

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

**PREDIKSI BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN METODE  
*FUZZY TIME SERIES* DAN *PARTICLE SWARM*  
*OPTIMIZATION*  
(STUDI KASUS: PT PLN RAYON PANAM)**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh:

**AKMAL**  
**11551105132**



UIN SUSKA RIAU

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

**PEKANBARU**

**2022**





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

## LEMBAR PERSETUJUAN

### PREDIKSI BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES DAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (STUDI KASUS: PT PLN RAYON PANAM)

#### TUGAS AKHIR

Oleh:

**AKMAL**

**11551105132**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir  
di Pekanbaru, pada tanggal 07 Februari 2022

Pembimbing I,

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

**NIK. 130 517 105**





© Hak cipta milik UIN Suska Riau

## LEMBAR PENGESAHAN

### PREDIKSI BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES DAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (STUDI KASUS: PT PLN RAYON PANAM)

Oleh

**AKMAL**

**11551105132**

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, 07 Februari 2022

Mengesahkan,

Ketua Jurusan,

**Iwan Iskandar, M.T**

**NIP. 19821216 201503 1 003**



**Dr. Hartono, M.Pd**

**NIP. 19640301 199203 1 003**

#### DEWAN PENGUJI

Ketua : Muhammad Affandes, S.T., M.T

Pembimbing I : Siska Kurnia Gusti, S.T., M.Sc

Penguji I : Novi Yanti, S.T., M.Kom

Penguji II : Fitra Kurnia, S.Kom., M.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.

University of Sultan Syarif Kasim Riau





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

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Akmal  
 NIM : 11551105132  
 Tempat/tgl. Lahir : Rumbai, 16 Maret 1997  
 Fakultas/pascasarjana : Sains dan Teknologi  
 Prodi : Teknik Informatika  
 Judul skripsi : PREDIKSI BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN METODE  
*FUZZY TIME SERIES* DAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*  
 (STUDI KASUS : PLN RAYON PANAM)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Skripsi 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 Skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

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

Pekanbaru, 07 Februari 2022

Yang membuat pernyataan



Akmal

NIM. 11551105132

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta dimiliki oleh UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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 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.





## ABSTRAK

Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan adanya kemajuan pembangunan di bidang teknologi, industri, dan informasi dapat menimbulkan permasalahan. Masalah akan timbul apabila daya yang dikirim dari suatu pembangkit listrik jauh lebih besar dari pada permintaan daya pada beban, maka akan terjadi pemborosan energi pada perusahaan listrik dan sebaliknya. Jadi untuk mengantisipasi dampak negatif yang akan timbul, maka perlu dilakukan prediksi beban listrik dengan metode *fuzzy time series* dan *particle swarm optimization*. Data yang digunakan merupakan data beban listrik PT PLN Rayon Panam tahun 2021 pada tanggal 1 Mei s/d 31 Mei sebanyak 341 data. Hasil dari pengujian penelitian ini didapatkan bahwa parameter PSO yang optimal adalah parameter dengan jumlah partikel = 70, jumlah iterasi = 50, bobot inersia ( $w$ ) = 0,7 serta kombinasi nilai  $c1$  dan  $c2 = 2$  dan 2. Sedangkan nilai *error* atau tingkat kesalahan yang dihitung menggunakan *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada penelitian ini adalah sebesar 1000 dan 1,404%.

**Kata Kunci:** Beban Listrik, *Fuzzy Time Series*, *Mean Absolute Percentage Error*, *Mean Square Error*, *Particle Swarm Optimization*, Prediksi

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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





## ABSTRACT

*The need for electrical energy is increasing along with the progress of development in the fields of technology, industry, and information which can cause problems. Problems will arise if the power sent from a power plant is much greater than the demand for power at the load, there will be a waste of energy in the power company and vice versa. So to anticipate the negative impacts that will arise, it is necessary to predict the electrical load using the fuzzy time series method and particle swarm optimization. The data used is the electricity load data of PT PLN Rayon Panam in 2021 on May 1 to May 31 as much as 341 data. The results of this research test show that the optimal PSO parameter is the parameter with the number of particles = 70, the number of iterations = 50, the inertia weight ( $w$ ) = 0.7 and the combination of values  $c1$  and  $c2 = 2$  and 2. While the error value of error rate calculated using the Mean Square Error (MSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) in this study were 1000 and 1.404%, respectively.*

**Keywords:** *Electricity Load, Fuzzy Time Series, Mean Absolute Percentage Error, Mean Square Error, Particle Swarm Optimization, Prediction*

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalammu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

*Alhamdulillah* rabbil'alamin tak henti-hentinya penulis ucapkan kehadiran Tuhan yang tiada Tuhan selain Dia, Allah *subhana wa ta'ala*, yang dengan rahmat dan hidayahNya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Prediksi Beban Listrik Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization*”** dengan baik. Tidak lupa dan tak akan pernah lupa bershalawat kepada Nabi dan RasulNya, Nabi Muhammad SAW yang hanya menginginkan keimanan dan keselamatan bagi umatnya dan sangat belas kasihan lagi penyayang kepada orang-orang mukmin.

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

1. Bapak Prof Dr. Hairunnas 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 Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Siska Kurnia Gusti S.T, M.Sc selaku Pembimbing. Terima kasih untuk waktu, motivasi, dan arahan yang telah diberikan sehingga penelitian tugas akhir ini dapat terselesaikan.



**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. Ibu Novi Yanti S.T, M.Kom selaku penguji I yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran kepada penulis dalam peyusunan tugas akhir ini.
6. Ibu Fitra Kurnia S.Kom, M.T selaku penguji II yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran kepada penulis dalam peyusunan tugas akhir ini.
7. Ibu Fadhilah Syafria, S.T., M.Kom., selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
8. Seluruh dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan bimbingan yang bermanfaat untuk kami.
9. Keluarga kecil penulis, Alm Ibunda Ermawati dan Ayahanda Dahlian serta kakak Defni Defita S.Pd yang tidak pernah letih memberikan semangat, nasehat, dan kasih sayang yang tidak pernah pudar. Semoga kebaikan selalu menyertai kita.
10. Kepada Niniak dan Nenek yang telah merawat dan memberikan kasih sayang, dukungan, nasehat dan doa yang tulus kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan kepada Niniak dan Nenek.
11. Keluarga keluarga besar Niniak makuo, etek, mamak, abang-abang dan kakak-kakak, adek dan semuanya tanpa terkecuali, Terima kasih atas dukungannya dan saya bangga berada di keluarga besar ini semoga kita selalu kompak.
12. Teman-teman Kost Sahabat (Alya Sri Rezki, Anju Firman, Andika, Erizka Karmala Sari, Filzha Hidayat, Fahrurrozi Harahap, Fitri Handayani, Gandhi Alwira Ponda, Mhd. Zamil, Muhammad Rezki, Puspita Sari, Ridho Darmawan, Rahman Aditya, Rio Arnopalindo, Suci Hidayati dan Wawan Kurniawan) yang selalu memberikan semangat yang tak pernah pudar.
13. Teman-teman kelas TIF C 15 tidak bisa disebutkan satu per satu namanya, terima kasih atas do'a, bantuan, dan dukungannya selama ini sehingga laporan ini dapat diselesaikan.
14. Kepada Kakanda dan Ayunda Teknik Informatika yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih atas dukungan moril maupun materil dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini.





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

15. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika. Salam Satu Suara..Pasti. Dan juga kawan kawan yang sama sama terlibat dalam berbagai kegiatan Asomatif, Iyf dan kepanitian kepanitian lainnya, terima kasih atas kerja sama dan pengalaman yang sangat berharga ini.

16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuan, dukungan, dan doa baik secara langsung ataupun tidak langsung dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Kritik dan saran tersebut dapat dikirim ke email penulis yakni [akmal10@students.uin-suska.ac.id](mailto:akmal10@students.uin-suska.ac.id). Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan selamat membaca, semoga laporan ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya. Amin.

*Wassalamualaikum Wr. Wb*

Pekanbaru, 07 Februari 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>17</b>
1.1. Latar Belakang.....	17
1.2. Rumusan Masalah .....	20
1.3. Batasan Masalah.....	20
1.4. Tujuan Penelitian.....	20
1.5. Manfaat Penelitian.....	21
<b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>22</b>
2.1. Data Mining.....	22
2.2. Prediksi .....	23
2.3. Daya Listrik.....	24
2.4. Data Runtun Waktu ( <i>Time series</i> ) .....	24
2.5. Logika Fuzzy .....	25
2.6. <i>Fuzzy Time Series</i> .....	27
2.6.1 Penentuan Panjang Interval.....	28
2.6.2 Tahapan Fuzzy Time Series.....	29
2.7. <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i> .....	31
2.8. Perhitungan <i>Error</i> .....	34
2.8.1 <i>Mean Square Error (MSE)</i> .....	34
2.8.2 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .....	35

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

2.9	<i>Whitebox Testing</i> .....	35
2.10	Penelitian Terkait.....	36
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>39</b>
3.1	Studi Literatur.....	40
3.2	Pengumpulan Data.....	40
3.3	Analisa dan Perancangan.....	40
3.3.1	Analisa .....	40
3.3.2	Perancangan.....	43
3.4	Implementasi dan Pengujian.....	43
3.4.1	Implementasi .....	43
3.4.2	Pengujian .....	44
3.5	Kesimpulan dan Saran .....	45
<b>BAB 4 PEMBAHASAN .....</b>		<b>46</b>
4.1	Analisa.....	46
4.1.1	Analisa Kebutuhan Data .....	46
4.1.2	Analisa Metode <i>Fuzzy Time Series</i> dan <i>Particle Swarm Optimization</i> .....	47
4.2	Perancangan.....	56
4.2.1	Perancangan <i>Database</i> .....	56
4.2.2	Perancangan Struktur Menu .....	56
4.2.3	Perancangan Antarmuka ( <i>Interface</i> ) .....	57
4.3	Implementasi .....	59
4.3.1	Batasan Implementasi .....	59
4.3.2	Implementasi Sistem .....	60
4.4	Pengujian .....	62
4.4.1	Pengujian Parameter PSO .....	62
4.4.2	Pengujian <i>Error</i> .....	67
4.4.3	Pengujian <i>Whitebox</i> .....	68
4.4.4	Kesimpulan Pengujian .....	70
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>		<b>71</b>
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>		<b>75</b>



<b>LAMPIRAN B</b> .....	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN C</b> .....	<b>77</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>91</b>



UIN SUSKA RIAU

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





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan Metodologi Penelitian .....	39
Gambar 3. 2 Tahapan Metode FTS dan PSO.....	41
Gambar 4. 1 Tahapan Metode <i>Fuzzy Time Series Particle Swarm Optimization</i> .....	47
Gambar 4. 2 Struktur Menu .....	56
Gambar 4. 3 Halaman Beranda.....	57
Gambar 4. 4 Halaman Beban Listrik .....	58
Gambar 4. 5 Halaman Prediksi .....	58
Gambar 4. 6 Halaman Hasil Prediksi.....	59
Gambar 4. 7 Halaman Beranda.....	60
Gambar 4. 8 Halaman Data Beban Listrik.....	60
Gambar 4. 9 Halaman Pencarian Interval dan Semesta Pembicaraan .....	61
Gambar 4. 10 Halaman Perhitungan 1 .....	61
Gambar 4. 11 Halaman Prediksi 2 .....	62
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Jumlah Partikel .....	63
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Jumlah Iterasi.....	64
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian Nilai Bobot Inersia ( $w$ ).....	65
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Nilai C1 dan C2 .....	66
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Error.....	67

© Hak cipta dan hak milik ini dilindungi Undang-Undang 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.



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Basis Interval .....	28
Tabel 2. 2 Kriteria Nilai MAPE.....	35
Tabel 2. 3 Penelitian Terkait Kasus .....	36
Tabel 2. 4 Penelitian Terkait Metode.....	37
Tabel 4. 1 Data Beban Listrik.....	46
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Selisih ( <i>lag</i> ).....	48
Tabel 4. 3 Kecepatan awal partikel.....	49
Tabel 4. 4 Posisi awal partikel.....	49
Tabel 4. 5 Himpunan Fuzzy.....	50
Tabel 4. 6 Fuzzifikasi Data Historis .....	51
Tabel 4. 7 Fuzzy Logic Relationship (FLR).....	51
Tabel 4. 8 Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG).....	52
Tabel 4. 9 Hasil Defuzzifikasi .....	53
Tabel 4. 10 Hasil Prediksi dan Error.....	53
Tabel 4. 11 Hasil Nilai Fitness.....	54
Tabel 4. 12 Pemilihan Pbest .....	54
Tabel 4. 13 Pemilihan Gbest.....	54
Tabel 4. 14 Perbaruan Kecepatan Partikel.....	54
Tabel 4. 15 Perbaruan Posisi Partikel .....	55
Tabel 4. 16 Pemilihan Pbest Iterasi ke-50 .....	55
Tabel 4. 17 Pemilihan Gbest Iterasi ke-50.....	55
Tabel 4. 18 Hasil Prediksi.....	55
Tabel 4. 19 Perancangan Database .....	56
Tabel 4. 20 Pengujian Jumlah Partikel .....	63
Tabel 4. 21 Pengujian Jumlah Iterasi.....	64
Tabel 4. 22 Pengujian Bobot Inersia.....	65
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Kombinasi Nilai $c_1$ dan $c_2$ .....	66
Tabel 4. 24 Pengujian Error.....	67
Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Whitebox .....	68

© Hak cipta ini milik Ilmiah Suska Riau. State Islami Universitas 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.





## DAFTAR RUMUS

Rumus (1) Selisih ( <i>lag</i> ) Absolut antara $D_{i+1}$ dan $D_i$ .....	28
Rumus (2) Rerata Selisih .....	28
Rumus (3) Panjang Interval .....	28
Rumus (4) <i>Universe of Discorse</i> .....	29
Rumus (5) Membentuk Himpunan Fuzzy.....	29
Rumus (6) Membentuk <i>Fuzzy Logic Relationship</i> (FLR).....	30
Rumus (7) Membentuk <i>Fuzzy Logic Relationship Group</i> (FLRG) .....	30
Rumus (8) <i>Fuzifikasi</i> .....	30
Rumus (9) <i>Midpoint</i> .....	30
Rumus (10) Kecepatan Awal Partikel.....	31
Rumus (11) Posisi Awal Partikel.....	32
Rumus (12) Nilai Fitness Untuk Setiap Partikel I .....	33
Rumus (13) Perbarui Kecepatan Partikel.....	33
Rumus (14) Perbarui Posisi Partikel .....	34
Rumus (15) <i>Mean Square Error</i> (MSE).....	33
Rumus (16) <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE) .....	34

© 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. Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu sumber energi utama yang digunakan hampir pada seluruh aspek kehidupan. Faktanya, kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan adanya kemajuan pembangunan di bidang teknologi, industri, dan informasi. Kemajuan tersebut dapat menimbulkan permasalahan terhadap kualitas dan kuantitas daya listrik yang dihantarkan, sehingga distribusi tenaga listrik terhadap konsumen harus dilakukan secara optimal dan sesuai dengan kebutuhan[1].

Menurut data *ASEAN Centre for Energi (ACE)* menyebutkan bahwa Indonesia merupakan negara yang terboros dalam pemakaian listrik di ASEAN. Data *ASEAN Centre for Energi (ACE)* juga menyebutkan Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi paling besar untuk melakukan penghematan tenaga listrik akibat tingkat pemborosan energi listrik yang relatif tinggi selama ini dan juga pasokan listrik Indonesia dalam status siaga karena cadangan yang tersisa tidak banyak tersedia [2].

Masalah akan timbul apabila daya yang dikirim dari suatu pembangkit listrik jauh lebih besar dari pada permintaan daya pada beban, maka akan terjadi pemborosan energi pada perusahaan listrik. Sebaliknya apabila daya yang dibangkitkan (disediakan) pembangkit listrik lebih rendah dari permintaan (kebutuhan beban) konsumen, maka akan terjadi *over load* yang akan berdampak pada terjadinya pemadaman [3].

Jangka waktunya prediksi beban listrik dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu prediksi jangka panjang (diatas satu tahun), dimana masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah *ekstern* perusahaan listrik, merupakan faktor utama yang menentukan arah peramalan beban, prediksi jangka menengah (satu bulan sampai satu tahun), dimana masalah-masalah manajerial perusahaan merupakan faktor utama yang menentukan arah peramalan beban, dan prediksi jangka pendek (beberapa jam sampai satu minggu), dimana besarnya beban untuk

#### 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.

setiap jam ditentukan dengan memperhatikan *trend* beban di waktu lalu dengan memperhatikan berbagai informasi yang dapat mempengaruhi besarnya beban sistem. Peramalan beban jangka pendek biasanya digunakan untuk efisiensi energi [4].

Penelitian ini mengambil lokasi penelitian di PT PLN (Persero) Rayon Panam, yang berada di kecamatan Tampan kota Pekanbaru provinsi Riau. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) kota Pekanbaru, Pada tahun 2019, jumlah penduduk kecamatan Tampan sebesar 307,947 jiwa yang merupakan angka tertinggi dari total 12 kecamatan yang ada di Kota Pekanbaru, dengan laju pertumbuhan penduduk pertahun 2018-2019 sebesar 6,24 %. Persentase penduduk kecamatan Tampan tahun 2019 yaitu sebesar 19.06 persen penduduk dari total 12 kecamatan yang ada di Pekanbaru dengan kepadatan penduduk 3.041,46 jiwa per km<sup>2</sup>. Pelanggan listrik Rayon Panam tahun 2019 berjumlah sebanyak 108.336 pelanggan yang merupakan jumlah pelanggan listrik terbanyak dari 5 rayon yang ada di kota Pekanbaru, dilihat dari badan pusat statistik[5].

Penelitian lain yang telah dilakukan mengenai prediksi / peramalan beban listrik yaitu penelitian yang di lakukan oleh [6] menyebutkan bahwa kebutuhan energi listrik yang semakin hari terus bertambah seiring dengan perkembangan konsumen, bisnis, industri, rumah tangga, dan lainnya. Sehingga diperlukan prakiraan energi listrik yang dibutuhkan untuk beberapa waktu mendatang. Penelitian yang dilakukan oleh [7] menyebutkan peramalan sangat diperlukan oleh sebuah perusahaan (dalam hal ini PT. PLN), karena setiap keputusan yang diambil pada saat ini akan mempengaruhi keputusan di masa yang akan datang.

*Fuzzy Time Series* (FTS) merupakan metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan *Fuzzy Time Series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang [9]. FTS sudah banyak diterapkan oleh beberapa peneliti untuk menyelesaikan masalah prediksi, seperti penelitian yang dilakukan oleh [10] mengenai peramalan beban listrik jangka pendek pada sistem kelistrikan lombok dengan *Fuzzy Time Series* (FTS). Menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk bulan Oktober dengan metode



#### 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.

FTS adalah 5,371% dan metode MA 6,995%. Hasil MAPE dengan metode FTS lebih baik 1,624% dibandingkan metode MA.

*Particle Swarm Optimization* (PSO) adalah metode optimasi global yang diperkenalkan oleh Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995 berdasarkan penelitian terhadap perilaku kawanan burung dan ikan. Setiap partikel dalam *Particle Swarm Optimization* memiliki kecepatan, partikel bergerak dalam ruang pencarian dengan kecepatan yang dinamis disesuaikan dengan perilaku historis mereka. Oleh karena itu, partikel memiliki kecenderungan untuk bergerak menuju daerah pencarian yang lebih baik selama proses pencarian [15]. Kelebihan dari PSO adalah PSO membutuhkan sedikit parameter dan membutuhkan waktu yang lebih cepat untuk mencapai konvergen [16].

Berikut ini beberapa penelitian mengenai penerapan *Particle Swarm Optimization* dan *Fuzzy Time Series* yang dapat memberikan hasil yang lebih baik dan akurat dibanding menggunakan metode FTS saja. Penelitian yang dilakukan oleh [18] mengenai optimasi *Fuzzy Time Series* menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* untuk peramalan jumlah penduduk di kabupaten Probolinggo dimana peramalan yang dilakukan menggunakan metode FTS memberikan nilai RMSE, yaitu: 52,05198333, sedangkan dengan menggunakan metode FTS-PSO memberikan nilai RMSE, yaitu: 14,50370333. Sehingga dapat dilihat dari perbandingan nilai RMSE yang diperoleh peramalan menggunakan FTS-PSO lebih baik dibanding menggunakan metode FTS saja. Penelitian yang dilakukan oleh [19] mengenai Optimasi Interval *Fuzzy Time Series* menggunakan *Particle Swarm Optimization* pada peramalan permintaan darah: Studi kasus unit transfusi darah cabang - PMI kota Malang didapatkan solusi optimum bernilai *cost* (MSE) sebesar 60435.685 dengan jumlah partikel sebanyak 40, jumlah dimensi sebanyak 30, kombinasi nilai  $c_1$  dan  $c_2$  masing-masing 1.5 dan 1.5, bobot inersia sebesar 0.3, dan jumlah iterasi maksimum sebesar 950. Tingkat kesalahan dari sistem ini, MAPE nya adalah sebesar 7.50330% dari 12 data uji yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh [20] mengenai Optimasi *Fuzzy Time Series* Menggunakan Algoritme *Particle Swarm Optimization* Untuk Peramalan Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia menghasilkan parameter terbaik yang diperoleh dengan panjang dimensi

#### 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.

sebesar 40, banyak partikel sebesar 40, 450 untuk iterasi maksimum, nilai  $c_1$  dan  $c_2$  sama bernilai 1,5 dan untuk bobot inersia sebesar 0,3, tingkat kesalahan peramalan yang dihasilkan menggunakan MAPE sebesar 2,48% dari 10 data uji.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka kasus dan metode yang akan diteliti pada tugas akhir ini adalah “Prediksi Beban Puncak Listrik Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization* pada PT PLN Rayon Panam”. PSO digunakan untuk menentukan nilai interval terbaik atau nilai interval optimal pada FTS. Sedangkan FTS digunakan karena dapat menangkap pola data masa lalu untuk diproyeksikan terhadap data yang akan datang.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memprediksi beban puncak daya listrik di PT PLN Rayon Panam menggunakan metode *Particle Swarm Optimization - Fuzzy Time Series*.
2. Bagaimana menghitung nilai *error* yang dihasilkan dalam memprediksi beban puncak daya listrik di PT PLN Rayon Panam menggunakan *Particle Swarm Optimization - Fuzzy Time Series*.

### 1.3. Batasan Masalah

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

1. Data yang digunakan data *time series* beban listrik bulan Mei 2021 selama hari senin sampai minggu jam 17.00 wib sampai 22.00 wib yang didapat dari PT PLN Rayon Panam.
2. Penelitian ini hanya untuk memprediksi kebutuhan puncak beban listrik jangka pendek pada PT PLN Rayon Panam.

### 1.4. Tujuan Penelitian

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



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

1. Memprediksi beban puncak daya listrik jangka pendek di PT PLN Rayon Panam menggunakan metode *Particle Swarm Optimization - Fuzzy Time Series*.
2. Menghitung nilai *error* MAPE yang dihasilkan dari memprediksi beban puncak daya listrik di PT PLN Rayon Panam menggunakan metode *Particle Swarm Optimization - Fuzzy Time Series*.

**1.5. Manfaat Penelitian**

Diharapkan penelitian ini memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian ini memberikan informasi yang bermanfaat kepada PLN Rayon Panam untuk mengetahui prediksi beban puncak daya listrik jangka pendek.
2. Diharapkan penelitian ini menjadi referensi penelitian berikutnya mengenai prediksi beban puncak daya listrik.

### 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. Data Mining

*Data mining* adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data historis untuk menemukan keteraturan, pola dan hubungan dalam set data berukuran besar. *Data mining* juga disebut sebagai serangkaian proses untuk menggali nilai tambah berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual dari suatu kumpulan data. *Data mining* merupakan tahapan untuk menemukan pola atau informasi dalam sekumpulan data dengan menggunakan teknik dan algoritma tertentu [21].

Menurut Larose dalam bukunya yang berjudul “*Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*”, *data mining* dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tugas/pekerjaan yang dapat dilakukan, yaitu [22]:

- a. Deskripsi  
Terkadang peneliti dan analisis secara sederhana ingin mencoba mencari cara untuk menggambarkan pola dan kecenderungan yang terdapat dalam data.
- b. Estimasi  
Estimasi hampir sama dengan klasifikasi, kecuali variabel target estimasi lebih ke arah numerik dari pada ke arah kategori. Model dibangun menggunakan baris data (*record*) lengkap yang menyediakan nilai dari variabel target sebagai nilai prediksi.
- c. Prediksi  
Prediksi hampir sama dengan klasifikasi dan estimasi, kecuali bahwa dalam prediksi nilai dari hasil akan ada di masa mendatang. Beberapa metode dan teknik yang digunakan dalam klasifikasi dan estimasi dapat pula digunakan (untuk keadaan yang tepat) untuk prediksi.





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

d. **Klasifikasi**

Dalam klasifikasi, terdapat target variabel kategori. Sebagai contoh, penggolongan pendapatan dapat dipisahkan dalam tiga kategori, yaitu pendapatan tinggi, pendapatan sedang, dan pendapatan rendah.

e. **Pengklasteran (*Clustering*)**

Pengklasteran merupakan pengelompokan *record*, pengamatan, atau memperhatikan dan membentuk kelas obyek-obyek yang memiliki kemiripan

f. **Asosiasi**

Tugas asosiasi dalam *data mining* adalah untuk menemukan atribut yang muncul dalam satu waktu

**2.2. Prediksi**

Prediksi adalah sebuah teknik yang menggunakan data historis untuk memperkirakan proyek yang akan datang. Metode prediksi merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode prediksi diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar [23].

Menurut sifatnya metode predikisi terdiri dari metode kualitatif dan kuantitatif. Prediksi kualitatif adalah prediksi yang didasarkan pada pendapat atau pengalaman para pakar. Sedangkan prediksi kuantitatif adalah prediksi yang dilakukan dengan menggunakan perhitungan secara matematis, salah satu metode yang termasuk metode kuantitatif adalah metode *time series* atau runtun waktu [11].

Sedangkan menurut jangka waktunya, prediksi beban listrik dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu: perkiraan beban jangka panjang (*long term*) adalah perkiraan beban listrik dengan jangka waktu di atas 1 (satu) tahun, perkiraan beban jangka menengah (*medium term*) adalah perkiraan beban listrik dengan jangka waktu satu bulan sampai dengan satu tahun, dan perkiraan beban jangka pendek (*short term*) adalah perkiraan beban listrik dengan jangka waktu beberapa jam dalam sehari sampai dengan satu minggu [5].

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

## 2.3. Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan Internasional (SI) daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik). Arus listrik yang mengalir (dalam rangkaian) dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Selanjutnya peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti cahaya (pada bola lampu), panas (pada pemanas listrik), energi kinetik (motor listrik), dan suara (*loudspeaker*). Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpan energi seperti baterai. Perkalian arus dan tegangan efektif dalam rangkaian AC dinyatakan dalam *voltampere* (VA) atau *kilovoltampere* (KVA). Daya yang berguna atau daya nyata diukur dalam watt dan diperoleh jika voltampere dari rangkaian dikalikan dengan faktor yang disebut dengan faktor daya. Maka dalam rangkaian AC satu phase adalah :  $P$  (dalam watt) =  $V \times I \times \text{faktor daya}$  [24].

## 2.4. Data Runtun Waktu (*Time series*)

Data *time series* atau data berkala adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu, untuk menggambarkan perkembangan suatu kegiatan. Analisis data berkala memungkinkan kita untuk mengetahui perkembangan suatu atau beberapa kejadian serta hubungan/pengaruhnya terhadap kejadian lainnya. Pola gerakan data atau nilai-nilai variabel dapat diikuti atau diketahui dengan adanya data berkala, sehingga data berkala dapat dijadikan sebagai dasar untuk pembuatan keputusan, peramalan keadaan perdagangan dan ekonomi pada masa yang akan datang, serta perencanaan kegiatan dimasa yang akan datang [11].

Menurut pola data historisnya, dapat dibedakan menjadi empat jenis siklus dan trend pada data runtun waktu (*time series*) yaitu sebagai berikut [25]:

1. Pola horizontal, terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Contoh: suatu produk yang permintaannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu.
2. Pola musiman, terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Contoh: permintaan es krim, payung, minuman ringan.



**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 siklus, terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti siklus bisnis. Contoh: permintaan produk mobil, besi baja.
4. Pola trend, terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Produk Nasional Bruto (GNP) dan berbagai indikator ekonomi lainnya mengikuti pola trend.

## 2.5. Logika Fuzzy

Secara umum logika *fuzzy* adalah suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaannya antara 0 dan 1. Logika *fuzzy* juga merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinyu dan logika *fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran [11].

Keunggulan dari logika *fuzzy* adalah konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, memiliki logika yang fleksibel, logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks, logika *fuzzy* dapat bekerja dengan teknik-teknik kendali secara konvensional, logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tepat dan logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa yang alami [26].

Beberapa alasan digunakannya logika *fuzzy* (Kusumadewi, 2003 dikutip dari [17]) adalah:

- a) Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Karena logika *fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
- b) Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
- c) Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang cukup *homogeny*, dan kemudian ada beberapa data “*eksklusif*”, maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
- d) Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses



**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.

pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan istilah *fuzzy expert* sistem menjadi bagian terpenting.

- e) Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupu teknik elektro.
- f) Logika *fuzzy* didasari pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu (Kusumadewi, 2003 dikutip dari [28]):

- a) *Linguistik*, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.
- b) *Numeris*, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu [27]:

- a) Variabel *Fuzzy*  
Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.
- b) Himpunan *Fuzzy*  
Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel.
- c) Semesta Pembicaraan  
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif, adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.
- d) Domain  
Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

## 2.6. Fuzzy Time Series

*Fuzzy Time Series* (FTS) merupakan metode peramalan data yang menggunakan konsep *fuzzy set* sebagai dasar perhitungannya. Sistem peramalan dengan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem rumit, sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan.

Secara umum, konsep dari *Fuzzy Time Series* dapat dijelaskan sebagai berikut [29]:

**Definisi 1** :  $Y(t)(t = 0, 1, 2, \dots, n)$  adalah himpunan bagian dari  $R$ . Dan  $Y(t)$  merupakan semesta pembicaraan yang didefinisikan oleh himpunan *fuzzy*  $f_i(t)$ . Jika  $F(t)$  terdiri dari  $f_i(t)(i = 1, 2, \dots, n)$ , maka  $F(t)$  didefinisikan sebagai *Fuzzy Time Series* pada  $Y(t)(t = 0, \dots, 1, 2, \dots, n)$ .

**Definisi 2** : Jika terdapat hubungan yang samar  $R(t-1, t)$ , maka  $F(t) = F(t-1) * R(t-1, t)$ . Dimana simbol  $*$  adalah simbol yang mewakili operator dan  $F(t)$  adalah fungsi yang disebabkan oleh  $F(t-1)$ . Misalkan  $F(t-1) = A_i$  dan  $F(t) = A_j$ , maka hubungan antara  $F(t-1)$  dan  $F(t)$  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*).

**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  $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}$ .



**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.

### 2.6.1 Penentuan Panjang Interval

Metode yang digunakan untuk menentukan panjang interval pada *fuzzy time series* adalah dengan menggunakan metode berbasis rata-rata (*average-based*). Berikut langkah-langkah untuk menentukan panjang interval menggunakan metode berbasis rata-rata (*average-based*) [1].

Hitung selisih (*lag*) absolut antara  $D_{i+1}$  dan  $D_i$  dimana  $i = 1, \dots, n-1$  sehingga menjadi persamaan berikut ini:

$$\sum_{i=1}^{n-1} |(D_{i+1}) - (D_i)| \tag{1}$$

Hasil penjumlahan dari langkah pertama kemudian dibagi dengan jumlah data sehingga diperoleh rerata selisih.

$$\text{Rerata Selisih} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} |(D_{i+1}) - (D_i)|}{n-1} \tag{2}$$

3. Kemudian tentukan setengah dari rerata selisih untuk dijadikan sebagai panjang interval.

$$\text{Panjang Interval} = \frac{1}{2} \times \text{Rerata Selisih} \tag{3}$$

Berdasarkan panjang interval yang didapat, tentukan basis untuk panjang interval tersebut sesuai dengan tabel berikut:

**Tabel 2. 1 Basis Interval**

Rentang	Basis
0.1 – 1.0	0.1
1.1 – 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100
1001 – 10000	1000
10001 – 100000	10000

Kemudian panjang interval yang didapatkan dibulatkan sesuai dengan basis interval.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

## 2.6.2 Tahapan Fuzzy Time Series

Terdapat beberapa langkah atau tahapan dalam melakukan prediksi dengan menggunakan *Fuzzy Time Series* yaitu sebagai berikut:

### Langkah 1 : Menentukan *Universe of Discorse* / Semesta Pembicaraan

Dalam menentukan *universe of discorse* atau semesta pembicaraan, hal yang dilakukan adalah menentukan data maksimal ( $D_{max}$ ) dan data minimal ( $D_{min}$ ) dari data historis yang kemudian dibagi ke dalam beberapa interval yang memiliki panjang interval yang sama. Berikut persamaan untuk menentukan semesta pembicaraan ( $U$ ).

$$U = \frac{[D_{max} - D_{min}]}{\text{Panjang Interval}} \quad (4)$$

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 semesta pembicaraan ( $U$ ). 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:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_n} \\ A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_n} \\ &\dots \\ A_k &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n} \end{aligned} \quad (5)$$

Dengan nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy*  $A_i$  berada diantara 0, 0,5 dan 1 dimana  $1 \leq k \leq n$ ,  $n$  adalah jumlah semesta pembicaraan 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*. Jika  $F(t-1)$  berada pada himpunan *fuzzy*  $A_k$ , maka  $F(t-1)$  akan difuzzifikasin sebagai  $A_k$ .

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

*Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dibentuk berdasarkan nilai fuzzifikasi data historis. Jika  $F(t-1)$  difuzzikan sebagai  $A_i$  dan  $F_t$  sebagai  $A_j$ , maka  $A_i$  berelasi dengan  $A_j$  dan dapat dinyatakan dengan notasi berikut:

$$A_i \rightarrow A_j \tag{6}$$

**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*  $A_i \rightarrow A_j, A_j \rightarrow A_k, A_k \rightarrow A_l, A_l \rightarrow A_i, A_i \rightarrow A_k, A_k \rightarrow A_j, A_j \rightarrow A_i$  dan  $A_i \rightarrow A_i$ , maka bentuk *fuzzy logic relationship group*-nya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} G_1: & A_i \rightarrow A_i, A_j, A_k \\ G_2: & A_j \rightarrow A_i, A_k \\ G_3: & A_k \rightarrow A_j, A_l \\ G_4: & A_l \rightarrow A_i \end{aligned} \tag{7}$$

**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  $A_i$ .





**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 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  $A_j$ .

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  $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jn}$  yang merupakan nilai tengah (*midpoint*) dari interval  $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jn}$ .

$$F_t = \frac{m_{j1} + m_{j2} + \dots + m_{jn}}{k} \tag{8}$$

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:

$$m_i = \frac{(\text{batas atas} + \text{batas bawah})}{2} \tag{9}$$

**2.7. Particle Swarm Optimization (PSO)**

Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) diperkenalkan oleh Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995, proses algoritmanya terinspirasi oleh tingkah laku sosial pada kawanan burung yang terbang bersama-sama. Perilaku sosial ini terdiri dari tindakan individu dan pengaruh dari individu-individu lain dalam suatu kelompok. Setiap individu atau partikel berperilaku secara terdistribusi dengan menggunakan kecerdasannya (*intelligence*) sendiri dan juga dipengaruhi kelompok kolektifnya. Dengan demikian, jika satu partikel atau seekor burung menemukan jalan yang tepat (*optimal*) menuju sumber makanan, maka sisa anggota kelompok yang lainnya juga akan mengikuti jalan tersebut meskipun lokasi mereka didalam kelompok tersebut tidak saling berdekatan[30].

Dengan melakukan optimasi berbasis populasi, PSO dapat mencari solusi optimal dengan menggunakan partikel dalam populasi itu sendiri. Partikel tersebut



**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.

berperilaku sebagai agen lingkungan yang cerdas dan setiap partikel juga sangat berkontribusi di dalam lingkungan untuk dapat bisa saling bekerjasama dan berkomunikasi dengan partikel lainnya. PSO didasari ide bahwa setiap partikel dalam kerumunan populasi merupakan solusi dari ruang solusi itu sendiri [31]

Beberapa istilah umum yang digunakan dalam PSO dapat didefinisikan sebagai berikut [32]:

1. *Swarm*: populasi dari suatu algoritma
2. *Particle*: anggota (individu) pada suatu *swarm*. Setiap *particle* mempresentasikan suatu solusi yang potensial pada permasalahan yang diselesaikan. Posisi dari suatu *particle* adalah ditentukan oleh representasi solusi saat itu.
3. *Pbest* (*Personal Best*) : posisi *Pbest* suatu *particle* yang menunjukkan posisi *particle* yang dipersiapkan untuk mendapatkan suatu solusi yang terbaik.
4. *Gbest* (*Global Best*) : posisi terbaik *particle* pada *swarm* atau posisi terbaik diantara *Pbest* yang ada.
5. *Velocity* (kecepatan) : kecepatan atau vektor yang menggerakkan proses optimisasi yang menentukan arah dimana suatu *particle* diperlukan untuk berpindah (*move*) untuk memperbaiki posisinya semula.
6. *Inertia Weight* ( $\theta$ ) : parameter yang digunakan untuk mengontrol dampak dari adanya *velocity* yang diberikan oleh suatu *particle*.

Terdapat beberapa langkah atau tahapan pembelajaran dalam *Particle Swarm Optimization* (PSO) yaitu sebagai berikut [33]:

**Langkah 1** : Inisialisasi kecepatan dan posisi awal partikel

Kecepatan awal partikel disimbolkan dengan ( $v_i$ ), sedangkan posisi awal partikel disimbolkan dengan ( $x_i$ ). Untuk  $1 \leq i \leq N$ , dimana  $N$  adalah jumlah partikel.

$$v_1(0), v_2(0), \dots, v_N(0)$$

(10)



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

$$x_1(0), x_2(0), \dots, x_N(0) \tag{11}$$

**Langkah 2** : Hitung nilai *fitness* untuk setiap partikel *i*

Perhitungan nilai *fitness* dilakukan untuk setiap partikel *i* yang dinyatakan dengan notasi berikut:

$$f(x_1(0)), f(x_2(0)), \dots, f(x_N(0)) \tag{12}$$

Setelah nilai *fitness* didapatkan, selanjutnya simpan posisi terbaik (*Pbest*) dari setiap partikel beserta nilai *fitness*-nya. Kemudian posisi terbaik (*Pbest*) yang memiliki nilai *fitness* terbaik disimpan sebagai *Gbest*.

**Langkah 3** : Perbarui kecepatan partikel

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

$$v_{ij}(t + 1) = w \cdot v_{ij}(t) + c_1 \cdot r_1 (P_{best\ ij}(t) - x_{ij}(t)) + c_2 \cdot r_2 (G_{best\ g_j}(t) - x_{ij}(t)) \tag{13}$$

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]
- $P_{best\ ij}(t)$  = Nilai *Pbest* ke *i*, pada dimensi ke *j*, pada iterasi ke *t*
- $G_{best\ i,j}(t)$  = 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*



**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 4** : Perbarui posisi partikel

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

$$x_{i,j}(t + 1) = x_{i,j}(t) + v_{i,j}(t + 1) \tag{14}$$

Dimana:

- $x_{i,j}(t + 1)$  = Posisi partikel ke  $i$ , pada dimensi ke  $j$ , pada iterasi ke  $t+1$
- $x_{i,j}(t)$  = Posisi partikel ke  $i$ , pada dimensi ke  $j$ , pada iterasi ke  $t$
- $v_{i,j}(t + 1)$  = Kecepatan partikel ke  $i$ , pada dimensi ke  $j$ , pada iterasi ke  $t+1$

**2.8. Perhitungan Error**

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

**2.8.1 Mean Square Error (MSE)**

Metode yang digunakan untuk menghitung nilai *error* terhadap hasil nilai prediksi. Dengan menggunakan MSE, *error* yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan hasil yang akan diestimasi. Hal yang membuat berbeda karena adanya keacakan pada data atau karena tidak mengandung estimasi yang lebih akurat [34]. Semakin kecil nilai MSE, maka semakin bagus kinerja metode tersebut. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung MSE.

$$MSE = \frac{\sum(F_i - A_i)^2}{n} \tag{15}$$

Dimana :

- $F_i$  = Nilai hasil prediksi untuk data ke- $i$
- $A_i$  = Data aktual ke- $i$
- $n$  = Jumlah data

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

**2.8.2 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat akurasi. MAPE dipilih untuk pengujian akurasi karena dapat memberikan hasil yang relatif akurat [35]. Nilai MAPE ditampilkan dalam bentuk presentase. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung MAPE.

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|A_i - F_i|}{A_i}}{n} \times 100\% \tag{16}$$

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 2. 2 Kriteria Nilai MAPE**

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

**2.9 Whitebox Testing**

Whitebox testing adalah salah satu cara untuk menguji suatu aplikasi atau software dengan cara melihat modul untuk dapat meneliti dan menganalisa kode dari program yang dibuat ada yang salah atau tidak. Jika modul yang telah dan sudah dihasilkan berupa output yang tidak sesuai dengan yang diharapkan maka akan dikompilasi ulang dan di cek kembali kode-kode tersebut hingga sesuai dengan yang diharapkan [2].



## 2.10 Penelitian Terkait

Berikut beberapa penelitian terkait mengenai kasus yang diangkat dalam penelitian ini.

**Tabel 2. 3 Penelitian Terkait Kasus**

No	Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil
1	Habbib Rakhasiwi Aminulloh, Unit Three Kartini 2020	Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode <i>Fuzzy Muti - Attribute Decision Making Decomposition Feed Forward Neural Network</i> (FMADM-Dec - FFNN)	Mendapati hasil MSE sebesar 0.0000300489 untuk golongan bisnis dan 0.0009681912 untuk golongan industri pada pola 2 dan untuk pola 3 mendapat nilai MSE sebesar 0.0006187315 untuk golongan bisnis dan 0.0009176792 untuk golongan industri
2	Ekananta, Muflikhah, Dewi 2018	Penerapan Metode <i>Average-Based Fuzzy Time Series</i> Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia	Pada bagian pengujian yang dilakukan yang menggunakan keseluruhan data menghasilkan nilai AFER 9,24. Sedangkan dengan menggunakan MAPE pada pengujian menggunakan data menghasilkan 14,27%. Hasil tersebut termasuk kriteria baik
3	Muhammad Nazmi Fadilah, Akhmad Yusuf, Nurul Huda 2020	Prediksi Beban Listrik Di Kota Banjarbaru Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	Hasil dari penelitian ini adalah tahap pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan empat simulasi lapisan sembunyi mendapatkan arsitektur jaringan yang cukup baik yakni arsitektur 12-12-1 dengan nilai MAPE adalah 6,597% dan RMSE adalah 0,032222. Untuk tahap pengujian diperoleh nilai MAPE adalah 7,918% dan RMSE adalah 0,070479 yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah beban listrik dengan cukup baik.
4	Anggi Hadi Wijaya 2019	<i>Artificial Neural Network</i> Untuk Memprediksi Beban Listrik Dengan Menggunakan Metode <i>Backpropagation</i> (Studi Kasus PT. PLN Regional Sumatera Barat)	Prediksi beban pemakaian listrik ini di pengaruhi oleh data input jumlah daya dan pelanggan dari berbagai macam sektor sehingga di ketahui jumlah beban listrik sebagai target. Data yang digunakan adalah data laporan penjualan aliran listrik dari tahun 2012 - 2016 PT. PLN Regional Sumatera Barat. Implementasi dari artificial <i>Neural</i>

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

No	Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil
			<i>Network</i> metode <i>backpropagation</i> menggunakan Matlab 8.5 sebagai <i>software</i> pendukung.
5	Lana Fauziah, Dodi Devianto, Maiyastri 2019	Peramalan Beban Listrik Jangka Menengah Di Wilayah Teluk Kuantan Dengan Metode <i>Fuzzy Time Series Cheng</i>	Hasil peramalan yang diperoleh tersebut dihitung tingkat akurasi peramalannya dengan menggunakan <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> sehingga diperoleh tingkat akurasi sebesar 4.45%, yang artinya hasil peramalan beban listrik jangka menengah di wilayah Taluk Kuantan dengan metode FTS Cheng dikatakan sangat baik karena tingkat akurasi yang kurang dari 10%.

Selain beberapa penelitian terkait mengenai kasus yang diangkat, terdapat juga beberapa penelitian terkait mengenai metode yang digunakan dalam penelitian ini. Beberapa penelitian terkait mengenai metode yang digunakan tersebut adalah sebagai berikut:

**Tabel 2. 4 Penelitian Terkait Metode**

No	Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil
1	Yulian Ekananta, Lailil Muflikhah, Candra Dewi 2018	Penerapan Metode <i>Average-Based Fuzzy Time Series</i> Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia	Pada bagian pengujian yang dilakukan yang menggunakan keseluruhan data menghasilkan nilai AFER 9,24. Sedangkan dengan menggunakan MAPE pada pengujian menggunakan data menghasilkan 14,27%. Hasil tersebut termasuk kriteria baik.
2	Cahyo Adi Prasajo, Budi Darma Setiawan, Marji 2018	Optimasi <i>Fuzzy Time Series</i> Menggunakan Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> Untuk Peramalan Jumlah Penduduk Di Kabupaten Probolinggo	Penelitian ini menggunakan <i>Fuzzy Time Series</i> dan Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> yang menghasilkan rata-rata RSME sebesar 14,50370333 dengan parameter $w = 0,6$ , $c1 = 1,8$ , $c2 = 2,4$ dan nilai <i>fitness</i> sebesar 0,445334.
3	Angga Dwi Apria Rifandi, Budi Darma Setiawan, Tibyan 2018	Optimasi Interval <i>Fuzzy Time Series</i> Menggunakan Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> Pada Peramalan Permintaan Darah (Studi Kasus : Unit	Penelitian ini menggunakan <i>Fuzzy Time Series</i> dan Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> yang menghasilkan akurasi sebesar 92,49670% dan tingkat <i>error</i> sebesar 7,50330% dengan jumlah partikel = 40, $c1$ & $c2 = 1,5$ dan bobot inersia = 0,3.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

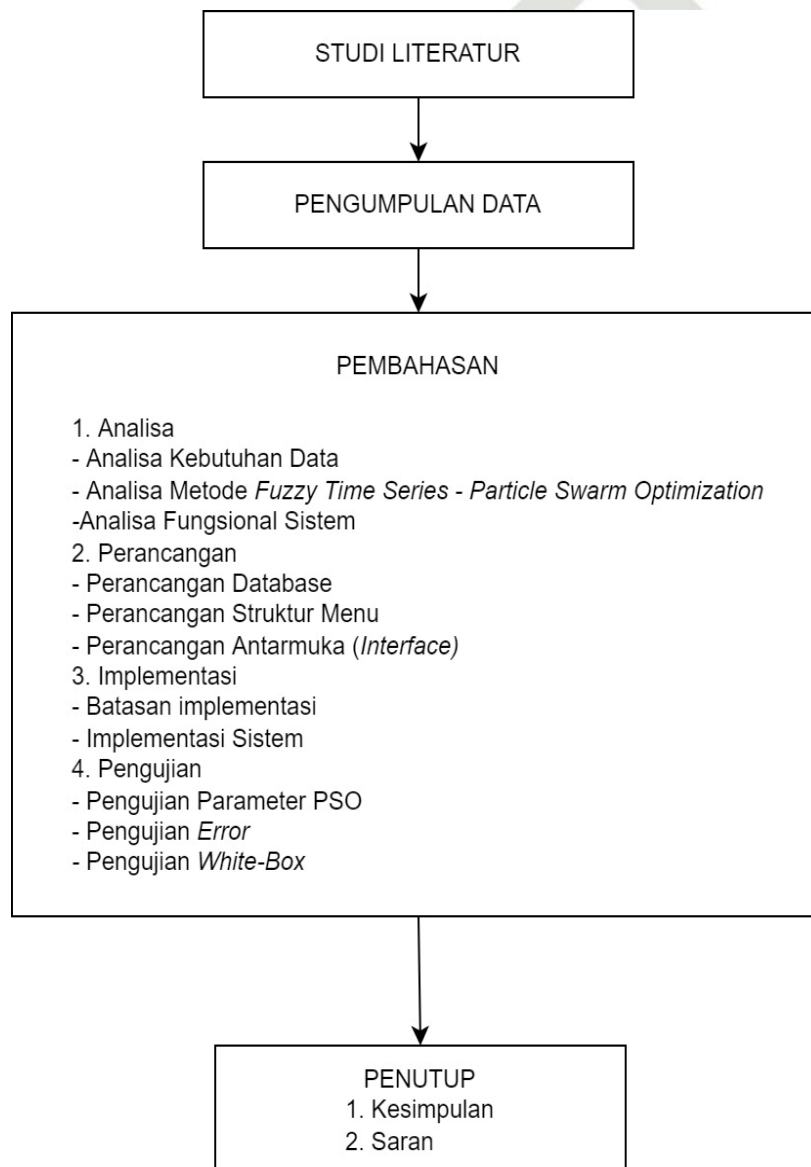
No	Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil
		Transfusi Darah Kota Malang)	
4	Dloifur Rohman Alghifari, Bayu Rahayudi, Candra Dewi 2019	Optimasi <i>Fuzzy Time Series</i> Menggunakan <i>Algoritme Particle Swarm Optimization</i> Untuk Peramalan Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia	Berdasarkan hasil parameter terbaik yang diperoleh dengan panjang dimensi sebesar 40, banyak partikel sebesar 40, 450 untuk iterasi maksimum, nilai c1 dan c2 sama bernilai 1,5 dan untuk bobot inersia sebesar 0,3, tingkat kesalahan peramalan yang dihasilkan menggunakan MAPE sebesar 2,48% dari 10 data uji.
5	Angga Dwi Apria Rifandi, Budi Darma Setiawan, Tibyan 2018	Optimasi Interval <i>Fuzzy Time Series</i> Menggunakan <i>Algoritma Particle Swarm Optimization</i> Pada Peramalan Permintaan Darah (Studi Kasus : Unit Transfusi Darah Kota Malang)	Penelitian ini menggunakan <i>Fuzzy Time Series</i> dan <i>Algoritma Particle Swarm Optimization</i> yang menghasilkan akurasi sebesar 92,49670% dan tingkat <i>error</i> sebesar 7,50330% dengan jumlah partikel = 40, c1 & c2 = 1,5 dan bobot inersia = 0,3.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

**BAB 3****METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian merupakan pedoman atau tahapan dalam melakukan penelitian. Alur setiap proses menjadi pedoman dari tahap awal penelitian hingga selesai. Metodologi penelitian bertujuan agar tahapan-tahapan yang dilakukan berjalan secara terstruktur. Berikut tahapan-tahapan dalam penelitian:



**Gambar 3. 1 Tahapan Metodologi Penelitian**



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

## 3.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap awal dalam melakukan penelitian untuk mencari permasalahan yang akan di angkat serta mencari solusi dari permasalahan tersebut. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari berbagai *e-book*, buku, jurnal dan situs website yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

## 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah proses untuk mendapatkan data yang akan digunakan dalam penelitian. Adapun data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah dengan melakukan wawancara. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer berupa data pemakaian listrik harian dari tanggal 1 Mei sampai dengan 31 Mei 2021 yang di dapatkan langsung dari PT PLN Rayon Panam.

## 3.3 Analisa dan Perancangan

Analisa dan perancangan adalah tahap yang dilakukan setelah tahap pengumpulan data selesai. Berikut penjelasan mengenai tahap analisa dan perancangan.

### 3.3.1 Analisa

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

#### 1. Analisa Kebutuhan Data

Analisa kebutuhan data yaitu analisa yang dilakukan untuk menentukan data masukan apa yang akan digunakan serta menentukan pembagian data. Adapun data masukan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data runtun waktu (*time series*) harian beban pemakaian listrik dari PT PLN Rayon Panam. Sedangkan pembagian data dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu data latih dan data uji.

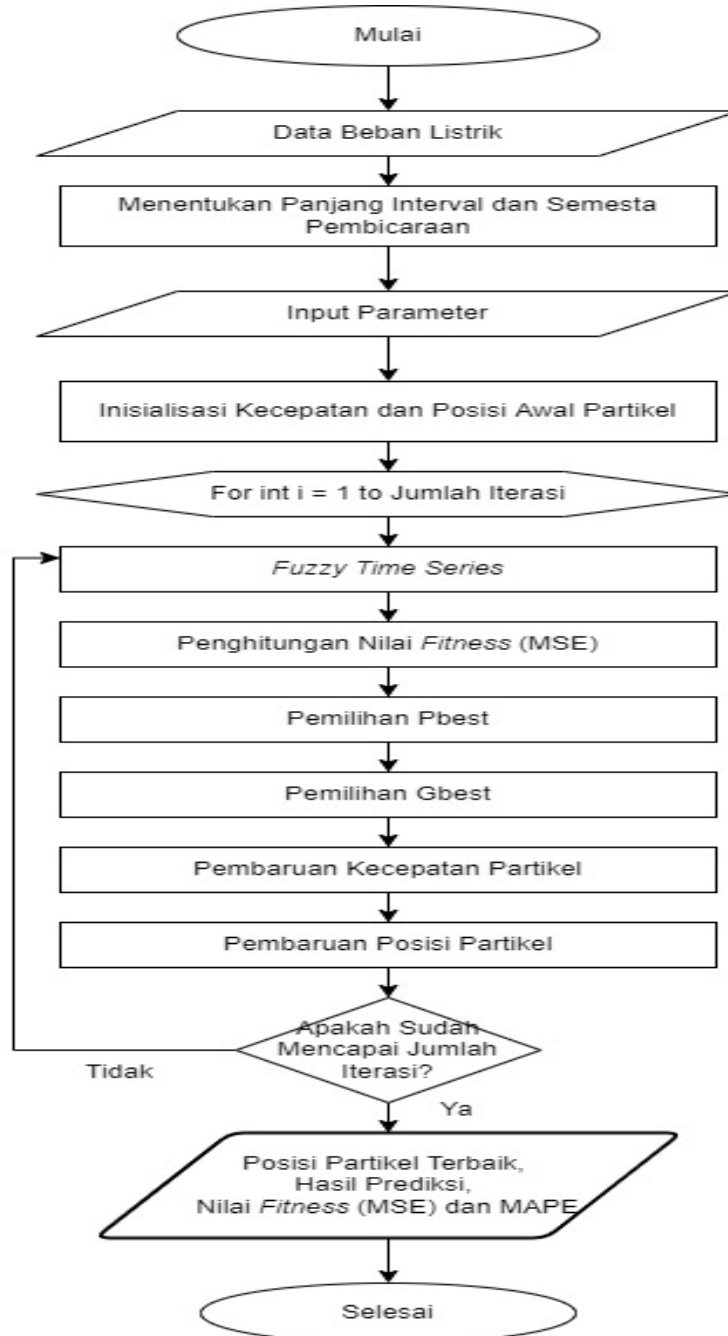
#### 2. Analisa Metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization*

Analisa metode adalah analisa yang dilakukan untuk menjelaskan langkah-langkah atau tahapan dalam melakukan prediksi beban listrik pada PT PLN Rayon Panam dengan menerapkan metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle*

**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.

*Swarm Optimization* . Berikut langkah-langkah atau tahapan dari penerapan metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization* untuk memprediksi beban listrik pada PT PLN Rayon Panam.



**Gambar 3. 2 Tahapan Metode FTS dan 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.

- 1) Masukkan data *time series* beban listrik harian PT PLN Rayon Panam sebagai data masukan metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization*.
- 2) Menentukan panjang interval dan semesta pembicaraan pada tahap *Fuzzy Time Series* dengan cara menentukan terlebih dahulu hitung panjang interval dengan menggunakan rumus (2.3) kemudian hitung semesta pembicaraan dengan menggunakan persamaan (2.4).
- 3) Setelah mendapatkan semesta pembicaraan kemudian ke tahap *Particle Swarm Optimization* yaitu memasukkan parameter *Particle Swarm Optimization* yang terdiri dari jumlah partikel, jumlah iterasi, bobot inersia ( $w$ ), kombinasi  $c_1$  dan  $c_2$  yang merupakan koefisien yang memenuhi kondisi  $c_1 + c_2 \leq 4$ .
- 4) Kemudian inialisasi kecepatan awal partikel diasumsikan sama dengan nol. Sedangkan inialisasi posisi awal partikel dibangkitkan secara acak berdasarkan batas maksimal (batas atas) dan batas minimal (batas bawah) pada data historis. Kemudian set iterasi  $i = 1$ .
- 5) Setelah inialisasi posisi dan kecepatan awal partikel dilakukan, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *Fuzzy Time Series*. Berikut langkah-langkah perhitungan *Fuzzy Time Series*.
  - a. Membentuk himpunan *fuzzy* dengan menggunakan persamaan (2.5).
  - b. Melakukan fuzzifikasi data historis.
  - c. Membentuk *fuzzy logic relationship* (FLR) dengan menggunakan persamaan (2.6).
  - d. Membentuk *fuzzy logic relationship group* (FLRG) dengan menggunakan persamaan (2.7).
  - e. Melakukan proses defuzzifikasi serta nilai prediksi dengan menggunakan persamaan (2.8) dan (2.9).
  - f. Hitung *error* hasil prediksi dengan menggunakan persamaan (2.13).
- 6) Setelah langkah-langkah metode *Fuzzy Time Series* selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya yaitu masuk kedalam tahap *Particle Swarm Optimization* dengan melakukan penghitungan nilai *fitness* untuk setiap partikel  $i$ . Nilai





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

*fitness* didapatkan dari nilai *error* MSE yang dihasilkan oleh *Fuzzy Time Series*.

- 7) Setelah nilai *fitness* didapatkan, maka langkah selanjutnya yaitu menyimpan posisi terbaik (*Pbest*) dari setiap partikel *i* beserta nilai *fitness*-nya.
- 8) 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*.
- 9) Kemudian perbarui kecepatan partikel sebelumnya menggunakan persamaan (2.11).
- 10) Setelah kecepatan partikel sebelumnya diperbarui, maka langkah selanjutnya yaitu perbarui posisi partikel menggunakan persamaan (2.12).
- 11) Jika sudah mencapai jumlah iterasi, maka selesai. Jika tidak, maka ulangi langkah 5 dengan memperbarui iterasi  $i = i + 1$ .

**3.3.2 Perancangan**

Pada tahap ini dilakukan perancangan *database*, perancangan struktur menu dan perancangan antarmuka (*interface*) dengan menerapkan metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization* untuk memprediksi beban listrik di PT PLN Rayon Panam . Perancangan *database* adalah perancangan tabel data beban listrik harian yang dilakukan untuk menentukan kebutuhan data sesuai dengan analisa kebutuhan data yang telah dilakukan sebelumnya. Perancangan struktur menu adalah perancangan yang dilakukan untuk membuat menu apa saja yang ada dalam sistem. Sedangkan perancangan antarmuka (*interface*) adalah perancangan yang dilakukan untuk membuat tampilan yang akan dibangun pada sistem.

**3.4 Implementasi dan Pengujian**

Implementasi dan pengujian adalah tahap yang dilakukan setelah tahap analisa dan perancangan selesai. Berikut penjelasan mengenai tahap implementasi dan pengujian.

**3.4.1 Implementasi**

Pada tahap implementasi, hal yang dilakukan adalah memaparkan perangkat apa saja yang digunakan dalam melakukan penelitian. Adapun perangkat yang digunakan adalah perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

**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.

Berikut spesifikasi perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini.

1. *Processor* : Intel(R) Core(TM) i5-6200 CPU @ 2.40Ghz
2. *RAM* : 4 GB
3. *Harddisk* : 1 TB

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

1. *Sistem Operasi* : Microsoft Windows 10 Pro 64-bit
2. *Bahasa Pemrograman* : PHP
3. *DBMS* : MySQL – MariaDB 10.3.16
4. *Web Browser* : Google Chrome ver 76.0.3809.87 (64-bit)
5. *Tools* : PHPStorm

**3.4.2 Pengujian**

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

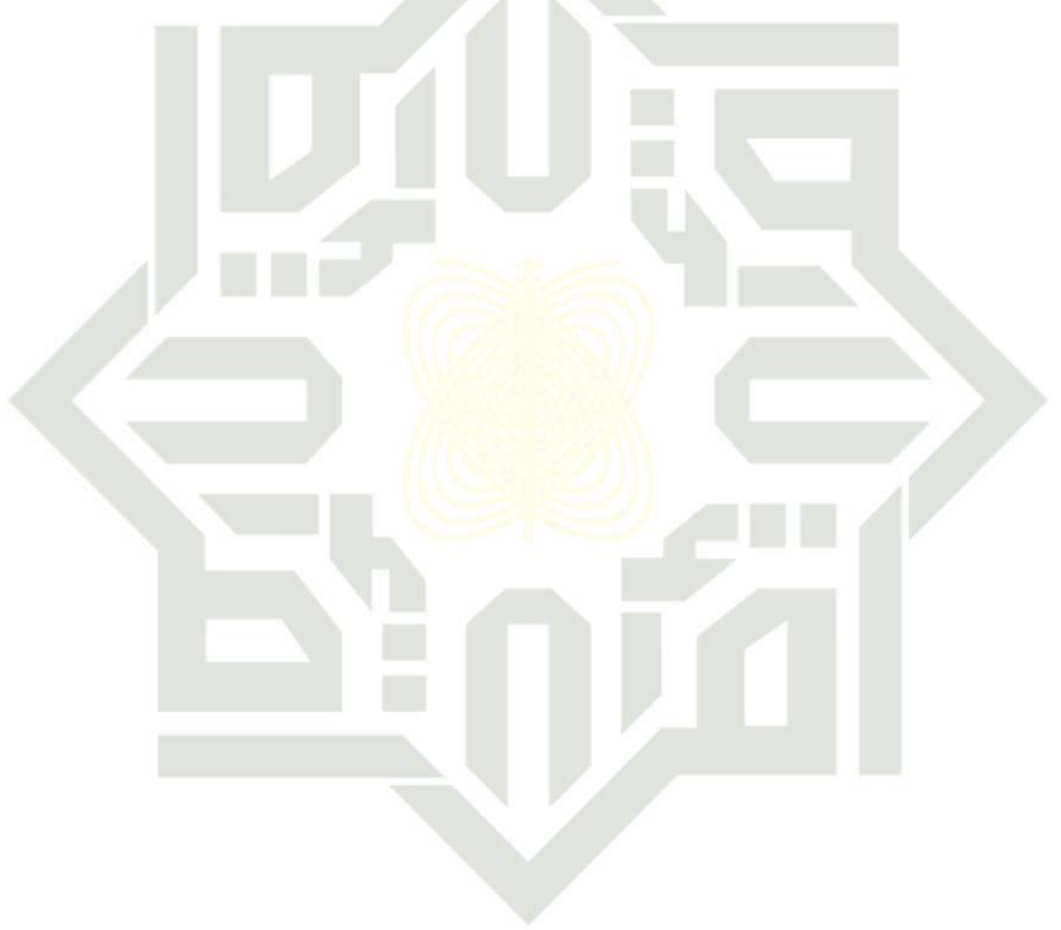
1. **Pengujian Parameter PSO**  
 Pengujian parameter PSO yaitu pengujian yang dilakukan terhadap setiap parameter yang dimasukkan sehingga menghasilkan interval yang optimal pada FTS. Parameter PSO yang diuji terdiri dari jumlah partikel, jumlah iterasi, bobot inersia ( $w$ ) serta kombinasi nilai  $c_1$  dan  $c_2$ .
2. **Pengujian *Error***  
 Pengujian *error* yaitu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kesalahan yang dihasilkan dari penerapan metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization* untuk prediksi beban listrik pada PT PLN Rayon Panam dengan menggunakan *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
3. **Pengujian *Whitebox***  
 Pengujian *Whitebox* yaitu pengujian terhadap fungsionalitas program sistem apakah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

**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.

### 3.5 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini membahas kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam memprediksi beban daya listrik di PLN Rayon dan pengujian yang telah dilakukan dalam menghitung nilai *error* yang dihasilkan dari memprediksi beban daya listrik di PT PLN Rayon Panam menggunakan metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization*. Pada tahap ini juga berisikan saran yang diberikan penulis kepada pembaca atau peneliti untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



UIN SUSKA RIAU





## BAB 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Prediksi dengan menerapkan metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization* untuk memprediksi Beban Puncak Daya Listrik PT PLN Rayon Panam telah berhasil di terapkan.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap parameter *Particle Swarm Optimization*, didapatkan parameter *Particle Swarm Optimization* yang optimal adalah parameter dengan jumlah partikel = 70, jumlah iterasi = 50, bobot inersia ( $w$ ) = 0,7 serta kombinasi nilai  $C_1$  dan  $C_2 = 2$  dan 2, dan pengujian nilai *error* yang mendapatkan hasil nilai *error* MAPE terbaik pada percobaan ketiga yaitu 1,404%.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian di masa yang akan datang adalah dapat memprediksi beban puncak daya listrik dalam jangka yang lebih panjang seperti per/tahun data aktual.

#### 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.

## DAFTAR PUSTAKA

- I. La Zulfa, "Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Di Jawa Timur Menggunakan Metode Arima Dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis)," 2015.
- Y. Ekananta, L. Muflikhah, And C. Dewi, "Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia," *Jurnal Universitas Brawijaya*, Vol. 2, No. 3, Pp. 1283–1288, 2018.
- S. Defit, "Perkiraan Beban Listrik Jangka Pendek Dengan Metode Adaptive Neuro Fuzzy," *Jurnal Ilmiah Saindikom*, Pp. 165–176, 2013.
- R. Dwisatya, M. R. Kirom, And A. G. Abdullah, "Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Berbasis Algoritma Feed Forward Back Propagation Dengan Mempertimbangkan Variasi Short Term Load Forecasting Based On Feed Forward Back Propagation Algorithm For Various Type Of Day," *Proceedings Of Engineering (E-Proceeding)*, Vol. 2, No. 3, Pp. 7315–7322, 2015.
- [5] S. Defit, "Perkiraan Beban Listrik Jangka Pendek Dengan Metode Adaptive Neuro Fuzzy," *Jurnal Ilmiah Saindikom*, Pp. 165–176, 2013.
- [6] Ardiyansah, D. Y. Sukma, And Firdaus, "Studi Prakiraan Beban Listrik Pada Wilayah Pln Kota Pekanbaru Dengan Metode Mikro Spasial," 2015.
- [7] Erhaneli And O. Irawan, "Prediksi Perkembangan Beban Listrik Sektor Rumah Tangga Di Kabupaten Sijunjung Tahun 2013-2022 Dengan Simulasi Spss," *Jurnal Momentum*, Vol. 17, No. 2, Pp. 14–20, Aug. 2015.
- [8] A. H. Wijaya, "Artificial Neural Network Untuk Memprediksi Beban Listrik Dengan Menggunakan Metode Backpropagation," Vol. 5, No. 2, Pp. 61–70, 2019.
- [9] M. N. Saleh, M. A. Irwansyah, And H. Anra, "Implementasi Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Pada Aplikasi Helpdesk Inventaris Perangkat Teknologi Informasi," 2017.
- [10] I. Dewi, I. M. A. Nnarrtha, And I. M. B. Suksmadana, "Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Pada Sistem Kelistrikan Lombok Dengan Fuzzy Time Series (Fts)," *Dielektrika*, Vol. 3, No. 1, Pp. 45–52, 2018.
- [11] D. Desmonda And M. A. Irwansyah, "Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," Vol. 6, No. 4, Pp. 145–149, 2018.
- [12] 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)," Vol. 4, No. 2, 2015.
- [13] C. A. Prasojo And B. D. Setiawan, "Optimasi Fuzzy Time Series Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization Untuk Peramalan Jumlah Penduduk Di Kabupaten Probolinggo," Vol. 2, No. 8, Pp. 2791–2799, 2018.
- [14] I. F. Mukhlis, "Optimasi Pso Untuk Peramalan Harga Emas Secara Rentet Waktu," Vol. 5, No. 1, Pp. 73–77, 2016.



**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] H. Muhamad, C. A. Prasajo, N. A. Sugianto, L. Surtiningsih, And I. Cholissodin, "Optimasi Naïve Bayes Classifier Dengan Menggunakan Particle Swarm Optimization Pada Data Iris," *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, Vol. 4, No. 3, P. 180, 2017, Doi: 10.25126/Jtiik.201743251.
- [6] S. R. Asriningtias, H. S. Dachlan, And E. Yudaningtyas, "Optimasi Training Neural Network Menggunakan Hybrid Adaptive Mutation," *Eeecis*, Vol. 9, No. 1, Pp. 79–84, 2015.
- [7] W. F. Mahmudy, "Optimasi Part Type Selection And Machine Loading Problems Pada Fms Menggunakan Metode Particle," Pp. 1718–1723, 2014.
- [8] C. A. Prasajo, B. D. Setiawan, And Marji, "Optimasi Fuzzy Time Series Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization Untuk Peramalan Jumlah Penduduk Di Kabupaten Probolinggo," Vol. 2, No. 8, Pp. 2791–2799, 2018.
- [9] A. Dwi, A. Rifandi, And B. D. Setiawan, "Optimasi Interval Fuzzy Time Series Menggunakan Particle Swarm Optimization Pada Peramalan Permintaan Darah : Studi Kasus Unit Transfusi Darah Cabang - Pmi Kota Malang," Vol. 2, No. 7, Pp. 2770–2779, 2018.
- [20] D. R. Alghifari, B. Rahayudi, And C. Dewi, "Optimasi Fuzzy Time Series Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization Untuk Peramalan Produk Domestik Bruto ( Pdb ) Indonesia," Vol. 3, No. 4, 2019.
- [21] I. M. Kamal, T. P Hendro, And R. Ilyas, "Prediksi Penjualan Buku Menggunakan Data Mining Di Pt. Niaga Swadaya," *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Multimedia*, No. February, Pp. 49–54, 2017.
- [22] G. Gunadi And D. I. Sensuse, "Penerapan Metode Data Mining Market Basket Analysis Terhadap Data Penjualan Produk Buku Dengan Menggunakan Algoritma Apriori Dan Frequent Pattern Growth ( Fp-Growth ) :," *Telematika*, Vol. 4, No. 1, Pp. 118–132, 2012.
- [3] I. Admirani, "Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Laba Pada Perusahaan," Pp. 19–31, 2014.
- [4] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs712," *Orbith*, Vol. 12, No. 1, Pp. 17–23, 2016.
- [5] Rani Sari Dewi, "Perhitungan Peramalan Penjualan Pupuk Urea Pada Pt Pusri Palembang Ppd Sumsel," *Journal Of Chemical Information And Modeling*, Vol. 53, No. 9, Pp. 1689–1699, 2015, Doi: 10.1017/Cbo9781107415324.004.
- [6] K. Nugroho, "Model Analisis Prediksi Menggunakan," Pp. 46–50, 2016.
- [7] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik Dan Aplikasinya)*, 1st Ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [8] S. Kusumadewi And I. Guswaludin, "Fuzzy Multi-Criteria Decision Making," Vol. 3, No. 1, Pp. 25–38, 2005.
- [9] K. Nugroho, "Model Analisis Prediksi Menggunakan," Pp. 46–50, 2016.
- [0] A. Hastanto, I. Yuningtyastuti, And S. Handoko, "Memperbaiki Profil Tegangan Pada Sistem 500 Kv Jamali Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization ( 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.

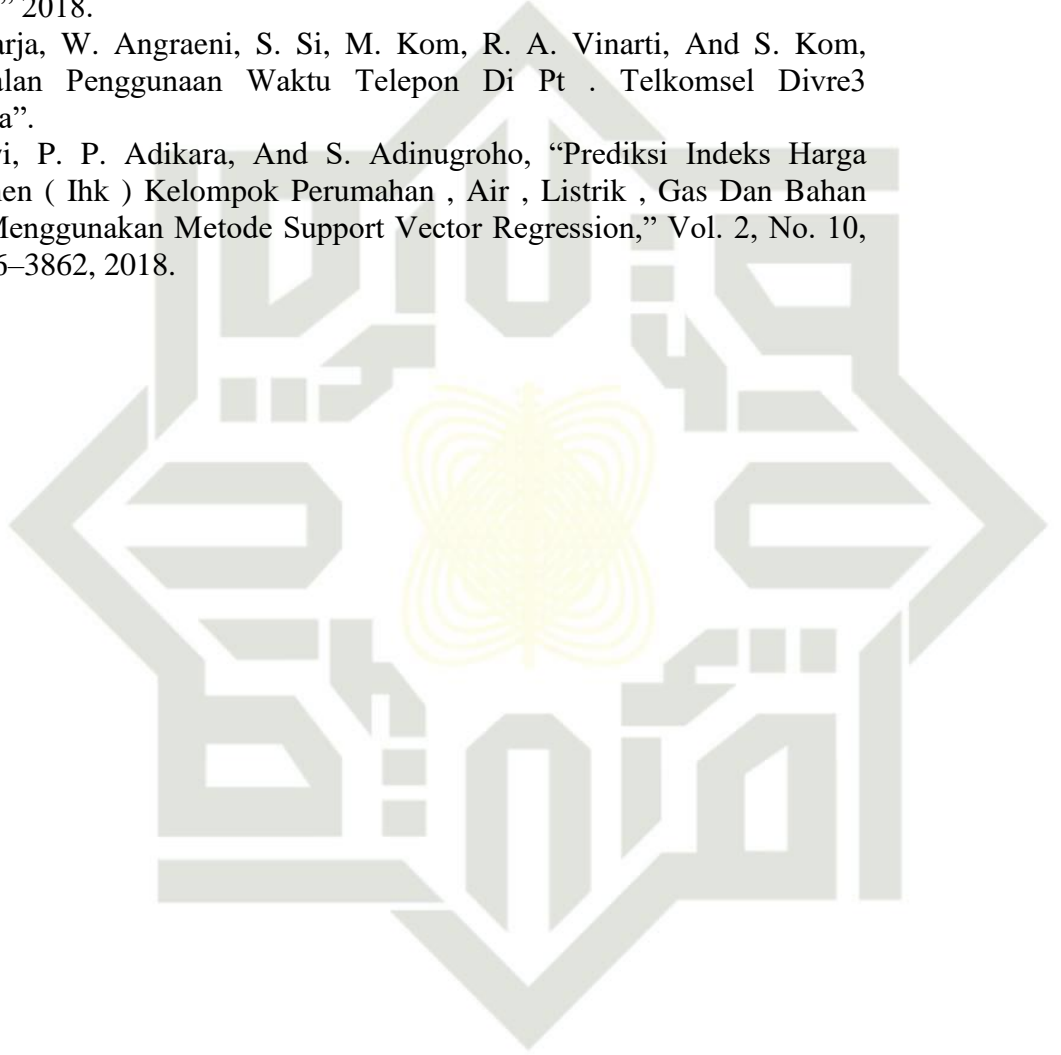
[1] M. K. Azhari, I. Cholissodin, And F. A. Bachtiar, “Optimasi Travelling Salesman Problem Pada Angkutan Sekolah Dengan Algoritme Particle Swarm Optimization,” 2018.

[2] M. Erviana And S. Handoko, “Rugi Daya Menggunakan Particle Swarm”.

[3] A. D. A. Rifandi, B. D. Setiawan, And Tibyani, “Optimasi Interval Fuzzy Time Series Menggunakan Particle Swarm Optimization Pada Peramalan Permintaan Darah : Studi Kasus Unit Transfusi Darah Cabang - Pmi Kota Malang,” 2018.

[4] A. Raharja, W. Angraeni, S. Si, M. Kom, R. A. Vinarti, And S. Kom, “Peramalan Penggunaan Waktu Telepon Di Pt . Telkomsel Divre3 Surabaya”.

[5] K. Dewi, P. P. Adikara, And S. Adinugroho, “Prediksi Indeks Harga Konsumen ( Ihk ) Kelompok Perumahan , Air , Listrik , Gas Dan Bahan Bakar Menggunakan Metode Support Vector Regression,” Vol. 2, No. 10, Pp. 3856–3862, 2018.



## LAMPIRAN A

Berikut tabel data asli beban listrik Bulan Mei 2021

Tanggal	JAM										
	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00
5/1/2021	1363	1353	1388	1483	1561	1566	1562	1565	1568	1566	1553
5/2/2021	1402	1374	1409	1512	1588	1599	1597	1602	1607	1606	1609
5/3/2021	1376	1381	1414	1528	1603	1606	1606	1625	1628	1630	1617
5/4/2021	1526	1469	1517	1603	1672	1672	1668	1674	1674	1673	1659
5/5/2021	1565	1515	1579	1634	1674	1668	1653	1651	1652	1648	1639
5/6/2021	1463	1412	1447	1554	1626	1627	1625	1618	1619	1624	1623
5/7/2021	1665	1636	1713	1791	1841	1800	1781	1798	1799	1801	1789
5/8/2021	1624	1621	1686	1779	1854	1853	1825	1828	1835	1833	1824
5/9/2021	1613	1665	1704	1815	1889	1857	1821	1813	1851	1866	1859
5/10/2021	1660	1715	1713	1749	1811	1801	1788	1772	1773	1779	1727
5/11/2021	1659	1629	1624	1763	1851	1856	1829	1808	1811	1809	1813
5/12/2021	1688	1669	1740	1823	1893	1893	1850	1949	1842	1534	1470
5/13/2021	1482	1472	1550	1613	1720	1726	1694	1680	1688	1687	1681
5/14/2021	1644	1564	1623	1726	1782	1788	1686	1676	1692	1693	1675
5/15/2021	1594	1563	1561	1708	1784	1784	1772	1752	1737	1743	1630
5/16/2021	1569	1560	1578	1716	1787	1784	1764	1769	1760	1763	1761
5/17/2021	1403	1416	1392	1492	1553	1581	1575	1578	1578	1578	1565
5/18/2021	1612	1582	1589	1723	1795	1791	1774	1769	1759	1758	1734
5/19/2021	1671	1649	1651	1788	1850	1837	1834	1842	1842	1843	1782
5/20/2021	1458	1430	1439	1581	1655	1657	1637	1644	1642	1640	1616
5/21/2021	1539	1554	1590	1639	1704	1698	1695	1689	1688	1707	1702
5/22/2021	1517	1509	1535	1667	1725	1718	1702	1698	1697	1701	1705
5/23/2021	1419	1420	1477	1579	1635	1615	1595	1584	1583	1586	1599
5/24/2021	1308	1315	1370	1588	1597	1596	1588	1576	1586	1605	1605
5/25/2021	1293	1319	1417	1642	1654	1633	1631	1612	1615	1621	1621
5/26/2021	1431	1453	1526	1586	1597	1561	1545	1528	1519	1510	1489
5/27/2021	1355	1363	1414	1643	1675	1654	1622	1605	1600	1602	1589
5/28/2021	1500	1455	1461	1736	1780	1759	1729	1707	1714	1706	1694
5/29/2021	1500	1455	1461	1736	1780	1759	1729	1707	1714	1706	1694
5/30/2021	1475	1456	1525	1778	1840	1794	1752	1683	1686	1688	1680
5/31/2021	1429	1438	1479	1777	1817	1770	1731	1701	1709	1716	1702

### 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.

## LAMPIRAN B

### SURAT VALIDASI DATA

0823 8707 7443  
 Akmal

UIN RIAU DAN KEPULAUAN RIAU  
UP3 PEKANBARU

Nomor : 0674/STH.01.04/B10020000/2020 Lampiran : 2 Lembar Sifat : Segera Hal : Jawaban Pemohonan Izin Penelitian	07 Juli 2020  Kepada  Yth. UIN SUSKA Riau Fakultas Sains dan Teknologi di Tempat
---	---

Menanggapi surat dari Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Nomor : Un.04/F.V/PP.00.9/12421/2019 pada tanggal 17 Desember 2019 perihal seperti yang tersebut pada pokok surat, maka dengan ini di sampaikan bahwa :

Nama : Akmal  
 Nim : 11551105132  
 Program Studi : Teknik Informatika

Pada prinsipnya dapat di setuju untuk penelitian di PT PLN (Persero) Panam untuk pengambilan data dalam rangka penulisan skripsi sarjana Strata – 1 (S-1) dengan judul :

**" Prediksi Pemakaian Listrik"**

Dengan Ketentuan :  
 Hasil materi yang diperoteh dari pengambilan data dan penelitian/riset tersebut hanyalah dipergunakan untuk tujuan penulisan skripsi semata/tidak untuk dipublikasikan . Selanjutnya dipersilahkan melakukan wawancara ke PT PLN (Persero) Panam.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

MANAGER UNIT PELAKSANA  
 PELAYANAN PELANGGAN  
 PEKANBARU,  
  
 HIMAWAN SUTANTO

Tembusan:  
 - MUL ULP PANAM ULP PANAM

Jalan Dr. Setia Budhi No. 57 Pekanbaru - 28142  
T (0761) 33006, 28258, 27857, 33024 F (0761) 33052
W www.pln.co.id
Paraf \_\_\_\_\_





## LAMPIRAN C

### HITUNGAN MANUAL

Berikut contoh perhitungan manual dari penerapan metode *Fuzzy Time Series* dan *Particle Swarm Optimization* dengan jumlah data sebanyak 11 data dari data beban listrik bulai Mei 2020.

#### 1. Data Beban Puncak Daya Listrik

**Tabel 1. Data beban puncak daya listrik**

No	Tanggal	Jam	Data
1	29/05/2021	17.00	1517
2	29/05/2021	17.30	1509
3	29/05/2021	18.00	1535
4	29/05/2021	18.30	1667
5	29/05/2021	19.00	1725
6	29/05/2021	19.30	1718
7	29/05/2021	20.00	1702
8	29/05/2021	20.30	1698
9	29/05/2021	21.00	1697
10	29/05/2021	21.30	1701
11	29/05/2021	22.00	1705

#### 2. Menentukan Panjang Interval dan Semesta Pembicaraan

**Tabel 2. Perhitungan selisih untuk penentuan panjang interval**

No	Tanggal	Jam	Data	Selisih
1	29/05/2021	17.00	1517	8
2	29/05/2021	17.30	1509	26
3	29/05/2021	18.00	1535	132
4	29/05/2021	18.30	1667	58
5	29/05/2021	19.00	1725	7
6	29/05/2021	19.30	1718	16
7	29/05/2021	20.00	1702	4
8	29/05/2021	20.30	1698	1
9	29/05/2021	21.00	1697	4
10	29/05/2021	21.30	1701	4
11	29/05/2021	22.00	1705	-
Total Selisih				260

#### 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.

Rerata selisih = 26  
 Panjang interval = 13  
 Basis interval = 10  
 $D_{max} = 1725$   
 $D_{min} = 1509$   
 Semesta pembicaraan = 17

3. Inisialisasi Parameter PSO

**Tabel 3. Inisialisasi Parameter PSO**

No	Parameter PSO	Nilai
1	Jumlah Partikel	3
2	Jumlah Iterasi	2
3	Bobot Inersia (w)	0,7
4	C1	2
5	C2	2
6	R1	0,67
7	R2	0,98

4. Inisialisasi Kecepatan dan Posisi Awal Partikel

Dimensi partikel ditentukan dari jumlah semesta pembicaraan dikurangi satu. Jika jumlah semesta pembicaraan = 17, maka jumlah dimensi partikel =  $17 - 1 = 16$ .

**Tabel 4. Inisialisasi kecepatan awal partikel**

Partikel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X1	X1	X1	X1	X1	X1	X1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabel 5. Inisialisasi posisi awal partikel**

Partikel	X	X	X	X	X	X	X7	X8	X9	X1	X1	X1	X1	X1	X1	X1
	1	2	3	4	5	6				0	1	2	3	4	5	6
1	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17
	18	23	30	53	56	83	42	45	47	50	50	58	62	84	08	20



**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	,5	,6	,2	,4	,7	,1	,6	,2	,5	,6	,1	,5	,7	,4	,5
4	2	4	2	4	5	5	2	2	6	9	3	3	5	8	2
15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17
41	43	48	51	72	93	06	08	38	49	51	62	66	79	87	14
,0	,8	,6	,2	,6	,4	,5	,7	,4	,7	,8	,7	,3	,1	,1	,3
6	1	7	3	1	4	5	4	3	7	8	8	8	1	6	5
15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17
36	50	57	64	76	09	15	26	38	52	64	74	85	01	14	18
,6	,7	,5	,8	,6	,9	,9	,7	,9	,8	,8	,2	,2	,8	,0	,1
6	5	6	3	1	5	5	9	6	6	6	2	5	4	4	1

**ITERASI 1**

5. *Fuzzy Time Series*

- 1) Membentuk himpunan *Fuzzy*

**Tabel 6. Himpunan *Fuzzy***

Himpunan <i>Fuzzy</i>	Partikel 1	Partikel 2	Partikel 3
A1	[1509 , 1518,44]	[1509 , 1541,06]	[1509 , 1536,66]
A2	[1518,44 , 1523,52]	[1541,06 , 1543,8]	[1536,66 , 1550,7]
A3	[1523,52 , 1530,64]	[1543,8 , 1548,61]	[1550,7 , 1557,55]
A4	[1530,64 , 1553,22]	[1548,61 , 1551,27]	[1557,55 , 1564,86]
A5	[1553,22 , 1556,44]	[1551,27 , 1572,63]	[1564,86 , 1576, 63]
A6	[1556,44 , 1583,75]	[1572,63 , 1593,41]	[1576, 63 , 1609,1]
A7	[1583,75 , 1642,15]	[1593,41 , 1606,5]	[1609,1 , 1615,95]
A8	[1642,15 , 1645,62]	[1606,5 , 1608,74]	[1615,95 , 1626, 7]
A9	[1645,62 , 1647,22]	[1608,74 , 1638,43]	[1626, 7 , 1638, 99]
A10	[1647,22 , 1650,56]	[1638,43 , 1649,7]	[1638,99 , 1652, 86]
A11	[1650,56 , 1650,69]	[1649,7 , 1651,88]	[1652, 86 , 1664,86]
A12	[1650,69 , 1658,13]	[1651,88 , 1662,78]	[1664,86 , 1674,22]
A13	[1658,13 , 1662,53]	[1662,78 , 1666,3]	[1674,22 , 1685,25]
A14	[1662,53 , 1684,75]	[1666,3 , 1679,11]	[1685,25 , 1701,8]
A15	[1684,75 , 1708,48]	[1679,11 , 1687,16]	[1701,8 , 1714,04]
A16	[1708,48 , 1720,52]	[1687,16 , 1714,35]	[1714,04 , 1718,11]
A17	[1720,52 , 1725]	[1714,35 , 1725]	[1718,11 , 1725]



**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) Membentuk fuzzifikasi data historis

**Tabel 7. Fuzzifikasi data historis**

No	Tanggal	Jam	Data	Partikel 1	Partikel 2	Partikel 3
1	29/05/2021	17.00	1517	A1	A1	A1
2	29/05/2021	17.30	1509	A1	A1	A1
3	29/05/2021	18.00	1535	A4	A1	A1
4	29/05/2021	18.30	1667	A14	A14	A12
5	29/05/2021	19.00	1725	A17	A17	A17
6	29/05/2021	19.30	1718	A16	A17	A16
7	29/05/2021	20.00	1702	A15	A16	A15
8	29/05/2021	20.30	1698	A15	A16	A14
9	29/05/2021	21.00	1697	A15	A16	A14
10	29/05/2021	21.30	1701	A15	A16	A14
11	29/05/2021	22.00	1705	A15	A16	A15

3) Membentuk *Fuzzy Logic Realtionship (FLR)*

**Tabel 8. Hasil FLR**

No	Tanggal	Jam	Data	Partikel 1	Partikel 2	Partikel 3
1	29/05/2021	17.00	1517	-	-	-
2	29/05/2021	17.30	1509	A1->A1	A1->A1	A1->A1
3	29/05/2021	18.00	1535	A1->A4	A1->A1	A1->A1
4	29/05/2021	18.30	1667	A4->A14	A1->A14	A1->A12
5	29/05/2021	19.00	1725	A14->A17	A14->A17	A12->A17
6	29/05/2021	19.30	1718	A17->A16	A17->A17	A17->A16
7	29/05/2021	20.00	1702	A16->A15	A16->A16	A16->A15
8	29/05/2021	20.30	1698	A15->A15	A16->A16	A15->A14
9	29/05/2021	21.00	1697	A15->A15	A16->A16	A14->A14
10	29/05/2021	21.30	1701	A15->A15	A16->A16	A14->A14
11	29/05/2021	22.00	1705	A15->A15	A16->A16	A14->A15

4) Membentuk *Fuzzy Logic Realtionship Group (FLRG)*

**Tabel 9. Hasil FLRG**

Partikel 1	Partikel 2	Partikel 3
A1->A1, A4	A1->A1, A4	A1->A1, A12
A4->A14	A14->A17	A12->A17
A14->A17	A17->A17, A16	A17->A16
A17->A16	A16->A16	A16->A15

**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.

A16->A15	-	A15->A14
A15->A15	-	A14->A14, A15

5) Membentuk Defuzzifikasi

**Tabel 10. Hasil Defuzzifikasi**

P1	Nilai Prediksi	P2	Nilai Prediksi	P3	Nilai Prediksi
A1	1.527,825	A1	1.598,868	A1	1.596,185
A4	1.673,640	A14	1.719,675	A12	1.721,555
A14	1.722,760	A17	1.710,215	A17	1.716,075
A17	1.714,500	A16	1.700,755	A16	1.707,920
A16	1.696,615	-	-	A15	1.693,525
A15	1.696,615	-	-	A14	1.700,723

6) Hasil Prediksi

**Tabel 11. Hasil Prediksi Iterasi 1**

N o	Tan ggal	Ja m	D at a	P1	MSE P1	M AP E P1	P2	MSE P2	M AP E P2	P3	MSE P3	M AP E P3
1	29/0 5/21	17 .0 0	15 17	1.52 7,82 5	117,1 81	0,0 07	1.59 8,86 8	6.70 2,36 9	0,0 54	1.596 ,185	6.27 0,26 4	0,0 52
2	29/0 5/21	17 .3 0	15 09	1.52 7,82 5	354,3 81	0,0 12	1.59 8,86 8	8.07 6,25 7	0,0 60	1.596 ,185	7.60 1,22 4	0,0 58
3	29/0 5/21	18 .0 0	15 35	1.67 3,64 0	19.22 1,050	0,0 90	1.59 8,86 8	4.07 9,12 1	0,0 42	1.596 ,185	3.74 3,60 4	0,0 40
4	29/0 5/21	18 .3 0	16 67	1.72 2,76 0	3.109 ,178	0,0 33	1.71 9,67 5	2.77 4,65 6	0,0 32	1.721 ,555	2.97 6,24 8	0,0 33
5	29/0 5/21	19 .0 0	17 25	1.71 4,50 0	110,2 50	0,0 06	1.71 0,21 5	218, 596	0,0 09	1.716 ,075	79,6 56	0,0 06
6	29/0 5/21	19 .3 0	17 18	1.69 6,61 5	457,3 18	0,0 12	1.71 0,21 5	60,6 06	0,0 05	1.707 ,920	101, 606	0,0 05



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

7	29/0 5/21	20 .0 0	17 02	1.69 6,61 5	28,99 8	0,0 03	1.70 0,75 5	1.55 0	0,0 01	1.693 ,525	71,8 26	0,0 06
8	29/0 5/21	20 .3 0	16 98	1.69 6,61 5	1,918	0,0 01	1.70 0,75 5	7,59 0	0,0 02	1.700 ,723	7,41 5	0,0 02
9	29/0 5/21	21 .0 0	16 97	1.69 6,61 5	0,148	0,0 00	1.70 0,75 5	14,1 00	0,0 02	1.700 ,723	13,8 61	0,0 02
10	29/0 5/21	21 .3 0	17 01	1.69 6,61 5	19,22 8	0,0 03	1.70 0,75 5	0,06 0	0,0 00	1.700 ,723	0,07 7	0,0 00
11	29/0 5/21	22 .0 0	17 05	1.69 6,61 5	70,30 8	0,0 05	1.70 0,75 5	18,0 20	0,0 02	1.693 ,5252	131, 676	0,0 07
<b>Nilai Fitness</b>					<b>2.135 ,451</b>			<b>1.99 5,72 1</b>			<b>1.90 8.86 0</b>	

6. Pemilihan Pbest

Tabel 12. Pemilihan Pbest

Partikel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Nilai Fitness
1	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	2.135,451
2	18,44	23,52	30,64	53,22	56,44	83,75	42,15	45,62	47,22	50,56	50,69	58,13	62,53	84,75	08,48	20,52	35,451
3	15,6	15,8	15,1	15,7	15,3	15,1	16,5	16,74	16,3	16,7	16,8	16,8	16,3	16,1	16,6	17,5	1.995,721
4	15,6	15,7	15,5	15,86	15,63	16,091	16,95	16,267	16,99	16,86	16,86	16,22	16,855	17,018	17,04	17,11	1.908,860





7. Pemilihan Gbest

**Tabel 13. Pemilihan Gbest**

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	Nilai Fitness
1	15,36,6	15,50,7	15,57,5	15,64,6	15,76,3	16,09,1	16,15,9	16,26,7	16,38,9	16,52,8	16,64,8	16,74,2	16,85,2	17,01,8	17,14,4	17,18,1	1,908,860

8. Pembaruan Kecepatan Partikel

**Tabel 14. Hasil pembaruan kecepatan partikel**

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
1	15,30,5	53,81,6	50,05,3	18,85,7	39,16,9	14,19,6	-13,10,0	-36,70,5	-8,06,5	0,73,6	0,56,7	9,65,4	15,45,0	22,84,7	1,12,1	-0,91,6
2	-6,6,88	5,106	15,37,7	18,84,2	4,640	1,569	13,04,1	12,93,1	0,21,3	0,25,3	16,09,5	17,38,9	17,05,5	25,86,7	33,33,1	6,91,8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9. Pembaruan Posisi Partikel

**Tabel 15. Hasil pembaruan posisi partikel**

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
1	15,33,7,45	15,72,0,77	15,77,3,36	15,80,6,93	15,95,6,09	15,97,9,46	16,08,9,15	16,29,0,5	16,39,1,55	16,51,2,57	16,51,2,96	16,67,7,84	16,77,9,8	17,07,9,97	17,09,5,92	17,19,6,04
2	15,34	15,48	15,63	15,69	15,77	15,94	16,19	16,21	16,38	16,49	16,67	16,80	16,83	17,04	17,20	17,21

- 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.

,3 72	,9 06	,9 87	,7 52	,2 7	,9 79	,5 41	,6 71	,6 43	,9 53	,9 75	,1 69	,3 55	,9 77	,4 91	,2 68
15 36	15 50	15 57	15 64	15 76	16 09	16 15	16 26	16 38	16 52	16 64	16 74	16 85	17 01	17 14	17 18
,6 6	,7 7	,5 5	,8 6	,6 3	,1 1	,9 5	,7 7	,9 9	,8 6	,8 6	,2 2	,2 5	,8 8	,0 4	,1 1

**ITERASI 2**

5. *Fuzzy Time Series*

1) Membentuk himpunan *Fuzzy*

**Tabel 16. Membentuk himpunan *fuzzy***

Himpunan <i>Fuzzy</i>	Partikel 1	Partikel 2	Partikel 3
A1	[1509 , 1533,745]	[1509 , 1534,372]	[1509 , 1536,66]
A2	[1533,745, 1572,077]	[1534,372 1548,906]	[1536,66 , 1550,7]
A3	[1572,077, 1577,336]	[1548,906 1563,987]	[1550,7 , 1557,55]
A4	[1577,336, 1580,693]	[1563,987 1569,752]	[1557,55 , 1564,86]
A5	[1580,693, 1595,609]	[1569,752 , 1577,27]	[1564,86 , 1576,63]
A6	[1595,609, 1597,946]	[1577,27 , 1594,979]	[1576,63 , 1609,1]
A7	[1597,946, 1608,915]	[1594,979 1619,541]	[1609,1 , 1615,95]
A8	[1608,915, 1629,05]	[1619,541 1621,671]	[1615,95] , 1626,7]
A9	[1629,05 1639,155]	[1621,671 1638,643]	[1626,7 , 1638,99]
A10	[1639,155 1651,257]	[1638,643 1649,953]	[1638,99 , 1652,86]
A11	[1651,257, 1667,784]	[1649,953 1667,975]	[1652,86 , 1664,86]
A12	[1667,784 1677,98]	[1667,975 1680,169]	[1664,86 , 1674,22]

**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.

A13	[1677,98 , 1707,597]	[1680,169 , 1683,355]	[1674,22 , 1685,25]
A14	[1707,597 , 1709,592]	[1683,355 , 1704,977]	[1685,25 , 1701,8]
A15	[1709,592 , 1719,604]	[1704,977 , 1720,491]	[1701,8 , 1714,04]
A16	[1709,592, 1719,604]	[1720,491 , 1721,268]	[1714,04 , 1718,11]
A17	[1719,604, 1725]	[1721,268 , 1725]	[1718,11 , 1725]

2) Membentuk fuzzifikasi data historis

**Tabel 17. Hasil fuzzifikasi data historis**

No	Tanggal	Jam	Data	Partikel 1	Partikel 2	Partikel 3
1	29/05/2021	17.00	1517	A1	A1	A1
2	29/05/2021	17.30	1509	A1	A1	A1
3	29/05/2021	18.00	1535	A2	A2	A1
4	29/05/2021	18.30	1667	A12	A11	A12
5	29/05/2021	19.00	1725	A17	A17	A17
6	29/05/2021	19.30	1718	A16	A15	A16
7	29/05/2021	20.00	1702	A14	A14	A15
8	29/05/2021	20.30	1698	A14	A14	A14
9	29/05/2021	21.00	1697	A14	A14	A14
10	29/05/2021	21.30	1701	A14	A14	A14
11	29/05/2021	22.00	1705	A14	A15	A15

3) Membentuk *Fuzzy Logic Realtionship* (FLR)

**Tabel 18. Hasil FLR**

No	Tanggal	Jam	Data	Partikel 1	Partikel 2	Partikel 3
1	29/05/2021	17.00	1517	-	-	-
2	29/05/2021	17.30	1509	A1->A1	A1->A1	A1->A1
3	29/05/2021	18.00	1535	A1->A2	A1->A2	A1->A1
4	29/05/2021	18.30	1667	A2->A12	A2->A11	A1->A12
5	29/05/2021	19.00	1725	A12->A17	A11->A17	A12->A17
6	29/05/2021	19.30	1718	A17->A16	A17->A15	A17->A16
7	29/05/2021	20.00	1702	A16->A14	A15->A14	A16->A15
8	29/05/2021	20.30	1698	A14->A14	A14->A14	A15->A14
9	29/05/2021	21.00	1697	A14->A14	A14->A14	A14->A14



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

10	29/05/2021	21.30	1701	A14->A14	A14->A14	A14->A14
11	29/05/2021	22.00	1705	A14->A14	A14->A15	A14->A15

4) Membentuk *Fuzzy Logic Realtionship Group* (FLRG)

**Tabel 19. Hasil FLRG**

Partikel 1	Partikel 2	Partikel 3
A1->A1, A2	A1->A1, A2	A1->A1, A12
A2->A12	A2->A11	A12->A17
A12->A17	A11->A17	A17->A16
A17->A16	A17->A15	A16->A15
A16->A14	A15->A14	A15->A14
A14->A14	A14->A14, A15	A14->A14, A15

5) Membentuk Defuzzifikasi

**Tabel 20. Hasil Defuzzifikasi**

P1	Nilai Prediksi	P2	Nilai Prediksi	P3	Nilai Prediksi
A1	1.537,142	A1	1.531,663	A1	1.596,185
A2	1.659,540	A2	1.658,964	A12	1721,555
A12	1.722,302	A11	1.723,134	A17	1.716,075
A17	1.714,598	A17	1.712,734	A16	1.707,920
A16	1.692,789	A15	1.694,166	A15	1.693,525
A14	1.692,789	A14	1.703,450	A14	1.700,723

6) Hasil Prediksi

**Tabel 21. Hasil prediksi iterasi 2**

N	Tan	Ja	D	P1	MSE	M	P2	MSE	M	P3	MSE	M
o	ggal	m	ata		P1	AP		P2	AP		P3	AP
						E			E			E
						P1			P2			P3
1	29/0 5/21	17 .0 0	15 17	1.53 7,14 2	405,7 00	0,0 13	1.53 1,66 3	215,0 04	0,0 10	1.59 6,18 5	6.27 0,26 4	0,0 52
2	29/0 5/21	17 .3 0	15 09	1.53 7,14 2	791,9 72	0,0 19	1.53 1,66 3	513,6 12	0,0 15	1.59 6,18 5	7.60 1,22 4	0,0 58
3	29/0 5/21	18 .0 0	15 35	1.65 9,54 0	15.51 0,212	0,0 81	1.65 8,96 4	15.36 7,073	0,0 81	1.59 6,18 5	3.74 3,60 4	0,0 40



**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	29/0 5/21	18 .3 0	16 67	1.72 2,30 2	3.058 ,311	0,0 33	1.72 3,13 4	3.151 ,026	0,0 34	1.72 1,55 5	2.97 6,24 8	0,0 33
5	29/0 5/21	19 .0 0	17 25	1.71 4,59 8	108,2 02	0,0 06	1.71 2,73 4	150,4 55	0,0 07	1.71 6,07 5	79,6 56	0,0 05
6	29/0 5/21	19 .3 0	17 18	1.69 2,78 9	635,5 95	0,0 15	1.69 4,16 6	568,0 60	0,0 14	1.70 7,92 0	101, 606	0,0 06
7	29/0 5/21	20 .0 0	17 02	1.69 2,78 9	84,84 3	0,0 05	1.70 3,45 0	2.103	0,0 01	1.69 3,52 5	71,8 26	0,0 05
8	29/0 5/21	20 .3 0	16 98	1.69 2,78 9	27,15 5	0,0 03	1.70 3,45 0	29,70 3	0,0 03	1.70 0,72 3	7,41 5	0,0 02
9	29/0 5/21	21 .0 0	16 97	1.69 2,78 9	17,73 3	0,0 02	1.70 3,45 0	41,60 3	0,0 04	1.70 0,72 3	13,8 61	0,0 02
10	29/0 5/21	21 .3 0	17 01	1.69 2,78 9	67,42 1	0,0 05	1.70 3,45 0	6,003	0,0 01	1.70 0,72 3	0,07 7	0,0 00
11	29/0 5/21	22 .0 0	17 05	1.69 2,78 9	149,1 09	0,0 07	1.69 4,16 6	117,3 76	0,0 06	1.69 3,52 5	131, 676	0,0 07
<b>Nilai Fitness</b>					<b>1.896 ,023</b>			<b>1.832 ,910</b>			<b>1.90 8,86 0</b>	

6. Pemilihan Pbest

Tabel 22. Pemilihan Pbest

P	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	Nilai Fitness
1	1533	1572	1577	1580	1595	1597	1608	1629	1639	1651	1651	1667	1677	1707	1709	1719	1.896,023



**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.

,745	,077	,336	,693	,609	,946	,915	,05	,155	,257	,296	,784	,98	,597	,592	,604	023
1534,372	1548,906	1563,987	1569,752	1577,27	1594,979	1616,541	1616,671	1638,643	1649,953	1667,975	1680,169	1683,355	1704,977	1720,491	1721,268	1.832,910
1536,66	1550,77	1557,55	1564,86	1576,63	1609,11	1615,95	1616,267	1638,99	1652,86	1664,86	1674,22	1685,25	1701,88	1714,04	1718,11	1.908,860

7. Pemilihan Gbest

Tabel 23. Pemilihan Gbest

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	Nilai Fitness
2	1534,372	1548,906	1563,987	1569,752	1577,277	1594,979	1616,541	1616,671	1638,643	1649,953	1667,975	1680,169	1683,355	1704,977	1720,491	1721,268	1.832,910

8. Pembaruan Kecepatan Partikel

Tabel 24. Pembaruan kecepatan partikel

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
1	0,163	-4,171	-12,815	-5,033	-25,308	-4,450	8,926	-4,280	-0,819	-2,556	32,691	24,522	3,010	-1,048	21,144	0,899
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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.

-	0,869	1,650	1,416	1,370	0,102	-	1,395	-	1,609	-	0,493	-	2,035	4,423	9,399	-	0,417	5,655	1,935	1,579
---	-------	-------	-------	-------	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	-------

9. Pembaruan Posisi Partikel

Tabel 25. Hasil pembaruan posisi partikel

Partikel	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
1	15,339,08	15,645,21	15,679,06	15,703,01	15,756,6	15,934,96	16,178,41	16,247,7	16,383,36	16,487,01	16,809,87	16,923,06	17,064,49	17,064,49	17,203,03	17,307,36
2	15,347,72	15,489,06	15,639,87	15,697,52	15,772,7	15,949,79	16,195,41	16,217,71	16,386,43	16,495,53	16,679,5	16,803,69	16,835,55	17,049,77	17,209,91	17,216,68
3	15,357,91	15,490,5	15,589,66	15,662,3	15,767,32	16,051,46	16,177,45	16,259,91	16,384,97	16,508,25	16,690,83	16,836,8	16,843,33	17,074,55	17,157,75	17,196,89

10. Hasil Prediksi

Tabel 26. Hasil prediksi nilai error

No	Tanggal	Jam	Data	Prediksi	MSE	MAPE
1	29/05/21	17.00	1517	1.531,663	215,004	0,010
2	29/05/21	17.30	1509	1.531,663	513,612	0,015
3	29/05/21	18.00	1535	1.658,964	15.367,073	0,081
4	29/05/21	18.30	1667	1.723,134	3.151,026	0,034
5	29/05/21	19.00	1725	1.712,734	150,455	0,007
6	29/05/21	19.30	1718	1.694,166	568,060	0,014
7	29/05/21	20.00	1702	1.703,450	2,103	0,001
8	29/05/21	20.30	1698	1.703,450	29,703	0,003
9	29/05/21	21.00	1697	1.703,450	41,603	0,004



10	29/05/21	21.30	1701	1.703,450	6,003	0,001
11	29/05/21	22.00	1705	1.694,166	117,376	0,006
<b>Nilai Fitness</b>					<b>1.832,910</b>	<b>1,598%</b>



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### Informasi Personal



Nama : Akmal  
 Tempat Tanggal Lahir : Rumbai, 16 Maret 1997  
 Jenis Kelamin : Laki - laki  
 Tinggi Badan : 180 cm  
 Berat Badan : 60 kg  
 Anak Ke : 2 dari 2 Bersaudara  
 Kebangsaan : Indonesia  
 Agama : Islam

### Alamat

Sekarang : Jl Bangau Sakti, Jl Mawar Pondokan Al Fitrah, Tampan Pekanbaru  
 No. HP : 082387077443  
 Email : [akmal10@students.uin-suska.ac.id](mailto:akmal10@students.uin-suska.ac.id)

### Riwayat Pendidikan

Tahun 2004 – 2009 : SD Negeri 01 Muara Tais Timur  
 Tahun 2009 – 2012 : SMP Negeri 1 Mapat Tunggul  
 Tahun 2012 – 2015 : SMA Negeri 1 Lubuk Sikaping  
 Tahun 2015 – 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.