

KLASIFIKASI KUALITAS SUSU SEGAR MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY LEARNING VECTOR QUANTIZATION*

Mak Rabin Muhammad Rahwi

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jenderal Soedirman
mrabinmrahwi@gmail.com

Mashuri

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jenderal Soedirman

Sri Maryani

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jenderal Soedirman

ABSTRACT. *Fuzzy learning vector quantization (FLVQ) is a method of data grouping that combines artificial neural network of learning vector quantization (LVQ) method with fuzzy set. This method is included of fuzzy neural network (FNN). The FLVQ method uses fuzzy sets for it weight. In this research FLVQ is applied to classify the quality of fresh milk in BBPTU-HPT Baturraden. Data in this research use the ingredients of fresh milk at Tegalsari Farm from January 2017 to March 2017. In this research we use 221 observations with 128 observations are used as training data and 93 observations are used as test data. The ingredients of Fresh milk such as fat, protein, solid nonfat (SNF), and lactose are used as input variables. Moreover the output variables this research are best quality milk (1st group), and superior quality milk (2nd group). Results of the assessment 93 dairy data of observations are obtained 46 data of superior quality milk and 47 of best quality milk with error assessments 3.2258%.*

Keywords: *Fuzzy, fuzzy learning vector quantization, artificial neural network, classification, learning vector quantization*

ABSTRAK. *Fuzzy learning vector quantization (FLVQ) merupakan metode pengelompokan data yang mengkombinasikan jaringan saraf tiruan metode learning vector quantization (LVQ) dengan himpunan fuzzy. Metode ini termasuk fuzzy neural network (FNN). Pada metode FLVQ, bobot yang digunakan berupa himpunan fuzzy. Pada penelitian ini metode FLVQ diaplikasikan untuk klasifikasi kualitas susu segar di BBPTU-HPT Baturraden. Data yang digunakan adalah data kandungan susu segar di Farm Tegalsari pada bulan Januari 2017 – Maret 2017. Dari 221 pengamatan yang tersedia, 128 pengamatan digunakan sebagai data pelatihan dan 93 pengamatan digunakan sebagai data pengujian. Variabel input yang digunakan adalah lemak, protein, Bahan Kering Tanpa Lemak (BKTL), dan laktosa. Variabel Output dari metode ini adalah kualitas susu baik (kelompok 1) dan kualitas susu unggul (kelompok 2). Hasil pengujian dari 93 data susu di Farm Tegalsari, diperoleh 46 data termasuk dalam kualitas susu unggul dan 47 termasuk dalam kualitas susu baik dengan error sebesar 3.2258%.*

Kata Kunci: *Fuzzy, fuzzy learning vector quantization, jaringan syaraf tiruan, klasifikasi, learning vector quantization*

1. PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) adalah bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana suatu mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia (Wuryandari dan Afriyanto, 2012). Jaringan saraf tiruan (JST) merupakan suatu model kecerdasan buatan yang diilhami dari struktur otak manusia dan kemudian diimplementasikan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran berlangsung (Desiani dan Arhami, 2006:14).

Learning vector quantization (LVQ) merupakan salah satu metode jaringan neural buatan yang berbasis kompetisi dengan mekanisme jarak Euclid (*Euclidean distance*) dalam memilih vektor acuan untuk menentukan kategori vektor masukan (*input*). Definisi dari jarak Euclid adalah panjang dari garis lurus yang menghubungkan posisi dua buah obyek (Yulida, dkk., 2013). Metode LVQ akan melakukan pengelompokkan dengan melihat jarak antar vektor acuan dan vektor masukan sehingga data pengujian semirip mungkin dengan data pelatihan.

Pada kehidupan manusia unsur tinggi, kualitas, tua, dan sebagainya tidak dapat didefinisikan dengan baik dan tidak dapat diukur secara betul dengan teori himpunan klasik. Sehingga berkembanglah himpunan *fuzzy* yang mendefinisikan unsur tersebut dari teori peluang dan statistik (Chen dan Pham, 2001:6). Pada kasus himpunan fuzzy unsur-unsur tersebut dapat didefinisikan secara tepat sesuai dengan fungsi keanggotaan. Pada himpunan *fuzzy* suatu keanggotaan dilihat dari derajat keanggotaannya. Sehingga, memungkinkan suatu anggota dapat berada dalam dua kelompok yang berbeda dengan tingkat keanggotaannya masing-masing.

Tahun 2016 Pandapotan telah mengkaji metode *learning vector quantization* (LVQ) pada pengklasifikasikan data susu segar. Pengembangan lebih lanjut dari metode *learning vector quantization* adalah *Fuzzy learning vector*

quantization (FLVQ) (Rochmatullah, 2009). Metode FLVQ merupakan metode gabungan (*hybrid*) yang mengintegrasikan sistem *neural network* yaitu metode *learning vector quantization* dengan logika *fuzzy*. Sistem ini dikenal dengan sistem *Fuzzy neural network* (FNN) (Yohanes, dkk., 2002). Penulis tertarik untuk menggunakan metode FLVQ pada pengklasifikasian susu segar. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis memakai metode *fuzzy learning vector quantization* pada pengelompokan kualitas susu segar.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menerapkan jaringan saraf metode *Fuzzy Learning Vector Quantization* pada klasifikasi kualitas susu segar.

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah kandungan dari susu segar yang digunakan yaitu: kadar lemak, kadar protein, kadar bahan kering tanpa lemak (BKTL), dan kadar laktosa.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menerapkan jaringan saraf tiruan metode FLVQ pada klasifikasi kualitas susu segar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh adalah:

1. Bagi penulis, penelitian ini dapat menambah wawasan keilmuan khususnya aplikasi jaringan saraf tiruan dengan metode FLVQ.
2. Bagi pembaca, penelitian ini diharapkan menjadi salah satu metode alternatif penilaian kualitas susu segar dan menjadi bahan acuan mengenai aplikasi jaringan saraf tiruan dengan metode FLVQ.
3. Bagi BBPTU-HPT Baturraden, penelitian ini dapat dipakai sebagai salah satu acuan untuk menentukan kualitas susu.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan (Maret 2017 – Juli 2017) di Balai Besar Pembibitan Ternak Unggul (BBPTU) Sapi Perah Kecamatan Baturraden dan Fakultas MIPA, Universitas Jenderal Soedirman.

2.2 Data dan Alat

1) Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder kandungan susu segar pada bulan Januari 2017-Maret 2017. Data diambil dari Balai Besar Pembibitan Ternak Unggul (BBPTU) Kecamatan Baturraden pada tanggal 2 Mei 2017.

2) Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). *Hardware* yang digunakan adalah laptop dengan prosesor Intel Celeron, dengan RAM 4 GB. *Software* yang digunakan adalah Matlab versi 7.0.4.365(R14).

2.3 Prosedur Penelitian

Perhitungan pada penelitian ini menggunakan perhitungan dengan program. Perhitungan menggunakan program diperlukan untuk efisiensi waktu perhitungan, memudahkan pengguna, dan apabila ada perubahan kriteria dapat dilakukan pengembangan dari program yang sudah dibuat.

Perhitungan menggunakan program dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Merancang GUI pada MATLAB;
2. Memasukan ekspresi program berdasarkan algoritma yang telah ada pada GUI;
3. Memasukan nilai tiap *input* dan parameter ke dalam program untuk dilakukan perhitungan program;
4. Menganalisis hasil *output* yang diperoleh dari perhitungan program.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data rata-rata kandungan susu sapi Farm Tegalsari bulan Januari sampai Maret 2017. Tabel 3.1 menunjukkan nilai variabel masukan (*input*) yang dipakai dalam penelitian ini.

Tabel 3.1 Variabel masukan (*input*)

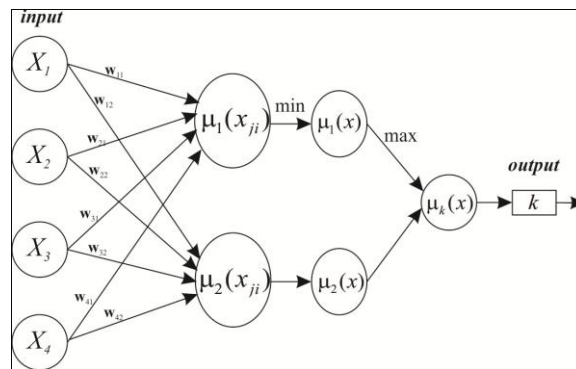
Kode	Kandungan susu
X_1	Lemak
X_2	Laktosa
X_3	Bahan Kering Tanpa Lemak (BKTL)
X_4	Protein

Tabel 3.2 menunjukkan variabel hasil (*output*) yang dipakai dalam penelitian ini.

Tabel 3.2 Variabel hasil (*output*)

Kode	Kandungan susu	Keterangan
1	Kualitas susu baik	Kadar kandungan mendekati nilai SNI
2	Kualitas susu unggul	Kadar kandungan sudah lebih dari nilai SNI

3.2 Arsitektur Jaringan



Gambar 3.1 Arsitektur jaringan metode *fuzzy learning vector quantization*

Gambar 3.1 w_{jk} merupakan bobot masing-masing untuk setiap masukan dengan j : 1, 2, 3, 4 dan k : 1, 2. Indeks j merupakan indeks untuk variabel input dan k merupakan indeks untuk klasifikasi kelompok. $\mu_k(x_{ji})$ merupakan derajat keanggotaan untuk data ke- i .

3.3 Penentuan Variabel Input, Bobot Awal, dan Variabel Output

Pada FLVQ, *input* yang digunakan berupa data pelatihan dan data pengujian. Bobot dalam penelitian ini merupakan fungsi *fuzzy*. Pada Tabel 3.3 menunjukkan nilai minimum, nilai rata-rata, nilai maksimum, dan standar penentuan kualitas susu segar sesuai SNI untuk variabel *input* dari data pelatihan.

Tabel 3.3 Penentuan bobot awal

Kode	Min	Rata-rata	Max	Standar SNI
X_1	2.88	4.23	6.74	>3
X_2	3.36	4.06	4.49	>4.2
X_3	6.10	7.38	8.17	>7.8
X_4	2.23	2.70	2.99	>2.8

a. Lemak (X_1)

Derajat keanggotaan awal untuk data X_1 pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Derajat keanggotaan lemak

kelompok 1: klasifikasi kualitas susu baik	kelompok 2: klasifikasi kualitas susu unggul
$\mu(x_{1i}) = \begin{cases} 0 & ; x_{1i} \leq 0 \\ \frac{x_{1i} - 0}{3 - 0} & ; 0 < x_{1i} \leq 3 \\ \frac{5 - x_{1i}}{5 - 2} & ; 3 < x_{1i} < 5 \\ 0 & ; x_{1i} \geq 5 \end{cases}$	$\mu(x_{1i}) = \begin{cases} 0 & ; x_{1i} \leq 2.8 \\ \frac{x_{1i} - 2.8}{3.7 - 2.8} & ; 2.8 < x_{1i} \leq 3.7 \\ \frac{7 - x_{1i}}{7 - 3.7} & ; 3.7 < x_{1i} < 7 \\ 0 & ; x_{1i} \geq 7 \end{cases}$

b. Laktosa (X_2)

Derajat keanggotaan awal untuk data X_2 pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Derajat keanggotaan laktosa

kelompok 1: klasifikasi kualitas susu baik	kelompok 2: klasifikasi kualitas susu unggul
$\mu(x_{2i}) = \begin{cases} 0 & ; x_{2i} \leq 0 \\ \frac{x_{2i} - 0}{4.2 - 0} & ; 0 < x_{2i} \leq 4.2 \\ \frac{5 - x_{2i}}{5 - 4.2} & ; 4.2 < x_{2i} < 5 \\ 0 & ; x_{2i} \geq 5 \end{cases}$	$\mu(x_{2i}) = \begin{cases} 0 & ; x_{2i} \leq 3.3 \\ \frac{x_{2i} - 3.3}{4.7 - 3.3} & ; 3.3 < x_{2i} \leq 4.7 \\ \frac{8 - x_{2i}}{8 - 4.7} & ; 4.7 < x_{2i} < 8 \\ 0 & ; x_{2i} \geq 8 \end{cases}$

c. Bahan Kering Tanpa Lemak (X_3)

Derajat keanggotaan awal untuk data X_3 pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Derajat keanggotaan BKTL

kelompok 1: klasifikasi kualitas susu baik	kelompok 2: klasifikasi kualitas susu unggul
$\mu(x_{3i}) = \begin{cases} 0 & ; x_{3i} \leq 0 \\ \frac{x_{3i} - 0}{7.8 - 0} & ; 0 < x_{3i} \leq 7.8 \\ \frac{8 - x_{3i}}{8 - 7.8} & ; 7.8 < x_{3i} < 8 \\ 0 & ; x_{3i} \geq 8 \end{cases}$	$\mu(x_{3i}) = \begin{cases} 0 & ; x_{3i} \leq 6.1 \\ \frac{x_{3i} - 6.1}{7.9 - 6.1} & ; 6.1 < x_{3i} \leq 7.9 \\ \frac{9 - x_{3i}}{9 - 7.9} & ; 7.9 < x_{3i} < 9 \\ 0 & ; x_{3i} \geq 9 \end{cases}$

d. Protein (X_4)

Derajat keanggotaan awal untuk data X_4 pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Derajat keanggotaan protein

kelompok 1: klasifikasi kualitas susu baik	kelompok 2: klasifikasi kualitas susu unggul
$\mu(x_{4i}) = \begin{cases} 0 & ; x_{4i} \leq 0 \\ \frac{x_{4i} - 0}{2.8 - 0} & ; 0 < x_{4i} \leq 2.8 \\ \frac{3 - x_{4i}}{3 - 2.8} & ; 2.8 < x_{4i} < 3 \\ 0 & ; x_{4i} \geq 3 \end{cases}$	$\mu(x_{4i}) = \begin{cases} 0 & ; x_{4i} \leq 2.2 \\ \frac{x_{4i} - 2.2}{2.9 - 2.2} & ; 2.2 < x_{4i} \leq 2.9 \\ \frac{5 - x_{4i}}{5 - 2.9} & ; 2.9 < x_{4i} < 5 \\ 0 & ; x_{4i} \geq 5 \end{cases}$

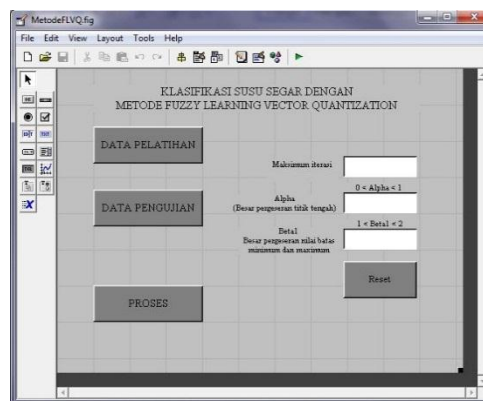
Penentuan variabel *output* atau kelompok target pada penelitian ini memakai metode *fuzzy* similaritas. Proses ini dilakukan dengan cara menghitung nilai similaritas variabel *input* terhadap bobot. Pada tiap kelompok akan dihasilkan empat buah derajat keanggotaan *fuzzy*. Lalu dicari nilai similaritas terkecil dari kelompok tersebut. Dari hasil pencarian nilai similaritas terkecil setiap kelompok dilakukan perhitungan nilai similaritas tertinggi dari kumpulan nilai minimal setiap kelompok menggunakan persamaan.

$$\mu_i(x) = \max\{\min\{\mu_1(x_{1i}); \mu_1(x_{2i}); \mu_1(x_{3i}); \mu_1(x_{4i})\}; \min\{\mu_2(x_{1i}); \mu_2(x_{2i}); \mu_2(x_{3i}); \mu_2(x_{4i})\}\} \quad (1)$$

3.4 Penyusunan Jaringan Metode Fuzzy Learning Vector Quantization pada Matlab

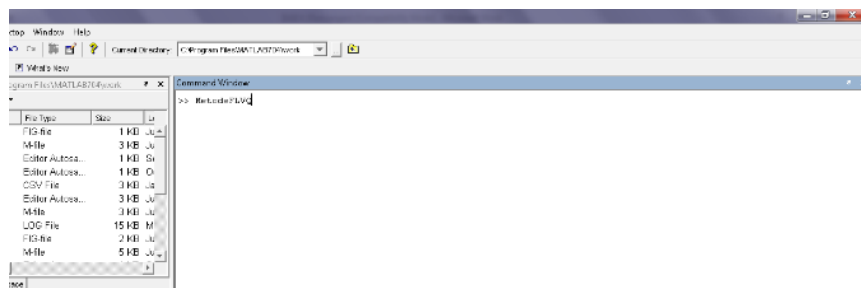
Penyusunan program jaringan FLVQ pada Matlab dilakukan setelah algoritma pembelajaran FLVQ dan bobot awal untuk vektor *input* terbentuk. Adapun algoritma pembelajaran FLVQ telah diuraikan pada bab sebelumnya. Tahapan-tahapan dalam penyusunan program pengklasifikasian data kualitas susu segar dengan metode FLVQ menggunakan program Matlab adalah sebagai berikut:

1. Membuat *user interface* dengan nama “MetodeFLVQ.fig” tampilan *user interface* ditunjukkan Gambar 3.2.



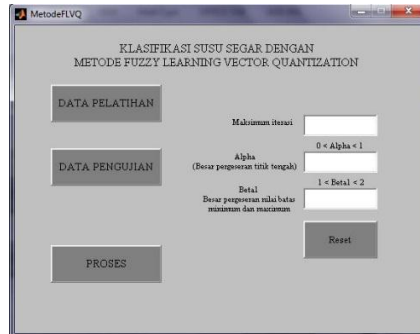
Gambar 3.2 Tampilan *user interface* MetodeFLVQ.fig

2. Setelah itu akan muncul M-file dari *user interface* yang telah dibuat dengan nama “MetodeFLVQ.m”. Lalu memasukkan algoritma yang telah dirancang ke M-file MetodeFLVQ.m
3. Memanggil *figure* MetodeFLVQ.fig pada *Command Windows* dengan cara mengetikkan “MetodeFLVQ” seperti Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Memanggil MetodeFLVQ.fig pada *Command Windows*

4. Selanjutnya akan muncul tampilan seperti pada Gambar 3.4 yang menunjukkan tampilan *figure* MetodeFLVQ.fig.



Gambar 3.4 Tampilan *figure* MetodeFLVQ.fig

5. Langkah berikutnya memasukan data pelatihan dalam bentuk *.txt dengan cara menekan tombol “Data Pelatihan” pada tampilan *figure*, memasukan data pengujian dalam bentuk *.txt dengan cara menekan tombol “Data Pengujian” pada tampilan *figure*, serta mengisi nilai parameter maksimum iterasi, *alpha* dan *beta*.
6. Selanjutnya menekan tombol “Proses” pada *user interface* untuk melakukan pelatihan dan pengujian oleh program. Terdapat tombol “Reset” yang dapat digunakan untuk menghapus parameter yang digunakan.

3.5 Pelatihan

Data yang dilatih berupa data *input* sebanyak 128 pengamatan dengan 4 variabel *input* yaitu X_1 , X_2 , X_3 , dan X_4 . Bobot awal yang digunakan pada FLVQ ditunjukkan oleh Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Nilai bobot awal

Kelompok 1

Variabel	Min	Tengah	Max
X_1	0	3	5
X_2	0	4.2	5
X_3	0	7.8	8
X_4	0	2.8	3

Kelompok 2

Variabel	Min	Tengah	Max
X_1	2.8	3.7	7
X_2	3.3	4.7	8
X_3	6.1	7.9	9
X_4	2.2	2.9	5

Bobot awal digunakan untuk penentuan klasifikasi kelompok target. Dalam pelatihan FLVQ bobot awal akan dilatih dengan data pelatihan sehingga menghasilkan bobot akhir yang selanjutnya akan digunakan sebagai bobot untuk menentukan klasifikasi data pengujian. Pada pelatihan FLVQ diperlukan inisialisasi parameter. Pada algoritma FLVQ inisialisasi yang dilakukan adalah menentukan nilai dari parameter-parameter, sebagai berikut:

- a) Banyaknya data pelatihan (n)=128,
- b) banyaknya variabel *input* (m) = 4,
- c) banyaknya klasifikasi kelompok (J) = 2,
- d) maksimum iterasi (max_epoch) = 1, 2, 5, 10, 15,
- e) konstanta $alpha$ (α) = 0.5, 0.1, 0.05, 0.01, 0.001,
- f) konstanta $beta1$ (β_1) = 1.5, 1.1, 1.05, 1.01, 1.001, dan
- g) konstanta $beta2$ (β_2) = $2 - \beta_1$

Setelah melakukan penetapan parameter, dilakukan pelatihan dengan menggunakan algoritma FLVQ sebagai berikut

Algoritma FLVQ

0. *Input*:

Data *input*: $\mathbf{x}_{ij} = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{128j})$, $j = 1, 2, 3, 4$

1. Menentukan kelompok target (T) data *input* dengan menggunakan *fuzzy* similaritas

$$\mu_i(x) = \max\{\min\{\mu_1(x_{1i}); \mu_1(x_{2i}); \mu_1(x_{3i}); \mu_1(x_{4i})\}; \min\{\mu_2(x_{1i}); \mu_2(x_{2i}); \mu_2(x_{3i}); \mu_2(x_{4i})\}\}$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$

2. Tetapkan kondisi awal: $epoch = 0$;

3. Kerjakan jika: ($epoch \leq max_epoch$)

a. $Epoch = epoch + 1$;

b. Kerjakan untuk $i = 1$ sampai n

1) Tentukan k dari *fuzzy* similaritas $\mu_i(x)$;

dengan $k = 1, 2$

2) Perbaiki w dengan ketentuan:

a) Jika $\mu_i(x) = 0$ maka:

$$\mathbf{w}_{jk}^{(1)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)} - \beta_1(\mathbf{w}_{jk}^{(2)} - \mathbf{w}_{jk}^{(1)})$$

$$\mathbf{w}_{jk}^{(3)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)} + \beta_1(\mathbf{w}_{jk}^{(3)} - \mathbf{w}_{jk}^{(2)})$$

$$\mathbf{w}_{jk}^{(2)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)}$$

b) Jika $T = k$, maka:

$$\mathbf{w}_{jk}^{(1)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)} - \beta_1(\mathbf{w}_{jk}^{(2)} - \mathbf{w}_{jk}^{(1)})$$

$$\mathbf{w}_{jk}^{(3)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)} + \beta_1(\mathbf{w}_{jk}^{(3)} - \mathbf{w}_{jk}^{(2)})$$

$$\mathbf{w}_{jk}^{(2)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)} + \alpha(1 - \mu_{jk})(\mathbf{x}_j - \mathbf{w}_{jk}^{(2)})$$

c) Jika $T \neq k$, maka:

$$\mathbf{w}_{jk}^{(1)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)} - \beta_2(\mathbf{w}_{jk}^{(2)} - \mathbf{w}_{jk}^{(1)})$$

$$\mathbf{w}_{jk}^{(3)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)} + \beta_2(\mathbf{w}_{jk}^{(3)} - \mathbf{w}_{jk}^{(2)})$$

$$\mathbf{w}_{jk}^{(2)} = \mathbf{w}_{jk}^{(2)} - \alpha(1 - \mu_{jk})(\mathbf{x}_j - \mathbf{w}_{jk}^{(2)})$$

3.6 Hasil dan Analisis Pengujian

Pada pengujian metode FLVQ dilakukan dengan memakai beberapa kondisi untuk parameter maksimum iterasi, α dan β_1 . Kondisi pelatihan ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari parameter maksimum iterasi, α , dan β_1 yang dipakai. Dari hasil pelatihan metode FLVQ dengan beberapa kondisi pelatihan diperoleh data pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Hasil pelatihan beberapa kondisi parameter

Maksimum iterasi	α	β_1	Keterangan data memakai bobot akhir	Error
1	0.001	1.001	Semua data sudah terintegrasi	3.2258%
2	0.001	1.001	Semua data sudah terintegrasi	3.2258%
5	0.001	1.001	Semua data sudah terintegrasi	5.3763%
10	0.001	1.001	Semua data sudah terintegrasi	10.7527%
15	0.001	1.001	Semua data sudah terintegrasi	15.0538%
1	0.001	1.001	Semua data sudah terintegrasi	3.2258%
1	0.01	1.001	Semua data sudah terintegrasi	4.3011%
1	0.05	1.001	Semua data sudah terintegrasi	9.6774%
1	0.1	1.001	Semua data sudah terintegrasi	9.6774%
1	0.5	1.001	Semua data sudah terintegrasi	8.6022%
1	0.001	1.001	Semua data sudah terintegrasi	3.2258%
1	0.001	1.01	Semua data sudah terintegrasi	10.7527%
1	0.001	1.05	Semua data sudah terintegrasi	41.9355%
1	0.001	1.1	Semua data sudah terintegrasi	53.7634%
1	0.001	1.5	Semua data sudah terintegrasi	48.3871%

Proses pelatihan parameter α berpengaruh pada pergeseran nilai tengah bobot. Sedangkan parameter β_1 berpengaruh pada pelebaran nilai minimal dan nilai maksimal bobot. Untuk maksimum iterasi berpengaruh pada proses pergeseran nilai minimal, nilai tengah, dan nilai maksimal bobot.

Hasil pengujian beberapa kondisi parameter yang ditunjukkan oleh Tabel 3.9 diperoleh saat kondisi maksimum iterasi diubah terdapat maksimum iterasi 1 dan maksimum iterasi 2 yang mempunyai nilai *error* terkecil yaitu 3.2258% pada maksimum iterasi satu durasi yang dielukan komputer dalam memproses lebih sedikit dibandingkan kondisi maksimum iterasi 2, ketika kondisi α diubah diperoleh bahwa semakin besar nilai α semakin besar juga tingkat *error* yang diperoleh, dan ketika kondisi β_1 diubah diperoleh bahwa *error* tidak tentu selalu membesar. Tetapi, pada Lampiran E diperoleh bahwa ketika kondisi β_1 semakin besar maka batas minimum dan maksimum dari nilai bobot semakin lebar. Oleh karena itu, penulis mengambil nilai parameter $\alpha = 0.001$ dan parameter $\beta_1 = 1.001$ dengan maksimum iterasi 1 diperoleh bobot akhir yang ditunjukkan oleh Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Nilai bobot akhir
Kelompok 1

Variabel	Min	Tengah	Max
X_1	-0.1475	2.9998	5.0983
X_2	-0.2063	4.1939	5.0394
X_3	-0.383	7.7853	8.0101
X_4	-0.1375	2.7955	3.0099

Kelompok 2

Variabel	Min	Tengah	Max
X_1	2.726	3.7258	7.2665
X_2	3.1872	4.6841	8.2682
X_3	5.9545	7.8887	9.0897
X_4	2.1434	2.8957	5.1705

Setelah diperoleh bobot akhir dari pelatihan FLVQ selanjutnya dilakukan pengujian data dengan bobot akhir. Pengujian FLVQ dilakukan menggunakan data pengujian yang berjumlah 93 data sebagai *input*. Pengujian dilakukan untuk menentukan apakah 93 data *input* menghasilkan kelompok yang sesuai dengan target yang telah ditentukan atau tidak. Pengujian data dilakukan dengan menggunakan metode fuzzy similaritas. Data pengujian dan derajat keanggotaan fuzzy untuk setiap kelompok terlampir pada Lampiran F. Berdasarkan data hasil pengujian pada Lampiran F terlihat bahwa pengelompokan telah sesuai dengan

kelompok target. Derajat keanggotaan data kelompok dengan bobot akhir lebih besar dari derajat keanggotaan data kelompok dengan bobot awal dengan tingkat *error* yaitu 3.2258%.

Untuk data pengujian dengan bobot awal terdapat data yang tidak terintegrasi, yaitu data dengan nilai similaritas sama dengan nol. Penentuan kelompok awal untuk data tidak terintegrasi adalah kelompok 1. Tabel 3.11 menunjukkan data yang tidak terintegrasi pada data pengujian dengan bobot awal dan hasil pengelompokan memakai bobot akhir.

Tabel 3.11 Data yang tidak terintegrasi dan hasil pengelompokan

Data	Derajat keanggotaan		Kelompok bobot awal	Derajat keanggotaan		Kelompok hasil
	Kelompok 1	Kelompok 2		Kelompok 1	Kelompok 2	
1	0	0	1	0	0.0555	2
76	0	0	1	0.0135	0	1

Berdasarkan data Tabel 3.11 data ke-1 merupakan data yang tidak terintegrasi dengan bobot awal, tetapi setelah memakai bobot akhir data menjadi berada di kelompok 2. Kandungan susu data ke-1 pada lampiran B dengan *Ear Tag* 2024 diketahui lemak 7.07, laktosa 4.59, BKTL 8.36, dan protein 3.065 diperoleh bahwa data ke-1 mempunyai nilai keanggotaan pada kelompok 1 sebesar 0 dan nilai keanggotaan kelompok 2 sebesar 0.0555 dengan meninjau pada data minimal SNI untuk kadar lemak minimal 3, kadar laktosa minimal 4.2, kadar BKTL minimal 7.8 dan protein minimal 2.8 diperoleh kesimpulan bahwa data ke-1 untuk lemak, laktosa, BKTL, dan protein sudah melebihi nilai minimal SNI.

Pada data ke-76 juga merupakan data yang tidak terintegrasi dengan bobot awal, tetapi setelah memakai bobot akhir data tetap berada pada kelompok 1. Kandungan susu data ke-76 pada lampiran B dengan *Ear Tag* 3603 diketahui lemak 5.07, laktosa 3.09, BKTL 5.63, dan protein 2.06 diperoleh bahwa data ke-4 mempunyai nilai keanggotaan pada kelompok 1 sebesar 0.0135 dan nilai keanggotaan kelompok 2 sebesar 0 dengan meninjau pada data minimal SNI diperoleh kesimpulan bahwa data ke-1 untuk lemak sudah memenuhi dan

melebihi batas minimal SNI. Akan tetapi, untuk kadar kandungan laktosa, BKTL, dan protein belum memenuhi nilai minimal SNI.

Pada data lain yang sudah terintegrasi dengan bobot awal seperti data ke-32 dan data ke-58. Pada Lampiran F diperoleh bahwa untuk data ke-32 memakai bobot awal dan bobot akhir tetap di kelompok 1. Pada lampiran B untuk data ke-32 dengan *Ear Tag* 5120 diketahui lemak 3.53, laktosa 4.00, BKTL 7.27, dan protein 2.66 diperoleh bahwa data ke-32 mempunyai nilai keanggotaan pada kelompok 1 sebesar 0.7473 dan nilai keanggotaan kelompok 2 sebesar 0.543 dengan meninjau pada data minimal SNI diperoleh kesimpulan bahwa data ke-1 untuk lemak sudah memenuhi dan melebihi batas minimal SNI. Akan tetapi, untuk kadar kandungan laktosa, BKTL, dan protein belum memenuhi nilai minimal SNI.

Untuk data ke-58 pada Lampiran F diperoleh bahwa data tersebut ketika memakai bobot awal dan bobot akhir tetap di kelompok 2. Pada lampiran B untuk data ke-58 dengan *Ear Tag* 2071 diketahui lemak 4.37, laktosa 4.40, BKTL 7.99, dan protein 2.93 diperoleh bahwa data ke-58 mempunyai nilai keanggotaan pada kelompok 1 sebesar 0.0896 dan nilai keanggotaan kelompok 2 sebesar 0.8102 dengan meninjau pada data minimal SNI diperoleh kesimpulan bahwa data ke-58 untuk lemak, laktosa, BKTL, dan protein sudah memenuhi dan melebihi batas minimal SNI.

Pada Lampiran F dapat dilihat bahwa data susu di *Farm Tegalsari* mempunyai 47 susu yang termasuk kelompok 1 atau susu dengan kualitas baik dan 46 susu yang termasuk kelompok 2 atau susu kualitas unggul. Apabila dibandingkan, penilaian kualitas susu segar di BBPTU masih sangat sederhana. Penilaian kualitas susu segar dilakukan dengan menghitung nilai persentase setiap kandungan susu segar dari semua sapi. Kemudian hasil yang diperoleh dibandingkan dengan syarat dari Badan Standarisasi Nasional. Jika hasil yang diperoleh memenuhi syarat dari Badan Standarisasi Nasional maka disimpulkan kualitas susu segar dengan kualitas baik. Padahal mungkin saja di antara susu segar yang diuji oleh BBPTU terdapat susu segar yang memiliki kualitas susu yang unggul, sehingga nilai jual dari kualitas susu unggul dapat lebih tinggi

dibandingkan dengan kualitas susu yang baik. Ada kemungkinan perbandingan tersebut tidak terdeteksi karena penilaian dilakukan secara bersama-sama. Oleh sebab itu, penilaian kualitas susu segar dengan program sangat disarankan untuk meningkatkan penilaian uji kualitas susu segar dengan efisiensi waktu.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan metode *fuzzy learning vector quantization* dapat diketahui klasifikasi kualitas susu segar dalam kelompok kualitas susu baik atau unggul.
2. Hasil pengujian dari 93 data susu di *Farm Tegalsari* untuk data pengujian diperoleh 46 yang termasuk dalam kualitas susu unggul dan 47 yang termasuk dalam kualitas susu baik dengan *error* 3.2258%.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis sebagai berikut:

1. Penambahan variabel yang berpengaruh pada penilaian kualitas susu segar akan mengoptimalkan algoritma *Fuzzy Learning Vector Quantization* (FLVQ) dalam menentukan klasifikasi,
2. Perlu diteliti lebih lanjut tentang kajian yang berkaitan dengan dasar-dasar teori untuk penentuan nilai batas-batas yang digunakan untuk penilaian kualitas susu segar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, motivasi, bantuan materil dan spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada, bapak Dr. Mashuri, M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jenderal Soedirman dan juga Pembimbing I pada kelanjutan penelitian saya. Ibu Dra. Mutia Nur Estri, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing I pertama saya, dan Ibu Sri Maryani, M.Si. Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang telah

memberikan bimbingan dan arahnya hingga selesainya proses penulisan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, G., and Pham, T.T., *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*, CRC Press, Washington, 2001.
- Desiani, A. dan Arhami, M., *Konsep Kecerdasan Buatan*, Andi Offset, Yogyakarta, 2001.
- Kusumadewi, S. dan Hartati, S., *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010.
- Padampotan, R., *Klasifikasi Kualitas Susu Segar di Balai Besar Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak Batturraden Menggunakan Metode Learning Vector Quantization*, UNSOED, Purwokerto, 2016.
- Rochmatullah, *Modifikasi Fuzzy Neuro Learning Vector Quantization menggunakan Particle Swarm Optimization untuk Sistem Penciuman Elektronik*, Universitas Indonesia, Depok, 2009.
- Syafria, F., *Pemodelan Fuzzy Learning Vector Quantization pada Pengenalan Suara Paru-Paru*, IPB, Bogor, 2014.
- Wuryandari, M. D. dan Afrianto, I., *Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization pada Pengenalan Wajah*, Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA), **1**(1) (2012), 45-51.
- Yohanes TDS, Thiang, dan Chandra S., *Aplikasi Sistem Neuro Fuzzy untuk Pengenalan Kata*, Jurnal Teknik Elektro, **2**(2) (2002), 73-77.
- Yulida, S., Kusumawardhan, A., dan Setijono, H., *Perancangan Sistem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Principal Component Analysis*, Jurnal Teknik, **2**(1) (2013), 2337-3539.