* dengan *particle swarm optimization*, Prediksi *time series*, Pencemaran udara, Penanganan *missing value*, *Mean absolute percentage error* (MAPE) serta Penelitian terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian menjelaskan tentang penjelasan bagaimana proses seluruh kegiatan berlangsung selama penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab analisa dan perancangan membahas tentang analisa permasalahan, analisa data dan analisa metode.

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab implementasi dan pengujian membahas tentang implementasi *Particle Swarm Optimization* untuk mengoptimasi *Fuzzy Time Series* untuk memprediksi kualitas udara di kota Pekanbaru menggunakan Matlab serta pengujian akurasi metode yang digunakan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kesimpulan dan saran membahas tentang kesimpulan dari penelitian yang disertai dengan saran yang ditujukan kepada para pembaca maupun pengembang sistem untuk penelitian berikutnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

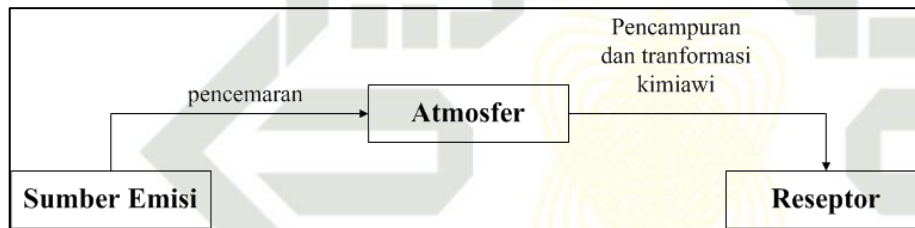
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 II

LANDASAN TEORI

2.1 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah campuran dari satu atau lebih zat pencemar dalam bentuk padat, gas ataupun cair yang tercampur kedalam udara oleh alam dan/atau oleh kegiatan manusia dengan jumlah dan waktu tertentu, sehingga dapat menimbulkan bahaya bagi makhluk hidup dan bangunan atau dapat mengganggu kenyamanan hidup (R. Soedradjad, 1999). Masalah pencemaran udara tersusun dari tiga faktor dasar yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 (R. Soedradjad, 1999):



Gambar 2.1 Sistem Pencemaran Udara
(R. Soedradjad, 1999)

Pengukuran kualitas udara dikelompokkan berdasarkan *Indeks Standar Pencemaran Udara* (ISPU). ISPU ialah nilai numerik yang mengilustrasikan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu (Arifien et al., 2012). Nilai ISPU dapat dijadikan sebagai informasi untuk waspada terhadap pencemaran udara (Arifien et al., 2012). Parameter ISPU adalah *Carbon monoksida* (CO), *Sulfur dioksida* (SO₂), *Nitrogen dioksida* (NO₂), *Particular matter* (PM10) dan *Ozon* (O₃) (Dinas Pengelolaan Lingkungan Hidup Provinsi, 2017). Adapun nilai-nilai batas indeks pencemar udara dan ISPU telah diatur dalam Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan No.107 Tahun 1997 dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2.1 Indeks Standar Pencemar Udara

Kategori	Rentang	Keterangan
Baik	0-50	Kategori kualitas udara yang tidak berpengaruh untuk kesehatan manusia, hewan, tumbuhan, bangunan, maupun nilai keindahan.
Sedang	51-100	Kategori kualitas udara yang tidak berpengaruh untuk kesehatan manusia maupun hewan, tapi berdampak terhadap tumbuhan yang rentan dan nilai keindahan.
Tidak sehat	101-199	Kategori kualitas udara yang memberikan dampak buruk bagi manusia, sebagian hewan yang rentan atau dapat mengakibatkan kerusakan pada tumbuhan dan nilai keindahan.
Sangat tidak sehat	200-299	Kategori kualitas udara yang memberikan dampak buruk terhadap kesehatan pada sebagian populasi yang menghirup udara tersebut.
Berbahaya	300-lebih	Kategori kualitas udara yang memberikan dampak kesehatan serius pada populasi.

2.2 Prediksi

Prediksi merupakan kegiatan untuk menduga hal yang akan terjadi dengan menggunakan data historis. Metode prediksi ialah teknik memperkirakan hal dimasa yang akan datang dengan terstruktur dan realistis dengan berdasarkan data yang sesuai dengan masa lalu (Admirani, 2014). Prediksi dapat dilakukan dengan berbagai metode (Saadah & Handayani, 2016). Berikut adalah beberapa contoh metode prediksi:

1. *Backpropagation Neural Network*

Backpropagation neural network (BPNN) merupakan salah satu algoritma jaringan syaraf tiruan. BPNN mempunyai tiga tahapan yaitu *feedforward*, *backpropagation error* dan pembaruan bobot . BPNN mempunyai 3 jenis layer yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer* (Adwandha, Ratnawati, & Adikara, 2018).

- 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. *Support Vector Machine*

Support vector machine (SVM) merupakan mesin linear yang memiliki fitur khusus untuk mengurasi resiko structural dan teori pembelajaran statistik. SVM bekerja dengan konsep mencari *hyperlane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua *class* pada *input space* (Somantri & Supriyanto, 2016).

3. *Fuzzy Time Series*

Fuzzy time series (FTS) adalah metode prediksi yang menggunakan prinsip *fuzzy*. Nilai yang digunakan untuk prediksi pada FTS adalah himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari bilang riil yang berasal dari semesta pembicaraan yang sudah ditentukan (Wicaksana, Setiawan, & Rahayudi, 2017).

2.3 Fuzzy Time Series

Fuzzy time series ialah metode prediksi yang menggunakan prinsip *fuzzy* yaitu nilai-nilai *time series* diwakili oleh himpunan *fuzzy*. *Fuzzy time series* pertama kali dikembangkan pada tahun 1993 oleh Song dan Chissom yang melakukan prediksi terhadap registrasi mahasiswa baru menggunakan data berkala di Universitas Alabama. Untuk memproyeksikan data yang akan datang, *fuzzy time series* menggunakan pola dari data lama sebagai bahan prediksi. (Admirani, 2014)

Langkah-langkah penerapan *fuzzy time series* adalah sebagai berikut (Dwi et al., 2018):

1. Menentukan semesta pembicaraan (*Universe of Discourse*) berdasarkan data historis sebagai:

$$U = (\text{batas bawah}, \text{batas atas}) \tag{2.1}$$

$$U = (V_{\min} - V1, V_{\max} + V2) \tag{2.2}$$

2. Bagilah semesta pembicaraan menjadi beberapa interval dengan rentang yang sama ($u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, \dots, u_n$).
3. Menentukan nilai *midpoint* interval (m) dengan menggunakan persamaan berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

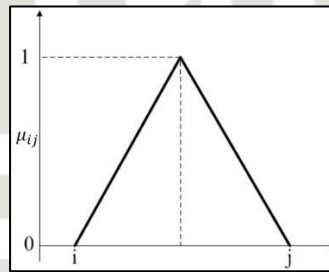
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

$$m = \frac{\text{batas atas} + \text{batas bawah}}{2} \quad (2.3)$$

4. Kemudian buatlah parameter linguistik dan fungsi keanggotaan dengan menggunakan interval pada langkah 2 dimana:

$$U_1 \Rightarrow A_1, U_2 \Rightarrow A_2, U_3 \Rightarrow A_3, \dots, U_n \Rightarrow A_n.$$

Setelah mendapatkan fungsi keanggotaan, tentukanlah derajat keanggotaan dengan menggunakan prinsip fungsi keanggotaan segitiga (Dani, Khan, dan Sharma, 2019). Representasi kurva segitiga dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kurva Segitiga (Kusumadewi & Hartati, 2010)

dimana,

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ 0,5 & j = i - 1 \text{ atau } i = 1 \\ 0 & \text{selain itu} \end{cases} \quad (2.4)$$

Maka berikut adalah matriks derajat keanggotaan *fuzzy* pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Matriks Derajat Keanggotaan Fuzzy (Wicaksana et al., 2017)

$A_{(i,j)}$	1	2	3	...	n-1	n
1	1	0,5	0	...	0	0
2	0,5	1	0,5	...	0	0
3	0	0,5	1	...	0	0
...
n	0	0	0	...	0,5	1

5. Melakukan fuzzifikasi data historis dengan menentukan fungsi keanggotaannya ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$).
6. Langkah berikutnya membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) berdasarkan hubungan data yang telah di fuzzifikasi dengan data yang sebelumnya ($A_1 \rightarrow A_2$).

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. Selanjutnya menyusun *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG) dengan mengumpulkan FLR yang telah ada berdasarkan *current state* yang sama ($A_1 \rightarrow A_2, A_3, \dots, A_n$).
8. Membuat *rule* berdasarkan data historis dengan menggunakan metode *centroid* untuk memperoleh solusi nilai *crisp* dengan mengambil nilai titik tengah daerah *fuzzy*. Berikut adalah tabel matriks derajat *fuzzy*:
9. Selanjutnya adalah melakukan inferensi dan defuzzifikasi berdasarkan himpunan *fuzzy* yang telah diperoleh.
10. Berikutnya lakukan prediksi dengan menjumlahkan nilai defuzzifikasi dengan data historis.

Terdapat faktor yang dapat mempengaruhi nilai akurasi metode *fuzzy time series* yaitu panjang interval yang digunakan (Dwi et al., 2018). Semakin jauh jarak interval dapat menyebabkan hasil prediksi kurang optimal (Mandariansah et al., 2018).

2.4 Algoritma Optimasi

Algoritma optimasi merupakan algoritma atau metode numerik yang digunakan untuk menemukan nilai x hingga menghasilkan nilai $f(x)$ yang bernilai kecil atau besar untuk suatu fungsi f yang diberikan berdasarkan batasan-batasan pada x (Suyanto, 2010).

Beberapa algoritma optimasi yang umum digunakan (Suyanto, 2010):

1. Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan algoritma yang terinspirasi dari teori evolusi makhluk hidup yang menggunakan prinsip seleksi alam dan menggunakan beberapa operator genetika seperti *crossover*, mutasi dan seleksi (Lestari et al., 2017).

2. *Ant Colony Optimization Algorithm* (ACO)

Algoritma ACO merupakan algoritma optimasi yang terinspirasi terhadap tingkah laku semut dalam suatu koloni. Algoritma ini pertama

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.

kali diperkenalkan oleh Marco Dorigo pada tahun 1991 sebagai thesis PhD-nya yang kemudian di publikasi dengan nama *Ant System (AS)*.

3. *Particle Swarm Optimization Algorithm (PSO)*

Algoritma PSO merupakan teknik optimasi berbasis populasi yang terinspirasi oleh tingkah laku kawanan burung yang terbang berduyun-duyun (*bird flocking*) atau gerombolan ikan (*fish schooling*) yang berenang secara berkelompok. Algoritma ini ditemukan oleh James Kennedy dan Russ Eberhart pada tahun 1995.

2.5 *Particle Swarm Optimization (PSO)*

Particle Swarm Optimization (PSO) dikembangkan pada tahun 1995 oleh James Kennedy dan Russ Eberhart. PSO merupakan teknik optimasi berbasis populasi yang terinspirasi dari tingkah laku kawanan burung yang terbang berkelompok yang disebut *bird flocking* atau dari ikan yang berenang secara bergerombol yang disebut *fish schooling*. Burung dan ikan mempunyai tingkat kecerdasan yang tinggi sehingga mereka mampu mengatur kecepatan terbang atau berenang serta memiliki kemampuan untuk menjaga jarak agar tetap stabil dan tidak bertabrakan meskipun dengan jarak yang sangat dekat. Hal inilah yang menjadi inspirasi oleh James dan Russ dalam membangun sebuah teknik optimasi. (Suyanto, 2010)

PSO merupakan metode optimasi yang berdasarkan *swarm intelligence* dimana populasi PSO berdasarkan penelusuran algoritma dengan populasi awal bersifat *random* yang disebut dengan partikel (Sharma & Sisodia, 2014). Dalam hal ini, masing-masing partikel diasumsikan mempunyai posisi dan kecepatan (Sharma & Sisodia, 2014). PSO mempunyai memori yang berfungsi untuk menyimpan solusi terbaik yang pernah dicapai (Suyanto, 2010). Sehingga setiap partikel memiliki kemampuan menyimpan posisi terbaik dari keseluruhan partikel yang ada dalam kurun waktu tertentu atau yang disebut dengan *global best position* (Sharma & Sisodia, 2014).

Pencarian solusi optimal pada PSO dilakukan sampai mencapai perulangan maksimum atau setiap partikel memiliki skema solusi yang sama. Berikut 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. 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.

persamaan untuk memperbaharui kecepatan pada perulangan selanjutnya (Puspa, 2016).

$$V_{k+1} = \omega \cdot V_k + c_1 \cdot R_1 \cdot (Pbest_k - X_k) + c_2 \cdot R_2 \cdot (Gbest_k - X_k) \quad (2.5)$$

dengan;

- ω = inertia weight
- V_{k+1} = kecepatan untuk posisi yang dituju
- V_k = kecepatan untuk posisi sekarang (awal)
- $Pbest_k$ = personal best
- $Gbest_k$ = global best
- c_1, c_2 = learning rates (biasanya berupa konstanta $c_1 = 2$ dan $c_2 = 2$)
- R_1, R_2 = nilai acak antara 0 dan 1
- X_k = posisi sekarang

Untuk perubahan posisi pada perulangan berikutnya digunakan persamaan (Puspa, 2016):

$$X_{j(i)} = X_{j(i-1)} + V_{j(i)} \quad (2.6)$$

dengan:

- j = 1, 2, 3, ..., n.
- $X_{j(i)}$ = posisi baru
- $X_{j(i-1)}$ = posisi sebelumnya
- $V_{j(i)}$ = kecepatan baru

Langkah-langkah algoritma *particle swarm optimization* adalah sebagai berikut (Hsu, Horng, Kao, Chen, & Run, 2010):

1. Inisialisasi posisi partikel (X_j) dan kecepatan partikel (V_j). Kecepatan awal partikel adalah 0.
2. Hitunglah nilai *fitness* setiap partikel.
3. Nilai *fitness* terbaik partikel j dinyatakan sebagai $Pbest$. Nilai *fitness* terbaik untuk semua partikel yang ditemukan sampai perulangan ke- i dinyatakan dengan $Gbest$.
4. Kemudian hitunglah kecepatan setiap partikel dengan menggunakan persamaan 2.5.

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.

5. Lalu perbarui posisi setiap partikel dengan menggunakan persamaan 2.6.
6. Jika belum memperoleh solusi yang optimal atau belum mencapai iterasi maksimum, maka ulangi langkah 2 sampai 5.

2.6 Optimasi *Fuzzy Time Series* dengan *Particle Swarm Optimization*

Optimasi *fuzzy time series* dengan PSO dilakukan untuk mengoptimasi interval fungsi keanggotaan guna meningkatkan akurasi prediksi. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut (Dwi et al., 2018):

1. Inialisasi jumlah partikel yang digunakan, maksimal iterasi, nilai koefisien kognitif (c_1), nilai koefisien sosial (c_2), bobot inersia (ω), bilangan acak (R_1 dan R_2).
2. Menentukan semesta pembicaraan kemudian membaginya kedalam 5 interval yaitu u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 .
3. Menentukan nilai *midpoint* interval dengan menggunakan persamaan 2.3.
4. Kemudian inialisasikan posisi awal partikel dan kecepatan partikel.
5. Hitung nilai *fitness* masing-masing partikel dengan menggunakan *fuzzy time series* hingga perhitungan MAPE.
 - a. Melakukan fuzzifikasi data historis dengan menentukan fungsi keanggotaannya ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$) dan derajat keanggotaan.
 - b. Langkah berikutnya membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) berdasarkan hubungan data yang telah di fuzzifikasi dengan data yang sebelumnya ($A_1 \rightarrow A_2$).
 - c. Selanjutnya menyusun *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG) dengan mengumpulkan FLR yang telah ada berdasarkan *current state* yang sama ($A_1 \rightarrow A_2, A_3, \dots, A_n$).
 - d. Membuat *rule* berdasarkan data historis dengan menggunakan metode *centroid* untuk memperoleh solusi nilai *crisp* dengan mengambil nilai titik tengah daerah *fuzzy*.

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.

- e. Selanjutnya adalah melakukan inferensi dan defuzzifikasi berdasarkan himpunan *fuzzy* yang telah diperoleh.
 - f. Berikutnya lakukan prediksi dengan menjumlahkan nilai defuzzifikasi dengan data historis.
 - g. Menghitung nilai MAPE.
6. Memperbarui *Pbest* dan *Gbest*. *Pbest* ditentukan berdasarkan nilai *fitness* partikel pada iterasi ke-*i* dengan iterasi ke *i*-1. Nilai *Gbest* merupakan posisi terbaik partikel berdasarkan nilai *fitness* pada semua partikel.
 7. Menghitung kecepatan partikel dengan menggunakan persamaan 2.5.
 8. Memperbarui posisi partikel dengan menggunakan persamaan 2.6.
 9. Lakukan langkah 1-7 hingga terpenuhi kondisi berhenti untuk mendapatkan posisi partikel terbaik.

2.7 Penanganan *Missing Value* Menggunakan Nilai Rata-Rata

Missing value adalah kondisi dimana suatu data set memiliki nilai yang kosong atau tidak ada. Terdapat beberapa cara menangani *missing value*. Apabila jumlah data yang dimiliki besar, maka pengamatan yang nilainya tidak ada bisa diabaikan. Cara lainnya yaitu dengan mencari nilai rata-rata dari Parameter yang bersangkutan. Seperti persamaan berikut ini (Santosa, 2007).

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (2.7)$$

2.8 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Nilai MAPE ialah nilai rata-rata presentase eror selisih antara data aktual dengan hasil prediksi. MAPE direpresentasikan dalam bentuk persen. Persamaan MAPE adalah sebagai berikut (Sumartini, Hayati, dan Wahyuningsih, 2017):

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.8)$$

dimana:

- X_t = data aktual pada periode ke-*t*
- F_t = nilai prediksi pada periode ke-*t*

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.

= jumlah data

Berikut ini adalah Tabel 2.3 yang akan memaparkan pengelompokan kriteria nilai MAPE.

Tabel 2.3 Penjelasan Nilai MAPE

Nilai MAPE	Keterangan
10%	Prediksi yang sangat akurat
10% - 20%	Prediksi yang akurat
20% - 50%	Prediksi yang cukup akurat
> 50%	Prediksi yang tidak akurat

Sumber: (Palmer, Moreno, Pol, Abad, & Blasco, 2013)

2.9 Penelitian Terkait

Pada tabel di bawah ini ialah beberapa penelitian terkait mengenai kasus dan metode yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 2.4 Penelitian Terkait

No	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
1	W.F. IP, C.M. Vong, J.Y. Yang, P.K. Wong	<i>Forecasting Daily Ambient Air Pollution Based on Least Squares Support Vector Machines</i>	2010	<i>least square support vector machine (LS-SVM)</i> dengan hasil penelitian memberikan nilai <i>relative error</i> untuk masing-masing parameter adalah 19,45% untuk SPM, 7,12% untuk NO ₂ dan 24,66% untuk O ₃ .
2	Lazim Abdullah, Chai Yoke Ling	<i>A Fuzzy Time Series Model for Kuala Lumpur Composite Index Forecasting</i>	2011	Penelitian ini membahas tentang prediksi indeks komposit Kuala Lumpur dengan menggunakan metode <i>fuzzy time series</i> . Penelitian ini menghasilkan nilai MSE sebesar 42,44, RMSE 6,52 dan AFER 0,389%.
3	Lazim Abdullah, Imran Taib	<i>High Order Fuzzy Time Series for Exchange Rates Forecasting</i>	2011	Penelitian ini membahas tentang prediksi nilai tukar Ringgit Malaysia terhadap Dolar Amerika dengan menggunakan <i>fuzzy time series</i> , sehingga mendapatkan nilai MSE sebesar

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.

No	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
				0,000225796.
4	Yao-Lin Huang, Shi-Jinn Horng, I-Hong Kuo, Tzong-Wang Kao, Terano Takao	<i>A Hybrid Forecasting Model Based on Adaptive Fuzzy Time Series and Particle Swarm Optimization</i>	2012	Penelitian membahas tentang prediksi data pariwisata dari Taiwan ke Amerika Serikat dengan menggunakan metode <i>Adaptive fuzzy time series</i> dan <i>particle swarm optimization</i> dengan hasil penelitian memiliki nilai MAPE sebesar 6,03% untuk AFPSO (order 1) dan 6,79% AFPSO (order 2).
5	Ming-Tao Chou	<i>Prediction of Asian Steel Price Index Using Fuzzy Time Series</i>	2012	Penelitian ini melakukan prediksi terhadap indeks harga baja di Asia dengan menggunakan metode <i>fuzzy time series</i> . Pada penelitian ini, penerapan metode menghasilkan nilai kesalahan prediksi rata-rata 3,90%.
6	Martha Pulido, Patricia Melin, Oscar Castillo	<i>Optimization of Ensemble Neural Networks with Fuzzy Integration using the Particle Swarm Algorithm for the US Dollar/MX Time Series Prediction</i>	2014	Penelitian ini menghasilkan prediksi dollar amerika yang dilakukan dengan menggunakan FTS dan PSO dengan hasil penelitian eror prediksi 0.001187 untuk <i>fuzzy tipe-1</i> dan eror prediksi sebesar 0.001084 untuk <i>fuzzy tipe-2</i> .
7	Rusda Wajhillah	Optimasi Algoritma Klasifikasi C4.5 Berbasis <i>Particle Swarm Optimization</i> Untuk Prediksi Penyakit Jantung	2014	Penelitian ini membahas tentang prediksi penyakit jantung dengan menggunakan metode C4.5 yang dioptimasi dengan menggunakan <i>particle swarm optimization</i> . Penelitian ini menghasilkan nilai akurasi 81,25% dengan menggunakan C4.5 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.

No	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
				93,75% dengan menggabungkan kedua metode.
	Hargianti Henni, Oktawandari	Optimasi Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> Menggunakan <i>Particle Swarm Optimization</i> Untuk Deteksi Penderita Penyakit Jantung	2014	Penelitian membahas tentang pengoptimasian jaringan syaraf tiruan BPNN dengan menggunakan PSO untuk mendeteksi penyakit jantung. Penelitian ini menghasilkan nilai akurasi 82,7% untuk BPNN saja dan 87,7% untuk BPNN-PSO.
9	Nathan Sukmawan, Rian Febrian Umbara, Aniq Atiqi Rohmawati	Prediksi Indeks Harga Saham Menggunakan Kombinasi Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> dan <i>Time Variant Fuzzy Time Series</i>	2015	Penelitian ini membahas tentang prediksi terhadap indeks harga saham dengan menggunakan FTS dan PSO. Penelitian ini menghasilkan nilai MAPE 1,461% dan MAD 3,73492.
10	Shrayasi Datta, J.Paul Choudhury	<i>A Framework of Multivariant Statistical Model Based Tool Using Particle Swarm Optimization with Fuzzy Data for the Classification of Yeast Data</i>	2016	Penelitian yang dilakukan ialah mengenai klasifikasi data ragi berdasarkan model statistik multivarian dengan menggunakan PSO dan <i>fuzzy time series</i> (FTS) dengan rata-rata error 3.044.
11	Khaled Bashir Shaban, Abdullah Kadri, Eman Rezk	<i>Urban Air Pollution Monitoring System with Forecasting Models</i>	2016	Penelitian tentang pemantauan pencemaran udara di perkotaan dengan model prediksi menggunakan metode M5P dengan nilai RMSE 31.4% dan metode ANN dengan nilai RMSE 62.4%.
12	Wanning Liu, Kai Niu, Zhiqiang He, Yonghua Li	<i>Trend Prediction of Hot Words in Weibo Based on Fuzzy Time Series</i>	2016	Penelitian membahas tentang prediksi kata-kata yang sering dicari di situs Weibo dengan menggunakan <i>fuzzy time</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.

No	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
				<i>series</i> . Nilai akurasi yang dihasilkan adalah MAPE sebesar 2,32%.
13	Imam Cholissodin	Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Gizi Keluarga Menggunakan <i>Particle Swarm Optimization</i>	2016	Penelitian membahas tentang penerapan PSO untuk mengoptimasi kombinasi makanan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi keluarga dengan biaya pengeluaran yang minim. Hasil penelitian menunjukkan nilai toleransi selisih kebutuhan gizi kurang lebih 10% dan dapat menghemat biaya konsumsi sebesar 39,31%.
14	Sankar Ganesh S, Sri Harsha Modali, Soumith Reddy Palreddy, Dr. Arulmozhivarman P	<i>Forecasting Air Quality Index Regression Models: A Case Study on Delhi and Houston</i>	2017	Penelitian membahas tentang prediksi indeks kualitas udara menggunakan metode <i>Support Vector Regression (SVR)</i> dengan studi kasus New Delhi dan Houston dengan hasil penelitian menunjukkan RMSE 6.20% dan MAPE 3.01% untuk New Delhi dan RMSE 7.25% dan MAPE 7.16% untuk Houston.
15	Yong Li, Yan Tao	<i>PM₁₀ Concentration Forecast Based on Wavelet Support Vector Machine</i>	2017	Penelitian membahas prediksi konsentrasi PM ₁₀ pada udara dengan menggunakan metode <i>Wavelet Support</i>
15				<i>Vector Machine (W-SVM)</i> dan <i>Support Vector Machine (SVM)</i> dengan hasil penelitian memiliki nilai MAE 9.97%, MAPE 11.17% dan RMSE 13.18% untuk metode W-SVM

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.

No	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
				dan memiliki nilai MAE 24.98%, MAPE 25.95% dan RMSE 32.25% pada metode SVM.
6	Sankar Ganesh S, N Bhargav Reddy, Arulmozhivarman P	<i>Forecasting Air Quality Index Based on Mamdani Fuzzy Inference System</i>	2017	Penelitian membahas tentang prediksi indeks kualitas udara menggunakan metode sistem inferensi <i>fuzzy</i> mamdani dengan nilai RMSE 40.33% (Max-min), 37.79% (Sum-product) dan 39.99% (Max-product).
17	Zhou Kang, Zhiyi Qu	<i>Application of BP Neural Network Optimized by Genetic Simulated Annealing Algorithm to Prediction of Air Quality Index in Lanzhou</i>	2017	Penelitian ini membahas tentang prediksi indeks kualitas udara di Lanzhou dengan menggunakan metode <i>Backpropagation Neural Network</i> yang dioptimasi dengan algoritma <i>Genetic Simulated Annealing</i> dengan hasil penelitian menunjukkan GA-SA-BPNN memiliki nilai MAPE 1.08% dan MSE 3.86%.
18	Suryono Ragil Saputra, Bayu Surarso, Hanifudin Sukri	<i>Web-Based Fuzzy Time Series for Environmental Temperature and Relative Humidity Prediction</i>	2017	Penelitian ini membahas tentang prediksi suhu lingkungan dan kelembaban relatif dengan menggunakan FTS. Penelitian ini menghasilkan nilai MAPE 4,6% untuk suhu lingkungan dan 2,76% untuk kelembaban relatif.
19	Ela Nurmalasari, Oni Soesanto, Fatma Indriani	Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> Untuk Optimasi Nilai <i>Center Radial Basis Probabilistic Neural Network</i>	2017	Penelitian tentang penggunaan PSO untuk mengoptimasi <i>hidden layer</i> pada RBPNN untuk mengklasifikasikan data <i>breast cancer</i> . Nilai akurasi dari penerapan

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.

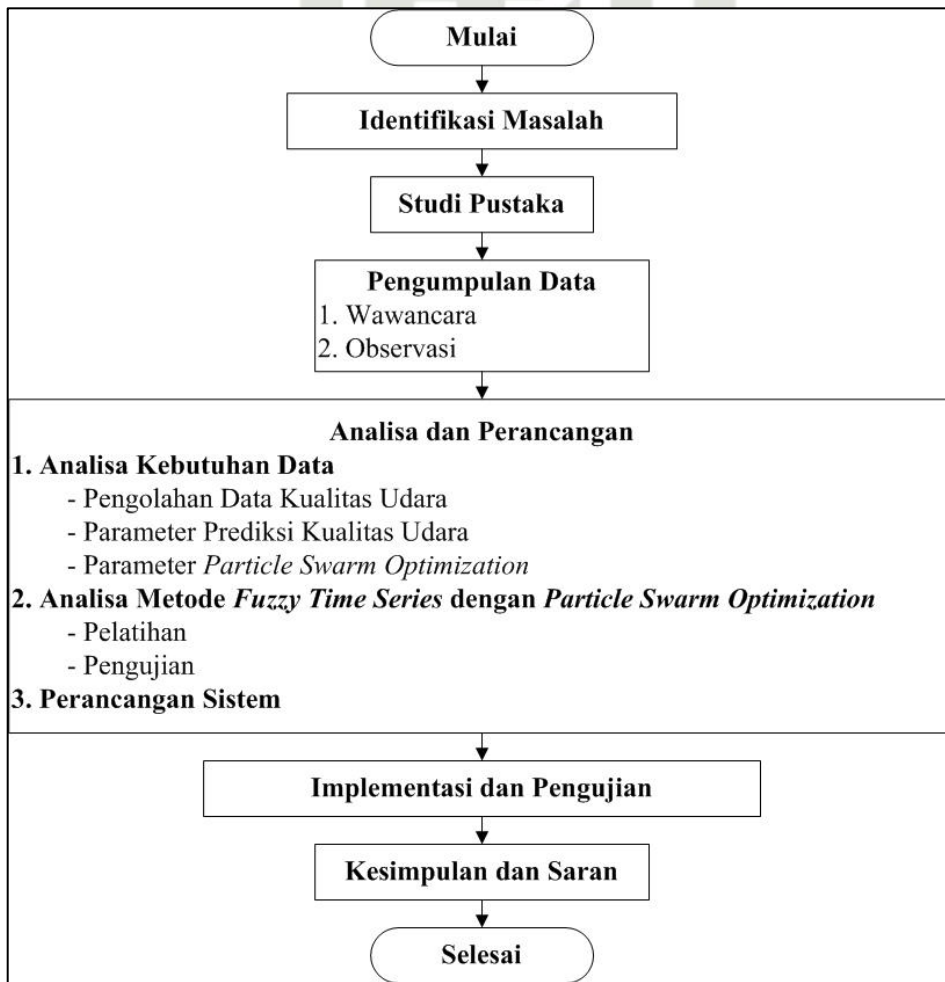
No	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
		Pada Klasifikasi Data <i>Breast Cancer</i>		metode ini sebesar 88,596% dengan rata-rata eror 11,404%.
20	Leni Istikomah, Imam Cholissodin, Marji	Implementasi Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> untuk Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Gizi Balita	2017	Penelitian ini membahas tentang optimasi kebutuhan gizi balita dengan memberikan saran kombinasi menu menggunakan algoritma PSO. Penelitian ini menghasilkan nilai rata-rata selisih energy 16,04%, protein -8,08%, lemak 2,85%, karbohidrat 25,98%, serta menghemat biaya pengeluaran sebesar 28,56%.
21	Angga Dwi Apria Rifandi, Budi Darma Setiawan, Tibyani	Optimasi Interval <i>Fuzzy Time Series</i> menggunakan <i>Particle Swarm Optimization</i> pada Prediksi Permintaan Darah : Studi Kasus Unit Transfusi Darah Cabang- PMI Kota Malang	2018	Penelitian ini membahas tentang penerapan algoritma PSO untuk mengoptimasi interval FTS dalam melakukan prediksi permintaan darah. Penelitian ini menghasilkan nilai MSE sebesar 60435,685 dan MAPE 7,50330%.

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 III METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan dalam pelaksanaan rencana penelitian untuk memperoleh proses penelitian yang tersusun secara sistematis dan mencapai tujuan sesuai yang diharapkan. Berikut ini adalah metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah terhadap prediksi kualitas udara di kota Pekanbaru dengan menentukan latar belakang penelitian, rumusan

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.

masalah penelitian, batasan masalah penelitian, dan tujuan dari penelitian. Pada penelitian ini yang menjadi rumusan masalah bagaimana menerapkan *Particle Swarm Optimization* untuk mengoptimasi *Fuzzy Time Series* guna memprediksi kualitas udara di kota Pekanbaru serta menghitung tingkat akurasi metode. Adapun nilai prediksi yang dihasilkan nantinya berupa baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat serta berbahaya untuk kualitas udara keesokannya.

3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan teori-teori yang berkaitan dengan kasus prediksi, prediksi kualitas udara, prediksi dengan *fuzzy time series*, serta pengoptimasian *fuzzy time series* menggunakan *particle swarm optimization*. Adapun yang menjadi sumber ialah jurnal, buku, ketetapan pemerintah, serta situs berita.

3.3 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini cara pengumpulan data dilakukan dengan 2 cara yaitu wawancara dan observasi.

3.3.1 Wawancara

Pengumpulan data kualitas udara dilakukan dengan wawancara kepada pihak Laboratorium Udara Kota Pekanbaru. Wawancara dilakukan kepada Bapak H. Syahrial, M.Si selaku Kepala Laboratorium Udara Kota Pekanbaru. Dari wawancara diperoleh informasi tentang cara penentuan kualitas udara.

3.3.2 Observasi

Observasi langsung ke Laboratorium Udara Kota Pekanbaru bertujuan untuk mengetahui bagaimana proses pengolahan data sehingga menghasilkan nilai kualitas udara pada papan ISPU serta untuk memperoleh data historis yang akan digunakan untuk prediksi. Data historis yang digunakan ialah data kualitas udara harian pada tahun 2014 – 2015.

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.

3.4 Analisa dan Perancangan

Terdapat tiga tahapan pada tahap analisa yaitu analisa kebutuhan data, analisa metode *fuzzy time series* dengan *particle swarm optimization* dan perancangan sistem.

3.4.1 Analisa Kebutuhan Data

Pada tahap ini akan dilakukan penganalisaan terhadap kebutuhan data yaitu tentang pengolahan data kualitas udara, penentuan parameter prediksi kualitas udara dan parameter yang akan digunakan pada metode *particle swarm optimization*.

1. Pengolahan Data Kualitas Udara

Data kualitas udara yang diperoleh dari tahun 2014-2015 memiliki banyak nilai yang hilang untuk setiap parameter. Untuk itu dilakukan proses penanganan terhadap nilai yang hilang tersebut dengan mencari nilai rata-rata setiap parameter dengan menggunakan persamaan 2.7. Nilai rata-rata yang diperoleh digunakan untuk mengisi nilai yang hilang untuk masing-masing parameter.

2. Parameter Prediksi Kualitas Udara

Parameter yang digunakan untuk prediksi kualitas udara adalah Nitrogen dioksida (NO_2), Sulfur dioksida (SO_2), Carbon monoksida (CO), *Particular matter* (PM_{10}) dan Ozon (O_3).

3. Parameter Particle Swarm Optimization

Parameter yang digunakan pada PSO yaitu jumlah partikel, *inertia weight* (ω), kecepatan awal, *learning rates* (c_1 dan c_2), nilai acak (R_1 dan R_2) dan banyaknya iterasi. Jumlah partikel yang digunakan pada PSO adalah 10 partikel dengan *inertia weight* 0.5, kecepatan awal adalah 0, c_1 dan c_2 adalah 1,49445, R_1 0.3 dan R_2 0.2, serta banyaknya iterasi berjumlah 50 iterasi.

3.4.2 Analisa Metode *Fuzzy Time Series* dengan *Particle Swarm Optimization*

Setelah analisa kebutuhan data, maka selanjutnya ialah menerapkannya dalam pengoptimasian *fuzzy time series* dengan menggunakan *particle swarm*

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.

optimization untuk memperoleh nilai prediksi kualitas udara keesokannya. Pada analisa metode terdapat dua proses utama yaitu pelatihan dan pengujian.

Pelatihan

Pada proses pelatihan dilakukan pengoptimasian FTS menggunakan PSO. Adapun yang dioptimasi adalah interval himpunan *fuzzy*. Metode PSO digunakan untuk mencari nilai interval himpunan *fuzzy*. Metode FTS yang terdapat pada pelatihan ini digunakan untuk mencari nilai *fitness* pada PSO. Hasil dari proses pelatihan ini yaitu posisi partikel terbaik berupa nilai interval himpunan *fuzzy* yang akan digunakan untuk proses pengujian. Alur penerapan algoritma FTS-PSO pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Masukkan data kualitas udara sebagai data masukan metode FTS.
- b. Menentukan semesta pembicaraan dan membaginya ke dalam 5 interval yaitu $u_1, u_2, u_3, u_4,$ dan u_5 dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2.
- c. Menentukan nilai *midpoint* interval dengan menggunakan persamaan 2.3
- d. Setelah mendapatkan semesta pembicaraan, selanjutnya masuk ke metode PSO.
- e. Inisialisasi maksimal iterasi, jumlah partikel, nilai koefisien akselerasi (c_1 dan c_2), bobot inersia (ω), dan nilai random (R_1 dan R_2).
- f. Inisialisasi posisi awal dan kecepatan awal partikel. Posisi awal partikel adalah interval FTS yang telah diperoleh pada tahapan nomor 2. Kecepatan awal partikel adalah 0.
- g. Selanjutnya hitung nilai *fitness* masing-masing partikel dengan menggunakan metode FTS. Berikut ini adalah tahapan metode FTS untuk mencari nilai *fitness*:
 - i. Melakukan fuzzyfikasi terhadap data historis dengan menentukan fungsi keanggotaan ($A_1, A_2, A_3, A_4,$ dan A_5) dan derajat keanggotannya dengan menggunakan persamaan 2.4.
 - ii. Menentukan FLR berdasarkan hubungan data yang telah difuzzifikasi dengan data sebelumnya ($A_1 \rightarrow A_2$).
 - iii. Menyusun FLRG dengan mengumpulkan FLR yang telah ada berdasarkan *current state* yang sama ($A_1 \rightarrow A_2, A_3, \dots, A_n$).



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.

- iv. Membuat *rule* dengan menggunakan metode centroid untuk memperoleh solusi berupa nilai *crisp*. Langkah ini dilakukan dengan mengambil nilai titik tengah interval *fuzzy*.
- v. Selanjutnya tahapan inferensi dan defuzzifikasi berdasarkan himpunan *fuzzy* yang diperoleh. Inferensi dilakukan dengan mengambil nilai maksimal derajat keanggotaan. Defuzzifikasi dilakukan dengan mengalikan nilai maksimal derajat keanggotaan dengan titik tengah interval *fuzzy*.
- vi. Lakukan prediksi dengan menjumlahkan nilai defuzzifikasi dengan data historis.
- vii. Menghitung nilai MAPE. Nilai MAPE yang diperoleh menjadi nilai *fitness* partikel.
- h. Selanjutnya memperbarui Pbest dan Gbest. Pbest ditentukan berdasarkan nilai *fitness* partikel pada iterasi ke-i dengan iterasi ke i-1. Nilai Gbest didapatkan dari Pbest terbaik dengan membandingkan nilai Pbest setiap iterasi.
- i. Memperbarui kecepatan partikel dengan menggunakan persamaan 2.5.
- j. Memperbarui posisi partikel dengan menggunakan persamaan 2.6.
- k. Lakukan langkah 5 sampai 9 hingga mendapatkan posisi partikel terbaik.

Pengujian

Pada tahap pengujian dilakukan prediksi terhadap kualitas udara di kota Pekanbaru dengan menggunakan metode FTS. Prediksi dilakukan dengan menggunakan interval himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari tahap pelatihan.

Berikut adalah tahapan pengujian FTS:

- a. Menjadikan posisi partikel terbaik PSO menjadi interval *fuzzy*.
- b. Menentukan nilai *midpoint* interval terbaik dengan menggunakan persamaan 2.3.
- c. Menentukan fuzzyfikasi.
- d. Membentuk FLR berdasarkan hubungan antar data ($x_{i-1} \rightarrow x_i$) yang telah difuzzyfikasi.
- e. Membentuk FLRG berdasarkan *current state* yang pada FLR.

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.

- f. Melakukan inferensi dan defuzzifikasi. Kemudian lakukan prediksi dengan menjumlahkan hasil defuzzifikasi dengan data historis.
- g. Perhitungan nilai MAPE dengan menggunakan persamaan 2.8. Nilai MAPE pada tahapan pengujian ini merupakan nilai error dari penerapan metode FTS-PSO.

3.4.3 Perancangan Sistem

Pada penelitian ini perancangan sistem terbagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan struktur menu dan perancangan antarmuka. Perancangan struktur menu bertujuan untuk mengetahui menu-menu yang tersedia di dalam sistem. Perancangan antarmuka bertujuan untuk mengetahui seperti apa antarmuka sistem yang akan dibangun.

3.5 Implementasi dan Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan implementasi terhadap perancangan yang telah dibuat dengan menerapkan metode *particle swarm optimization* untuk mengoptimasi *fuzzy time series* guna memprediksi kualitas udara di kota Pekanbaru.

Adapun ruang lingkup implementasinya ialah sebagai berikut:

1. Perangkat keras (*hardware*)

<i>Processor</i>	: Intel Core i3-3110M CPU@2.40GHz
<i>Memory (RAM)</i>	: 6.00 GB
<i>Harddisk</i>	: 500GB
2. Perangkat lunak (*software*)

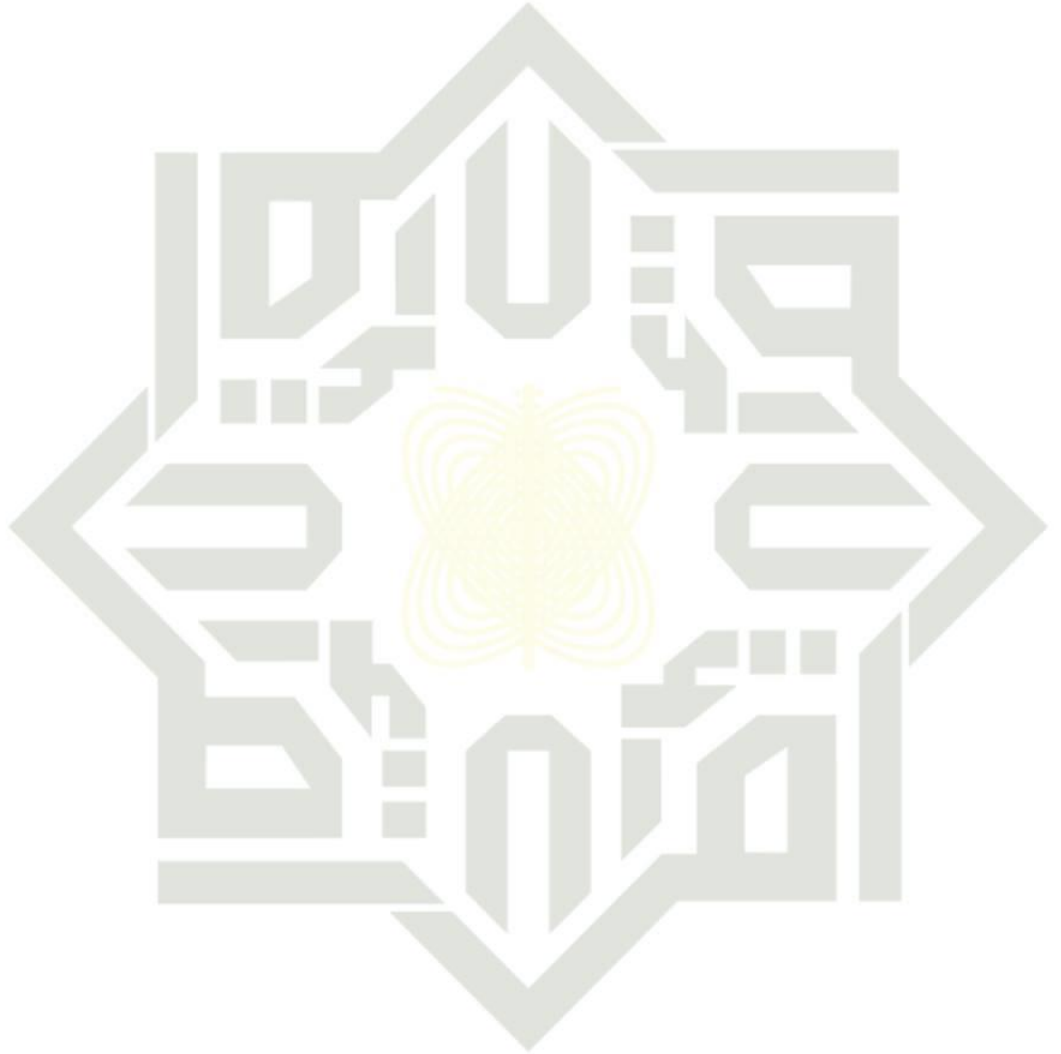
Sistem Operasi	: <i>Windows 7 Ultimate</i>
<i>Tools</i>	: Mathlab R2017a

Setelah berhasil diimplementasikan, dilakukan pengujian akurasi terhadap metode yang digunakan untuk mengetahui ketepatan hasil prediksi dengan menggunakan data historis. Pengujian akurasi dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan persamaan



3.6 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini ialah membahas kesimpulan dari hasil penelitian yang dilaksanakan tentang optimisasi *fuzzy time series* dengan *particle swarm optimization* untuk memprediksi kualitas udara di kota Pekanbaru. Pada tahap ini juga berisikan saran untuk pembaca atau peneliti untuk pengembangan penelitian berikutnya.



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.

No	Tanggal	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
71	12/03/2014	305	54	49	211	71
72	13/03/2014	345	57	75	27	1
...
318	15/11/2014	8	18	5	51	3
319	16/11/2014	3	-	4	48	-
320	17/11/2014	5	-	3	49	15
...
334	30/11/2014	19	19	6	6	18
...
396	31/01/2015	53	23	11	18	1
397	01/02/2015	29	20	3	36	0
...
618	11/09/2015	488	43	150	144	48
619	12/09/2015	663	51	122	196	35
...
657	20/10/2015	235	15	48	153	105
658	21/10/2015	826	14	55	155	77
659	22/10/2015	870	14	56	68	81
...
705	07/12/2015	-	-	-	-	-
706	08/12/2015	22	4	1	24	4
...
728	30/12/2015	10	4	0	14	3
729	31/12/2015	25	4	3	20	5

4.1.2 Penanganan Missing Value

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh terdapat banyak *missing value*. Semua data yang hilang akan diisi dengan nilai rata-rata dari seluruh data untuk setiap parameter. Tabel 4.3 akan menampilkan jumlah *missing value* untuk masing-masing Parameter.

Tabel 4.3 Missing Value

No.	Parameter	Jumlah Missing Value
1	PM ₁₀	39
2	SO ₂	20
3	CO	18
4	O ₃	70
5	NO ₂	33

Data yang memiliki *missing value* selanjutnya diisi dengan nilai rata-rata dari semua data untuk masing-masing parameter dengan menggunakan persamaan

Tabel 4.4 Nilai Pengganti *Missing Value*

No.	Parameter	Nilai Pengganti
1	PM ₁₀	73
2	SO ₂	20
3	CO	12
4	O ₃	42
5	NO ₂	20

Data penelitian yang telah diisi *missing value* dapat dilihat pada Tabel 4.5 (selengkapnya dapat dilihat di Lampiran B).

Tabel 4.5 Data Penelitian Setelah Pengisian *Missing Value*

No	Tanggal	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
1	01/01/2014	47	51	8	67	2
2	02//01/2014	48	51	9	37	2
3	03/01/2014	37	51	9	26	2
...
32	01/02/2014	85	3	16	42	43
33	02/02/2014	65	0	9	70	30
...
71	12/03/2014	305	54	49	211	71
72	13/03/2014	345	57	75	27	1
...
318	15/11/2014	8	18	5	51	3
319	16/11/2014	3	20	4	48	20
320	17/11/2014	5	20	3	49	15
...
334	30/11/2014	19	19	6	6	18
...
396	31/01/2015	53	23	11	18	1
397	01/02/2015	29	20	3	36	0
...
618	11/09/2015	488	43	150	144	48
619	12/09/2015	663	51	122	196	35
...
657	20/10/2015	235	15	48	153	105

Missing Value PM₁₀

$$X_{PM_{10}} = \frac{47 + 48 + 37 + 24 + 25 + 18 + 15 + 20 + \dots + 10 + 10 + 25}{729} = 73$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, dilakukan pencarian nilai rata-rata untuk mengisi *missing value* terhadap parameter lainnya yaitu SO₂, CO, O₃ dan NO₂. Tabel 4.4 akan menampilkan nilai pengganti *missing value* untuk masing-masing Parameter.

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.

No	Tanggal	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
658	21/10/2015	826	14	55	155	77
659	22/10/2015	870	14	56	68	81
...
705	07/12/2015	73	20	12	42	20
706	08/12/2015	22	4	1	24	4
...
719	21/12/2015	25	4	2	20	4
720	22/12/2015	32	3	3	22	4
...
728	30/12/2015	10	4	0	14	3
729	31/12/2015	25	4	3	20	5

4.2 Analisa Metode Fuzzy Time Series dengan Particle Swarm Optimization

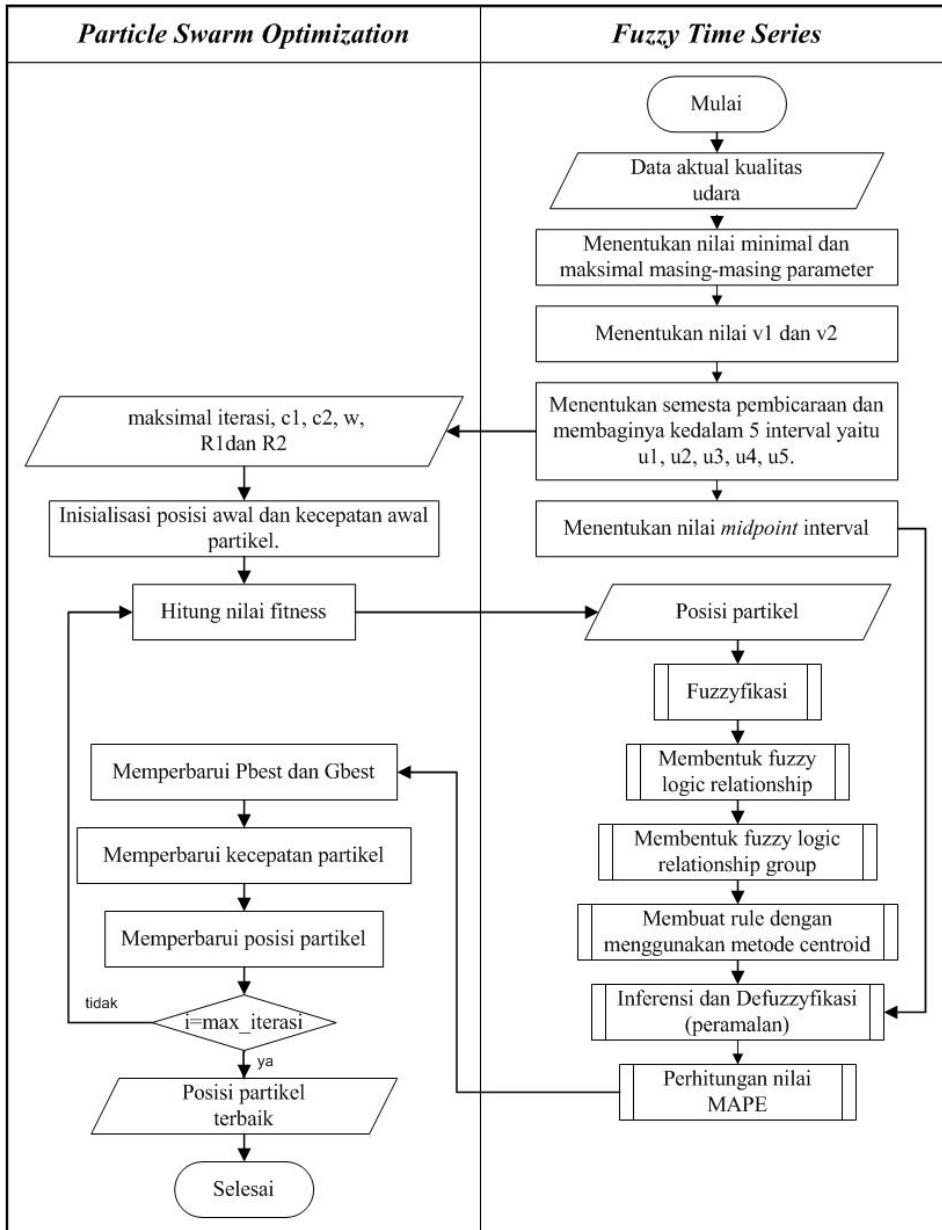
Analisa metode FTS dan PSO merupakan tahapan penerapan metode dan perhitungan manual dari algoritma yang digunakan. Berikut adalah penjelasan tahapan analisa metode FTS-PSO.

4.2.1 Pelatihan

Pada proses pelatihan dalam penelitian ini dilakukan dengan dua metode yaitu *fuzzy time series* dan *particle swarm optimization*. Pada proses ini, PSO digunakan untuk mengoptimasi FTS yaitu mencari interval terbaik. Berikut adalah flowchart proses pelatihan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 :

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.



Gambar 4.1 Flowchart Pelatihan

Proses pelatihan menggunakan gabungan dua metode yaitu FTS dan PSO.

Data aktual kualitas udara

Data aktual kualitas udara yang digunakan pada proses pelatihan ini terdapat pada Tabel 4.5 dengan 5 parameter masukan.

Menentukan nilai minimal dan maksimal untuk setiap parameter yang berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel 4.5. Tabel 4.6 akan menampilkan nilai minimal dan nilai maksimal setiap parameter.



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 4.6 Nilai Minimal dan Maksimal Setiap Parameter

V	Parameter				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
V _{min}	0	0	1	6	0
V _{max}	870	57	150	211	105

Menentukan nilai V₁ dan V₂ yang diambil secara acak. Nilai V₁ berada dalam rentang 0 sampai nilai V_{min}. Nilai V₂ berada dalam rentang 0 – 50. Jumlah nilai V₁ dan V₂ berdasarkan banyaknya partikel PSO yang akan dibangkitkan. Pada penelitian ini nilai V₁ dan V₂ berjumlah 10 pasang untuk masing-masing parameter. Tabel 4.7 akan menampilkan nilai V₁ dan V₂.

Tabel 4.7 Nilai V₁ dan V₂

No.	V ₁					V ₂				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
1	0	0	1	1	0	35	27	33	6	8
2	0	0	0	3	0	28	34	18	50	43
3	0	0	0	4	0	19	21	6	11	29
4	0	0	1	5	0	14	13	50	17	5
5	0	0	1	2	0	44	13	1	15	9
6	0	0	1	4	0	4	24	35	1	16
7	0	0	1	3	0	33	41	49	16	31
8	0	0	0	3	0	21	13	14	26	44
9	0	0	0	2	0	48	48	34	34	3
10	0	0	0	4	0	11	43	39	0	19

4. Membagi semesta pembicaraan kedalam 5 interval yaitu u₁, u₂, u₃, u₄ dan u₅. Pembagian interval didasarkan pada jumlah kelas kualitas udara seperti yang terlihat pada Tabel 2.1. Pada penelitian ini terdapat 10 macam interval yang dihasilkan untuk masing-masing parameter dengan menggunakan persamaan 2.2. Nilai V_{min} dan V_{max} diperoleh dari Tabel 4.6. Nilai V₁ dan V₂ diperoleh dari Tabel 4.7.

Interval 1 PM₁₀

$$U_{(PM10)} = (\text{batas bawah ; batas atas})$$

$$U_{(PM10)} = (V_{min} - V_1 ; V_{max} + V_2)$$

$$= (0 - (0) ; 870 + 35)$$

$$= (0 , 905)$$

Kemudian bagi kedalam 5 interval dengan jarak yang sama



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.

$$\begin{aligned} \text{Jarak (PM}_{10}) &= (905 - 0):5 \\ &= 181 \end{aligned}$$

$$U_1 (\text{PM}_{10}) = (0 ; (0 + 181)) = (0 ; 181)$$

$$U_2 (\text{PM}_{10}) = (181 ; (181 + 181)) = (181 ; 362)$$

$$U_3 (\text{PM}_{10}) = (362 ; (362 + 181)) = (362 ; 543)$$

$$U_4 (\text{PM}_{10}) = (543 ; (543 + 181)) = (543 ; 724)$$

$$U_5 (\text{PM}_{10}) = (724 ; (724 + 181)) = (724 ; 905)$$

Kemudian lakukan dengan cara yang sama untuk mendapatkan 10 macam interval untuk setiap parameter. Tabel 4.8 di bawah ini berisi 10 macam interval untuk masing-masing parameter pada FTS. (Selengkapnya dapat dilihat di Lampiran C).

Tabel 4.8 Interval PM₁₀, SO₂, CO, O₃ dan NO₂

Interval	Parameter	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	
1	PM ₁₀	0	181	362	543	724	
		181	362	543	724	905	
	SO ₂	0	16,8	33,6	50,4	67,2	
		16,8	33,6	50,4	67,2	84	
	CO	0	36,6	73,2	109,8	146,4	
		36,6	73,2	109,8	146,4	183	
	O ₃	5	47,4	89,8	132,2	174,6	
		47,4	89,8	132,2	174,6	217	
	NO ₂	0	22,6	45,2	67,8	90,4	
		22,6	45,2	67,8	90,4	113	

	10	PM ₁₀	0	176,2	352,4	528,6	704,8
176,2			352,4	528,6	704,8	881	
SO ₂		0	20	40	60	80	
		20	40	60	80	100	
CO		1	38,6	76,2	113,8	151,4	
		38,6	76,2	113,8	151,4	189	
O ₃		2	43,8	85,6	127,4	169,2	
		43,8	85,6	127,4	169,2	211	
NO ₂		0	24,8	49,6	74,4	99,2	
		24,8	49,6	74,4	99,2	124	

Menentukan nilai *midpoint* interval

Menentukan nilai *midpoint* (m) interval semua parameter berdasarkan Tabel 4.8 dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$m_1(\text{PM}_{10}) = \frac{\text{batas atas} + \text{batas bawah}}{2}$$

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.

$$= \frac{181+0}{2}$$

$$= 90,5$$

Lakukan dengan menggunakan persamaan yang sama untuk mencari nilai *midpoint* interval semua parameter. Berikut adalah hasil nilai *midpoint* interval untuk semua parameter pada Tabel 4.9 (Selengkapnya pada Lampiran D).

Tabel 4.9 Nilai *Midpoint* Interval FTS

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	90.5	271.5	452.5	633.5	814.5
	SO ₂	8.4	25.2	42	58.8	75.6
	CO	18.3	54.9	91.5	128.1	164.7
	O ₃	26.2	68.6	111	153.4	195.8
	NO ₂	11.3	33.9	56.5	79.1	101.7
...
10	PM ₁₀	88.1	264.3	440.5	616.7	792.9
	SO ₂	10	30	50	70	90
	CO	19.8	57.4	95	132.6	170.2
	O ₃	22.9	64.7	106.5	148.3	190.1
	NO ₂	12.4	37.2	62	86.8	111.6

6. Inisialisasi parameter PSO

Parameter PSO yang digunakan berupa maksimal iterasi, jumlah partikel, c_1 , c_2 , ω , R_1 dan R_2 . Jumlah partikel adalah 10 berdasarkan 10 macam interval FTS yang telah diperoleh sebelumnya pada Tabel 4.8. Tabel 4.10 akan menampilkan nilai-nilai parameter PSO yang digunakan.

Tabel 4.10 Parameter PSO

No.	Parameter	Nilai
1	Maksimal Iterasi	50
2	Jumlah partikel	10
3	C_1	1,49445
4	C_2	1,49445
5	Ω	0,5
6	R_1	0,3
7	R_2	0,2

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.

Inisialisasi posisi awal dan kecepatan awal partikel

Inisialisasi posisi awal partikel diperoleh dari interval FTS pada langkah nomor 5 yaitu Tabel 4.8. Inisialisasi kecepatan awal partikel ditetapkan bernilai 0. Berikut adalah Tabel 4.11 yang berisi posisi awal.

Tabel 4.11 Posisi Awal Partikel PM₁₀

Partikel ke-	Dimensi					
	1	2	3	4	5	6
1	0	181	362	543	724	905
2	0	179,6	359,2	538,8	718,4	898
3	0	177,8	355,6	533,4	711,2	889
4	0	176,8	353,6	530,4	707,2	884
5	0	182,8	365,6	548,4	731,2	914
6	0	174,8	349,6	524,4	699,2	874
7	0	180,6	361,2	541,8	722,4	903
8	0	178,2	356,4	534,6	712,8	891
9	0	183,6	367,2	550,8	734,4	918
10	0	176,2	352,4	528,6	704,8	881

8. Hitung nilai *fitness* partikel

Menghitung nilai *fitness* semua partikel dengan menggunakan metode FTS. Dengan menjadikan posisi partikel PSO sebagai interval yang akan digunakan pada tahap fuzzyfikasi hingga prediksi. Perhitungan dilakukan hingga memperoleh nilai MAPE. Nilai MAPE yang diperoleh akan menjadi nilai *fitness* untuk masing-masing partikel di PSO.

Dimulai dari tahapan a, akan dilakukan perhitungan pada PM₁₀. Lakukan dengan cara yang sama untuk mendapatkan hasil perhitungan pada parameter pengukur kualitas udara lainnya.

a. Fuzzyfikasi

Pada tahap ini dilakukan fuzzyfikasi dengan menentukan fungsi keanggotaannya. Berikut adalah Tabel 4.12 yang akan memaparkan fungsi keanggotaan berdasarkan interval.

Tabel 4.12 Fungsi Keanggotaan PM₁₀

No	Kategori ISPU	Interval	Fungsi Keanggotaan	
1	Baik	U ₁	0 – 181	A ₁
	Sedang	U ₂	181 – 362	A ₂
	Tidak Sehat	U ₃	362 – 543	A ₃
	Sangat Tidak Sehat	U ₄	543 – 724	A ₄
	Berbahaya	U ₅	724 – 905	A ₅
...



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.

No	Kategori ISPU	Interval	Fungsi Keanggotaan
10	Baik	U_1 0 – 176,2	A_1
	Sedang	U_2 176,2 – 352,4	A_2
	Tidak Sehat	U_3 352,4 – 528,6	A_3
	Sangat Tidak Sehat	U_4 528,6 – 704,8	A_4
	Berbahaya	U_5 704,8 – 881	A_5

Untuk parameter pengukur kualitas udara lainnya, sesuaikan nilai interval yang telah terbentuk pada Tabel 4.8. Selanjutnya lakukan fuzzyfikasi dengan membandingkan nilai PM_{10} pada Tabel 4.5 terhadap interval fuzzy. Data pertama PM_{10} adalah 47 maka apabila dibandingkan terhadap interval fuzzy PM_{10} yang pertama, hasil fuzzyfikasi data pertama adalah A_1 . Karena nilai 47 berada di interval U_1 yaitu 0 – 181. Berikut ini akan ditampilkan hasil fuzzyfikasi setiap data historis parameter PM_{10} dalam Tabel 4.13 berdasarkan interval fuzzy yang telah diperoleh pada Tabel 4.8.

Tabel 4.13 Fuzzyfikasi PM_{10}

No.	Nilai PM_{10}	Fuzzyfikasi
1	47	A_1
2	48	A_1
3	37	A_1
4	24	A_1
5	25	A_1
...
659	870	A_5
660	550	A_4
661	853	A_5
...
719	25	A_1
720	32	A_1
...
728	10	A_1
729	25	A_1

b. Membentuk Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Setelah mendapatkan fungsi keanggotaan, langkah berikutnya ialah membentuk FLR berdasarkan hubungan antar data ($x_{i-1} \rightarrow x_i$) yang telah difuzzyfikasi pada Tabel 4.13. Tabel 4.14 menampilkan hasil FLR.

Tabel 4.14 Hasil FLR

No.	Nilai PM_{10}	Fuzzyfikasi	FLR
1	47	A_1	-
2	48	A_1	$A_1 \rightarrow A_1$
3	37	A_1	$A_1 \rightarrow A_1$

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.

4	24	A1	A1 → A1
5	25	A1	A1 → A1
...
659	870	A5	A5 → A5
660	550	A4	A5 → A4
661	853	A5	A4 → A5
...
719	25	A1	A1 → A1
720	32	A1	A1 → A1
...
728	10	A1	A1 → A1
729	25	A1	A1 → A1

c. Membentuk Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Selanjutnya adalah menyusun FLRG dengan mengumpulkan FLR berdasarkan *current state* yang sama berdasarkan Tabel 4.14. FLRG akan ditampilkan pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 FLRG

Fungsi Keanggotaan	FLRG
A ₁	A ₁ , A ₂ , A ₄ , A ₃ , A ₅
A ₂	A ₂ , A ₁ , A ₃ , A ₅ , A ₄
A ₃	A ₂ , A ₄ , A ₃ , A ₁ , A ₅
A ₄	A ₄ , A ₁ , A ₅ , A ₃ , A ₂
A ₅	A ₄ , A ₂ , A ₅ , A ₃ , A ₁

d. Membentuk fungsi keanggotaan

Membentuk fungsi keanggotaan untuk masing-masing himpunan *fuzzy* berdasarkan metode *centroid* untuk memperoleh solusi berupa nilai *crisp*. Berikut adalah Tabel 4.16 yang akan menampilkan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*.

Tabel 4.16 Nilai Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

A _(i,j)	1	2	3	4	5
1	1	0,5	0	0	0
2	0,5	1	0,5	0	0
3	0	0,5	1	0,5	0
4	0	0	0,5	1	0,5
5	0	0	0	0,5	1

e. Inferensi dan Defuzzyfikasi

Pada tahap ini dilakukan inferensi dan defuzzyfikasi dengan melihat nilai fuzzyfikasi yang dimiliki oleh data satu hari sebelum hari yang akan

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.

diprediksi dan mencari FLRGnya. Berikut adalah tahapan dalam melakukan inferensi dan defuzzyfikasi:

- i. Melihat fuzzyfikasi satu hari sebelumnya parameter PM_{10} . Untuk memprediksi kualitas udara tanggal 22 Desember 2015, lihat fuzzyfikasi parameter PM_{10} pada tanggal 21 Desember 2015 pada Tabel 4.13 yaitu data ke 719.
- ii. Parameter PM_{10} memiliki nilai fuzzyfikasi A_1 maka berdasarkan tabel FLRG pada Tabel 4.15, FLRG dari A_1 adalah A_1, A_2, A_4, A_3 dan A_5 . Nilai inferensi diperoleh dari metode centroid pada Tabel 2.2. Inferensi PM_{10} untuk memprediksi kualitas udara tanggal 14 September 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Inferensi PM_{10} (Pelatihan)

A_{ij}	1	2	3	4	5
A_1	1	0,5	0	0	0
A_2	0,5	1	0,5	0	0
A_4	0	0	0,5	1	0,5
A_3	0	0,5	1	0,5	0
A_5	0	0	0	0,5	1
Nilai Max	1	1	1	1	1

- iii. Selanjutnya lakukan defuzzyfikasi dengan mengalikan nilai maksimal dari inferensi dengan nilai *midpoint* interval. Untuk partikel pertama, maka *midpoint* interval yang digunakan adalah *midpoint* interval ke-1 berdasarkan Tabel 4.9 yaitu [90,5 271,5 452,5 633,5 814,5].

Defuzzyfikasi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{((1 \times 90,5) + (1 \times 271,5) + (1 \times 452,5) + (1 \times 633,5) + (1 \times 814,5))}{1+1+1+1+1} \\
 &= \frac{90,5 + 271,5 + 452,5 + 633,5 + 814,5}{5} \\
 &= 452,5
 \end{aligned}$$

- iv. Untuk mendapatkan hasil prediksi, jumlahkan nilai defuzzyfikasi dengan data asli. Nilai asli PM_{10} dapat dilihat pada Tabel 4.5.

$$\begin{aligned}
 \text{Prediksi } PM_{10} &= 32 + 452,5 \\
 &= 484,5
 \end{aligned}$$

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.

- v. Setelah mendapatkan hasil prediksi, selanjutnya carilah nilai error prediksi dengan menggunakan MAPE dengan persamaan 2.8. Nilai MAPE yang diperoleh dijadikan sebagai nilai fitness partikel PSO.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{\left| \frac{32 - 484,5}{32} \right|}{1} \times 100\%$$

$$= 14,1406 \%$$

Nilai fitness 10 partikel PSO pada iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Nilai Fitness (Iterasi 1)

Partikel ke-	Nilai Fitness (1/MAPE)
1	0,0707 %
2	0,0611 %
3	0,0668 %
4	0,0643 %
5	0,0708 %
6	0,0641 %
7	0,0583 %
8	0,0648 %
9	0,0611 %
10	0,0607 %

Memperbarui P_{best} dan G_{best}

Langkah selanjutnya menentukan P_{best} dan G_{best} . Pada iterasi ke-1, P_{best} diperoleh dari nilai fitness yang dapat dilihat pada Tabel 4.18. Berikut adalah Tabel 4.19 berisi P_{best} dan G_{best} untuk masing-masing partikel.

Tabel 4.19 P_{best} dan G_{best} (Iterasi 1)

Partikel ke-	P_{best}	G_{best}
1	0,0707 %	0,0583 %
2	0,0611 %	
3	0,0668 %	
4	0,0643 %	
5	0,0708 %	
6	0,0641 %	
7	0,0583 %	
8	0,0648 %	
9	0,0611 %	

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.

10	0,0607 %	
----	----------	--

Nilai G_{best} diperoleh dengan cara membandingkan nilai P_{best} semua partikel pada iterasi ke- i dengan mengambil nilai yang paling kecil. Berdasarkan Tabel 4.19, pada iterasi ke-1 G_{best} bernilai 0,0583% dari P_{best} partikel ke-7. Untuk iterasi selanjutnya, P_{best} ditentukan dengan membandingkan nilai P_{best} masing-masing partikel dengan fitness terbaru partikel.

Memperbarui Kecepatan Partikel

Selanjutnya memperbarui kecepatan partikel dengan menggunakan persamaan 2.4. Nilai-nilai parameter PSO dapat dilihat pada Tabel 4.10. Nilai P_{best} dan G_{best} dapat dilihat pada Tabel 4.19.

$$\begin{aligned}
 V_{k+1} &= \omega \cdot V_k + c_1 \cdot R_1 \cdot (P_{best_k} - X_k) + c_2 \cdot R_2 \cdot (G_{best_k} - X_k) \\
 &= 0,6 \times 0 + 1,49445 \times 0,3 (0 - 0) + 1,49445 \times 0,2(0 - 0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Lakukan pencarian kecepatan partikel untuk semua partikel dengan menggunakan persamaan yang sama. Berikut adalah kecepatan partikel PM10 iterasi ke-1 pada Tabel 4.20

Tabel 4.20 Kecepatan Partikel PM10 (Iterasi 1)

No	Dimensi					
	1	2	3	4	5	6
1	0	-0,1196	-0,2391	-0,3587	-0,4782	-0,5978
2	0	0,2989	0,5978	0,8967	1,1956	1,4945
3	0	0,8369	1,6738	2,5107	3,3476	4,1845
4	0	1,1358	2,2716	3,4073	4,5431	5,6789
5	0	-0,6576	-1,3151	-1,9727	-2,6302	-3,2878
6	0	1,7336	3,4671	5,2007	6,9342	8,6678
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0,7173	1,4347	2,1520	2,8693	3,5867
9	0	-0,8967	-1,7933	-2,6900	-3,5866	-4,4834
10	0	1,3151	2,6302	3,9453	5,2605	6,5756

Memperbarui Posisi Partikel

Langkah selanjutnya adalah memperbarui posisi partikel dengan menjumlahkan posisi awal partikel dengan kecepatan partikel. Kecepatan partikel dapat dilihat pada Tabel 4.20. Posisi partikel diperbarui dengan menggunakan persamaan 2.5.

$$X_{j(i)} = X_{j(i-1)} + V_{j(i)}$$

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.

$$= 0 + 0$$

$$= 0$$

Lakukan pembaruan posisi partikel pada semua partikel dengan menggunakan persamaan yang sama. Berikut adalah posisi partikel PM10 terbaru pada iterasi ke 1 pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Pembaruan Posisi Partikel PM10 (Iterasi 1)

No	Dimensi					
	1	2	3	4	5	6
1	0	180,8804	361,7609	542,6413	723,5218	904,4022
2	0	179,8989	359,7978	539,6967	719,5956	899,4945
3	0	178,6369	357,2738	535,9107	714,5476	893,1845
4	0	177,9357	355,8716	533,8073	711,7431	889,6789
5	0	182,1424	364,2849	546,4273	728,5698	910,7122
6	0	176,5336	353,0671	529,6007	706,1342	882,6678
7	0	180,6	361,2	541,8	722,4	903
8	0	178,9174	357,8347	536,7520	715,6693	894,5867
9	0	182,7033	365,4067	548,1099	730,8133	913,5267
10	0	177,5151	355,0302	532,5453	710,0605	887,5756

Hasil pembaruan posisi partikel pada Tabel 4.21 dijadikan posisi awal partikel untuk iterasi selanjutnya. Lakukan langkah 6 hingga 11 untuk iterasi selanjutnya hingga memperoleh posisi partikel terbaik (interval terbaik). Berikut ini tabel posisi partikel terbaik pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Posisi Partikel Terbaik

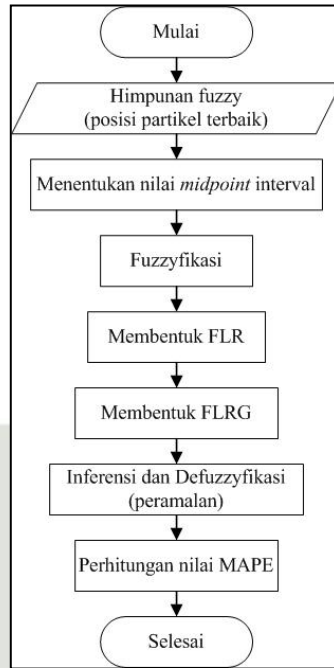
Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
PM ₁₀	0	179,9428	359,8856	539,8284	719,7712
	179,9428	359,8856	539,8284	719,7712	899,7140
SO ₂	0	21,2729	42,5458	63,8186	85,0915
	21,2729	42,5458	63,8186	85,0915	106,3644
CO	0	42,6678	85,3356	128,0034	170,6712
	42,6678	85,3356	128,0034	170,6712	213,3390
O ₃	2,7013	47,6208	92,5403	137,4597	182,3792
	47,6208	92,5403	137,4597	182,3792	227,2987
NO ₂	0	28,5144	57,0288	85,5432	114,0576
	28,5144	57,0288	85,5432	114,0576	142,5720

4.2.2 Pengujian

Setelah mendapatkan posisi partikel terbaik, maka posisi tersebut dijadikan sebagai interval FTS yang akan digunakan dalam pengujian FTS. Berikut adalah flowchart pengujian FTS-PSO pada Gambar 4.2.

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.



Gambar 4.2 Flowchart Pengujian FTS-PSO

1. Himpunan *Fuzzy* (Posisi Partikel Terbaik)

Himpunan *fuzzy* yang merupakan interval terbaik yang digunakan pada pengujian adalah posisi partikel terbaik dari proses pelatihan menggunakan FTS-PSO. Himpunan *fuzzy* yang digunakan pada pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.22.

2. Menentukan Nilai *Midpoint* Interval

Pada tahap pengujian untuk pencarian nilai *midpoint* interval, interval yang digunakan adalah posisi partikel terbaik pada metode PSO yang dapat dilihat pada Tabel 4.22. Untuk menentukan nilai *midpoint* interval menggunakan persamaan 2.3.

$$\begin{aligned}
 m_{PM10} &= \frac{\text{batas atas} + \text{batas bawah}}{2} \\
 &= \frac{179,9428 + 0}{2} \\
 &= 89,971
 \end{aligned}$$

Lakukan pencarian nilai *midpoint* interval untuk semua parameter. Berikut adalah Tabel 4.23 yang menampilkan nilai *midpoint* interval.

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 4.23 Nilai *Midpoint* Interval Terbaik

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	89,971	269,914	449,857	629,799	809,743
2	SO ₂	10,636	31,909	53,182	74,455	95,728
3	CO	21,334	64,002	106,669	149,337	192,005
4	O ₃	25,161	70,081	115	159,919	204,839
5	NO ₂	14,257	42,772	71,286	99,800	128,315

3. Fuzzyfikasi

Pada tahapan ini dilakukan fuzzyfikasi dengan menentukan fungsi keanggotaan masing-masing data historis. Fungsi keanggotaan ditentukan berdasarkan interval FTS yang telah diperoleh dari partikel terbaik PSO. Berikut akan ditampilkan hasil fuzzyfikasi setiap data historis parameter PM₁₀ pada Tabel 4.24 (Selengkapnya dapat dilihat di Lampiran E).

Tabel 4.24 Fuzzyfikasi PM₁₀ (Pengujian)

No.	Nilai PM ₁₀	Fuzzyfikasi
1	47	A1
2	48	A1
3	37	A1
4	24	A1
5	25	A1
...
659	870	A5
660	550	A4
661	853	A5
...
718	21	A1
719	25	A1

4. Membentuk FLR

Setelah mendapatkan fungsi keanggotaan, langkah berikutnya ialah membentuk FLR berdasarkan hubungan antar data ($x_{i-1} \rightarrow x_i$) yang telah difuzzyfikasi pada Tabel 4.24. Tabel 4.25 menampilkan hasil FLR (Selengkapnya dapat dilihat di Lampiran F).

Tabel 4.25 Hasil FLR (Pengujian)

No.	Nilai PM ₁₀	Fuzzyfikasi	FLR
1	47	A1	-
2	48	A1	A1 → A1
3	37	A1	A1 → A1
4	24	A1	A1 → A1
5	25	A1	A1 → A1

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.

No.	Nilai PM ₁₀	Fuzzyfikasi	FLR
...
659	870	A5	A5 → A5
660	550	A4	A5 → A4
661	853	A5	A4 → A5
...
718	21	A1	A1 → A1
719	25	A1	A1 → A1

5. Membentuk FLRG

Selanjutnya ialah menyusun FLRG dengan mengumpulkan FLR berdasarkan *current state* yang sama berdasarkan Tabel 4.25. FLRG akan ditampilkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 FLRG (Pengujian)

Fungsi Keanggotaan	FLRG
A ₁	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅
A ₂	A ₂ , A ₁ , A ₃ , A ₅ , A ₄
A ₃	A ₂ , A ₄ , A ₃ , A ₁ , A ₅
A ₄	A ₄ , A ₁ , A ₅ , A ₃ , A ₂
A ₅	A ₄ , A ₂ , A ₅ , A ₃ , A ₁

6. Inferensi dan Defuzzyfikasi

Pada tahap ini dilakukan inferensi dan defuzzyfikasi dengan melihat nilai fuzzyfikasi yang dimiliki oleh data satu hari sebelum hari yang akan diprediksi dan mencari FLRGnya. Berikut adalah tahapan dalam melakukan inferensi dan defuzzyfikasi:

- i. Melihat hasil fuzzyfikasi satu hari sebelumnya parameter PM₁₀. Untuk memprediksi kualitas udara tanggal 22 Desember 2015. Lihat fuzzyfikasi parameter PM₁₀ pada tanggal 21 Desember 2015 pada Tabel 4.24.
- ii. Parameter PM₁₀ memiliki fuzzyfikasi A₁. Berdasarkan tabel FLRG pada Tabel 4.26, maka FLRG dari A₁ adalah A₁ , A₂ , A₃ , A₄ dan A₅. Nilai inferensi diperoleh dari metode *centroid* pada Tabel 2.2. Inferensi PM₁₀ untuk memprediksi kualitas udara tanggal 14 September 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.27.

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 4.27 Inferensi PM₁₀ (Pengujian)

A _{ij}	1	2	3	4	5
A ₁	1	0,5	0	0	0
A ₂	0,5	1	0,5	0	0
A ₃	0	0,5	1	0,5	0
A ₄	0	0	0,5	1	0,5
A ₅	0	0	0	0,5	1
Nilai Max	1	1	1	1	1

iii. Selanjutnya lakukan defuzzyfikasi dengan mengalikan nilai maksimal dari inferensi dengan nilai *midpoint* interval. Interval yang digunakan adalah interval hasil partikel terbaik pada metode PSO. Nilai *midpoint* interval PM₁₀ dapat dilihat pada Tabel 4.23 yaitu [89,971 269,914 449,857 629,799 809,743].

Defuzzyfikasi(PM₁₀)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{((1 \times 89,971) + (1 \times 269,914) + (1 \times 449,857) + (1 \times 629,799) + (1 \times 809,743))}{1+1+1+1+1} \\
 &= \frac{89,971 + 269,914 + 449,857 + 629,799 + 809,743}{5} \\
 &= \frac{2249,285}{5} \\
 &= 449,857
 \end{aligned}$$

iv. Untuk mendapatkan hasil prediksi, jumlahkan nilai defuzzyfikasi dengan data asli. Nilai asli PM₁₀ dapat dilihat pada Tabel 4.5.

$$\begin{aligned}
 \text{Prediksi PM}_{10} &= 32 + 449,857 \\
 &= 481,857
 \end{aligned}$$

Lakukan dengan cara yang sama untuk memperoleh hasil prediksi untuk semua parameter dan semua data uji. Berikut adalah tabel hasil prediksi kualitas udara (PM₁₀, SO₂, CO, O₃, dan NO₂) untuk seluruh data uji pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Hasil Prediksi Kualitas Udara

No.	Tanggal	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
1	22/12/2015	481,8570	56,1822	109,6695	137,0000	75,2860
2	23/12/2015	477,0455	60,7277	99,9809	120,8634	66,0064
3	24/12/2015	485,1822	45,3506	105,7733	149,6102	88,4746
4	25/12/2015	477,1430	45,4025	109,2733	150,1102	64,4025
5	26/12/2015	492,5201	38,2595	81,6494	176,0847	83,1303
6	27/12/2015	488,9809	50,8379	104,5265	157,2140	81,0265

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.

No.	Tanggal	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
7	28/12/2015	495,5847	34,0000	103,4354	159,8443	85,6822
8	29/12/2015	447,5191	39,0000	108,3188	125,3506	58,4025
9	30/12/2015	475,5720	53,6822	99,1886	120,8634	87,6695
10	31/12/2015	463,3634	54,0328	105,4354	129,4545	64,2987

Setelah didapatkan hasil prediksi angka setiap parameter pengukur kualitas udara, selanjutnya adalah menentukan kualitas udara berdasarkan kategori ISPU pada Tabel 2.1 dengan menggunakan rentang nilai dari interval terbaik berdasarkan Tabel 4.22. Pada data uji pertama tanggal 22 Desember 2015 yaitu PM₁₀ bernilai 481,8570, SO₂ bernilai 56,1822, CO bernilai 109,6695, O₃ bernilai 137 dan NO₂ bernilai 75,2860 didapatkan nilai tertinggi berada pada parameter PM₁₀. Maka untuk menentukan kualitas udara pada hari itu lihatlah interval terbaik dari PM₁₀ pada Tabel 4.22. Berikut adalah interval terbaik untuk PM₁₀ pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Interval Terbaik PM₁₀

Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
PM ₁₀	0	179,9428	359,8856	539,8284	719,7712
	179,9428	359,8856	539,8284	719,7712	899,7140

Berdasarkan Tabel 4.29, nilai 481,8570 berada di rentang ke-3 yaitu [359,8856 539,8284]. Maka kualitas udara hari itu berdasarkan keterangan pada Tabel 4.12 bernilai “Tidak Sehat”. Dengan cara yang sama lakukan untuk seluruh data uji. Berikut adalah hasil kualitas udara untuk seluruh data uji pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil Kualitas Udara Seluruh Data Uji

No.	Tanggal	Kategori ISPU
1	22/12/2015	Tidak Sehat
2	23/12/2015	Tidak Sehat
3	24/12/2015	Tidak Sehat
4	25/12/2015	Tidak Sehat
5	26/12/2015	Tidak Sehat
6	27/12/2015	Tidak Sehat
7	28/12/2015	Tidak Sehat
8	29/12/2015	Tidak Sehat
9	30/12/2015	Tidak Sehat
10	31/12/2015	Tidak Sehat

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. Perhitungan Nilai MAPE

Selanjutnya menghitung nilai MAPE dengan menggunakan persamaan 2.8. Berikut adalah perhitungan nilai MAPE PM_{10} pada proses pengujian dengan menggunakan data uji pertama. X_t merupakan nilai aktual untuk masing-masing parameter yang dapat dilihat pada Tabel 4.5. F_t merupakan nilai prediksi untuk masing-masing parameter yang dapat dilihat pada Tabel 4.28.

$$MAPE_{PM10} = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{\left| \frac{32 - 481,857}{32} \right|}{1} \times 100\%$$

$$= 14,0580\%$$

Lakukan dengan menggunakan persamaan yang sama untuk mencari nilai MAPE seluruh parameter pada masing-masing partikel. Berikut adalah tabel nilai MAPE untuk masing-masing partikel untuk data uji pertama pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Nilai MAPE Semua Partikel

No.	Partikel	Nilai MAPE	Jumlah	Rata-rata MAPE
1	PM_{10}	14,0580 %	90,3907 %	18,0781 %
2	SO_2	17,7274 %		
3	CO	35,5565 %		
4	O_3	5,2273 %		
5	NO_2	17,8215 %		

Lakukan perhitungan nilai MAPE untuk seluruh parameter pada data uji. Berikut adalah nilai MAPE untuk seluruh data uji pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Nilai MAPE Untuk Seluruh Data Uji

No.	MAPE (%)					Rata-rata
	PM_{10}	SO_2	CO	O_3	NO_2	
1	14,0580	17,7274	35,5565	5,2273	17,8215	18,0781
2	18,8769	19,2426	48,9905	8,2972	15,5016	22,1817
3	21,0537	0	34,2578	2,5621	16,6949	14,9137
4	13,0336	0	26,3183	2,5741	9,7338	10,3320
5	17,9431	0	26,2165	3,1925	40,5651	17,5834
6	18,5592	0	51,2632	2,7434	26,0088	19,7149
7	10,0065	0	10,4928	2,8058	20,4205	8,7451
8	43,7519	8,7500	107,3188	10,3955	13,6006	36,7634

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.

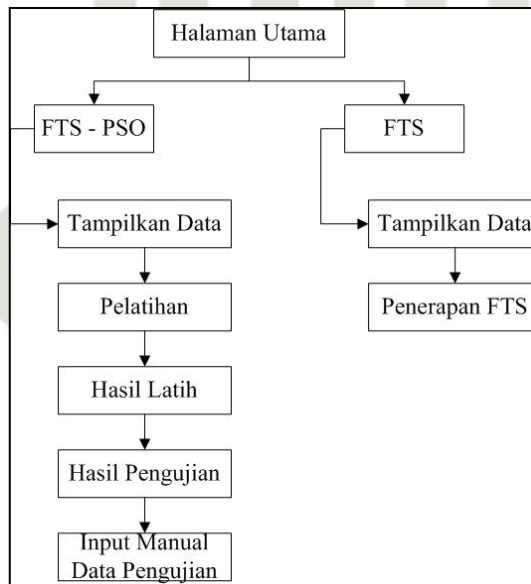
No.	MAPE (%)					Rata-rata
	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	
9	46,5572	12,4205	0	7,6331	28,2232	18,9668
10	17,5345	12,5082	34,1451	5,4727	11,8597	16,3041

4.3 Perancangan

Perancangan sistem pada penelitian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu perancangan struktur menu dan perancangan antarmuka (*interface*).

4.3.1 Perancangan Struktur Menu

Perancangan struktur menu ialah perancangan susunan menu-menu yang ada pada sistem. Berikut adalah struktur menu sistem pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Perancangan Struktur Menu

4.3.2 Perancangan Antarmuka (*Interface*)

Perancangan antarmuka merupakan sarana pengembangan sistem untuk memberi kemudahan komunikasi antara pengguna dan sistem. Berikut adalah perancangan antarmuka sistem yang digunakan pada penelitian ini:

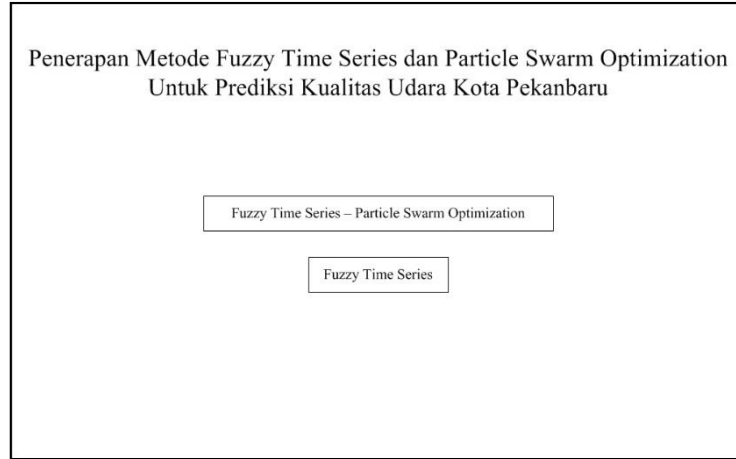
1. Halaman Utama

Halaman utama merupakan halaman yang pertama kali muncul pada saat menjalankan sistem. Pada halaman ini terdapat dua tombol yaitu tombol FTS-PSO dan tombol FTS. Tombol FTS-PSO akan mengarahkan pengguna kepada halaman sistem penerapan FTS-PSO. Tombol FTS akan

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.

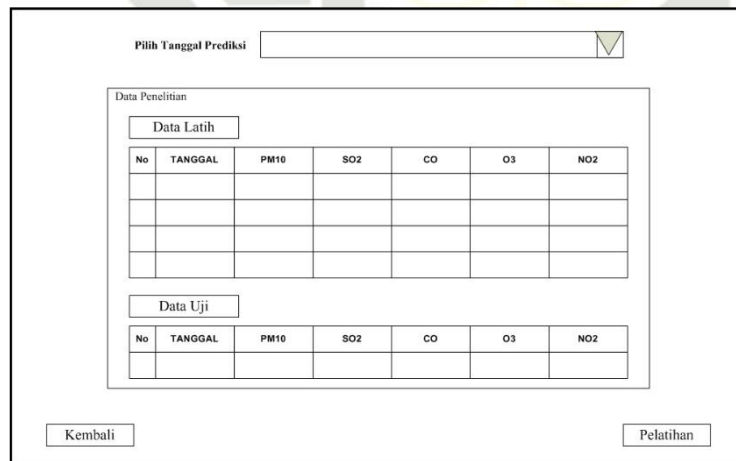
mengarahkan pengguna kepada halaman sistem penerapan FTS. Berikut adalah perancangan antarmuka halaman utama pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Perancangan Antarmuka Halaman Utama

2. Halaman Tampilkan Data Penelitian

Halaman ini bertujuan untuk menampilkan seluruh data penelitian yaitu data kualitas udara. Pada halaman ini akan ditampilkan parameter pengukuran kualitas udara beserta kelas kualitas udara. Berikut adalah perancangan halaman tampilkan data penelitian pada Gambar 4.5.



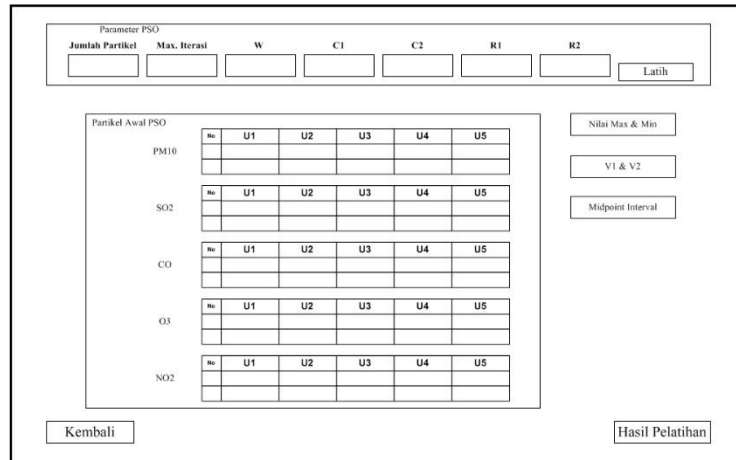
Gambar 4.5 Perancangan Antarmuka Halaman Tampilkan Data Penelitian

3. Halaman Pelatihan

Halaman ini merupakan halaman pelatihan metode FTS-PSO. Pada halaman ini akan menampilkan panel masukan parameter PSO dan panel partikel awal PSO. Berikut adalah perancangan halaman pelatihan pada Gambar 4.6.

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.



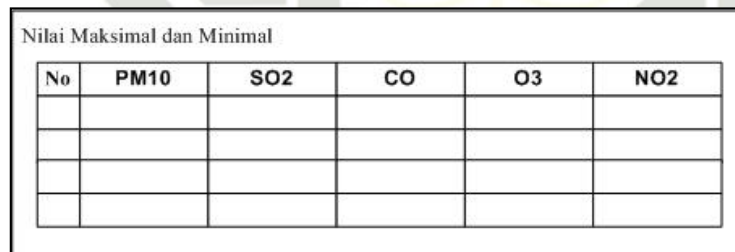
The screenshot shows a web interface for PSO training. At the top, there are input fields for 'Parameter PSO' including 'Jumlah Partikel', 'Max. Iterasi', 'W', 'C1', 'C2', 'R1', and 'R2', along with a 'Latih' button. Below this is a 'Panel Awal PSO' section containing a table with columns 'No' and 'U1' through 'U5' for various pollutant types: PM10, SO2, CO, O3, and NO2. To the right of the table are three buttons: 'Nilai Max & Min', 'V1 & V2', and 'Midpoint Interval'. At the bottom left is a 'Kembali' button and at the bottom right is a 'Hasil Pelatihan' button.

Gambar 4.6 Perancangan Antarmuka Halaman Pelatihan

Pada halaman ini terdapat tiga tombol tambahan untuk menampilkan *pop-up* hasil pelatihan. Berikut adalah perancangan halaman *pop-up* untuk masing-masing tombol.

- a. Perancangan Antarmuka *Pop-up* Nilai Maksimal dan Minimal

Halaman ini menampilkan hasil nilai maksimal dan nilai minimal dari seluruh data pelatihan kedalam tabel. Berikut adalah perancangan antarmuka *pop-up* nilai maksimal dan minimal pada Gambar 4.7.



The screenshot shows a pop-up window titled 'Nilai Maksimal dan Minimal'. It contains a table with the following structure:

No	PM10	SO2	CO	O3	NO2

Gambar 4.7 Perancangan Antarmuka *Pop-up* Nilai Maksimal dan Minimal

- b. Perancangan Antarmuka *Pop-up* Nilai V1 dan V2

Halaman ini menampilkan nilai V1 dan V2 kedalam dua tabel terpisah. Berikut adalah perancangan antarmuka *pop-up* nilai V1 dan V2 pada Gambar 4.8.

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.

Nilai V1					
No	PM10	SO2	CO	O3	NO2

Nilai V2					
No	PM10	SO2	CO	O3	NO2

Gambar 4.8 Perancangan Antarmuka *Pop-up* Nilai V1 dan V2

- c. Perancangan Antarmuka *Pop-up Midpoint Interval* Partikel Awal PSO
 Halaman ini menampilkan nilai *midpoint* interval pada partikel awal PSO. Nilai *midpoint* masing-masing parameter akan ditampilkan pada tabel yang berbeda. Berikut adalah perancangan antarmuka *pop-up midpoint* interval partikel awal PSO pada Gambar 4.9.

Midpoint Interval						
PM10	No	U1	U2	U3	U4	U5
SO2	No	U1	U2	U3	U4	U5
CO	No	U1	U2	U3	U4	U5
O3	No	U1	U2	U3	U4	U5
NO2	No	U1	U2	U3	U4	U5

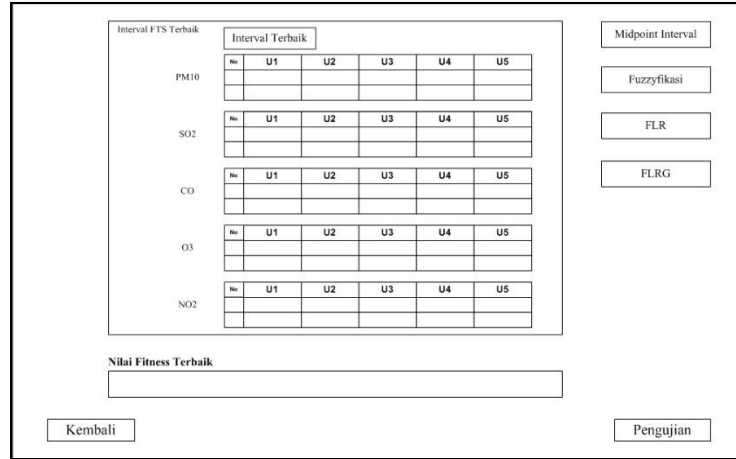
Gambar 4.9 Perancangan Antarmuka *Pop-up Midpoint Interval* Partikel Awal PSO

4. Halaman Hasil Pelatihan
 Halaman ini merupakan halaman hasil pelatihan FTS-PSO dari halaman sebelumnya. Pada halaman ini akan ditampilkan posisi partikel PSO terbaik yang merupakan interval terbaik. Di halaman ini juga menampilkan nilai

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.

fitness dari interval terbaik tersebut. Berikut adalah perancangan halaman hasil pelatihan pada Gambar 4.10.



Interval Terbaik					
No	U1	U2	U3	U4	U5
PM10					
SO2					
CO					
O3					
NO2					

Midpoint Interval
Fuzzyfikasi
FLR
FLRG

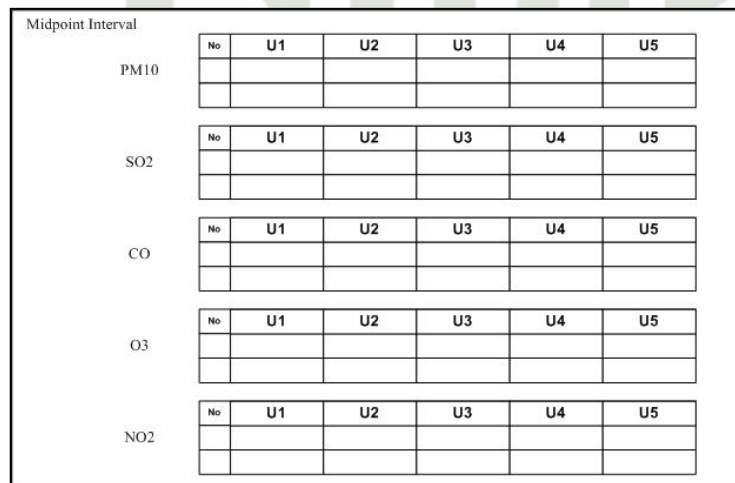
Nilai Fitness Terbaik

Kembali Pengujian

Gambar 4.10 Perancangan Antarmuka Halaman Hasil Pelatihan

Pada halaman ini terdapat empat tombol tambahan yang akan menampilkan *pop-up* dari hasil pelatihan. Berikut adalah perancangan antarmuka untuk masing-masing halaman *pop-up*.

- a. Perancangan Antarmuka *Pop-up Midpoint* dari Interval Terbaik
 Halaman ini menampilkan nilai *midpoint* dari interval terbaik hasil pelatihan dengan menggunakan PSO. Berikut adalah perancangan antarmuka *pop-up midpoint* interval terbaik pada Gambar 4.11.



Midpoint Interval					
No	U1	U2	U3	U4	U5
PM10					
SO2					
CO					
O3					
NO2					

Gambar4.11 Perancangan Antarmuka *Pop-up Midpoint* dari Interval Terbaik

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. Perancangan Antarmuka *Pop-up* Hasil Fuzzyfikasi

Pada halaman ini akan ditampilkan hasil fuzzyfikasi masing-masing data pelatihan berdasarkan interval terbaik. Berikut adalah perancangan antarmuka *pop-up* hasil fuzzyfikasi pada Gambar 4.12.

No	PM10	SO2	CO	O3	NO2

Gambar 4.12 Perancangan Antarmuka *Pop-up* Hasil Fuzzyfikasi

c. Perancangan Antarmuka *Pop-up* Hasil FLR

Pada halaman ini akan ditampilkan hasil FLR seluruh data pelatihan untuk masing-masing parameter kedalam sebuah tabel. Berikut adalah perancangan antarmuka *pop-up* hasil FLR pada Gambar 4.13.

No	PM10	SO2	CO	O3	NO2

Gambar 4.13 Perancangan Antarmuka *Pop-up* Hasil FLR

d. Perancangan Antarmuka *Pop-up* Hasil FLRG

Pada halaman ini akan menampilkan hasil FLRG dalam sebuah tabel. Berikut adalah perancangan antarmuka *pop-up* hasil FLRG pada Gambar 4.14.

	FLRG				
A1					
A2					
A3					
A4					
A5					

Gambar 4.14 Perancangan Antarmuka *Pop-up* Hasil FLRG

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.

5. Halaman Pengujian

Halaman pengujian merupakan halaman yang menampilkan hasil pengujian dari FTS-PSO. Pada halaman ini terdapat tabel untuk menampilkan hasil pengujian dan *text editor* untuk menampilkan nilai MAPE. Berikut adalah perancangan halaman pengujian pada Gambar 4.15.

No	PM10	SO2	CO	O3	NO2	Kategori ISPU

Gambar 4.15 Perancangan Antarmuka Halaman Pengujian

6. Halaman Input Manual Data Pengujian

Pada halaman ini terdapat lima *text editor* untuk memasukkan data pengujian baru untuk seluruh parameter pengukur kualitas udara. Berikut adalah perancangan antarmuka halaman input manual data pengujian pada Gambar 4.16.

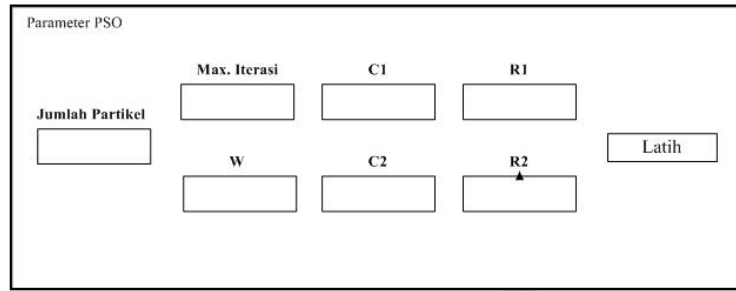
Gambar 4.16 Perancangan Antarmuka Input Manual Data Pengujian

7. Halaman *Pop-up* Parameter PSO (*input* manual data pengujian)

Pada halaman *input* manual data pengujian terdapat tombol prediksi. Ketika tombol prediksi ditekan, maka akan muncul halaman *pop-up* untuk masukan parameter PSO. Berikut adalah perancangan halaman *pop-up* parameter PSO pada Gambar 4.17.

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.

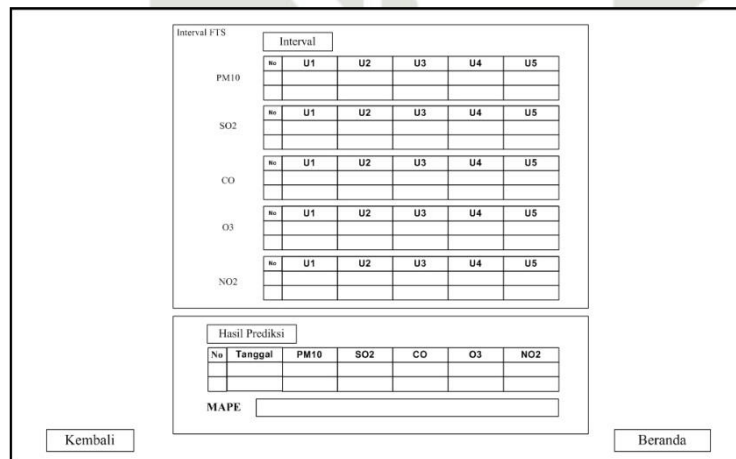


Gambar 4.17 Perancangan Antarmuka *Pop-up* Parameter PSO

Setelah proses pelatihan, maka pengguna akan dialihkan ke halaman hasil pengujian kembali. Hasil dari prediksi menggunakan data baru akan ditampilkan pada halaman tersebut.

8. Halaman Penerapan *Fuzzy Time Series*

Sebelum masuk ke halaman penerapan FTS, akan ditampilkan terlebih dahulu halaman data penelitian yang mana memiliki tampilan yang sama pada FTS-PSO. Halaman penerapan FTS merupakan halaman sistem yang hanya menerapkan metode FTS untuk melakukan prediksi kualitas udara. Pada halaman ini terdapat dua panel yaitu panel interval FTS dan panel hasil pengujian beserta nilai MAPE. Berikut adalah perancangan halaman penerapan FTS pada Gambar 4.18.



Interval FTS					
No	U1	U2	U3	U4	U5
PM10					
SO2					
CO					
O3					
NO2					

Hasil Prediksi						
No	Tanggal	PM10	SO2	CO	O3	NO2

MAPE:

Gambar 4.18 Perancangan Antarmuka Halaman Penerapan FTS

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 VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan dari penerapan optimasi interval *Fuzzy Time Series* dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* untuk memprediksi kualitas udara di Kota Pekanbaru adalah sebagai berikut:

1. Penerapan optimasi interval FTS dengan menggunakan PSO untuk memprediksi kualitas udara di Kota Pekanbaru telah berhasil dilakukan.
2. Pengujian akurasi dilakukan dengan menggunakan MAPE dengan hasil nilai *error* sebesar 18,3583% dengan jumlah data 729 dan memiliki 5 parameter.
3. Berdasarkan hasil pengujian dengan kombinasi parameter PSO dapat ditarik kesimpulan bahwasannya semakin besar nilai bobot inersia (ω) yang digunakan, maka akan semakin besar nilai eror prediksi yang dihasilkan.

6.2 Saran

Saran untuk pengembangan penelitian ini pada masa yang akan datang adalah:

1. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan data yang lengkap sehingga tidak perlu melakukan proses penanganan *missing value*.
2. Menambahkan jumlah interval FTS untuk menguji apakah dengan menambahkan jumlah interval FTS dapat mempengaruhi akurasi metode.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L. (2011). A Fuzzy Time Series Model for Kuala Lumpur Composite Index Forecasting, 0–4.
- Abdullah, L., & Taib, I. (2011). High Order Fuzzy Time Series for Exchange Rates Forecasting, (June), 28–29.
- Aditama, P. D. T. Y. (2014). Dampak Kesehatan Akibat Polusi Udara. Retrieved July 26, 2018, from <http://simp2p.kemkes.go.id/blog/2014/04/dampak-kesehatan-akibat-polusi>
- Admirani, I. (2014). Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Laba Pada Perusahaan, 19–31.
- Adwandha, D. P., Ratnawati, D. E., & Adikara, P. P. (2018). Prediksi Jumlah Pengangguran Terbuka di Indonesia menggunakan Metode Genetic-Based Backpropagation, (April 2017).
- Arifien, N. F., Arifin, S., Widjiantoro, B. L., & Aisjah, A. S. (2012). Prediksi Kadar Polutan Dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Untuk Pemantauan, 1–11.
- Cholissodin, I. (2016). Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Gizi Keluarga Menggunakan Particle Swarm, (September).
- Chou, M.-T. (2012). Prediction of Asian Steel Price Index Using Fuzzy Time Series, 1–4. <https://doi.org/10.1109/IBICA.2012.26>
- Dani, S., Khan, A. J., & Sharma, S. (2019). Forecasting Average Rainfall Model Based on Fuzzy Time Series in Chhattisgarh State, 4(6), 225–232.
- Datta, S., & Choudhury, J. P. (2016). A Framework of Multivariant Statistical model based tool using Particle Swarm Optimization with Fuzzy Data for the classification of Yeast Data.
- Dinas Pengelolaan Lingkungan Hidup Provinsi. (2017). Kegiatan Pemantauan Dan Pengendalian Kualitas Udara Ambien Tahun 2017.
- Dwi, A. A. R., Setiawan, B. D., & Tibyani. (2018). Optimasi Interval Fuzzy Time

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.

Series Menggunakan Particle Swarm Optimization pada Peramalan Permintaan Darah : Studi Kasus Unit Transfusi Darah Cabang - PMI Kota Malang, 2(7), 2770–2779.

Ganesh, S. S., Reddy, N. B., & Arulmozhiyarman, P. (2017). Forecasting Air Quality Index Based on Mamdani Fuzzy Inference System.

Hafiz. (2015). Pekanbaru Kota Besar Dengan Polusi Udara Terparah Se-Indonesia. Retrieved July 26, 2018, from <http://riaugreen.com/view/Pekanbaru/9293/Pekanbaru-Kota-Besar-Dengan-Polusi-Udara-Terparah-Se-Indonesia.html#.W1klj9UzbDd>

Hasbiollah, M., & Hakim, R. F. (2015). Peramalan konsumsi gas indonesia menggunakan algoritma, (2009), 508–518.

Hsu, L., Horng, S., Kao, T., Chen, Y., & Run, R. (2010). Expert Systems with Applications Temperature prediction and TAIEX forecasting based on fuzzy relationships and MTPSO techniques q. *Expert Systems With Applications*, 37(4), 2756–2770. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.09.015>

Huang, Y.-L., Horng, S.-J., Kao, T.-W., Kuo, I.-H., & Takao, T. (2012). A Hybrid Forecasting Model Based on Adaptive Fuzzy Time Series and Particle Swarm Optimization. *2012 International Symposium on Biometrics and Security Technologies*, 66–70. <https://doi.org/10.1109/ISBAST.2012.23>

W. ., Vong, C. ., Yang, J. ., & Wong, P. . (2010). Forecasting Daily Ambient Air Pollution Based on Least Squares Support Vector Machines, 571–575.

Chikomah, L., & Cholissodin, I. (2017). Implementasi Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Gizi Balita, 1(11).

Kang, Z., & Qu, Z. (2017). Application of BP Neural Network Optimized by Genetic Simulated Annealing Algorithm to Prediction of Air Quality Index in Lanzhou, 155–160.

Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2010). *Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Restari, A. R. T., Rofiqoh, U., Robbana, S., Nurjanah, W. E., Wulandari, U. L., & Cholissodin, I. (2017). Penentuan Komposisi Bahan Makanan Bagi Penderita

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.

Gagal Ginjal Akut Dengan Algoritma Genetika, 4.

- Y., & Tao, Y. (2017). PM10 Concentration Forecast Based on Wavelet Support Vector Machine. *2017 International Conference on Sensing, Diagnostics, Prognostics, and Control (SDPC)*, 383–386. <https://doi.org/10.1109/SDPC.2017.79>
- Lu, W., Niu, K., He, Z., & Li, Y. (2016). Trend Prediction of Hot Words in Weibo Based on Fuzzy Time Series, 354–358.
- Mandariansah, T., Setiawan, B. D., & Wihandika, R. C. (2018). Optimasi Fuzzy Time Series Untuk Peramalan Kebutuhan Hidup Layak Kota Kediri Dengan Menggunakan Algoritme Genetika, (May).
- Mukhlis, I. F. (2016). Optimasi PSO Untuk Peramalan Harga Emas Secara Rentet Waktu, 5(1), 73–77.
- Nurmalasari, E., Soesanto, O., & Indriani, F. (2017). Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) Untuk Optimasi Nilai Center Radial Basis Probabilistic Neural Network (RBPNN) Pada Klasifikasi Data Breast Cancer, 137–150.
- Oktawandari, H. H. (2014). Optimasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Menggunakan Particle Swarm Optimization.
- Organization, W. H. (2018, May). 9 Out of 10 People Worldwide Breathe Polluted Air, But More Countries Are Taking Action. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
- Palmer, A., Moreno, J. J. M., Pol, A. P., Abad, A. S., & Blasco, B. C. (2013). Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy, 3(May 2014). <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.23>
- Peraturan Pemerintah No.41 (1999).
- Palido, M., Melin, P., & Castillo, O. (2014). Optimization of ensemble neural networks with fuzzy integration using the particle swarm algorithm for the US Dollar/MX time series prediction. *IEEE Conference on Norbert Wiener in the 21st Century*, 1–7. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17747-2_14
- Paspa, M. A. (2016). Backpropagation neural network berbasis particle swarm optimization untuk prediksi harga karet spesifik teknis, 197–210.

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.

- R. Soedradjad. (1999). *Lingkungan Hidup*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Saadah, S., & Handayani, E. (2016). Model Autoregressive yang Dioptimasi Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Memprediksi Ketersediaan Energi Sumber Daya Mineral di Indonesia, *I*(August), 1–12. <https://doi.org/10.21108/indojc.2016.1.2.27>
- Sankar Ganesh, S., Arulmozhivarman, P., & Tatavarti, R. (2017). Forecasting Air Quality Index Using an Ensemble of Artificial Neural Networks and Regression Models. *Journal of Intelligent Systems*, 248–254. <https://doi.org/10.1515/jisys-2017-0277>
- Santosa, B. (2007). *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Shaban, K. B., Kadri, A., & Rezk, E. (2016). Urban Air Pollution Monitoring System With Forecasting Models. *IEEE Sensors Journal*, *16*(8), 2598–2606. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2514378>
- Sharma, Y., & Sisodia, S. (2014). Temperature Prediction Based on Fuzzy Time Series and MTPSO with Automatic Clustering Algorithm. *2014 2nd International Symposium on Computational and Business Intelligence*, 101–105. <https://doi.org/10.1109/ISCBI.2014.29>
- Somantri, O., & Supriyanto, C. (2016). Algoritme Genetika untuk Peningkatan Prediksi Kebutuhan Permintaan Energi Listrik, *5*(2), 108–114.
- Sukmawan, N., Umbara, R. F., & Rohmawati, A. A. (2015). Prediksi Indeks Harga Saham Menggunakan Kombinasi Algoritma Particle Swarm Optimization (Pso) Dan Time Variant Fuzzy Time Series (Tvfts), *2*(2), 6814–6823.
- Smartini, Hayati, M. N., & Wahyuningsih, S. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng Forecasting Using Fuzzy Time Series Cheng Method, *8*, 51–56.
- Suryono, S., Saputra, R., Surarso, B., & Sukri, H. (2017). Web-Based Fuzzy Time Series for Environmental Temperature and Relative Humidity Prediction, 36–41.
- Supriyanto. (2010). *Algoritma Optimasi: Deterministik atau Probabilitik*.

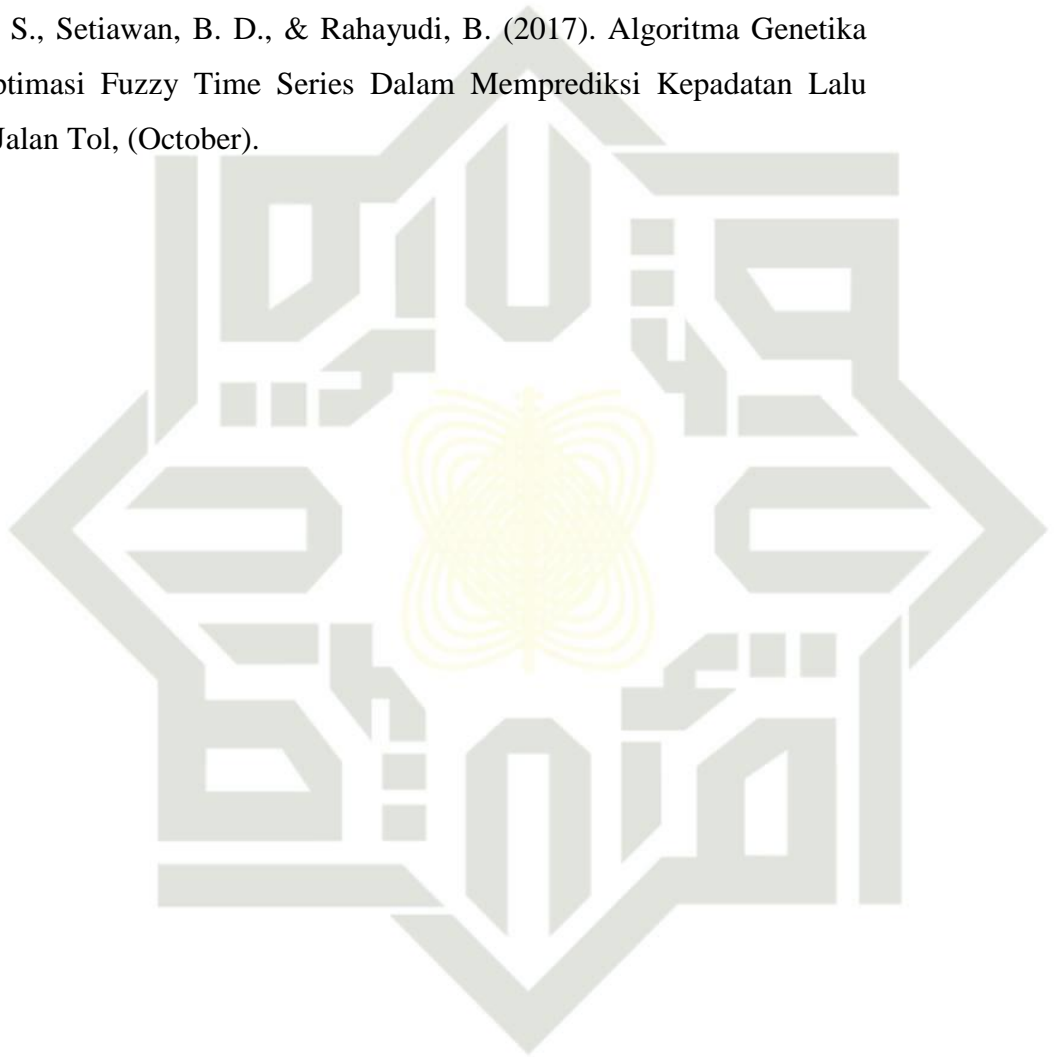


Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wajhillah, R. (2014). Optimasi Algoritma Klasifikasi C4.5 Berbasis Particle Swarm, (November).

Wang, H., Zhao, L., Du, W., & Qian, F. (2011). A hybrid method for identifying T-S fuzzy models, 11–15.

Wicaksana, A. S., Setiawan, B. D., & Rahayudi, B. (2017). Algoritma Genetika Untuk Optimasi Fuzzy Time Series Dalam Memprediksi Kepadatan Lalu Lintas di Jalan Tol, (October).



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.

LAMPIRAN A

HASIL WAWANCARA

A.1 Biodata Narasumber

Nama : Ir. Syahrial, M.Si
 Pekerjaan : PNS
 Jabatan : Kepala Laboratorium Udara Kota Pekanbaru
 Lama Bekerja : 34 Tahun

A.2 Hasil Wawancara

Narasumber = N

Pewawancara = P

P : Pak, saya sudah mendapatkan data kualitas udara Kota Pekanbaru. Lalu bagaimana caranya untuk menentukan kelas kualitas udara itu sendiri?

N : Untuk menentukan kualitas udara terdapat 5 parameter yaitu PM_{10} , SO_2 , CO , O_3 , dan NO_2 . Jadi, diantara 5 parameter tersebut yang paling jelek yang menjadi patokan untuk mengukur kualitas udara. Yang dikatakan jelek disini adalah semakin tinggi nilai dari 5 parameter tersebut maka makin jelek kualitas udaranya.

P : Bisa dicontohkan pak?

N : Rentang penilaian kualitas udara kan sudah ada yaitu 0-50 baik, 51-100 sedang, 101-199 tidak sehat, 200-299 sangat tidak sehat, dan lebih dari 300 berbahaya. Misalkan dari 5 parameter tersebut PM_{10} bernilai 75 sedangkan 4 parameter lainnya memiliki nilai dibawah 50. Maka yang jadi patokan untuk mengukur kualitas udara adalah PM_{10} . Nilai PM_{10} tersebut dibandingkan kedalam rentang kualitas udara tadi. Dari rentang tersebut bisa dilihat bahwasannya nilai 75 dari PM_{10} termasuk kedalam kategori sedang. Walaupun 4 parameter lainnya

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.

bernilai baik, tetapi karena 1 parameter bernilai sedang maka kualitas udara hari itu adalah sedang.

Narasumber

()



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.

LAMPIRAN B

DATA PENELITIAN

Tabel B.1 Data Penelitian

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
1	1-Jan-14	47	51	8	67	2
2	2-Jan-14	48	51	9	37	2
3	3-Jan-14	37	51	9	26	2
4	4-Jan-14	24	50	2	51	1
5	5-Jan-14	25	50	3	-	1
6	6-Jan-14	18	50	3	53	2
7	7-Jan-14	15	50	6	61	1
8	8-Jan-14	20	50	4	-	1
9	9-Jan-14	27	50	7	-	2
10	10-Jan-14	34	50	5	-	2
11	11-Jan-14	31	50	4	40	1
12	12-Jan-14	11	50	3	21	2
13	13-Jan-14	11	50	4	-	1
14	14-Jan-14	20	50	3	-	1
15	15-Jan-14	35	50	2	76	2
16	16-Jan-14	36	50	6	63	2
17	17-Jan-14	37	50	4	66	3
18	18-Jan-14	48	50	5	66	3
19	19-Jan-14	38	50	6	65	3
20	20-Jan-14	60	50	13	49	3
21	21-Jan-14	33	49	6	74	5
22	22-Jan-14	41	50	8	79	7
23	23-Jan-14	58	49	8	77	8
24	24-Jan-14	56	49	9	110	11
25	25-Jan-14	52	49	11	89	17
26	26-Jan-14	54	49	15	90	21
27	27-Jan-14	48	49	13	104	41
28	28-Jan-14	54	50	14	66	22
29	29-Jan-14	36	50	6	58	18
30	30-Jan-14	52	50	11	75	39

© 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.



No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
31	31-Jan-14	71	2	14	-	64
32	1-Feb-14	85	3	16	-	43
33	2-Feb-14	65	0	9	70	30
34	3-Feb-14	58	0	6	78	1
35	4-Feb-14	50	50	5	50	17
36	5-Feb-14	57	50	10	70	30
37	6-Feb-14	68	50	9	69	29
38	7-Feb-14	95	51	25	68	81
39	8-Feb-14	87	0	22	-	64
40	9-Feb-14	53	0	12	-	55
41	10-Feb-14	59	0	13	-	18
42	11-Feb-14	64	50	20	39	58
43	12-Feb-14	94	50	18	59	42
44	13-Feb-14	104	2	33	-	59
45	14-Feb-14	96	51	24	61	38
46	15-Feb-14	113	51	29	47	75
47	16-Feb-14	103	5	31	-	101
48	17-Feb-14	105	51	25	50	50
49	18-Feb-14	155	51	48	42	47
50	19-Feb-14	140	-	53	-	70
51	20-Feb-14	127	51	47	37	89
52	21-Feb-14	95	51	13	42	2
53	22-Feb-14	114	51	13	41	3
54	23-Feb-14	98	51	15	53	2
55	24-Feb-14	167	52	24	58	3
56	25-Feb-14	182	52	45	65	76
57	26-Feb-14	194	52	39	57	63
58	27-Feb-14	176	52	35	131	41
59	28-Feb-14	155	52	32	51	43
60	1-Mar-14	174	52	40	129	58
61	2-Mar-14	58	-	41	195	68
62	3-Mar-14	116	52	34	82	53
63	4-Mar-14	123	51	31	46	3
64	5-Mar-14	177	52	45	130	3
65	6-Mar-14	141	52	35	136	3
66	7-Mar-14	195	52	41	187	3
67	8-Mar-14	213	52	48	183	3

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 Ziliindungi Undang-Undang

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
68	9-Mar-14	350	2	75	197	3
69	10-Mar-14	294	52	50	52	1
70	11-Mar-14	241	53	49	210	55
71	12-Mar-14	305	54	49	211	71
72	13-Mar-14	345	57	75	27	1
73	14-Mar-14	500	57	75	27	12
74	15-Mar-14	351	57	53	32	2
75	16-Mar-14	119	54	19	24	2
76	17-Mar-14	71	54	13	41	2
77	18-Mar-14	53	53	6	44	2
78	19-Mar-14	37	50	4	34	2
79	20-Mar-14	58	22	5	38	2
80	21-Mar-14	41	20	6	41	26
81	22-Mar-14	25	18	5	32	5
82	23-Mar-14	59	10	22	45	30
83	24-Mar-14	63	9	15	50	49
84	25-Mar-14	83	19	14	71	66
85	26-Mar-14	95	5	21	68	87
86	27-Mar-14	82	4	18	53	42
87	28-Mar-14	115	5	37	60	45
88	29-Mar-14	77	19	18	71	4
89	30-Mar-14	83	4	19	76	58
90	31-Mar-14	78	5	19	65	35
91	1-Apr-14	33	18	8	43	33
92	2-Apr-14	25	17	10	56	24
93	3-Apr-14	44	19	22	42	33
94	4-Apr-14	-	22	7	-	8
95	5-Apr-14	10	16	6	29	2
96	6-Apr-14	15	16	4	25	2
97	7-Apr-14	17	16	8	32	3
98	8-Apr-14	26	16	7	39	3
99	9-Apr-14	47	16	4	34	8
100	10-Apr-14	25	16	3	36	3
...
638	1-Okt-2015	543	15	47	62	68
639	2-Okt-2015	129	15	34	70	75
640	3-Okt-2015	171	14	23	93	31
641	4-Okt-2015	832	15	45	89	85
642	5-Okt-2015	701	14	43	57	47

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 Ziliindungi 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.

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
643	6-Okt-2015	831	13	47	63	57
644	7-Okt-2015	196	13	28	78	46
645	8-Okt-2015	186	13	26	95	37
646	9-Okt-2015	135	15	16	129	47
647	10-Okt-2015	149	15	19	124	58
648	11-Okt-2015	118	13	36	110	85
649	12-Okt-2015	116	9	27	111	65
650	13-Okt-2015	197	15	23	100	73
651	14-Okt-2015	109	15	25	103	75
652	15-Okt-2015	112	14	14	102	48
653	16-Okt-2015	209	14	35	138	62
654	17-Okt-2015	186	15	20	140	74
655	18-Okt-2015	291	15	24	87	54
656	19-Okt-2015	799	19	48	100	69
657	20-Okt-2015	235	15	48	153	105
658	21-Okt-2015	826	14	55	155	77
659	22-Okt-2015	870	14	56	68	81
660	23-Okt-2015	550	-	59	66	68
661	24-Okt-2015	853	13	36	85	100
662	25-Okt-2015	492	13	23	92	42
663	26-Okt-2015	450	-	-	84	75
664	27-Okt-2015	167	-	-	93	-
665	28-Okt-2015	82	14	16	31	-
666	29-Okt-2015	96	13	21	49	30
667	30-Okt-2015	90	13	16	48	58
668	31-Okt-2015	29	13	8	48	36
669	1-Nov-15	32	14	7	48	31
670	2-Nov-15	49	15	9	48	2
671	3-Nov-15	49	14	9	48	44
672	4-Nov-15	38	13	8	38	1
673	5-Nov-15	35	15	10	31	2
674	6-Nov-15	16	-	-	-	-
675	7-Nov-15	43	14	5	18	15
676	8-Nov-15	41	15	7	20	1
677	9-Nov-15	29	24	50	23	10
678	10-Nov-15	44	4	24	23	5
679	11-Nov-15	35	4	3	38	5
680	12-Nov-15	23	4	3	34	3
681	13-Nov-15	30	3	3	23	6



Hak Cipta Ziliindungi 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.

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
682	14-Nov-15	32	3	5	23	8
683	15-Nov-15	33	3	4	15	4
684	16-Nov-15	26	4	2	12	3
685	17-Nov-15	15	4	1	19	3
686	18-Nov-15	31	4	3	30	7
687	19-Nov-15	32	3	3	32	5
688	20-Nov-15	44	4	4	25	5
689	21-Nov-15	16	0	3	-	3
690	22-Nov-15	20	0	3	-	4
691	23-Nov-15	29	0	3	-	6
692	24-Nov-15	38	0	6	-	6
693	25-Nov-15	9	3	3	13	4
694	26-Nov-15	13	4	2	33	4
695	27-Nov-15	-	0	3	-	2
696	28-Nov-15	17	4	3	30	6
697	29-Nov-15	14	4	3	25	8
698	30-Nov-15	14	4	4	35	3
699	1-Des-2015	29	4	3	18	7
700	2-Des-2015	18	4	1	20	4
701	3-Des-2015	42	4	5	20	5
702	4-Des-2015	30	3	5	21	5
703	5-Des-2015	-	-	-	-	-
704	6-Des-2015	-	-	-	-	-
705	7-Des-2015	-	-	-	-	-
706	8-Des-2015	22	4	1	24	4
707	9-Des-2015	21	4	2	19	5
708	10-Des-2015	25	3	1	16	3
709	11-Des-2015	-	-	-	-	-
710	12-Des-2015	-	-	-	-	-
711	13-Des-2015	-	-	-	-	-
712	14-Des-2015	-	-	-	-	-
713	15-Des-2015	14	3	1	12	5
714	16-Des-2015	24	5	2	14	3
715	17-Des-2015	33	4	4	19	4
716	18-Des-2015	33	3	2	23	4
717	19-Des-2015	30	4	7	25	7
718	20-Des-2015	21	3	3	16	5
719	21-Des-2015	25	4	2	20	4
720	22-Des-2015	32	3	3	22	4



No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
721	23-Des-2015	24	3	2	13	4
722	24-Des-2015	22	0	3	-	5
723	25-Des-2015	34	0	4	-	6
724	26-Des-2015	26	0	3	-	2
725	27-Des-2015	25	0	2	-	3
726	28-Des-2015	45	0	9	-	4
727	29-Des-2015	10	4	1	11	4
728	30-Des-2015	10	4	0	14	3
729	31-Des-2015	25	4	3	20	5

Tabel B.2 Data Penelitian Setelah Pengisian *Missing Value*

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
1	1-Jan-14	47	51	8	67	2
2	2-Jan-14	48	51	9	37	2
3	3-Jan-14	37	51	9	26	2
4	4-Jan-14	24	50	2	51	1
5	5-Jan-14	25	50	3	42	1
6	6-Jan-14	18	50	3	53	2
7	7-Jan-14	15	50	6	61	1
8	8-Jan-14	20	50	4	42	1
9	9-Jan-14	27	50	7	42	2
10	10-Jan-14	34	50	5	42	2
11	11-Jan-14	31	50	4	40	1
12	12-Jan-14	11	50	3	21	2
13	13-Jan-14	11	50	4	42	1
14	14-Jan-14	20	50	3	42	1
15	15-Jan-14	35	50	2	76	2
16	16-Jan-14	36	50	6	63	2
17	17-Jan-14	37	50	4	66	3
18	18-Jan-14	48	50	5	66	3
19	19-Jan-14	38	50	6	65	3
20	20-Jan-14	60	50	13	49	3
21	21-Jan-14	33	49	6	74	5
22	22-Jan-14	41	50	8	79	7
23	23-Jan-14	58	49	8	77	8
24	24-Jan-14	56	49	9	110	11

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 Zilindungi 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.

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
25	25-Jan-14	52	49	11	89	17
26	26-Jan-14	54	49	15	90	21
27	27-Jan-14	48	49	13	104	41
28	28-Jan-14	54	50	14	66	22
29	29-Jan-14	36	50	6	58	18
30	30-Jan-14	52	50	11	75	39
31	31-Jan-14	71	2	14	42	64
32	1-Feb-14	85	3	16	42	43
33	2-Feb-14	65	0	9	70	30
34	3-Feb-14	58	0	6	78	1
35	4-Feb-14	50	50	5	50	17
36	5-Feb-14	57	50	10	70	30
37	6-Feb-14	68	50	9	69	29
38	7-Feb-14	95	51	25	68	81
39	8-Feb-14	87	0	22	42	64
40	9-Feb-14	53	0	12	42	55
41	10-Feb-14	59	0	13	42	18
42	11-Feb-14	64	50	20	39	58
43	12-Feb-14	94	50	18	59	42
44	13-Feb-14	104	2	33	42	59
45	14-Feb-14	96	51	24	61	38
46	15-Feb-14	113	51	29	47	75
47	16-Feb-14	103	5	31	42	101
48	17-Feb-14	105	51	25	50	50
49	18-Feb-14	155	51	48	42	47
50	19-Feb-14	140	20	53	42	70
51	20-Feb-14	127	51	47	37	89
52	21-Feb-14	95	51	13	42	2
53	22-Feb-14	114	51	13	41	3
54	23-Feb-14	98	51	15	53	2
55	24-Feb-14	167	52	24	58	3
56	25-Feb-14	182	52	45	65	76
57	26-Feb-14	194	52	39	57	63
58	27-Feb-14	176	52	35	131	41
59	28-Feb-14	155	52	32	51	43
60	1-Mar-14	174	52	40	129	58
61	2-Mar-14	58	20	41	195	68



Hak Cipta Ziliindungi Undang-Undang

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
62	3-Mar-14	116	52	34	82	53
63	4-Mar-14	123	51	31	46	3
64	5-Mar-14	177	52	45	130	3
65	6-Mar-14	141	52	35	136	3
66	7-Mar-14	195	52	41	187	3
67	8-Mar-14	213	52	48	183	3
68	9-Mar-14	350	2	75	197	3
69	10-Mar-14	294	52	50	52	1
70	11-Mar-14	241	53	49	210	55
71	12-Mar-14	305	54	49	211	71
72	13-Mar-14	345	57	75	27	1
73	14-Mar-14	500	57	75	27	12
74	15-Mar-14	351	57	53	32	2
75	16-Mar-14	119	54	19	24	2
76	17-Mar-14	71	54	13	41	2
77	18-Mar-14	53	53	6	44	2
78	19-Mar-14	37	50	4	34	2
79	20-Mar-14	58	22	5	38	2
80	21-Mar-14	41	20	6	41	26
81	22-Mar-14	25	18	5	32	5
82	23-Mar-14	59	10	22	45	30
83	24-Mar-14	63	9	15	50	49
84	25-Mar-14	83	19	14	71	66
85	26-Mar-14	95	5	21	68	87
86	27-Mar-14	82	4	18	53	42
87	28-Mar-14	115	5	37	60	45
88	29-Mar-14	77	19	18	71	4
89	30-Mar-14	83	4	19	76	58
90	31-Mar-14	78	5	19	65	35
91	1-Apr-14	33	18	8	43	33
92	2-Apr-14	25	17	10	56	24
93	3-Apr-14	44	19	22	42	33
94	4-Apr-14	73	22	7	42	8
95	5-Apr-14	10	16	6	29	2
96	6-Apr-14	15	16	4	25	2
97	7-Apr-14	17	16	8	32	3
98	8-Apr-14	26	16	7	39	3
99	9-Apr-14	47	16	4	34	8

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mendokumentasikan 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 milik UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Ziliindungi 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.

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
100	10-Apr-14	25	16	3	36	3
...
638	1-Okt-2015	543	15	47	62	68
639	2-Okt-2015	129	15	34	70	75
640	3-Okt-2015	171	14	23	93	31
641	4-Okt-2015	832	15	45	89	85
642	5-Okt-2015	701	14	43	57	47
643	6-Okt-2015	831	13	47	63	57
644	7-Okt-2015	196	13	28	78	46
645	8-Okt-2015	186	13	26	95	37
646	9-Okt-2015	135	15	16	129	47
647	10-Okt-2015	149	15	19	124	58
648	11-Okt-2015	118	13	36	110	85
649	12-Okt-2015	116	9	27	111	65
650	13-Okt-2015	197	15	23	100	73
651	14-Okt-2015	109	15	25	103	75
652	15-Okt-2015	112	14	14	102	48
653	16-Okt-2015	209	14	35	138	62
654	17-Okt-2015	186	15	20	140	74
655	18-Okt-2015	291	15	24	87	54
656	19-Okt-2015	799	19	48	100	69
657	20-Okt-2015	235	15	48	153	105
658	21-Okt-2015	826	14	55	155	77
659	22-Okt-2015	870	14	56	68	81
660	23-Okt-2015	550	20	59	66	68
661	24-Okt-2015	853	13	36	85	100
662	25-Okt-2015	492	13	23	92	42
663	26-Okt-2015	450	20	12	84	75
664	27-Okt-2015	167	20	12	93	20
665	28-Okt-2015	82	14	16	31	20
666	29-Okt-2015	96	13	21	49	30
667	30-Okt-2015	90	13	16	48	58
668	31-Okt-2015	29	13	8	48	36
669	1-Nov-15	32	14	7	48	31
670	2-Nov-15	49	15	9	48	2
671	3-Nov-15	49	14	9	48	44
672	4-Nov-15	38	13	8	38	1
673	5-Nov-15	35	15	10	31	2
674	6-Nov-15	16	20	12	42	20



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

Hak Cipta Ziliindungi 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.

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
675	7-Nov-15	43	14	5	18	15
676	8-Nov-15	41	15	7	20	1
677	9-Nov-15	29	24	50	23	10
678	10-Nov-15	44	4	24	23	5
679	11-Nov-15	35	4	3	38	5
680	12-Nov-15	23	4	3	34	3
681	13-Nov-15	30	3	3	23	6
682	14-Nov-15	32	3	5	23	8
683	15-Nov-15	33	3	4	15	4
684	16-Nov-15	26	4	2	12	3
685	17-Nov-15	15	4	1	19	3
686	18-Nov-15	31	4	3	30	7
687	19-Nov-15	32	3	3	32	5
688	20-Nov-15	44	4	4	25	5
689	21-Nov-15	16	0	3	42	3
690	22-Nov-15	20	0	3	42	4
691	23-Nov-15	29	0	3	42	6
692	24-Nov-15	38	0	6	42	6
693	25-Nov-15	9	3	3	13	4
694	26-Nov-15	13	4	2	33	4
695	27-Nov-15	73	0	3	42	2
696	28-Nov-15	17	4	3	30	6
697	29-Nov-15	14	4	3	25	8
698	30-Nov-15	14	4	4	35	3
699	1-Des-2015	29	4	3	18	7
700	2-Des-2015	18	4	1	20	4
701	3-Des-2015	42	4	5	20	5
702	4-Des-2015	30	3	5	21	5
703	5-Des-2015	73	20	12	42	20
704	6-Des-2015	73	20	12	42	20
705	7-Des-2015	73	20	12	42	20
706	8-Des-2015	22	4	1	24	4
707	9-Des-2015	21	4	2	19	5
708	10-Des-2015	25	3	1	16	3
709	11-Des-2015	73	20	12	42	20
710	12-Des-2015	73	20	12	42	20
711	13-Des-2015	73	20	12	42	20
712	14-Des-2015	73	20	12	42	20
713	15-Des-2015	14	3	1	12	5



Hak Cipta Ziliindungi 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.

No.	Tanggal	Parameter				
		PM10	SO2	CO	O3	NO2
714	16-Des-2015	24	5	2	14	3
715	17-Des-2015	33	4	4	19	4
716	18-Des-2015	33	3	2	23	4
717	19-Des-2015	30	4	7	25	7
718	20-Des-2015	21	3	3	16	5
719	21-Des-2015	25	4	2	20	4
720	22-Des-2015	32	3	3	22	4
721	23-Des-2015	24	3	2	13	4
722	24-Des-2015	22	0	3	42	5
723	25-Des-2015	34	0	4	42	6
724	26-Des-2015	26	0	3	42	2
725	27-Des-2015	25	0	2	42	3
726	28-Des-2015	45	0	9	42	4
727	29-Des-2015	10	4	1	11	4
728	30-Des-2015	10	4	0	14	3
729	31-Des-2015	25	4	3	20	5



LAMPIRAN C

INTERVAL FUZZY TIME SERIES

Tabel C.1 Interval 1 *Fuzzy Time Series*

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	181	362	543	724
		181	362	543	724	905
2	SO ₂	0	16.8	33.6	50.4	67.2
		16.8	33.6	50.4	67.2	84
3	CO	0	36.6	73.2	109.8	146.4
		36.6	73.2	109.8	146.4	183
4	O ₃	5	47.4	89.8	132.2	174.6
		47.4	89.8	132.2	174.6	217
5	NO ₂	0	22.6	45.2	67.8	90.4
		22.6	45.2	67.8	90.4	113

Tabel C.2 Interval 2 *Fuzzy Time Series*

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	179.6	359.2	538.8	718.4
		179.6	359.2	538.8	718.4	898
2	SO ₂	0	18.2	36.4	54.6	72.8
		18.2	36.4	54.6	72.8	91
3	CO	1	34.4	67.8	101.2	134.6
		34.4	67.8	101.2	134.6	168
4	O ₃	3	54.6	106.2	157.8	209.4
		54.6	106.2	157.8	209.4	261
5	NO ₂	0	29.6	59.2	88.8	118.4
		29.6	59.2	88.8	118.4	148

Tabel C.3 Interval 3 *Fuzzy Time Series*

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	177.8	355.6	533.4	711.2
		177.8	355.6	533.4	711.2	889
2	SO ₂	0	15.6	31.2	46.8	62.4
		15.6	31.2	46.8	62.4	78
3	CO	1	32	63	94	125
		32	63	94	125	156
4	O ₃	2	46	90	134	178
		46	90	134	178	222
5	NO ₂	0	26.8	53.6	80.4	107.2
		26.8	53.6	80.4	107.2	134

- 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.

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Tabel C.4 Interval 4 Fuzzy Time Series

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	176.8	353.6	530.4	707.2
		176.8	353.6	530.4	707.2	884
2	SO ₂	0	14	28	42	56
		14	28	42	56	70
3	CO	0	40	80	120	160
		40	80	120	160	200
4	O ₃	1	46.4	91.8	137.2	182.6
		46.4	91.8	137.2	182.6	228
5	NO ₂	0	22	44	66	88
		22	44	66	88	110

Tabel B.5 Interval 5 Fuzzy Time Series

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	182.8	365.6	548.4	731.2
		182.8	365.6	548.4	731.2	914
2	SO ₂	0	14	28	42	56
		14	28	42	56	70
3	CO	0	30.2	60.4	90.6	120.8
		30.2	60.4	90.6	120.8	151
4	O ₃	4	48.4	92.8	137.2	181.6
		48.4	92.8	137.2	181.6	226
5	NO ₂	0	22.8	45.6	68.4	91.2
		22.8	45.6	68.4	91.2	114

Tabel B.6 Interval 6 Fuzzy Time Series

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	174.8	349.6	524.4	699.2
		174.8	349.6	524.4	699.2	874
2	SO ₂	0	16.2	32.4	48.6	64.8
		16.2	32.4	48.6	64.8	81
3	CO	0	37	74	111	148
		37	74	111	148	185
4	O ₃	2	44	86	128	170
		44	86	128	170	212
5	NO ₂	0	24.2	48.4	72.6	96.8
		24.2	48.4	72.6	96.8	121

Tabel C.7 Interval 7 Fuzzy Time Series

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	180.6	361.2	541.8	722.4
		180.6	361.2	541.8	722.4	903
2	SO ₂	0	19.6	39.2	58.8	78.4
		19.6	39.2	58.8	78.4	98
3	CO	0	39.8	79.6	119.4	159.2
		39.8	79.6	119.4	159.2	199
		3	47.8	92.6	137.4	182.2



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.

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
4	O ₃	47.8	92.6	137.4	182.2	227
5	NO ₂	0	27.2	54.4	81.6	108.8
		27.2	54.4	81.6	108.8	136

Tabel C.8 Interval 8 Fuzzy Time Series

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	178.2	356.4	534.6	712.8
		178.2	356.4	534.6	712.8	891
2	SO ₂	0	14	28	42	56
		14	28	42	56	70
3	CO	1	33.6	66.2	98.8	131.4
		33.6	66.2	98.8	131.4	164
4	O ₃	3	49.8	96.6	143.4	190.2
		49.8	96.6	143.4	190.2	237
5	NO ₂	0	29.8	59.6	89.4	119.2
		29.8	59.6	89.4	119.2	149

Tabel C.9 Interval 9 Fuzzy Time Series

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	183.6	367.2	550.8	734.4
		183.6	367.2	550.8	734.4	918
2	SO ₂	0	21	42	63	84
		21	42	63	84	105
3	CO	1	37.6	74.2	110.8	147.4
		37.6	74.2	110.8	147.4	184
4	O ₃	4	52.2	100.4	148.6	196.8
		52.2	100.4	148.6	196.8	245
5	NO ₂	0	21.6	43.2	64.8	86.4
		21.6	43.2	64.8	86.4	108

Tabel C.10 Interval 10 Fuzzy Time Series

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	0	176.2	352.4	528.6	704.8
		176.2	352.4	528.6	704.8	881
2	SO ₂	0	20	40	60	80
		20	40	60	80	100
3	CO	1	38.6	76.2	113.8	151.4
		38.6	76.2	113.8	151.4	189
4	O ₃	2	43.8	85.6	127.4	169.2
		43.8	85.6	127.4	169.2	211
5	NO ₂	0	24.8	49.6	74.4	99.2
		24.8	49.6	74.4	99.2	124



LAMPIRAN D

NILAI MIDPOINT INTERVAL FUZZY TIME SERIES

Tabel D.1 Nilai *Midpoint* Interval Awal *Fuzzy Time Series*

No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
1	PM ₁₀	90.5	271.5	452.5	633.5	814.5
	SO ₂	8.4	25.2	42	58.8	75.6
	CO	18.3	54.9	91.5	128.1	164.7
	O ₃	26.2	68.6	111	153.4	195.8
	NO ₂	11.3	33.9	56.5	79.1	101.7
2	PM ₁₀	89.8	269.4	449	628.6	808.2
	SO ₂	9.1	27.3	45.5	63.7	81.9
	CO	17.7	51.1	84.5	117.9	151.3
	O ₃	28.8	80.4	132	183.6	235.2
	NO ₂	14.8	44.4	74	103.6	133.2
3	PM ₁₀	88.9	266.7	444.5	622.3	800.1
	SO ₂	7.8	23.4	39	54.6	70.2
	CO	16.5	47.5	78.5	109.5	140.5
	O ₃	24	68	112	156	200
	NO ₂	13.4	40.2	67	93.8	120.6
4	PM ₁₀	88.4	265.2	442	618.8	795.6
	SO ₂	7	21	35	49	63
	CO	20	60	100	140	180
	O ₃	23.7	69.1	114.5	159.9	205.3
	NO ₂	11	33	55	77	99
5	PM ₁₀	91.4	274.2	457	639.8	822.6
	SO ₂	7	21	35	49	63
	CO	15.1	45.3	75.5	105.7	135.9
	O ₃	26.2	70.6	115	159.4	203.8
	NO ₂	11.4	34.2	57	79.8	102.6
6	PM ₁₀	87.4	262.2	437	611.8	786.6
	SO ₂	8.1	24.3	40.5	56.7	72.9
	CO	18.5	55.5	92.5	129.5	166.5
	O ₃	23	65	107	149	191
	NO ₂	12.1	36.3	60.5	84.7	108.9
7	PM ₁₀	90.3	270.9	451.5	632.1	812.7
	SO ₂	9.8	29.4	49	68.6	88.2
	CO	19.9	59.7	99.5	139.3	179.1
	O ₃	25.4	70.2	115	159.8	204.6

© Hak cipta milik 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.



No.	Parameter	U1	U2	U3	U4	U5
8	NO ₂	13.6	40.8	68	95.2	122.4
	PM ₁₀	89.1	267.3	445.5	623.7	801.9
	SO ₂	7	21	35	49	63
9	CO	17.3	49.9	82.5	115.1	147.7
	O ₃	26.4	73.2	120	166.8	213.6
	NO ₂	14.9	44.7	74.5	104.3	134.1
10	PM ₁₀	91.8	275.4	459	642.6	826.2
	SO ₂	10.5	31.5	52.5	73.5	94.5
	CO	19.3	55.9	92.5	129.1	165.7
	O ₃	28.1	76.3	124.5	172.7	220.9
	NO ₂	10.8	32.4	54	75.6	97.2
10	PM ₁₀	88.1	264.3	440.5	616.7	792.9
	SO ₂	10	30	50	70	90
	CO	19.8	57.4	95	132.6	170.2
	O ₃	22.9	64.7	106.5	148.3	190.1
	NO ₂	12.4	37.2	62	86.8	111.6

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.



LAMPIRAN E FUZZYFIKASI

Fabel E.1 Fuzzyfikasi Interval Terbaik FTS-PSO

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
1	A1	A3	A1	A2	A1
2	A1	A3	A1	A1	A1
3	A1	A3	A1	A1	A1
4	A1	A3	A1	A2	A1
5	A1	A3	A1	A1	A1
6	A1	A3	A1	A2	A1
7	A1	A3	A1	A2	A1
8	A1	A3	A1	A1	A1
9	A1	A3	A1	A1	A1
10	A1	A3	A1	A1	A1
11	A1	A3	A1	A1	A1
12	A1	A3	A1	A1	A1
13	A1	A3	A1	A1	A1
14	A1	A3	A1	A1	A1
15	A1	A3	A1	A2	A1
16	A1	A3	A1	A2	A1
17	A1	A3	A1	A2	A1
18	A1	A3	A1	A2	A1
19	A1	A3	A1	A2	A1
20	A1	A3	A1	A2	A1
21	A1	A3	A1	A2	A1
22	A1	A3	A1	A2	A1
23	A1	A3	A1	A2	A1
24	A1	A3	A1	A3	A1
25	A1	A3	A1	A2	A1
26	A1	A3	A1	A2	A1
27	A1	A3	A1	A3	A2
28	A1	A3	A1	A2	A1
29	A1	A3	A1	A2	A1
30	A1	A3	A1	A2	A2
31	A1	A1	A1	A1	A3

© 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.



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
32	A1	A1	A1	A1	A2
33	A1	A1	A1	A2	A2
34	A1	A1	A1	A2	A1
35	A1	A3	A1	A2	A1
36	A1	A3	A1	A2	A2
37	A1	A3	A1	A2	A2
38	A1	A3	A1	A2	A3
39	A1	A1	A1	A1	A3
40	A1	A1	A1	A1	A2
41	A1	A1	A1	A1	A1
42	A1	A3	A1	A1	A3
43	A1	A3	A1	A2	A2
44	A1	A1	A1	A1	A3
45	A1	A3	A1	A2	A2
46	A1	A3	A1	A1	A3
47	A1	A1	A1	A1	A4
48	A1	A3	A1	A2	A2
49	A1	A3	A2	A1	A2
50	A1	A1	A2	A1	A3
51	A1	A3	A2	A1	A4
52	A1	A3	A1	A1	A1
53	A1	A3	A1	A1	A1
54	A1	A3	A1	A2	A1
55	A1	A3	A1	A2	A1
56	A2	A3	A2	A2	A3
57	A2	A3	A1	A2	A3
58	A1	A3	A1	A3	A2
59	A1	A3	A1	A2	A2
60	A1	A3	A1	A3	A3
61	A1	A1	A1	A5	A3
62	A1	A3	A1	A2	A2
63	A1	A3	A1	A1	A1
64	A1	A3	A2	A3	A1
65	A1	A3	A1	A3	A1
66	A2	A3	A1	A5	A1
67	A2	A3	A2	A5	A1
68	A2	A1	A2	A5	A1
69	A2	A3	A2	A2	A1

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.

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
70	A2	A3	A2	A5	A2
71	A2	A3	A2	A5	A3
72	A2	A3	A2	A1	A1
73	A3	A3	A2	A1	A1
74	A2	A3	A2	A1	A1
75	A1	A3	A1	A1	A1
76	A1	A3	A1	A1	A1
77	A1	A3	A1	A1	A1
78	A1	A3	A1	A1	A1
79	A1	A2	A1	A1	A1
80	A1	A1	A1	A1	A1
81	A1	A1	A1	A1	A1
82	A1	A1	A1	A1	A2
83	A1	A1	A1	A2	A2
84	A1	A1	A1	A2	A3
85	A1	A1	A1	A2	A4
86	A1	A1	A1	A2	A2
87	A1	A1	A1	A2	A2
88	A1	A1	A1	A2	A1
89	A1	A1	A1	A2	A3
90	A1	A1	A1	A2	A2
91	A1	A1	A1	A1	A2
92	A1	A1	A1	A2	A1
93	A1	A1	A1	A1	A2
94	A1	A2	A1	A1	A1
95	A1	A1	A1	A1	A1
96	A1	A1	A1	A1	A1
97	A1	A1	A1	A1	A1
98	A1	A1	A1	A1	A1
99	A1	A1	A1	A1	A1
100	A1	A1	A1	A1	A1
...
638	A4	A1	A2	A2	A3
639	A1	A1	A1	A2	A3
640	A1	A1	A1	A3	A2
641	A5	A1	A2	A2	A3
642	A4	A1	A2	A2	A2
643	A5	A1	A2	A2	A2
644	A2	A1	A1	A2	A2
645	A2	A1	A1	A3	A2



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.

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
646	A1	A1	A1	A3	A2
647	A1	A1	A1	A3	A3
648	A1	A1	A1	A3	A3
649	A1	A1	A1	A3	A3
650	A2	A1	A1	A3	A3
651	A1	A1	A1	A3	A3
652	A1	A1	A1	A3	A2
653	A2	A1	A1	A4	A3
654	A2	A1	A1	A4	A3
655	A2	A1	A1	A2	A2
656	A5	A1	A2	A3	A3
657	A2	A1	A2	A4	A4
658	A5	A1	A2	A4	A3
659	A5	A1	A2	A2	A3
660	A4	A1	A2	A2	A3
661	A5	A1	A1	A2	A4
662	A3	A1	A1	A2	A2
663	A3	A1	A1	A2	A3
664	A1	A1	A1	A3	A1
665	A1	A1	A1	A1	A1
666	A1	A1	A1	A2	A2
667	A1	A1	A1	A2	A3
668	A1	A1	A1	A2	A2
669	A1	A1	A1	A2	A2
670	A1	A1	A1	A2	A1
671	A1	A1	A1	A2	A2
672	A1	A1	A1	A1	A1
673	A1	A1	A1	A1	A1
674	A1	A1	A1	A1	A1
675	A1	A1	A1	A1	A1
676	A1	A1	A1	A1	A1
677	A1	A2	A2	A1	A1
678	A1	A1	A1	A1	A1
679	A1	A1	A1	A1	A1
680	A1	A1	A1	A1	A1
681	A1	A1	A1	A1	A1
682	A1	A1	A1	A1	A1
683	A1	A1	A1	A1	A1
684	A1	A1	A1	A1	A1
685	A1	A1	A1	A1	A1



No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
686	A1	A1	A1	A1	A1
687	A1	A1	A1	A1	A1
688	A1	A1	A1	A1	A1
689	A1	A1	A1	A1	A1
690	A1	A1	A1	A1	A1
691	A1	A1	A1	A1	A1
692	A1	A1	A1	A1	A1
693	A1	A1	A1	A1	A1
694	A1	A1	A1	A1	A1
695	A1	A1	A1	A1	A1
696	A1	A1	A1	A1	A1
697	A1	A1	A1	A1	A1
698	A1	A1	A1	A1	A1
699	A1	A1	A1	A1	A1
700	A1	A1	A1	A1	A1
701	A1	A1	A1	A1	A1
702	A1	A1	A1	A1	A1
703	A1	A1	A1	A1	A1
704	A1	A1	A1	A1	A1
705	A1	A1	A1	A1	A1
706	A1	A1	A1	A1	A1
707	A1	A1	A1	A1	A1
708	A1	A1	A1	A1	A1
709	A1	A1	A1	A1	A1
710	A1	A1	A1	A1	A1
711	A1	A1	A1	A1	A1
712	A1	A1	A1	A1	A1
713	A1	A1	A1	A1	A1
714	A1	A1	A1	A1	A1
715	A1	A1	A1	A1	A1
716	A1	A1	A1	A1	A1
717	A1	A1	A1	A1	A1
718	A1	A1	A1	A1	A1
719	A1	A1	A1	A1	A1

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.

LAMPIRAN F

FUZZY LOGIC RELATIONSHIP

Tabel F.1 FLR Interval Terbaik FTS-PSO

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
1	A1->A1	A1->A3	A1->A1	A1->A2	A1->A1
2	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A1	A1->A1
3	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
4	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A2	A1->A1
5	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A1	A1->A1
6	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A2	A1->A1
7	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
8	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A1	A1->A1
9	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
10	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
11	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
12	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
13	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
14	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
15	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A2	A1->A1
16	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
17	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
18	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
19	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
20	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
21	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
22	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
23	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
24	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A3	A1->A1
25	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A3->A2	A1->A1
26	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
27	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A3	A1->A2
28	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A3->A2	A2->A1
29	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
30	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A2
31	A1->A1	A3->A1	A1->A1	A2->A1	A2->A3

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.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
32	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A2
33	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A2	A2->A2
34	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A2->A1
35	A1->A1	A1->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
36	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A2
37	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A2->A2
38	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A2->A3
39	A1->A1	A3->A1	A1->A1	A2->A1	A3->A3
40	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A2
41	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A1
42	A1->A1	A1->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A3
43	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A2	A3->A2
44	A1->A1	A3->A1	A1->A1	A2->A1	A2->A3
45	A1->A1	A1->A3	A1->A1	A1->A2	A3->A2
46	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A1	A2->A3
47	A1->A1	A3->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A4
48	A1->A1	A1->A3	A1->A1	A1->A2	A4->A2
49	A1->A1	A3->A3	A1->A2	A2->A1	A2->A2
50	A1->A1	A3->A1	A2->A2	A1->A1	A2->A3
51	A1->A1	A1->A3	A2->A2	A1->A1	A3->A4
52	A1->A1	A3->A3	A2->A1	A1->A1	A4->A1
53	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
54	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A2	A1->A1
55	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A2	A1->A1
56	A1->A2	A3->A3	A1->A2	A2->A2	A1->A3
57	A2->A2	A3->A3	A2->A1	A2->A2	A3->A3
58	A2->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A3	A3->A2
59	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A3->A2	A2->A2
60	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A3	A2->A3
61	A1->A1	A3->A1	A1->A1	A3->A5	A3->A3
62	A1->A1	A1->A3	A1->A1	A5->A2	A3->A2
63	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A2->A1	A2->A1
64	A1->A1	A3->A3	A1->A2	A1->A3	A1->A1
65	A1->A1	A3->A3	A2->A1	A3->A3	A1->A1
66	A1->A2	A3->A3	A1->A1	A3->A5	A1->A1
67	A2->A2	A3->A3	A1->A2	A5->A5	A1->A1
68	A2->A2	A3->A1	A2->A2	A5->A5	A1->A1
69	A2->A2	A1->A3	A2->A2	A5->A2	A1->A1



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.

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
70	A2->A2	A3->A3	A2->A2	A2->A5	A1->A2
71	A2->A2	A3->A3	A2->A2	A5->A5	A2->A3
72	A2->A2	A3->A3	A2->A2	A5->A1	A3->A1
73	A2->A3	A3->A3	A2->A2	A1->A1	A1->A1
74	A3->A2	A3->A3	A2->A2	A1->A1	A1->A1
75	A2->A1	A3->A3	A2->A1	A1->A1	A1->A1
76	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
77	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
78	A1->A1	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A1->A1
79	A1->A1	A3->A2	A1->A1	A1->A1	A1->A1
80	A1->A1	A2->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
81	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
82	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A2
83	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A2	A2->A2
84	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A2->A3
85	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A3->A4
86	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A4->A2
87	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A2->A2
88	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A2->A1
89	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A1->A3
90	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A3->A2
91	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A1	A2->A2
92	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A2	A2->A1
93	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A1	A1->A2
94	A1->A1	A1->A2	A1->A1	A1->A1	A2->A1
95	A1->A1	A2->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
96	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
97	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
98	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
99	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
100	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
...
638	A4->A4	A1->A1	A1->A2	A2->A2	A2->A3
639	A4->A1	A1->A1	A2->A1	A2->A2	A3->A3
640	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A3	A3->A2
641	A1->A5	A1->A1	A1->A2	A3->A2	A2->A3
642	A5->A4	A1->A1	A2->A2	A2->A2	A3->A2
643	A4->A5	A1->A1	A2->A2	A2->A2	A2->A2
644	A5->A2	A1->A1	A2->A1	A2->A2	A2->A2
645	A2->A2	A1->A1	A1->A1	A2->A3	A2->A2



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.

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
646	A2->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A3	A2->A2
647	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A3	A2->A3
648	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A3	A3->A3
649	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A3	A3->A3
650	A1->A2	A1->A1	A1->A1	A3->A3	A3->A3
651	A2->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A3	A3->A3
652	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A3	A3->A2
653	A1->A2	A1->A1	A1->A1	A3->A4	A2->A3
654	A2->A2	A1->A1	A1->A1	A4->A4	A3->A3
655	A2->A2	A1->A1	A1->A1	A4->A2	A3->A2
656	A2->A5	A1->A1	A1->A2	A2->A3	A2->A3
657	A5->A2	A1->A1	A2->A2	A3->A4	A3->A4
658	A2->A5	A1->A1	A2->A2	A4->A4	A4->A3
659	A5->A5	A1->A1	A2->A2	A4->A2	A3->A3
660	A5->A4	A1->A1	A2->A2	A2->A2	A3->A3
661	A4->A5	A1->A1	A2->A1	A2->A2	A3->A4
662	A5->A3	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A4->A2
663	A3->A3	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A2->A3
664	A3->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A3	A3->A1
665	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A3->A1	A1->A1
666	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A2	A1->A2
667	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A2->A3
668	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A3->A2
669	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A2->A2
670	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A2->A1
671	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A2	A1->A2
672	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A2->A1	A2->A1
673	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
674	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
675	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
676	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
677	A1->A1	A1->A2	A1->A2	A1->A1	A1->A1
678	A1->A1	A2->A1	A2->A1	A1->A1	A1->A1
679	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
680	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
681	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
682	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
683	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
684	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
685	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1



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.

No.	PM10	SO2	CO	O3	NO2
686	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
687	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
688	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
689	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
690	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
691	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
692	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
693	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
694	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
695	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
696	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
697	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
698	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
699	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
700	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
701	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
702	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
703	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
704	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
705	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
706	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
707	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
708	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
709	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
710	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
711	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
712	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
713	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
714	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
715	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
716	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
717	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
718	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1
719	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1	A1->A1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Informasi Pribadi



Nama	: Ade Puspita Sari
Lahir	: Pekanbaru, 25 Juni 1995
Jenis Kelamin	: Perempuan
Status Pernikahan	: Belum Menikah
Tinggi Badan	: 161
Berat Badan	: 60 Kg
Kebangsaan	: Indonesia

Alamat

Sekarang	Jl. Garuda Sakti, Perumahan Jala Utama 2 Blok D2 No.5, Kel. Airputih, Kec. Tampan, Kota Pekanbaru
No HP	0822-8538-5652
Email	Ade.puspita.sari@students.uin-suska.ac.id

Informasi Pendidikan

Pendidikan Formal :

1. Tahun 2001 - 2007	Sekolah Dasar Negeri 016 Pekanbaru
2. Tahun 2007 – 2010	Sekolah Menengah Pertama Negeri 21 Pekanbaru
3. Tahun 2011 - 2014	Madrasah Aliyah Islamic Center Al-Hidayah Kampar
4. Tahun 2014 - 2019	Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Pendidikan Non-Formal :

Kursus Bahasa Inggris	Homie English Pekanbaru (2018)
-----------------------	--------------------------------

Pengalaman Organisasi

1. Tahun 2014 – 2016	Anggota Perguruan Himpunan Seni Silat Indonesia (HIMSSI)
2. Tahun 2015	Anggota Kepanitiaaan Divisi Bazaar di TIF EXPO III
3. Tahun 2016	Anggota Kepanitiaaan Divisi Acara di Riau IT Bootcamp
4. Tahun 2016	Anggota Kepanitiaaan Divisi Konsumsi di FKMTIF
5. Tahun 2016 – 2017	Ketua Departement Sponsorship di Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika (HIMATIF)

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.