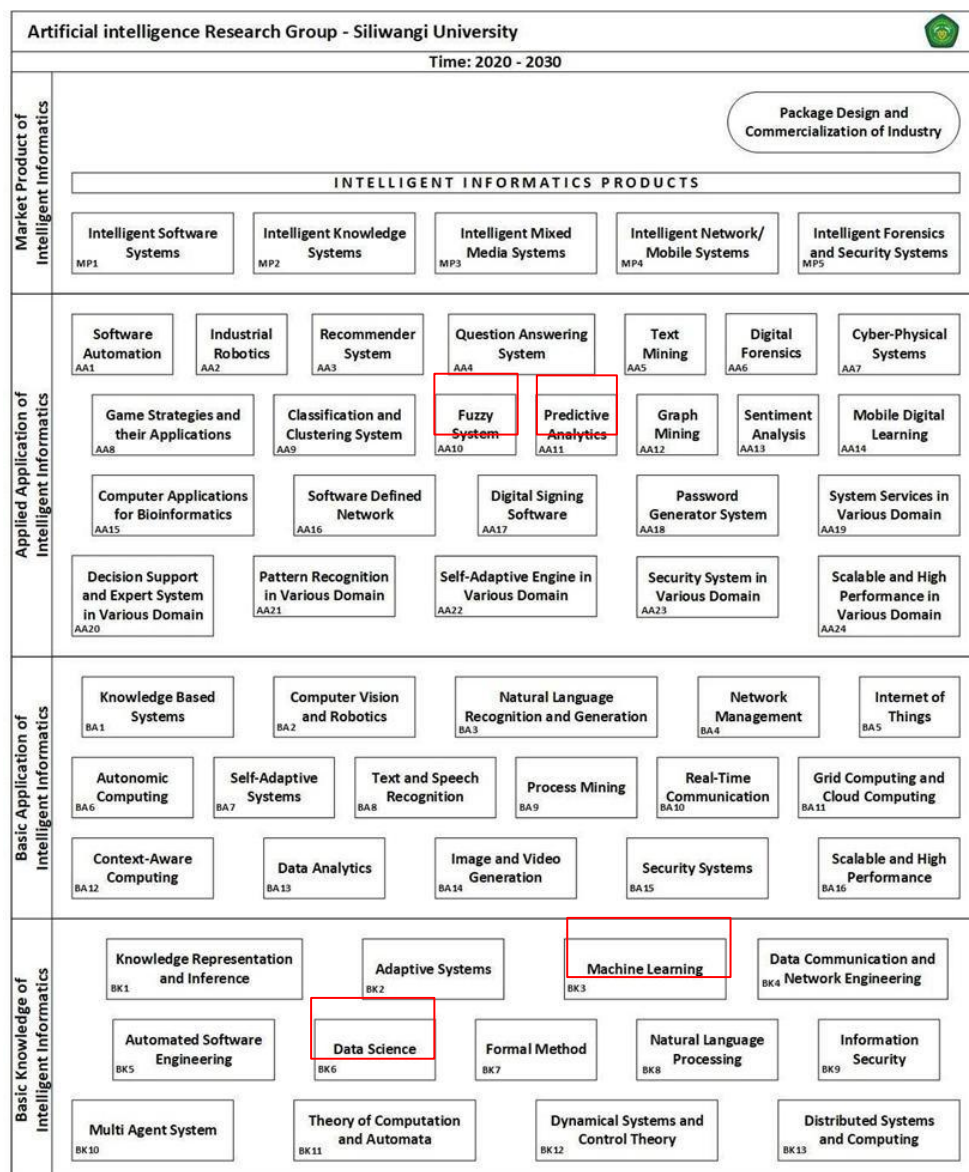


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Roadmap Penelitian

Rencana penelitian ini secara keseluruhan selaras dengan roadmap Kelompok Keahlian Informatika dan Sistem Inteligen (ISI). Berikut merupakan roadmap penelitian seperti yang telah digambarkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Roadmap Penelitian

Pada Gambar 3.1, dapat dilihat bahwa roadmap penelitian ini menunjukkan bagaimana peta jalan penelitian dimulai dengan pemahaman konsep dasar dalam bidang Informasi Cerdas, khususnya yang berkaitan dengan forecasting inflasi menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen*. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah memperoleh pemahaman mendalam tentang konsep *Machine Learning*, *Data Science*, *Predictive Analytics*, *Sistem Fuzzy*, yang menjadi landasan utama untuk mengolah data historis inflasi.

### 3.2 Metode Penelitian

Metode *Fuzzy Time Series* (FTS) Chen dipilih dalam penelitian ini karena kesederhanaannya dalam membentuk hubungan *fuzzy* antar periode waktu tanpa memerlukan kompleksitas komputasi yang tinggi. Dibandingkan dengan FTS Cheng (1997), metode Cheng memperkenalkan bobot dalam hubungan *fuzzy* untuk meningkatkan akurasi, tetapi dengan konsekuensi peningkatan kompleksitas yang tidak selalu sebanding dengan peningkatan kinerja dalam kasus data ekonomi yang fluktuatif. *High-Order Fuzzy Time Series* (HOFTS) menawarkan perbaikan lebih lanjut dengan mempertimbangkan lebih dari satu periode waktu sebelumnya, sehingga mampu menangkap tren jangka panjang dengan lebih baik.

Di sisi lain, metode statistik seperti ARIMA (*AutoRegressive Integrated Moving Average*) dan SARIMA (*Seasonal ARIMA*) sering digunakan dalam peramalan deret waktu karena kemampuannya menangkap pola musiman dan tren dengan model berbasis probabilistik. Namun, ARIMA dan SARIMA memiliki keterbatasan dalam menangani data dengan ketidakpastian tinggi dan non-

linearitas, yang sering muncul dalam peramalan inflasi. Saxena EASO (*Evolutionary Algorithm for Seasonal Optimization*) mencoba mengatasi masalah ini dengan pendekatan evolusioner yang mengoptimalkan parameter model berbasis musim. Meskipun memberikan peningkatan akurasi, metode ini memerlukan optimasi yang lebih kompleks dan bergantung pada tuning parameter yang lebih banyak.

Sementara itu, metode *Markov Chain* dapat digunakan untuk menangkap transisi probabilistik antar kondisi inflasi berdasarkan data historis, tetapi tidak selalu memberikan prediksi yang akurat ketika menghadapi data dengan pola yang dinamis. *Metode Average-Based* lebih sederhana dan hanya menggunakan nilai rata-rata untuk peramalan, sehingga sering kali kurang efektif dalam menangani fluktuasi ekstrem.

Dalam penelitian ini, FTS Chen dipilih karena keseimbangan antara interpretabilitas, efisiensi komputasi, dan kemampuannya dalam menangani data deret waktu dengan ketidakpastian tinggi tanpa memerlukan tuning parameter yang kompleks. Meskipun metode seperti HOFTS dan Cheng menawarkan peningkatan akurasi, model tersebut memiliki tingkat komputasi yang lebih tinggi yang mungkin tidak sepadan dengan peningkatan performa dalam studi ini. Kedepan, penelitian dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan metode optimasi seperti *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk meningkatkan akurasi prediksi FTS Chen dalam peramalan inflasi. Berikut beberapa model yang telah diuji pada tabel 3.1

Table 3. 1 Beberapa metode yang telah diuji

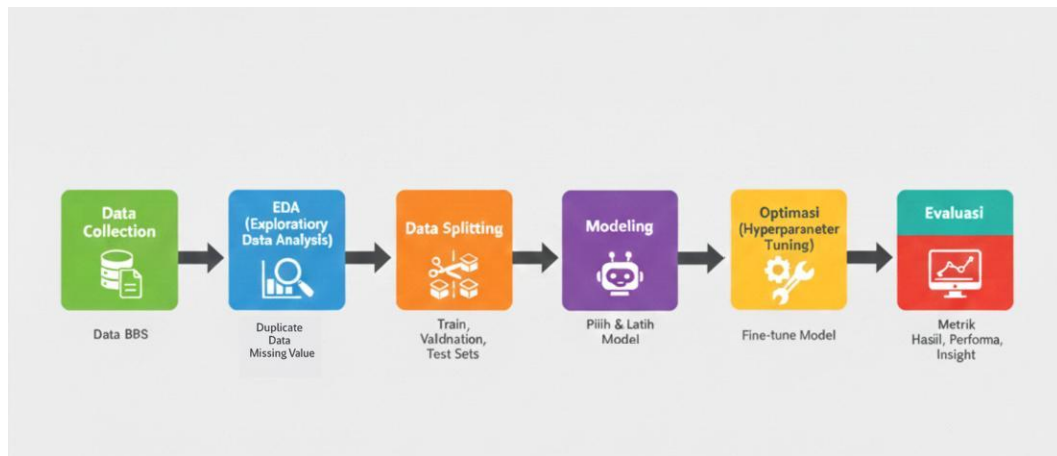
| Model                                                               | Kelebihan                                                                                                                                                                 | Kekurangan                                                                                                                                                                                | Kesimpulan                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ARIMA</b><br>(AutoRegressive<br>Integrated<br>Moving<br>Average) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cocok untuk data deret waktu stasioner.</li> <li>- Model statistik yang kuat dan telah banyak digunakan.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak efektif untuk data non-linear atau fuzzy.</li> <li>- Membutuhkan pengujian stasioneritas dan pemilihan parameter yang kompleks.</li> </ul> | ARIMA kurang fleksibel dalam menangani ketidakpastian dan hubungan kompleks dalam data ekonomi.            |
| <b>SARIMA</b><br>(Seasonal<br>ARIMA)                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat menangani pola musiman dalam data.</li> <li>- Mempertimbangkan komponen tren dan siklus ekonomi.</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompleksitas lebih tinggi dibandingkan ARIMA.</li> <li>- Masih berbasis linier dan kurang fleksibel untuk pola non-linear.</li> </ul>            | Lebih baik dari ARIMA, tetapi masih kalah dalam menangani data non-linear dan fuzzy dibandingkan FTS Chen. |
| Markov Chain                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memodelkan transisi status inflasi secara probabilistik.</li> <li>- Berguna untuk analisis skenario perubahan status.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak bisa memprediksi nilai numerik secara langsung.</li> <li>- Tidak mempertimbangkan hubungan antar variabel.</li> </ul>                      | Cocok untuk analisis probabilitas perubahan status, tetapi tidak ideal untuk prediksi numerik inflasi.     |

|                                             |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>HOFTS</b> (High-Order Fuzzy Time Series) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menangkap hubungan antar periode waktu yang lebih jauh.</li> <li>- Mempertimbangkan lebih banyak aturan fuzzy dibandingkan FTS Chen.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Model lebih kompleks dan sulit dituning.</li> <li>- Tidak selalu meningkatkan akurasi secara signifikan.</li> </ul>                | Berguna untuk hubungan jangka panjang, tetapi FTS Chen cukup efektif tanpa kompleksitas tambahan.               |
| <b>SAXENA EASO Model</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan pendekatan ensemble dan optimasi untuk meningkatkan akurasi.</li> <li>- Dapat mengkombinasikan berbagai metode prediksi.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebih kompleks dalam perhitungan dan tuning parameter.</li> <li>- Kurang transparan dibandingkan metode berbasis fuzzy.</li> </ul> | Model ini lebih modern, tetapi FTS Chen lebih praktis dan efisien untuk dataset yang tidak terlalu besar.       |
| <b>Average-Based FTS (FTS Lee)</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sederhana dan mudah diimplementasikan.</li> <li>- Menangani ketidakpastian dengan pendekatan berbasis rata-rata.</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurang fleksibel dibandingkan FTS Chen.</li> <li>- Tidak mampu menangkap pola kompleks dalam data.</li> </ul>                      | FTS Lee cocok untuk pendekatan sederhana, tetapi FTS Chen lebih unggul dalam menangani pola yang lebih dinamis. |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                               |                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FTS Chen</b><br>(Fuzzy Time Series Chen) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak membutuhkan data stasioner.</li> <li>- Fleksibel untuk menangani ketidakpastian dalam data ekonomi.</li> <li>- Dapat dikombinasikan dengan optimasi (misalnya PSO) untuk meningkatkan akurasi.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bisa lebih ditingkatkan dengan tuning parameter tambahan.</li> </ul> | Metode terbaik untuk menangani pola inflasi non-linear dan fuzzy, dengan fleksibilitas tinggi dan interpretasi yang lebih transparan. |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

FTS Chen tetap menjadi metode terbaik untuk peramalan inflasi karena fleksibilitasnya dalam menangani ketidakpastian dan pola non-linear dalam data ekonomi. Untuk peningkatan akurasi, metode ini dikombinasikan dengan optimasi seperti Particle Swarm Optimization (PSO).

Metode penelitian yang dirancang untuk memberikan gambaran alur kerja yang sistematis, mulai dari pengumpulan data hingga evaluasi hasil. Proses ini bertujuan untuk memastikan model prediksi yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan relevan dalam mendukung pengambilan keputusan. Berikut visualisasi tahapan penelitian pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian

### 1. *Data Collection*

Tahap ini memfokuskan pada identifikasi, pengumpulan, dan analisis kumpulan data yang dapat membantu pencapaian tujuan proyek. Pada penelitian ini dataset yang digunakan berasal dari Badan Pusta Statistik (BPS).

```

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 4320 entries, 0 to 4319
Data columns (total 3 columns):
#   Column      Non-Null Count  Dtype
---  ---
0   Kota         4320 non-null   object
1   Periode      4320 non-null   datetime64[ns]
2   Inflasi      4320 non-null   float64
dtypes: datetime64[ns](1), float64(1), object(1)
memory usage: 101.4+ KB
  
```

Gambar 3. 3 Dataset

Berikut ilustrasi pada tahapan *data collection*, dapat dilihat pada Gambar 3.3.

### 2. *Exploratory Data Analysis*

Secara umum *Exploratory Data Analysis* (EDA) yaitu mempersiapkan kumpulan data akhir untuk melakukan implementasi model (Rizki & Mulyawan, 2023). Terdapat beberapa tahapan dalam EDA, diantaranya

- a) *Duplicate Data*: Duplicate data adalah data yang memiliki nilai yang sama persis pada seluruh kolom. *duplicate data* dapat menyebabkan bias dalam analisis dan peramalan, sehingga perlu dilakukan pengecekan serta penanganan. Pada penelitian ini, pengecekan duplikat ditunjukkan pada Gambar 3.4, yang memperlihatkan hasil jumlah data

```
data.duplicated().sum()
np.int64(0)
```

Gambar 3. 4 Dataset tidak mempunyai *duplicate data* duplikat pada dataset. Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai yang ditampilkan adalah **0**, yang berarti tidak terdapat data yang duplikat dalam dataset. Dengan demikian, tahap penghapusan data duplikat tidak diperlukan.

- b) *Missing Value*: Missing value adalah data yang memiliki nilai kosong (null) pada satu atau lebih kolom. Nilai kosong ini dapat menyebabkan gangguan dalam proses analisis maupun peramalan, sehingga perlu dilakukan pengecekan dan penanganan terlebih dahulu. Penelitian ini, pengecekan missing value ditunjukkan pada Gambar 3.5, yang memperlihatkan jumlah nilai kosong pada setiap kolom dalam dataset. Berdasarkan hasil yang diperoleh, seluruh kolom (Kota, Periode, dan

```
data.isnull().sum()
0
Kota    0
Periode  0
Inflasi  0
```

Gambar 3. 5 Dataset tidak mempunyai *missing value*

Inflasi) memiliki nilai 0, yang berarti tidak terdapat missing value pada dataset.

### 3. *Splitting Data*

Setelah melalui tahapan *data preparation*, langkah berikutnya adalah melakukan implementasi model. Sebagai tahapan awal *modelling*, membagi dataset menjadi data train dan data test, dengan perbandingan 80:20% (Putri, Maidah, and Furqon 2024)

### 4. Optimasi

Pada Setelah diperoleh model Fuzzy Time Series Chen dengan akurasi awal yang baik, dilakukan optimasi menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO) untuk meningkatkan performa. PSO dipilih karena mampu mencari solusi optimal secara adaptif dengan meniru perilaku sosial sekawanan burung atau ikan. Dalam penelitian ini, PSO digunakan untuk menentukan jumlah interval fuzzy yang paling optimal dengan fungsi objektif berupa Mean Squared Error (MSE). Setiap partikel merepresentasikan kandidat jumlah partisi, lalu diperbarui iteratif hingga diperoleh nilai terbaik. Dengan pendekatan ini, model lebih representatif terhadap pola data inflasi sehingga akurasi prediksi meningkat.

### 5. *Modelling*

Pada tahap ini, data inflasi yang telah melalui proses pembersihan dan normalisasi digunakan untuk membangun model prediksi menggunakan metode Fuzzy Time Series Chen. Metode ini dipilih karena mampu merepresentasikan data dalam bentuk himpunan fuzzy yang fleksibel terhadap perubahan nilai dari waktu ke waktu. Tidak seperti model statistik klasik yang mengasumsikan hubungan linier, pendekatan Chen mampu menangkap pola fluktuasi dan ketidakpastian dalam data ekonomi, termasuk inflasi yang sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial, pasar, dan kebijakan.

Tahapan dalam pemodelan meliputi pembentukan semesta pembicaraan berdasarkan rentang data historis, pembagian interval menggunakan metode

tertentu (misalnya equal-length), proses fuzzifikasi untuk mengubah data numerik menjadi data linguistik, serta pembentukan relasi logika fuzzy (FLR) dan grup relasi logika fuzzy (FLRG) untuk menganalisis pola hubungan antar waktu. Hasil dari FLRG inilah yang digunakan untuk menghasilkan nilai prediksi pada periode selanjutnya.

.

## 6. Visualisasi

Hasil prediksi dan analisis dari model divisualisasikan menggunakan alat seperti Tableau. Visualisasi ini bertujuan untuk mempermudah interpretasi data dan membantu menyampaikan hasil penelitian kepada pihak terkait secara jelas dan informatif. Indikator yang digunakan dalam tableau yaitu Inflasi *Month to Month* (M to M) Setelah model menghasilkan nilai prediksi, hasil tersebut dianalisis dan ditampilkan secara visual menggunakan alat bantu seperti Tableau. Visualisasi dilakukan dalam berbagai bentuk seperti grafik garis, diagram batang, maupun heatmap agar perbedaan antara data aktual dan prediksi mudah diamati.

Indikator utama yang divisualisasikan adalah **Inflasi Month-to-Month (MtM)** karena indikator ini mencerminkan perubahan harga secara langsung setiap bulan dan memberikan gambaran yang lebih dinamis mengenai tekanan inflasi jangka pendek. Dengan visualisasi yang informatif, peneliti maupun pihak berkepentingan dapat memahami tren, puncak, anomali, dan kinerja model secara lebih intuitif. Visualisasi juga membantu dalam menyampaikan hasil penelitian secara efektif dalam laporan atau presentasi karena informasi numerik dapat diterjemahkan menjadi pola visual yang mudah ditangkap.

## 7. Evaluation

Tahap terakhir adalah mengevaluasi performa model menggunakan metrik evaluasi seperti *MAE*, *MSE*,  $R^2$  dan *MAPE*. Tujuannya adalah untuk mengukur akurasi dan efektivitas model dalam memprediksi inflasi. Evaluasi ini juga menjadi dasar untuk menyempurnakan model jika diperlukan.