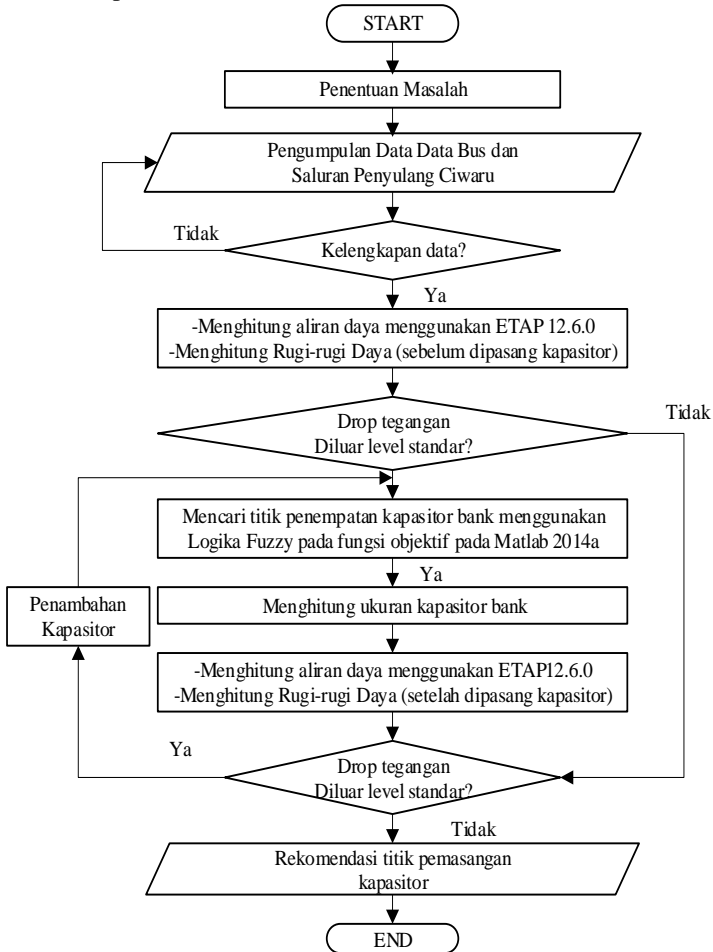


### BAB III METODE PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian ini dibuat dalam diagram alir seperti Gambar 3.1. Gambar 3.1 menunjukkan langkah-langkah penelitian yang jelas dan terperinci.

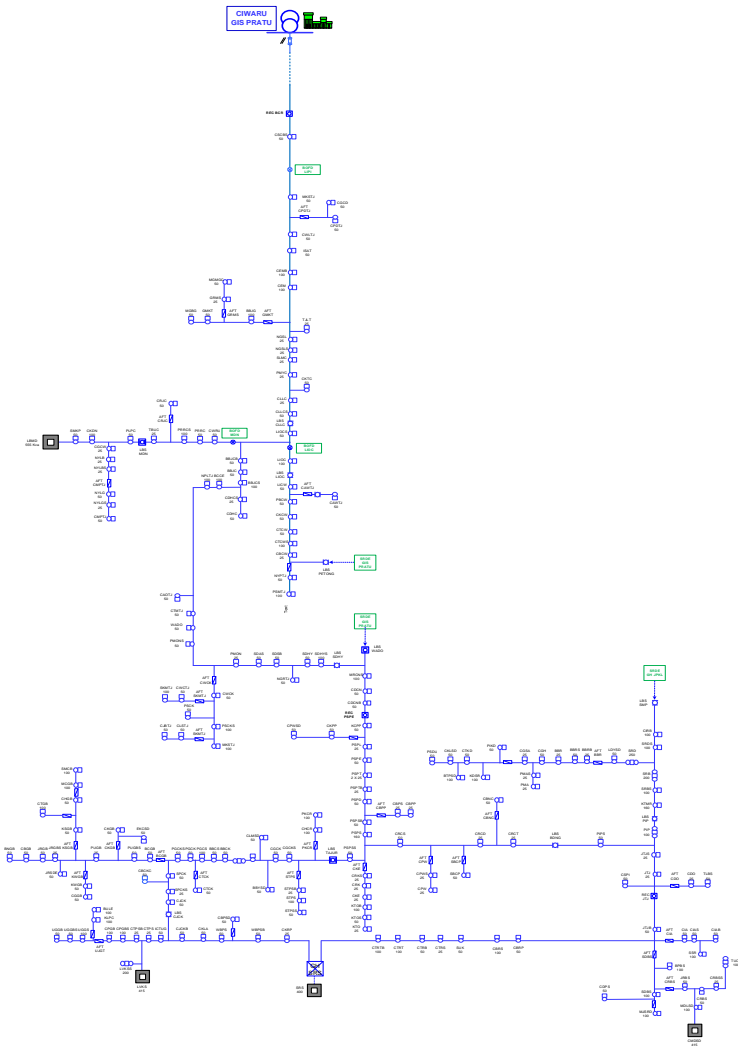


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.1. Lokasi dan Subjek Penelitian

Lokasi dari penelitian ini bertempat di PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Area Sukabumi Rayon Pelabuhan Ratu dengan subjek yang diangkat adalah mengenai jatuh tegangan pada saluran distribusi 20 kV pada penyulang Ciwaru (CWRU).

Pada penelitian ini terdapat beberapa temuan data yang menjadi data utama untuk pengolahan data. Data tersebut nantinya akan menjadi input untuk perhitungan dengan menggunakan software Matlab R2014a. Data yang didapat berupa *one line diagram*, dan data bus yang meliputi panjang penghantar, impedansi penghantar, power faktor, tegangan dan arus yang terdapat di jaringan distribusi penyulang CWRU. Berikut ini adalah data – data yang didapatkan pada penyulang CWRU.



Elitya Dwi Alisyani, 2018  
**OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA  
SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA  
FUZZY**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

Gambar 3.2 *One Line Diagram* Penyulang Ciwaru

Tabel 3.1 Data Bus pada Penyulang Ciwaru

No.	Device ID	Panjang (mm)	Impedansi Ohm/ km	
			R	X
1	Bus KRTG	5149	0.4228	0.3572
2	Bus 3	5561	0.4228	0.3572
3	Bus 146-2	11512	0.4228	0.3572
4	Bus 143-2	2461	0.4608	0.3572
5	Bus 133-2	729	0.4608	0.3572
6	Bus 150-4	729	0.4608	0.3572
7	Bus 146-4	729	0.4228	0.3572
8	Bus 2	729	0.4608	0.3572
9	Bus 90-13	729	0.4228	0.3572
10	Bus 92-14	1827	0.4228	0.3572
11	Bus 156-12	1226	0.4228	0.3572
12	Bus 133-14	1695	0.4608	0.3572
13	Bus 155-14	2391	0.1983	0.305
14	Bus 154-13	1340	0.1983	0.305
15	Bus 153-11	1664	0.1983	0.305
16	Bus 160-12	2232	0.1983	0.305
17	Bus 163-12	130	0.1983	0.305
18	Bus 166-12	923	0.1983	0.305
19	Bus 183-8	1169	0.1983	0.305
20	Bus 182-9	1030	0.1983	0.305
21	Bus 399-3	132	0.1983	0.305
22	Bus 404-3	1417	0.1983	0.305
23	Bus 406-2	1247	0.1983	0.305
24	Bus 408-3	1460	0.1983	0.305
25	Bus 87	1900	0.1983	0.305
26	Bus 88	2462	0.1983	0.305
27	Bus 451-3	3407	0.1983	0.305
28	Bus 445-3	1668	0.4228	0.3572
29	Bus 439-3	231	0.1983	0.305

Elitya Dwi Alisyani, 2018

**OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA  
SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA  
FUZZY**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

30	Bus 440-3	990	0.1983	0.305
31	Bus 441-3	510	0.1983	0.305
32	Bus 455-3	1322	0.4228	0.3572
33	Bus 442-2	105	0.1983	0.305
34	Bus 5	2830	0.1983	0.305
35	Bus 270-7	1391	0.1983	0.305

No.	Device ID	Panjang (mm)	Impedansi Ohm/ km	
			R	X
36	Bus 269-7	1470	0.1983	0.305
37	Bus 274-7	1683	0.1983	0.305
38	Bus 272-6	163	0.1983	0.305
39	Bus 4	165	0.1983	0.305
40	Bus 300-3	43	0.1983	0.305
41	Bus 299-3	360	0.1983	0.305
42	Bus 413-3	316	0.1983	0.305
43	Bus 298-3	941	0.1983	0.305
44	Bus 305-1	428	0.1983	0.305
45	Bus 304-3	856	0.1983	0.305
46	Bus 316-3	52	0.1983	0.305
47	Bus 315-2	171	0.1983	0.305
48	Bus 320-4	616	0.1983	0.305
49	Bus 322-4	202	0.4608	0.3572
50	Bus 477-3	232	0.1983	0.305
51	Bus 334-4	2008	0.4228	0.3572
52	Bus 333-4	813	0.4228	0.3572
53	Bus 341-4	33	0.4228	0.3572
54	Bus 429-3	2590	0.4228	0.3572
55	Bus 444-3	304	0.4228	0.3572
56	Bus 340-4	83	0.4228	0.3572
57	Bus 345-5	648	0.4228	0.3572
58	Bus 344-5	1040	0.4228	0.3572
59	Bus 347-4	203	0.4228	0.3572
60	Bus 351-3	224	0.4228	0.3572
61	Bus 350-3	948	0.4228	0.3572
62	Bus 355-3	781	0.4228	0.3572
63	Bus 461-3	1038	0.4228	0.3572

Elitya Dwi Alisyani, 2018

**OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA  
SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA  
FUZZY**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

64	Bus 380-3	140	0.4228	0.3572
65	Bus 390-3	793	0.4228	0.3572
66	Bus 386-3	510	0.4608	0.3572
67	Bus 495-1	1006	0.4228	0.3572
68	Bus 385-3	3301	0.4608	0.3572
69	Bus 394-3	793	0.4608	0.3572
70	Bus 396-3	1583	0.4608	0.3572

### 3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, yakni untuk menentukan berapa besar kapasitas kapasitor untuk meminimalkan drop tegangan dan rugi daya yang mengalir pada saluran distribusi penyulang Ciwaru. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah menentukan perbandingan penentuan lokasi yang optimal dengan suatu perhitungan. Dan disimulasikan menggunakan Logika Fuzzy pada Matlab.

### 3.3. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian mengenai perbaikan kualitas tegangan dan rugi rugi daya menggunakan kapasitor pada penyulang Ciwaru ini ada beberapa kegiatan yang telah dilakukan penulis berkaitan dengan pengumpulan data, adapun kegiatan tersebut adalah:

#### a. Observasi (Pengamatan Langsung)

Pengambilan data dengan metode observasi (pengamatan langsung dilakukan dengan cara mencari data-data teknis secara langsung ke lapangan. Penulis melakukan observasi langsung ke lapangan, agar lebih mengetahui keadaan *real* pada sistem dan juga supaya mendapatkan data yang paling baru.

#### b. Wawancara

Pengambilan data dengan metode wawancara dilakukan dengan cara konsultasi langsung dengan karyawan PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Area Sukabumi. Penulis melakukan wawancara kepada narasumber dengan maksud agar mendapat informasi yang lebih akurat terkait jatuh tegangan pada penyulang tersebut.

#### c. Diskusi

Elitya Dwi Alisyani, 2018

**OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen pembimbing di Departemen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia dan pihak-pihak lain yang membantu terlaksananya penelitian ini.

d. Dokumentasi/literature

Pengambilan data dengan metode dokumentasi/literature dilakukan dengan cara mengumpulkan materi-materi yang berhubungan dengan penelitian ini, baik berasal dari buku ajar, internet, jurnal atau artikel ilmiah ataupun buku panduan dari PT. PLN (Persero). Selain itu, pengambilan data teknis terkait penelitian ini berasal dari PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Area Sukabumi.

e. Matlab R2014a

Melakukan simulasi optimasi dengan menggunakan program Matlab R2014a untuk mengetahui penempatan kapasitor yang optimal.

f. Program ETAP 12.6.0

Melakukan simulasi analisis aliran daya dengan menggunakan program *ETAP Power Station 12.6.0* untuk menghitung aliran daya.

### 3.4. Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini *instrument* yang digunakan adalah *software* ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) versi 12.6 bertujuan untuk menganalisis aliran daya dimana diketahui drop tegangan pada saluran penyulang tersebut dan Matlab R2014a untuk mengetahui lokasi penempatan kapasitor yang optimal. Hasil dari *software* ETAP 12.6 dan Matlab R2014a akan dijadikan perhitungan untuk perbaikan kualitas tegangan dan rugi-rugi.

Setelah data berhasil dikumpulkan, maka penulis membuat rancangan dan kerangka penelitian ini direncanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan survey dan mencari data operasi dan gambar diagram satu garis penyulang Ciwaru
2. Membuat model sistem tenaga listrik 20 kV penyulang Ciwaru pada *software* ETAP 12.6
3. Melakukan input data: *power grid*, trafo, bus, beban dan parameter-parameter saluran
4. Melakukan analisis aliran daya pada penyulang Ciwaru

Elitya Dwi Alisyani, 2018

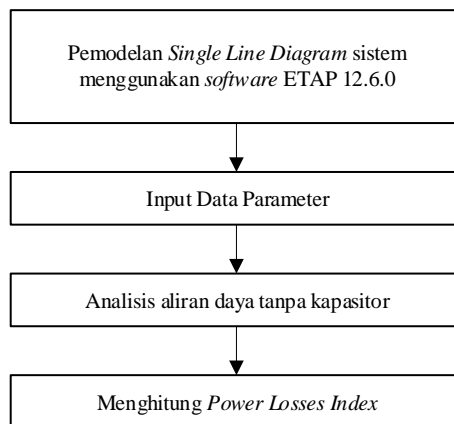
**OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

5. Melakukan perhitungan *Power Loss Index* (PLI).
6. Melakukan *membership function*.
7. Menentukan urutan kandidat bus yang memiliki sensitivitas maksimum.
8. Melakukan alokasi kapasitor, dengan menentukan kandidat bus untuk instalasi kapasitor.

### 3.5. Analisis Aliran Daya

Untuk menyelesaikan analisis aliran daya, digunakan *software* ETAP 12.6.0. Alir penelitian tersebut diperlihatkan pada gambar bagan alir penelitian dibawah ini:

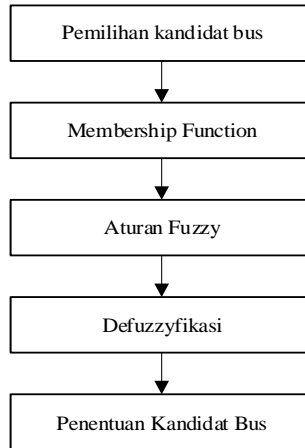


Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Analisis Aliran Daya

### 3.6. Logika Fuzzy

Untuk menyelesaikan Simulink logika fuzzy pada *software* Matlab R2014a. Alir penelitian tersebut diperlihatkan pada gambar bagan alir penelitian dibawah ini:





Gambar 3.4 Diagram Alir Tahapan Logika Fuzzy

### 3.6.1. Logika Fuzzy untuk Pemilihan Kandidat Bus

Dalam pemilihan kandidat bus sebagai lokasi penempatan kapasitor, banyak parameter – parameter yang dapat digunakan sebagai pertimbangan, misalnya *power loss indices* (PLI) atau indeks rugi-rugi daya (Prasad, Sivanagaraju, & Sreenivasulu, 2007). Pada program simulasi ini kandidat bus dapat ditentukan sendiri tetapi sebaiknya mengacu pada indeks rugi-rugi daya. Pemilihan kandidat bus tergantung dari tujuan yang akan dicapai. Nilai indeks rugi-rugi daya (PLI) dapat dirumuskan dalam persamaan matematis sebagai berikut :

$$PLI_{(n)} = \frac{(X_{(n)} - Y)}{(Z - Y)} \quad (3.1)$$

dimana :

- PLI = indeks rugi-rugi daya
- X = pengurangan rugi-rugi daya aktif
- Y = pengurangan rugi-rugi daya aktif minimum
- Z = pengurangan rugi-rugi daya aktif maksimum
- n = nomor bus

Sebelum menentukan nilai indeks rugi-rugi daya maka harus terlebih dahulu menghitung pengurangan rugi-rugi daya aktif. Pengurangan rugi-rugi daya aktif diperoleh dari selisih antara jumlah rugi-rugi daya aktif pada kondisi awal dan jumlah rugi-rugi daya aktif

Elitya Dwi Alisyani, 2018

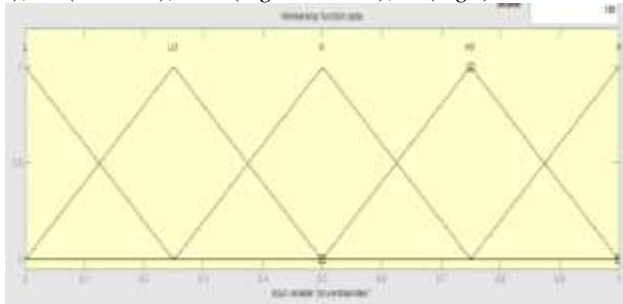
**OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

setelah dilakukan kompensasi daya reaktif (K, Handoko, & Winardi, 2012).

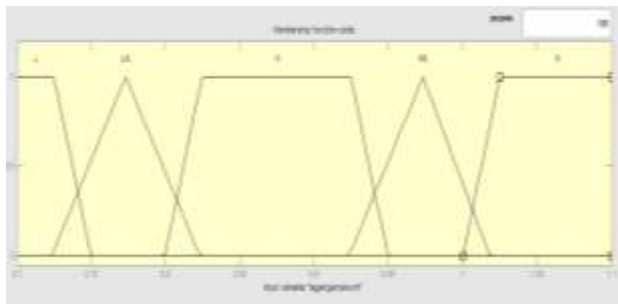
### 3.6.2. Membership Function

Pemilihan kandidat bus dilakukan menggunakan logika fuzzy. Metode yang digunakan adalah metode mamdani dengan menggunakan toolbox pada Matlab R2014a. Logika fuzzy disini mempunyai input tegangan dan PLI, sedangkan outputnya adalah CSI (*Capacitor suitability index*). PLI mempunyai range antara 0 sampai 1, untuk tegangan per unit mempunyai range antara 0.7 sampai 1.1 pu, sedangkan outputnya (CSI) mempunyai range antara 0 sampai 1. Fungsi keanggotaan dari PLI dibagi menjadi lima yaitu: L (*low*), LM (*low medium*), M (*medium*), HM (*high medium*), H (*high*).



Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan *Power Loss Index*

Fungsi keanggotaan dari tegangan per unit dibagi menjadi lima yaitu: L (*low*), LN (*low normal*), N (*normal*), HN (*high normal*), H (*high*).



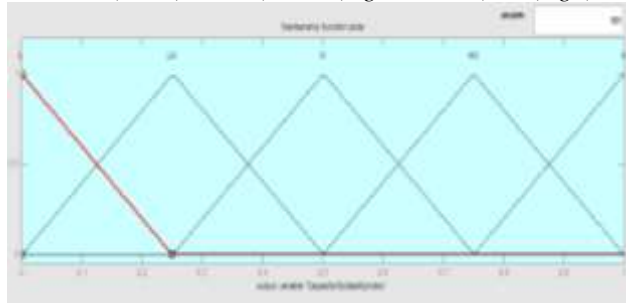
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Tegangan Per Unit

Elitya Dwi Alisyani, 2018

**OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Fungsi keanggotaan dari PLI dibagi menjadi lima yaitu: L (*low*), LM (*low medium*), M (*medium*), HM (*high medium*), H (*high*).



Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Output (CSI)

### 3.6.3. Fuzzy Reasoning

Untuk masalah alokasi kapasitor, aturan yang ditetapkan untuk menentukan kandidat bus untuk instalasi kapasitor dinyatakan dalam bentuk berikut: *if (input1 adalah fungsi keanggotaan 1) and/or (input2 adalah fungsi 2) and/or ... then(output adalah fungsi keanggotaan keluaran).*

Elitya Dwi Alisyani, 2018

**OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Table 3.2 Aturan Fuzzy Untuk Menentukan Lokasi Kapasitor Yang Optimal

AND		Tegangan				
		L	LN	N	HN	H
P L I	L	LM	LM	L	L	L
	LM	M	LM	LM	L	L
	M	HM	M	LM	L	L
	HM	HM	HM	M	LM	L
	H	H	HM	M	LM	LM

Elitya Dwi Alisyani, 2018

*OPTIMASI PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG CIWARU MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)