

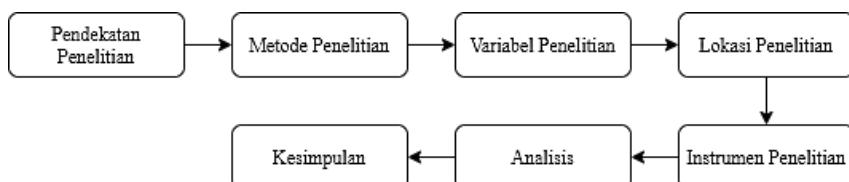
## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Desain penelitian adalah rancangan yang menjadi panduan selama proses penelitian berlangsung. Desain penelitian ini meliputi metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk menghitung rugi daya dan jatuh tegangan beserta persentasenya pada setiap penyulang jaringan distribusi primer 20 kV Gardu Induk Bandung Utara, dimana data diolah secara matematis dan statistik. Penelitian ini menggunakan variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas terdiri dari beban puncak, tegangan saluran, resistansi dan impedansi penghantar, dan panjang saluran setiap penyulang. Sedangkan untuk variabel terikat meliputi persentase rugi daya dan jatuh tegangan pada setiap penyulang yang ditentukan berdasarkan hasil perhitungan secara matematis.

Adapun analisis data yang dilakukan adalah membandingkan hasil perhitungan rugi daya dan jatuh tegangan secara manual dan hasil perhitungan dengan metode logika fuzzy. Analisis ini memiliki tujuan untuk menghitung rugi daya dan jatuh tegangan beserta persentase dari masing-masing secara manual. Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan tingkat akurasi dari hasil logika fuzzy dengan perhitungan secara manual. Dengan demikian, analisis ini akan memberikan wawasan keilmuan yang mendalam mengenai implementasi penggunaan logika fuzzy pada rugi daya dan jatuh tegangan. Adapun desain rancangan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Desain Penelitian

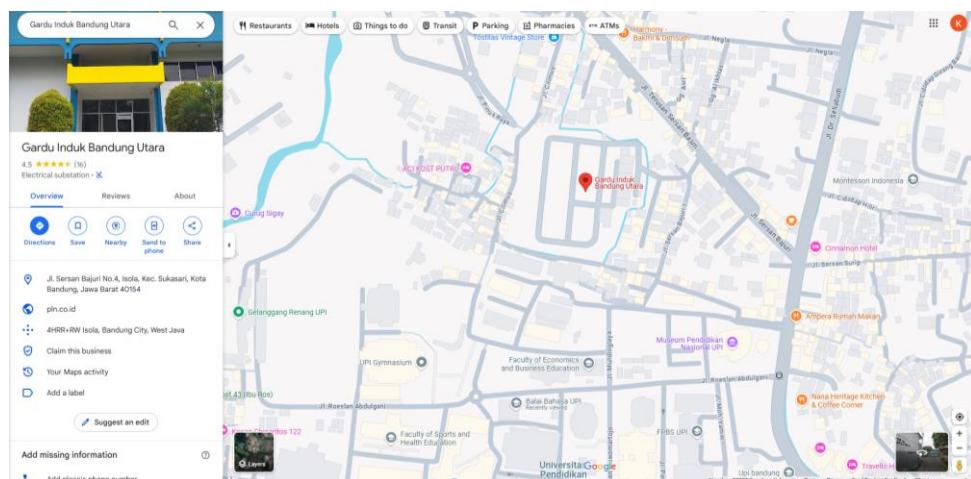
### 3.2 Partisipan dan Lokasi Penelitian

#### 3.2.1 Partisipan

Partisipan ini melibatkan partisipan yang terdiri dari pihak yang memiliki peran penting dalam pengambilan data. Partisipan yang terlibat dalam penelitian ini adalah seorang operator yang bertugas untuk melakukan rekapitulasi beban yang ada di Gardu Induk Bandung Utara secara berkala. Selain operator, partisipan lain yang terlibat dalam penelitian ini juga adalah seorang supervisor yang berperan dalam proses perizinan penelitian.

#### 3.2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT PLN (Persero) UP2D Jawa Barat tepatnya Gardu Induk Bandung Utara yang berlokasi di Jl. Sersan Bajuri No.4, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154. Semua data yang diperoleh dalam penelitian ini berdasarkan persetujuan dari . Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

(Sumber: *google maps*)

### 3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan panduan tertulis yang dirancang untuk membantu peneliti dalam memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam suatu studi. Fungsinya sangat penting sebagai alat bantu dalam proses pengumpulan data, karena dapat mempermudah pelaksanaan penelitian dan meningkatkan kualitas hasil yang diperoleh. Dengan adanya instrumen yang baik, data yang dikumpulkan

menjadi lebih akurat dan dapat diolah secara lebih efisien. Beberapa jenis instrumen dalam penelitian ini diantaranya:

### 3.3.1 Data Beban Puncak

Data beban puncak setiap penyulang tercatat oleh operator pada tanggal 7 Februari 2025. Total penyulang yang ada di Gardu Induk Bandung Utara sebanyak 41 penyulang dengan total transformator sebanyak 4 diantaranya; transformator 1 sebanyak 11 penyulang, transformator 3 sebanyak 10 penyulang, trasnformator 4 sebanyak 11 penyulang, dan transformator 5 sebanyak 9 penyulang. Beban puncak terjadi pada ketika siang hari yaitu dari pukul 06.00 pagi hingga pukul 17.00 sore dan malam hari dari pukul 18.00 sore hingga pukul 05.00 pagi. Data tersebut disajikan dalam bentuk Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Data Beban Puncak Penyulang

Trafo	Penyulang	Nama Penyulang	Beban Puncak (A)		Waktu Beban Puncak (WIB)	
			Siang	Malam	Siang	Malam
1	NAK	North Arjuna Kuning	27	23	10.00	18.00
	NAP	North Advent Putih	48	58	10.00	19.00
	NBC	North Braga Coklat	46	42	13.00	19.00
	NBM	North Braga Merah	158	134	12.00	18.00
	NBO	North Braga Orange	0	0	-	-
	NDO	North Dago Orange	85	82	16.00	18.00
	NHS	North Hasan Sadikin	131	121	13.00	18.00
	NLH	North Lembang Hijau	48	58	17.00	19.00
	NNH	North Nurtanio Hijau	7	7	-	-
	NTA	Nurtanio A	120	116	16.00	18.00
3	PGKL	Penyulang Gegerkalong	89	98	10.00	19.00
	NAC	North Advent Coklat	49	48	16.00	18.00
	NBJ	North Braga Jingga	85	81	16.00	18.00
	NCB	North Cihampelas Biru	92	82	13.00	18.00
	NDJ	North Dago Jingga	164	145	13.00	18.00
	NGA	North Gozali Arjuna	168	180	16.00	19.00
	NLP	North Lembang Putih	111	109	10.00	19.00
	NPI	North Pendidikan Indonesia	0	0	-	-
	NRS	North Rumah Sakit Hasan Sadikin	194	179	13.00	18.00
	NVJ	North Van Java	113	112	13.00	18.00
4	NPH	North Pondok Hijau	21	25	10.00	19.00
	NAM	North Advent Merah	202	204	16.00	19.00
	NBB	North Bengkok Biru	101	107	10.00	19.00
	NBE	North Bengkok Exspress	36	23	10.00	05.00
	NBK	North Braga Kuning	132	108	13.00	18.00
	NBN	North Braga Nila	167	160	15.00	18.00
	NBP	North Braga Putih	120	137	10.00	19.00
	NBU	North Braga Ungu	86	95	10.00	19.00
	NDU	North Dago Ungu	20	20	10.00	19.00

Trafo	Penyulang	Nama Penyulang	Beban Puncak (A)		Waktu Beban Puncak (WIB)	
			Siang	Malam	Siang	Malam
5	NLM	North Lembang Merah	50	56	11.00	19.00
	NLO	North Lembang Orange	115	131	17.00	19.00
	NLB	North Lembang Biru	31	32	10.00	18.00
	NDM	North Dago Merah	87	84	16.00	18.00
	NSP	North Studio Nyoman Nuarta Putih	123	142	10.00	19.00
	NLC	North Lembang Coklat	32	39	06.00	19.00
	NLK	North Lembang Kuning	127	142	10.00	19.00
	NDP	North Dago Putih	52	34	12.00	18.00
	NRS1	North Rumah Sakit Hasan Sadikin 1	64	58	12.00	18.00
	NBF	North Bio Farma	68	66	17.00	18.00
	NPO	North Pew Orange	156	143	11.00	18.00
	NUPI	North UPI	28	20	10.00	05.00

### 3.3.2 Jenis Kabel Penghantar

Jenis kabel penghantar ditujukan pada Tabel 3.2 beserta nilai impedansi dari setiap ukurannya.

Tabel 3.2 Data Jenis Kabel Penyulang

No.	Jenis Kabel	Ukuran	Impedansi		
			R ( $\Omega/km$ )	X ( $\Omega/km$ )	Z ( $\Omega/km$ )
1	NA2XSEBY	3 x 150 mm <sup>2</sup>	0,206	0,130	0,2436
2	NA2XSEBY	3 x 240 mm <sup>2</sup>	0,125	0,120	0,1732
3	NA2XSEBY	3 x 300 mm <sup>2</sup>	0,100	0,118	0,1547

### 3.3.3 Data Panjang Saluran

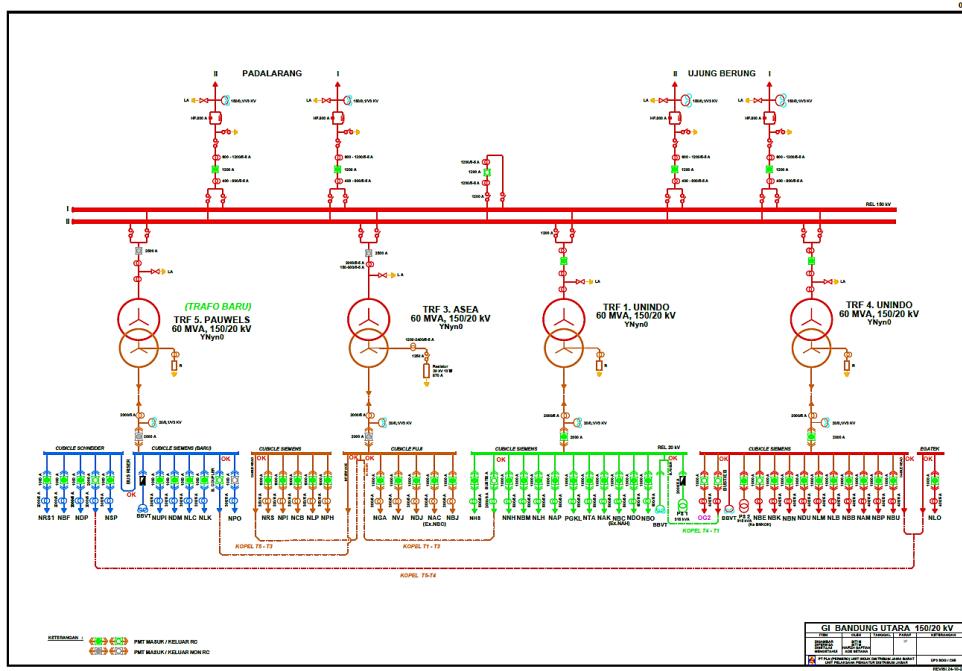
Data Panjang Saluran ditujukan pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Data Panjang Saluran Penyulang

Trafo	Penyulang	Nama Penyulang	Panjang Kabel (km)
1	NAK	North Arjuna Kuning	15,64
	NAP	North Advent Putih	16,81
	NBC	North Braga Coklat	9,82
	NBM	North Braga Merah	15,42
	NBO	North Braga Orange	10,48
	NDO	North Dago Orange	8,84
	NHS	North Hasan Sadikin	18,25
	NLH	North Lembang Hijau	46,73
	NNH	North Nurtanio Hijau	12,87
	NTA	Nurtanio A	12,76

Trafo	Penyulang	Nama Penyulang	Panjang Kabel (km)
3	PGKL	Penyulang Gegerkalong	5,53
	NAC	North Advent Coklat	9,53
	NBJ	North Braga Jingga	10,59
	NCB	North Cihampelas Biru	9,69
	NDJ	North Dago Jingga	12,68
	NGA	North Gozali Arjuna	12,53
	NLP	North Lembang Putih	37,80
	NPI	North Pendidikan Indonesia	1,49
	NRS	North Rumah Sakit Hasan Sadikin	19,99
	NVJ	North Van Java	10,50
4	NPH	North Pondok Hijau	6,12
	NAM	North Advent Merah	16,87
	NBB	North Bengkok Biru	10,59
	NBE	North Bengkok Express	15,42
	NBK	North Braga Kuning	11,44
	NBN	North Braga Nila	11,40
	NBP	North Braga Putih	17,79
	NBU	North Braga Ungu	7,90
	NDU	North Dago Ungu	19,60
	NLM	North Lembang Merah	6,75
5	NLO	North Lembang Orange	37,42
	NLB	North Lembang Biru	2,78
	NDM	North Dago Merah	10,48
	NSP	North Studio Nyoman Nuarta Putih	16,05
	NLC	North Lembang Coklat	7,30
	NLK	North Lembang Kuning	16,80
	NDP	North Dago Putih	14,61
	NRS1	North Rumah Sakit Hasan Sadikin 1	5,95
	NBF	North Bio Farma	11,40
	NPO	North Pew Orange	14,61
	NUPI	North UPI	0,61

### 3.3.4 Single Line Diagram Gardu Induk Bandung Utara



Gambar 3.3 Single Line Diagram Gardu Induk Bandung Utara

Gambar 3.3 menggambarkan penyaluran listrik dari transmisi tegangan 150 kV ke distribusi 20 kV. Pada diagram terdapat empat buah transformator (trafo 1, 3, 4, dan 5) dengan kapasitas 60 MVA untuk menurunkan tegangan. Pendistribusian aliran listrik pada bagian atas yang menghubungkan gardu induk ke berbagai daerah seperti Padalarang dan Ujung Berung. Selain itu juga, terdapat penyulang di bagian bawah diagram yang berperan untuk pendistribusian listrik ke konsumen. SLD ini digunakan untuk memudahkan dalam pemeliharaan dan pengelolaan jaringan distribusi listrik secara efisien.

### 1. Variabel Fuzzy dan Nilai Linguistik

Pemodelan algoritma fuzzy untuk menentukan rendah tingginya rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang yang ada di Gardu Induk Bandung Utara menggunakan dua input. Nilai linguistik himpunan fuzzy input yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Variabel input beban dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang, dan tinggi.
2. Variabel input jarak dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu pendek, menengah, dan panjang.
3. Variabel penampang dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu  $150 \text{ mm}^2$ ,  $240 \text{ mm}^2$ , dan  $300 \text{ mm}^2$ .
4. Variabel output persentase rugi daya dibagi menjadi sepuluh parameter fuzzy yaitu tidak ada, sangat kecil, kecil sekali, kecil, cukup kecil, sedang, cukup besar, besar, besar sekali, dan sangat besar.
5. Variabel output persentase jatuh tegangan dibagi menjadi sepuluh parameter fuzzy yaitu tidak ada, sangat kecil, kecil sekali, kecil, cukup kecil, sedang, cukup besar, besar, besar sekali, dan sangat besar.

### 2. Himpunan Fuzzy

Desain himpunan fuzzy dirancang berdasarkan pada basis data yang ada pada seluruh penyulang yang ada di Gardu Induk Bandung Utara. Desain himpunan fuzzy ini disajikan pada Tabel 3.4 sebagai berikut.

Tabel 3.4 Desain Himpunan Fuzzy Input

Fungsi	Variabel	Range	Fuzzy Set	Value
Input	Beban	$0 - 300$	Kecil	$x < 150$
			Sedang	$0 < x < 300$
			Besar	$x > 150$
Input	Jarak	$0 - 50$	Pendek	$x < 25$
			Menengah	$0 < x < 50$
			Panjang	$x > 25$
Input	Jarak	$150 - 300$	$150 \text{ mm}^2$	$x < 240$
			$240 \text{ mm}^2$	$150 < x < 300$
			$300 \text{ mm}^2$	$x > 240$

### 3. Fuzzifikasi

Tujuan dari proses fuzzifikasi ini adalah untuk menentukan derajat keanggotaan variabel input (Rahakbauw, 2015). Pada penelitian ini, tahapan

selanjutnya adalah menetukan derajat keanggotaan fuzzy pada variabel input. Representasi kurva yang digunakan pada variabel input adalah kurva segitiga. Fungsi keanggotaan berbentuk kurva segitiga dapat direpresentasikan pada persamaan berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \end{cases}$$

Dimana:

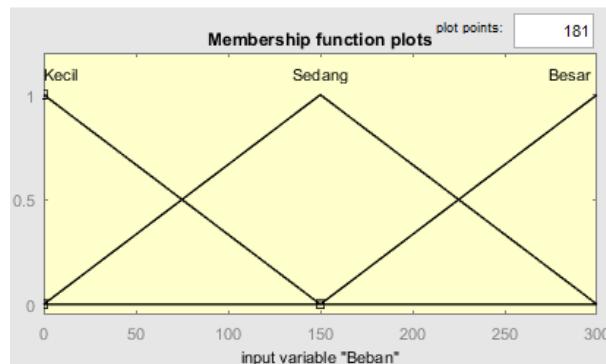
$a$  = nilai domain terkecil dengan derajat keanggotaan nol;

$b$  = nilai domain dengan derajat keanggotaan satu;

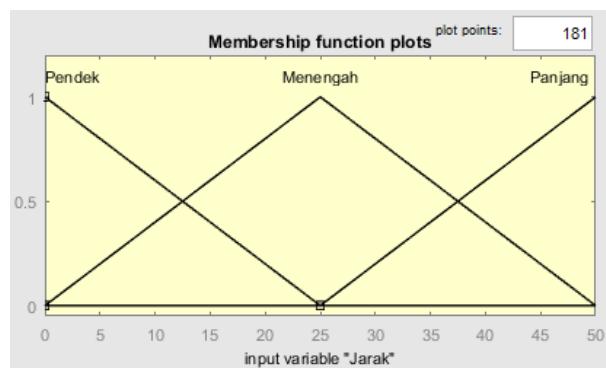
$c$  = nilai domain terbesar dengan derajat keanggotaan nol;

$x$  = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy.

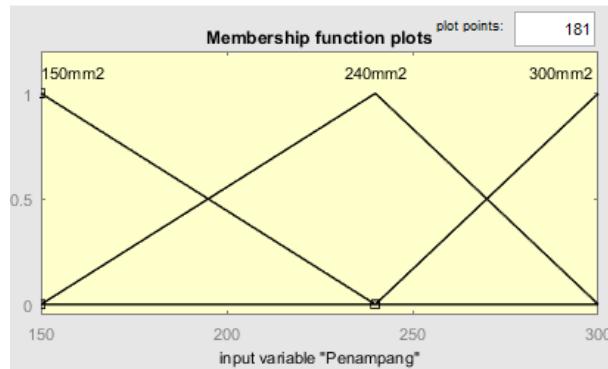
Pada Gambar 3.4 hingga Gambar 3.6 menunjukkan pada variabel input fuzzy yang dimuat dalam software MATLAB.



Gambar 3.4 Desain Himpunan Fuzzy Input Beban



Gambar 3.5 Desain Himpunan Fuzzy Input Jarak



Gambar 3.6 Desain Himpunan Fuzzy Input Penampang

#### 4. Aturan Fuzzy

Untuk menentukan fungsi keanggotaan output itu berdasarkan hasil perhitungan rugi daya dan jatuh tegangan. Dengan itu, didapat 10 fungsi keanggotaan yang tertera pada Tabel 3.5 disusun berdasarkan 27 aturan fuzzy yang ada.

Tabel 3.5 Desain Output Fuzzy

Function	Variabel	Fuzzy Set	Value
Output	Rugi Daya	Tidak Ada	0,000
		Sangat Kecil	3,280
		Kecil Sekali	4,100
		Kecil	6,561
		Cukup Kecil	6,758
	Percentase	Sedang	8,201
		Cukup Besar	13,122
		Besar	13,515
		Besar Sekali	16,402
		Sangat Besar	27,030
Output	Tegangan	Tidak Ada	0,000
		Sangat Kecil	5,025
		Kecil Sekali	5,626
		Kecil	7,911
		Cukup Kecil	10,050
	Jatuh	Sedang	11,252
		Cukup Besar	15,821
		Besar	20,099
		Besar Sekali	22,505
		Sangat Besar	31,643

Sejumlah aturan fuzzy yang telah dirancang sebelumnya dimuat dalam bentuk Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.6 Aturan-Aturan Fuzzy (*Fuzzy Rules*)

No.	Beban	Jarak	Penampang	Persentase Rugi Daya	Persentase Jatuh Tegangan
1	Kecil	Pendek	150 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
2	Sedang	Pendek	150 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
3	Besar	Pendek	150 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
4	Kecil	Menengah	150 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
5	Sedang	Menengah	150 mm <sup>2</sup>	Cukup Kecil	Kecil
6	Besar	Menengah	150 mm <sup>2</sup>	Besar	Cukup Besar
7	Kecil	Panjang	150 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
8	Sedang	Panjang	150 mm <sup>2</sup>	Besar	Cukup Besar
9	Besar	Panjang	150 mm <sup>2</sup>	Sangat Besar	Sangat Besar
10	Kecil	Pendek	240 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
11	Sedang	Pendek	240 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
12	Besar	Pendek	240 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
13	Kecil	Menengah	240 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
14	Sedang	Menengah	240 mm <sup>2</sup>	Kecil Sekali	Kecil Sekali
15	Besar	Menengah	240 mm <sup>2</sup>	Sedang	Sedang
16	Kecil	Panjang	240 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
17	Sedang	Panjang	240 mm <sup>2</sup>	Sedang	Sedang
18	Besar	Panjang	240 mm <sup>2</sup>	Besar Sekali	Besar Sekali
19	Kecil	Pendek	300 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
20	Sedang	Pendek	300 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
21	Besar	Pendek	300 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
22	Kecil	Menengah	300 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
23	Sedang	Menengah	300 mm <sup>2</sup>	Sangat Kecil	Sangat Kecil
24	Besar	Menengah	300 mm <sup>2</sup>	Kecil	Cukup Kecil
25	Kecil	Panjang	300 mm <sup>2</sup>	Tidak Ada	Tidak Ada
26	Sedang	Panjang	300 mm <sup>2</sup>	Kecil	Cukup Kecil
27	Besar	Panjang	300 mm <sup>2</sup>	Cukup Besar	Besar

##### 5. Evaluasi Aturan

Evaluasi aturan yang dimaksud adalah menentukan *firing strength* atau tingkat aktivasi dari setiap aturan fuzzy berdasarkan hasil fuzzifikasi dari seluruh input. Pada penelitian ini, model yang digunakan adalah model orde nol yaitu:

$$IF (\mu_d \text{ is } A1) \text{ AND } (\mu_l \text{ is } A2) \text{ THEN } z = k$$

Proses AND pada penelitian ini menggunakan *dot product* ( $\cdot$ ) atau mengalikan antara derajat keanggotaan dari input jarak ( $\mu_d$ ) dan derajat keanggotaan dari himpunan fuzzy input beban ( $\mu_l$ ) sebagai bentuk premis dan

variabel A disini sebagai fungsi keanggotaan. lalu, nilai  $z$  dengan nilai konstanta sebagai bentuk kesimpulan.

#### 6. Implikasi

Implikasi adalah proses menentukan output fuzzy dari masing-masing-aturan fuzzy yang telah ditentukan. Karena penelitian ini menggunakan logika fuzzy sugeno, maka proses implikasi yang dilakukan adalah dengan cara mengalikan antara *firing strength* dengan output fuzzy.

$$imp = a_n \cdot z_n$$

#### 7. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi adalah mengubah nilai output fuzzy ke dalam nilai tegas (*crisp*) yang digunakan untuk mengambil keputusan. Pada logika fuzzy sugeno proses defuzzifikasi ini tidak melalui himpunan fuzzy melainkan langsung kepada nilai konstanta atau fungsi linier. Proses defuzzifikasi ini dilakukan dengan cara mengambil rata-rata antara hasil implikasi dengan *firing strength*.

$$WA = \frac{a_1 z_1 + a_2 z_2 + a_3 z_3 + \dots + a_n z_n}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}$$

Keterangan :

- Imp = Implikasi
- WA = Nilai rata-rata
- $a_1$  = *Firing strength* pertama
- $a_n$  = *Firing strength* ke-n
- $z_1$  = Output pertama
- $z_n$  = Output ke-n

#### 3.3.6 Kriteria evaluasi

Kriteria evaluasi yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE adalah cara untuk mengukur seberapa dekat hasil pengukuran dengan nilai yang sebenarnya.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right|}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

$X_i$  = Nilai data asli pengamatan ke- $i$

$F_i$  = Nilai prediksi pengamatan ke- $i$

$n$  = Banyaknya data

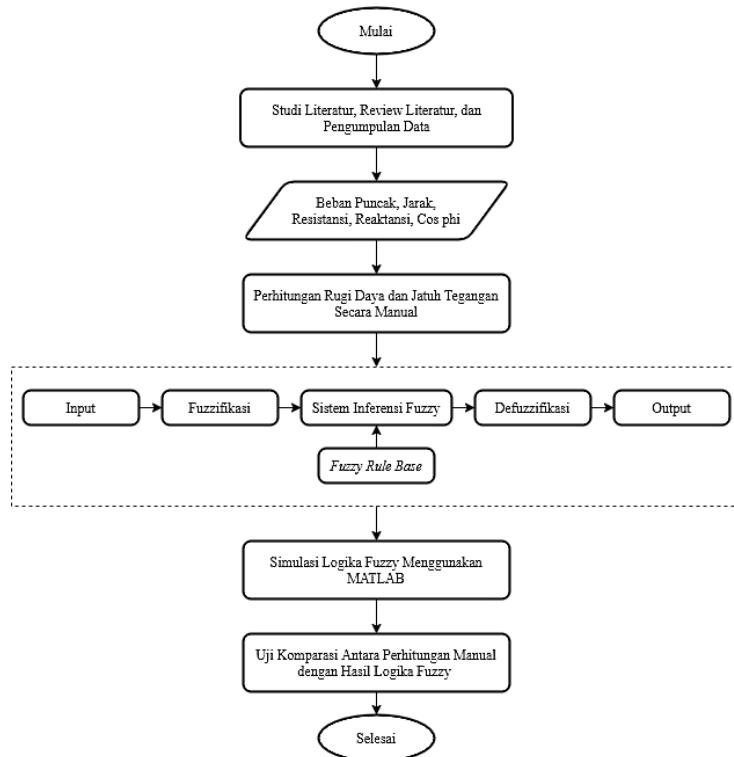
Nilai MAPE dan tingkat akurasi dibentuk dalam Tabel 3.7 sebagai berikut.

Tabel 3.7 Nilai MAPE dan Tingkat Akurasi

MAPE Value	Accurate
< 10%	Very High
10% - 20%	High
20% - 50%	Medium
> 50%	Low

### 3.4 Prosedur Penlitian

Dalam penelitian ini, diperlukan suatu prosedur yang dapat menjamin kelancaran dan memberikan arah yang jelas untuk penelitian yang akan dilakukan, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.7. Hal ini sangat penting untuk menjaga sistematisasi dan fokus pada setiap langkah yang diambil dalam penelitian.



Gambar 3.7 Diagram Alir Prosedur Penelitian

Langkah awal dalam prosedur penelitian ini adalah melakukan studi literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional yang memfokuskan pada topik-topik terkait seperti konsep dasar daya dan rugi daya dan jatuh tegangan beserta perhitungannya dan logika fuzzy.

Proses studi literatur ini dilakukan dengan mencari berbagai jurnal dari beberapa situs terpercaya seperti ScienceDirect dan Google Scholar. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data beban puncak pada setiap penyulang yang ada di Gardu Induk Bandung Utara sebagai bahan pengolahan data pada penelitian ini.

Proses pengolahan data dilakukan dengan dua langkah yaitu perhitungan rugi daya secara manual, lalu dirancang dan disimulasikan menggunakan tools Fuzzy Logic yang ada pada software MATLAB R2016a. selanjutnya menentukan input dari data penelitian yang didapat untuk mendapatkan output logika fuzzy berupa nilai yang dibutuhkan.

Proses yang dilakukan setelah mendapatkan output yang dibutuhkan dari hasil perhitungan secara manual dan simulasi logika fuzzy adalah melakukan trial and error untuk mendapatkan hasil perbandingan antara hasil perhitungan secara manual dan output yang disajikan ketika menggunakan logika fuzzy.

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pada studi ini, pengumpulan data yang berupa hasil pencatatan beban puncak pada setiap penyulang yang ada di Gardu Induk Bandung Utara, lalu hasil data yang diperoleh dirancang menggunakan metode fuzzy sugeno menggunakan *software* MATLAB, beberapa langkah kegiatan yang dilakukan adalah:

#### 1. Studi Literatur

Melakukan studi literatur serta tinjauan pustaka mengenai daya listrik dan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dan logika fuzzy yang akan membantu dalam memperoleh pemahaman mengenai konsep dasar, teori, serta penerapannya yang relevan.

## 2. Dokumentasi

Melakukan kunjungan ke lokasi penelitian untuk mengambil data beban puncak untuk diolah menjadi data rugi daya pada setiap penyulang yang ada di Gardu Induk Bandung Utara..

## 3. Perhitungan Rugi Daya

Melakukan perhitungan rugi daya pada setiap penyulang berdasarkan pada konsep dasar mengenai daya listrik dan rugi daya dengan data yang bersumber dari hasil pencatatan beban puncak dan panjang penghantar setiap penyulang yang ada di Gardu Induk Bandung Utara.

## 4. Perhitungan Jatuh Tegangan

Melakukan perhitungan jatuh tegangan pada setiap penyulang berdasarkan pada konsep dasar mengenai jatuh tegangan dengan data yang bersumber dari hasil pencatatan beban puncak dan panjang penghantar setiap penyulang yang ada di Gardu Induk Bandung Utara.

## 5. Pembuatan Model Sistem

Menentukan variabel input jarak dan beban, dan variabel outputnya adalah persentase rugi daya dan jatuh tegangan.

## 6. Pengembangan Algoritma Fuzzy

Merancang beberapa aturan fuzzy dan fungsi keanggotaan yang sesuai untuk menentukan besar kecilnya persentase rugi daya dan jatuh tegangan, termasuk variabel linguistik, aturan fuzzy, dan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel yang telah ditentukan.

## 7. Implementasi menggunakan MATLAB

Mengimplementasikan algoritma fuzzy dalam *software* MATLAB, dimana MATLAB menyediakan *tools Fuzzy Logic* yang memudahkan dalam proses desain dan sistem kontrol fuzzy.

## 8. Simulasi

Melakukan simulasi menggunakan MATLAB dilakukan untuk melihat hasil dari proses fuzzy.

#### 9. *Mean Absolute Percentage Error*

Melakukan representasi dari perbandingan antara hasil perhitungan rugi daya dan jatuh tegangan secara manual dan hasil dari logika fuzzy untuk meninjau tingkat keakuratan antara kedua hasil tersebut.

#### 3.6 **Teknik Pengolahan Data**

Dalam penelitian ini terdapat beberapa alat yang digunakan untuk mengolah data, dimana menggunakan perangkat keras berupa laptop Dell Vostro 14 3000 dan perangkat lunak *Microsoft Excel* 2019 dan MATLAB R2016a. *Microsoft Excel* berfungsi sebagai alat untuk melakukan analisis rugi daya, jatuh tegangan dan juga untuk mengukur parameter yang akan diimplementasikan ke dalam MATLAB.

MATLAB berfungsi sebagai alat bantu perangkat lunak dalam melakukan pengolahan data menggunakan logika fuzzy metode sugeno. Setelah menggunakan logika fuzzy, dilakukan proses *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk melihat sejauh mana keakuratan antara perhitungan manual dengan metode logika fuzzy.