

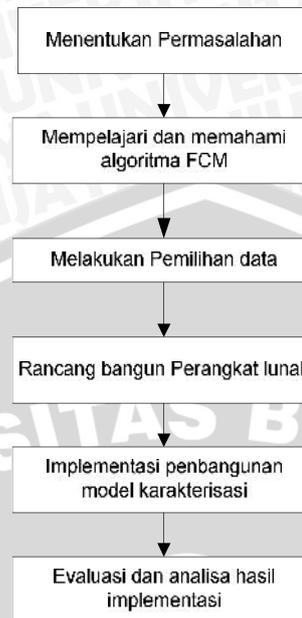
BAB III

METODE DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi mengenai metodologi dari penelitian yang dilakukan serta perancangan dari sistem yang akan dibuat. Langkah- langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Penentuan permasalahan dalam segmentasi penggunaan listrik PLN, yaitu bagaimana menerapkan algoritma *fuzzy c-means* serta akurasi dari metode yang digunakan.
2. Mempelajari serta mendalami algoritma *fuzzy c-means* dari berbagai literatur.
3. Pemilihan data (menentukan data apa yang akan digunakan dalam penelitian). Sebagaimana diketahui bahwa data pelanggan dari perusahaan PLN cukup banyak. Untuk itu perlu dilakukan pemilihan data yang sesuai dengan permasalahan.
4. Perancangan dan pembangunan perangkat lunak dengan implementasi proses *clustering* dengan algoritma *fuzzy c- means*.
5. Implementasi pembangunan model segmentasi dengan algoritma *fuzzy c- means* dengan data pelanggan PLN Blitar.
6. Evaluasi dan analisis hasil implementasi.

Langkah-langkah penelitian ini dapat digambarkan seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan-tahapan Penelitian

3.1 Analisa Sistem

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai deskripsi sistem dan batasan sistem.

3.1.1 Dekripsi Umum Sistem

Perangkat lunak yang dibangun merepresentasikan proses segmentasi penggunaan listrik dari data pelanggan. Proses *clustering* menggunakan algoritma *fuzzy c-means*. Pada uji coba penelitian ini, data yang digunakan adalah data tagihan pelanggan PLN, khususnya pelanggan PLN rayon blitar berdaya besar.

Dengan menggunakan algoritma *fuzzy c-means*, data-data hasil *clustering* tersebut akan menampilkan hasil pengelompokkan. Proses *cluster* data dilakukan dengan menentukan titik pusat suatu data serta menghitung jarak antar data berdasar kesamaan antar data, selain itu juga ditentukan seberapa besar nilai keanggotaan suatu data menjadi milik *cluster* tertentu.

3.1.2 Tujuan Sistem

Tujuan dari pembangunan sistem ini adalah memberikan kemudahan bagi perusahaan PLN untuk mengetahui kategorisasi pelanggan pengguna listrik berdasar

analisa *cluster* data tagihan pelanggan. Sehingga dapat diketahui kecenderungan kelompok pengguna listrik berdaya besar untuk membantu pengambilan keputusan.

3.1.3 Batasan Sistem

Batasan dari sistem yang dikembangkan, yaitu :

1. Data pengujian yang dilakukan adalah data pelanggan penggunaan listrik PLN berdaya besar.
2. Sistem hanya menguji berdasarkan data tagihan dan data pemakaian listrik.
3. Data yang digunakan dalam pengujian sistem adalah data historis 2 bulan terakhir dari pelanggan PLN rayon Blitar.
4. Data pengujian berupa data kategorikal dan data asli.
5. Proses *clustering* menggunakan algoritma *fuzzy c-means*.

3.2 Analisis Data

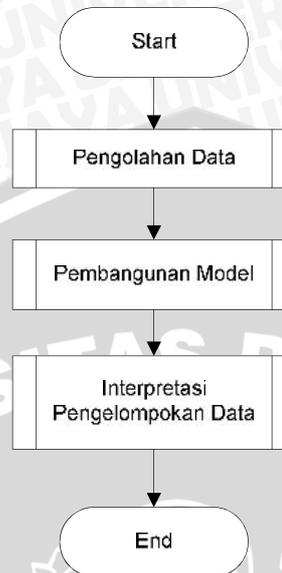
Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data asli. Data yang digunakan merupakan data tagihan pelanggan PLN berdaya besar atau pelanggan dengan golongan bisnis dan industri. Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Data Tagihan Listrik
Berisikan data-data pembayaran listrik bulan tertentu. Diharapkan dapat diketahui jumlah pembayaran, lama berlangganan dan daya tiap-tiap pelanggan listrik
2. Data Pemakaian Listrik
Data yang berisikan tentang pemakaian Kwh listrik, waktu penggunaan listrik dan kurun waktu berlangganan.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

3.3.1 Perancangan Proses

Pada sistem yang dibangun, terdapat tiga proses utama yaitu proses pengolahan data, proses pembangunan model, dan proses interpretasi pengelompokan data. Alur proses dapat ditunjukkan pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Alur Proses

3.3.2 Proses Pengolahan Data

Proses yang pertama dilakukan oleh sistem yaitu proses pengolahan data, dimana akan dilakukan penyeleksian data untuk diolah. Data yang akan digunakan dalam proses permodelan *clustering* tentu harus dilakukan penyeleksian dan penyesuaian sesuai kebutuhan, karena data pelanggan yang ada di PT. PLN sangat banyak. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pelanggan PLN dengan daya besar atau berada pada golongan bisnis dan industri wilayah Blitar. Pada penelitian ini digunakan data historis dua bulan terakhir rincian tagihan untuk masing-masing pelanggan. Pada data mentah dari perusahaan, terdapat 22 jenis variabel seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Variabel Data

No	Variabel	No	Variabel
1	THBLREK	12	Materai
2	Id pelanggan	13	Biaya Tagihan (biaya n)
3	Nama	14	Denda (biaya n)
4	Kode Gardu	15	Pemakaian KWH (n)
5	Tarif (biaya n)	16	Jam Nyala (n)
6	Daya (n)	17	Pemakaian KVARH
7	Kode proses	18	Daya Maks
8	Tagihan listrik (biaya n)	19	DLPD
9	PPN	20	Jam Nyala 600
10	Tagihan PJU (biaya n)	21	Jam Nyala 400
11	Angsuran	22	Lama Berlangganan (n)

Variabel yang dijadikan *input* atau variabel *independent* untuk proses pembentukan segmen penggunaan listrik berdaya besar. Dari 21 jenis variabel yang ada, tidak semuanya memiliki pengaruh yang signifikan dalam pemisahan karakteristik pengguna listrik. Data yang dibutuhkan adalah berupa data nominal yang berhubungan dengan tagihan pelanggan listrik. Variabel 1,2,3 dan 4 adalah informasi pelanggan. Variabel 5, 6, 8, 9, 10,12, 13, dan 14 adalah variabel yang berpengaruh pada biaya pemakaian listrik selama 1 bulan dan dapat dijadikan acuan untuk dilakukan segmentasi data pengguna listrik.

Variabel 15 adalah variabel pemakaian Kwh listrik, sehingga tidak lagi dibutuhkan variabel 17. Variabel 18 sudah dapat diwakilkan oleh variabel 6. Untuk variabel 20 dan 21 dapat dihilangkan karena sudah didapatkan nilai yang sesuai dari variabel 16. Sisanya merupakan variabel tambahan yang dapat dihilangkan.

Setelah di analisa, maka hanya tersisa 10 variabel yang sudah memenuhi syarat dalam segmentasi pelanggan pengguna listrik dalam daya besar. Seperti pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Variabel input

No	Variabel	No	Variabel
X1	Id pelanggan	X6	Lama Berlangganan (bulan)
X2	Nama	X7	Biaya Tagihan (biaya n)
X3	Tarif (biaya n)	X8	Denda (biaya n)
X4	Daya (n)	X9	Pemakaian KWH (n)
X5	Tagihan listrik (biaya n)	X10	Jam Nyala (n)

3.3.3 Proses Pembangunan Model

Setelah sistem mendapatkan data untuk diolah, proses yang akan terjadi pada sistem selanjutnya yaitu proses pembangunan model yang dalam permasalahan ini.

3.3.3.1 Sistem Mendapatkan Data Pelanggan

Data pelanggan yang akan diolah merupakan data dari PT PLN yang telah di seleksi sesuai dengan kebutuhan. Variabel data input yang dibutuhkan dalam pembangunan model segmentasi pelanggan dapat dilihat dalam tabel 3.2. Selain menggunakan data nominal asli, pengujian juga dilakukan dengan menggunakan data kategori.

Data yang ada secara umum berisikan nominal angka, yang memiliki rentang sangat besar. Untuk itu perlu dilakukan penyederhanaan data dengan proses pengkategorisasian. Berikut ini adalah jenis kategori yang akan diaplikasikan. Sebagai contoh, untuk variabel daya listrik akan dikategorikan ke dalam lima kelas yaitu Sangat Tinggi (bersimbol 5), Tinggi (bersimbol 4), Sedang (bersimbol 3), Rendah (bersimbol 2) dan Sangat Rendah (bersimbol 1). Untuk kategori Sangat Tinggi, memiliki rentang nilai $x > 200.000$ VA. Untuk kategori Tinggi, memiliki rentang nilai $100.000 \text{ VA} < x \leq 200.000 \text{ VA}$. Untuk kategori Sedang, memiliki rentang nilai $50.000 \text{ VA} < x \leq 100.000 \text{ VA}$. Untuk kategori Rendah, memiliki rentang nilai $20.000 \text{ VA} < x \leq \text{Rp } 50.000 \text{ VA}$. Untuk kategori Sangat Rendah, memiliki

rentang nilai $0 \leq VA \leq 20.000$ VA. Hasil pengkategorian dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tingkat Kategori Untuk Variabel Tagihan

Kode	Pengertian	Daya	Tagihan Listrik
1	Sangat rendah	$0 \leq \dots < 20.000$	$0 \leq \dots < 10$
2	Rendah	$20.000 < \dots < 50.000$	$10 < \dots < 30$
3	Sedang	$50.000 < \dots < 100.000$	$30 < \dots < 50$
4	Tinggi	$100.000 < \dots < 200.000$	$50 < \dots < 100$
5	Sangat tinggi	$200.000 < \dots$	$100 < \dots$

Kode	Pengertian	KWH	Jam Nyala
1	Sangat rendah	$0 \leq \dots < 1000$	$0 \leq \dots < 40$
2	Rendah	$1000 < \dots < 3000$	$40 < \dots < 80$
3	Sedang	$3000 < \dots < 10.000$	$80 < \dots < 150$
4	Tinggi	$10.000 < \dots < 30.000$	$150 < \dots < 300$
5	Sangat tinggi	$30.000 < \dots$	$300 < \dots$

Pada tabel 3.5 merupakan contoh data input yang akan di *cluster*, namun data tersebut telah dikategorikan berdasar ketentuan kategori pada tabel 3.3.



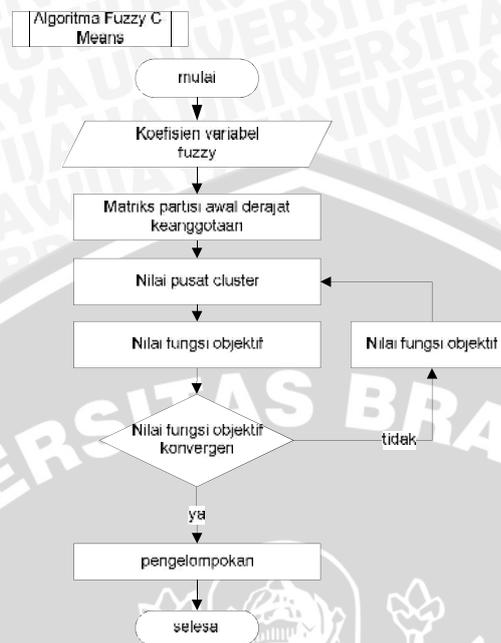
Tabel 3.5 Contoh data pelanggan terkategoriisasi

id	Bulan (N)					Berlangganan (bulan)
	Daya (Watt)	Tagihan(Rp)	Kwh (m)	Jam nyala		
1	3	3	3	2		67
2	4	5	5	4		43
3	2	3	3	3		24
4	2	3	3	3		66
5	2	4	3	4		23
6	3	4	3	4		12
7	2	3	2	2		23
8	3	5	4	4		43
9	4	5	5	4		5
10	4	5	5	4		78

3.3.3.2 Clustering Dengan Algoritma Fuzzy C-Means

Setelah data untuk permodelan didapatkan, maka sistem membangun model segmentasi pelanggan pengguna listrik dengan menggunakan algoritma *fuzzy c-means* (proses utama dari proses *learning*). Pada proses inilah algoritma *fuzzy c-means* diterapkan. Alur dari algoritma *clustering fuzzy c-means* dapat dilihat pada gambar 3.3.





Gambar 3.3 Proses *clustering* dengan FCM

Pada dasarnya, proses *clustering* dengan FCM memiliki langkah sebagai berikut :

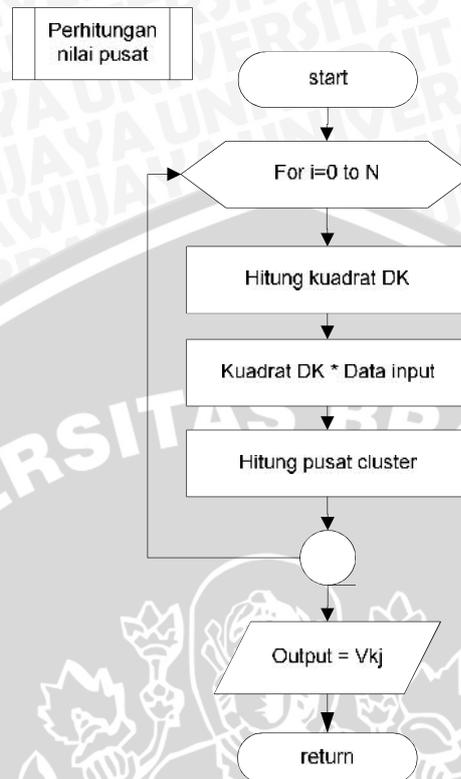
1. Sistem menerima data koefisien variabel *fuzzification*

Pada proses ini, user menginputkan variabel data yang digunakan dalam algoritma FCM.

2. Sistem menentukan partisi awal derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan didapatkan dengan cara membangkitkan nilai random dengan matriks $n \times m$.
3. Sistem menghitung nilai pusat kelompok

Perhitungan nilai pusat kelompok yang terdapat pada persamaan 2.9 pada bab 2.

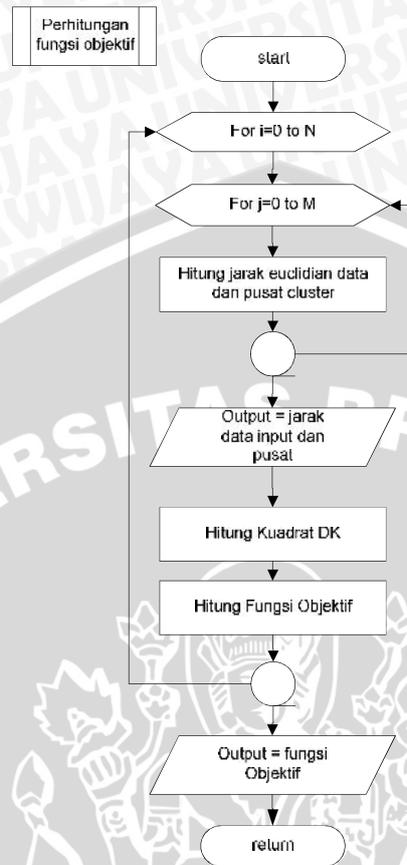
Proses perhitungan nilai pusat dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Proses perhitunga nilai pusat *cluster*

4. Sistem menghitung nilai fungsi objektif

Perhitungan nilai fungsi objektif terdapat pada persamaan 2.10 pada bab 2. Fungsi objektif menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. Proses perhitungan fungsi objektif dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Proses perhitungan nilai fungsi objektif

5. Apabila nilai fungsi objektif konvergen, maka akan dilanjutkan pada proses berikutnya. Apabila tidak konvergen, maka akan kembali pada proses 3. Perulangan didasarkan pada minimisasi fungsi objektif.
6. Setelah nilai fungsi objektif konvergen, maka dilakukan pengelompokkan, berdasarkan derajat keanggotaan dengan matriks yang telah *terupdate*. *Update* matriks yang dilakukan, berdasarkan persamaan 2.11.
7. Didapatkan data matriks yang telah *tercluster* setelah dilakukan *update* matriks.

3.3.4 Report Matriks Klasifikasi

Setelah dilakukan proses *clustering*, sistem menghasilkan data yang telah *tercluster* berupa matriks klasifikasi derajat keanggotaan. Untuk memudahkan user, maka sistem perlu menerjemahkan hasil klasifikasi matriks sehingga bisa menjadi data yang bisa dibaca oleh user.

3.4 Perhitungan Manual

Proses *clustering* data terdiri dari beberapa parameter, yaitu:

1. Jumlah tagihan tiap bulan. Dalam hal ini meliputi data tagihan listrik, besar daya listrik, dan lama berlangganan.
2. Pemakaian Kwh
3. Lama pemakaian listrik dalam 1 bulan

Data yang digunakan dalam contoh perhitungan manual adalah data yang telah terkategoriisasi dan data asli. Proses *clustering* akan dilakukan pada bulan ke-N dan N-1. Adapun langkah-langkah perhitungan pada algoritma FCM adalah sebagai berikut:

1. Input data yang akan di *cluster* X, berupa matriks berukuran $n \times m$ (n =jumlah sampel data, m = atribut data)
2. Menentukan variabel perhitungan dalam FCM, dalam perancangan proses hitung ini, dimasukkan contoh nilai sebagai variabel masukan perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Variabel masukan

Banyaknya <i>cluster</i>	c	3
Pembobot	w	2
Maksimum iterasi	maxiter	100
Error	e	0.01
Fungsi objektif	P0	0
Iterasi awal	iterasi	1

3. Membangkitkan matriks partisi awal U berupa bilangan random $\mu_{jk}, j=1,2,3,4,$
 $k= 2$ (dengan nilai antara 0-1), sebagai elemen – elemen matriks partisi awal U

0.383	0.585	0.867
0.099	0.188	0.089
0.149	0.987	0.277
0.464	0.458	0.786
0.267	0.154	0.351
0.132	0.387	0.98
0.144	0.202	0.176
0.034	0.266	0.224
0.81	0.087	0.968
0.046	0.068	0.508

Kemudian dengan menerapkan persamaan 2.7 didapatkan nilai Q_j yang nantinya akan digunakan dalam proses perhitungan mendapatkan nilai μ_{ik} .

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{jk}$$

$$Q_1 = 0.383 + 0.099 + 0.149 + 0.464 + 0.267 + 0.132 + 0.144 + 0.034 + 0.81 + 0.046 = 2.582$$

Dengan $i = 1,2,..n$ dan menerapkan persamaan 2.8 yang digunakan untuk mendapatkan nilai μ_{ik} .

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{jk}}{Q_j}$$

$$\mu_{i1k} = \frac{\mu_{11}}{Q_{j1}} = \frac{0.383}{2.582} = 0.151503165$$

Setelah menghitung nilai tiap μ_{ik} , maka akan terbentuk matriks partisi awal U.

0.151503165	0.172974571	0.165901263
0.039161392	0.055588409	0.017030233
0.058939873	0.291839148	0.05300421
0.183544304	0.135422827	0.150401837
0.105617089	0.045535186	0.067164179
0.05221519	0.114429332	0.187523919
0.056962025	0.059727972	0.033677765

0.013449367	0.078651685	0.04286261
0.320411392	0.025724423	0.185227708
0.018196203	0.020106446	0.097206276

4. Menghitung pusat kluster ke-k: V_{kj} , dengan $k=1,2$ dan $j=1,2..4$

Pada iterasi pertama dilakukan perhitungan pusat kluster dengan menggunakan persamaan 2.9

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^2 * X_{ij})}{\sum_{i=1}^{10} (\mu_{ik})^2}$$

Dengan persamaan tersebut, didapatkan 3 pusat *cluster* V_{kj} dengan $k= 1,2,3$; dan $j= 1,2...5$ yang dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Perhitungan pusat *cluster*

Vkj	1	2	3	4	5
1	3.291101368	4.227252478	4.132133594	3.507788904	26.4986868
2	2.353908562	3.22061773	3.067263845	2.950907066	36.79673327
3	3.092897019	3.941267328	3.635876576	3.40748054	35.49113812

Contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai pusat *cluster* pada variabel Daya listrik.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{10} ((\mu_{ik})^2 * X_{ij}) &= ((\mu_{11})^2 * X_{11}) + ((\mu_{21})^2 * X_{21}) + ((\mu_{31})^2 * X_{31}) + \\ & ((\mu_{41})^2 * X_{41}) + \dots ((\mu_{101})^2 * X_{101}) \\ &= ((0.151503165)^2 * 3) + ((0.039161392)^2 * 4) + \\ & ((0.058939873)^2 * 2) + ((0.183544304)^2 * 2) + \\ & \dots ((0.018196203)^2 * 4) \\ &= 0.440067 + 0.039204 + 0.044402 + 0.430592 + \dots 0.008464 \\ &= 0.598818392 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{10}(\mu_{ik})^2 &= (\mu_{11})^2 + (\mu_{21})^2 + (\mu_{31})^2 + (\mu_{41})^2 + \dots (\mu_{101})^2 \\ &= ((0.151503165)^2) + ((0.039161392)^2) + ((0.058939873)^2) + \\ & \quad ((0.183544304)^2) + \dots \dots \dots ((0.018196203)^2) \\ &= 0.181950759 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{11} &= \frac{0.598818392}{0.181950759} \\ &= 3.291101368 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan matriks pusat *cluster* seperti yang telah tercantum di atas, berikut merupakan contoh perhitungan pusat *cluster* secara lebih rinci. Tahapan perhitungan pusat *cluster* dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Tahapan perhitungan pusat *cluster*

Derajat Keanggotaan <i>cluster 1</i>	Data <i>Cluster</i>				
	μ_{11}	μ_{12}	μ_{13}	μ_{14}	μ_{15}
0.151503165	3	3	3	2	67
0.039161392	4	5	5	4	43
0.058939873	2	3	3	3	24
0.183544304	2	3	3	3	66
0.105617089	2	4	3	4	23
0.05221519	3	4	3	4	12
0.056962025	2	3	2	2	23
0.013449367	3	5	4	4	43
0.320411392	4	5	5	4	5
0.018196203	4	5	5	4	78

Rincian perhitungan pusat *cluster* dapat dilihat pada tabel 3.9.



Tabel 3.9 Tabel Rincian perhitungan pusat *cluster*

Derajat Keanggotaan <i>cluster</i> <i>I</i>		Data <i>Cluster</i>				
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
0.1515	0.022953	0.068860	0.0688596	0.0688596	0.0459064	1.53786499
0.0392	0.001534	0.006134	0.0076680	0.0076680	0.0061344	0.06594543
0.0589	0.003474	0.006948	0.0104217	0.0104217	0.0104217	0.08337380
0.1835	0.033689	0.067377	0.1010655	0.1010655	0.1010655	2.22344175
0.1056	0.011155	0.022310	0.0446198	0.0334649	0.0446198	0.25656429
0.0522	0.002726	0.008179	0.0109057	0.0081792	0.0109057	0.03271711
0.0570	0.003245	0.006489	0.0097340	0.0064893	0.0064893	0.07462746
0.0134	0.000181	0.000543	0.0009044	0.0007235	0.0007235	0.00777807
0.3204	0.102663	0.410654	0.5133173	0.5133173	0.4106538	0.51331730
0.0182	0.000331	0.001324	0.0016555	0.0016555	0.0013244	0.02582593

Perhitungan tersebut akan terus dilakukan hingga *cluster* terakhir dan didapatkan pusat *cluster* seperti yang telah dituliskan pada tabel 3.9.

5. Menentukan fungsi objektif.

Fungsi objektif pada iterasi pertama P1 dapat dihitung menggunakan persamaan 2.10 dengan rincian perhitungan pada tabel 3.10.

$$P_1 = \sum_{i=1}^{10} \sum_{k=1}^3 \left(\left[\sum_{j=1}^5 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{i1})^2 \right)$$



Contoh perhitungan untuk mencari nilai fungsi objektif.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^5 (X_{ij} - V_{1j})^2 &= (X_{11} - V_{11})^2 + (X_{12} - V_{12})^2 + (X_{13} - V_{13})^2 + (X_{14} - V_{14})^2 + (X_{15} - V_{15})^2 \\ &= (3 - 3.291)^2 + (3 - 4.227)^2 + (3 - 4.132)^2 + (2 - 3.507)^2 + (67 - 26.498)^2 \\ &= 0.0847 + 1.5061 + 1.2817 + 2.273 + 1640.356 \\ &= 1645.502 \\ P1 &= 1645.502 * 0.022953 = 37.76956059 \end{aligned}$$

Tabel 3.10 Perhitungan fungsi objektif

Kuadrat derajat keanggotaan data ke-1			P1	P2
$\frac{U_{ij}^2}{U_{ij}^2}$	$\frac{U_{ij}^2}{U_{ij}^2}$	$\frac{U_{ij}^2}{U_{ij}^2}$		
0.022953209	0.029920202	0.027523229	37.76956059	27.33546114
0.001533615	0.003090071	0.000290029	0.42080619	0.152008025
0.003473909	0.085170089	0.002809446	0.038060502	13.96254928
0.033688511	0.018339342	0.022620713	52.72475775	15.6436723
0.011154969	0.002073453	0.004511027	0.172716786	0.398492111
0.002726426	0.013094072	0.03516522	0.577654161	8.079146792
0.003244672	0.003567431	0.001134192	0.072139844	0.686969581
0.000180885	0.006186088	0.001837203	0.049424233	0.272402798
0.10266346	0.000661746	0.034309304	47.66548189	0.67613505
0.000331102	0.000404269	0.00944906	0.878903203	0.690661963

Lanjutan

P3	P1 + P2 + P3
27.41556729	92.52058902
0.017557961	0.590372175
0.378424101	14.37903389
21.11511053	89.48354058
0.712660263	1.283869161
19.4323382	28.08913916
0.184607909	0.943717334
0.106550843	0.428377874
32.04026358	80.38188052
17.11375035	18.68331552
Ptotal	326.7838352



6. Memperbaiki matriks partisi U dengan persamaan sebagai berikut, persamaan ini merupakan penurunan dari persamaan 2.11. Perhitungan secara rinci dapat dilihat pada tabel 3.11 dan 3.12.

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^5 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}}{\sum_{k=1}^3 \left[\sum_{j=1}^5 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}}$$

Tabel 3.11 Tabel perhitungan perubahan matriks

L 1	L 2	L 3	TOTAL LT
0.000607717	0.001094556	0.001003927	0.0027062
0.003644468	0.020328343	0.016518368	0.040491178
0.091273328	0.006099895	0.007424068	0.104797292
0.000638951	0.001172317	0.001071304	0.002882572
0.064585323	0.005203248	0.006329842	0.076118413
0.004719824	0.001620725	0.001809624	0.008150172
0.044977535	0.005192996	0.006143788	0.056314319
0.003659854	0.022709339	0.017242504	0.043611697
0.002153832	0.000978719	0.001070818	0.004203369
0.000376722	0.000585336	0.000552133	0.00151419

Tabel 3.12 Tabel perbaikan matriks

L1 / LT	L2/LT	L3/LT
0.224564709	0.404462397	0.370972894
0.090006467	0.502043744	0.407949789
0.870951214	0.058206612	0.070842174
0.22165987	0.406691302	0.371648828
0.848484887	0.068357282	0.083157831
0.579107272	0.198857706	0.222035022
0.798687357	0.092214494	0.109098149
0.08391909	0.520716706	0.395364204
0.512406168	0.232841445	0.254752387



Dengan perbaikan matriks tercantum sebagai berikut :

0.224564709	0.404462397	0.370972894
0.090006467	0.502043744	0.407949789
0.870951214	0.058206612	0.070842174
0.22165987	0.406691302	0.371648828
0.848484887	0.068357282	0.083157831
0.579107272	0.198857706	0.222035022
0.798687357	0.092214494	0.109098149
0.08391909	0.520716706	0.395364204
0.512406168	0.232841445	0.254752387
0.248794116	0.35656694	0.364638944

7. Mengecek kondisi berhenti.

Iterasi tersebut akan terus berlanjut hingga ($|Pt - Pt-1| < \xi$) atau ($t > MaxIter$).

Misalkan didapatkan nilai akhir derajat keanggotaan dan pusat *cluster* sebagai berikut

3.291101368	4.227252478	4.132133594	3.507788904	26.4986868
2.353908562	3.22061773	3.067263845	2.950907066	36.79673327
3.092897019	3.941267328	3.635876576	3.40748054	35.49113812

Maka dapat diterjemahkan seperti pada tabel 3.13.

Tabel 3.13 Hasil Pusat *cluster*

C	Daya	Tagihan	Kwh	Jam	Berlangganan
1	3.29110136	4.22725247	4.13213359	3.5077889	26.498686
2	2.35390856	3.22061773	3.06726384	2.9509070	36.796733
3	3.09289701	3.94126732	3.63587657	3.4074805	35.491138

Banyak kolom matriks merupakan variabel data, maka dapat disimpulkan :

1. *Cluster* ke 1 adalah kelompok pelanggan dengan daya sedang (rata-rata 3,29), tagihan tinggi (rata-rata 4,22), pemakaian kwh listrik tinggi (rata-rata 4,13), jam pemakaian listrik sedang (3,5), dan berlangganan dalam kurun waktu rata-rata 26 bulan.

2. *Cluster* ke 2 adalah kelompok pelanggan dengan daya rendah (rata-rata 2,35), tagihan sedang (rata-rata 3,22), pemakaian kwh listrik sedang (rata-rata 3,06), jam pemakaian listrik rendah (2,9), dan berlangganan dalam kurun waktu rata-rata 36 bulan.
3. *Cluster* ke 3 adalah kelompok pelanggan dengan daya sedang (rata-rata 3,09), tagihan tinggi (rata-rata 3,94), pemakaian kwh listrik sedang (rata-rata 3,63), jam pemakaian listrik sedang (3,4), dan berlangganan dalam kurun waktu rata-rata 35 bulan.

Selain pusat *cluster* FCM juga memberikan hasil matriks derajat keanggotaan seperti pada tabel 3.14.

Tabel 3.14 hasil *clustering*

id	<i>Cluster</i> ke 1	<i>Cluster</i> ke 2	<i>Cluster</i> ke 3	kelas
1	0.224564709	0.404462397	0.370972894	2
2	0.090006467	0.502043744	0.407949789	2
3	0.870951214	0.058206612	0.070842174	1
4	0.22165987	0.406691302	0.371648828	2
5	0.848484887	0.068357282	0.083157831	1
6	0.579107272	0.198857706	0.222035022	1
7	0.798687357	0.092214494	0.109098149	1
8	0.08391909	0.520716706	0.395364204	2
9	0.512406168	0.232841445	0.254752387	1
10	0.248794116	0.35656694	0.364638944	2

Tabel 3.14 menunjukkan matriks partisi (yang berisi derajat keanggotaan) setiap data pada setiap *cluster*. Misalkan pada ID 1, derajat keanggotaan pelanggan 1 pada *cluster* 1 sebesar 0.224, pada *cluster* 2 sebesar 0.404, pada *cluster* 3 sebesar

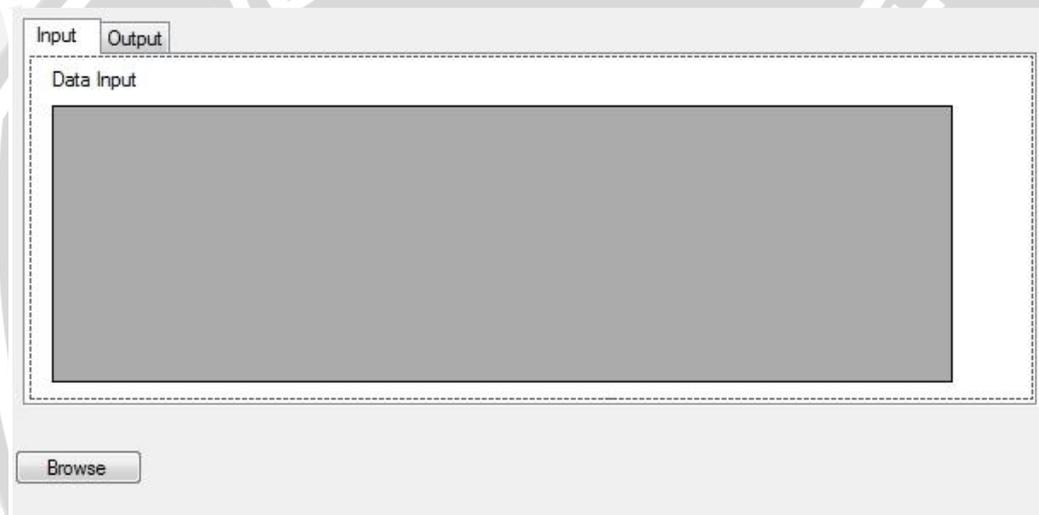
0.370. Derajat keanggotaan terbesar ada pada *cluster* ke-2, sehingga pelanggan tersebut lebih cenderung untuk menjadi anggota *cluster* 2.

3.5 Perancangan Antarmuka

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai antar muka dari sistem yang akan dibuat.

1. *Interface* awal dan input data pelanggan

Form ini merupakan form pengantar yang berisi judul sistem. Menu ini dirancang untuk memproses seluruh input data pada data pelanggan. Perancangan antar muka untuk form input data pelanggan dapat dilihat pada gambar 3.5.

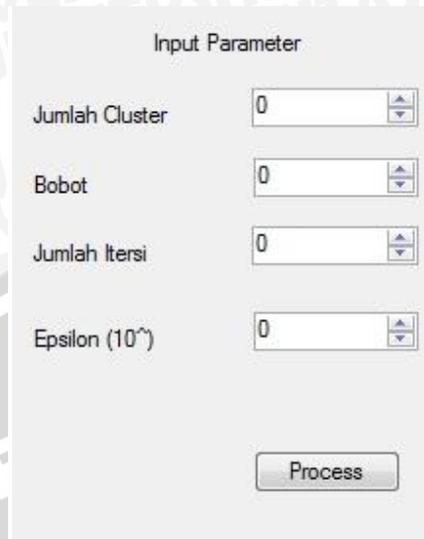


Gambar 3.6 Form input data

Dalam form tersebut terdapat *button browse* untuk mengambil file atau data pengujian dan kemudian data yang telah di ambil di tampilkan dalam data *gridview*.

2. *Clustering* algoritma FCM

Pada menu yang sama, terdapat bagian input parameter yang digunakan untuk menentukan jumlah *cluster* data, menentukan besar bobot, iterasi, dan error terkecil. Proses FCM adalah eksekusi program untuk mengolah data. Gambar 3.7 adalah gambar rancangan pengklusteran dengan metode FCM.



Input Parameter

Jumlah Cluster 0

Bobot 0

Jumlah Iterasi 0

Epsilon ($10^$) 0

Process

Gambar 3.7 Form *clustering*

Dalam form tersebut terdapat *button proses* yang berfungsi untuk menyimpan masukan yang diisikan oleh user. Setelah user memasukkan parameter pengujian, user dapat melihat hasil dari perhitungan FCM pada menu *output* yang menampilkan nilai hasil perhitungan FCM.

3. Hasil *Clustering*

Menu ini dirancang untuk melihat hasil akhir data pelanggan PLN. Dalam menu antar muka ini, terdapat fasilitas bagi *user* untuk melihat data dan melihat *report* pelanggan.



Gambar 3.8 Form Hasil Permodelan

Dalam form tersebut terdapat *view* yang menampilkan data hasil *cluster*. Hasil *cluster* yang ditampilkan adalah berupa pusat *cluster* yang ditampilkan dalam *grid view*, kemudian data hasil *cluster* dan rasio index untuk validasi data *cluster*.

3.6 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi

Perancangan pengujian perangkat lunak ini dimaksudkan agar dapat mengetahui kinerja dari perangkat lunak. Selain itu, sebagai bahan untuk mengevaluasi hasil dari implementasi analisa dan perancangan perangkat lunak.

3.6.1 Bahan Pengujian

Bahan yang digunakan adalah data tagihan pelanggan listrik PLN rayon Blitar dengan variabel data *input* yang telah dicantumkan pada tabel 3.2. Data uji yang digunakan adalah data nominal asli dan data kategori.

3.6.2 Tujuan Pengujian

Beberapa hal yang menjadi tujuan pengujian sistem *clustering* antara lain :

1. Menerapkan program yang telah dibuat dengan menggunakan data yang ada.
2. Mengetahui banyak pelanggan tiap *cluster* dalam pengujian.
3. Evaluasi pengaruh jumlah *cluster* terhadap validasi data.
4. Evaluasi pengaruh jumlah *epsilon* dan maksimum iterasi terhadap validasi data.

3.6.3 Skenario Pengujian

Pengujian yang dilaksanakan meliputi pengujian hasil sistem. Hasil sistem kemudian di analisa untuk menentukan hasil dari implementasi. Beberapa skenario pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Evaluasi pengaruh jumlah *cluster* terhadap akurasi.
Pada uji coba ini, akan dilakukan percobaan dengan menggunakan *cluster* berbeda yaitu 3, 4, dan 5. Berdasar percobaan tersebut, akan diketahui pengaruh jumlah *cluster* terhadap akurasi pengelompokkan. Perancangan tabel uji coba pengaruh *cluster* terhadap rasio dapat dilihat pada tabel 3.15.
2. Mengetahui data keanggotaan *cluster* yang menunjukkan pelanggan tersebut termasuk dalam *cluster* berapa serta mengetahui pusat masing–masing *cluster*. Perancangan tabel data pelanggan dapat dilihat pada tabel 3.16 dan 3.17.
3. Evaluasi pengaruh minimum eror dan maksimal iterasi terhadap akurasi. Perancangan tabel uji coba pengaruh minimum eror dan iterasi terhadap rasio dapat dilihat pada tabel 3.18.

Tabel 3.15 Tabel Perancangan Validasi Pengelompokkan Terhadap Jumlah *Cluster* Dan Nilai Parameter *Fuzzy*

<i>Cluster</i>	Rasio
3	
4	
5	

Tabel 3.16 Tabel Perancangan Data *Cluster*

Data	<i>Cluster</i> ke-1	<i>Cluster</i> ke-2	<i>Cluster</i> ke-n	kelas

Tabel 3.17 Tabel perancangan pusat *cluster*

<i>cluster</i>	Var-1	Var-2	Var-n

Tabel 3.18 Tabel Perancangan Validasi Pengelompokkan Terhadap Nilai Error Dan Iterasi Maksimal

e	Iterasi maksimum	rasio

