

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisis Sistem

Pengenalan gejala penyakit jantung pada setiap individu tergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit jantung. Pencegahan terhadap penyakit jantung sangat penting dilakukan agar angka kematian yang diakibatkan oleh penyakit jantung dapat berkurang, selain itu penderita yang memiliki penyakit jantung akan sangat merugikan bagi penderita dan bagi keluarga. Melakukan pengenalan sejak dini mungkin faktor penyakit jantung sangat dianjurkan. Deteksi dini pada penyakit jantung dapat dilakukan dengan mengenali faktor-faktor berupa data kesehatan yaitu Usia, jenis kelamin, tingkat nyeri dada, tekanan darah, tingkat kolesterol, kadar gula darah, *resting electrocardiographic result* (rekam jantung (*elektrokardiografi*)), detak jantung, *exercise induced angina* (induksi angina), *st depression induced by exercise relative to rest* (tingkat depresi). Kemudian dokter akan menganalisa data dan mendiagnosis status penyakit jantung dalam kategori status beresiko dan tidak beresiko.

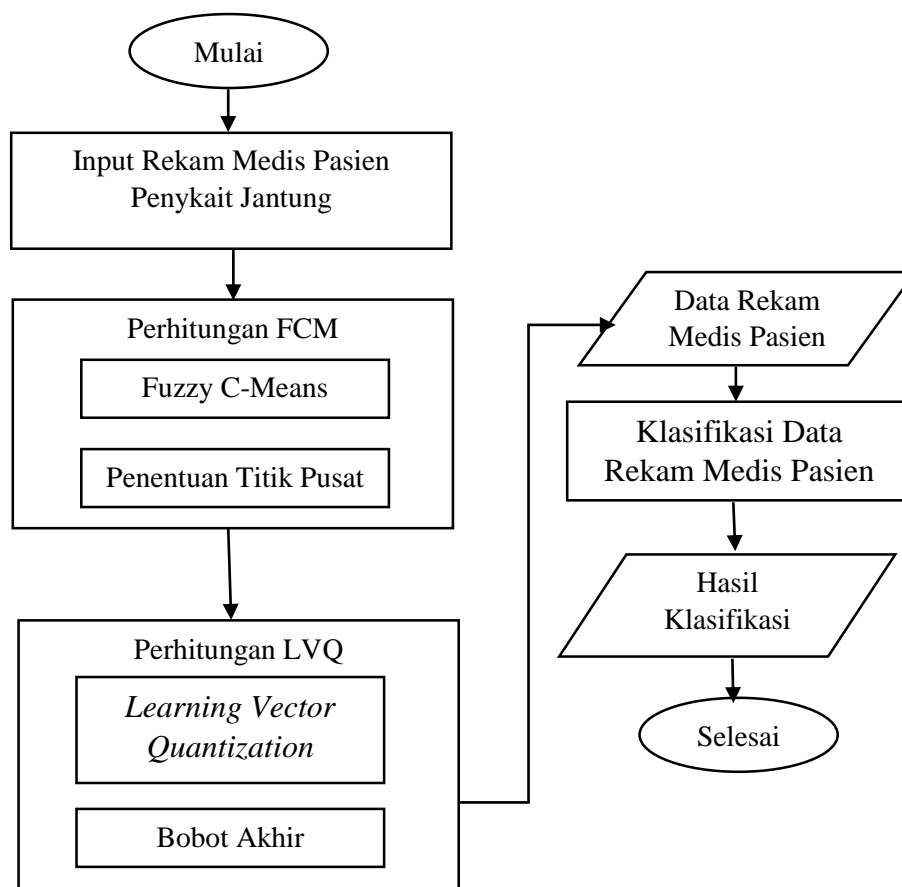
Proses diagnosis penyakit jantung tidaklah mudah karena banyaknya faktor resiko yang beragam dan saling mempengaruhi, contohnya tekanan darah dapat menyebabkan penyakit *stroke* juga dapat berpengaruh terhadap kolesterol. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem pendukung keputusan untuk membantu dalam menentukan resiko penyakit jantung dalam kategori status beresiko dan tidak beresiko.

3.2 Hasil Analisis

Hasil analisis yang didapat adalah dengan menggunakan sistem ini dokter bisa mendapatkan informasi status resiko penyakit jantung berupa beresiko dan tidak beresiko. Pembuatan aplikasi dengan memanfaatkan metode jaringan syaraf tiruan dengan *Learning Vector Quantization* yang

memerlukan data titik pusat, data tersebut diperoleh dari data rekam medis pasien dengan diagnosis status beresiko dan tidak beresiko, yang nantinya akan diolah terlebih dahulu dengan menggunakan *clustering* metode *Fuzzy C-Means* mencari titik pusat dari masing-masing kategori status beresiko dan tidak beresiko. Lalu akan diolah dengan metode *Learning Vector Quantization*. Hasil yang diperoleh dari perhitungan metode tersebut berupa hasil prediksi status penentu resiko penyakit jantung pasien.

Sistem yang dibangun merupakan aplikasi klasifikasi tingkat resiko penyakit jantung menggunakan teknik jaringan syaraf tiruan dengan metode *Learning Vector Quantization*. Sistem ini menghasilkan nilai keluaran kategori status resiko penyakit jantung yang tergolong ke dalam 2 kelas, yaitu kelas beresiko dan kelas tidak beresiko. Terdapat beberapa atribut yang dibutuhkan untuk mengklasifikasi status resiko penyakit jantung pada pasien, diantaranya Usia, Jenis Kelamin, Tingkat Nyeri Dada, Tekanan Darah, Tingkat Kolestrol, Kadar Gula Darah, *Resting Electrocardiographic Result* (Rekam Jantung (*Elektrokardiografi*)), Detak Jantung, *Exercise Induced Angina* (Induksi Angina), *ST Depression Induced By Exercise Relative To Rest* (Tingkat Depresi). Diagram alir sistem pengklasifikasian untuk mendiagnosis resiko penyakit jantung dengan *Learning Vector Quantization* ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Flowchart System Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung

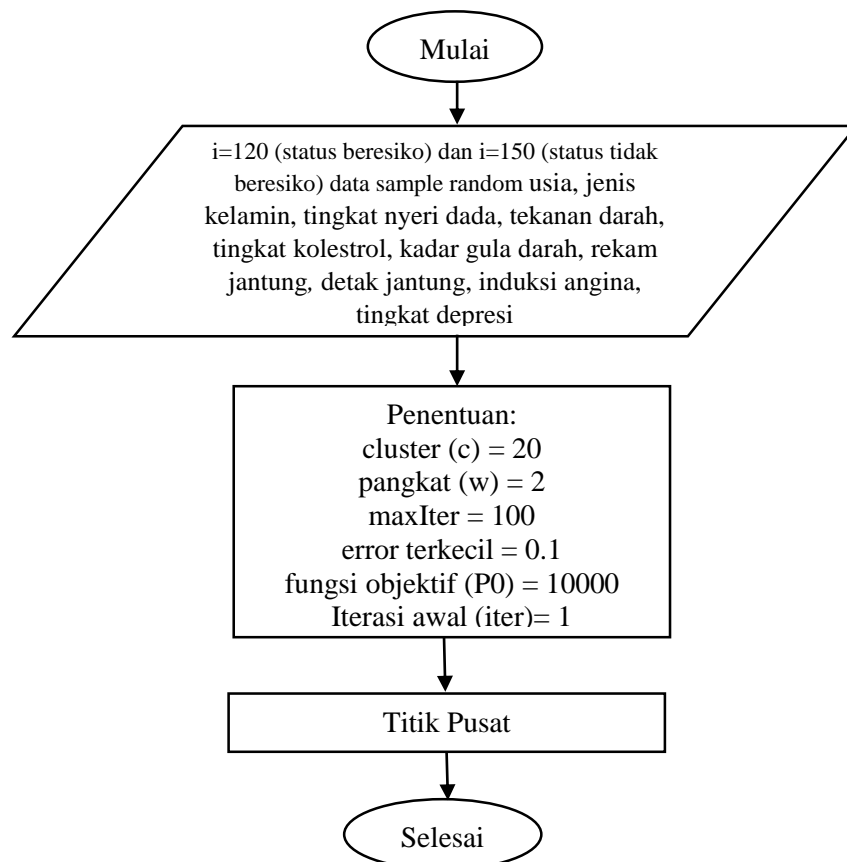
Diagram alir sistem penentu resiko penyakit jantung menjelaskan bahwa tahap analisis dimulai dari memasukkan rekam medis pasien penyakit jantung selanjutnya masuk ke tahap penggunaan metode fuzzy c-means untuk hasil penentuan titik pusat. Kemudian dilakukan proses perhitungan metode *Learning Vector Quantization* yang menghasilkan bobot akhir. Selanjutnya data rekam medis pasien penyakit jantung yang akan dilakukan klasifikasi. Sistem akan melakukan klasifikasi data rekam medis pasien penyakit jantung dengan menggunakan bobot akhir yang sudah ditentukan. Sistem menghasilkan *output* hasil klasifikasi.

3.2.1 Penggunaan Metode

Untuk proses mencari titik pusat akan diolah dengan menggunakan proses perhitungan fuzzy c-means. Oleh karena itu, proses mencari titik pusat akan diolah dalam proses perhitungan *fuzzy c-means* untuk masing-masing kategori status, untuk pengolahan klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Learning Vector Quantization*.

1. Fuzzy C-Means

Perhitungan fuzzy c-means digunakan sebagai penentuan titik pusat data dengan menggunakan pembangkit nilai bebas dari data dengan penentuan nilai iterasi untuk fungsi objektif awal, berikut alur proses perhitungan fuzzy C-means dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



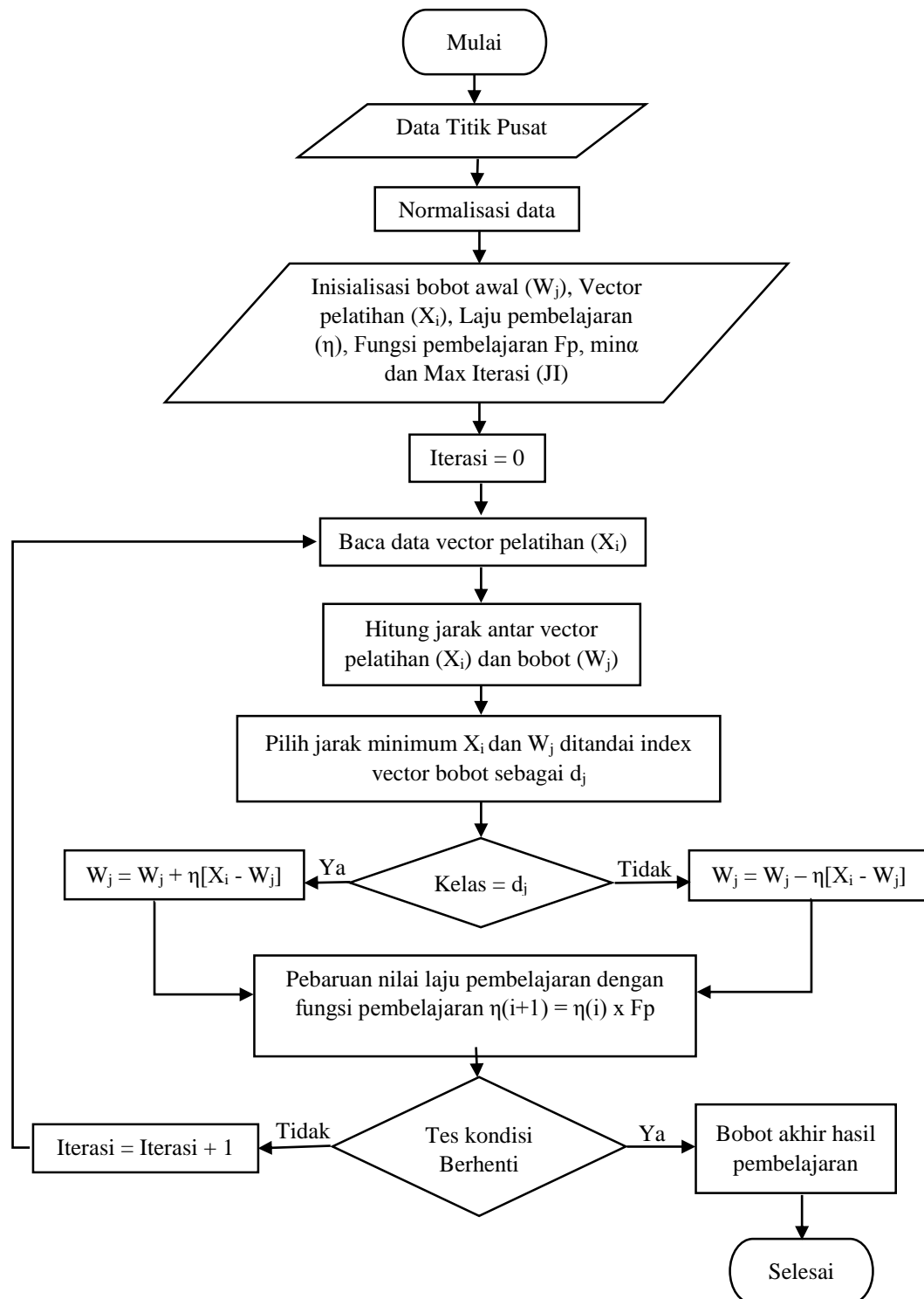
Gambar 3.2 Alur Proses Metode Fuzzy C-Means

Keterangan:

1. Untuk proses penentuan nilai cluster dengan menggunakan 120 data untuk kategori status beresiko dan 150 data untuk kategori status tidak beresiko lalu random dari setiap atribut.
2. Proses cluster data.
3. Menggunakan pangkat 2.
4. Proses nilai iterasi sebanyak 100 kali dengan $e = 0.1$.
5. Penentuan objektif data dengan 10000.
6. Kemudian ditemukan hasil titik pusat.

2. *Learning Vector Quantization*

Algoritma *Learning Vector Quantization* dimulai dengan memasukkan data set berupa data titik pusat yang sudah di *clustering* dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*, kemudian sistem akan melakukan normalisasi pada setiap nilai atribut. Lalu memasukkan nilai bobot awal, laju pembelajaran, fungsi pembelajaran, $\min\alpha$, dan jumlah iterasi. Kemudian mencari jarak terdekat antara suatu vektor masukan ke bobot yang bersangkutan, dan mengecek kondisi berhenti. Untuk lebih jelasnya, berikut ini adalah alur diagram dari algoritma *Learning Vector Quantization* digambarkan pada **Gambar 3.3**:



Gambar 3.3 Alur Proses LVQ

Keterangan:

1. Masukkan data titik pusat terdiri dari data rekam medis (usia, jenis kelamin, tingkat nyeri dada, tekanan darah, tingkat kolestrol, kadar gula darah, *Resting Electrocardiographic Result* (Rekam Jantung (*Elektrokardiografi*)), detak jantung, *Exercise Induced Angina* (Detak Jantung), *ST Depression Induced By Exercise Relative To Rest* (Tingkat Depresi) dan status diagnosis.
2. Lakukan normalisasi data.
3. Tentukan bobot awal, laju pembelajaran, fungsi pembelajaran, $\min\alpha$, jumlah maksimal iterasi.
4. Selanjutnya melakukan perhitungan jarak tiap vektor terkecil sebagai pemenang.
5. Vektor pemenang tersebut akan mengalami pembaharuan bobot, dan hanya vektor pemenang saja yang akan mengalami pembaharuan bobot.
6. Pembaruan nilai laju pembelajaran dengan fungsi pembelajaran (α).
7. Tes kondisi berhenti jika α lebih kecil dari $\min\alpha$ atau iterasi lebih besar dari Max Iterasi maka berhenti, jika tidak iterasi ditambah satu. Ulangi langkah ke-4.
8. Setelah perhitungan selesai akan di dapat bobot akhir training yang akan digunakan untuk klasifikasi data rekam medis yang akan diuji.

3.3 Representasi Data

Data rekam medis pasien penyakit jantung akan diproses terlebih dahulu menggunakan metode *Fuzzy C-Means* untuk mengasilkan nilai titik pusat yang nantinya akan digunakan sebagai data latih. Data latih tersebut akan diproses pada metode *Learning Vector Quantization* untuk mendapatkan nilai bobot akhir yang nantinya digunakan untuk mengklasifikasikan data rekam medis pasien penyakit jantung. Berikut data

pasien resiko penyakit jantung kategori status beresiko ditampilkan pada tabel 3.1, dan data pasien resiko penyakit jantung kategori status tidak beresiko ditampilkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.1 Data Pasien Penyakit Jantung Kategori Status Beresiko

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status
1	58	L	A	125	300	S	DLVH	171	T	0	Beresiko
2	60	L	A	125	258	S	DLVH	141	Y	2.8	Beresiko
3	51	L	A	140	299	S	N	173	Y	1.6	Beresiko
4	56	L	NAP	130	256	B	DLVH	142	Y	0.6	Beresiko
5	64	L	NAP	125	309	S	N	131	Y	1.8	Beresiko
6	63	L	A	130	330	B	DLVH	132	Y	1.8	Beresiko
7	35	L	A	126	282	S	DLVH	156	Y	0	Beresiko
8	57	L	A	165	289	B	DLVH	124	T	1	Beresiko
9	58	P	TA	136	319	B	DLVH	152	T	0	Beresiko
10	40	L	A	152	223	S	N	181	T	0	Beresiko
11	53	L	A	140	203	B	DLVH	155	Y	3.1	Beresiko
12	54	L	A	122	286	S	DLVH	116	Y	3.2	Beresiko
13	56	L	A	130	283	B	DLVH	103	Y	1.6	Beresiko
14	56	P	A	200	288	B	DLVH	133	Y	4	Beresiko
15	35	L	A	120	198	S	N	130	Y	1.6	Beresiko

Tabel 3.2 Data Pasien Penyakit Jantung Kategori Status Tidak Beresiko

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status
1	59	L	A	138	271	S	N	182	T	0	Tidak Beresiko
2	51	L	TA	125	213	S	DLVH	125	Y	1.4	Tidak Beresiko
3	41	P	NAP	112	268	S	DLVH	172	Y	0	Tidak Beresiko
4	63	L	TA	145	233	B	DLVH	150	T	2.3	Tidak Beresiko
5	50	P	NAP	120	219	S	N	158	T	1.6	Tidak Beresiko
6	46	P	A	105	204	S	N	172	T	0	Tidak Beresiko
7	52	L	TA	152	298	B	N	178	T	1.2	Tidak Beresiko
8	56	L	TA	120	193	S	DLVH	162	T	1.9	Tidak Beresiko
9	55	L	A	130	262	S	N	155	T	0	Tidak Beresiko
10	69	L	TA	160	234	B	DLVH	131	T	0.1	Tidak Beresiko
11	65	P	NAP	140	417	B	DLVH	157	T	0.8	Tidak Beresiko
12	52	L	A	128	205	B	N	184	T	0	Tidak Beresiko

13	71	P	NAP	110	265	B	DLVH	130	T	0	Tidak Beresiko
----	----	---	-----	-----	-----	---	------	-----	---	---	----------------

Tabel 3.2 Data Pasien Penyakit Jantung Kategori Status Tidak Beresiko

(lanjutan)

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status
14	61	L	NAP	150	243	B	N	137	Y	1	Tidak Beresiko
15	45	L	A	104	208	S	DLVH	148	Y	3	Tidak Beresiko

Keterangan :

1. Age (Usia)
2. Sex (Jenis Kelamin) :
 - a. L = Laki-laki
 - b. W = Wanita
3. CP (Tingkat Nyeri Dada) :
 - a. TA = *Typical Angina*
 - b. AA = *Atypical Angina*
 - c. NAP = *Non Anginal Pain*
 - d. A = *Asymptomatic*
4. RBP (Tekanan Darah)
5. SC (Tingkat Kolesterol)
6. FBS (Kadar Gula Darah):
 - a. S = Salah
 - b. B = Benar
7. RER (Rekam Jantung):
 - a. N = Normal
 - b. STTWA = *ST-T Were Abnormaly*
 - c. DLVH = *Definite Left Venticular Hypertrophy*
8. MHR (Detak Jantung)
9. EIA (*Induksi Angina*):
 - a. Y = Ya
 - b. T = Tidak
10. STDEP (Tingkat Depresi)

3.4 Perhitungan *Fuzzy C-Means* Menentukan Titik Pusat

Data yang digunakan 15 data pasien dengan kategori status beresiko dan 15 data pasien dengan kategori status tidak beresiko, dari masing-masing kategori terlebih dahulu dicari titik pusat. Data yang digunakan untuk mencari titik pusat dengan *clustering* menggunakan metode *Fuzzy C-Means* adalah data yang terdapat pada tabel 3.1 dan table 3.2. Langkah-langkah perhitungan *clustering* menggunakan *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut.

1. Menghitung FCM untuk kategori status beresiko penyakit jantung:

- a. Menggunakan 15 data kategori statuts beresiko pasien penyakit jantung seperti pada tabel 3.1, untuk atribut sex, cp, rbp, rer, dan eia terlebih dahulu dirubah menjadi numerik dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Data Pasien Penyakit Jantung Berupa Numerik Kategori Status Beresiko

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status
1	58	1	4	125	300	0	2	171	0	0	Beresiko
2	60	1	4	125	258	0	2	141	1	2.8	Beresiko
3	51	1	4	140	299	0	0	173	1	1.6	Beresiko
4	56	1	3	130	256	1	2	142	1	0.6	Beresiko
5	64	1	3	125	309	0	0	131	1	1.8	Beresiko
6	63	1	4	130	330	1	2	132	1	1.8	Beresiko
7	35	1	4	126	282	0	2	156	1	0	Beresiko
8	57	1	4	165	289	1	2	124	0	1	Beresiko
9	58	0	1	136	319	1	2	152	0	0	Beresiko
10	40	1	4	152	223	0	0	181	0	0	Beresiko
11	53	1	4	140	203	1	2	155	1	3.1	Beresiko
12	54	1	4	122	286	0	2	116	1	3.2	Beresiko
13	56	1	4	130	283	1	2	103	1	1.6	Beresiko
14	56	0	4	200	288	1	2	133	1	4	Beresiko
15	35	1	4	120	198	0	0	130	1	1.6	Beresiko

- b. Jumlah *cluster* (*c*) yang dicari adalah 5, pangkat untuk matriks partisi (*w*) adalah 2, nilai fungsi objektif awal (P_0) adalah 10000, maksimum

iterasi (maxIter) untuk mengecek kondisi berhenti adalah 100 iterasi dan ambang batas yang digunakan adalah 0,1.

- c. Membangkitkan matriks *pseudo-partition* kategori status beresiko untuk data ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) dan *cluster* ke- k ($k = 1, 2, 3, \dots, k$). Jumlah untuk setiap data (baris) adalah 1. Matriks *pseudo-partition* kategori status beresiko secara *random* dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Matriks *pseudo-partition* Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	u1	u2	u3	u4	u5
1	0,1755	0,1934	0,1526	0,1997	0,2788
2	0,1098	0,1564	0,1	0,1793	0,4545
3	0,1374	0,1096	0,1774	0,1907	0,3849
4	0,1252	0,1354	0,1488	0,1183	0,4723
5	0,1628	0,1645	0,137	0,1121	0,4236
6	0,1096	0,1704	0,1271	0,113	0,4799
7	0,1027	0,1357	0,1046	0,126	0,531
8	0,1848	0,1031	0,191	0,152	0,3691
9	0,1679	0,1729	0,1877	0,1415	0,33
10	0,1938	0,1599	0,1931	0,1834	0,2698
11	0,103	0,1726	0,1029	0,1894	0,4321
12	0,1769	0,1262	0,158	0,1895	0,3494
13	0,1626	0,153	0,1515	0,1974	0,3355
14	0,1463	0,1219	0,1573	0,1621	0,4124
15	0,1852	0,1295	0,194	0,165	0,3263

- d. Hitung *centroid* setiap *cluster* menggunakan persamaan 2.3. Berikut ini adalah contoh perhitungan *centroid* atau titik pusat.

$$u_{11}^w = 0,1755^2 = 0,0308$$

$$u_{11}^w \cdot x_{11} = 0,1755^2 \times 58 = 0,0308 \times 58 = 1,7864$$

$$u_{11}^w \cdot x_{12} = 0,1755^2 \times 1 = 0,0308 \times 1 = 0,0308$$

$$u_{11}^w \cdot x_{13} = 0,1755^2 \times 4 = 0,0308 \times 4 = 0,1232$$

$$u_{11}^w \cdot x_{14} = 0,1755^2 \times 125 = 0,0308 \times 125 = 3,85$$

$$u_{11}^w \cdot x_{15} = 0,1755^2 \times 300 = 0,0308 \times 300 = 9,2401$$

$$u_{11}^w \cdot x_{16} = 0,1755^2 \times 0 = 0,0308 \times 0 = 0$$

$$u_{11}^w \cdot x_{17} = 0,1755^2 \times 2 = 0,0308 \times 2 = 0,0616$$

$$u_{11}^w \cdot x_{18} = 0,1755^2 \times 171 = 0,0308 \times 171 = 5,2668$$

$$u_{11}^w \cdot x_{19} = 0,1755^2 \times 0 = 0,0308 \times 0 = 0$$

$$u_{11}^w \cdot x_{20} = 0,1755^2 \times 0 = 0,0308 \times 0 = 0$$

Hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 1* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 1										
	$(u_{i1})^2$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i1}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i2}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i3}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i4}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i5}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i6}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i7}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i8}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i9}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i10}$
1	0,0308	1,7864	0,0308	0,1232	3,85	9,2401	0	0,0616	5,2668	0	0
2	0,0121	0,7234	0,0121	0,0482	1,507	3,1105	0	0,0241	1,6999	0,0121	0,0338
3	0,0189	0,9628	0,0189	0,0755	2,643	5,6447	0	0	3,266	0,0189	0,0302
4	0,0157	0,8778	0,0157	0,047	2,0378	4,0128	0,0157	0,0314	2,2259	0,0157	0,0094
5	0,0265	1,6962	0,0265	0,0795	3,313	8,1897	0	0	3,472	0,0265	0,0477
6	0,012	0,7568	0,012	0,048	1,5616	3,964	0,012	0,024	1,5856	0,012	0,0216
7	0,0105	0,3692	0,0105	0,0422	1,329	2,9743	0	0,0211	1,6454	0,0105	0
8	0,0342	1,9466	0,0342	0,1366	5,6349	9,8697	0,0342	0,0683	4,2347	0	0,0342
9	0,0282	1,635	0	0,0282	3,8339	8,9927	0,0282	0,0564	4,2849	0	0
10	0,0376	1,5023	0,0376	0,1502	5,7089	8,3755	0	0	6,7981	0	0
11	0,0106	0,5623	0,0106	0,0424	1,4853	2,1536	0,0106	0,0212	1,6444	0,0106	0,0329
12	0,0313	1,6899	0,0313	0,1252	3,8178	8,95	0	0,0626	3,6301	0,0313	0,1001
13	0,0264	1,4806	0,0264	0,1058	3,437	7,4822	0,0264	0,0529	2,7232	0,0264	0,0423
14	0,0214	1,1986	0	0,0856	4,2807	6,1643	0,0214	0,0428	2,8467	0,0214	0,0856
15	0,0343	1,2005	0,0343	0,1372	4,1159	6,7912	0	0	4,4589	0,0343	0,0549
Jumlah	0,3504	18,3883	0,3008	1,2749	48,5558	95,9153	0,1485	0,4664	49,7826	0,2197	0,4927

Tabel 3.6 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 2* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 2										
	$(u_{i2})^2$	$(u_{i2})^2 * X_{i1}$	$(u_{i2})^2 * X_{i2}$	$(u_{i2})^2 * X_{i3}$	$(u_{i2})^2 * X_{i4}$	$(u_{i2})^2 * X_{i5}$	$(u_{i2})^2 * X_{i6}$	$(u_{i2})^2 * X_{i7}$	$(u_{i2})^2 * X_{i8}$	$(u_{i2})^2 * X_{i9}$	$(u_{i2})^2 * X_{i10}$
1	0,0374	2,1694	0,0374	0,1496	4,6754	11,2211	0	0,0748	6,396	0	0
2	0,0245	1,4677	0,0245	0,0978	3,0576	6,3109	0	0,0489	3,449	0,0245	0,0685
3	0,012	0,6126	0,012	0,048	1,6817	3,5916	0	0	2,0781	0,012	0,0192
4	0,0183	1,0267	0,0183	0,055	2,3833	4,6933	0,0183	0,0367	2,6033	0,0183	0,011
5	0,0271	1,7319	0,0271	0,0812	3,3825	8,3616	0	0	3,5449	0,0271	0,0487
6	0,029	1,8293	0,029	0,1161	3,7747	9,5819	0,029	0,0581	3,8328	0,029	0,0523
7	0,0184	0,6445	0,0184	0,0737	2,3202	5,1929	0	0,0368	2,8727	0,0184	0
8	0,0106	0,6059	0,0106	0,0425	1,7539	3,072	0,0106	0,0213	1,3181	0	0,0106
9	0,0299	1,7339	0	0,0299	4,0656	9,5363	0,0299	0,0598	4,544	0	0
10	0,0256	1,0227	0,0256	0,1023	3,8863	5,7017	0	0	4,6278	0	0
11	0,0298	1,5789	0,0298	0,1192	4,1707	6,0475	0,0298	0,0596	4,6176	0,0298	0,0924
12	0,0159	0,86	0,0159	0,0637	1,943	4,555	0	0,0319	1,8475	0,0159	0,051
13	0,0234	1,3109	0,0234	0,0936	3,0432	6,6247	0,0234	0,0468	2,4111	0,0234	0,0375
14	0,0149	0,8321	0	0,0594	2,9719	4,2796	0,0149	0,0297	1,9763	0,0149	0,0594
15	0,0168	0,587	0,0168	0,0671	2,0124	3,3205	0	0	2,1801	0,0168	0,0268
Jumlah	0,3336	18,0134	0,2888	1,1992	45,1227	92,0906	0,156	0,5043	48,2992	0,2301	0,4774

Tabel 3.7 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 3* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 3										
	$(u_{i3})^2$	$(u_{i3})^2 * X_{i1}$	$(u_{i3})^2 * X_{i2}$	$(u_{i3})^2 * X_{i3}$	$(u_{i3})^2 * X_{i4}$	$(u_{i3})^2 * X_{i5}$	$(u_{i3})^2 * X_{i6}$	$(u_{i3})^2 * X_{i7}$	$(u_{i3})^2 * X_{i8}$	$(u_{i3})^2 * X_{i9}$	$(u_{i3})^2 * X_{i10}$
1	0,0233	1,3506	0,0233	0,0931	2,9108	6,986	0	0,0466	3,982	0	0

Tabel 3.7 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 3* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Cluster 3										
	$(u_{i3})^2$	$(u_{i3})^2 * X_{i1}$	$(u_{i3})^2 * X_{i2}$	$(u_{i3})^2 * X_{i3}$	$(u_{i3})^2 * X_{i4}$	$(u_{i3})^2 * X_{i5}$	$(u_{i3})^2 * X_{i6}$	$(u_{i3})^2 * X_{i7}$	$(u_{i3})^2 * X_{i8}$	$(u_{i3})^2 * X_{i9}$	$(u_{i3})^2 * X_{i10}$
2	0,01	0,6	0,01	0,04	1,25	2,58	0	0,02	1,41	0,01	0,028
3	0,0315	1,605	0,0315	0,1259	4,4059	9,4098	0	0	5,4444	0,0315	0,0504
4	0,0221	1,2399	0,0221	0,0664	2,8784	5,6682	0,0221	0,0443	3,1441	0,0221	0,0133
5	0,0188	1,2012	0,0188	0,0563	2,3461	5,7996	0	0	2,4587	0,0188	0,0338
6	0,0162	1,0177	0,0162	0,0646	2,1001	5,331	0,0162	0,0323	2,1324	0,0162	0,0291
7	0,0109	0,3829	0,0109	0,0438	1,3786	3,0854	0	0,0219	1,7068	0,0109	0
8	0,0365	2,0794	0,0365	0,1459	6,0194	1,0543	0,0365	0,073	4,5236	0	0,0365
9	0,0352	2,0434	0	0,0352	4,7915	11,2388	0,0352	0,0705	5,3552	0	0
10	0,0373	1,4915	0,0373	0,1492	5,6677	8,3151	0	0	6,7491	0	0
11	0,0106	0,5612	0,0106	0,0424	1,4824	2,1494	0,0106	0,0212	1,6412	0,0106	0,0328
12	0,025	1,3481	0,025	0,0999	3,0456	7,1397	0	0,0499	2,8958	0,025	0,0799
13	0,023	1,2853	0,023	0,0918	2,9838	6,4955	0,023	0,0459	2,3641	0,023	0,0367
14	0,0247	1,3856	0	0,099	4,9487	7,1261	0,0247	0,0495	3,2909	0,0247	0,099
15	0,0376	1,3173	0,0376	0,1505	4,5163	7,4519	0	0	4,8927	0,0376	0,0602
Jumlah	0,3626	18,9092	0,3027	1,304	50,7252	99,3195	0,1683	0,475	5,1991	0,2304	0,4996

Tabel 3.8 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 4* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 4										
	$(u_{i4})^2$	$(u_{i4})^2 * X_{i1}$	$(u_{i4})^2 * X_{i2}$	$(u_{i4})^2 * X_{i3}$	$(u_{i4})^2 * X_{i4}$	$(u_{i4})^2 * X_{i5}$	$(u_{i4})^2 * X_{i6}$	$(u_{i4})^2 * X_{i7}$	$(u_{i4})^2 * X_{i8}$	$(u_{i4})^2 * X_{i9}$	$(u_{i4})^2 * X_{i10}$
1	0,0399	2,313	0,0399	0,1595	4,985	1,1964	0	0,0798	6,8195	0	0
2	0,0321	1,9289	0,0321	0,1286	4,0186	8,2943	0	0,0643	4,5329	0,0321	0,09

Tabel 3.8 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 4* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Cluster 4										
	$(u_{i4})^2$	$(u_{i4})^2 * X_{i1}$	$(u_{i4})^2 * X_{i2}$	$(u_{i4})^2 * X_{i3}$	$(u_{i4})^2 * X_{i4}$	$(u_{i4})^2 * X_{i5}$	$(u_{i4})^2 * X_{i6}$	$(u_{i4})^2 * X_{i7}$	$(u_{i4})^2 * X_{i8}$	$(u_{i4})^2 * X_{i9}$	$(u_{i4})^2 * X_{i10}$
3	0,0364	1,8547	0,0364	0,1455	5,0913	10,8736	0	0	6,2914	0,0364	0,0582
4	0,014	0,7837	0,014	0,042	1,8193	3,5827	0,014	0,028	1,9873	0,014	0,0084
5	0,0126	0,8043	0,0126	0,0377	1,5708	3,883	0	0	1,6462	0,0126	0,0226
6	0,0128	0,8044	0,0128	0,0511	1,66	4,2138	0,0128	0,0255	1,6855	0,0128	0,023
7	0,0159	0,5557	0,0159	0,0635	2,0004	4,477	0	0,0318	2,4767	0,0159	0
8	0,0231	1,3169	0,0231	0,0924	3,8122	6,6771	0,0231	0,0462	2,8649	0	0,0231
9	0,02	1,1613	0	0,02	2,723	6,3871	0,02	0,04	3,0434	0	0
10	0,0336	1,3454	0,0336	0,1345	5,1126	7,5007	0	0	6,088	0	0
11	0,0359	1,9012	0,0359	0,1435	5,0221	7,2821	0,0359	0,0717	5,5602	0,0359	0,1112
12	0,0359	1,9392	0,0359	0,1436	4,3811	10,2703	0	0,0718	4,1656	0,0359	0,1149
13	0,039	2,1821	0,039	0,1559	5,0657	11,0276	0,039	0,0779	4,0136	0,039	0,0623
14	0,0263	1,4715	0	0,1051	5,2553	7,5676	0,0263	0,0526	3,4948	0,0263	0,1051
15	0,0272	0,9529	0,0272	0,1089	3,267	5,3906	0	0	3,5393	0,0272	0,0436
Jumlah	0,4046	21,3152	0,3583	1,5318	55,7843	109,3915	0,171	0,5896	58,2092	0,288	0,6624

Tabel 3.9 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 5* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 5										
	$(u_{i5})^2$	$(u_{i5})^2 * X_{i1}$	$(u_{i5})^2 * X_{i2}$	$(u_{i5})^2 * X_{i3}$	$(u_{i5})^2 * X_{i4}$	$(u_{i5})^2 * X_{i5}$	$(u_{i5})^2 * X_{i6}$	$(u_{i5})^2 * X_{i7}$	$(u_{i5})^2 * X_{i8}$	$(u_{i5})^2 * X_{i9}$	$(u_{i5})^2 * X_{i10}$
1	0,0777	4,5083	0,0777	0,3109	9,7162	23,3188	0	0,1555	13,2917	0	0
2	0,2066	12,3942	0,2066	0,8263	25,8213	53,2951	0	0,4131	29,1264	0,2066	0,5784
3	0,1481	7,5555	0,1481	0,5926	20,7407	44,2963	0	0	25,6296	0,1481	0,237

Tabel 3.9 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 5* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Cluster 5										
	$(u_{i5})^2$	$(u_{i5})^2 * X_{i1}$	$(u_{i5})^2 * X_{i2}$	$(u_{i5})^2 * X_{i3}$	$(u_{i5})^2 * X_{i4}$	$(u_{i5})^2 * X_{i5}$	$(u_{i5})^2 * X_{i6}$	$(u_{i5})^2 * X_{i7}$	$(u_{i5})^2 * X_{i8}$	$(u_{i5})^2 * X_{i9}$	$(u_{i5})^2 * X_{i10}$
4	0,2231	12,4918	0,2231	0,6692	28,9987	57,1052	0,2231	0,4461	31,6756	0,2231	0,1338
5	0,1794	1,1484	0,1794	0,5383	22,4296	5,5446	0	0	23,5062	0,1794	0,323
6	0,2303	14,5092	0,2303	0,9212	29,9395	76,0003	0,2303	0,4606	30,4001	0,2303	0,4145
7	0,282	9,8686	0,282	1,1278	35,5271	7,9513	0	0,5639	43,9859	0,282	0
8	0,1362	7,7654	0,1362	0,5449	22,4787	39,3719	0,1362	0,2725	16,8931	0	0,1362
9	0,1089	6,3162	0	0,1089	14,8104	34,7391	0,1089	0,2178	16,5528	0	0
10	0,0728	2,9117	0,0728	0,2912	11,0644	16,2326	0	0	13,1754	0	0
11	0,1867	9,8957	0,1867	0,7468	26,1395	37,9022	0,1867	0,3734	28,9401	0,1867	0,5788
12	0,1221	6,5923	0,1221	0,4883	14,8938	3,4915	0	0,2442	14,1613	0,1221	0,3907
13	0,1126	6,3034	0,1126	0,4502	14,6328	31,8546	0,1126	0,2251	11,5937	0,1126	0,1801
14	0,1701	9,5241	0	0,6803	34,0148	48,9812	0,1701	0,3401	22,6198	0,1701	0,6803
15	0,1065	3,7265	0,1065	0,4259	12,7766	21,0814	0	0	13,8413	0,1065	0,1704
Jumlah	2,363	125,8469	20,841	8,723	323,9841	654,0528	11,679	37,124	335,3931	1,9674	3,8232

Titik pusat didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.3 yaitu pembagian penjumlahan $u_{ik}^w \cdot x_{ij}$ dengan penjumlahan u_{ik}^w sebagai berikut.

$$v_{11} = \frac{18,3883}{0,3504} = 52,4755$$

$$v_{12} = \frac{0,3008}{0,3504} = 0,8585$$

$$v_{13} = \frac{1,2749}{0,3504} = 3,6383$$

$$v_{14} = \frac{48,558}{0,3504} = 138,5656$$

$$v_{15} = \frac{95,9153}{0,3504} = 273,7173$$

$$v_{16} = \frac{0,1485}{0,3504} = 0,4237$$

$$v_{17} = \frac{0,4664}{0,3504} = 1,3309$$

$$v_{18} = \frac{49,7826}{0,3504} = 142,0665$$

$$v_{19} = \frac{0,2197}{0,3504} = 0,627$$

$$v_{110} = \frac{0,4927}{0,3504} = 1,406$$

Hasil *centroid* masing-masing atribut untuk setiap *cluster* didapatkan dapat dilihat pada tabel 3.10.

Tabel 3.10 Centroid Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

<i>Cluster</i>	Age	Sex	Cp	Rbp	Sc	Fbs	Rer	Mhr	Eia	Stdep
1	52,4755	0,8585	3,6383	138,5656	273,7173	0,4237	1,3309	142,0665	0,627	1,406
2	54,0021	0,8658	3,5951	135,2724	276,0768	0,4675	1,5119	144,7953	0,6897	1,4311
3	52,1422	0,8346	3,5957	139,8748	273,8736	0,4641	1,3097	143,3652	0,6352	1,3777
4	52,6804	0,8856	3,7859	137,8704	270,3601	0,4226	1,4573	143,8635	0,7117	1,6372
5	53,2563	0,8819	3,6914	137,1048	276,7844	0,4942	1,571	141,9329	0,8326	1,6179

- e. Lakukan perhitungan nilai derajat keanggotaan data pada *cluster* menggunakan persamaan 2.5. Berikut adalah contoh perhitungan jarak data dengan pusat *cluster* menggunakan perhitungan jarak dan perhitungan nilai keanggotaan.

$$D(x_1, v_1) = |58 - 52,4755| + |1 - 0,8585| + |4 - 3,6383| + |125 - 138,5656| \\ + |300 - 273,7173| + |0 - 0,4237| + |2 - 2,3309| + |171 - \\ 142,0665| + |0 - 0,627| + |0 - 1,406| = 77,9353$$

$$D(x_1, v_2) = |58 - 54,0021| + |1 - 0,8658| + |4 - 3,5951| + |125 - 135,2724| \\ + |300 - 276,0768| + |0 - 0,4675| + |2 - 1,5119| + |171 - \\ 144,7953| + |0 - 0,6897| + |0 - 1,4311| = 68,0137$$

$$D(x_1, v_3) = |58 - 52,1422| + |1 - 0,8346| + |4 - 3,5957| + |125 - 139,8748| \\ + |300 - 139,8748| + |0 - 0,4641| + |2 - 1,3097| + |171 - \\ 143,3652| + |0 - 0,6352| + |0 - 1,3777| = 78,2308$$

$$D(x_1, v_4) = |58 - 52,6804| + |1 - 0,8856| + |4 - 3,7859| + |125 - 137,8704| \\ + |300 - 270,3601| + |0 - 0,4226| + |2 - 1,4573| + |171 - \\ 143,8635| + |0 - 0,7117| + |0 - 1,6372| = 78,6091$$

$$D(x_1, v_5) = |58 - 53,2563| + |1 - 0,8819| + |4 - 3,6914| + |125 - 137,1048| \\ + |300 - 276,7844| + |0 - 0,4942| + |2 - 1,571| + |171 - \\ 141,9329| + |0 - 0,8326| + |0 - 1,6179| = 72,9316$$

$$u_{11} = \frac{D(x_1, v_1)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{77,9353^{-2}}{77,9353^{-2} + 68,0137^{-2} + 78,2308^{-2} + 78,6091^{-2} + 72,9316^{-2}} \\ = 0,1842$$

$$u_{12} = \frac{D(x_1, v_2)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{68,0137^{-2}}{77,9353^{-2} + 68,0137^{-2} + 78,2308^{-2} + 78,6091^{-2} + 72,9316^{-2}} \\ = 0,2418$$

$$u_{13} = \frac{D(x_1, v_3)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{78,2308^{-2}}{77,9353^{-2} + 68,0137^{-2} + 78,2308^{-2} + 78,6091^{-2} + 72,9316^{-2}} \\ = 0,1828$$

$$u_{14} = \frac{D(x_1, v_4)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{78,6091^{-2}}{77,9353^{-2} + 68,0137^{-2} + 78,2308^{-2} + 78,6091^{-2} + 72,9316^{-2}} \\ = 0,181$$

$$u_{15} = \frac{D(x_1, v_5)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{72,9316^{-2}}{77,9353^{-2} + 68,0137^{-2} + 78,2308^{-2} + 78,6091^{-2} + 72,9316^{-2}} \\ = 0,2103$$

Hasil perhitungan nilai derajat keanggotaan dapat dilihat pada tabel 3.11.

Tabel 3.11 Nilai Derajat Keanggotaan Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	Jarak ke centroid					Derajat keanggotaan				
	D(xi,v1)	D(xi,v2)	D(xi,v3)	D(xi,v4)	D(xi,v5)	ui1	ui2	ui3	ui4	ui5
1	77,9353	68,0137	78,2308	78,6091	72,9316	0,1842	0,2418	0,1828	0,181	0,2103
2	41,2369	41,3163	44,4826	38,1585	41,2652	0,1991	0,1984	0,1711	0,2325	0,1988
3	61,9509	61,8553	58,9592	64,1203	61,1114	0,1973	0,1979	0,2178	0,1842	0,2028
4	33,0781	33,0337	36,1012	30,7595	33,6296	0,2014	0,2019	0,1691	0,2329	0,1948
5	74,7407	70,3767	77,5462	78,9247	69,2212	0,1953	0,2203	0,1815	0,1752	0,2277
6	87,9549	83,2277	90,8072	91,5931	81,708	0,1947	0,2175	0,1827	0,1795	0,2256
7	55,6323	48,6385	55,2448	56,5465	51,779	0,1837	0,2403	0,1863	0,1778	0,212
8	67,0897	69,1245	67,2834	72,7501	64,5994	0,2055	0,1936	0,2044	0,1748	0,2217
9	70,0815	61,4557	70,1632	71,1069	65,0898	0,1842	0,2395	0,1838	0,1789	0,2135
10	119,8515	124,6505	117,1322	115,8639	125,9454	0,2021	0,1869	0,2116	0,2163	0,1831
11	89,4253	92,5501	87,3744	84,1455	93,014	0,1986	0,1854	0,208	0,2243	0,1836
12	60,2023	55,5669	63,1354	63,8383	54,0964	0,1919	0,2253	0,1745	0,1707	0,2377
13	62,7549	58,0277	65,6072	66,4675	56,5438	0,192	0,2246	0,1757	0,1712	0,2365
14	93,7407	95,6145	93,9268	98,8235	90,4622	0,2028	0,1949	0,202	0,1825	0,2178
15	126,6497	130,1443	129,1864	124,3083	128,7556	0,2035	0,1927	0,1956	0,2113	0,1969

f. Hitung nilai fungsi objektif menggunakan persamaan 2.4. Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai fungsi objektif.

$$(u_{11})^w \cdot D(x_1, v_1)^2 = (0,1842)^2 \cdot (77,9353)^2 = 206,0856$$

$$(u_{12})^w \cdot D(x_1, v_2)^2 = (0,2418)^2 \cdot (68,0137)^2 = 270,4615$$

$$(u_{13})^w \cdot D(x_1, v_3)^2 = (0,1828)^2 \cdot (78,2308)^2 = 204,5069$$

$$(u_{14})^w \cdot D(x_1, v_2)^2 = (0,181)^2 \cdot (78,6091)^2 = 202,443$$

$$(u_{15})^w \cdot D(x_1, v_3)^2 = (0,2103)^2 \cdot (72,9316)^2 = 235,2394$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3.12.

Tabel 3.12 Nilai Fungsi Objektif Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	$(u_{11})^w \cdot D(x_1, v_1)^2$	$(u_{12})^w \cdot D(x_1, v_2)^2$	$(u_{13})^w \cdot D(x_1, v_3)^2$	$(u_{14})^w \cdot D(x_1, v_4)^2$	$(u_{15})^w \cdot D(x_1, v_3)^2$
1	206,0856	270,4615	204,5069	202,443	235,2394
2	67,4085	67,1933	57,9269	78,7097	67,2978
3	149,3996	149,8461	164,8993	139,4988	153,5962
4	44,3813	44,4823	37,2675	51,3213	42,9162
5	213,0683	240,3736	198,0954	191,2027	248,4302
6	293,2594	327,6833	275,2439	270,3052	339,7875
7	104,4413	136,6054	105,9275	101,0823	120,4978
8	190,0795	179,0914	189,1375	161,7149	205,1107
9	166,6426	216,6384	166,3067	161,8245	193,1175
10	586,7047	542,7585	614,3048	628,0718	531,7914
11	315,4128	294,424	330,2897	356,2217	291,6366
12	133,4677	156,7309	121,3771	118,7489	165,3465

Tabel 3.12 Nilai Fungsi Objektif Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	$(u_{11})^w \cdot D(x_1, v_1)^2$	$(u_{12})^w \cdot D(x_1, v_2)^2$	$(u_{13})^w \cdot D(x_1, v_3)^2$	$(u_{14})^w \cdot D(x_1, v_4)^2$	$(u_{15})^w \cdot D(x_1, v_3)^2$
13	145,177	169,8596	132,876	129,487	178,8267
14	361,4034	347,2731	359,9828	325,2716	388,1951
15	664,2586	628,9465	638,5153	689,9208	642,7228

- g. Lakukan pengecekan kondisi berhenti dengan membandingkan nilai perubahan fungsi objektif ($|P_t - P_{t-1}|$). Perubahan nilai fungsi objektif dilakukan dengan melakukan pengurangan nilai fungsi objektif awal atau iterasi sebelumnya dengan nilai fungsi objektif yang baru. Pada iterasi 1 ini, dikarenakan data belum masuk dalam *cluster*, maka nilai fungsi objektif awal adalah nilai yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 10000. Nilai fungsi objektif yang didapat pada iterasi ke-1 adalah jumlah seluruh data pada tabel 3.12 diatas sesuai dengan persamaan 2.4, yaitu 18420,5521.

$$\text{Perubahan nilai fungsi objektif} = 10000 - 18420,5521 = 8420,5521$$

- h. Karena perubahan nilai fungsi objektif masih ambang batas, maka proses dilanjutkan ke iterasi berikutnya, yaitu dimulai dengan menghitung kembali pusat *cluster*. Hasil perhitungan fungsi objektif dan perubahan nilai fungsi objektif setiap iterasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.13.

Tabel 3.13 Perubahan Nilai Fungsi Objektif Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

Iterasi ke-	Jumlah Fungsi Objektif	Perubahan Fungsi Objektif
1	18420,5521	8420,5521
2	18158,2429	262,30920000001
3	17830,2481	327,994799999999
4	17309,7997	520,4484
5	17118,5289	191,2708
6	17057,1084	61,4205
7	16592,1096	464,9988
8	14801,7354	1790,3742
9	13496,801	1304,9344
10	13139,1367	357,6643
11	13153,9205	14,783800000001
12	13142,5993	11,3211999999997
13	13125,2369	17,3624000000002
14	13105,3586	19,8783000000002
15	13084,8472	20,5113999999994
16	13061,3351	23,5121000000005
17	13044,5519	16,7832
18	13018,5563	25,9955999999997
19	12984,8148	33,7414999999998
20	12940,5836	44,2312000000007
21	12891,7842	48,7993999999996
22	12843,9822	47,802
23	12801,0173	42,9649000000003
24	12765,0527	35,9645999999999
25	12734,393	30,6596999999997
26	12711,8826	22,5104000000003
27	12692,7445	19,1380999999996
28	12679,0067	13,7378000000006
29	12667,8931	11,1135999999995

Tabel 3.12 Perubahan Nilai Fungsi Objektif Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

Iterasi ke-	Jumlah Fungsi Objektif	Perubahan Fungsi Objektif
30	12659,9877	7,9054000000015
31	12654,2113	5,7764000000043
32	12649,9449	4,2663999999932
33	12646,9024	3,0424999999959
34	12645,5858	1,3166000000074
35	12644,1135	1,4722999999994
36	12641,9102	2,2032999999992
37	12641,5819	0,32830000000286
38	12640,4104	1,1714999999931
39	12640,6698	0,25939999999719
40	12639,7457	0,92410000000018
41	12638,493	1,25270000000009
42	12638,6693	0,17629999999917
43	12638,701	0,031699999999546

Sesuai dengan nilai perubahan fungsi objektif pada tabel 3.12 diatas, maka perhitungan berhenti pada iterasi ke-43. Hal tersebut dikarenakan nilai perubahan fungsi objektif pada iterasi ke-43 yang bernilai 0,031699999999546 telah mencapai batas ambang.

- i. Langkah selanjutnya adalah menentukan *cluster* yang diikuti oleh setiap data. *Cluster* yang diikuti adalah *cluster* yang memiliki nilai derajat keanggotaan terbesar. Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai derajat keanggotaan pada iterasi ke-43.

Tabel 3.14 Nilai Akhir Derajat Keanggotaan Dan *Cluster* Yang Diikuti Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	Derajat Keanggotaan Matriks					Terbesar	<i>Cluster</i> yang diikuti
	ui1	ui2	ui3	ui4	ui5		
1	0,4145	0,2794	0,057	0,1677	0,0814	0,4145	1
2	0,0231	0,0195	0,0112	0,9367	0,0095	0,9367	4
3	0,4352	0,2161	0,0931	0,1402	0,1154	0,4352	1

Tabel 3.14 Nilai Akhir Derajat Keanggotaan Dan *Cluster* Yang Diikuti Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Derajat Keanggotaan Matriks					Terbesar	<i>Cluster</i> yang diikuti
	ui1	ui2	ui3	ui4	ui5		
4	0,0314	0,0219	0,0159	0,9192	0,0117	0,9192	4
5	0,0789	0,7553	0,018	0,091	0,0569	0,7553	2
6	0,0594	0,8107	0,0169	0,065	0,048	0,8107	2
7	0,8799	0,0299	0,0206	0,0517	0,0179	0,8799	1
8	0,0529	0,0587	0,0177	0,0558	0,815	0,815	5
9	0,1562	0,6597	0,0361	0,0869	0,0611	0,6597	2
10	0,1671	0,0679	0,5318	0,1499	0,0833	0,5318	3
11	0,0161	0,0081	0,9445	0,0233	0,0079	0,9445	3
12	0,2846	0,2056	0,0505	0,2763	0,183	0,2846	1
13	0,2417	0,2163	0,0571	0,2952	0,1897	0,2952	4
14	0,0515	0,0527	0,0218	0,0534	0,8205	0,8205	5
15	0,134	0,0857	0,4847	0,2195	0,0761	0,4847	3

Titik Pusat atau *centroid* yang didapat adalah *centroid* pada iterasi terakhir, yaitu *centroid* pada iterasi ke-43. *Centroid* akhir dapat dilihat pada tabel 3.15.

Tabel 3.15 *Centroid* Akhir Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

<i>Cluster</i>	Age	Sex	Cp	Rbp	Sc	Fbs	Rer	Mhr	Eia	Stdep
1	42.9889	0.9801	3.941	128.6216	285.4897	0.0683	1.6455	155.3973	0.8334	0.5273
2	61.0771	0.769	3.0105	129.9137	316.0551	0.6042	1.3368	137.9482	0.7251	1.3298
3	47.4904	0.9988	3.9969	139.0083	207.5031	0.6275	1.2638	155.9613	0.799	2.2168

Tabel 3.15 Centroid Akhir Kategori Status Beresiko Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

Cluster	Age	Sex	Cp	Rbp	Sc	Fbs	Rer	Mhr	Eia	Stdep
4	56,9835	0,9949	3,5693	127,727	259,1506	0,4674	1,903	139,7217	0,9699	1,7186
5	56,2445	0,533	3,9899	178,5023	287,9568	0,9518	1,9596	128,5469	0,5298	2,4579

2. Menghitung FCM untuk kategori status tidak beresiko penyakit jantung:

- a. Menggunakan 15 data kategori status tidak beresiko pasien penyakit jantung seperti pada tabel 3.2, untuk atribut sex, cp, rbp, rer, dan eia terlebih dahulu dirubah menjadi numerik dapat dilihat pada tabel 3.16.

Tabel 3.16 Data Pasien Penyakit Jantung Berupa Numerik Kategori Status Tidak Beresiko

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status
1	59	1	4	138	271	0	0	182	0	0	Tidak Beresiko
2	51	1	1	125	213	0	2	125	1	1,4	Tidak Beresiko
3	41	0	3	112	268	0	2	172	1	0	Tidak Beresiko
4	63	1	1	145	233	1	2	150	0	2.3	Tidak Beresiko
5	50	0	3	120	219	0	0	158	0	1,6	Tidak Beresiko
6	46	0	2	105	204	0	0	172	0	0	Tidak Beresiko
7	52	1	1	152	298	1	0	178	0	1,2	Tidak Beresiko
8	56	1	1	120	193	0	2	162	0	1,9	Tidak Beresiko
9	55	1	2	130	262	0	0	155	0	0	Tidak Beresiko
10	69	1	1	160	234	1	2	131	0	0,1	Tidak Beresiko
11	65	0	3	140	417	1	2	157	0	0,8	Tidak Beresiko

Tabel 3.16 Data Pasien Penyakit Jantung Berupa Numerik Kategori Status Tidak Beresiko (lanjutan)

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status
12	52	1	2	128	205	1	0	184	0	0	Tidak Beresiko
13	71	0	3	110	265	1	2	130	0	0	Tidak Beresiko
14	61	1	3	150	243	1	0	137	1	1	Tidak Beresiko
15	45	1	4	104	208	0	2	148	1	3	Tidak Beresiko

- b. Jumlah *cluster* (c) yang dicari adalah 5, pangkat untuk matriks partisi (w) adalah 2, nilai fungsi objektif awal (P_0) adalah 10000, maksimum iterasi (maxIter) untuk mengecek kondisi berhenti adalah 100 iterasi dan ambang batas yang digunakan adalah 0,1.
- c. Membangkitkan matriks *pseudo-partition* kategori status beresiko untuk data ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) dan *cluster* ke- k ($k = 1, 2, 3, \dots, k$). Jumlah untuk setiap data (baris) adalah 1. Matriks *pseudo-partition* kategori status tidak beresiko secara *random* dapat dilihat pada tabel 3.17.

Tabel 3.17 Matriks *pseudo-partition* Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

No	u1	u2	u3	u4	u5
1	0,194	0,1263	0,1962	0,1084	0,3751
2	0,1407	0,1461	0,1133	0,1431	0,4568
3	0,1991	0,1376	0,1182	0,1916	0,3535
4	0,1405	0,1728	0,1467	0,1512	0,3888
5	0,1287	0,151	0,1942	0,1701	0,356
6	0,1386	0,1275	0,1655	0,1822	0,3862
7	0,1482	0,177	0,1735	0,1516	0,3497
8	0,1141	0,1537	0,1957	0,189	0,3475
9	0,1946	0,1606	0,1529	0,1527	0,3392
10	0,1309	0,1915	0,1228	0,1962	0,3586
11	0,1518	0,1561	0,1505	0,1747	0,3669
12	0,1118	0,1531	0,167	0,1751	0,393
13	0,1258	0,1021	0,1817	0,1781	0,4123
14	0,1143	0,1975	0,1574	0,1192	0,4116
15	0,1193	0,1968	0,1335	0,1578	0,3926

d. Hitung *centroid* setiap *cluster* menggunakan persamaan 2.3. Berikut ini adalah contoh perhitungan *centroid* atau titik pusat.

$$u_{11}^w = 0,194^2 = 0,0376$$

$$u_{11}^w \cdot x_{11} = 0,194^2 \times 59 = 0,0376 \times 58 = 1,2205$$

$$u_{11}^w \cdot x_{12} = 0,194^2 \times 1 = 0,0376 \times 1 = 0,0376$$

$$u_{11}^w \cdot x_{13} = 0,194^2 \times 4 = 0,0376 \times 4 = 0,1505$$

$$u_{11}^w \cdot x_{14} = 0,194^2 \times 138 = 0,0376 \times 125 = 5,1938$$

$$u_{11}^w \cdot x_{15} = 0,194^2 \times 271 = 0,0376 \times 271 = 10,1994$$

$$u_{11}^w \cdot x_{16} = 0,194^2 \times 0 = 0,0376 \times 0 = 0$$

$$u_{11}^w \cdot x_{17} = 0,194^2 \times 0 = 0,0376 \times 0 = 0$$

$$u_{11}^w \cdot x_{18} = 0,194^2 \times 182 = 0,0376 \times 182 = 6,8498$$

$$u_{11}^w \cdot x_{19} = 0,194^2 \times 0 = 0,0376 \times 0 = 0$$

$$u_{11}^w \cdot x_{20} = 0,194^2 \times 0 = 0,0376 \times 0 = 0$$

Hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel 3.18.

Tabel 3.18 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster* 1 Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 1										
	$(u_{i1})^2$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i1}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i2}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i3}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i4}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i5}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i6}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i7}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i8}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i9}$	$(u_{i1})^2 \cdot X_{i10}$
1	0,0376	2,2205	0,0376	0,1505	5,1938	10,1994	0	0	6,8498	0	0
2	0,0198	1,0096	0,0198	0,0198	2,4746	4,2167	0	0,0396	2,4746	0,0198	0,0277
3	0,0396	1,6253	0	0,1189	4,4398	10,6237	0	0,0793	6,8182	0,0396	0
4	0,0197	1,2436	0,0197	0,0197	2,8623	4,5995	0,0197	0,0395	2,961	0	0,0454

Tabel 3.18 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 1* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Cluster 1										
	$(u_{i1})^2$	$(u_{i1})^2 * X_{i1}$	$(u_{i1})^2 * X_{i2}$	$(u_{i1})^2 * X_{i3}$	$(u_{i1})^2 * X_{i4}$	$(u_{i1})^2 * X_{i5}$	$(u_{i1})^2 * X_{i6}$	$(u_{i1})^2 * X_{i7}$	$(u_{i1})^2 * X_{i8}$	$(u_{i1})^2 * X_{i9}$	$(u_{i1})^2 * X_{i10}$
5	0,0166	0,8282	0	0,0497	1,9876	3,6274	0	0	2,6171	0	0,0265
6	0,0192	0,8837	0	0,0384	2,017	3,9188	0	0	3,3041	0	0
7	0,022	1,1421	0,022	0,022	3,3384	6,545	0,022	0	3,9095	0	0,0264
8	0,013	0,7291	0,013	0,013	1,5623	2,5126	0	0,026	2,109	0	0,0247
9	0,0379	2,0828	0,0379	0,0757	4,923	9,9217	0	0	5,8697	0	0
10	0,0171	1,1823	0,0171	0,0171	2,7416	4,0095	0,0171	0,0343	2,2447	0	0,0017
11	0,023	1,4978	0	0,0691	3,2261	9,609	0,023	0,0461	3,6178	0	0,0184
12	0,0125	0,65	0,0125	0,025	1,5999	2,5623	0,0125	0	2,2999	0	0
13	0,0158	1,1236	0	0,0475	1,7408	4,1938	0,0158	0,0317	2,0573	0	0
14	0,0131	0,7969	0,0131	0,0392	1,9597	3,1747	0,0131	0	1,7898	0,0131	0,0131
15	0,0142	0,6405	0,0142	0,0569	1,4802	2,9604	0	0,0285	2,1064	0,0142	0,0427
Jumlah	0,3212	17,6559	0,207	0,7627	41,547	82,6746	0,1233	0,3249	51,0289	0,0867	0,2266

Tabel 3.19 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 2* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 2										
	$(u_{i2})^2$	$(u_{i2})^2 * X_{i1}$	$(u_{i2})^2 * X_{i2}$	$(u_{i2})^2 * X_{i3}$	$(u_{i2})^2 * X_{i4}$	$(u_{i2})^2 * X_{i5}$	$(u_{i2})^2 * X_{i6}$	$(u_{i2})^2 * X_{i7}$	$(u_{i2})^2 * X_{i8}$	$(u_{i2})^2 * X_{i9}$	$(u_{i2})^2 * X_{i10}$
1	0,016	0,9411	0,016	0,0638	2,2013	4,3229	0	0	2,9032	0	0
2	0,0213	1,0886	0,0213	0,0213	2,6682	4,5465	0	0,0427	2,6682	0,0213	0,0299
3	0,0189	0,7763	0	0,0568	2,1206	5,0742	0	0,0379	3,2566	0,0189	0
4	0,0299	1,8812	0,0299	0,0299	4,3297	6,9573	0,0299	0,0597	4,479	0	0,0687
5	0,0228	1,1401	0	0,0684	2,7361	4,9934	0	0	3,6026	0	0,0365

Tabel 3.19 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 2* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Cluster 2										
	$(u_{i2})^2$	$(u_{i2})^2 * X_{i1}$	$(u_{i2})^2 * X_{i2}$	$(u_{i2})^2 * X_{i3}$	$(u_{i2})^2 * X_{i4}$	$(u_{i2})^2 * X_{i5}$	$(u_{i2})^2 * X_{i6}$	$(u_{i2})^2 * X_{i7}$	$(u_{i2})^2 * X_{i8}$	$(u_{i2})^2 * X_{i9}$	$(u_{i2})^2 * X_{i10}$
6	0,0163	0,7478	0	0,0325	1,7069	3,3163	0	0	2,7961	0	0
7	0,0313	1,6291	0,0313	0,0313	4,762	9,336	0,0313	0	5,5766	0	0,0376
8	0,0236	1,3229	0,0236	0,0236	2,8348	4,5594	0	0,0472	3,827	0	0,0449
9	0,0258	1,4186	0,0258	0,0516	3,353	6,7576	0	0	3,9978	0	0
10	0,0367	2,5304	0,0367	0,0367	5,8676	8,5813	0,0367	0,0733	4,8041	0	0,0037
11	0,0244	1,5839	0	0,0731	3,4114	10,1611	0,0244	0,0487	3,8257	0	0,0195
12	0,0234	1,2189	0,0234	0,0469	3,0003	4,8051	0,0234	0	4,3129	0	0
13	0,0104	0,7401	0	0,0313	1,1467	2,7625	0,0104	0,0208	1,3552	0	0
14	0,039	2,3794	0,039	0,117	5,8509	9,4785	0,039	0	5,3439	0,039	0,039
15	0,0387	1,7429	0,0387	0,1549	4,0279	8,0559	0	0,0775	5,7321	0,0387	0,1162
Jumlah	0,3785	21,1412	0,2858	0,8391	50,0174	93,7082	0,1951	0,4079	58,4807	0,118	0,3959

Tabel 3.20 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 3* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 3										
	$(u_{i3})^2$	$(u_{i3})^2 * X_{i1}$	$(u_{i3})^2 * X_{i2}$	$(u_{i3})^2 * X_{i3}$	$(u_{i3})^2 * X_{i4}$	$(u_{i3})^2 * X_{i5}$	$(u_{i3})^2 * X_{i6}$	$(u_{i3})^2 * X_{i7}$	$(u_{i3})^2 * X_{i8}$	$(u_{i3})^2 * X_{i9}$	$(u_{i3})^2 * X_{i10}$
1	0,0385	2,2712	0,0385	0,154	5,3122	10,432	0	0	7,006	0	0
2	0,0128	0,6547	0,0128	0,0128	1,6046	2,7343	0	0,0257	1,6046	0,0128	0,018
3	0,014	0,5728	0	0,0419	1,5648	3,7443	0	0,0279	2,4031	0,014	0
4	0,0215	1,3558	0,0215	0,0215	3,1205	5,0144	0,0215	0,043	3,2281	0	0,0495
5	0,0377	1,8857	0	0,1131	4,5256	8,2593	0	0	5,9588	0	0,0603

Tabel 3.20 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 3* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Cluster 3										
	$(u_{i3})^2$	$(u_{i3})^2 * X_{i1}$	$(u_{i3})^2 * X_{i2}$	$(u_{i3})^2 * X_{i3}$	$(u_{i3})^2 * X_{i4}$	$(u_{i3})^2 * X_{i5}$	$(u_{i3})^2 * X_{i6}$	$(u_{i3})^2 * X_{i7}$	$(u_{i3})^2 * X_{i8}$	$(u_{i3})^2 * X_{i9}$	$(u_{i3})^2 * X_{i10}$
6	0,0274	1,26	0	0,0548	2,876	5,5876	0	0	4,7111	0	0
7	0,0301	1,5653	0,0301	0,0301	4,5755	8,9705	0,0301	0	5,3582	0	0,0361
8	0,0383	2,1447	0,0383	0,0383	4,5958	7,3916	0	0,0766	6,2044	0	0,0728
9	0,0234	1,2858	0,0234	0,0468	3,0392	6,1251	0	0	3,6237	0	0
10	0,0151	1,0405	0,0151	0,0151	2,4128	3,5287	0,0151	0,0302	1,9755	0	0,0015
11	0,0227	1,4723	0	0,068	3,171	9,4452	0,0227	0,0453	3,5561	0	0,0181
12	0,0279	1,4502	0,0279	0,0558	3,5698	5,7172	0,0279	0	5,1316	0	0
13	0,033	2,3441	0	0,099	3,6316	8,7489	0,033	0,066	4,2919	0	0
14	0,0248	1,5113	0,0248	0,0743	3,7162	6,0203	0,0248	0	3,3941	0,0248	0,0248
15	0,0178	0,802	0,0178	0,0713	1,8535	3,707	0	0,0356	2,6377	0,0178	0,0535
Jumlah	0,3849	21,6163	0,2502	0,8968	49,5693	95,4264	0,175	0,3504	61,0848	0,0694	0,3346

Tabel 3.21 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 4* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 4										
	$(u_{i4})^2$	$(u_{i4})^2 * X_{i1}$	$(u_{i4})^2 * X_{i2}$	$(u_{i4})^2 * X_{i3}$	$(u_{i4})^2 * X_{i4}$	$(u_{i4})^2 * X_{i5}$	$(u_{i4})^2 * X_{i6}$	$(u_{i4})^2 * X_{i7}$	$(u_{i4})^2 * X_{i8}$	$(u_{i4})^2 * X_{i9}$	$(u_{i4})^2 * X_{i10}$
1	0,0118	0,6933	0,0118	0,047	1,6216	3,1844	0	0	2,1386	0	0
2	0,0205	1,0444	0,0205	0,0205	2,5597	4,3617	0	0,041	2,5597	0,0205	0,0287
3	0,0367	1,5051	0	0,1101	4,1116	9,8384	0	0,0734	6,3142	0,0367	0
4	0,0229	1,4403	0,0229	0,0229	3,3149	5,3267	0,0229	0,0457	3,4292	0	0,0526
5	0,0289	1,4467	0	0,0868	3,4721	6,3365	0	0	4,5716	0	0,0463
6	0,0332	1,5271	0	0,0664	3,4857	6,7722	0	0	5,7099	0	0

Tabel 3.21 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 4* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Cluster 4										
	$(u_{i4})^2$	$(u_{i4})^2 * X_{i1}$	$(u_{i4})^2 * X_{i2}$	$(u_{i4})^2 * X_{i3}$	$(u_{i4})^2 * X_{i4}$	$(u_{i4})^2 * X_{i5}$	$(u_{i4})^2 * X_{i6}$	$(u_{i4})^2 * X_{i7}$	$(u_{i4})^2 * X_{i8}$	$(u_{i4})^2 * X_{i9}$	$(u_{i4})^2 * X_{i10}$
7	0,023	1,1951	0,023	0,023	3,4933	6,8488	0,023	0	4,0909	0	0,0276
8	0,0357	2,0004	0,0357	0,0357	4,2865	6,8942	0	0,0714	5,7868	0	0,0679
9	0,0233	1,2825	0,0233	0,0466	3,0312	6,1091	0	0	3,6142	0	0
10	0,0385	2,6561	0,0385	0,0385	6,1591	9,0077	0,0385	0,077	5,0428	0	0,0038
11	0,0305	1,9838	0	0,0916	4,2728	12,7269	0,0305	0,061	4,7917	0	0,0244
12	0,0307	1,5943	0,0307	0,0613	3,9245	6,2853	0,0307	0	5,6414	0	0
13	0,0317	2,2521	0	0,0952	3,4892	8,4057	0,0317	0,0634	4,1235	0	0
14	0,0142	0,8667	0,0142	0,0426	2,1313	3,4527	0,0142	0	1,9466	0,0142	0,0142
15	0,0249	1,1205	0,0249	0,0996	2,5897	5,1794	0	0,0498	3,6853	0,0249	0,0747
Jumlah	0,4065	22,6083	0,2454	0,8878	51,9432	100,7297	0,1914	0,4828	63,4464	0,0963	0,3402

Tabel 3.22 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 5* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

No	Cluster 5										
	$(u_{i5})^2$	$(u_{i5})^2 * X_{i1}$	$(u_{i5})^2 * X_{i2}$	$(u_{i5})^2 * X_{i3}$	$(u_{i5})^2 * X_{i4}$	$(u_{i5})^2 * X_{i5}$	$(u_{i5})^2 * X_{i6}$	$(u_{i5})^2 * X_{i7}$	$(u_{i5})^2 * X_{i8}$	$(u_{i5})^2 * X_{i9}$	$(u_{i5})^2 * X_{i10}$
1	0,1407	8,3013	0,1407	0,5628	19,4166	38,1297	0	0	25,6074	0	0
2	0,2087	10,642	0,2087	0,2087	26,0833	44,4459	0	0,4173	26,0833	0,2087	0,2921
3	0,125	5,1235	0	0,3749	13,9958	33,4899	0	0,2499	21,4935	0,125	0
4	0,1512	9,5234	0,1512	0,1512	21,919	35,2215	0,1512	0,3023	22,6748	0	0,3477
5	0,1267	6,3368	0	0,3802	15,2083	27,7552	0	0	20,0243	0	0,2028
6	0,1492	6,8609	0	0,2983	15,6608	30,4267	0	0	25,6539	0	0
7	0,1223	6,3591	0,1223	0,1223	18,5881	36,4424	0,1223	0	21,7676	0	0,1467

Tabel 3.22 Perhitungan *Centroid* untuk *Cluster 5* Pada Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	Cluster 5										
	$(u_{i5})^2$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i1}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i2}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i3}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i4}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i5}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i6}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i7}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i8}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i9}$	$(u_{i5})^2 \cdot X_{i10}$
8	0,1208	6,7624	0,1208	0,1208	14,4908	23,306	0	0,2415	19,5625	0	0,2294
9	0,1151	6,3281	0,1151	0,2301	14,9574	30,1448	0	0	17,8338	0	0
10	0,1286	8,873	0,1286	0,1286	20,575	30,091	0,1286	0,2572	16,8458	0	0,0129
11	0,1346	8,75	0	0,4038	18,8462	56,1347	0,1346	0,2692	21,1347	0	0,1077
12	0,1544	8,0313	0,1544	0,3089	19,7695	31,662	0,1544	0	28,4186	0	0
13	0,17	12,0694	0	0,51	18,699	45,0477	0,17	0,34	22,0989	0	0
14	0,1694	10,3343	0,1694	0,5082	25,4122	41,1677	0,1694	0	23,2098	0,1694	0,1694
15	0,1541	6,9361	0,1541	0,6165	16,03	32,06	0	0,3083	22,8119	0,1541	0,4624
Jumlah	2,1707	121,2315	1,4652	4,9253	279,6519	535,5254	1,0305	2,3858	335,2208	0,6572	1,9711

Titik pusat didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.3 yaitu pembagian penjumlahan $u_{ik}^w \cdot x_{ij}$ dengan penjumlahan u_{ik}^w sebagai berikut.

$$v_{11} = \frac{17,6559}{0,3212} = 54,9621$$

$$v_{12} = \frac{0,207}{0,3212} = 0,6442$$

$$v_{13} = \frac{0,7627}{0,3212} = 2,3742$$

$$v_{14} = \frac{41,547}{0,3212} = 129,3338$$

$$v_{15} = \frac{82,6746}{0,3212} = 257,3623$$

$$v_{16} = \frac{0,1233}{0,3212} = 0,3837$$

$$v_{17} = \frac{0,3249}{0,3212} = 1,0113$$

$$v_{18} = \frac{51,0289}{0,3212} = 158,8505$$

$$v_{19} = \frac{0,0867}{0,3212} = 0,27$$

$$v_{110} = \frac{0,2266}{0,3504} = 0,7055$$

Hasil *centroid* masing-masing atribut untuk setiap *cluster* didapatkan dapat dilihat pada tabel 3.23.

Tabel 3.23 Centroid Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

<i>Cluster</i>	<i>Age</i>	<i>Sex</i>	<i>Cp</i>	<i>Rbp</i>	<i>Sc</i>	<i>Fbs</i>	<i>Rer</i>	<i>Mhr</i>	<i>Eia</i>	<i>Stdep</i>
1	54,9621	0,6442	2,3742	129,3338	257,3623	0,3837	1,0113	158,8505	0,27	0,7055
2	55,8503	0,7549	2,2168	132,135	247,5563	0,5154	1,0776	154,4931	0,3118	1,0458
3	56,1553	0,65	2,3297	128,7723	247,9009	0,4547	0,9103	158,6875	0,1803	0,8692
4	55,6231	0,6037	2,1842	127,7955	247,8247	0,471	1,1879	156,0967	0,2369	0,8369
5	55,8495	0,675	2,269	128,8313	246,7083	0,4747	1,0991	154,431	0,3028	0,9081

- e. Lakukan perhitungan nilai derajat keanggotaan data pada *cluster* menggunakan persamaan 2.5. Berikut adalah contoh perhitungan jarak data dengan pusat *cluster* menggunakan perhitungan jarak dan perhitungan nilai keanggotaan.

$$D(x_1, v_1) = |59 - 54,9621| + |1 - 0,6442| + |4 - 2,3742| + |138 - 129,3338| \\ + |271 - 257,3623| + |0 - 0,3837| + |0 - 1,0113| + |182 - \\ 158,8505| + |0 - 0,27| + |0 - 0,7055| = 53,8434$$

$$D(x_1, v_2) = |59 - 55,8503| + |1 - 0,7549| + |4 - 2,2168| + |138 - 132,135| \\ + |271 - 247,5563| + |0 - 0,5154| + |0 - 1,0776| + |182 - \\ 154,4931| + |0 - 0,3118| + |0 - 1,0458| = 64,9442$$

$$D(x_1, v_3) = |59 - 56,1553| + |1 - 0,65| + |4 - 2,3297| + |138 - 128,7723| \\ + |271 - 247,9009| + |0 - 0,4547| + |0 - 0,9103| + |182 - \\ 158,6875| + |0 - 0,1803| + |0 - 0,8692| = 62,9188$$

$$D(x_1, v_4) = |59 - 55,6231| + |1 - 0,6037| + |4 - 2,1842| + |138 - 127,7955| \\ + |271 - 247,8247| + |0 - 0,471| + |0 - 1,1879| + |182 - \\ 156,0967| + |0 - 0,2369| + |0 - 0,8369| = 67,6048$$

$$D(x_1, v_5) = |59 - 55,8495| + |1 - 0,675| + |4 - 2,269| + |138 - 128,8313| + \\ |271 - 246,7083| + |0 - 0,4747| + |0 - 1,0991| + |182 - \\ 154,431| + |0 - 0,3028| + |0 - 0,9081| = 69,6048$$

$$u_{11} = \frac{D(x_1, v_1)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{53,8434^{-2}}{53,8434^{-2} + 64,9442^{-2} + 62,9188^{-2} + 67,6048^{-2} + 69,6048^{-2}} \\ = 0,273$$

$$u_{12} = \frac{D(x_1, v_2)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{64,9442^{-2}}{53,8434^{-2} + 64,9442^{-2} + 62,9188^{-2} + 67,6048^{-2} + 69,6048^{-2}} \\ = 0,1877$$

$$u_{13} = \frac{D(x_1, v_3)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{62,9188^{-2}}{53,8434^{-2} + 64,9442^{-2} + 62,9188^{-2} + 67,6048^{-2} + 69,6048^{-2}} \\ = 0,1999$$

$$u_{14} = \frac{D(x_1, v_4)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{67,6048^{-2}}{53,8434^{-2} + 64,9442^{-2} + 62,9188^{-2} + 67,6048^{-2} + 69,6048^{-2}} \\ = 0,1732$$

$$u_{15} = \frac{D(x_1, v_5)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, v_k)^{\frac{-2}{w-1}}} = \frac{72,9316^{-2}}{53,8434^{-2} + 64,9442^{-2} + 62,9188^{-2} + 67,6048^{-2} + 69,6048^{-2}} \\ = 0,1662$$

Hasil perhitungan nilai derajat keanggotaan dapat dilihat pada tabel 3.24.

Tabel 3.24 Nilai Derajat Keanggotaan Iterasi Ke-1 Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

No	Jarak ke centroid					Derajat keanggotaan				
	D(xi,v1)	D(xi,v2)	D(xi,v3)	D(xi,v4)	D(xi,v5)	ui1	ui2	ui3	ui4	ui5
1	53,8434	64,9442	62,9188	67,6048	69,0206	0,273	0,1877	0,1999	0,1732	0,1662
2	91,0356	79,9768	82,0906	77,5298	75,9788	0,1577	0,2044	0,194	0,2175	0,2264
3	59,161	77,6458	69,8928	70,7998	74,9284	0,2763	0,1604	0,198	0,193	0,1723
4	62,1164	43,499	51,5866	50,1244	46,1734	0,1276	0,2603	0,1851	0,196	0,231
5	57,3382	540,456	48,1124	48,225	49,9326	0,1593	0,1793	0,2262	0,2252	0,21
6	103,1966	101,9708	94,5352	95,6672	97,6868	0,182	0,1864	0,2168	0,2117	0,2031
7	89,5376	101,156	100,441	103,8036	105,692	0,2475	0,1939	0,1967	0,1842	0,1776
8	82,4504	78,4136	71,5762	73,064	74,5234	0,1686	0,1864	0,2238	0,2147	0,2064
9	12,2928	21,3484	23,2638	21,4128	21,2576	0,4396	0,1458	0,1227	0,1449	0,147
10	100,1274	82,1906	89,925	88,3982	84,5896	0,1561	0,2316	0,1935	0,2002	0,2187
11	185,4318	19,2468	1.94,0638	1.94,6944	196,423	0,2155	0,2001	0,1968	0,1955	0,1921
12	85,1408	83,4302	76,3258	77,9268	79,3874	0,1776	0,185	0,221	0,212	0,2043
13	75,7104	83,5242	83,4084	80,2788	80,7476	0,2265	0,1861	0,1867	0,2015	0,1992
14	66,5506	48,3886	56,0872	55,358	50,928	0,1342	0,2538	0,1889	0,1939	0,2291
15	101,8872	91,1432	93,0312	88,7614	87,0408	0,1629	0,2036	0,1954	0,2147	0,2233

f. Hitung nilai fungsi objektif menggunakan persamaan 2.4. Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai fungsi objektif.

$$(u_{11})^w \cdot D(x_1, v_1)^2 = (0,273)^2 \cdot (53,8434)^2 = 216,0679$$

$$(u_{12})^w \cdot D(x_1, v_2)^2 = (0,1877)^2 \cdot (64,9442)^2 = 148,5967$$

$$(u_{13})^w \cdot D(x_1, v_3)^2 = (0,1999)^2 \cdot (62,9188)^2 = 158,1927$$

$$(u_{14})^w \cdot D(x_1, v_2)^2 = (0,1732)^2 \cdot (67,6048)^2 = 137,1042$$

$$(u_{15})^w \cdot D(x_1, v_3)^2 = (0,1662)^2 \cdot (69,0206)^2 = 131,589$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3.25.

Tabel 3.25 Nilai Fungsi Objektif Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung

No	$(u_{11})^w \cdot D(x_1, v_1)^2$	$(u_{12})^w \cdot D(x_1, v_2)^2$	$(u_{13})^w \cdot D(x_1, v_3)^2$	$(u_{14})^w \cdot D(x_1, v_4)^2$	$(u_{15})^w \cdot D(x_1, v_3)^2$
1	216,0679	148,5967	158,1927	137,1042	131,589
2	206,1038	267,2328	253,624	284,3517	295,8951
3	267,1977	155,1117	191,5117	186,7148	166,6723
4	62,8223	128,2056	91,1773	96,5185	113,7647
5	83,4295	93,9034	118,4402	117,9455	109,953
6	352,7553	361,2796	420,0545	410,1737	393,6331
7	491,0902	384,7148	390,329	365,5982	352,3467
8	193,2416	213,6361	256,6005	246,077	236,5945
9	29,2023	9,6883	8,148	9,6268	9,7648
10	244,2934	362,3443	302,777	313,1951	342,2406
11	1596,8458	1483,2394	1458,6102	1448,7733	1423,7686
12	228,6448	238,2265	284,5295	272,9263	263,051

Tabel 3.25 Nilai Fungsi Objektif Iterasi Ke-1 Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

No	$(u_{11})^w \cdot D(x_1, v_1)^2$	$(u_{12})^w \cdot D(x_1, v_2)^2$	$(u_{13})^w \cdot D(x_1, v_3)^2$	$(u_{14})^w \cdot D(x_1, v_4)^2$	$(u_{15})^w \cdot D(x_1, v_3)^2$
13	294,0678	241,6114	242,498	261,6687	258,7247
14	79,7644	150,8236	112,2513	115,217	136,133
15	275,4745	344,3532	330,4505	363,172	377,7663

- g. Lakukan pengecekan kondisi berhenti dengan membandingkan nilai perubahan fungsi objektif ($|P_t - P_{t-1}|$). Perubahan nilai fungsi objektif dilakukan dengan melakukan pengurangan nilai fungsi objektif awal atau iterasi sebelumnya dengan nilai fungsi objektif yang baru. Pada iterasi 1 ini, dikarenakan data belum masuk dalam *cluster*, maka nilai fungsi objektif awal adalah nilai yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 10000. Nilai fungsi objektif yang didapat pada iterasi ke-1 adalah jumlah seluruh data pada tabel 3.25 diatas sesuai dengan persamaan 2.4, yaitu 23064,1233
- Perubahan nilai fungsi objektif = $10000 - 23064,1233 = 13064,1233$
- h. Karena perubahan nilai fungsi objektif masih ambang batas, maka proses dilanjutkan ke iterasi berikutnya, yaitu dimulai dengan menghitung kembali pusat *cluster*. Hasil perhitungan fungsi objektif dan perubahan nilai fungsi objektif setiap iterasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.26.

Tabel 3.26 Perubahan Nilai Fungsi Objektif Kategori Status Tidak Beresiko

Iterasi ke-	Jumlah Fungsi Objektif	Perubahan Fungsi Objektif
1	23064,1233	13064,1233
2	22755,3737	308,749599999999
3	22394,8943	360,479400000001
4	21872,7269	522,1674
5	20962,21	910,516899999998
6	19500,3545	1461,8555
7	18051,2197	1449,1348
8	17539,7939	511,425800000001
9	17613,1718	73,3779000000003
10	17613,6194	0,447600000000315
11	17612,8545	0,764899999999831
12	17602,2754	10,5791000000006
13	17526,6751	75,6002999999991
14	17488,1349	38,5402000000003
15	17475,2396	12,8952999999996
16	17469,4023	5,83729999999992
17	17452,1631	17,2392000000011
18	17444,5739	7,58919999999949
19	17429,8318	14,7421000000003
20	17417,9696	11,8622000000003
21	17403,6919	14,2776999999991
22	17370,957	32,7349000000003
23	17292,9874	77,9696000000008
24	17013,5	279,487399999999
25	15713,7108	1299,7892
26	12375,7543	3337,9565
27	11683,3122	692,4421

Tabel 3.26 Perubahan Nilai Fungsi Objektif Kategori Status Tidak Beresiko (lanjutan)

Iterasi ke-	Jumlah Fungsi Objektif	Perubahan Fungsi Objektif
28	11646,8077	36,5045000000001
29	11620,7709	26,0368000000002
30	11624,4437	3,67280000000003
31	11629,9203	5,47659999999963
32	11637,0113	7,09100000000022
33	11641,132	4,12070000000031
34	11644,406	3,27400000000013
35	11646,0193	1,61329999999973
36	11646,7974	0,778100000000318
37	11648,2592	1,46179999999955
38	11649,7859	1,52670000000022
39	11648,7041	1,08180000000036
40	11649,444	0,739900000000595
41	11649,6938	0,249799999999596
42	11649,5597	0,134099999999385
43	11649,2506	0,309100000000222
44	11649,6135	0,362899999999826
45	11649,6234	0,0099000000009255

Sesuai dengan nilai perubahan fungsi objektif pada tabel 3.26 diatas, maka perhitungan berhenti pada iterasi ke-45. Hal tersebut dikarenakan nilai perubahan fungsi objektif pada iterasi ke-45 yang bernilai 0,0099000000009255 telah mencapai batas ambang.

- i. Langkah selanjutnya adalah menentukan *cluster* yang diikuti oleh setiap data. *Cluster* yang diikuti adalah *cluster* yang memiliki nilai derajat keanggotaan terbesar. Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai derajat keanggotaan pada iterasi ke-45.

Tabel 3.27 Nilai Akhir Derajat Keanggotaan Dan *Cluster* Yang Diikuti Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

No	Derajat Keanggotaan Matriks					Terbesar	Cluster yang diikuti
	ui1	ui2	ui3	ui4	ui5		
1	0.016	0.8503	0.0425	0.0337	0.0576	0.8503	2
2	0.0106	0.0512	0.1634	0.6588	0.1159	0.6588	4
3	0.0235	0.6241	0.1695	0.1145	0.0684	0.6241	2
4	0.0126	0.0639	0.0553	0.1165	0.7518	0.7518	5
5	0.0056	0.0412	0.2687	0.6441	0.0404	0.6441	4
6	0.004	0.0287	0.8606	0.0887	0.018	0.8606	3
7	0.0693	0.6013	0.0983	0.0814	0.1497	0.6013	2
8	0.0111	0.063	0.568	0.296	0.062	0.568	3
9	0.0214	0.6382	0.0806	0.1182	0.1416	0.6382	2
10	0.0151	0.0524	0.0454	0.086	0.801	0.801	5
11	0.9998	0.0001	0	0	0	0.9998	1
12	0.0096	0.0864	0.6987	0.1537	0.0516	0.6987	3
13	0.0496	0.2651	0.1336	0.2387	0.3131	0.3131	5
14	0.0032	0.0166	0.0097	0.0207	0.9498	0.9498	5
15	0.009	0.0401	0.2961	0.5978	0.0569	0.5978	4

Titik Pusat atau *centroid* yang didapat adalah *centroid* pada iterasi terakhir, yaitu *centroid* pada iterasi ke-45. *Centroid* akhir dapat dilihat pada tabel 3.28.

Tabel 3.28 *Centroid* Akhir Kategori Status Tidak Beresiko Penyakit Jantung

Cluster	Age	Sex	Cp	Rbp	Sc	Fbs	Rer	Mhr	Eia	Stdep
1	64,9278	0,0063	2,989	139,96	415,7077	0,9984	1,9888	157,0399	0,0007	0,7994
2	53,7298	0,7661	2,7768	132,6895	272,5352	0,2257	0,4804	171,5787	0,1993	0,2339

Tabel 3.28 Centroid Akhir Kategori Status Beresiko Kategori Status Beresiko Penyakit Jantung (lanjutan)

<i>Cluster</i>	<i>Age</i>	<i>Sex</i>	<i>Cp</i>	<i>Rbp</i>	<i>Sc</i>	<i>Fbs</i>	<i>Rer</i>	<i>Mhr</i>	<i>Eia</i>	<i>Stdep</i>
3	49,8908	0,5246	1,9634	115,4014	205,715	0,2881	0,5408	170,5173	0,0792	0,5799
4	50,4744	0,6576	2,4536	117,8251	215,8695	0,0755	1,3489	145,1801	0,5597	1,7727
5	63,8777	0,9542	1,9006	149,2884	239,3602	0,9779	1,1654	138,9924	0,4046	1,0215

Untuk detail hasil titik pusat atau *centroid* dapat dilihat pada tabel 3.29.

Tabel 3.29 Detail Hasil Titik Pusat

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Diagnosis
1	42,9889	0,9801	3,941	128,6216	285,4897	0,0683	1,6455	155,3973	0,8334	0,5273	Beresiko
2	61,0771	0,769	3,0105	129,9137	316,0551	0,6042	1,3368	137,9482	0,7251	1,3298	Beresiko
3	47,4904	0,9988	3,9969	139,0083	207,5031	0,6275	1,2638	155,9613	0,733	2,2168	Beresiko
4	56,9835	0,9949	3,5693	127,727	259,1506	0,4674	1,903	139,7217	0,9699	1,7186	Beresiko
5	56,2445	0,533	3,9899	178,5023	287,9568	0,9518	1,9596	128,5469	0,5298	2,4579	Beresiko
6	64,9278	0,0063	2,989	139,96	415,7077	0,9984	1,9888	157,0399	0,0007	0,7994	Tidak Beresiko
7	53,7298	0,7661	2,7768	132,6895	272,5352	0,2257	0,4804	171,5787	0,1993	0,2339	Tidak Beresiko
8	49,8908	0,5246	1,9634	115,4014	205,715	0,2887	0,5408	170,5173	0,0792	0,5799	Tidak Beresiko
9	50,4744	0,6572	2,4536	117,8251	215,8695	0,0755	1,3489	145,1801	0,5597	1,7727	Tidak Beresiko
10	63,2777	0,9542	1,9006	149,2884	239,3602	0,9779	1,1654	138,9924	0,4046	1,0215	Tidak Beresiko

3.5 Perhitungan *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Perhitungan *Learning Vector Quantization* akan menggunakan hasil titik pusat atau *centroid* pada tabel 3.29. Berikut ini adalah langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam menerapkan metode LVQ dalam pengolahan data [13].

1. Inisialisasi, tentukan jumlah neuron untuk mengkategorikan semua data titik pusat. Tentukan bobot awal neuron dengan memberikan nilai tengah dari jangkauan nilai setiap fitur. Tentukan laju pembelajaran (η), fungsi pembelajaran dan jumlah iterasi.
2. Lakukan langkah 3 sampai 7 hingga mencapai jumlah iterasi atau nilai laju pembelajaran sudah menjadi kecil.
3. Untuk setiap vektor latih masukan, lakukan langkah 4 sampai 5.
4. Hitung kuantitas vektor (d) pada semua neuron menggunakan persamaan 2.7, kemudian pilih yang paling kecil. Neuron dengan kuantitas paling kecil menjadi pemenang.
5. Perbaharui bobot neuron pemenang menggunakan persamaan 2.8.
6. Perbaharui laju pembelajaran dengan fungsi pembelajaran.
7. Tes kondisi berhenti jika, ($\alpha < \text{Min } \alpha$ atau iterasi $> \text{MaxIterasi}$) maka berhenti, jika tidak iterasi = iterasi+1, ulangi ;angkah ke-4.

Sebelum masuk ke proses perhitungan dimulai akan dilakukan proses normalisasi dahulu terhadap data, karena data tersebut mempunyai *range* atau jangkauan yang tidak sama dan terdapat data yang tidak berupa angka. Untuk itu perlu dilakukan normalisasi data pada setiap variabel dengan menggunakan persamaan 2.6 serta inisialisasi variabel.

a. Usia (*Age*)

Diketahui nilai minimal usia (*age*) adalah 35 dan nilai maksimum usia adalah 77, sehingga didapatkan X_1 dari persamaan 2.6 :

$$X_1 = (\text{Age} - 35) / (77 - 35)$$

b. Jenis Kelamin (*Sex*)

Agar dapat dikenali oleh sistem, data pada variabel jenis kelamin (*sex*) harus diubah ke X_2 dalam bentuk numerik, yaitu:

1. Diberi nilai “0” jika jenis kelamin (*sex*) adalah Perempuan (P).

2. Diberi nilai “1” jika jenis kelamin (*sex*) adalah laki-laki (L).

c. Tingkat Nyeri Dada (*Chest Pain* (CP))

Agar dapat dikenali oleh sistem, data pada variabel tingkat nyeri dada (CP) harus diubah ke X3 dalam bentuk numerik, yaitu:

1. Diberi nilai “1” jika tingkat nyeri dada (CP) adalah *Typical Angina*.

2. Diberi nilai “2” jika tingkat nyeri dada (CP) adalah *Atypical Angina*.

3. Diberi nilai “3” jika tingkat nyeri dada (CP) adalah *Non Anginal Pain*.

4. Diberi nilai “4” jika tingkat nyeri dada (CP) adalah *Asymptomatic*.

d. Tekanan Darah (*Resting Blood Pressure* (RBP))

Diketahui nilai minimal tekanan darah (RBP) adalah 102 dan nilai maksimal tekanan darah (RBP) adalah 192, sehingga didapatkan X4 dari persamaan 2.6:

$$X4 = (RBP - 102) / (192 - 102)$$

e. Tingkat Kolesterol (*Serum Cholesterol* (SC))

Diketahui nilai minimal tingkat kolesterol (SC) adalah 244 dan nilai maksimal tingkat kolesterol (SC) adalah 409, sehingga didapatkan X5 dari persamaan 2.6:

$$X5 = (SC - 244) / (409 - 244)$$

f. Kadar Gula Darah (*Fasting Blood Sugar* (FBS))

Diketahui nilai minimal kadar gula darah (FBS) adalah 0 dan nilai maksimal kadar gula darah (FBS) adalah 1, sehingga didapatkan X6 dari persamaan 2.6:

$$X6 = (FBS - 0) / (1 - 0)$$

g. Rekam Jantung (*Resting Electrocardiographic Result* (RER))

Agar dapat dikenali oleh sistem, data pada variabel rekam jantung (RER) harus diubah ke X7 dalam bentuk numerik, yaitu:

1. Diberi nilai “0” jika rekam jantung (RER) adalah Normal

2. Diberi nilai “1” jika rekam jantung (RER) adalah *ST-T Were Abnormaly*.

3. Diberi nilai “2” jika rekam jantung (RER) adalah *Definite Left Ventricular Hypertrophy*.

h. Detak Jantung (*Maximum Heart Rate Achieved* (MHR))

Diketahui nilai minimal detak jantung (MHR) adalah 88 dan nilai maksimum detak jantung (MHR) adalah 195, sehingga didapatkan X8 dari persamaan 2.6:

$$X8 = (MHR - 88) / (195 - 88)$$

i. Induksi Angina (*Exercise Induced Angina* (EIA))

Agar dapat dikenali oleh sistem, data pada variabel induksi angina (EIA) harus diubah ke X9 dalam bentuk numerik, yaitu:

1. Diberi nilai “0” jika induksi angina adalah tidak menggunakan penguat pacu jantung.
2. Diberi nilai “1” jika induksi angina adalah ya menggunakan penguat pacu jantung.

j. Tingkat Depresi (*ST Depression Induced Bt Exercise Relative To Rest* (STDEP))

Diketahui nilai minimal tingkat depresi (STDEP) adalah 0 dan nilai maksimum tingkat depresi (STDEP) adalah 9, sehingga didapatkan X10 dari persamaan 2.6:

$$X10 = (STDEP - 0) / (9 - 0)$$

k. Status

Pada variabel diagnosis yang digunakan sebagai neuron keluaran status terbagi menjadi 2, yaitu:

1. Diberi nilai “1” jika diagnosis adalah tidak beresiko.
2. Diberi nilai “2” jika diagnosis adalah beresiko.

Data uji yang digunakan adalah data rekam medis penyakit jantung dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2. Data rekam medis terlebih dahulu dirubah ke dalam bentuk numerik dapat dilihat pada tabel 3.3 dan tabel 3.16 kemudian dinormalisasikan terlebih dahulu, hasil proses normalisasi data rekam medis dapat dilihat pada tabel 3.30.

Tabel 3.30 Hasil Normalisasi Data Rekam Medis Pasien Penyakit Jantung

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	STATUS
1	0,6389	1	1	0,2188	0,4777	0	1	0,8395	0	0	2
2	0,6944	1	1	0,2188	0,2902	0	1	0,4691	1	0,7	2
3	0,4444	1	1	0,375	0,4732	0	0	0,8642	1	0,4	2
4	0,5833	1	0,6667	0,2708	0,2813	1	1	0,4815	1	0,15	2
5	0,8056	1	0,6667	0,2188	0,5179	0	0	0,3457	1	0,45	2
6	0,7778	1	1	0,2708	0,6116	1	1	0,358	1	0,45	2
7	0	1	1	0,2292	0,3973	0	1	0,6543	1	0	2
8	0,6111	1	1	0,6354	0,4286	1	1	0,2593	0	0,25	2
9	0,6389	0	0	0,3333	0,5625	1	1	0,6049	0	0	2
10	0,1389	1	1	0,5	0,1339	0	0	0,963	0	0	2
11	0,5	1	1	0,375	0,0446	1	1	0,642	1	0,775	2
12	0,5278	1	1	0,1875	0,4152	0	1	0,1605	1	0,8	2
13	0,5833	1	1	0,2708	0,4018	1	1	0	1	0,4	2
14	0,5833	0	1	1	0,4241	1	1	0,3704	1	1	2
15	0	1	1	0,1667	0,0223	0	0	0,3333	1	0,4	2
16	0,6667	1	1	0,3542	0,3482	0	0	0,9753	0	0	1
17	0,4444	1	0	0,2188	0,0893	0	1	0,2716	1	0,35	1
18	0,1667	0	0,6667	0,0833	0,3348	0	1	0,8519	1	0	1
19	0,7778	1	0	0,4271	0,1786	1	1	0,5802	0	0,575	1
20	0,4167	0	0,6667	0,1667	0,1161	0	0	0,679	0	0,4	1
21	0,3056	0	1	0,0104	0,0491	0	0	0,8519	0	0	1
22	0,4722	1	0	0,5	0,4688	1	0	0,9259	0	0,3	1
23	0,5833	1	0	0,1667	0	0	1	0,7284	0	0,475	1
24	0,5556	1	1	0,2708	0,308	0	0	0,642	0	0	1
25	0,9444	1	0	0,5833	0,183	1	1	0,3457	0	0,025	1
26	0,8333	0	0,6667	0,375	1	1	1	0,6667	0	0,2	1
27	0,4722	1	1	0,25	0,0536	1	0	1	0	0	1
28	1	0	0,6667	0,0625	0,3214	1	1	0,3333	0	0	1
29	0,7222	1	0,6667	0,4792	0,2232	1	0	0,4198	1	0,25	1
30	0,2778	1	1	0	0,067	0	1	0,5556	1	0,75	1

Setelah data rekam medis pasien penyakit jantung dinormalisasi. Selanjutnya data titik pusat atau *centroid* pada tabel 3.29 dinormalisasikan, hasil proses normalisasi titik pusat atau *centroid* dapat dilihat pada tabel 3.31.

Tabel 3.31 Hasil Normalisasi Titik Pusat

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status
1	0	0,9812	0,9733	0,2095	0,3799	0	0,7724	0,624	0,8592	0,1319	2
2	0,8245	0,7685	0,5295	0,23	0,5254	0,5762	0,5678	0,2185	0,7474	0,4928	2
3	0,2052	1	1	0,3741	0,0085	0,6012	0,5194	0,6371	0,7556	0,8916	2
4	0,6379	0,9961	0,796	0,1953	0,2545	0,4291	0,9431	0,2597	1	0,6676	2
5	0,6042	0,5307	0,9967	1	0,3916	0,9499	0,9806	0	0,5459	1	2
6	1	0	0,5192	0,3892	1	1	1	0,6621	0	0,2543	1
7	0,4896	0,7655	0,418	0,274	0,3182	0,1692	0	1	0,2049	0	1
8	0,3146	0,5222	0,03	0	0	0,237	0,04	0,9753	0,081	0,1556	1
9	0,3412	0,6558	0,2638	0,0384	0,0484	0,0077	0,5758	0,3865	0,5768	0,6919	1
10	0,9248	0,9551	0	0,537	0,1602	0,978	0,4541	0,2427	0,4167	0,3541	1

Setelah proses normalisasi dilakukan, proses selanjutnya adalah perhitungan *Learning Vector Quantization* menggunakan data normalisasi.

1. Inisialisasi

Menentukan terlebih dahulu bobot awal, nilai laju pembelajaran, fungsi pembelajaran, kondisi berhenti, jumlah iterasi dan jumlah neuron yang digunakan melakukan proses perhitungan menggunakan metode LVQ, dengan bobot awal yaitu 0,5.

Tabel 3.32 Bobot Awal

	Bobot Awal									
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
Bobot 0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bobot 1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Nilai laju pembelajaran adalah 0,05; fungsi pembelajaran adalah 0,6; jumlah iterasi yang digunakan adalah 8 dan minimum learning rate adalah 0,001. Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah neuron keluaran, jumlah neuron untuk data titik pusat ini ada 2 neuron untuk 2 status yaitu status 0 (beresiko) dan status 1 (tidak beresiko) dengan rincian sebagai berikut:

Neuron0 : Mewakili status 0

Neuron1 : Mewakili status 1

Dari data neuron tersebut nantinya akan dihitung jarak ke neuron keluaran D0 untuk jarak neuron 0 ke vektor data, D1 untuk jarak neuron 1. Jarak terkecil antar data dengan neuron tersebut akan digunakan sebagai neuron terpilih (neuron pemenang) dalam klasifikasi menggunakan metode LVQ.

2. Hitung kuantisasi vektor (D), pembaruan bobot dan pembaruan laju pembelajaran. Menghitung kuantisasi setiap vektor pada setiap neuron menggunakan persamaan 2.7 dengan detail perhitungan sebagai berikut:

Iterasi 1

Hitung kuantisasi vektor 1 ke setiap neuron:

$$[0 \ 0,9812 \ 0,9733 \ 0,2095 \ 0,3799 \ 0 \ 0,7724 \ 0,624 \ 0,8592 \ 0,1319]$$

$$D0 = (x_1 - w_{11})^2 + (x_2 - w_{21})^2 + (x_3 - w_{31})^2 + (x_4 - w_{41})^2 + (x_5 - w_{51})^2 + (x_6 - w_{61})^2 + (x_7 - w_{71})^2 + (x_8 - w_{81})^2 + (x_9 - w_{91})^2 + (x_{10} - w_{101})^2$$

$$D0 = (0 - 0,5)^2 + (0,9812 - 0,5)^2 + (0,9733 - 0,5)^2 + (0,2095 - 0,5)^2 + (0,3799 - 0,5)^2 + (0 - 0,5)^2 + (0,7724 - 0,5)^2 + (0,624 - 0,5)^2 + (0,8592 - 0,5)^2 + (0,1319 - 0,5)^2 = 1,1868$$

$$D1 = (x_1 - w_{12})^2 + (x_2 - w_{22})^2 + (x_3 - w_{32})^2 + (x_4 - w_{42})^2 + (x_5 - w_{52})^2 + (x_6 - w_{62})^2 + (x_7 - w_{72})^2 + (x_8 - w_{82})^2 + (x_9 - w_{92})^2 + (x_{10} - w_{102})^2$$

$$D1 = (0 - 0,5)^2 + (0,9812 - 0,5)^2 + (0,9733 - 0,5)^2 + (0,2095 - 0,5)^2 + (0,3799 - 0,5)^2 + (0 - 0,5)^2 + (0,7724 - 0,5)^2 + (0,624 - 0,5)^2 + (0,8592 - 0,5)^2 + (0,1319 - 0,5)^2 = 1,1868$$

Karena kedua neuron menghasilkan keluaran yang sama, maka pemenangnya bisa dipilih sembarang. Misalkan dipilih pada neuron 0 mewakili status 0, sedangkan vektor 1 mempunyai label status 0 maka neuron 0 akan mengalami perubahan bobot dengan menggunakan persamaan 2.8:

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \end{bmatrix} - 0,05 \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0,9812 \\ 0,9733 \\ 0,2095 \\ 0,3799 \\ 0 \\ 0,7724 \\ 0,624 \\ 0,8592 \\ 0,1319 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,475 \\ 0,5241 \\ 0,5237 \\ 0,4855 \\ 0,494 \\ 0,475 \\ 0,5136 \\ 0,5062 \\ 0,518 \\ 0,4816 \end{bmatrix}$$

Tabel 3.33 Bobot Baru Vektor 1

	Bobot									
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
Bobot 0	0,475	0,5241	0,5237	0,4855	0,494	0,475	0,5136	0,5062	0,518	0,4816
Bobot 1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Hitung kuantitasi vektor 2 ke setiap neuron:

$$[0,8245 \quad 0,7685 \quad 0,5295 \quad 0,23 \quad 0,5254 \quad 0,5762 \quad 0,5678 \quad 0,2185 \quad 0,7474 \quad 0,4928]$$

$$D0 = (x_1 - w_{11})^2 + (x_2 - w_{21})^2 + (x_3 - w_{31})^2 + (x_4 - w_{41})^2 + (x_5 - w_{51})^2 + (x_6 - w_{61})^2 + (x_7 - w_{71})^2 + (x_8 - w_{81})^2 + (x_9 - w_{91})^2 + (x_{10} - w_{101})^2$$

$$D0 = (0,8245 - 0,475)^2 + (0,7685 - 0,5241)^2 + (0,5295 - 0,5237)^2 + (0,23 - 0,4855)^2 + (0,5254 - 0,494)^2 + (0,5762 - 0,475)^2 + (0,5678 - 0,5136)^2 + (0,2185 - 0,5062)^2 + (0,7474 - 0,518)^2 + (0,4928 - 0,4816)^2 = 0,6299$$

$$D1 = (x_1 - w_{12})^2 + (x_2 - w_{22})^2 + (x_3 - w_{32})^2 + (x_4 - w_{42})^2 + (x_5 - w_{52})^2 + (x_6 - w_{62})^2 + (x_7 - w_{72})^2 + (x_8 - w_{82})^2 + (x_9 - w_{92})^2 + (x_{10} - w_{102})^2$$

$$D1 = (0,8245 - 0,5)^2 + (0,7685 - 0,5)^2 + (0,5295 - 0,5)^2 + (0,23 - 0,5)^2 + (0,5254 - 0,5)^2 + (0,5762 - 0,5)^2 + (0,5678 - 0,5)^2 + (0,2185 - 0,5)^2 + (0,7474 - 0,5)^2 + (0,4928 - 0,5)^2 = 0,6346$$

Hasil dari kedua neuron yang paling kecil adalah neuron 0. Neuron 0 mewakili status 0, sedangkan vektor 1 mempunyai label status 0, maka neuron 0 mengalami perubahan bobot menggunakan persamaan 2.8:

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0,475 \\ 0,5241 \\ 0,5237 \\ 0,4855 \\ 0,494 \\ 0,475 \\ 0,5136 \\ 0,5062 \\ 0,518 \\ 0,4816 \end{bmatrix} + 0,05 \left(\begin{bmatrix} 0,8245 \\ 0,7685 \\ 0,5295 \\ 0,23 \\ 0,5254 \\ 0,5762 \\ 0,5678 \\ 0,2185 \\ 0,7474 \\ 0,4928 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,475 \\ 0,5241 \\ 0,5237 \\ 0,4855 \\ 0,494 \\ 0,475 \\ 0,5136 \\ 0,5062 \\ 0,518 \\ 0,4816 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 0,4925 \\ 0,5363 \\ 0,524 \\ 0,4727 \\ 0,4956 \\ 0,4801 \\ 0,5163 \\ 0,4918 \\ 0,5295 \\ 0,4822 \end{bmatrix}$$

Tabel 3.34 Bobot Baru Vektor 2

	Bobot									
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
Bobot 0	0,4925	0,5363	0,524	0,4727	0,4956	0,4801	0,5163	0,4918	0,5295	0,4822
Bobot 1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Untuk perhitungan kuantisasi vektor ke-3 sampai ke-8 prosesnya sama yaitu dengan cara mengupdate nilai bobot neuron terkecil. Bobot baru pada iterasi pertama disajikan pada tabel 3.35, sedangkan bobot baru pada iterasi 2 dan 3 ditampilkan pada tabel 3.36 dan tabel 3.37, selanjutnya hasil dari perhitungan pada iterasi pertama dapat dilihat pada tabel 3.35.

Tabel 3.35 Bobot Iterasi 1

	Bobot									
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
Bobot 0	0,4995	0,575	0,5979	0,5037	0,4774	0,5315	0,5591	0,4665	0,5622	0,5276
Bobot 1	0,5334	0,5143	0,4499	0,4632	0,4726	0,5179	0,4748	0,5392	0,4412	0,4432

Pembaruan laju pembelajaran dilakukan setiap akhir iterasi, untuk pembaruan laju pembelajaran iterasi 1:

$$\eta(1) = 0,6 \times \eta(0) = 0,6 \times 0,05 = 0,03$$

Sebelum melanjutkan ke iterasi selanjutnya akan dilakukan tes kondisi berhenti. Jika alpha (0,03) lebih kecil daripada $\min\alpha$ (0,001) atau

iterasi (1) lebih besar daripada MaxIterasi (8) maka berhenti, karena syarat berhenti masih belum terpenuhi maka perhitungan dilanjutkan ke iterasi berikutnya. Bobot akhir itersi 2 ditampilkan pada tabel 3.36.

Tabel 3.36 Bobot Iterasi 2

	Bobot									
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
Bobot 0	0,5016	0,6118	0,6537	0,5134	0,4742	0,5563	0,5884	0,4517	0,5936	0,5372
Bobot 1	0,5581	0,5298	0,4165	0,4465	0,4534	0,5363	0,4624	0,5529	0,4114	0,4132

Iterasi 2 sudah berakhir, laju pembelajaran diperbaharui:

$$\eta(2) = 0,6 \times \eta(1) = 0,6 \times 0,03 = 0,018$$

Selanjutnya tes kondisi berhenti alpha (0,018) leboh kecil daripada min α (0,001) atau iterasi (2) lebih besar daripada MaxIterasi (8) maka berhenti, karena syarat berhenti masih belum terpenuhi maka perhitungan dilanjutkan ke iterasi berikutnya. Bobot akhir iterasi 3 ditampilkan pada tabel 3.37.

Tabel 3.37 Bobot Iterasi 3

	Bobot									
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
Bobot 0	0,4978	0,6326	0,6718	0,5042	0,46	0,553	0,6033	0,4423	0,6098	0,5464
Bobot 1	0,5681	0,5525	0,3837	0,4207	0,4185	0,5298	0,4616	0,5452	0,4044	0,4102

Iterasi 3 sudah berakhir, laju pembelajaran diperbaharui:

$$\eta(3) = 0,6 \times \eta(2) = 0,6 \times 0,018 = 0,0108$$

Selanjutnya tes kondisi berhenti, berlanjut pada iterasi 4 sampai 8 dengan proses hitungan yang sama, yaitu memperbarui bobot dari neuron terpilih yang paling kecil. Memperbarui nilai laju pembelajaran pada setiap iterasi dan tes kondisi berhenti. Pada tabel 3.38 akan ditampilkan hasil perhitungan jarak data ke neuron D0 dan D1 pada iterasi ke-8.

Tabel 3.38 Jarak Data Ke Neuron D0 dan D1 Pada Iterasi ke-8

No	Nilai Variabel										Status	Jarak Neuron		Neuron Terpilih	Status Terpilih
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10		D0	D1		
1	0	0,9812	0,9733	0,2095	0,3799	0	0,7724	0,624	0,8592	0,1319	0	1,0468	1,2687	0	0
2	0,8245	0,7685	0,5295	0,23	0,5254	0,5762	0,5678	0,2185	0,7474	0,4928	0	0,5387	0,6232	0	0
3	0,2052	1	1	0,3741	0,0085	0,6012	0,5194	0,6371	0,7556	0,8916	0	0,8255	1,1091	0	0
4	0,6379	0,9961	0,796	0,1953	0,2545	0,4291	0,9431	0,2597	1	0,6676	0	0,753	1,5026	0	0
5	0,6042	0,5307	0,9967	1	0,3916	0,9499	0,9806	0	0,5459	1	0	1,0399	1,3737	0	0
6	1	0	0,5192	0,3892	1	1	1	0,6621	0	0,2543	1	1,3912	1,326	1	1
7	0,4896	0,7655	0,418	0,274	0,3182	0,1692	0	1	0,2049	0	1	1,2156	0,9396	1	1
8	0,3146	0,5222	0,03	0	0	0,237	0,04	0,9753	0,081	0,1556	1	1,4503	1,0515	1	1
9	0,3412	0,6558	0,2638	0,0384	0,0484	0,0077	0,5758	0,3865	0,5768	0,6919	1	0,9367	0,8081	1	1
10	0,9248	0,9551	0	0,537	0,1602	0,978	0,4541	0,2427	0,4167	0,3541	1	1,0824	0,8339	1	1

Perhitungan iterasi ke-8 dengan jumlah 10 data telah selesai. Hasil perhitungan tersebut ditampilkan pada tabel 3.38, karena jumlah iterasi maksimal adalah 8 maka pembelajaran LVQ berhenti. Bobot pada iterasi ke-8 ditampilkan pada tabel 3.39.

Tabel 3.39 Bobot Iterasi ke-8

	Bobot Akhir									
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
Bobot 1	0,694	0,6925	0,6964	0,3467	0,6947	0,3419	0,6949	0,3099	0,6944	0,692
Bobot 2	0,3051	0,305	0,5116	0,403	0,5749	0,6917	0,3068	0,6962	0,3037	0,3036

Selanjutnya jika bobot akhir atau bobot terbaik sudah didapat selanjutnya perhitungan antara data rekam medis yang sudah dinormalisasi dapat dilihat pada tabel 3.30 dan bobot terakhir pada tabel 3.39.

Hitung data normalisasi rekam medis ke-1 dengan bobot akhir:

$$[0,6389 \quad 1 \quad 1 \quad 0,2188 \quad 0,4777 \quad 0 \quad 1 \quad 0,8395 \quad 0 \quad 0]$$

$$D0 = (x_1 - w_{11})^2 + (x_2 - w_{21})^2 + (x_3 - w_{31})^2 + (x_4 - w_{41})^2 + (x_5 - w_{51})^2 + (x_6 - w_{61})^2 + (x_7 - w_{71})^2 + (x_8 - w_{81})^2 + (x_9 - w_{91})^2 + (x_{10} - w_{101})^2$$

$$D0 = (0,6389 - 0,694)^2 + (1 - 0,6925)^2 + (1 - 0,6964)^2 + (0,2188 - 0,3467)^2 + (0,4777 - 0,6947)^2 + (0 - 0,3419)^2 + (1 - 0,6949)^2 + (0,8395 - 0,3099)^2 + (0 - 0,6944)^2 + (0 - 0,692)^2 = 1,2717$$

$$D1 = (x_1 - w_{12})^2 + (x_2 - w_{22})^2 + (x_3 - w_{32})^2 + (x_4 - w_{42})^2 + (x_5 - w_{52})^2 + (x_6 - w_{62})^2 + (x_7 - w_{72})^2 + (x_8 - w_{82})^2 + (x_9 - w_{92})^2 + (x_{10} - w_{102})^2$$

$$D1 = (0,6389 - 0,3051)^2 + (1 - 0,305)^2 + (1 - 0,5116)^2 + (0,2188 - 0,403)^2 + (0,4777 - 0,5749)^2 + (0 - 0,6917)^2 + (1 - 0,3068)^2 + (0,8395 - 0,6962)^2 + (0 - 0,3037)^2 + (0 - 0,3036)^2 = 1,3112$$

Dari hasil perhitungan tersebut didapat nilai terkecil yaitu 1,2717 dengan neuron D0 yang mewakili status beresiko penyakit jantung sebagai pemenang. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilakukan

sesuai perhitungan diatas. Detail jarak data rekam medis ke neuron D0 dan D1 dan hasil prediksi untuk data rekam medis penyakit jantung dapat dilihat pada tabel 3.40 dan tabel 3.41.

Tabel 3.40 Jarak Data Rekam Medis Ke Neuron D0 dan D1

No	Nilai Variabel										Status	Jarak Neuron		Neuron Terpilih	Status Terpilih
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10		D0	D1		
1	0,6389	1	1	0,2188	0,4777	0	1	0,8395	0	0	2	1,2717	1,3112	2	2
2	0,6944	1	1	0,2188	0,2902	0	1	0,4691	1	0,7	2	0,9743	1,2702	2	2
3	0,4444	1	1	0,375	0,4732	0	0	0,8642	1	0,4	2	1,1183	1,2872	2	2
4	0,5833	1	0,6667	0,2708	0,2813	1	1	0,4815	1	0,15	2	0,9232	1,0976	2	2
5	0,8056	1	0,6667	0,2188	0,5179	0	0	0,3457	1	0,45	2	1,0614	1,1106	2	2
6	0,7778	1	1	0,2708	0,6116	1	1	0,358	1	0,45	2	0,9351	1,2707	2	2
7	0	1	1	0,2292	0,3973	0	1	0,6543	1	0	2	1,2066	1,4526	2	2
8	0,6111	1	1	0,6354	0,4286	1	1	0,2593	0	0,25	2	1,0589	1,2138	2	2
9	0,6389	0	0	0,3333	0,5625	1	1	0,6049	0	0	2	1,4349	1,1996	1	1
10	0,1389	1	1	0,5	0,1339	0	0	0,963	0	0	2	1,447	1,407	1	1
11	0,5	1	1	0,375	0,0446	1	1	0,642	1	0,775	2	0,9818	1,3	2	2
12	0,5278	1	1	0,1875	0,4152	0	1	0,1605	1	0,8	2	1,0091	1,3391	2	2
13	0,5833	1	1	0,2708	0,4018	1	1	0	1	0,4	2	0,9851	1,3108	2	2
14	0,5833	0	1	1	0,4241	1	1	0,3704	1	1	2	1,2224	1,5709	2	2
15	0	1	1	0,1667	0,0223	0	0	0,3333	1	0,4	2	1,258	1,402	2	2

Tabel 3.40 Jarak Data Rekam Medis Ke Neuron D0 dan D1 (lanjutan)

No	Nilai Variabel										Status	Jarak Neuron		Neuron Terpilih	Status Terpilih
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10		D0	D1		
16	0,6667	1	1	0,3542	0,3482	0	0	0,9753	0	0	1	1,3943	1,3198	1	1
17	0,4444	1	0	0,2188	0,0893	0	1	0,2716	1	0,35	1	1,1999	1,1209	1	1
18	0,1667	0	0,6667	0,0833	0,3348	0	1	0,8519	1	0	1	1,3328	1,4182	2	2
19	0,7778	1	0	0,4271	0,1786	1	1	0,5802	0	0,575	1	1,2332	0,9948	1	1
20	0,4167	0	0,6667	0,1667	0,1161	0	0	0,679	0	0,4	1	1,346	1,167	1	1
21	0,3056	0	1	0,0104	0,0491	0	0	0,8519	0	0	1	1,583	1,4754	1	1
22	0,4722	1	0	0,5	0,4688	1	0	0,9259	0	0,3	1	1,3738	1,0623	1	1
23	0,5833	1	0	0,1667	0	0	1	0,7284	0	0,475	1	1,3541	1,0731	1	1
24	0,5556	1	1	0,2708	0,308	0	0	0,642	0	0	1	1,3065	1,6997	2	2
25	0,9444	1	0	0,5833	0,183	1	1	0,3457	0	0,025	1	1,383	1,1303	1	1
26	0,8333	0	0,6667	0,375	1	1	1	0,6667	0	0,2	1	1,3437	1,353	2	2
27	0,4722	1	1	0,25	0,0536	1	0	1	0	0	1	1,4259	1,3476	1	1
28	1	0	0,6667	0,0625	0,3214	1	1	0,3333	0	0	1	1,3991	1,2988	1	1
29	0,7222	1	0,6667	0,4792	0,2232	1	0	0,4198	1	0,25	1	1,0178	1,0699	2	2
30	0,2778	1	1	0	0,067	0	1	0,5556	1	0,75	1	1,1262	1,3833	2	2

Tabel 3.41 Hasil Prediksi

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status	Prediksi Sistem
1	0,6389	1	1	0,2188	0,4777	0	1	0,8395	0	0	Beresiko	Beresiko
2	0,6944	1	1	0,2188	0,2902	0	1	0,4691	1	0,7	Beresiko	Beresiko
3	0,4444	1	1	0,375	0,4732	0	0	0,8642	1	0,4	Beresiko	Beresiko
4	0,5833	1	0,6667	0,2708	0,2813	1	1	0,4815	1	0,15	Beresiko	Beresiko
5	0,8056	1	0,6667	0,2188	0,5179	0	0	0,3457	1	0,45	Beresiko	Beresiko
6	0,7778	1	1	0,2708	0,6116	1	1	0,358	1	0,45	Beresiko	Beresiko
7	0	1	1	0,2292	0,3973	0	1	0,6543	1	0	Beresiko	Beresiko
8	0,6111	1	1	0,6354	0,4286	1	1	0,2593	0	0,25	Beresiko	Beresiko
9	0,6389	0	0	0,3333	0,5625	1	1	0,6049	0	0	Beresiko	Tidak Beresiko
10	0,1389	1	1	0,5	0,1339	0	0	0,963	0	0	Beresiko	Tidak Beresiko
11	0,5	1	1	0,375	0,0446	1	1	0,642	1	0,775	Beresiko	Beresiko
12	0,5278	1	1	0,1875	0,4152	0	1	0,1605	1	0,8	Beresiko	Beresiko
13	0,5833	1	1	0,2708	0,4018	1	1	0	1	0,4	Beresiko	Beresiko
14	0,5833	0	1	1	0,4241	1	1	0,3704	1	1	Beresiko	Beresiko
15	0	1	1	0,1667	0,0223	0	0	0,3333	1	0,4	Beresiko	Beresiko
16	0,6667	1	1	0,3542	0,3482	0	0	0,9753	0	0	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
17	0,4444	1	0	0,2188	0,0893	0	1	0,2716	1	0,35	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
18	0,1667	0	0,6667	0,0833	0,3348	0	1	0,8519	1	0	Tidak Beresiko	Beresiko

Tabel 3.41 Hasil Prediksi (lanjutan)

No	Age	Sex	CP	RBP	SC	FBS	RER	MHR	EIA	STDEP	Status	Prediksi Sistem
19	0,7778	1	0	0,4271	0,1786	1	1	0,5802	0	0,575	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
20	0,4167	0	0,6667	0,1667	0,1161	0	0	0,679	0	0,4	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
21	0,3056	0	1	0,0104	0,0491	0	0	0,8519	0	0	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
22	0,4722	1	0	0,5	0,4688	1	0	0,9259	0	0,3	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
23	0,5833	1	0	0,1667	0	0	1	0,7284	0	0,475	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
24	0,5556	1	1	0,2708	0,308	0	0	0,642	0	0	Tidak Beresiko	Beresiko
25	0,9444	1	0	0,5833	0,183	1	1	0,3457	0	0,025	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
26	0,8333	0	0,6667	0,375	1	1	1	0,6667	0	0,2	Tidak Beresiko	Beresiko
27	0,4722	1	1	0,25	0,0536	1	0	1	0	0	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
28	1	0	0,6667	0,0625	0,3214	1	1	0,3333	0	0	Tidak Beresiko	Tidak Beresiko
29	0,7222	1	0,6667	0,4792	0,2232	1	0	0,4198	1	0,25	Tidak Beresiko	Beresiko
30	0,2778	1	1	0	0,067	0	1	0,5556	1	0,75	Tidak Beresiko	Beresiko

Dari hasil prediksi data rekam medis sebanyak 30 data, diperoleh 23 data yang benar dan 7 data yang salah. Hasil nilai *sensitivitas*, *spesivisitas*, akurasi dan laju error secara lengkap ditampilkan pada tabel 3.42

Tabel 3.42 Detail Prediksi Data Rekam Medis Pasien Penyakit Jantung

Kategori Status	Terbaca		Jenis Penilaian		Akurasi	Laju Error
	Beresiko	Tidak Beresiko	Sensitivitas	Spesivisitas		
Beresiko	13	2	86,67	13,33	76,67%	23,33%
Tidak Beresiko	5	10	66,67	33,33		

Hasil nilai yang diperoleh dari perhitungan *sensitivitas*, *spesivisitas*, akurasi dan laju error sesuai dengan persamaan 2.14, 2.15, 2.16, dan 2.17:

1. *Sensitivitas*

$$\text{Status Beresiko} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{13}{13 + 2} = 86,67$$

$$\text{Status Tidak Beresiko} = \frac{TN}{FP + TN} = \frac{2}{2 + 13} = 13,33$$

2. *Spesivisitas*

$$\text{Status Beresiko} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{13}{13 + 2} = 86,67$$

$$\text{Status Tidak Beresiko} = \frac{TN}{FP + TN} = \frac{2}{2 + 13} = 13,33$$

$$3. \text{ Akurasi} = \frac{13+10}{13+2+5+10} \times 100\% = \frac{23}{30} \times 100\% = 76,67\%$$

$$4. \text{ Laju error} = \frac{2+5}{13+2+5+10} \times 100\% = \frac{7}{30} \times 100\% = 23,33\%$$

3.6 Studi Kasus

Dari data yang didapat akan dilakukan satu pengujian data rekam medis, contoh kasus dari permasalahan sebagai berikut, nama pasien Tn. X dengan usia = 60, jenis kelamin = laki-laki, tingkat nyeri dada = *asymptomatic*, tekanan darah = 125, tingkat kolestrol = 258, kadar gula darah = salah, rekam jantung = *Definite Left Venticular Hypertrophy*, detak jantung = 141, *induksi angina* = Ya, tingkat depresi = 2,8. Tn. X masuk dalam kategori apa dalam sistem penentu resiko penyakit jantung ?

Diketahui :

Usia (*age*): 60

Normalisasi usia (*age*) (X1) = 0,6944

Jenis Kelamin (*sex*) : Laki-laki

Normalisasi jenis kelamin (*sex*) (X2) = 1

Tingkat nyeri dada (cp): *Asymptomatic*

Normalisasi tingkat nyeri dada (cp) (X3) = 1

Tekanan darah : 125

Normalisasi tekan darah (rbp) (X4) = 0,2188

Tingkat kolestrol (sc) : 258

Normalisasi tingkat kolestrol (sc) (X5) = 0,2902

Kadar gula darah (fbs): Salah

Normalisasi kadar gula darah (fbs) (X6) = 0

Rekam jantung (rer): *Definite Left Ventricular Hypertrophy*

Normalisasi rekam jantung (rer) (X7) = 1

Detak jantung (mhr) : 141

Normalisasi detak jantung (mhr) (X8) = 0,4691

Induksi angina (eia) : tidak

Normalisasi *induksi angina* (eia) (X9) = 1

Tingkat depresi (stdep) : 2,8

Normalisasi tingkat depresi (stdep) (X10) = 0,7

Perhitungan daa rekam medis akan dilakukan dengan menggunakan bobot akhir iterasi pada tabel 3.29. Menghitung kuantitasi vektor 1 [0,6042 1 1 0,2925 0,5065 0 1 0,7643 1 0] ke setiap neuron:

$$D0 = (x_1 - w_{11})^2 + (x_2 - w_{21})^2 + (x_3 - w_{31})^2 + (x_4 - w_{41})^2 + (x_5 - w_{51})^2 + (x_6 - w_{61})^2 + (x_7 - w_{71})^2 + (x_8 - w_{81})^2 + (x_9 - w_{91})^2 + (x_{10} - w_{101})^2$$

$$D0 = (0,6042 - 0,492)^2 + (1 - 0,6598)^2 + (1 - 0,691)^2 + (0,2925 - 0,488)^2 + (0,5065 - 0,4428)^2 + (0 - 0,5447)^2 + (1 - 0,6183)^2 + (0,7643 - 0,4348)^2 + (1 - 0,6308)^2 + (0 - 0,5536)^2 = 0,9743$$

$$D1 = (x_1 - w_{12})^2 + (x_2 - w_{22})^2 + (x_3 - w_{32})^2 + (x_4 - w_{42})^2 + (x_5 - w_{52})^2 + (x_6 - w_{62})^2 + (x_7 - w_{72})^2 + (x_8 - w_{82})^2 + (x_9 - w_{92})^2 + (x_{10} - w_{102})^2$$

$$D1 = (0,6042 - 0,5942)^2 + (1 - 0,6318)^2 + (1 - 0,2993)^2 + (0,2925 - 0,3718)^2 + (0,5065 - 0,3151)^2 + (0 - 0,5211)^2 + (1 - 0,476)^2 + (0,7643 - 0,4813)^2 + (1 - 0,4196)^2 + (0 - 0,4362)^2 = 1,2702$$

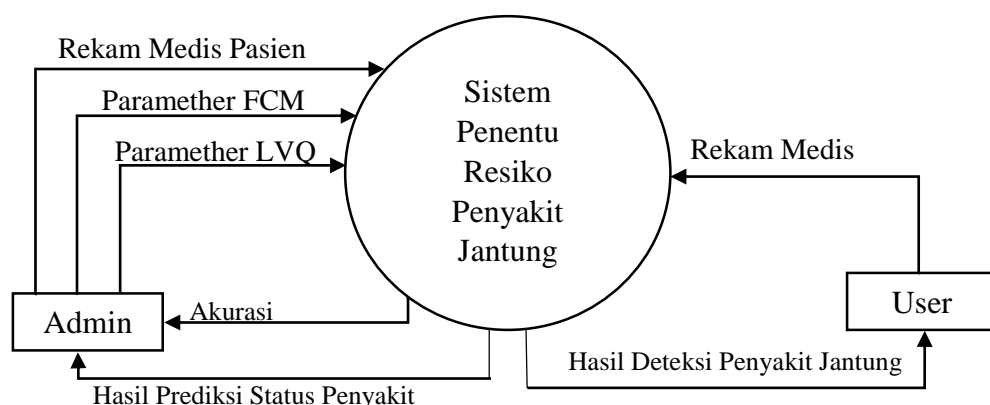
Dari hasil prediksi dengan nama pasien Tn. X dengan usia = 60, jenis kelamin = laki-laki, tingkat nyeri dada = *asymptomatic*, tekanan darah = 125, tingkat kolestrol = 258, kadar gula darah = salah, rekam jantung = *Definite Left Ventricular Hypertrophy*, detak jantung = 141, *induksi angina* = Ya, tingkat depresi = 2,8. Maka hasil perhitungan dengan menggunakan metode LVQ didapatkan hasil prediksi dengan nilai jarak terkecil adalah 0,9743 yaitu nilai jarak pada neuron 0 yang keluar sebagai neuron pemenang, sedangkan neuron 0 mewakili kelas 0 (kategori status beresiko). Sehingga, sistem penentu resiko penyakit jantung untuk Tn. X diprediksi masuk dalam status beresiko terkena penyakit jantung.

3.7 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahapan setelah melakukan analisis dan pengembangan sistem, pendefinisian dari kebutuhan-kebutuhan fungsional dan persiapan untuk rancang bangun implementasi serta gambaran bagaimana suatu sistem dapat terbentuk.

3.7.1 Diagram Konteks

Diagram konteks merupakan diagram yang menjelaskan secara keseluruhan proses utama sebuah sistem. Diagram tersebut menjelaskan apa yang dimasukkan data yang diterima oleh pengguna sistem.



Gambar 3.4 Diagram Konteks

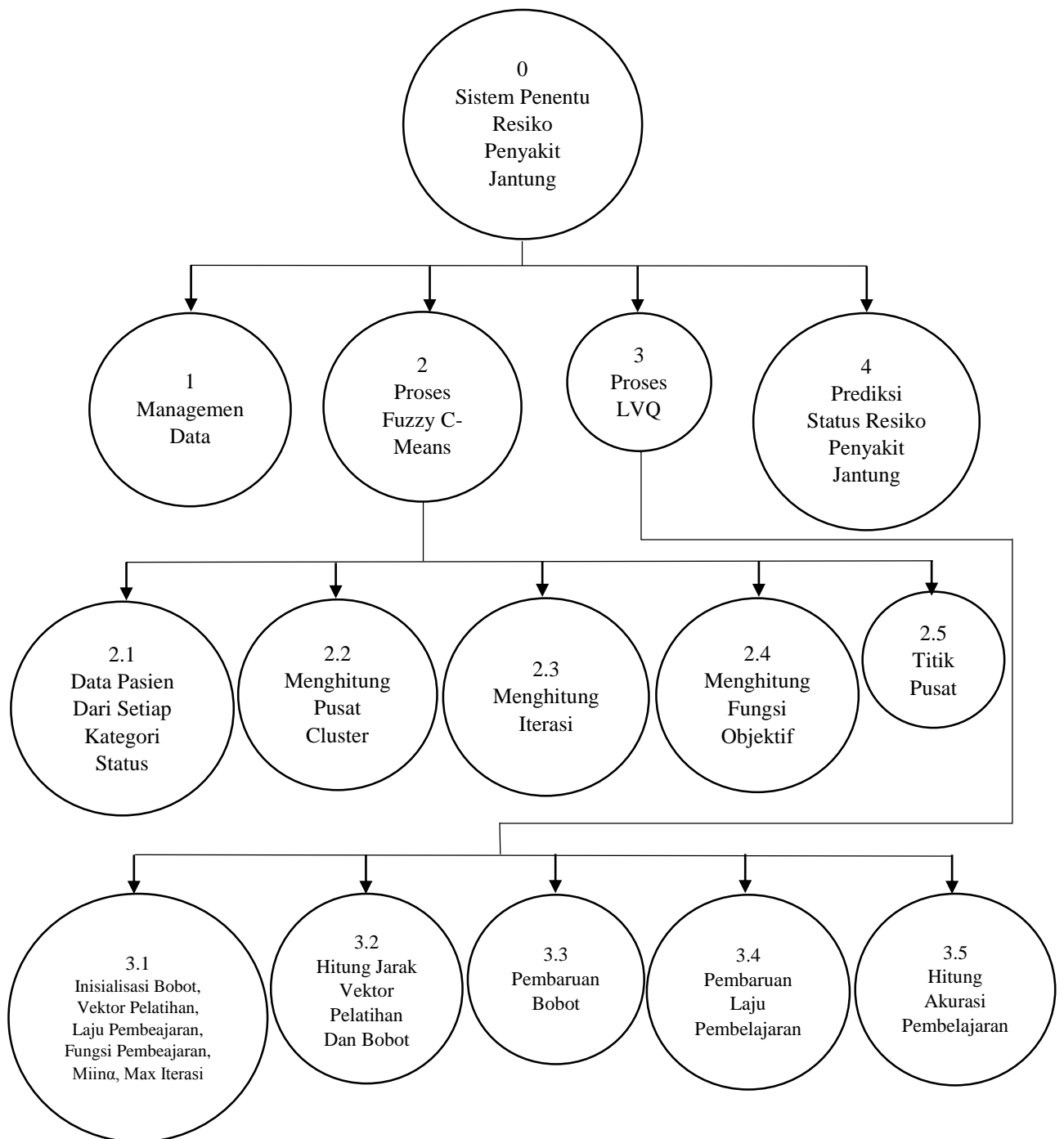
Penjelasan pada gambar 3.4, terlihat bahwa yang terlibat dalam memasukkan data pada sistem ini adalah *admin* dan *user* (pasien).

Admin, memasukkan data rekam medis berupa usia, jenis kelamin, tingkat nyeri dada, tekanan darah, tingkat kolestrol, kadar gula darah, *Resting Electrocardiographic Result* (Rekam Jantung (*Elektrokardiografi*)), detak jantung, *Exercise Induced Angina* (Detak Jantung), *ST Depression Induced By Exercise Relative To Rest* (Tingkat Depresi). Serta memasukkan parameter Fuzzy C-Means dan parameter LVQ. Data tersebut nantinya akan digunakan sebagai data yang akan diproses untuk menghasilkan akurasi pembelajaran. Untuk *user*, memasukkan rekam medis yang akan diproses oleh sistem dengan keluaran hasil deteksi penyakit jantung.

3.7.2 Diagram Berjenjang

Diagram berjenjang merupakan suatu gambaran struktur khusus dari sistem berupa suatu bagan berjenjang yang menggambarkan semua proses yang ada pada sistem. Digunakan untuk mempersiapkan penggambaran DFD ke level lebih bawah lagi. Bagan berjenjang dapat digambarkan dengan notasi proses yang digunakan dalam pembuatan Data Flow Diagram (DFD) Diagram berjenjang dari sistem yang terbuat terdiri dari 2 (dua) level yaitu:

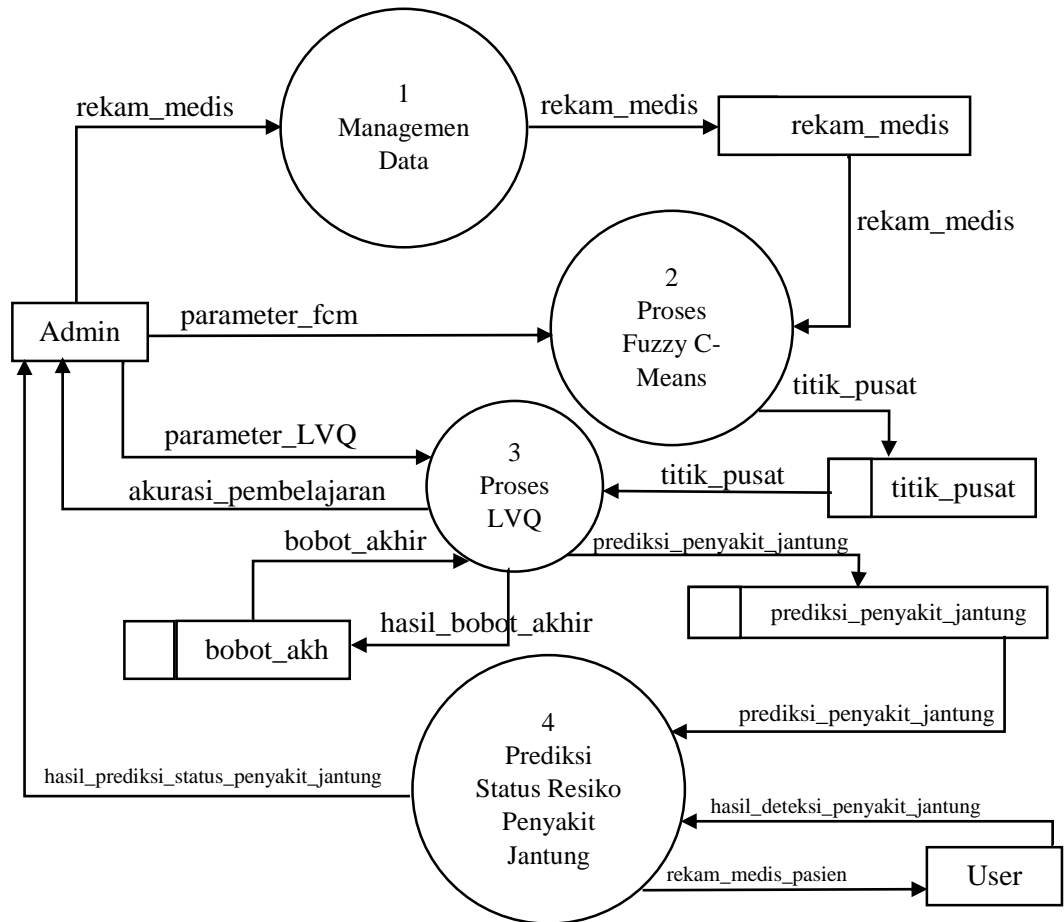
1. Top Level : Sistem penentu resiko penyakit jantung.
2. Level 1 : Berisi proses dalam sistem meliputi manajemen data, proses FCM, proses LVQ, prediksi status resiko penyakit jantung.
3. Level 2 : Merupakan proses FCM yang memuat perhitungan untuk menghasilkan titik pusat dan proses LVQ yang memuat perhitungan atau tahapan-tahapan dalam menggunakan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ).



Gambar 3.5 Diagram Berjenjang

Pada **Gambar 3.5** dapat dilihat secara keseluruhan proses yang nantinya dilakukan pada sistem penentu resiko penyakit jantung menggunakan *Learning Vector Quantization (LVQ)*.

3.7.3 Data Flow Diagram Level 1

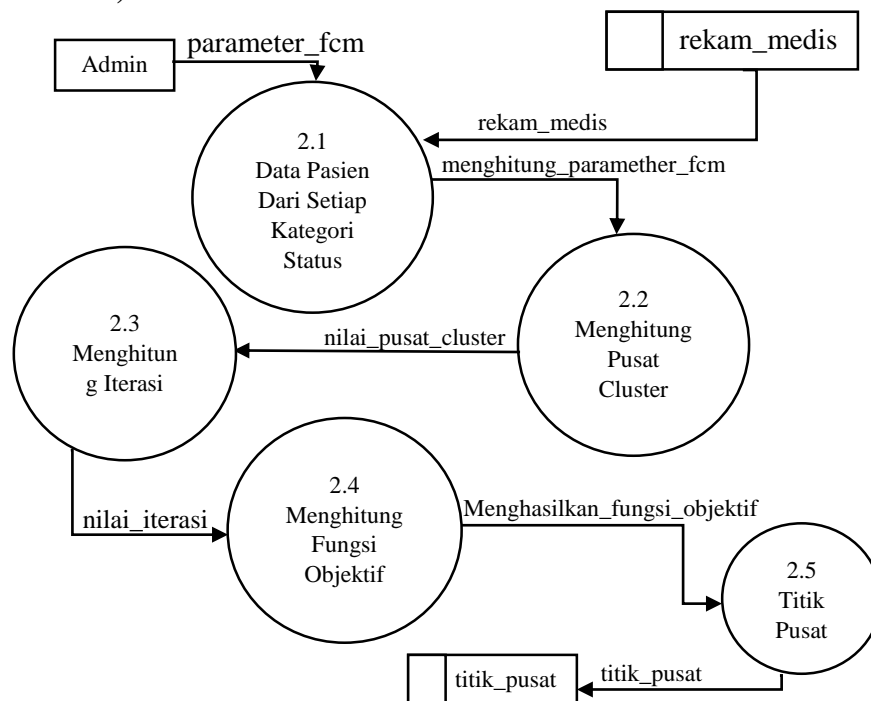


Gambar 3.6 DFD Level 1

DFD level 1 pada **Gambar 3.6** menjelaskan aliran data pada sistem. Terdapat 4 proses didalam sistem tersebut. Dimana *admin* terlebih dahulu memasukkan data rekam medis pasien penyakit jantung, parameter fcm, dan parameter LVQ. Proses satu adalah managemen data untuk proses penyimpanan data rekam medis. Proses dua, proses FCM merupakan proses untuk mendapatkan hasil titik pusat dan disimpan dalam *database*. Proses tiga adalah proses LVQ merupakan proses untuk mendapatkan bobot akhir dari titik pusat, menghasilkan akurasi pemnelajaran yang dapat dilihat oleh *admin* dan menghasilkan prediksi penyakit jantung yang disimpan dalam *database*. Proses empat adalah prediksi status resiko penyakit jantung

yang akan menampilkan hasil prediksi status penyakit jantung yang hasilnya diperlihatkan kepada *admin*. Untuk *user*, terlebih dahulu memasukkan riwayat rekam medis baru lalu akan diproses pada proses 4 yaitu prediksi status resiko penyakit jantung, karena pada proses 4 sudah memiliki nilai bobot akhir yang nantinya akan menghitung langsung rekam medis yang dimasukkan oleh *user*. Lalu, mengeluarkan hasil deteksi penyakit jantung yang hanya dapat dilihat oleh *user*.

3.7.4 Data Flow Diagram Level 2 Proses 2 (Detail Perhitungan Fuzzy C-Means)

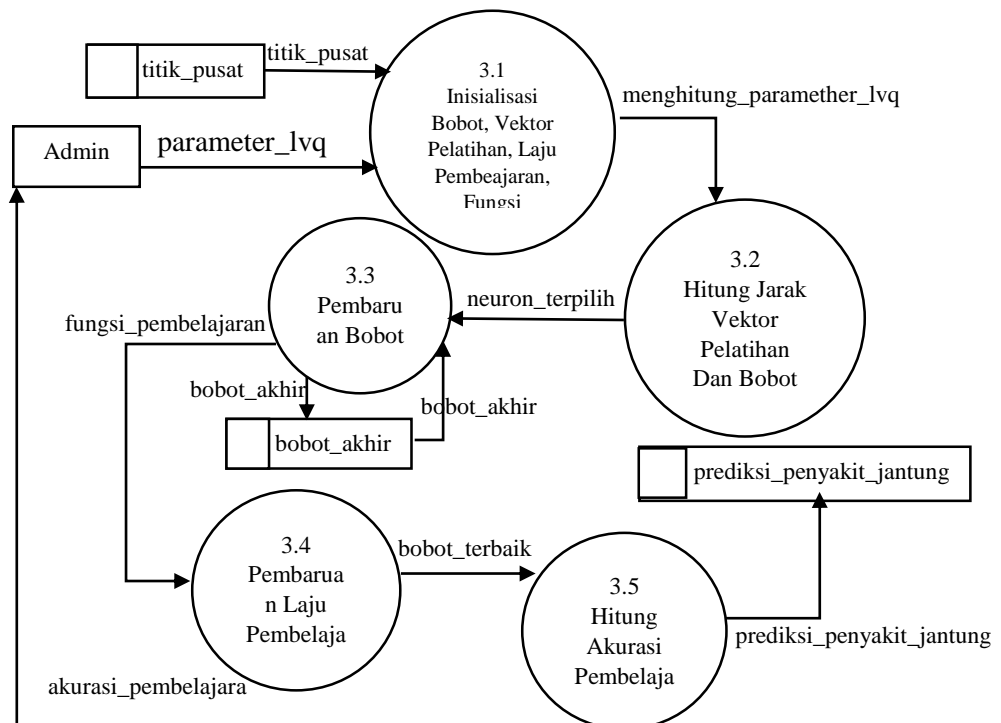


Gambar 3.7 DFD Level 2 Proses 2 Fuzzy C-Means

Admin memasukkan data rekam medim pasien dan parameter fcm lalu akan diproses pada proses FCM yang memiliki lima proses didalamnya yaitu, proses 2.1 data proses dari setiap kategori status. Proses 2.2 menghitung pusat *cluster* untuk menentukan nilai pusat *cluster*. Proses 2.3 menghitung nilai iterasi terakhir dengan pemberhentian jika error terkecil sudah tercapai. Proses 2.4 menghitung fungsi objektif untuk menentukan nilai pembaharuan nilai fungsi

objektif. Proses 2.5 titik pusat dimana hasil titik pusat akan disimpan pada *database*.

3.7.5 Data Flow Diagram Level 2 Proses 3 (Detail Perhitungan *Learning Vector Quantization*)



Gambar 3.8 DFD Level 2 Proses 3 *Learning Vector Quantization*

Lalu admin memasukkan parameter LVQ dan titik pusat yang sudah tersimpan akan di proses pada proses LVQ yang memiliki lima proses didalamnya yaitu, proses 3.1 menentukan insialisasi bobot, laju pembelajaran, α dan jumlah maksimal iterasi. Proses 3.2 menghitung jarak tiap neuron yaitu perhitungan dengan memilih jarak neuron terkecil. Proses 3.3 pembaruan bobot, dimana pembaruan bobot dari neuron terpilih dengan cara bobot lama ditambah atau dikurangi laju pembelajaran dikali data dikurangi bobot lama untuk setiap data yang dihitung. Pada proses 3.4 pembaruan laju pembelajaran yaitu proses untuk menghitung bobot pada iterasi kedua caranya nilai laju pembelajaran dikali dengan fungsi pembelajar. Lalu, pada proses 3.5 hitung akurasi pembelajaran yaitu proses menghitung akurasi prediksi

sistem resiko penyakit jantung dengan metode LVQ menggunakan bobot terbaik dan menghasilkan prediksi penyakit jantung lalu disimpan dalam *database* serta menghasilkan akurasi pembelajaran yang dapat dilihat oleh *admin*.

3.8 Struktur Tabel

Struktur tabel merupakan susunan tabel yang ada pada *database* yang tersimpan pada komputer. Struktur tabel berfungsi sebagai penyusun yang telah dibuat.

3.8.1 Tabel *Admin*

Tabel *admin* ini dibuat untuk secara khusus agar dapat mengakses sistem ini. Data dari *admin* tersebut tersimpan dalam tabel *admin*, struktur dari tabel *admin* dapat dilihat pada **Tabel 3.44**.

Tabel 3.43 Tabel *Admin*

No	Name_field	Type	Length	Key
1	id_admin	int	5	Primary Key
2	username	varchar	20	
3	password	varchar	20	

3.8.2 Tabel Rekam Medis

Tabel rekam medis ini digunakan untuk menyimpan data rekam medis pasien penyakit jantung yang nantinya digunakan untuk perhitungan FCM dan LVQ. Struktur tabel data rekam medis dapat dilihat pada **Tabel 3.45**.

Tabel 3.44 Tabel Data Rekam Medis

No	Name_field	Type	Length	Key
1	id	int	5	Primary Key
2	age	float		

Tabel 3.45 Tabel Data Rekam Medis (lanjutan)

No	Name_field	Type	Length	Key
----	------------	------	--------	-----

3	sex	float		
4	cp	float		
5	rbp	float		
6	sc	float		
7	fbs	float		
8	rer	float		
9	mhr	float		
10	eia	float		
11	stdep	float		
12	status	int	15	

3.8.3 Tabel Titik Pusat

Tabel titik pusat digunakan untuk menyimpan data hasil titik pusat yang dihasilkan melalui perhitungan yang nantinya digunakan untuk dihitung pada proses pembelajaran LVQ. Struktur tabel bobot akhir dapat dilihat pada tabel 3.46.

Tabel 3.45 Tabel Titik Pusat

No	Name_field	Type	Length	Key
1	l_id	int	11	Primary Key
2	l_age	float		
3	l_sex	float		
4	l_cp	float		
5	l_rbp	float		
6	l_sc	float		
7	l_fbs	float		
8	l_rer	float		

Tabel 3.46 Tabel Titik Pusat (lanjutan)

No	Name_field	Type	Length	Key
----	------------	------	--------	-----

9	l_mhr	float		
10	l_eia	float		
11	l_stdep	float		
12	status	int	15	

3.8.4 Tabel Bobot Akhir

Tabel bobot akhir ini digunakan untuk menyimpan data bobot akhir yang dihasilkan melalui perhitungan data rekam medis dan parameter pada yang nantinya digunakan untuk dihitung dengan data rekam medis pada proses pembelajaran LVQ. Struktur tabel bobot akhir dapat dilihat pada tabel 3.47.

Tabel 3.46 Tabel Bobot Akhir

No	Name_field	Type	Length	Key
1	b_id	int	11	Primary Key
2	b_age	float		
3	b_sex	float		
4	b_cp	float		
5	b_rbp	float		
6	b_sc	float		
7	b_fbs	float		
8	b_rer	float		
9	b_mhr	float		
10	b_eia	float		
11	b_stdep	float		

3.9 Desain Antarmuka

Desain antarmuka merupakan perancangan antarmuka aplikasi yang digunakan untuk berinteraksi langsung dengan penggunaan sistem.

3.9.1 Halaman Login

Halaman *login* diperlukan untuk keamanan sistem. Hanya *admin* yang dapat masuk kedalam sistem yang berisi *username* dan *password*. Halaman *login* dapat dilihat pada gambar 3.7.

Gambar 3.9 Halaman Login Admin

3.9.2 Halaman View Rekam Medis Pasien

Halaman *view* rekam medis merupakan halaman untuk menampilkan data rekam medis yang sudah dimasukkan oleh *admin*. Pada halaman ini terdapat *button* untuk menambahkan data reka medis pasien dan *delete all* untuk menghapus semua data. Halaman *view* rekam medis pasien penyakit jantung dapat dilihat pada gambar 3.10.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung												
Rekam Medis	Fuzzy C-Means	Data	Learning Vector Quantization	Artikel								LOGOUT
Data Rekam Medis Pasien Penyakit Jantung												
											Tambah	Delete All
No	Usia	Jenis Kelamin	Tingkat Nyeri Dada	Tekanan Darah	Tingkat Kolesterol	Tingkat EKG	Detak Jantung	Pemakaian Induksi Angina	Tingkat Depresi	Status	Action	
											X	
											X	
											X	

Gambar 3.10 Halaman View Data Rekam Medis Pasien

3.9.3 Halaman *Input* Rekam Medis Pasien

Pada halaman *input* rekam medis pasien terdapat *form* tambah data rekam medis penyakit jantung yang dimasukkan oleh *admin*. Data yang harus dimasukkan terdiri dari usia, jenis kelamin, tingkat nyeri dada, tekanan darah, tingkat kolestrol, kadar gula darah, rekam jantung EKG, detak jantung, pemakaian induksi angina, rekam tekanan depresi, dan status. Halaman *input* rekam medis pasien dapat dilihat pada gambar 3.11.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung

Rekam Medis | Fuzzy C-Means | Data | Learning Vector Quantization | Artikel | LOGOUT

Masukkan Data Rekam Medis Pasien

No

Umur

Jenis Kelamin Laki-Laki Perempuan

Tingkat Nyeri Dada Typical Angina Atypical Angina Non Anginal Pain Asymptomatic

Tekanan Darah

Tingkat Kolestrol

Kadar Gula Darah

Rekam Jantung (EKG) Normal ST-T Were Abnormaly Definite Left Venticular Hypertrophy

Detak Jantung

Pemakaian Induksi Angina Tidak Ya

Rekam Tekanan Depresi

Status Tidak Beresiko Beresiko

ENTRY

Gambar 3.11 Halaman *Input* Rekam Medis Pasien

3.9.4 Halaman Perhitungan *Fuzzy C-Means*

Pada halaman perhitungan *fuzzy c-means* terdapat pilihan kategori status dan *cluster* yang diinginkan serta terdapat *button* hitung untuk memulai perhitungan FCM. Selanjutnya terdapat tampilan pula data rekam medis yang akan dihitung, lalu matriks partisi, perhitungan iterasi, *centroid* yang didapat, perhitungan nilai derajat keanggotaan dan nilai fungsi objektif, perubahan fungsi objektif, hasil *centroid* akhir, dan *cluster* yang diikuti. Halaman perhitungan *Fuzzy C-Means* dapat dilihat pada gambar 3.12.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung

Rekam Medis | **Fuzzy C-Means** | Data | Learning Vector Quantization | Artikel LOGOUT

Fuzzy C-Means

Kategori Status:

Cluster:

Data Rekam Medis

No	Umur	Jenis Kelamin	Tinggi Badan	Tekanan Darah	Tinggi Kolesterol	Tinggi FBS	Gula Darah	Perubahan Indeks Angina	Tinggi Depresi	Status

Matriks Partisi

No	U1	U2	U3	U4	U5

Iterasi Ke-1

No	U1 ^w	U1 ^w 0.01	U1 ^w 0.02	U1 ^w 0.03	U1 ^w 0.04	U1 ^w 0.05

Centroid Yang Didapat

No	Umur	Jenis Kelamin	Tinggi Badan	Tekanan Darah	Tinggi Kolesterol	Tinggi FBS	Gula Darah	Perubahan Indeks Angina	Tinggi Depresi	Status	Aksi

Menghitung Nilai Derajat Keanggotaan dan Nilai Fungsi Objektif

Jarak Ke Centroid

No	U1	U2	U3	U4	U5

Nilai Jarak Keanggotaan

No	U1	U2	U3	U4	U5

Fungsi Objektif

No	U1	U2	U3	U4	U5

Perubahan Fungsi Objektif

Iterasi Ke	Nilai Fungsi Objektif	Perubahan Fungsi Objektif

Centroid Akhir

No	Umur	Jenis Kelamin	Tinggi Badan	Tekanan Darah	Tinggi Kolesterol	Tinggi FBS	Gula Darah	Perubahan Indeks Angina	Tinggi Depresi	Status	Aksi

Cluster Yang diikuti

No	U1	U2	U3	U4	U5	Tekanan	Cluster Yang Sifat

Gambar 3.12 Halaman Perhitungan *Fuzzy C-Means*

3.9.5 Halaman *View Titik Pusat*

Halaman *view* titik pusat merupakan halaman untuk menampilkan titik pusat dihasilkan dari titik pusat yang sudah ditentukan dari perhitungan FCM sebelumnya. Pada halaman ini terdapat *button delete all* untuk menghapus semua data. Halaman *view* titik pusat dapat dilihat pada gambar 3.13.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung											
Rekam Medis	Fuzzy C-Means	Data	Learning Vector Quantization	Artikel							LOGOUT
Titik Pusat		Data Uji	Normalisasi Titik Pusat	Normalisasi Data Uji							
Titik Pusat											
Delete All											
No	Umur	Jenis Kelamin	Tingkat Nyeri Dada	Tekanan Darah	Tingkat Kolesterol	Tingkat EKG	Detak Jantung	Pemakaian Induksi Angina	Tingkat Depresi	Status	

Gambar 3.13 Halaman *View* Titik Pusat

3.9.6 Halaman *View* Normalisasi Titik Pusat

Pada halaman *view* normalisasi titik pusat menampilkan hasil dari setiap atribut titik pusat yang sudah dinormalisasikan terlebih dahulu sebelum selanjutnya akan dihitung ke dalam perhitungan LVQ. Halaman *view* normalisasi titik pusat dapat dilihat pada gambar 3.14.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung											
Rekam Medis	Fuzzy C-Means	Data	Learning Vector Quantization	Artikel							LOGOUT
Titik Pusat		Data Uji	Normalisasi Titik Pusat	Normalisasi Data Uji							
Normalisasi Titik Pusat											
No	Umur	Jenis Kelamin	Tingkat Nyeri Dada	Tekanan Darah	Tingkat Kolesterol	Tingkat EKG	Detak Jantung	Pemakaian Induksi Angina	Tingkat Depresi	Status	

Gambar 3.14 Halaman *View* Normalisasi Titik Pusat

3.9.7 Halaman *View* Normalisasi Rekam Medis

Pada halaman *view* normalisasi rekam medis menampilkan hasil dari setiap atribut data rekam medis pasien penyakit jantung yang sudah dinormalisasikan terlebih dahulu sebelum selanjutnya akan dihitung ke dalam perhitungan LVQ. Halaman *view* normalisasi data rekam medis dapat dilihat pada gambar 3.15.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung

Rekam Medis | Fuzzy C-Means | Data | Learning Vector Quantization | Artikel LOGOUT

Data Latih | Data Uji | Normalisasi Data Latih | **Normalisasi Data Uji**

Normalisasi Data Uji

No	Umur	Jenis Kelamin	Tingkat Nyeri Dada	Tekanan Darah	Tingkat Kolesterol	Tingkat EKG	Detak Jantung	Pemakaian Induksi Angina	Tingkat Depresi	Status

Gambar 3.15 Halaman *View* Normalisasi Rekam Medis

3.9.8 Halaman Perhitungan LVQ

Pada halaman perhitungan LVQ menampilkan *form* paramter LVQ yang akan dihitung yang terdiri dari laju pembelajaran, fungsi pembelajaran, min alpha, maksimum iterasi, dan bobot awal. Serta menampilkan tabel bobot akhir yang dihasilkan dari akhir perhitungan LVQ. Halaman perhitungan LVQ dapat dilihat pada gambar 3.17.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung

Rekam Medis | Fuzzy C-Means | Data | **Learning Vector Quantization** | Artikel LOGOUT

Learning Vector Quantization

Laju Pembelajaran

Fungsi Pembelajaran

Min Alpha

Maximum Iterasi

Bobot Awal

Bobot Akhir

Bobot Ke-	Umur	Jenis Kelamin	Tingkat Nyeri Dada	Tekanan Darah	Tingkat Kolesterol	Tingkat EKG	Detak Jantung	Pemakaian Induksi Angina	Tingkat Depresi

Gambar 3.16 Halaman Perhitungan LVQ

3.9.9 Halaman Uji Akurasi

Halaman ini digunakan untuk menguji tingkat akurasi yang dihasilkan dari data rekam medis pasien penyakit jantung dan bobot akhir. Halaman Uji akurasi dapat dilihat pada gambar 3.18.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung

Rekam Medis Fuzzy C-Means Data Learning Vector Quantization Artikel LOGOUT

Hasil Prediksi

HITUNG AKURASI

No	Usia	Jenis Kelamin	Tingkat Nyeri Dada	Tekanan Darah	Tingkat Kolesterol	Tingkat EKG	Detak Jantung	Pemakaian Induksi Angina	Tingkat Depresi	Status	Prediksi Sistem

Akurasi : 86 % Error : 14 %

Gambar 3.17 Halaman Uji Akurasi

3.9.10 Halaman Prediksi

Pada halaman sistem prediksi digunakan untuk memprediksi status resiko *user* yang baru yang akan dilakukan prediksi penentu resiko penyakit jantung. Halaman prediksi dapat dilihat pada gambar 3.19.

Sistem Penentu Resiko Penyakit Jantung LOGIN

Masukkan Data Riwayat Pasien

Usia Jenis Kelamin ▼ Tingkat Nyeri Dada ▼ Tekanan Darah

Tingkat Kolesterol Kadar Gula Darah

Rekam Jantung EKG ▼

Detak Jantung

Pemakaian Induksi Angina Ya Tidak

Rekam Tekanan Depresi

Hitung

Status : Beresiko / Tidak Beresiko

Gambar 3.18 Halaman Prediksi

3.10 Evaluasi Sistem

Untuk mengukur kinerja sistem dilakukan evaluasi atau penilaian. Metode yang digunakan dalam evaluasi sistem yaitu *Recall*, *Precision*, *F-Measure* dan akurasi total. Penilaian kerja sistem dapat dilihat dari hasil pembelajaran sistem atau hasil pengujian sistem.

3.11 Skenario Pengujian Sistem

Sebelum membuat aplikasi penentu resiko penyakit jantung dengan metode *Fuzzy C-Means* dan *Learning Vector Quantization*, perlu dilakukan beberapa skenario pengujian sistem terlebih dahulu, agar sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan pembuatannya.

- a. Disediakan riwayat rekam medis pasien penyakit jantung yang berjumlah 270 data. Terdapat kategori status penyakit jantung terdiri dari beresiko dengan 120 data pasien dan tidak beresiko dengan 150 data pasien. Data dekam medis ini digunakan pada perhitungan *Fuzzy C-Means* dan *Learning Vector Quantization*. Terlebih dahulu dari setiap masing-masing kategori dicari terlebih dahulu titik pusat (*centroid*), bila sudah mendapatkan nilai titik pusat (*centroid*) secara otomatis akan disimpan dan selanjutnya akan masuk pada perhitungan *Learning Vector Quantization* sampai menghasilkan bobot akhir. Kemudian dihitung akurasi yang menunjukkan benar atau salahnya dari data yang sudah dihitung.
- b. Pada uji klasifikasi sistem dapat menentukan diagnosis resiko penyakit jantung dengan status “Beresiko” dan “Tidak Beresiko”.
- c. Akurasi sistem diperoleh dari hasil prosentase akurasi ketepatan sistem dan hasil prosentase akurasi kesalahan sistem dengan menggunakan matriks *Confusion*.
- d. Untuk mengukur nilai akurasi dan tingkat kesalahan menggunakan dengan rumus pada persamaan 2.17 dan 2.18.

3.12 Spesifikasi Kebutuhan Pembuatan Sistem

Dalam pembuatan sistem implementasi metode *Learning Vector Quantization* sebagai penentu resiko penyakit jantung dibutuhkan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras adalah komponen fisik peralatan yang membentuk sistem komputer, serta peralatan lain yang mendukung komputer dalam menjalankan tugasnya. Adapun minimal perangkat keras yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi ini adalah:

- a. Prosesor Intel Core i5
- b. RAM 4 GB
- c. HDD 500 GB
- d. Monitor 16"
- e. *Mouse*

2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak adalah program atau aplikasi yang digunakan untuk membangun sistem. Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem ini adalah:

- a. Sistem Operasi : Windows 10
- b. *Web Server* : XAMPP v3.1.0
- c. *Database Server* : MySQL
- d. Bahasa Pemrograman : PHP
- e. *Software Development* : NetBeans IDE 8.0.2
- f. *Tool Basis Data* : SQLyog
- g. *Web Browser* : Google Chrome