

**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.



**PENERAPAN *FUZZY TIME SERIES* MENGGUNAKAN
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PADA PREDIKSI NILAI
 TUKAR PETANI SUBSEKTOR TANAMAN PANGAN (NTPP)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh

ARNILIKA WAHYUDI

NIM. 11750114782



UIN SUSKA RIAU

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

2022



LEMBAR PERSETUJUAN

PENERAPAN FUZZY TIME SERIES MENGGUNAKAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PADA PREDIKSI NILAI TUKAR PETANI SUBSEKTOR TANAMAN PANGAN (NTPP)

TUGAS AKHIR

Oleh

ARNILIKA WAHYUDI

NIM. 11750114782

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 12 juli 2022

Pembimbing,

SISKA KURNIA GUSTI, S.T, M.Sc.

NIP. 19861009 202203 2 001

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

1. 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

PENERAPAN FUZZY TIME SERIES MENGGUNAKAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PADA PREDIKSI NILAI TUKAR PETANI SUBSEKTOR TANAMAN PANGAN (NTPP)

Oleh

ARNILIKA WAHYUDI

NIM. 11750114782

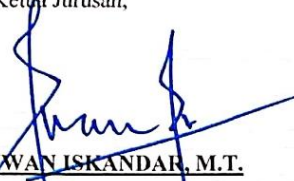
Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Pekanbaru, 12 juli 2022

Mengesahkan,

Ketua Jurusan,


Dr. HARTONO, M.Pd
NIP. 19640301 199203 1 003


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

DEWAN PENGUJI

Ketua : Febi Yanto, M.Kom
Pembimbing I : Siska Kurnia Gusti, S.T, M.Sc,
Penguji I : Dr. Fitri Wulandari, M.kom.
Penguji II : Fitri Insani, ST, M.kom.




Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Lampiran Surat :
Nomor : Nomor 25/2021
Tanggal : 10 September 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Arnilika Wahyudi
NIM : 11750114782
Tempat/Tgl. Lahir : Dumai / 12 Juni 1999
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Informatika
Judul Disertasi/Thesis Skripsi/Karya Ilmiah lainnya*:
Penerapan Fuzzy Time Series Menggunakan Particle Swarm Optimization Pada Prediksi
Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Disertasi/Thesis Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis Skripsi (Karya Ilmiah lainnya)* saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

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

Pekanbaru, 22 Juli 2022
Yang membuat pernyataan



*pilih salah satu sesuai jenis karya tulis

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

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

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

LEMBAR PERNYATAAN

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

Pekanbaru, 12 Juli 2022

Yang membuat pernyataan,

ARNILIKA WAHYUDI

NIM. 11750114782

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Rabbil Alamin, Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, kesehatan dan kesempatan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Sholawat serta salam untuk Rasulullah SAW

Ucapan terimakasihku tiada terhingga kepada

Ibunda dan Ayahanda Tercinta...

Kupersembahkan kado kecil ini kepada Ibu dan Ayah yang memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga kepada anak-anakmu. Tiada mungkin bisa kubalas segala perjuangan dan pengorbananmu...

Melalui karya kecil ini telah mengantarkanku untuk mendapatkan gelar sarjana Semoga ini menjadi langkah awal yang baik untukku dalam membuat Ibu dan Ayah bahagia...

Terimakasih kepada adik-adikku yang selalu memberikan semangat dan motivasi agar selalu berjuang dalam mencapai gelar sarjana ini...

Salam sayang dan rindu untuk semua keluargaku, yang selalu memberikan doa dan dukungan...

Dan terimakasih kepada teman-teman seperjuanganku yang selalu menemani setiap langkahku baik dalam suka maupun duka yang kita lalui bersama hingga penghujung perpisahan ini, sampai berjumpa di versi terbaik masing-masing nantinya...

ABSTRAK

Badan Pusat Statistik (BPS) menggunakan Nilai Tukar Petani (NTP) sebagai salah satu indikator untuk mengukur tingkat kesejahteraan atau kemampuan daya beli petani. Kesejahteraan petani merupakan arah dan tujuan pembangunan pertanian, perlu dilakukannya prediksi nilai NTP agar dapat dimanfaatkan oleh pihak terkait dalam mempersiapkan tindakan-tindakan pencegahan apabila nilai NTP turun dari periode sebelumnya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi Nilai Tukar Petani subsektor tanaman pangan (NTPP) di Provinsi Riau menggunakan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) yang dioptimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk satu bulan mendatang. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari website BPS, metode *fuzzy* dengan penentuan interval menggunakan rumus *sturgess* menghasilkan banyak interval 8 dan menggunakan parameter yang sudah dioptimalkan. Parameter PSO yang dioptimalkan terdiri dari jumlah partikel sebesar 40, jumlah iterasi sebesar 20, bobot inersia (w) sebesar 0,7 serta nilai c_1 sebesar 1,5 dan c_2 sebesar 0,5. Menghasilkan nilai *fitness* MSE terbaik sebesar 2,029 dan nilai MAPE sebesar 1,00%.

Kata kunci: *fuzzy time series*, nilai tukar petani, *particle swarm optimization*, prediksi, *sturgess*.

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.

ABSTRACT

The Central Statistics Agency (BPS) uses the Farmer's Exchange Rate (NTP) as an indicator to measure the level of welfare or the purchasing power of farmers. The welfare of farmers is the direction and goal of agricultural development, it is necessary to predict the value of NTP so that it can be used by related parties preparing preventive actions if the value of NTP decreases from the previous period. The purpose of this research is to predict the Farmer Exchange Rate of the food crop subsector (NTPP) in Riau Province using the Fuzzy Time Series (FTS) method which is optimized for Particle Swarm Optimization (PSO) for the next month. This study uses 168 secondary data obtained from the BPS website, the fuzzy method with interval determination using the sturgess formula produces many 8 intervals and uses optimized parameters. The optimized PSO parameters consist of the number of particles of 40, the number of iterations of 20, the weight of inertia (w) of 0.7 and the values of $c1$ of 1.5 and $c2$ of 0.5. Produce the best MSE fitness value of 2.029 and MAPE value of 1.00%.

Keywords: fuzzy time series, farmer exchange rate, particle swarm optimization, prediction, sturgess.

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum wa rohmatullohi wa barokatuh.

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

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

1. Bapak Prof. Dr. Khairunnas Rajab, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Iwan Iskandar, M.T. selaku Kaprodi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Benny Sukma Negara, S.T., M.T. selaku Penasihat Akademik yang telah memberikan motivasi, semangat, bimbingan serta ilmu yang bermanfaat.
5. Ibu Siska Kurnia Gusti, S.T., M.Sc. selaku pembimbing tugas akhir yang memberikan bimbingan, arahan serta kritik dan saran yang sangat membangun dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Ibu Dr. Fitri Wulandari, S.Si, M.Kom., selaku dosen penguji I yang telah banyak meluangkan waktunya dan sabar memberikan kritik dan saran dalam penulisan dan perbaikan laporan, terimakasih atas ilmu yang bermanfaat.

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 Fitri Insani, ST, M.kom. selaku dosen penguji II yang telah banyak meluangkan waktunya dan sabar memberikan kritik dan saran dalam penulisan dan perbaikan laporan, terimakasih atas ilmu yang bermanfaat.

Ibu Fadhilah Syafria, S.T, M.Kom, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika yang lalu, yang telah meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam pengurusan administrasi.

Seluruh dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan bimbingan yang bermanfaat untuk kami.

Ayahanda dan Ibunda yang telah memberikan do'a, motivasi, saran, dan semangat sehingga laporan ini dapat diselesaikan.

Untuk teman-teman penulis dari kelas B angkatan 2017 yang telah memberikan bantuan, semangat, menghibur terus-menerus hingga akhirnya penulis bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

12. Semua pihak yang ikut memberikan bantuan, dukungan, dan doa baik secara langsung ataupun tidak langsung.

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

Wassalamu'alaikum wa rohmatullohi wa barokatuh.

Pekanbaru, 12 Juli 2022

Penulis

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR RUMUS	xxi
DAFTAR SIMBOL	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Metode	6
2.1.1 Prediksi (<i>Forecasting</i>).....	6
2.1.2 Data Berkala (<i>Time Series</i>)	7

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

2.1.3	Logika <i>Fuzzy</i>	8
2.1.4	Fuzzy Time Series.....	9
2.1.4.1	Tahapan Fuzzy Time Series.....	9
2.1.5	Optimasi	12
2.1.6	<i>Particle Swarm Optimization</i>	12
2.1.6.1	Tahapan Particle Swarm Optimization (PSO).....	13
2.1.6.2	Parameter <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO)	14
2.1.7	Perhitungan <i>Error</i>	15
2.1.8	Nilai Tukar Petani (NTP).....	16
2.1.8.1	Indeks Harga yang Diterima Petani (IT).....	17
2.1.8.2	Indeks Harga yang Dibayar Petani (IB).....	17
2.2	Penelitian Terkait.....	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Tahapan Penelitian	23
3.1.1	Perumusan Masalah	24
3.1.2	Pengumpulan Data	24
3.1.3	Pembahasan.....	24
3.1.3.1	Analisa	24
3.1.3.2	Perancangan.....	27
3.1.3.3	Implementasi.....	27
3.1.3.4	Pengujian	28
3.1.4	Kesimpulan dan Saran.....	28
BAB 4 PEMBAHASAN		29
4.1	Analisa Sistem	29
4.1.1	Analisa Kebutuhan Data	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.

4.1.2	Analisa Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Menggunakan <i>Particle Swarm Optimization</i>	30
4.1.2.1	Data Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP)	30
4.1.2.2	Menentukan Himpunan Semesta	30
4.1.2.3	Input Parameter.....	31
4.1.2.4	Inisialisasi Kecepatan dan Posisi Awal Partikel	31
4.1.2.5	<i>Fuzzy Time Series</i>	32
4.1.2.6	Penghitungan Nilai <i>Fitness</i>	43
4.1.2.7	Pemilihan <i>Particle Best</i> (Pbest)	44
4.1.2.8	Pemilihan <i>Global Best</i> (Gbest)	45
4.1.2.9	Pembaruan Kecepatan Partikel	45
4.1.2.10	Pembaruan Posisi Partikel	46
4.1.2.11	Proses Prediksi.....	47
4.2	Perancangan Sistem.....	51
4.2.1	Perancangan <i>Database</i>	52
4.2.1.1	Users	52
4.2.1.2	Profile	52
4.2.1.3	Konfigurasi	53
4.2.1.4	Data Penerapan	53
4.2.2	Perancangan Antarmuka (Interface)	53
4.2.2.1	Perancangan Halaman Dashboard	54
4.2.2.2	Perancangan Halaman My Profile	54
4.2.2.3	Perancangan Halaman Users	55
4.2.2.4	Perancangan Halaman Data	55
4.2.2.5	Perancangan Halaman Grafik	55
4.2.2.6	Perancangan Halaman Penerapan Metode.....	56

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.

4.2.2.7	Perancangan Halaman Konfigurasi	56
4.3	Implementasi Sistem	57
4.3.1	Implementasi Halaman Dashboard	57
4.3.2	Implementasi Halaman My Profile	57
4.3.3	Implementasi Halaman Users	58
4.3.4	Implementasi Halaman Data	58
4.3.5	Implementasi Halaman Grafik	59
4.3.6	Implementasi Halaman Penerapan Metode.....	59
4.3.7	Implementasi Halaman Konfigurasi	60
4.4	Pengujian Sistem	60
4.4.1	Pengujian Parameter PSO	61
4.4.1.1	Pengujian Jumlah Partikel	61
4.4.1.2	Pengujian Jumlah Iterasi.....	62
4.4.1.3	Pengujian Bobot Inersia (w)	63
4.4.1.4	Pengujian Nilai c1 dan c2	64
4.4.1.5	Hasil Penerapan Paramater Optimal	66
4.4.2	Pengujian <i>Whitebox</i>	67
BAB 5 PENUTUP.....		71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....		72
LAMPIRAN A.....		75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Pola horizontal.....	7
Gambar 2 Pola musiman	7
Gambar 3 Pola siklis	8
Gambar 4 Pola trend.....	8
Gambar 5 Pembentukan NTP.....	18
Gambar 6 Tahapan Penelitian	23
Gambar 7 Flowchart Proses FTS menggunakan PSO	25
Gambar 8 Perancangan Halaman Dashbord	54
Gambar 9 Perancangan Halaman My Profile.....	54
Gambar 10 Perancangan Halaman Users.....	55
Gambar 11 Perancangan Halaman Data	55
Gambar 12 Perancangan Halaman Grafik.....	56
Gambar 13 Perancangan Halaman Penerapan Metode	56
Gambar 14 Perancangan Halaman Konfigurasi.....	57
Gambar 15 Implementasi Halaman Dashbord.....	57
Gambar 16 Implementasi Halaman My Profile	58
Gambar 17 Implementasi Halaman Users	58
Gambar 18 Implementasi Halaman Data.....	59
Gambar 19 Implementasi Halaman Grafik	59
Gambar 20 Implementasi Halaman Penerapan Metode.....	60
Gambar 21 Implementasi Halaman Konfigurasi.....	60
Gambar 22 Grafik Hasil Pengujian Jumlah Partikel	62
Gambar 23 Grafik Hasil Pengujian Jumlah Iterasi	63
Gambar 24 Grafik Hasil Pengujian Bobot Inersia	64
Gambar 25 Grafik Hasil Pengujian Nilai c1 dan c2.....	65
Gambar 26 Hasil Penerapan Parameter Optimal	66
Gambar 27 Kode Program Menu Tambah.....	67
Gambar 28 Hasil Kode Program Menu Tambah.....	67
Gambar 29 Kode Program Menu Grafik.....	68

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.

Gambar 30 Hasil Kode Program Menu Grafik	68
Gambar 31 Penerapan Metode	69
Gambar 32 Hasil Kode Program Menu Penerapan Metode.....	70
Gambar 33 Implementasi Sistem 35 Data.....	97



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.

Tabel 30 Data Penerapan	53
Tabel 31 Pengujian Jumlah Partikel.....	61
Tabel 32 Pengujian Jumlah Iterasi	62
Tabel 33 Pengujian Bobot Inersia	64
Tabel 34 Pengujian Nilai c1 dan c2	65
Tabel 35 Data NTPP	75
Tabel 36 Inisialisasi Parameter PSO	76
Tabel 37 Inisialisasi Kecepatan Awal Partikel.....	76
Tabel 38 Inisialisasi Posisi Awal Partikel.....	77
Tabel 39 Fuzzifikasi Data Historis.....	77
Tabel 40 Fuzzy Logic Relationship (FLR)	79
Tabel 41 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)	81
Tabel 42 Defuzzifikasi	81
Tabel 43 Prediksi dan Error	82
Tabel 44 Nilai <i>Fitness</i>	84
Tabel 45 Pemilihan <i>Particle Best</i> (Pbest)	84
Tabel 46 Pemilihan <i>Global Best</i> (Gbest)	84
Tabel 47 Pembaruan Kecepatan Partikel	84
Tabel 48 Pembaruan Posisi Partikel.....	84
Tabel 49 Posisi Partikel Setelah Diurutkan.....	85
Tabel 50 Fuzzifikasi Data Historis.....	86
Tabel 51 Fuzzy Logic Relationship (FLR)	87
Tabel 52 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)	89
Tabel 53 Defuzzifikasi	89
Tabel 54 Prediksi dan Error	90
Tabel 55 Nilai <i>Fitness</i>	92
Tabel 56 Pemilihan <i>Particle Best</i> (Pbest).....	92
Tabel 57 Pemilihan <i>Global Best</i> (Gbest)	92
Tabel 58 Pembaruan Kecepatan Partikel	92
Tabel 59 Pembaruan Posisi Partikel.....	92
Tabel 60 Posisi Partikel Setelah Diurutkan.....	93
Tabel 61 Fuzzifikasi Data Historis.....	93

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 62 Fuzzy Logic Relationship (FLR)	94
Tabel 63 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)	95
Tabel 64 Defuzzifikasi	95
Tabel 65 Prediksi dan Error	96



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR RUMUS

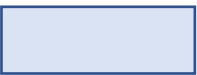
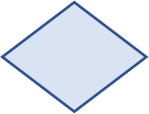
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

Rumus Satu.....	10
Rumus Dua	10
Rumus Tiga	10
Rumus Empat	10
Rumus Lima	11
Rumus Enam	11
Rumus Tujuh	11
Rumus Delapan	12
Rumus Sembilan.....	12
(10) Rumus Sepuluh.....	13
(11) Rumus Sebelas	14
(12) Rumus Duabelas.....	15
(13) Rumus Tigabelas	16

DAFTAR SIMBOL

Simbol *Flowchart*

No	Simbol <i>Flowchart</i>	Nama	Arti Simbol <i>Flowchart</i>
1		Terminal	Untuk menjelaskan awal dan akhir sebuah proses.
2		Proses	Untuk menjelaskan proses sebuah nilai.
3		Pilihan (<i>Decession</i>)	Untuk menyatakan suatu kondisi yang akan terjadi, yaitu ya dan tidak.
4		Data	Untuk menjelaskan input output atau proses masukkan maupun keluaran.
5		Preparation	Untuk mempersiapkan sebuah penyimpanan yang akan digunakan dalam mengolah data dalam suatu storage.

© 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.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki potensi yang sangat baik pada sektor pertanian didukung dengan Indonesia yang memiliki iklim tropis. Sektor pertanian meliputi (1) subsektor tanaman pangan (2) subsektor hortikultura (3) subsektor perkebunan rakyat (4) subsektor peternakan (5) subsektor perikanan. Produk pertanian yang dihasilkan beragam, mulai dari buah-buahan, sayuran, aneka rempah, budidaya ikan, bahan nabati dan masih banyak lagi. Komoditas utama yang menjadi andalan yaitu subsektor tanaman pangan, produk yang dihasilkan seperti padi, sagu, ubi kayu dan tanaman lainnya [1].

Sektor pertanian merupakan sektor yang berperan penting pada pembangunan nasional, melalui perannya dalam membentuk PDRB. Kontribusi sektor pertanian pada Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) kuartal II 2021 bernilai 26,38% atau urutan kedua setelah sektor industri. Kebutuhan pangan masyarakat yang tinggi mengakibatkan sektor pertanian sangat mempengaruhi laju perekonomian. Sehingga sektor pertanian berkontribusi dalam pembangunan nasional, terutama dalam penyerapan tenaga kerja, dan sumber pendapatan bagi masyarakat serta berperan sebagai penyedia pangan, bahan baku untuk industri dan ekspor [2].

Berdasarkan hal tersebut, pembangunan sektor pertanian menjadi hal yang utama. Dalam aspek peningkatan kesejahteraan masyarakat, sektor pertanian merupakan sumber lapangan kerja dan pendapatan masyarakat, pembentukan modal yang berperan besar dalam penanggulangan kemiskinan [3]. Oleh karena itu dalam mewujudkan usaha pembangunan sektor pertanian untuk peningkatan kesejahteraan petani, maka dibutuhkan indikator untuk mengetahui nilai kesejahteraan petani. Unsur penting yang dijadikan sebagai indikator kesejahteraan petani adalah besarnya pendapatan dengan pengeluaran. Dalam hal ini indikator yang umum digunakan untuk mengetahui kesejahteraan petani adalah Nilai Tukar Petani (NTP). NTP merupakan perbandingan indeks harga yang diterima petani

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 indeks harga yang dibayar petani, yaitu harga konsumsi dan kebutuhan produksi. Nilai tukar petani dapat bervariasi di setiap daerah dan turun-naik seiring berjalannya waktu. Semakin tinggi nilai tukar petani dapat diartikan kemampuan daya beli atau daya tukar (term of trade) petani relatif lebih baik dan tingkat kehidupan petani juga lebih baik [4].

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Riau menunjukkan bahwa pada bulan Agustus 2018 sampai Juni 2019 dan pada bulan Oktober sampai November 2019 NTP pada subsektor tanaman pangan berada diatas 100 persen, dapat diartikan petani mengalami surplus. Kemudian pada bulan Desember 2019 sampai Agustus 2021 NTP pada subsektor tanaman pangan berada dibawah 100 persen, sehingga dapat diartikan petani mengalami defisit. NTP yang cenderung rendah dapat mempengaruhi tingkat kesejahteraan dan produktifitas sektor pertanian berkurang, sehingga dalam jangka panjang mengakibatkan laju produksi menurun dan laju konsumsi meningkat.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka perlu dilakukan prediksi terhadap NTP untuk membantu pemerintah dalam mengantisipasi dan memberikan kebijakan dalam pembangunan kesejahteraan petani di masa yang akan datang. Terdapat penelitian yang telah dilakukan mengenai prediksi Nilai NTP subsektor tanaman pangan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Siregar [5] dalam hasil penelitiannya menjelaskan bahwa pentingnya memprediksi nilai NTP dapat membantu meningkatkan kesejahteraan petani dan mampu meningkatkan lapangan pekerjaan bagi masyarakat.

Salah satu metode untuk meramalkan NTP yaitu dengan *fuzzy time series*, *Fuzzy Time Series* merupakan metode prediksi dengan menangkap pola dari data yang telah lalu, kemudian digunakan untuk memberi gambaran data yang akan datang. Dalam metode FTS terdapat berbagai model yaitu model Song, Chissom, Chen dan Lee. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah FTS *Chen*. Kelebihan FTS lebih sederhana, mudah dimengerti sehingga metode FTS lebih mudah untuk digunakan [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.

Terdapat beberapa penelitian yang menggunakan FTS dalam menyelesaikan masalah prediksi, seperti penelitian yang dilakukan oleh Darsono [7] mengenai prediksi harga emas. Adapun hasil dari penelitian tersebut menghasilkan bahwa metode FTS *chen* akurat dalam memprediksi harga emas dan menghasilkan rata-rata selisih pada data aktual tidak lebih dari Rp. 2.850,-. Selanjutnya pada penelitian kedua, penelitian yang dilakukan oleh Didi Febrian [8] mengenai prediksi jumlah wisatawan ke Sumatera Utara menggunakan FTS rumus *sturges* dan *average based*. Rumus *sturges* menghasilkan akurasi prediksi yang lebih akurat daripada rumus *average based* dengan masing-masing banyak interval 7 dengan MAPE 6,66% dan banyak interval 20 dengan MAPE 9,87%.

Metode *Fuzzy Time Series* memiliki kelemahan yaitu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ujianto [9] yang menyebutkan bahwa kelemahan pada FTS yaitu dalam menentukan himpunan semesta dan panjang interval yang kurang optimal sehingga mempengaruhi pembentukan *fuzzy logic relationship* dan hasil perhitungan akurasi prediksi. Jadi untuk mengatasi kelemahan tersebut, maka diperlukan sebuah algoritma optimasi untuk mencari nilai optimal dari interval FTS dan algoritma optimasi yang digunakan adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Algoritma PSO merupakan salah satu algoritma optimasi yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Algoritma ini terinspirasi dari sekawanan hewan seperti kawanan burung dan kumpulan ikan dalam mencari posisi terbaik, algoritma ini bekerja dengan menghitung secara terus menerus hingga mendapatkan solusi [10]. Kelebihan dari algoritma PSO adalah memiliki konsep sederhana dan mudah untuk diimplementasikan. Menurut Yusup [11] dalam penelitiannya menjelaskan bahwa PSO sangat mudah dan hanya dibutuhkan beberapa baris kode pemrograman, dan juga tidak dibutuhkan operator matematika yang rumit, maka dari itu dapat mengefisienkan perhitungan baik dari segi memori yang dibutuhkan dan juga dari segi kecepatan.

Terdapat beberapa penelitian terkait mengenai penerapan Optimasi Interval *Fuzzy Time Series* Menggunakan *Particle Swarm Optimization*. Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Dwi Apria [12] mengenai peramalan permintaan darah pada

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

dit transfusi darah cabang PMI Kota Malang. Algortima ini mampu bekerja dengan baik, adapun nilai MAPE sebesar 7.50330%. Selanjutnya, pada penelitian kedua yang dilakukan oleh Usmia [13] mengenai peramalan data produk domestik regional bruto Yogyakarta. Adapun hasil dari penelitian tersebut bahwa metode FTS dengan algoritma PSO lebih baik dibandingkan FTS tanpa PSO dengan nilai MAPE sebesar 3.40% dan nilai RMSE sebesar 875049.7.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian pada tugas akhir ini adalah Penerapan *Fuzzy Time Series* Menggunakan *Particle Swarm Optimization* Pada Prediksi Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP). *Fuzzy time series* digunakan karena dapat menangkap pola dari data yang telah lalu, kemudian digunakan untuk memberi gambaran data yang akan datang. Sedangkan *Particle swarm optimization* digunakan untuk menentukan nilai interval terbaik atau nilai interval optimal pada FTS. Selanjutnya, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dan bermanfaat bagi pemerintah sebagai informasi untuk mengambil kebijakan-kebijakan dalam usaha menjaga dan mengendalikan kondisi nilai tukar petani supaya tetap dalam keadaan yang stabil.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat akurasi metode *Fuzzy Time Series* (FTS) Menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada prediksi Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP) di Provinsi Riau?
2. Bagaimana parameter yang optimal metode *Fuzzy Time Series* (FTS) menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada prediksi Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP) di Provinsi Riau?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini supaya tidak menyimpang dari pokok permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Nilai Tukar Petani subsektor tanaman pangan (NTPP) di provinsi Riau dari bulan Januari

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.

2008 sampai Desember 2021 dengan jumlah 168 data yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Riau yaitu <https://riau.bps.go.id/>.

Untuk menghitung tingkat keakuratan prediksi menggunakan *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tingkat akurasi metode *Fuzzy Time Series* (FTS) Menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada prediksi Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP) di Provinsi Riau.
2. Untuk mengetahui parameter yang optimal metode *Fuzzy Time Series* (FTS) menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada prediksi Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP) di Provinsi Riau.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai metode *fuzzy time series* (FTS) menggunakan *particle swarm optimization* (PSO) pada prediksi Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP).
2. Bagi pemerintah sebagai informasi untuk mengambil kebijakan-kebijakan dalam usaha menjaga dan mengendalikan kondisi nilai tukar petani supaya tetap dalam keadaan yang stabil.
3. Bagi petani jika NTPP mengalami surplus, maka petani mendapatkan keuntungan yang menjadikan petani sejahtera karena harga produksi yang diterima petani lebih tinggi dari harga yang dibayar petani baik itu konsumsi dan sarana produksi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Metode

2.1.1 Prediksi (*Forecasting*)

Prediksi (*Forecasting*) adalah memperkirakan atau mentaksirkan berbagai kemungkinan yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Prediksi dapat dilakukan dengan melakukan pengambilan data historis dan memberikan gambaran terhadap masa yang akan datang dengan model matematis. Metode prediksi terdiri dari metode kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif adalah jenis penelitian yang melakukan pengambilan data secara statistik atau data angka yang dikumpulkan sehingga dapat memberi informasi mengenai suatu masalah. Sedangkan penelitian kualitatif adalah jenis penelitian yang melakukan pengambilan data secara transkrip wawancara, dokumen resmi, catatan lapangan[14].

Terdapat beberapa jenis *forecasting*, *forecasting* umumnya dikategorikan berdasarkan waktu, *forecasting* terbagi dalam tiga jenis, yaitu:

1. *Forecasting* jangka pendek merupakan prediksi yang mencakup jangka waktu kurang dari tiga bulan sampai satu tahun. Prediksi ini biasanya ditujukan untuk merencanakan pembelian bahan baku, jadwal kerja, tenaga kerja, dan tingkat produksi.
2. *Forecasting* jangka menengah merupakan prediksi yang mencakup jangka waktu bulanan sampai dengan tiga tahun. Prediksi ini biasanya ditujukan untuk merencanakan penjualan, anggaran produksi dan kas.
3. *Forecasting* jangka panjang merupakan prediksi yang mencakup jangka waktu tiga tahun atau lebih. Prediksi ini biasanya ditujukan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal dan pengembangan lokasi atau fasilitas[15].

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.

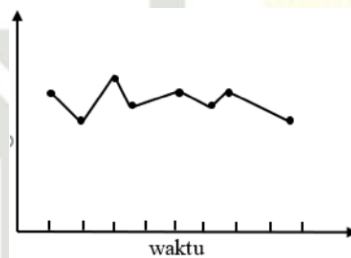
2.1.2 Data Berkala (*Time Series*)

Data berkala (*time series*) adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu, yang digunakan untuk menggambarkan perkembangan suatu nilai. Pola pergerakan data *time series* dapat diketahui dengan adanya data berkala atau sekumpulan data yang dikumpulkan dalam interval waktu tertentu, sehingga data berkala dapat dijadikan sebagai dasar untuk pembuatan keputusan dalam perencanaan dimasa yang akan datang[14].

Menurut Lusiana terdapat beberapa pola atau gerakan yang ada pada data runtun waktu (*time series*) yaitu sebagai berikut[16].

1. Pola horizontal (*constant*)

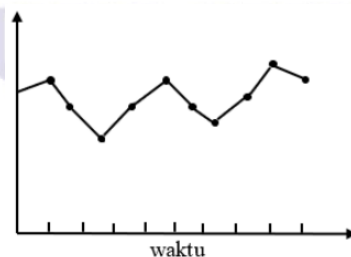
Pola horizontal terjadi apabila data mengalami perubahan yang relative konstan. Misalkan terdapat hasil produksi yang mengalami kenaikan maupun penurunan dalam kurun waktu tertentu, namun jika di rerata masih dalam titik rata-rata, sehingga data tersebut mengalami pola horizontal.



Gambar 1 Pola horizontal

2. Pola musiman (*seasonal*)

Pola musiman terjadi apabila faktor musiman mempengaruhi suatu deret misalkan pada tahun, bulan, minggu tertentu. Misalkan pada data penjualan suatu produk seperti pemanas ruangan, minuman ringan, dan es krim akan mengalami pola musiman.



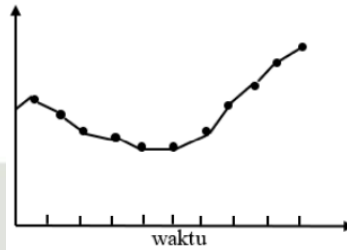
Gambar 2 Pola musiman

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. Pola siklis (*cycle*)

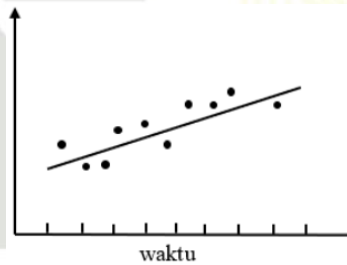
Pola siklis terjadi apabila data yang diperoleh mengalami perubahan ekonomi jangka panjang. Misalkan yang berkaitan dengan siklus bisnis, seperti data penjualan produk kendaraan, baja, peralatan utama lainnya mengalami pola siklis.



Gambar 3 Pola siklis

4. Pola trend

Pola trend terjadi apabila data mengalami kenaikan ataupun penurunan sekuler dalam jangka panjang. Misalkan pada data penjualan perusahaan, Produk Nasional Bruto (PNB) dan beberapa indikator bisnis maupun ekonomi lainnya.



Gambar 4 Pola trend

2.1.3 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar atau salah. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaannya berada diantara 0 dan 1. Dengan logika *fuzzy* dapat diketahui sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Logika *fuzzy* dapat diterapkan ke dalam berbagai bidang, seperti bidang kedokteran yaitu untuk mendiagnosa penyakit, manajemen pengambilan keputusan yaitu untuk penentuan jumlah produksi berdasarkan jumlah stok dan permintaan dan bidang teknik yaitu untuk kendali kualitas air, prediksi gempa bumi, klasifikasi 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.

pencocokan pola [17]. Kelebihan dari logika *fuzzy* adalah logika *fuzzy* memiliki konsep yang mudah dimengerti, memiliki logika yang fleksibel dan mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang kompleks.

2.1.4 Fuzzy Time Series

Fuzzy time series adalah sebuah konsep peramalan yang menerapkan prinsip-prinsip logika *fuzzy* sebagai dasar perhitungannya. Metode ini diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 untuk menyelesaikan sebuah permasalahan peramalan. Kemudian pada tahun 1996, metode *fuzzy time series* ini dikembangkan oleh Chen dengan menggunakan operasi aritmetika untuk memperbaiki kasus peramalan pendaftaran [18].

Menurut Nugroho Secara umum, konsep dari *fuzzy time series* dapat dijelaskan sebagai berikut :

Definisi 1 : Misalkan $Y(t)$ ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots n$) adalah himpunan bagian dari bilangan *real*. Dan $Y(t)$ merupakan himpunan semesta yang didefinisikan oleh himpunan fuzzy $f_i(t)$. Jika $F(y)$ terdiri dari $f_1(t), f_2(t), \dots, f(t)$, maka didefinisikan sebagai *fuzzy time series* pada $Y(u)$ ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots n$).

Definisi 2 : Jika terdapat hubungan yang samar $R(t-1, t)$, maka $F(t) = F(t-1) * R(t-1, t)$ dimana merupakan operator, fungsi $F(t)$ disebabkan oleh $F(t-1)$. Misalkan $F(t) = A_i$ dan $F(t-1) = A_j$, maka hubungan antara $F(t)$ dan $F(t-1)$ disebut dengan *fuzzy logical relationship* (FLR) yang dilambangkan dengan $A_i \rightarrow A_j$. Dimana A_i adalah sisi kiri (*currents state*) dan A_j adalah sisi kanan (*next state*) dari FLR.

Definisi 3 : *Fuzzy logical relationship* (FLR) yang mempunyai sisi kiri yang sama dengan himpunan fuzzy maka dikelompokkan dan disebut dengan *fuzzy logical relationship group* (FLRG), seperti $A_i \rightarrow A_{j1}, A_i \rightarrow A_{j2}$. Kedua FLR tersebut dikelompokkan menjadi FLRG dengan lambang notasi $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}$.

2.1.4.1 Tahapan Fuzzy Time Series

Terdapat beberapa langkah atau tahapan dalam melakukan peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series* yaitu sebagai berikut [12]:

Langkah 1 : Menentukan *Universe of Discorse* / Himpunan Semesta

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Dalam menentukan *universe of discourse* atau himpunan semesta, hal yang dilakukan adalah menentukan data maksimal (D_{max}) dan data minimal (D_{min}) dari data historis. Di asumsikan $Y(t)$ merupakan data historis pada tahun t , maka persamaan untuk menentukan himpunan semesta sebagai berikut.

$$U = [D_{min} \ D_{max}] \quad |$$

Di mana $D_{min} \leq Y(t) \leq D_{max}$

(1)

Menentukan lebar interval menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Panjang interval} = \frac{D_{max} - D_{min}}{\text{Jumlah interval}} \quad |$$

(2)

Dan jumlah interval ditentukan menggunakan rumus *Sturgess*.

$$K = 1 + 3,322 \times \log(n) \quad |$$

(3)

Dengan K adalah jumlah interval dan n adalah jumlah data yang digunakan. Sehingga didapatkan $U = [U_1, U_2, U_3, U_4, \dots, U_n]$ yang akan membentuk seperti

$$U_1 = [D_{min}, X_1], U_2 = [X_1, X_2], U_3 = [X_2, X_3], \dots, U_n = [X_{n-1}, D_{max}].$$

Langkah 2 : Membentuk Himpunan Fuzzy

Membentuk himpunan *fuzzy* yang dibentuk berdasarkan pembagian himpunan semesta (U). Misalkan $U = [U_1, U_2, U_3, U_4, \dots, U_n]$ maka sebuah himpunan *fuzzy* A_i menjadi $A = A_1, A_2, \dots, A_k$ yang digambarkan sebagai berikut:

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_n}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_n}$$

.....

$$A_k = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n} \quad |$$

(4)

Dengan nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A_i berada diantara 0, 0,5 dan 1 dimana $1 \leq k \leq n$, n adalah jumlah himpunan semesta yang telah didapat sebelumnya.

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.

Langkah 3 : Fuzzifikasi Data Historis

Fuzzifikasi data historis merupakan proses mengidentifikasi data aktual ke dalam bentuk himpunan *fuzzy*. Diasumsikan terdapat $Y(t)$ dan $F(t)$ pada tahun t dimana $Y(t)$ merupakan data historis pada tahun t dan $F(t)$ merupakan himpunan *fuzzy* dari $Y(t)$. Jika $Y(t)$ merupakan bagian dari U_i maka $Y(t)$ difuzzifikasi menjadi $F(t) = A_i$.

(5)

Langkah 4 : Membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

Fuzzy Logic Relationship (FLR) dibentuk berdasarkan nilai fuzzifikasi data historis. Jika $F(t)$ difuzzikan sebagai A_i dan F_t sebagai A_j , maka A_i berelasi dengan A_j dan dapat dinyatakan dengan notasi berikut:

$$A_i \rightarrow A_j \mid$$

(6)

Langkah 5 : Membentuk *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

Fuzzy logic relationship group (FLRG) dibentuk berdasarkan hasil dari *fuzzy logic relationship* yang mempunyai *current state* (sisi kiri) yang sama. Misalkan terdapat *fuzzy logic relationship* (A_i): $A_i \rightarrow A_{j1}$, $A_i \rightarrow A_{j1}$ dan $A_i \rightarrow A_{j2}$. Dari 3 *fuzzy logic relationship* dapat dikelompokkan. Chen akan menghasilkan $A_i \rightarrow A_{j1}$, $A_i \rightarrow A_{j2}$, yang mana $A_i \rightarrow A_{j1}$, $A_i \rightarrow A_{j1}$ dianggap sama sehingga diambil hanya satu.

(7)

Langkah 6 : Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah langkah untuk melakukan perhitungan terhadap hasil prediksi. Terdapat beberapa aturan prediksi yang harus diperhatikan yaitu sebagai berikut:

Aturan 1 : Jika hasil fuzzifikasi $F(t-1)$ adalah A_i dan A_i tidak memiliki FLR pada FLRG misal $A_i \rightarrow \emptyset$, maka hasil prediksi adalah m_i yang merupakan nilai tengah (*midpoint*) dari interval A_i .

Aturan 2 : Jika hasil fuzzifikasi $F(t-1)$ adalah A_i dan A_i hanya memiliki satu FLR pada FLRG misal $A_i \rightarrow A_j$, maka hasil prediksi adalah m_j yang merupakan nilai tengah (*midpoint*) dari interval A_j .

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.

Aturan 3 : Jika hasil fuzzifikasi $F(t-1)$ adalah A_i dan A_i memiliki lebih dari satu FLR pada FLRG misal $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jn}$, maka hasil prediksi adalah rerata dari $m_{i1}, m_{i2}, \dots, m_{in}$ yang merupakan nilai tengah (*midpoint*) dari interval $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jn}$.

$$F = \frac{m_{i1} + m_{i2} + \dots + m_{in}}{k} \quad (8)$$

Dimana m adalah nilai tengah (*midpoint*) dan k adalah banyaknya jumlah nilai tengah (*midpoint*) Dan untuk mencari nilai tengah (*midpoint*) pada tiap interval dapat digunakan persamaan berikut.

$$m_i = \frac{\text{Batas atas} + \text{Batas bawah}}{2} \quad (9)$$

2.1.5 Optimasi

Optimasi adalah sebuah proses mencari solusi yang terbaik atau nilai optimal dari sebuah permasalahan. Permasalahan optimasi bisa berupa mencari nilai maksimal atau nilai minimal, permasalahan optimasi banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, seperti bidang matematika, teknik, sosial, ekonomi, pertanian, farmasi, otomotif, dan lainnya. Permasalahan optimasi yang banyak tersebut disertai dengan metode penyelesaian yang banyak juga [19].

2.1.6 Particle Swarm Optimization

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah salah teknik optimasi yang terinspirasi dari perilaku sosial sekawanan burung dan ikan dalam mencari makanan. Pada PSO terdapat istilah partikel, partikel ini menunjukkan seekor burung dalam kawasan burung. Setiap individu atau partikel berperilaku dengan cara menggunakan kecerdasannya sendiri dan juga dipengaruhi oleh perilaku kelompoknya. Dengan demikian, jika satu partikel atau seekor burung menemukan jalan yang tepat atau pendek menuju sumber makanan, maka sisa kelompok yang lain juga akan dapat segera mengikuti jalan tersebut meskipun lokasi mereka jauh dari kelompok tersebut [12]. Dengan adanya kerjasama antar

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.

partikel dan implementasi yang sederhana membuat PSO dapat menyelesaikan permasalahan optimasi dengan efisien.

Dalam algoritma PSO, setiap partikel memiliki nilai *fitness* yang menghasilkan solusi terbaik. Posisi terbaik yang pernah dicapai oleh setiap partikel disebut *Personal Best* (*Pbest*). Sedangkan posisi terbaik yang dicapai oleh keseluruhan partikel disebut *Global Best* (*Gbest*). Nilai *pbest* dan *gbest* digunakan untuk menentukan kecepatan partikel selanjutnya, sedangkan kecepatan digunakan untuk menentukan posisi selanjutnya [20].

2.1.6.1 Tahapan Particle Swarm Optimization (PSO)

Terdapat beberapa tahapan dari algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) yaitu sebagai berikut[20]:

Langkah 1 : Inisialisasi Posisi Awal

1. Inisialisasi kecepatan awal partikel (v_0) sama dengan 0
2. Inisialisasi posisi awal partikel (x_0) ditulis dengan nilai acak sebanyak dimensi partikel pada populasi.
3. Inisialisasi *Pbest* sama dengan posisi awal partikel, serta nilai *Gbest* didapatkan dengan memilih satu *Pbest* yang memiliki nilai *fitness* terbaik.

Langkah 2 : Perbarui kecepatan partikel

Perbaruan kecepatan partikel dilakukan untuk menentukan arah perpindahan posisi partikel yang ada pada populasi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$v_{ij}(t+1) = w.v_{ij}(t) + c_1.r_1(P_{best\ i,j}(t) - x_{i,j}(t)) + c_2.r_2(G_{best\ i,j}(t) - x_{i,j}(t)) \quad (10)$$

Dimana:

- | | |
|--------------------|---|
| $v_{ij}(t+1)$ | = Kecepatan partikel ke i , pada dimensi ke j , pada iterasi ke $t+1$ |
| $v_{ij}(t)$ | = Kecepatan partikel ke i , pada dimensi ke j , pada iterasi ke t |
| w | = Bobot inersia |
| c_1 | = Koefisien partikel kognitif |
| c_2 | = Koefisien partikel sosial |
| r_1 & r_2 | = Bilangan random dalam range $[0,1]$ |
| $P_{best\ i,j}(t)$ | = Nilai <i>Pbest</i> ke i , pada dimensi ke j , pada iterasi 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.

$G_{best\ i,j}(t)$

= Nilai *Gbest* ke *i*, pada dimensi ke *j*, pada iterasi ke *t*

$x_{ij}(t)$

= Posisi partikel ke *i*, pada dimensi ke *j*, pada iterasi ke *t*

Langkah 3 : Perbarui posisi partikel

Pembaruan posisi partikel dilakukan untuk mengetahui posisi terbaru pada setiap partikel *i*. Berikut persamaan yang digunakan untuk memperbarui posisi partikel.

$$x_{i,j}(t+1) = x_{i,j}(t) + v_{i,j}(t+1) \quad (11)$$

Dimana:

$x_{ij}(t+1)$

= Posisi partikel ke *i*, pada dimensi ke *j*, pada iterasi ke *t+1*

$x_{ij}(t)$

= Posisi partikel ke *i*, pada dimensi ke *j*, pada iterasi ke *t*

$v_{ij}(t+1)$

= Kecepatan partikel ke *i*, pada dimensi ke *j*, pada iterasi ke *t+1*

Langkah 4 : Pemilihan *Pbest* dan *Gbest*

Pemilihan *Pbest* dan *Gbest* dilakukan dengan membandingkan nilai *fitness* yang diperoleh oleh *Pbest*. Dimana nilai terbaik merupakan nilai hasil pemilihan *Pbest*. Sedangkan *Gbest* dicari dengan memilih satu *Pbest* yang memiliki nilai *fitness* terkecil.

Langkah 5 :

Ulangi langkah 2 dan seterusnya hingga mencapai iterasi maksimum.

2.1.6.2 Parameter Particle Swarm Optimization (PSO)

Terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi kemampuan algoritma PSO parameter ini meliputi.

1. Jumlah Partikel

Swarm adalah sebuah kumpulan atau kelompok yang disebut partikel.

Lama waktu operasi dan probabilitas (peluang atau kemungkinan) berkaitan dengan jumlah partikel dalam menemukan solusi yang optimal. Semakin besar nilai jumlah partikel yang digunakan, maka probabilitas dalam menemukan nilai yang optimal juga lebih besar, namun akan membuat proses perhitungan menjadi lebih lama. Jumlah partikel umumnya digunakan pada *range* nilai 20 sampai 50 partikel.

2. Bobot Inersia (*w*)

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.

Bobot inersia digunakan sebagai parameter yang dapat mengontrol kecepatan partikel sebelumnya. Jika nilai bobot inersia terlalu besar, maka kecepatan akan terus meningkat dan jarak partikel terhadap nilai optimalnya akan terus meningkat pula setiap iterasi. Bobot inersia disarankan untuk digunakan dari 0,4 sampai 0,9.

3. Koefisien Partikel

Konstanta kecepatan terdiri dari c_1 dan c_2 . Konstanta c_1 disebut dengan koefisien partikel kognitif, sedangkan konstanta c_2 disebut dengan koefisien partikel sosial. Konstanta kecepatan disarankan untuk digunakan $c_1 + c_2 \leq 4$.

2.1.7 Perhitungan Error

Perhitungan *error* adalah perhitungan yang dilakukan untuk membandingkan hasil prediksi dengan data aktual. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan *error* adalah sebagai berikut:

1. Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) adalah metode yang digunakan untuk menghitung nilai *error* terhadap hasil nilai prediksi. Semakin kecil nilai MSE, maka semakin bagus kinerja metode tersebut. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai MSE [21].

$$MSE = \sum \frac{(F_i - A_i)^2}{n} \quad (12)$$

Dimana:

A_i = Data aktual ke- i

F_i = Nilai hasil prediksi untuk data ke- i

N = Jumlah data

2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah metode yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi nilai prediksi yang dihasilkan pada sistem. Nilai MAPE ditampilkan dalam bentuk presentase. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung MAPE [14].

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

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\% \quad (13)$$

Dimana:

A_i = Data aktual ke-i

F_i = Nilai hasil prediksi untuk data ke-i

N = Jumlah data

Kualitas sebuah prediksi yang dihitung menggunakan nilai MAPE dapat ditentukan berdasarkan kriteria nilai MAPE pada tabel berikut:

Tabel 1 Keterangan Nilai MAPE

MAPE	Pengertian
< 10%	Kemampuan prediksi sangat baik
10% - 20%	Kemampuan prediksi baik
20% - 50%	Kemampuan prediksi cukup
> 50%	Kemampuan prediksi buruk

2.1.8 Nilai Tukar Petani (NTP)

Nilai Tukar Petani (NTP) merupakan salah satu angka perbandingan indeks harga yang diterima petani dengan indeks harga yang dibayar petani yang dinyatakan dalam persentase. Selain itu NTP juga menjadi indikator yang menunjukkan daya tukar (terms of trade) atau daya beli petani terhadap produk yang mencakup konsumsi dan produksi petani. Terdapat beberapa subsektor pada NTP yaitu sebagai berikut [1]:

1. Subsektor Tanaman Pangan (NTPP) seperti: padi, palawija.
2. Subsektor Tanaman Hortikultura (NTPH) seperti: sayur-sayuran, buah-buahan, tanaman obat-obatan.
3. Subsektor Tanaman Perkebunan Rakyat (NTPR) seperti: kelapa, kopi robusta, cengkeh, tembakau, dan kapuk odolan. Jumlah komoditas ini juga bervariasi antara daerah.
4. Subsektor Peternakan seperti (NTPT) seperti: ternak besar (sapi, kerbau), ternak kecil (kambing, domba, babi, dll), unggas (ayam, itik, dll), hasil-hasil ternak (susu sapi, telur, dll).

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. Subsektor Perikanan (NTNP) seperti: perikanan tangkap maupun perikanan budidaya.

2.1.8.1 Indeks Harga yang Diterima Petani (IT)

Harga yang diterima petani (IT) merupakan indeks harga produsen dari hasil produksi petani sebelum ditambahkan biaya lain seperti biaya pengepakan dan transportasi ke dalam harga penjualannya atau disebut *Farm Gate* (harga di sawah/ladang). Singkatnya indeks harga ini menunjukkan perkembangan harga produsen atas hasil produksi petani. Petani yang dimaksud dalam konsep NTP adalah petani yang berusaha di subsektor tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan rakyat, peternakan, serta perikanan. Petani subsektor tanaman pangan mencakup petani yang berusaha pada usahatani padi dan palawija [1].

2.1.8.2 Indeks Harga yang Dibayar Petani (IB)

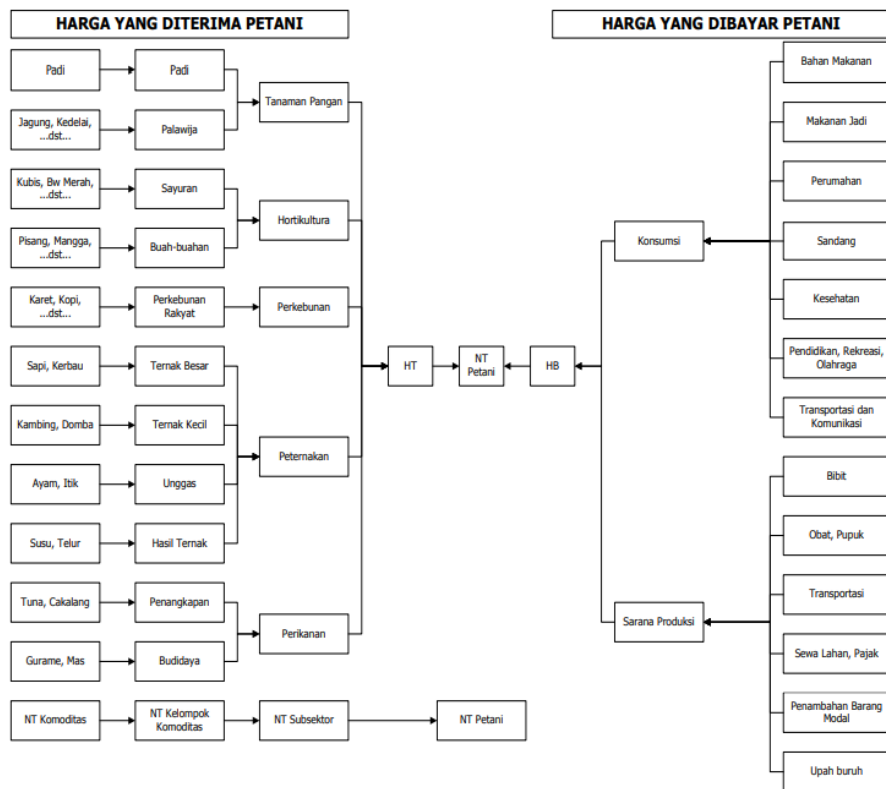
Harga yang dibayar petani (IB) merupakan indeks harga jasa dan barang yang dikonsumsi atau dibeli petani, serta jasa dan barang yang diperlukan untuk memproduksi hasil pertanian [2].

NTP dikembangkan BPS sebagai alat ukur untuk melihat perbandingan relatif kesejahteraan petani. Secara konsep pergerakan NTP merupakan nilai yang dihasilkan dari setiap Nilai Tukar Komponen Pembentuknya, yaitu nilai tukar komponen penerimaan petani yang mempunyai arah positif terhadap kesejahteraan petani dan nilai tukar komponen pembayaran yang mempunyai arah negatif terhadap kesejahteraan petani. Apabila nilai tukar komponen penerimaan lebih tinggi dari nilai tukar komponen pembayaran maka Nilai Tukar Petani (NTP) akan meningkat, demikian sebaliknya. Pembentukan nilai NTP dapat dilihat pada gambar 5.

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.



Gambar 5 Pembentukan NTP

Secara umum sebagaimana disampaikan BPS adalah meningkatnya NTP berarti peningkatan kesejahteraan, begitupun sebaliknya. BPS mendefinisikan dan memberi arti NTP sebagai berikut:

1. $NTP > 100$, artinya petani mengalami surplus. Harga produksi naik lebih besar dari kenaikan harga konsumsi dan biaya produksi. Pendapatan petani naik lebih besar dari pengeluarannya, dengan demikian tingkat kesejahteraan petani lebih baik dibandingkan tingkat kesejahteraan petani sebelumnya.
2. $NTP = 100$, artinya petani mengalami impas. Kenaikan/penurunan harga produksinya sama dengan persentase kenaikan/penurunan harga konsumsi dan biaya produksi. Tingkat kesejahteraan petani tidak mengalami perubahan.
3. $NTP < 100$, artinya petani mengalami defisit. Harga produksi relatif lebih kecil dari kenaikan harga konsumsi dan biaya produksi. Pendapatan petani turun, lebih kecil dari pengeluarannya. Tingkat kesejahteraan petani

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.

mengalami penurunan dibanding tingkat kesejahteraan petani sebelumnya [3].

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi NTP yang dijelaskan oleh Nirmala [22] yaitu: (1) Luas lahan pertanian (2) Jumlah produksi (3) Harga jual produk tanaman pangan (4) Harga pupuk. Selanjutnya, inflasi yang semakin melonjak maka menyebabkan harga-harga barang konsumsi semakin mahal. Apabila harga barang konsumsi semakin mahal maka Indeks harga yang dibayarkan semakin besar sedangkan Indeks yang diterima petani lebih kecil sehingga menyebabkan NTP pertanian menjadi defisit. Selain itu, pergerakan NTP memiliki keterkaitan pada waktu sebelumnya.

2.2 Penelitian Terkait

Penelitian terkait prediksi NTP yang telah dilakukan sebelumnya atau penelitian terkait Penerapan *Fuzzy Time Series* Menggunakan *Particle Swarm Optimization* sebagai berikut. penelitian terkait tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2 Penelitian Terkait

No.	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Willy Widiyani, Yudi Setyawan, Maria Titah Jatipaningrum	2022	Perbandingan Metode <i>Fuzzy Time Series-Chen</i> Dan <i>Weighted Fuzzy Integrated Time Series</i> Untuk Memprediksi Data Indeks Harga Saham Gabungan	Penelitian ini menjelaskan perbandingan metode <i>Fuzzy Time Series-Chen</i> Dan <i>Weighted Fuzzy Integrated Time Series</i> dari hasil yang diperoleh metode FTS <i>Chen</i> menghasilkan nilai yang cukup baik dengan nilai MAPE 18,50%
2.	Netaria Usmia, Noeryanti	2021	Peramalan Data Produk Domestik Regional Bruto Daerah Istimewa	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan alat ukur untuk mengetahui pembangunan ekonomi pada suatu daerah. Dari hasil penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

			Yogyakarta Menggunakan Kombinasi <i>Fuzzy Time Series chen</i> Dengan <i>Particle Swarm Optimization</i>	yang diperoleh dapat disimpulkan metode FTS <i>chen-PSO</i> lebih baik daripada FTS <i>chen</i> dengan MAPE sebesar 4.33% dan 3.40%
3.	Didi Febrian, Dinda Kartika, Debora Agnes Jessica Nainggolan	2021	Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Yang Datang Ke Sumatera Utara dengan <i>Fuzzy Time Series</i>	Penelitian ini membandingkan dua metode dalam membentuk Interval Fuzzy Time Series Markov Chain, menggunakan rumus Sturges dan rumus <i>average based length</i> . Dari hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa menggunakan rumus Sturges lebih akurat daripada rumus <i>average based length</i> dibuktikan dengan nilai MAPE 6.66% menghasilkan 7 interval dan 9.87 % menghasilkan 20 interval
4.	Darsono Nababan, Eric Alexander	2020	Implementasi Metode <i>Fuzzy Time Series</i> Dengan Model Algoritma Chen Untuk Memprediksi Harga Emas	Penelitian ini bertujuan untuk mengantisipasi kerugian yang akan terjadi, dari hasil yang diperoleh metode ini berjalan dengan baik dan dapat dikatakan akurat dengan selisih nilai data Rp. 2.850,-
5.	Shyi-Ming Chen, Xin-Yao Zou, Gracius Cagar Gunawan	2019	<i>Fuzzy time series forecasting based on proportions of intervals and particle swarm</i>	Penelitian ini menyebutkan beberapa jenis metode FTS, dalam penelitiannya metode FTS Chen memiliki nilai MAPE yang cukup kecil diantara metode FTS yang lain dibuktikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

			<i>optimization techniques</i>	dengan FTS Chen memperoleh nilai MAPE sebesar 2,90%
	Sandy Putra Siregar, Dedy Hartama, Anjar Wanto	2019	Estimasi Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan Menggunakan JST pada Provinsi Sumatera Utara	Penelitian ini membagi model arsitektur menjadi 5 dari model ini menghasilkan akurasi dan kecepatan yang berbeda-beda. Model terbaik menghasilkan akurasi sebesar 83%.
7.	Dloifur Rohman Alghifari, Bayu Rahayudi, Candra Dewi	2019	Optimasi <i>Fuzzy Time Series</i> Menggunakan Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> Untuk Peramalan Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia	Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa metode ini berjalan dengan baik dibuktikan dengan nilai MAPE 2,48% dengan 20 jumlah data.
8.	Ari Pani Desvina1, Inggrid Octaviani Meijer	2018	Penerapan Model ARCH/GARCH untuk Peramalan Nilai Tukar Petani	Nilai Tukar Petani berguna untuk melihat kondisi pertanian pada suatu daerah tertentu. Dari hasil penelitian yang diperoleh metode ini bekerja dengan baik dan menghasilkan MAPE sebesar 3,64% dengan jumlah 63 data.
9.	Widia Istiqomah, Mohamad Yamin Darsyah	2018	Efektivitas Metode <i>Arima</i> Dan <i>Exponential Smoothing</i> Untuk Meramalkan Nilai Tukar Petani Di Jawa Tengah	Pada penelitian ini menghasilkan perbandingan antara metode <i>Arima</i> Dan <i>Exponential Smoothing</i> dari hasil yang diperoleh metode <i>arima</i> lebih baik dari <i>Exponential Smoothing</i> dengan MAPE 0,792402 dan 0.93166

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - 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.	Angga Dwi Apria Rifandi, Budi Darma Setiawan, Tibyani	2018	Optimasi Interval <i>Fuzzy Time Series</i> Menggunakan <i>Particle Swarm</i> <i>Optimization</i> pada Peramalan Permintaan Darah : Studi Kasus Unit Transfusi Darah Cabang-PMI Kota Malang	Penelitian ini menggunakan Optimasi Interval Fuzzy Time Series Menggunakan Particle Swarm Optimization yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 7.50330% dengan jumlah data 60.
11.	Ratna Candra Ika, Budi Darma Setiawan, Marji	2018	Optimasi <i>Fuzzy</i> <i>Time Series</i> Menggunakan <i>Algoritme Particle</i> <i>Swarm</i> <i>Optimization</i> untuk Peramalan Nilai Pembayaran Penjaminan Kredit Macet	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai yang harus disediakan untuk bulan berikutnya dan metode yang diterapkan berjalan baik dengan nilai RMSE Rp. 159215 dengan waktu 13,2 detik.
12.	Cahyo Adi Prasojo, Budi Darma Setiawan, Marji	2018	Optimasi <i>Fuzzy</i> <i>Time Series</i> Menggunakan <i>Algoritma Particle</i> <i>Swarm</i> <i>Optimization</i> Untuk Peramalan Jumlah Penduduk Di Kabupaten Probolinggo	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan penduduk disuatu daerah, dalam penelitian ini menghasilkan perbandingan metode FTS dan FTS-PSO yang mana metode FTS-PSO berjalan lebih baik dari metode FTS tanpa PSO.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

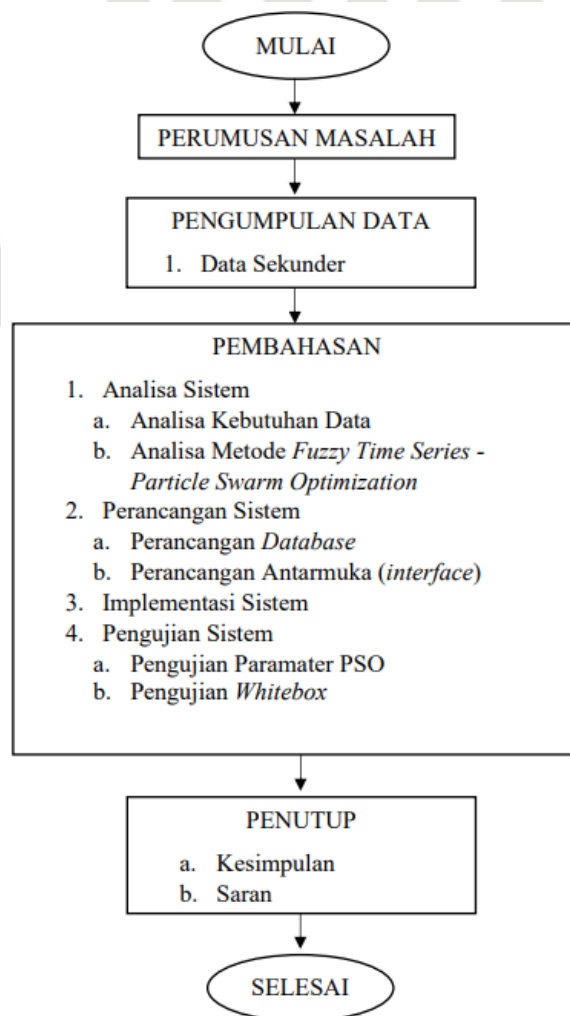
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian memiliki peranan penting untuk mengetahui alur terhadap penelitian yang dilakukan. Di dalam tahapan penelitian ini terdapat langkah-langkah yang terstruktur untuk membangun sistem. Berikut langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini:



Gambar 6 Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar 6 terdapat beberapa tahapan dalam melaksanakan penelitian yaitu dimulai dari perumusan masalah, pengumpulan data, analisa sistem

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

dan perancangan sistem, implementasi sistem dan pengujian sistem, kesimpulan dan saran. Berikut penjelasan tentang tahapan-tahapan metodologi penelitian.

3.1.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah adalah tahap awal dalam melakukan penelitian untuk mencari permasalahan yang akan di angkat serta mencari solusi dari permasalahan tersebut. Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana penerapan *fuzzy time series* (FTS) menggunakan *particle swarm optimization* (PSO) pada prediksi NTPP di Provinsi Riau.

3.1.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap yang dilakukan setelah melakukan perumusan masalah. Pengumpulan data dilakukan dengan jenis data sekunder, adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data NTP subsektor tanaman pangan bulanan Provinsi Riau sebanyak 168 data dari bulan Januari 2008 sampai Desember 2021 yang diperoleh dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Riau yaitu <https://riau.bps.go.id/>.

3.1.3 Pembahasan

Pembahasan terdiri dari analisa dan perancangan merupakan tahap yang dilakukan setelah pengumpulan data selesai, kemudian melakukan tahap implementasi dan pengujian merupakan tahap yang dilakukan setelah analisa dan perancangan selesai. Berikut penjelasan mengenai tahap pembahasan.

3.1.3.1 Analisa

Pada tahap ini dilakukan analisa kebutuhan data, analisa metode yang digunakan dan analisa fungsional sistem.

1. Analisa Kebutuhan Data

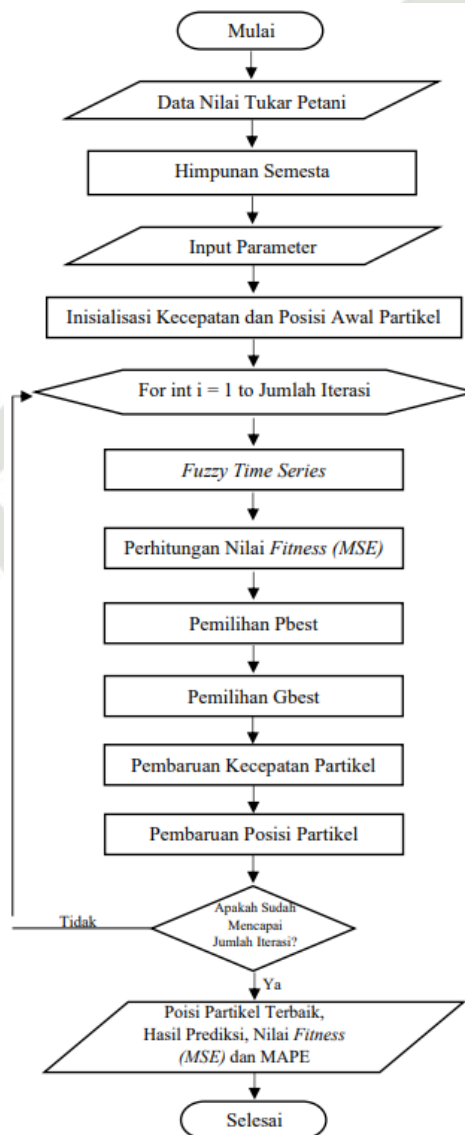
Analisa kebutuhan data yaitu analisa yang dilakukan untuk menentukan data masukan apa yang akan digunakan. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *time series* bulanan NTP subsektor tanaman pangan provinsi Riau.

2. Analisa Metode *Fuzzy Time Series* menggunakan *Particle Swarm Optimization*

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.

Analisa metode adalah analisa yang dilakukan untuk menjelaskan langkah-langkah atau tahapan dalam melakukan prediksi NTP subsektor tanaman pangan provinsi Riau dengan menerapkan metode optimasi *Fuzzy Time Series* menggunakan *Particle Swarm Optimization*. Berikut tahapan dari penerapan metode optimasi *Fuzzy Time Series* menggunakan *Particle Swarm Optimization* pada prediksi NTP di provinsi Riau.



Gambar 7 Flowchart Proses FTS menggunakan PSO

- a. Data Nilai Tukar Petani
Masukkan data *time series* nilai tukar petani subsektor tanaman pangan.
- b. Menentukan Himpunan Semesta

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Dalam tahap menentukan himpunan semesta menggunakan rumus (1), terlebih dahulu hitung jumlah interval menggunakan rumus (3).

c. Input Parameter

Masukkan parameter PSO yang terdiri dari jumlah partikel, jumlah iterasi, bobot inersia (w), kombinasi $c1$ dan $c2$ yang merupakan koefisien yang memenuhi kondisi $c1 + c2 \leq 4$ serta nilai $r1$ dan $r2$ yang merupakan bilangan random range $[0,1]$.

d. Inisialisasi Kecepatan dan Posisi Awal Partikel

Inisialisasi kecepatan awal partikel diasumsikan sama dengan nol. Sedangkan inisialisasi posisi awal partikel dibangkitkan secara acak berdasarkan batas *min* dan batas *max* pada data historis. Kemudian set iterasi $i = 1$.

e. Fuzzy Time Series

Setelah inisialisasi posisi dan kecepatan awal partikel dilakukan, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan FTS. Berikut langkah-langkah perhitungan FTS.

- i. Membentuk himpunan fuzzy dengan menggunakan persamaan (4).
- ii. Melakukan fuzzifikasi data historis menggunakan persamaan (5).
- iii. Membentuk fuzzy logic relationship (FLR) dengan menggunakan persamaan (6).
- iv. Membentuk fuzzy logic relationship group (FLRG) dengan menggunakan persamaan (7).
- v. Melakukan proses defuzzifikasi kemudian mencari nilai prediksi dengan menggunakan persamaan (8) dan (9).
- vi. Hitung hasil prediksi dan *error* dengan menggunakan persamaan (15) dan (16).

f. Penghitungan Nilai *Fitness*

Setelah melakukan langkah-langkah metode FTS, langkah selanjutnya yaitu melakukan penghitungan nilai *fitness* untuk setiap partikel i . Nilai *fitness* didapatkan dari nilai *error* MSE yang dihasilkan oleh FTS.

g. Pemilihan *Pbest*

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.

Setelah nilai *fitness* didapatkan, maka langkah selanjutnya yaitu menyimpan posisi terbaik (*Pbest*) dari setiap partikel *i* beserta nilai *fitness*-nya

h. Pemilihan *Gbest*

Setelah posisi terbaik (*Pbest*) dari setiap partikel *i* disimpan, maka langkah selanjutnya yaitu menyimpan posisi terbaik dari keseluruhan partikel yang memiliki nilai *fitness* terbaik sebagai *Gbest*.

i. Pembaruan Kecepatan Partikel

Kemudian perbarui kecepatan partikel sebelumnya menggunakan persamaan (10).

j. Pembaruan Posisi Partikel

Setelah kecepatan partikel sebelumnya diperbarui, maka langkah selanjutnya yaitu perbarui posisi partikel menggunakan persamaan (11).

k. Jika sudah mencapai jumlah iterasi yang ditentukan, maka selesai. Jika tidak, maka ulangi langkah 5 sampai memperbarui iterasi $i = i + 1$.

3.1.3.2 Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan *database* dan perancangan antarmuka (interface). Perancangan antarmuka (interface) adalah perancangan yang dilakukan untuk membuat tampilan yang akan dibangun pada sistem.

3.1.3.3 Implementasi

Implementasi sistem merupakan tahap dimana sistem siap dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya, sehingga akan diketahui apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Implementasi dimulai dari penerapan permasalahan ke dalam sistem dan juga penerapan analisis yang digunakan. Pada tahap ini, Adapun perangkat yang digunakan adalah perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Berikut spesifikasi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian

1. Processor : Intel(R) Core(TM) i3-3110 CPU @ 2.40Ghz
2. RAM : 6 GB

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. Harddisk : 500 GB

Sedangkan spesifikasi perangkat lunak (software) yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Sistem Operasi : *Windows 10*
2. Web Browser : *Google Chrome*
3. Tools : *Visual Studio Code, Xampp*

3.1.3.4 Pengujian

Pada tahap pengujian yang dilakukan adalah melakukan pengujian parameter PSO, pengujian error, serta pengujian whitebox.

1. Pengujian Parameter PSO

Pengujian parameter PSO yaitu pengujian yang dilakukan terhadap setiap parameter yang dimasukkan sehingga menghasilkan interval yang optimal pada FTS. Parameter PSO yang diuji terdiri dari jumlah partikel, jumlah iterasi, nilai bobot inersia (w), nilai c_1 dan nilai c_2 .

2. Pengujian *Whitebox*

Whitebox testing merupakan salah satu metode pengujian algoritma yang bertujuan untuk memeriksa komponen program apakah berjalan semestinya dengan melihat internal kode program tersebut.

3.1.4 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini menjelaskan tentang rangkuman atau kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan rumusan masalah, metodologi yang digunakan dan tujuan yang akan dicapai. Selanjutnya pada tahapan ini juga berisi saran-saran yang dibutuhkan untuk pengembangan sistem ini agar lebih baik pada penelitian yang akan datang.

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 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa, perancangan dan pengujian pada penelitian penerapan *fuzzy time series* (FTS) menggunakan *particle swarm optimization* (PSO) pada prediksi Nilai Tukar Petani subsektor tanaman pangan (NTPP) provinsi Riau yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Tingkat akurasi yang dihasilkan metode *fuzzy* menggunakan metode FTS dengan penentuan interval berbasis *sturgess* algoritma PSO dapat diterapkan untuk prediksi Nilai Tukar Petani subsektor tanaman pangan (NTPP) dengan nilai *fitness* terbaik MSE sebesar 2,029 dan nilai MAPE sebesar 1,00% yang artinya kemampuan akurasi prediksi sangat baik.
2. Nilai parameter algoritma PSO pada setiap pengujian sangat berpengaruh pada hasil *fitness* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengujian parameter yang telah dilakukan pada penelitian ini, parameter PSO yang memberikan hasil yang optimal yaitu jumlah partikel sebesar 40, jumlah iterasi sebesar 20, bobot inersia (w) sebesar 0,7 serta nilai koefisien kognitif ($c1$) sebesar 1,5 dan koefisien sosial ($c2$) sebesar 0,5.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian di masa yang akan datang adalah diharapkan penelitian yang dilakukan selanjutnya menggunakan optimasi FTS dengan menggunakan metode optimasi yang lain selain PSO atau menggunakan metode FTS lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- “Statistik Nilai Tukar Petani Indonesia,” 2020.
- “Nilai Tukar Petani (NTP) Provinsi Riau,” 2020.
- N. Rusono and A. Sunari, “Analisis Nilai Tukar Petani (NTP) Sebagai Bahan Penyusunan RPJMN Tahun 2015-2019.”
- M. Rachmat, “Nilai Tukar Petani : Konsep, Pengukuran Dan Relevansinya Sebagai Indikator Kesejahteraan Petani,” 2013.
- S. P. Siregar, D. Hartama, and A. Wanto, “Estimasi Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan Menggunakan JST pada Provinsi Sumatera Utara,” *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 2019.
- [6] I. Admirani, “Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Laba Pada Perusahaan,” 2018.
- [7] D. Nababan and E. Alexander, “Implementasi Metode Fuzzy Time Series Dengan Model Algoritma Chen Untuk Memprediksi Harga Emas,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 13, no. 1, 2020.
- D. Febrian, D. Kartika, and D. Agnes Jessica Nainggolan, “Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Yang Datang Ke Sumatera Utara dengan Fuzzy Time Series,” *Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, vol. 1, 2021.
- Y. Ujianto and M. I. Irawan, “Perbandingan Performansi Metode Peramalan Fuzzy Time Series yang Dimodifikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Studi Kasus: Penutupan Harga IHSG),” *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, vol. 4, 2015.
- [10] Y. Achyani Eka, “Penerapan Metode Particle Swarm Optimization Pada Optimasi Prediksi Pemasaran Langsung,” *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 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.

- [11] N. Yusup, A. M. Zain, and S. Z. M. Hashim, "Overview of PSO for optimizing process parameters of machining," in *Procedia Engineering*, 2012, vol. 29, pp. 914–923. doi: 10.1016/j.proeng.2012.01.064.
- [12] A. Dwi Apria Rifandi and B. Darma Setiawan, "Optimasi Interval Fuzzy Time Series Menggunakan Particle Swarm Optimization pada Peramalan Permintaan Darah : Studi Kasus Unit Transfusi Darah Cabang-PMI Kota Malang," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 7, pp. 2770–2779, 2018.
- [13] N. Usmia and Noeryanti, "Peramalan Data Produk Domestik Regional Bruto Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Kombinasi Fuzzy Time Series Chen Dengan Particle Swarm Optimization," *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, vol. 06, no. 02, pp. 123–131, 2021.
- [14] D. Desmonda, Tursina, and M. Azhar Irwansyah, "Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," vol. 6, no. 4, 2018.
- [15] S. Maulidah, "Peramalan (Forecasting) Permintaan," 2012.
- [16] A. Lusiana and P. Yuliarty, "Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) Pada Permintaan Atap di PT X," *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 2020.
- [17] A. Saelan, "Logika Fuzzy," 2009.
- [18] K. Nugroho, "Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," 2016.
- [19] N. Gunantara, *Teknik Optimasi*. 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328432697>
- [20] R. Candra Ika, B. Darma Setiawan, and Marji, "Optimasi Fuzzy Time Series Menggunakan Algoritme Particle Swarm Optimization untuk Peramalan Nilai Pembayaran Penjaminan Kredit Macet," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 6, pp. 2364–2373, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>

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.

- [21] R. Rachman, S. Nusa, and M. Jakarta, "Penerapan Metode Moving Averagedan Exponential Smoothingpada Peramalan Produksi Industri Garment," *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 5, no. 1, 2018.
- [22] A. Nirmala, N. Hanani, and A. Muhaimin, "Analisis Faktor Faktor yang Mempengaruhi Nilai Tukar Petani Tanaman Pangan di Kabupaten Jombang," *HABITAT*, vol. 27, no. 2, pp. 66–71, Aug. 2016, doi: 10.21776/ub.habitat.2016.027.2.8.



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.

LAMPIRAN A

Berikut ini merupakan contoh perhitungan manual penerapan metode *Fuzzy Time Series* menggunakan *Particle Swarm Optimization* dengan jumlah data sebanyak 35 data dari bulan Desember 2018 sampai dengan bulan Oktober 2021.

A.1 Data Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan (NTPP)

Tabel 35 Data NTPP

No	Tahun	Bulan	NTPP
1	2018	Desember	103,26
2	2019	Januari	102,67
3	2019	Februari	103,3
4	2019	Maret	101,79
5	2019	April	101,58
6	2019	Mei	100,99
7	2019	Juni	100,52
8	2019	Juli	99,69
9	2019	Agustus	99,7
10	2019	September	99,51
11	2019	Oktober	100,68
12	2019	November	100,48
13	2019	Desember	96,13
14	2020	Januari	95,16
15	2020	Februari	94,81
16	2020	Maret	92,34
17	2020	April	93,47
18	2020	Mei	92,84
19	2020	Juni	93,05
20	2020	Juli	94,13
21	2020	Agustus	93,61
22	2020	September	93,68
23	2020	Oktober	93,64
24	2020	November	93,15
25	2020	Desember	92,94
26	2021	Januari	91,89
27	2021	Februari	91,43
28	2021	Maret	91,13
29	2021	April	91,95
30	2021	Mei	91,79
31	2021	Juni	91,18
32	2021	Juli	91,13
33	2021	Agustus	90,5
34	2021	September	90,74
35	2021	Oktober	90,32

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.

A.2 Menentukan Himpunan Semesta

1. Menghitung Jumlah Interval dari setiap data yang terdapat pada tabel 34 menggunakan rumus *sturgess* pada persamaan (3).
 - a. $K = 1 + 3,322 \times \log (35) = 6,129$
 - b. Nilai ini kemudian dibulatkan menjadi 6 dan membentuk $U = U_1, U_2, U_3, \dots, U_5, U_6$
2. Kemudian menentukan himpunan semesta menggunakan persamaan (1).
 - a. Setelah jumlah interval didapatkan, selanjutnya menentukan himpunan semesta. Himpunan semesta diperoleh dengan mengetahui nilai data minimal (D_{min}) dan data maksimal (D_{max}) dari data pada tabel 3. Berdasarkan tabel 34, diketahui nilai data minimal (D_{min}) adalah 90,32 dan data maksimal (D_{max}) adalah 103,3. Sehingga didapatkan himpunan semesta $U = [90,32 ; 103,3]$.

A.3 Input Parameter

Tabel 36 Inisialisasi Parameter PSO

No	Parameter PSO	Nilai
1	<i>Jumlah Partikel</i>	3
2	<i>Jumlah Iterasi</i>	2
3	<i>Bobot Inersia (w)</i>	0,6
4	<i>C1</i>	2
5	<i>C2</i>	2
6	<i>R1</i>	0,67
7	<i>R2</i>	0,89

A.4 Inisialisasi Kecepatan dan Posisi Awal Partikel

Tabel 37 Inisialisasi Kecepatan Awal Partikel

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0

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 38 Inisialisasi Posisi Awal Partikel

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5
1	90,73	94,59	95,75	98,61	99,3
2	90,52	93,54	94,22	94,57	94,87
3	92,73	95,09	97,23	98,56	100,78

Iterasi 1

A.5 Fuzzy Time Series

1. Membentuk Himpunan Fuzzy

Partikel 1		Nilai tengah (Midpoint)
A1	= [90,32 ; 90,73]	90,525
A2	= [90,73 ; 94,59]	92,66
A3	= [94,59 ; 95,75]	95,17
A4	= [95,75 ; 98,61]	97,18
A5	= [98,61 ; 99,3]	98,955
A6	= [99,3 ; 103,3]	101,3

Partikel 2		Nilai tengah (Midpoint)
A1	= [90,32 ; 90,52]	90,42
A2	= [90,52 ; 93,54]	92,03
A3	= [93,54 ; 94,22]	93,88
A4	= [94,22 ; 94,57]	94,395
A5	= [94,57 ; 94,87]	94,72
A6	= [94,87 ; 103,3]	99,085

Partikel 3		Nilai tengah (Midpoint)
A1	= [90,32 ; 92,73]	91,525
A2	= [92,73 ; 95,09]	93,91
A3	= [95,09 ; 97,23]	96,16
A4	= [97,23 ; 98,56]	97,895
A5	= [98,56 ; 100,78]	99,67
A6	= [100,78 ; 103,3]	102,04

2. Melakukan Fuzzifikasi Data Historis

Tabel 39 Fuzzifikasi Data Historis

No	Tahun	Bulan	NTPP	Fuzzifikasi		
				P1	P2	P3
1	2018	Desember	103,26	A6	A6	A6

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	2019	Januari	102,67	A6	A6	A6
3	2019	Februari	103,3	A6	A6	A6
4	2019	Maret	101,79	A6	A6	A6
5	2019	April	101,58	A6	A6	A6
6	2019	Mei	100,99	A6	A6	A6
7	2019	Juni	100,52	A6	A6	A5
8	2019	Juli	99,69	A6	A6	A5
9	2019	Agustus	99,7	A6	A6	A5
10	2019	September	99,51	A6	A6	A5
11	2019	Oktober	100,68	A6	A6	A5
12	2019	November	100,48	A6	A6	A5
13	2019	Desember	96,13	A4	A6	A3
14	2020	Januari	95,16	A3	A6	A3
15	2020	Februari	94,81	A3	A5	A2
16	2020	Maret	92,34	A2	A2	A1
17	2020	April	93,47	A2	A2	A2
18	2020	Mei	92,84	A2	A2	A2
19	2020	Juni	93,05	A2	A2	A2
20	2020	Juli	94,13	A2	A3	A2
21	2020	Agustus	93,61	A2	A3	A2
22	2020	September	93,68	A2	A3	A2
23	2020	Oktober	93,64	A2	A3	A2
24	2020	November	93,15	A2	A2	A2
25	2020	Desember	92,94	A2	A2	A2
26	2021	Januari	91,89	A2	A2	A1
27	2021	Februari	91,43	A2	A2	A1
28	2021	Maret	91,13	A2	A2	A1
29	2021	April	91,95	A2	A2	A1
30	2021	Mei	91,79	A2	A2	A1
31	2021	Juni	91,18	A2	A2	A1
32	2021	Juli	91,13	A2	A2	A1
33	2021	Agustus	90,5	A1	A1	A1
34	2021	September	90,74	A2	A2	A1
35	2021	Oktober	90,32	A1	A1	A1

3. Membentuk Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Tabel 40 Fuzzy Logic Relationship (FLR)

No	Bulan	NTPP	Fuzzy Logic Relationship (FLR)								
			P1			P2			P3		
1	Desember	103,26	-	-->	A6	-	-->	A6	-	-->	A6
2	Januari	102,67	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A6	-->	A6
3	Februari	103,3	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A6	-->	A6
4	Maret	101,79	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A6	-->	A6
5	April	101,58	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A6	-->	A6
6	Mei	100,99	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A6	-->	A6
7	Juni	100,52	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A6	-->	A5
8	Juli	99,69	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A5	-->	A5
9	Agustus	99,7	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A5	-->	A5
10	September	99,51	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A5	-->	A5
11	Oktober	100,68	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A5	-->	A5
12	November	100,48	A6	-->	A6	A6	-->	A6	A5	-->	A5
13	Desember	96,13	A6	-->	A4	A6	-->	A6	A5	-->	A3
14	Januari	95,16	A4	-->	A3	A6	-->	A6	A3	-->	A3
15	Februari	94,81	A3	-->	A3	A6	-->	A5	A3	-->	A2
16	Maret	92,34	A3	-->	A2	A5	-->	A2	A2	-->	A1
17	April	93,47	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A1	-->	A2
18	Mei	92,84	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A2	-->	A2
19	Juni	93,05	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A2	-->	A2
20	Juli	94,13	A2	-->	A2	A2	-->	A3	A2	-->	A2
21	Agustus	93,61	A2	-->	A2	A3	-->	A3	A2	-->	A2

22	2020	September	93,68	A2	-->	A2	A3	-->	A3	A2	-->	A2
23	2020	Oktober	93,64	A2	-->	A2	A3	-->	A3	A2	-->	A2
24	2020	November	93,15	A2	-->	A2	A3	-->	A2	A2	-->	A2
25	2020	Desember	92,94	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A2	-->	A2
26	2021	Januari	91,89	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A2	-->	A1
27	2021	Februari	91,43	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A1	-->	A1
28	2021	Maret	91,13	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A1	-->	A1
29	2021	April	91,95	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A1	-->	A1
30	2021	Mei	91,79	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A1	-->	A1
31	2021	Juni	91,18	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A1	-->	A1
32	2021	Juli	91,13	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A1	-->	A1
33	2021	Agustus	90,5	A2	-->	A1	A2	-->	A1	A1	-->	A1
34	2021	September	90,74	A1	-->	A2	A1	-->	A2	A1	-->	A1
35	2021	Oktober	90,32	A2	-->	A1	A2	-->	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.

4. Membentuk Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Tabel 41 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Partikel	Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)
P1	A1 -> A2
	A2 -> A1, A2
	A3 -> A2, A3
	A4 -> A3
	A6 -> A4, A6
P2	A1 -> A2
	A2 -> A1, A2, A3
	A3 -> A2, A3
	A5 -> A2
	A6 -> A5, A6
P3	A1 -> A1, A2
	A2 -> A1, A2
	A3 -> A2, A3
	A5 -> A3, A5
	A6 -> A5, A6

5. Defuzzifikasi

Tabel 42 Defuzzifikasi

Partikel	Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)	Nilai Prediksi
P1	A1 -> A2	92,66
	A2 -> A1, A2	91,5925
	A3 -> A2, A3	93,915
	A4 -> A3	95,17
	A6 -> A4, A6	99,24
P2	A1 -> A2	92,03
	A2 -> A1, A2, A3	92,11
	A3 -> A2, A3	92,955
	A5 -> A2	92,03
	A6 -> A5, A6	96,9025
P3	A1 -> A1, A2	92,7175
	A2 -> A1, A2	92,7175
	A3 -> A2, A3	95,035
	A5 -> A3, A5	97,915
	A6 -> A5, A6	100,855

6. Prediksi dan Error

Tabel 43 Prediksi dan Error

No	Tahun	Bulan	ITPP	Fuzz P1	Nilai FLRG P1	Prediksi P1	MSE P1	Fuzz P2	Nilai FLRG P2	Prediksi P2	MSE P2	Fuzz P3	Nilai FLRG P3	Prediksi P3	MSE P3
1	2018	Desember	103,26	A6	99,24	-	-	A6	96,902	-	-	A6	100,855	-	-
2	2019	Januari	102,67	A6	99,24	99,24	11,764	A6	96,902	96,902	33,2640	A6	100,855	100,855	3,2942
3	2019	Februari	103,3	A6	99,24	99,24	16,483	A6	96,902	96,902	40,9280	A6	100,855	100,855	5,9780
4	2019	Maret	101,79	A6	99,24	99,24	6,502	A6	96,902	96,902	23,8876	A6	100,855	100,855	0,8742
5	2019	April	101,58	A6	99,24	99,24	5,475	A6	96,902	96,902	21,8790	A6	100,855	100,855	0,5256
6	2019	Mei	100,99	A6	99,24	99,24	3,062	A6	96,902	96,902	16,7076	A6	100,855	100,855	0,0182
7	2019	Juni	100,52	A6	99,24	99,24	1,638	A6	96,902	96,902	13,0863	A5	97,915	100,855	0,1122
8	2019	Juli	99,69	A6	99,24	99,24	0,202	A6	96,902	96,902	7,77015	A5	97,915	97,915	3,1506
9	2019	Agustus	99,7	A6	99,24	99,24	0,211	A6	96,902	96,902	7,8260	A5	97,915	97,915	3,1862
10	2019	September	99,51	A6	99,24	99,24	0,072	A6	96,902	96,902	6,7990	A5	97,915	97,915	2,5440
11	2019	Oktober	100,68	A6	99,24	99,24	2,073	A6	96,902	96,902	14,2695	A5	97,915	97,915	7,6452
12	2019	November	100,48	A6	99,24	99,24	1,537	A6	96,902	96,902	12,7985	A5	97,915	97,915	6,5792
13	2019	Desember	96,13	A4	95,17	99,24	9,672	A6	96,902	96,902	0,5967	A3	95,035	97,915	3,1862
14	2020	Januari	95,16	A3	93,915	95,17	0,0001	A6	96,902	96,902	3,0363	A3	95,035	95,035	0,0156
15	2020	Februari	94,81	A3	93,915	93,915	0,801	A5	92,03	96,902	4,3785	A2	92,717	95,035	0,0506
16	2020	Maret	92,34	A2	91,592	93,915	2,480	A2	92,11	92,03	0,0961	A1	92,717	92,717	0,1425
17	2020	April	93,47	A2	91,592	91,592	3,5250	A2	92,11	92,11	1,8496	A2	92,717	92,717	0,5662
18	2020	Mei	92,84	A2	91,592	91,592	1,5562	A2	92,11	92,11	0,5329	A2	92,717	92,717	0,0150
19	2020	Juni	93,05	A2	91,592	91,592	2,1243	A2	92,11	92,11	0,8836	A2	92,717	92,717	0,1105
20	2020	Juli	94,13	A2	91,592	91,592	6,4389	A3	92,955	92,11	4,0804	A2	92,717	92,717	1,9951
21	2020	Agustus	93,61	A2	91,592	91,592	4,0703	A3	92,955	92,955	0,4290	A2	92,717	92,717	0,7965

22	2020	September	93,68	A2	91,592	91,592	4,3576	A3	92,955	92,955	0,5256	A2	92,717	92,717	0,9264
23	2020	Oktober	93,64	A2	91,592	91,592	4,1922	A3	92,955	92,955	0,4692	A2	92,717	92,717	0,8510
24	2020	November	93,15	A2	91,592	91,592	2,4258	A2	92,11	92,955	0,0380	A2	92,717	92,717	0,1870
25	2020	Desember	92,94	A2	91,592	91,592	1,8157	A2	92,11	92,11	0,6889	A2	92,717	92,717	0,0495
26	2021	Januari	91,89	A2	91,592	91,592	0,0885	A2	92,11	92,11	0,0484	A1	92,717	92,717	0,6847
27	2021	Februari	91,43	A2	91,592	91,592	0,0264	A2	92,11	92,11	0,4624	A1	92,71	92,717	1,6576
28	2021	Maret	91,13	A2	91,592	91,592	0,2139	A2	92,11	92,11	0,9604	A1	92,717	92,717	2,5201
29	2021	April	91,95	A2	91,592	91,592	0,1278	A2	92,11	92,11	0,0256	A1	92,717	92,717	0,5890
30	2021	Mei	91,79	A2	91,592	91,592	0,0390	A2	92,11	92,11	0,1024	A1	92,717	92,717	0,8602
31	2021	Juni	91,18	A2	91,592	91,592	0,1701	A2	92,11	92,11	0,8649	A1	92,717	92,717	2,3639
32	2021	Juli	91,13	A2	91,592	91,592	0,2139	A2	92,11	92,11	0,9604	A1	92,717	92,717	2,5201
33	2021	Agustus	90,5	A1	92,66	91,592	1,1935	A1	92,03	92,11	2,5921	A1	92,717	92,717	4,9173
34	2021	September	90,74	A2	91,592	92,66	3,6864	A2	92,11	92,03	1,6641	A1	92,717	92,717	3,9105
35	2021	Oktober	90,32	A1	92,66	91,592	1,6192	A1	92,03	92,11	3,2041	A1	92,717	92,717	5,7480
Nilai Fitness (MSE)							2,93719				6,69722				2,01682

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.

A.6 Penghitungan Nilai *Fitness*

Tabel 44 Nilai *Fitness*

Partikel	<i>Fitness (MSE)</i>
1	2,93719
2	6,69722
3	2,01682

A.7 Pemilihan *Particle Best (Pbest)*

Tabel 45 Pemilihan *Particle Best (Pbest)*

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	<i>Fitness (MSE)</i>
1	90,73	94,59	95,75	98,61	99,3	2,93719
2	90,52	93,54	94,22	94,57	94,87	6,69722
3	92,73	95,09	97,23	98,56	100,78	2,01682

A.8 Pemilihan *Global Best (Gbest)*

Tabel 46 Pemilihan *Global Best (Gbest)*

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	<i>Fitness (MSE)</i>
3	92,73	95,09	97,23	98,56	100,78	2,01682

A.9 Pembaruan Kecepatan Partikel

Tabel 47 Pembaruan Kecepatan Partikel

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,56	0,89	2,6344	-0,089	2,6344
2	3,9338	2,759	5,3578	7,1022	10,5198
3	0	0	0	0	0

A.10 Pembaruan Posisi Partikel

Tabel 48 Pembaruan Posisi Partikel

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5
1	94,29	95,48	98,3844	98,521	101,9344
2	94,4538	96,299	99,5778	101,6722	105,3898
3	92,73	95,09	97,23	98,56	100,78

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 49 Posisi Partikel Setelah Diurutkan

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5
1	94,29	95,48	98,3844	98,521	101,9344
2	94,4538	96,299	99,5778	101,6722	105,3898
3	92,73	95,09	97,23	98,56	100,78

Iterasi 2

A.11 Fuzzy Time Series

1. Membentuk Himpunan Fuzzy

Partikel 1

A1	=	[	90,32	;	94,29	]	Nilai tengah (Midpoint)	92,305
A2	=	[	94,29	;	95,48	]		94,885
A3	=	[	95,48	;	98,3844	]		96,9322
A4	=	[	98,3844	;	98,521	]		98,4527
A5	=	[	98,521	;	101,9344	]		100,2277
A6	=	[	101,9344	;	103,3	]		102,6172

Partikel 2

A1	=	[	90,32	;	94,4538	]	Nilai tengah (Midpoint)	92,3869
A2	=	[	94,4538	;	96,299	]		95,3764
A3	=	[	96,299	;	99,5778	]		97,9384
A4	=	[	99,5778	;	101,6722	]		100,625
A5	=	[	101,6722	;	105,3898	]		103,531
A6	=	[	105,3898	;	103,3	]		104,3449

Partikel 3

A1	=	[	90,32	;	92,73	]	Nilai tengah (Midpoint)	91,525
A2	=	[	92,73	;	95,09	]		93,91
A3	=	[	95,09	;	97,23	]		96,16
A4	=	[	97,23	;	98,56	]		97,895
A5	=	[	98,56	;	100,78	]		99,67
A6	=	[	100,78	;	103,3	]		102,04

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. Melakukan Fuzzifikasi Data Historis

Tabel 50 Fuzzifikasi Data Historis

No	Tahun	Bulan	NTPP	Fuzzifikasi		
				P1	P2	P3
1	2018	Desember	103,26	A6	A5	A6
2	2019	Januari	102,67	A6	A5	A6
3	2019	Februari	103,3	A6	A5	A6
4	2019	Maret	101,79	A5	A5	A6
5	2019	April	101,58	A5	A4	A6
6	2019	Mei	100,99	A5	A4	A6
7	2019	Juni	100,52	A5	A4	A5
8	2019	Juli	99,69	A5	A4	A5
9	2019	Agustus	99,7	A5	A4	A5
10	2019	September	99,51	A5	A3	A5
11	2019	Oktober	100,68	A5	A4	A5
12	2019	November	100,48	A5	A4	A5
13	2019	Desember	96,13	A3	A2	A3
14	2020	Januari	95,16	A2	A2	A3
15	2020	Februari	94,81	A2	A2	A2
16	2020	Maret	92,34	A1	A1	A1
17	2020	April	93,47	A1	A1	A2
18	2020	Mei	92,84	A1	A1	A2
19	2020	Juni	93,05	A1	A1	A2
20	2020	Juli	94,13	A1	A1	A2
21	2020	Agustus	93,61	A1	A1	A2
22	2020	September	93,68	A1	A1	A2
23	2020	Oktober	93,64	A1	A1	A2
24	2020	November	93,15	A1	A1	A2
25	2020	Desember	92,94	A1	A1	A2
26	2021	Januari	91,89	A1	A1	A1
27	2021	Februari	91,43	A1	A1	A1
28	2021	Maret	91,13	A1	A1	A1
29	2021	April	91,95	A1	A1	A1
30	2021	Mei	91,79	A1	A1	A1
31	2021	Juni	91,18	A1	A1	A1
32	2021	Juli	91,13	A1	A1	A1
33	2021	Agustus	90,5	A1	A1	A1
34	2021	September	90,74	A1	A1	A1
35	2021	Oktober	90,32	A1	A1	A1

3. Membentuk Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Tabel 51 Fuzzy Logic Relationship (FLR)

No	Tahun	Bulan	NTPP	Fuzzy Logic Relationship (FLR)								
				P1			P2			P3		
1	2018	Desember	103,26	-	-->	A6	-	-->	A5	-	-->	A6
2	2019	Januari	102,67	A6	-->	A6	A5	-->	A5	A6	-->	A6
3	2019	Februari	103,3	A6	-->	A6	A5	-->	A5	A6	-->	A6
4	2019	Maret	101,79	A6	-->	A5	A5	-->	A5	A6	-->	A6
5	2019	April	101,58	A5	-->	A5	A5	-->	A4	A6	-->	A6
6	2019	Mei	100,99	A5	-->	A5	A4	-->	A4	A6	-->	A6
7	2019	Juni	100,52	A5	-->	A5	A4	-->	A4	A6	-->	A5
8	2019	Juli	99,69	A5	-->	A5	A4	-->	A4	A5	-->	A5
9	2019	Agustus	99,7	A5	-->	A5	A4	-->	A4	A5	-->	A5
10	2019	September	99,51	A5	-->	A5	A4	-->	A3	A5	-->	A5
11	2019	Oktober	100,68	A5	-->	A5	A3	-->	A4	A5	-->	A5
12	2019	November	100,48	A5	-->	A5	A4	-->	A4	A5	-->	A5
13	2019	Desember	96,13	A5	-->	A3	A4	-->	A2	A5	-->	A3
14	2020	Januari	95,16	A3	-->	A2	A2	-->	A2	A3	-->	A3
15	2020	Februari	94,81	A2	-->	A2	A2	-->	A2	A3	-->	A2
16	2020	Maret	92,34	A2	-->	A1	A2	-->	A1	A2	-->	A1
17	2020	April	93,47	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A2
18	2020	Mei	92,84	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A2
19	2020	Juni	93,05	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A2
20	2020	Juli	94,13	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A2
21	2020	Agustus	93,61	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A2

22	2020	September	93,68	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A2
23	2020	Oktober	93,64	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A2
24	2020	November	93,15	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A2
25	2020	Desember	92,94	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A2
26	2021	Januari	91,89	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A2	-->	A1
27	2021	Februari	91,43	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1
28	2021	Maret	91,13	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1
29	2021	April	91,95	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1
30	2021	Mei	91,79	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1
31	2021	Juni	91,18	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1
32	2021	Juli	91,13	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1
33	2021	Agustus	90,5	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1
34	2021	September	90,74	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1
35	2021	Oktober	90,32	A1	-->	A1	A1	-->	A1	A1	-->	A1

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. Membentuk Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Tabel 52 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Partikel	Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)		
P1	A1	->	A1
	A2	->	A1, A2
	A3	->	A2
	A5	->	A3, A5
	A6	->	A5, A6
P2	A1	->	A1
	A2	->	A1, A2
	A3	->	A4
	A4	->	A2, A3, A4
	A5	->	A4, A5
P3	A1	->	A1, A2
	A2	->	A1, A2
	A3	->	A2, A3
	A5	->	A3, A5
	A6	->	A5, A6

5. Defuzzifikasi

Tabel 53 Defuzzifikasi

Partikel	Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)			Nilai Prediksi
P1	A1	->	A1	92,305
	A2	->	A1, A2	93,595
	A3	->	A2	94,885
	A5	->	A3, A5	98,57995
	A6	->	A5, A6	101,4225
P2	A1	->	A1	92,3869
	A2	->	A1, A2	93,88165
	A3	->	A4	100,625
	A4	->	A2, A3, A4	97,97993
	A5	->	A4, A5	102,078
P3	A1	->	A1, A2	92,7175
	A2	->	A1, A2	92,7175
	A3	->	A2, A3	95,035
	A5	->	A3, A5	97,915
	A6	->	A5, A6	100,855

6. Prediksi dan Error

Tabel 54 Prediksi dan Error

No	Tahun	Bulan	Nilai FLRG P1	Fuzz P1	Nilai FLRG P1	Prediksi P1	MSE P1	Fuzz P2	Nilai FLRG P2	Prediksi P2	MSE P2	Fuzz P3	Nilai FLRG P3	Prediksi P3	MSE P3
1	2018	Desember	103,26	A6	101,422	-	-	A5	102,078	-	-	A6	100,855	-	-
2	2019	Januari	102,67	A6	101,422	101,422	1,556	A5	102,078	102,078	0,3504	A6	100,855	100,855	3,294225
3	2019	Februari	103,3	A6	101,422	101,422	3,525	A5	102,078	102,078	1,4932	A6	100,855	100,855	5,978025
4	2019	Maret	101,79	A5	98,579	101,422	0,135	A5	102,078	102,078	0,0829	A6	100,855	100,855	0,874225
5	2019	April	101,58	A5	98,579	98,579	9,0003	A4	97,979	102,078	0,24800	A6	100,855	100,855	0,525625
6	2019	Mei	100,99	A5	98,579	98,579	5,808	A4	97,979	97,979	9,06050	A6	100,855	100,855	0,018225
7	2019	Juni	100,52	A5	98,579	98,579	3,763	A4	97,979	97,979	6,4519	A5	97,915	100,855	0,112225
8	2019	Juli	99,69	A5	98,579	98,579	1,232	A4	97,979	97,979	2,9243	A5	97,915	97,915	3,150625
9	2019	Agustus	99,7	A5	98,579	98,579	1,254	A4	97,979	97,979	2,958629	A5	97,915	97,915	3,186225
10	2019	September	99,51	A5	98,579	98,579	0,864	A3	100,625	97,979	2,341104	A5	97,915	97,915	2,544025
11	2019	Oktober	100,68	A5	98,579	98,579	4,410	A4	97,979	100,625	0,003025	A5	97,915	97,915	7,645225
12	2019	November	100,48	A5	98,579	98,579	3,610	A4	97,979	97,979	6,250333	A5	97,915	97,915	6,579225
13	2019	Desember	96,13	A3	94,885	98,579	6,002	A2	93,881	97,979	3,422253	A3	95,035	97,915	3,186225
14	2020	Januari	95,16	A2	93,595	94,885	0,075	A2	93,881	93,881	1,634179	A3	95,035	95,035	0,015625
15	2020	Februari	94,81	A2	93,595	93,595	1,476	A2	93,881	93,881	0,861834	A2	92,7175	95,035	0,050625
16	2020	Maret	92,34	A1	92,305	93,595	1,575	A1	92,386	93,881	2,376685	A1	92,7175	92,7175	0,142506
17	2020	April	93,47	A1	92,305	92,305	1,357	A1	92,386	92,386	1,173106	A2	92,7175	92,7175	0,566256
18	2020	Mei	92,84	A1	92,305	92,305	0,286	A1	92,386	92,386	0,2053	A2	92,7175	92,7175	0,015006
19	2020	Juni	93,05	A1	92,305	92,305	0,555	A1	92,386	92,386	0,439702	A2	92,7175	92,7175	0,110556
20	2020	Juli	94,13	A1	92,305	92,305	3,330	A1	92,386	92,386	3,038398	A2	92,7175	92,7175	1,995156
21	2020	Agustus	93,61	A1	92,305	92,305	1,703	A1	92,386	92,386	1,495974	A2	92,7175	92,7175	0,796556

22	2020	September	93,68	A1	92,305	92,305	1,890	A1	92,386	92,386	1,672108	A2	92,7175	92,7175	0,926406
23	2020	Oktober	93,64	A1	92,305	92,305	1,782	A1	92,386	92,386	1,57026	A2	92,7175	92,7175	0,851006
24	2020	November	93,15	A1	92,305	92,305	0,714	A1	92,386	92,386	0,582322	A2	92,7175	92,7175	0,187056
25	2020	Desember	92,94	A1	92,305	92,305	0,403	A1	92,386	92,386	0,30592	A2	92,7175	92,7175	0,049506
26	2021	Januari	91,89	A1	92,305	92,305	0,172	A1	92,386	92,386	0,24691	A1	92,7175	92,7175	0,684756
27	2021	Februari	91,43	A1	92,305	92,305	0,765	A1	92,386	92,386	0,915658	A1	92,7175	92,7175	1,657656
28	2021	Maret	91,13	A1	92,305	92,305	1,380	A1	92,386	92,386	1,579798	A1	92,7175	92,7175	2,520156
29	2021	April	91,95	A1	92,305	92,305	0,126	A1	92,386	92,386	0,190882	A1	92,7175	92,7175	0,589056
30	2021	Mei	91,79	A1	92,305	92,305	0,265	A1	92,386	92,386	0,35629	A1	92,7175	92,7175	0,860256
31	2021	Juni	91,18	A1	92,305	92,305	1,265	A1	92,386	92,386	1,456608	A1	92,7175	92,7175	2,363906
32	2021	Juli	91,13	A1	92,305	92,305	1,380	A1	92,386	92,386	1,579798	A1	92,7175	92,7175	2,520156
33	2021	Agustus	90,5	A1	92,305	92,305	3,258	A1	92,386	92,386	3,560392	A1	92,7175	92,7175	4,917306
34	2021	September	90,74	A1	92,305	92,305	2,449	A1	92,386	92,386	2,71228	A1	92,7175	92,7175	3,910506
35	2021	Oktober	90,32	A1	92,305	92,305	3,940	A1	92,386	92,386	4,272076	A1	92,7175	92,7175	5,748006
Nilai Fitness (MSE)							2,0975				1,99450				2,01682

UIN SUSKA RIAU

A.12 Penghitungan Nilai Fitness

Tabel 55 Nilai Fitness

Partikel	<i>Fitness (MSE)</i>
1	2,09753
2	1,99450
3	2,01682

A.13 Pemilihan Particle Best (Pbest)

Tabel 56 Pemilihan Particle Best (Pbest)

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	<i>Fitness (MSE)</i>
1	94,29	95,48	98,3844	98,521	101,9344	2,097530119
2	94,4538	96,299	99,5778	101,6722	105,3898	1,994508258
3	92,73	95,09	97,23	98,56	100,78	2,016827206

A.14 Pemilihan Global Best (Gbest)

Tabel 57 Pemilihan Global Best (Gbest)

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	<i>Fitness (MSE)</i>
2	94,4538	96,299	99,5778	101,6722	105,3898	1,994508258

A.15 Pembaruan Kecepatan Partikel

Tabel 58 Pembaruan Kecepatan Partikel

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,427564	1,99182	3,704892	5,555736	7,731252
2	2,36028	1,6554	3,21468	4,26132	6,31188
3	3,068364	2,15202	4,179084	5,539716	8,205444

A.16 Pembaruan Posisi Partikel

Tabel 59 Pembaruan Posisi Partikel

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5
1	96,71756	97,47182	102,0893	104,0767	109,6657
2	96,81408	97,9544	102,7925	105,9335	111,7017
3	95,79836	97,24202	101,4091	104,0997	108,9854

- 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 60 Posisi Partikel Setelah Diurutkan

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5
1	96,71756	97,47182	102,0893	104,0767	109,6657
2	96,81408	97,9544	102,7925	105,9335	111,7017
3	95,79836	97,24202	101,4091	104,0997	108,9854

Proses Prediksi

Fuzzy Time Series

1. Membentuk Himpunan Fuzzy

C_{best}		Nilai tengah (Midpoint)
A1	= [90,32 ; 94,4538]	92,3869
A2	= [94,4538 ; 96,299]	95,3764
A3	= [96,299 ; 99,5778]	97,9384
A4	= [99,5778 ; 101,6722]	100,625
A5	= [101,6722 ; 105,3898]	103,531
A6	= [105,3898 ; 103,3]	104,3449

2. Melakukan Fuzzifikasi Data Historis

Tabel 61 Fuzzifikasi Data Historis

No	Tahun	Bulan	NTPP	Fuzzifikasi
1	2018	Desember	103,26	A5
2	2019	Januari	102,67	A5
3	2019	Februari	103,3	A5
4	2019	Maret	101,79	A5
5	2019	April	101,58	A4
6	2019	Mei	100,99	A4
7	2019	Juni	100,52	A4
8	2019	Juli	99,69	A4
9	2019	Agustus	99,7	A4
10	2019	September	99,51	A3
11	2019	Oktober	100,68	A4
12	2019	November	100,48	A4
13	2019	Desember	96,13	A2
14	2020	Januari	95,16	A2
15	2020	Februari	94,81	A2
16	2020	Maret	92,34	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.

17	2020	April	93,47	A1
18	2020	Mei	92,84	A1
19	2020	Juni	93,05	A1
20	2020	Juli	94,13	A1
21	2020	Agustus	93,61	A1
22	2020	September	93,68	A1
23	2020	Oktober	93,64	A1
24	2020	November	93,15	A1
25	2020	Desember	92,94	A1
26	2021	Januari	91,89	A1
27	2021	Februari	91,43	A1
28	2021	Maret	91,13	A1
29	2021	April	91,95	A1
30	2021	Mei	91,79	A1
31	2021	Juni	91,18	A1
32	2021	Juli	91,13	A1
33	2021	Agustus	90,5	A1
34	2021	September	90,74	A1
35	2021	Oktober	90,32	A1

3. Membentuk Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Tabel 62 Fuzzy Logic Relationship (FLR)

No	Tahun	Bulan	NTPP	Fuzzy Logic Relationship (FLR)		
1	2018	Desember	103,26	-	-->	A5
2	2019	Januari	102,67	A5	-->	A5
3	2019	Februari	103,3	A5	-->	A5
4	2019	Maret	101,79	A5	-->	A5
5	2019	April	101,58	A5	-->	A4
6	2019	Mei	100,99	A4	-->	A4
7	2019	Juni	100,52	A4	-->	A4
8	2019	Juli	99,69	A4	-->	A4
9	2019	Agustus	99,7	A4	-->	A4
10	2019	September	99,51	A4	-->	A3
11	2019	Oktober	100,68	A3	-->	A4
12	2019	November	100,48	A4	-->	A4
13	2019	Desember	96,13	A4	-->	A2
14	2020	Januari	95,16	A2	-->	A2
15	2020	Februari	94,81	A2	-->	A2
16	2020	Maret	92,34	A2	-->	A1
17	2020	April	93,47	A1	-->	A1
18	2020	Mei	92,84	A1	-->	A1

19	2020	Juni	93,05	A1	-->	A1
20	2020	Juli	94,13	A1	-->	A1
21	2020	Agustus	93,61	A1	-->	A1
22	2020	September	93,68	A1	-->	A1
23	2020	Oktober	93,64	A1	-->	A1
24	2020	November	93,15	A1	-->	A1
25	2020	Desember	92,94	A1	-->	A1
26	2021	Januari	91,89	A1	-->	A1
27	2021	Februari	91,43	A1	-->	A1
28	2021	Maret	91,13	A1	-->	A1
29	2021	April	91,95	A1	-->	A1
30	2021	Mei	91,79	A1	-->	A1
31	2021	Juni	91,18	A1	-->	A1
32	2021	Juli	91,13	A1	-->	A1
33	2021	Agustus	90,5	A1	-->	A1
34	2021	September	90,74	A1	-->	A1
35	2021	Oktober	90,32	A1	-->	A1

4. Membentuk Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Tabel 63 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)		
A1	->	A1
A2	->	A1, A2
A3	->	A4
A4	->	A2, A3, A4
A5	->	A4, A5

5. Defuzzifikasi

Tabel 64 Defuzzifikasi

Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)			Nilai Prediksi
A1	->	A1	92,3869
A2	->	A1, A2	93,88165
A3	->	A4	100,625
A4	->	A2, A3, A4	97,97993
A5	->	A4, A5	102,078

6. Prediksi dan Error

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

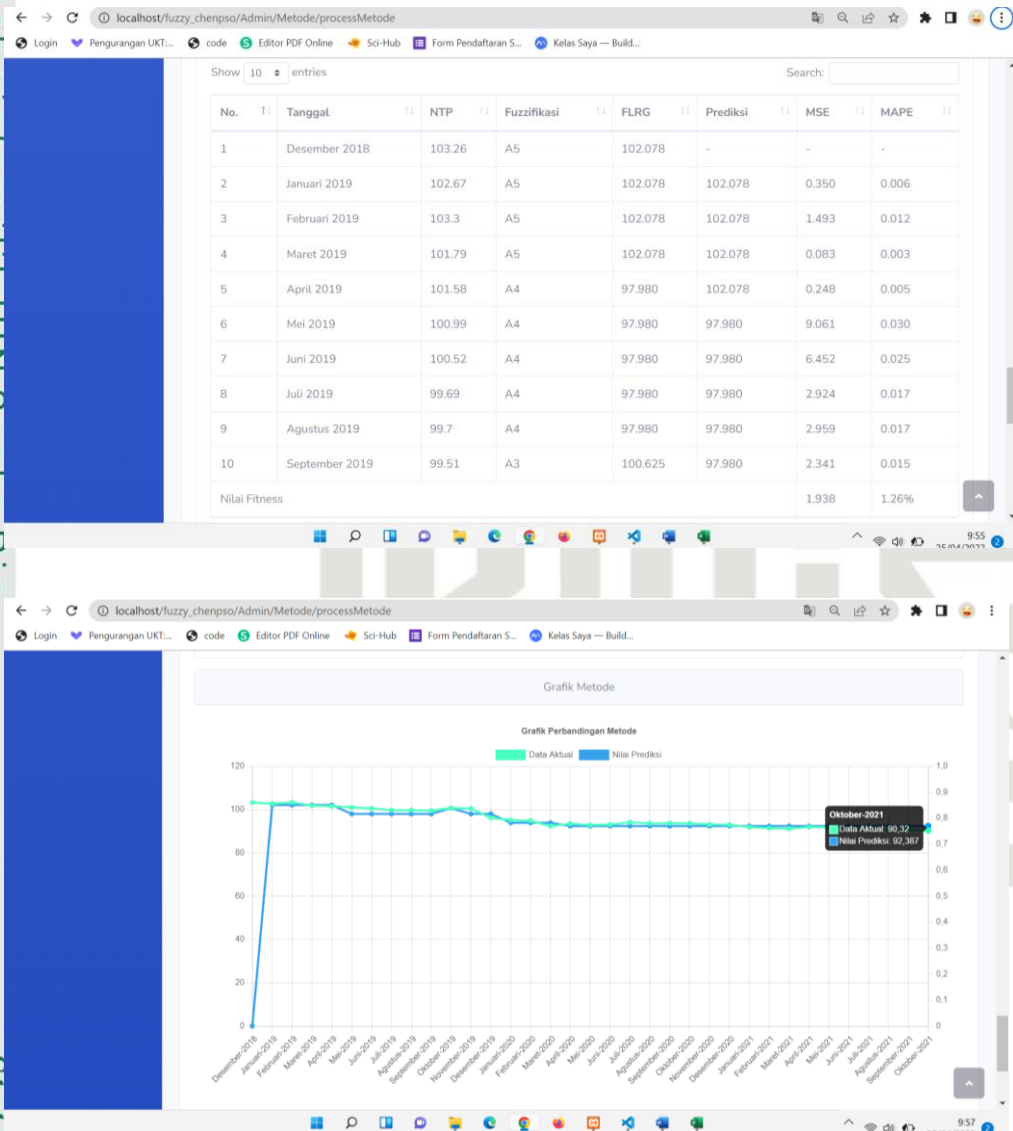
Tabel 65 Prediksi dan Error

Tahun	Bulan	NTPP	Fuzzifikasi	Nilai FLRG	Prediksi	MSE	MAPE
2018	Desember	103,26	A5	102,078	-	-	-
2019	Januari	102,67	A5	102,078	102,078	0,350464	0,005766
2019	Februari	103,3	A5	102,078	102,078	1,493284	0,01183
2019	Maret	101,79	A5	102,078	102,078	0,082944	0,002829
2019	April	101,58	A4	97,9799333	102,078	0,248004	0,004903
2019	Mei	100,99	A4	97,9799333	97,9799333	9,060501	0,029806
2019	Juni	100,52	A4	97,9799333	97,9799333	6,451939	0,025269
2019	Juli	99,69	A4	97,9799333	97,9799333	2,924328	0,017154
2019	Agustus	99,7	A4	97,9799333	97,9799333	2,958629	0,017252
2019	September	99,51	A3	100,625	97,9799333	2,341104	0,015376
2019	Oktober	100,68	A4	97,9799333	100,625	0,003025	0,000546
2019	November	100,48	A4	97,9799333	97,9799333	6,250333	0,024881
2019	Desember	96,13	A2	93,88165	97,9799333	3,422253	0,019244
2020	Januari	95,16	A2	93,88165	93,88165	1,634179	0,013434
2020	Februari	94,81	A2	93,88165	93,88165	0,861834	0,009792
2020	Maret	92,34	A1	92,3869	93,88165	2,376685	0,016695
2020	April	93,47	A1	92,3869	92,3869	1,173106	0,011588
2020	Mei	92,84	A1	92,3869	92,3869	0,2053	0,00488
2020	Juni	93,05	A1	92,3869	92,3869	0,439702	0,007126
2020	Juli	94,13	A1	92,3869	92,3869	3,038398	0,018518
2020	Agustus	93,61	A1	92,3869	92,3869	1,495974	0,013066
2020	September	93,68	A1	92,3869	92,3869	1,672108	0,013803
2020	Oktober	93,64	A1	92,3869	92,3869	1,57026	0,013382
2020	November	93,15	A1	92,3869	92,3869	0,582322	0,008192
2020	Desember	92,94	A1	92,3869	92,3869	0,30592	0,005951
2021	Januari	91,89	A1	92,3869	92,3869	0,24691	0,005408
2021	Februari	91,43	A1	92,3869	92,3869	0,915658	0,010466
2021	Maret	91,13	A1	92,3869	92,3869	1,579798	0,013792
2021	April	91,95	A1	92,3869	92,3869	0,190882	0,004751
2021	Mei	91,79	A1	92,3869	92,3869	0,35629	0,006503
2021	Juni	91,18	A1	92,3869	92,3869	1,456608	0,013236
2021	Juli	91,13	A1	92,3869	92,3869	1,579798	0,013792
2021	Agustus	90,5	A1	92,3869	92,3869	3,560392	0,02085
2021	September	90,74	A1	92,3869	92,3869	2,71228	0,01815
2021	Oktober	90,32	A1	92,3869	92,3869	4,272076	0,022884
Nilai Fitness						1,9375	1,2603 %
Prediksi Bulan November 2021						92,3869	

2. Dilarang mengemukakan 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.



Gambar 33 Implementasi Sistem 35 Data

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Informasi Personal



Nama Lengkap : Arnilika Wahyudi
Tempat, Tanggal Lahir : Dumai, 12 Juni 1999
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tinggi Badan : 167 cm
Berat Badan : 58 kg
Anak ke : 1 dari 3 Bersaudara
Kebangsaan : Indonesia
Agama : Islam

Alamat

Alamat : Jl. Kubang Raya, perm. Griya Setia Nusa
No. HP : 082391904739
Email : 11750114782@students.uin-suska.ac.id

Riwayat Pendidikan

Tahun 2005 – 2011 : SD Swasta Persakti Dumai
Tahun 2011 – 2014 : SMP Negeri 15 Dumai
Tahun 2014 – 2017 : SMA Swasta YKPP Dumai
Tahun 2017 – 2022 : S1 Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan
Syarif Kasim Riau

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.