

**IMPLEMENTASI *LEARNING VECTOR QUANTIZATION*  
UNTUK KLASIFIKASI KELAS PADA PROGRAM  
KHUSUS PENGEMBANGAN BAHASA ARAB**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**HABIBI IBERAHIM**  
NIM. 16650021



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG**

**2020**

**LEMBAR PENGAJUAN**

**IMPLEMENTASI *LEARNING VECTOR QUANTIZATION*  
UNTUK KLASIFIKASI KELAS PADA PROGRAM  
KHUSUS PENGEMBANGAN BAHASA ARAB**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim  
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh :  
HABIBI IBERAHIM  
NIM. 16650021**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**IMPLEMENTASI *LEARNING VECTOR QUANTIZATION*  
UNTUK KLASIFIKASI KELAS PADA PROGRAM  
KHUSUS PENGEMBANGAN BAHASA ARAB**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**HABIBI IBERAHIM**  
**NIM. 16650021**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji**

**Tanggal : 29 Juni 2020**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. M. Amin Hariyadi**  
**NIP. 19670018 200501 1 001**

**Dosen Pembimbing II**

**M. Imamudin Lc, MA**  
**NIP. 19740602 200901 1 010**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

**Dr. Cahyo Crysdian**  
**NIP. 19740424 200901 1 008**

## HALAMAN PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* UNTUK KLASIFIKASI KELAS PADA PROGRAM KHUSUS PENGEMBANGAN BAHASA ARAB

#### SKRIPSI

Oleh :  
**HABIBI IBERAHIM**  
NIM. 16650021

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal: 29 Juni 2020

| <b>Susunan Dewan Penguji :</b>   | <b>Tanda Tangan</b> |
|--|---------------------|
| Penguji Utama : <u>Fajar Rohman Hariri, M. Kom</u><br>NIP. 19890515 201801 1 001 | ( )                 |
| Ketua Penguji : <u>Dr. Cahyo Crys dian</u><br>NIP. 19740424 200901 1 008         | ( )                 |
| Sekretaris Penguji : <u>Dr. M. Amin Hariyadi</u><br>NIP. 19670018 200501 1 001   | ( )                 |
| Anggota Penguji : <u>M. Imamudin Lc, MA</u><br>NIP. 19740602 200901 1 010        | ( )                 |

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. Cahyo Crys dian  
NIP. 19740424 200901 1 008

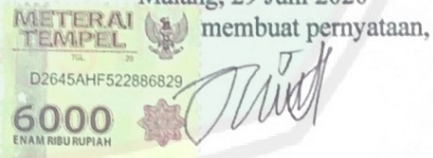
**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Habibi Iberahim  
NIM : 16650021  
Jurusan : Teknik Informatika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Implementasi *Learning Vector Quantization* untuk  
klasifikasi kelas pada program khusus pengembangan  
bahasa arab

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Malang, 29 Juni 2020



Habibi Iberahim  
NIM.16650021

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warohmatullaahi Wabarakaatuh*

Segala puji bagi *Ilahi Rabbi* Allah SWT, satu-satunya *dzat* yang selalu memberikan rahmat serta kekuatan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi *Learning Vector Qunatization* untuk Klasifikasi Kelas pada Program Khusus Pengembangan Bahasa Arab” dengan lancar dan baik. Sholawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan kita yaitu, nabi Muhammad SAW, yang selalu kita nantikan syafa'atnya kelak.

Dalam skripsi ini penulis banyak sekali mendapat bantuan berupa bimbingan, kritik dan saran yang membangun dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. M. Amin Hariyadi, selaku dosen pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing penulis, memberikan masukan, saran dan juga arahan hingga akhir.
2. M. Imamudin Lc, MA, selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing penulis untuk dapat mencapai hasil skripsi yang lebih baik.
3. Dr. Cahyo Crysdiyan dan Fajar Rohman Hariri, M.Kom selaku dosen penguji dengan sikap profesional telah menguji seluruh proses ujian skripsi penulis mulai dari seminar proposal hingga sidang skripsi dengan lancar.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik dan Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta pengalaman.

5. Ibu dan bapak telah menjadi manusia yang luar biasa memberikan dukungan semangat dan do'a tanpa lelah kepada penulis supaya terus berusaha menyelesaikan skripsi tepat waktu.
6. Seluruh sahabat, teman-teman se-angkatan, kakak tingkat, adik tingkat dan seluruh teman seperjuangan yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan dalam proses pengerjaan skripsi.

Peneliti menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu penulis membuka kesempatan selebar-lebarnya untuk setiap saran dan kritik yang membangun. Terlepas dari segala kekurangan skripsi ini, peneliti berharap ada manfaat yang dapat oleh kita semua. *Aamin ya rabbal 'aalamin.*

*Wassalamu'alaikum Warohmatullaahi Wabarakaatuh*

Malang, 29 Juni 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>LEMBAR PENGAJUAN.....</b>                                | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>                            | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>                              | <b>iii</b>  |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>                    | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                  | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                      | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                   | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                   | <b>x</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>  | <b>xi</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                       | <b>xii</b>  |
| <b>مستخلص .....</b>   | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                               | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....                                     | 1           |
| 1.2 Pertanyaan Penelitian .....                             | 4           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                  | 4           |
| 1.4 Batasan Penelitian .....                                | 4           |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                                 | 4           |
| <b>BAB II STUDI PUSTAKA .....</b>                           | <b>6</b>    |
| 2.1 Jaringan Saraf Tiruan.....                              | 7           |
| 2.2 Jarak <i>Euclidean</i> .....                            | 8           |
| 2.3 Normalisasi.....  | 9           |
| 2.4 <i>Learning Vector Quantization</i> .....               | 9           |
| 2.4.1. <i>Arsitektur Learning Vector Quantization</i> ..... | 11          |
| 2.4.2. <i>Pelatihan Learning Vector Quantization</i> .....  | 11          |
| 2.4.3. <i>Algoritma Learning Vector Quantization</i> .....  | 12          |



|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 2.5  | <i>Usability</i> .....  | 14        |
| <b>BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI .....</b> |   | <b>15</b> |
| 3.1.   | Desain Sistem .....   | 15        |
| 3.1.1.                                       | Data.....   | 16        |
| 3.1.2.                                       | <i>Pre-processing</i> .....   | 17        |
| 3.1.3.                                       | Arsitektur <i>Learning Vector Quantization</i> .....                  | 17        |
| 3.1.4.                                       | Simulasi Perhitungan Manual <i>Learning Vector Quantization</i> ..... | 19        |
| 3.1.5.                                       | Pelatihan Data <i>Learning Vector Quantization</i> .....              | 25        |
| <b>BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN .....</b>  |   | <b>26</b> |
| 4.1.   | Langkah-langkah Uji Coba.....   | 26        |
| 4.1.1.                                       | Pengujian <i>Usability</i> .....                                      | 28        |
| 4.2.   | Hasil Uji Coba .....  | 28        |
| 4.2.1.                                       | Pengujian akurasi.....  | 29        |
| 4.2.2.                                       | Pengujian Presisi .....   | 30        |
| 4.2.3.                                       | Pengujian <i>Recall</i> .....   | 31        |
| 4.2.4.                                       | Pengujian <i>f-measure</i> .....                                      | 32        |
| 4.2.5.                                       | Pengujian <i>Usability</i> .....                                      | 33        |
| 4.3.   | Pembahasan .....  | 37        |
| <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>      |   | <b>41</b> |
| 5.1.   | Kesimpulan.....   | 41        |
| 5.2.   | Saran .....   | 41        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                  |   | <b>42</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                         |   | <b>44</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Jaringan Syaraf <i>Learning Vector Quantization</i> ..... | 11 |
| Gambar 2. 2 <i>Flowchart Learning Vector Quantization</i> .....       | 13 |
| Gambar 3. 1 Desain Sistem.....  | 15 |
| Gambar 3. 2 Proses <i>Pre-processing</i> .....                        | 17 |
| Gambar 3. 3 Arsitektur <i>Learning Vector Quantization</i> .....      | 18 |
| Gambar 4. 1 <i>SUS Score</i> .....                                    | 36 |



**DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3. 1 Variabel Penelitian.....                | 16 |
| Tabel 3. 2 Data Training .....                     | 19 |
| Tabel 3. 3 Data Testing .....                      | 20 |
| Tabel 3. 4 Bobot Akhir.....                        | 23 |
| Tabel 4. 1 Skenario Pengujian .....                | 26 |
| Tabel 4. 2 confusion matrix skenario pertama ..... | 28 |
| Tabel 4. 3 confusion matrix skenario kedua .....   | 29 |
| Tabel 4. 4 confusion matrix skenario ketiga .....  | 29 |
| Tabel 4. 5 Daftar Pertanyaan SUS .....             | 33 |
| Tabel 4. 6 Data Responden .....                    | 34 |
| Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Usability .....         | 36 |

## ABSTRAK

Ibrahim, Habibi. 2020. **Implementasi *Learning Vector Quantization* untuk Klasifikasi Kelas pada Program Khusus Pengembangan Bahasa Arab.** Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. M. Amin Hariyadi, (II) M. Imamudin Lc, MA.

---

Kata kunci: Klasifikasi, Jaringan Saraf Tiruan, *Learning Vector Quantization*.

Klasifikasi sering digunakan untuk pengelompokan data berdasarkan kategori atau ciri tertentu. *Learning Vector Quantization* merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk melakukan klasifikasi suatu data. Penelitian ini membahas kemampuan metode dalam mengklasifikasi sesuatu dengan mengukur akurasi, presisi, *recall* dan *f-measure*. Pada penelitian ini telah dilakukan tiga skenario pengujian. Pada skenario pertama didapati hasil akurasi sebesar 86.6% dengan presisi sebesar 80.0 dan *recall* sebesar 80.0% serta *f-measure* sebesar 80.0%. Pada skenario kedua didapati hasil akurasi sebesar 88.8% dengan presisi sebesar 83.3 dan *recall* sebesar 83.3% serta *f-measure* sebesar 83.3%. Dan pada skenario terakhir didapati hasil akurasi sebesar 88.3% dengan presisi sebesar 82.5 dan *recall* sebesar 82.5% serta *f-measure* sebesar 82.5%.

## ABSTRACT

Iberahim, Habibi. 2020. **Implementation of Learning Vector Quantization for Classification Classes in Special Arabic Language Development Programs**. Thesis. Informatics Engineering Department of Science and Technology Faculty Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T, (II) M. Imamudin Lc, MA.

---

Keywords: Classification, Artificial Neural Networks, Learning Vector Quantization.

Classification is often used for grouping data based on certain categories or features. Learning Vector Quantization is one method that is often used to classify data. This study discusses the ability of the method to classify something by measuring accuracy, precision, recall and f-measure. In this study, three test scenarios were conducted. The first scenario found an accuracy of 86.6% with a precision of 80.0 and a recall of 80.0% and an f-measure of 80.0%. In the second scenario, the accuracy results were 88.8% with 83.3 precision and 83.3% recall and 83.3% f-measure. And in the final scenario the accuracy results are 88.3% with a precision of 82.5 and a recall of 82.5% and an f-measure of 82.5%.

## مستخلص

إبراهيم، حبيبي. ٢٠٢٠، تطبيق التعليم الكمية الموجهة لتصنيف فصل بالبرنامج المكثف لتعليم اللغة العربية . قسم الهندسة المعلوماتية ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة إسلام نجري مولانا مالك إبراهيم مالانج . المشرف : (١)الدكتور محمد أمين حريدي . الماجستير . (٢)خديجة فهمي حياتي . ح . الماجستير

**الكلمات الأساسية:** تصنيف، شبكة اعصاب صناعية، التعليم كمية موجهة

يستخدم التصنيف غالبًا لتجميع البيانات بناءً على فئات أو ميزات معينة. يعد التعلم الكمي الموجهة (*Learning Vector Quantization*) إحدى الطرق التي غالبًا ما تستخدم لتصنيف البيانات. تناقش هذه الدراسة قدرة الطريقة على تصنيف شيء ما من خلال قياس الدقة والاحكام والاستدعاء والقياس (*f-measure*). أجريت في هذه الدراسة ثلاثة سيناريوهات اختبار. وجد السيناريو الأول دقة 86.6% باحكام 80.0 واستدعاء 80.0% ومقياس (*f-measure*) 80.0%. في السيناريو الثاني ، كانت نتائج الدقة 88.8% باحكام 83.3 واستدعاء 83.3% ومقياس (*f-measure*) 83.3%. وفي السيناريو النهائي ، بلغت نتائج الدقة 88.3% بدقة 82.5 واستدعاء 82.5% ومقياس (*f-measure*) 82.5%.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), tes merupakan ujian tertulis, lisan, atau wawancara untuk mengetahui pengetahuan, kemampuan, bakat, dan kepribadian seseorang. Tes pada umumnya merupakan serangkaian tugas yang didesain untuk memberikan penilaian kuantitatif tentang kemampuan seseorang yang dapat dikembangkan melalui latihan atau proses belajar. Tujuan tes untuk mengukur kelayakan seseorang dalam suatu bidang.

Tes terbagi berdasarkan bentuk dan fungsi. Tes berdasarkan bentuk terbagi atas tes lisan, tes tertulis, dan perbuatan (praktik). Sedangkan, tes berdasarkan fungsi terbagi atas tes formatif, tes *summative*, tes penempatan dan tes diagnostik. Tes penempatan merupakan tes yang diberikan dalam rangka menentukan pilihan yang akan ditempati atau dimasuki peserta dalam belajar.

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim merupakan salah satu perguruan tinggi, pada universitas tersebut terdapat *Program Khusus Pengembangan Bahasa Arab (PKPBA)* untuk mahasiswa baru, program tersebut dilaksanakan selama satu tahun atau 2 semester. Program tersebut mengharuskan mahasiswa baru mengikuti sebuah tes penempatan untuk menentukan kelas yang akan ditempuh dalam program tersebut. Program tersebut mempunyai 3 kelas keluaran yang akan dibagi menjadi kelas A, B, dan C. Penempatan kelas tersebut masih dilakukan menggunakan sistem manual, sistem tersebut memerlukan waktu, tenaga, dan memiliki risiko kesalahan yang cukup besar.

Perkembangan teknologi dan pengetahuan bertujuan untuk mempermudah kehidupan manusia dengan cara memanfaatkan sumber daya yang telah tersedia.

Pada Al-Qur'an surah Al-Baqarah ayat 164 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ

بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ

فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ

لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٦٤﴾

*Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan”*

Menurut tafsir Jalalayn menjelaskan bahwa (Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi) yakni keajaiban-keajaiban yang terdapat pada keduanya (serta pergantian malam dan siang) dengan datang dan pergi, bertambah serta berkurang, (serta perahu-perahu) atau kapal-kapal (yang berlayar di lautan) tidak tenggelam atau terpaku di dasar laut (dengan membawa apa yang berguna bagi manusia) berupa barang-barang perdagangan dan angkutan, (dan apa yang diturunkan Allah



dari langit berupa air) hujan, (lalu dihidupkan-Nya bumi dengannya) yakni dengan tumbuhnya tanam-tanaman (setelah matinya) maksudnya setelah keringnya (dan disebar di bumi itu segala jenis hewan) karena mereka berkembang biak dengan rumput-rumputan yang terdapat di atasnya, (serta pengisaran angin) memindahkannya ke utara atau ke selatan dan mengubahnya menjadi panas atau dingin (dan awan yang dikendalikan) atas perintah Allah Ta'ala, sehingga ia bertiup ke mana dikehendaki-Nya (antara langit dan bumi) tanpa ada hubungan dan yang mempertalikan (sungguh merupakan tanda-tanda) yang menunjukkan keesaan Allah Ta'ala (bagi kaum yang memikirkan) serta merenungkan. (Manupraba, 2020)

Tafsir tersebut menyerukan umatnya untuk berfikir dan merenung, sehingga lahirlah IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) yang memiliki tujuan untuk memahami tanda-tanda kebesaran-Nya. Dengan adanya IPTEK mempermudah kehidupan manusia yang awal serba manual menjadi serba otomatis.

Oleh karena itu, peneliti ingin menggunakan teknik klasifikasi menggunakan jaringan saraf tiruan yang terawasi (*supervised*) seperti *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk menentukan pola untuk setiap keluaran yang menggambarkan kelas-kelas tersebut, sehingga mendapatkan bobot yang sesuai untuk pengelompokan vektor-vektor input ke dalam kelas. Sehingga diharapkan mahasiswa baru dapat ditempatkan sesuai dengan kemampuan mahasiswa melalui sistem klasifikasi yang menerapkan metode LVQ.

## 1.2 Pertanyaan Penelitian

1. Berapa nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *f-measure* menggunakan metode *Learning Vector Quantization* dalam melakukan klasifikasi kelas pada *Program Khusus Pengembangan Bahasa Arab (PKPBA)*?
2. Bagaimana tingkat *usability* pada sistem klasifikasi kelas *Program Khusus Pengembangan Bahasa Arab (PKPBA)*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengukur nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *f-measure* menggunakan metode *Learning Vector Quantization* dalam melakukan Klasifikasi Kelas pada *Program Khusus Pengembangan Bahasa Arab (PKPBA)*.
2. Mengukur tingkat *usability* pada program klasifikasi kelas *Program Khusus Pengembangan Bahasa Arab (PKPBA)*.

## 1.4 Batasan Penelitian

Untuk menghindari kemungkinan meluasnya pembahasan, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Klasifikasi yang dilakukan hanya untuk 3 kelas yaitu A, B dan C.
2. Data nilai tes penempatan PKPBA Tahun 2018.
3. Kelas target pada *dataset* pada penelitian ini berdasarkan kelas target oleh pusat pengembangan bahasa untuk mendapatkan *ground truth*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini menghasilkan output berupa data performa dan akurasi metode *learning-vector-quantization* untuk mengklasifikasikan kelas *Program Khusus Pengembangan Bahasa Arab (PKPBA)*. Sehingga, dapat membantu

mempermudah proses klasifikasi kelas oleh pusat pengembangan Bahasa pada masa selanjutnya.



## BAB II

### STUDI PUSTAKA

Penelitian terkait yang menggunakan algoritma *learning vector quantization* untuk melakukan klasifikasi adalah sebagai berikut:

Penelitian oleh Budianita dan Arni (2015) mengangkat permasalahan yaitu bagaimana menentukan bidang konsentrasi tugas akhir mahasiswa, berdasarkan pola nilai mata kuliah yang diambilnya. Kemudian dilakukan pengumpulan data melalui wawancara sebagai data latih untuk proses klasifikasi. Dalam penelitian ini akan digunakan *learning vector quantization*.

Penelitian kedua dilakukan Siddik *et. al* (2017) bertujuan untuk mempermudah mahasiswa untuk menentukan konsentrasi tema tugas akhir yang akan mereka ambil. Penelitian ini menerapkan metode *Learning Vector Quantization* dalam mengklasifikasikan bidang konsentrasi tugas akhir sesuai pola nilai mata kuliah yang diambil. Pada lapisan input terdapat 35 parameter dan lapisan output memiliki 3 kelas keluaran. Dalam proses pengujian menggunakan *Software Matlab* dengan persentase perbandingan data latih dan data uji sebesar 60:40 menghasilkan akurasi terbaik sebesar 82%.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Saputra *et. al* (2018) memiliki tujuan membantu mahasiswa memfokuskan diri pada salah satu konsentrasi studi sehingga mahasiswa lebih siap memasuki dunia kerja yang sesuai dengan keahliannya. Penelitian ini menerapkan metode *Learning Vector Quantization 2* yang dibangun berbasis *website*. Sistem ini menggunakan parameter sebanyak 41 buah yaitu, data nilai mahasiswa dari I satu sampai semester IV, serta 3 data dari minat mahasiswa. Jumlah *output* sistem ini sebanyak tiga buah kelas konsentrasi

studi mahasiswa. Hasil uji coba terbaik pada penelitian adalah pada parameter minimal laju pembelajaran sebesar 0.001 berhasil mengklasifikasi data uji sebanyak 46 data dari total 50 data sehingga menghasilkan akurasi sebesar 92%.

Penelitian terkait lainnya yang dilakukan oleh Ulfah (2019) yang bertujuan untuk membantu pihak sekolah untuk mengarahkan siswa dalam menentukan jurusan yang terbaik berdasar kemampuan, minat, dan nilai akademik siswa. Penelitian ini menerapkan metode *Learning Vector Quantization* untuk mengenali pola data siswa, terdapat tiga belas unit masukan yang menjadi parameter untuk melakukan klasifikasi, untuk unit luaran sebanyak dua yaitu, MIPA dan IPS. Uji coba klasifikasi data pelatihan 320 serta data pengujian 250 mendapatkan hasil akurasi senilai 89% dengan laju pembelajaran = 0,5, pengurangan laju pembelajaran = 0,5 untuk epoch sebesar 10.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa penelitian sebelumnya dominan menerangkan hasil akurasi yang dihasilkan oleh *learning vector quantization*, penelitian berikut ini juga menghitung performa, tidak hanya akurasi saja, tetapi juga *recall*, presisi, dan *f-measure* yang menjadi keluaran oleh sistem tersebut.

## 2.1 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan merupakan salah satu cabang dari AI (*Artificial Intelligence*). Jaringan syaraf merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk menstimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu

menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Kusumadewi, 2003).

Jaringan Syaraf Tiruan terawasi (*supervised*) seperti LVQ (*Learning Vector Quantization*) adalah suatu metode klasifikasi pola yang masing-masing unit output mewakili kategori atau kelompok tertentu. Pemrosesan yang terjadi pada setiap *neuron* adalah mencari jarak terdekat antara suatu vektor masukan ke bobot yang bersangkutan. Kelebihan metode ini adalah selain mencari jarak terdekat, selama pembelajaran unit *output* diposisikan dengan mengatur dan memperbaharui bobot melalui pembelajaran yang terawasi untuk memperkirakan keputusan klasifikasi (Kusumadewi & Hartati, 2006).

## 2.2 Jarak Euclidean

Jarak *Euclidean* merupakan perhitungan jarak yang digunakan untuk mengukur jarak dari 2 (dua) buah titik dalam *Euclidean space* (meliputi bidang *euclidean* dua dimensi, tiga dimensi, atau bahkan lebih), digunakan untuk mengukur tingkat kemiripan data. Jarak *Euclidean* dihitung dari pengurangan vektor *input*  $x_n$  dan vektor bobot  $W_j$ , *neuron* J adalah indeks *neuron* terbaik (Nishom, 2019).

Rumus perhitungan jarak *euclidean* dapat dilihat sebagai berikut.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - w_{ij})^2} \quad (2.1)$$

*Keterangan:*

$d_{ij}$  = Jarak *euclidean*

$x_{ij}$  = Vektor *input*

$W_{ij}$  = Vektor bobot

### 2.3 Normalisasi

Normalisasi merupakan proses menormalkan nilai variabel dari data sehingga dapat dibuat ke dalam *range* tertentu. Perhitungan *euclidean*, nilai skala panjang memiliki dampak lebih dibandingkan dengan nilai skala pendek. Dalam mengatasi masalah tersebut diperlukan normalisasi terhadap nilai. Normalisasi terbagi 5 jenis metode pencarian, yaitu: *min-max*, *z-score*, *decimal scaling*, *sigmoidal*, dan *SoftMax* (Budianita & Prijodiprodjo, 2013).

Normalisasi *min-max* merupakan metode normalisasi dengan melakukan transformasi linier terhadap data asli. Persamaan untuk normalisasi variabel  $X$  adalah

$$x' = \frac{x - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$x'$  = variabel *input* setelah dinormalisasi.

$x$  = variabel *input* sebelum dinormalisasi.

$\min(X)$  = nilai minimum dari variabel *input*.

$\max(X)$  = nilai maksimum dari variabel *input*.

### 2.4 Learning Vector Quantization

*Learning Vector Quantization* (LVQ) merupakan metode pengenalan pola yang melakukan pembelajaran terlebih dahulu atau *supervised learning*. Metode ini mengklasifikasikan pola masing-masing unit keluaran yang mewakili kelas tertentu. Pada LVQ setiap *neuron* diasumsikan mewakili kelas target atau  $C_j$ , dan pembaharuan dilakukan untuk bobot dengan jarak *euclidean* terpendek dan *neuron* lainnya dimodifikasi sesuai persamaan 2.3 (Kusumadewi, 2003).

$$w_{ij}(\text{baru}) = \begin{cases} w_{ij}(\text{lama}) + \alpha (x_i - w_{ij}(\text{lama})) & \text{jika } t = C_j \\ w_{ij}(\text{lama}) - \alpha (x_i - w_{ij}(\text{lama})) & \text{jika } t \neq C_j \end{cases} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$w_{ij}(\text{baru})$  = Bobot baru  
 $w_{ij}(\text{lama})$  = Bobot lama  
 $\alpha$  = *learning rate*  
 $x_i$  = Vektor *input*

$$\text{alpha} = \text{alpha} \times \text{decrement alpha} \quad (2.4)$$

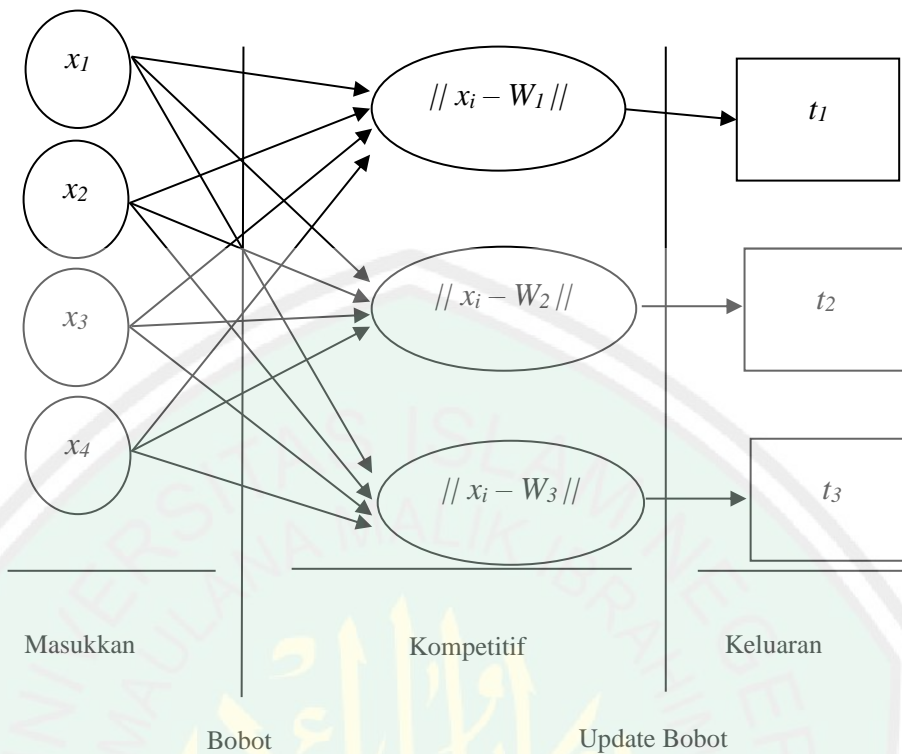
Keterangan:

*Alpha* = derajat pembelajaran  
*Decrement alpha* = pengurangan derajat pembelajaran

Pemrosesan yang terjadi pada setiap *neuron* adalah mencari jarak antara suatu vektor input ke bobot yang bersangkutan ( $W_1$  dan  $W_2$ ),  $W_1$  adalah vektor bobot yang menghubungkan setiap neuron pada lapisan input ke neuron pertama pada lapisan output, sedangkan  $W_2$  adalah vektor bobot yang menghubungkan setiap *neuron* pada lapisan *input* ke *neuron* kedua pada lapisan *output* (Kusumadewi, 2004).



### 2.4.1. Arsitektur *Learning Vector Quantization*



**Gambar 2. 1 Jaringan Syaraf *Learning Vector Quantization***

Arsitektur dari jaringan pada penelitian ini tertuang pada Gambar 2.1, terdiri dari lapisan *input*, lapisan kompetitif (terjadi kompetisi pada *input* untuk masuk ke dalam suatu kelas berdasarkan kedekatan jaraknya) dan lapisan *output*. Lapisan *input* dihubungkan dengan lapisan kompetitif oleh vektor bobot. Dalam lapisan kompetitif, proses pembelajaran dilakukan secara terawasi. *Input* akan bersaing untuk dapat masuk ke dalam suatu kelas (Ulfah, 2019).

### 2.4.2. Pelatihan *Learning Vector Quantization*

Langkah pertama untuk pembentukan jaringan syaraf tiruan LVQ adalah mengatur parameter *input*, kemudian data vektor *input* dibagi ke dalam pelatihan dan kelompok uji. Proses pembelajaran biasanya dilakukan sebagai berikut:

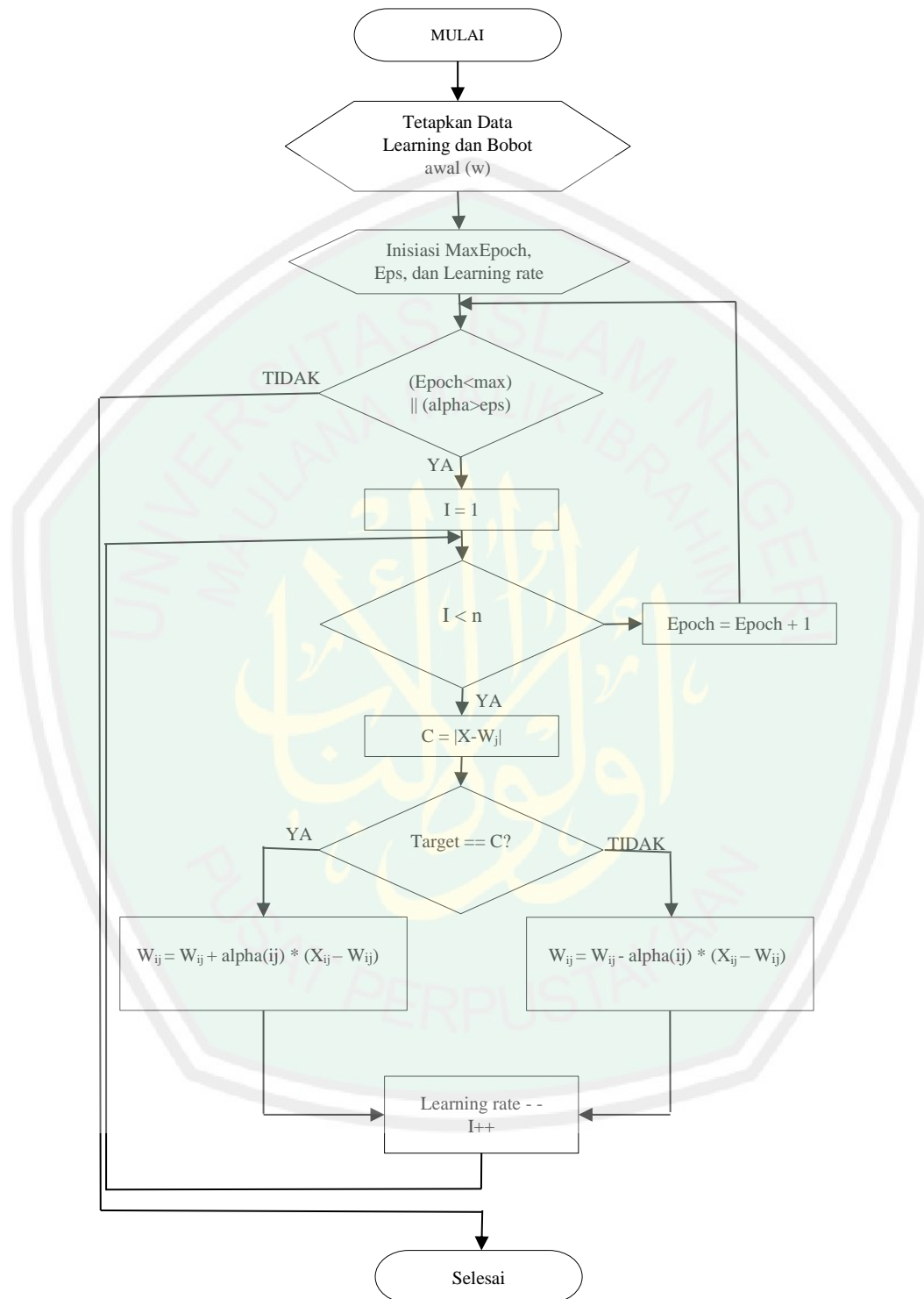
Inisiasi vektor bobot: Jumlah vektor bobot untuk setiap target kelas akan dibandingkan dengan jumlah kejadian kelas tersebut dan vektor diinisiasi ke jarak pusat *input*. Penentuan kelas pemenang: Jarak *euclidean* dihitung dengan mengurangi masing-masing vektor bobot dan vektor pelatihan data. Penyesuaian vektor bobot: Selama proses pelatihan vektor bobot akan dioptimalkan (Ulfah, 2019).

### 2.4.3. Algoritma *Learning Vector Quantization*

Secara garis besar algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) sebagai berikut:

1. Siapkan data latih,  $x$  ( $m, n$ ) dan target  $T$  ( $1, n$ ).
2. Inisiasi bobot ( $W$ ), maksimum *epoch* ( $maxEpoch$ ), *error* minimum yang diharapkan ( $Eps$ ), *learning rate* ( $\alpha$ ).  $maxEpoch$  dan *learning rate* digunakan untuk menentukan batas ambang komputasi.
3. Melakukan proses sebagai berikut selama ( $epoch < maxEpoch$ ) atau ( $\alpha > eps$ ).
  - $epoch = epoch + 1$ .
  - Kerjakan untuk  $i=1$  sampai  $n$ .
    - Tentukan  $j$  sedemikian rupa sehingga  $\|X - W_j\|$  minimum (Sebut sebagai  $C_j$ )
    - Perbaiki  $W_j$  dengan ketentuan
    - Jika  $T = C_j$  maka:  $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) + \alpha (X - W_j(\text{lama}))$
    - Jika  $T \neq C_j$  maka:  $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) - \alpha (X - W_j(\text{lama}))$
  - Kurangi nilai  $\alpha$
4. Kembali ke langkah ke-3, jika ( $epoch < maxEpoch$ ) atau ( $\alpha > eps$ ) tidak terpenuhi, proses selesai. Setelah dilakukan pelatihan, akan diperoleh bobot

akhir ( $W$ ). Bobot-bobot ini nantinya akan digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap data baru (Hariri et al, 2015).



**Gambar 2. 2 Flowchart Learning Vector Quantization**

## 2.5 Usability

*Usability* adalah sejauh mana suatu produk dapat digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai target yang ditetapkan dengan efektivitas, efisiensi dan mencapai kepuasan penggunaan dalam konteks tertentu. Konteks penggunaan terdiri dari pengguna, tugas, peralatan (*hardware, software, dan material*). Berdasarkan definisi tersebut usability diukur berdasarkan komponen:

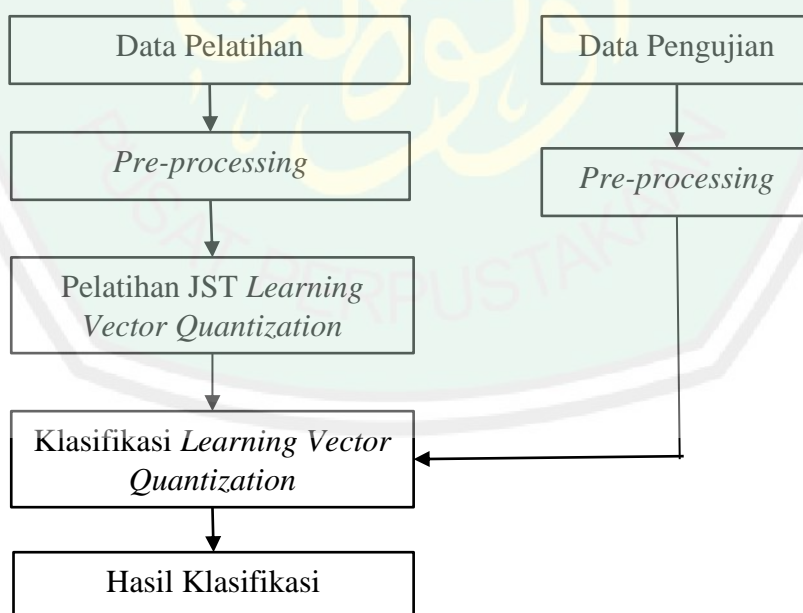
- a. Kemudahan (*learnability*) didefinisikan seberapa cepat pengguna mahir dalam menggunakan sistem serta kemudahan dalam penggunaan menjalankan suatu fungsi serta apa yang pengguna ingin dapatkan.
- b. Efisiensi (*efficiency*) didefinisikan sebagai sumber daya yang dikeluarkan guna mencapai ketepatan dan kelengkapan tujuan.
- c. Mudah diingat (*memorability*) didefinisikan bagaimana kemampuan pengguna mempertahankan pengetahuannya setelah jangka waktu tertentu, kemampuan mengingat didapatkan dari peletakan menu yang selalu tetap.
- d. Kesalahan dan keamanan (*errors*) didefinisikan berapa banyak kesalahan-kesalahan apa saja yang dibuat pengguna, kesalahan yang dibuat pengguna mencakup ketidaksesuaian apa yang pengguna pikirkan dengan apa yang sebenarnya disajikan oleh sistem.
- e. Kepuasan (*satisfaction*) didefinisikan kebebasan dari ketidaknyamanan, dan sikap positif terhadap penggunaan produk atau ukuran subjektif sebagaimana pengguna merasa tentang penggunaan sistem (Nahdhatuzzahra et al, 2016).

## BAB III

### DESAIN DAN IMPLEMENTASI

#### 3.1. Desain Sistem

Desain sistem merupakan alur proses yang berjalan dari awal sampai keluaran akhir yang didapat. Alur sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1. Data *input* pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, data pertama merupakan data yang akan menjadi *data training* untuk pembelajaran pada sistem, data yang kedua merupakan *data testing* yang digunakan untuk pengujian terhadap sistem. Tahap pertama *preprocessing* terhadap data yang akan digunakan, lalu masuk kedalam proses pelatihan menggunakan metode *learning vector quantization*, setelah itu dilakukan pengujian menggunakan data uji yang telah disiapkan, setelah hasil uji coba didapatkan, proses terakhir adalah perhitungan nilai akurasi, presisi, *recall* dan *f-measure*.



**Gambar 3. 1 Desain Sistem**

### 3.1.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari pusat pengembangan bahasa yang ada di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dimana data tersebut sudah mempunyai kelas target yang digunakan sebagai *ground truth* pada penelitian ini. Dalam penelitian ini menggunakan 4 variabel *input* ( $x$ ), variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Variabel *input* ( $x$ ) terdiri dari 4 variabel yang berpengaruh terhadap klasifikasi kelas yaitu: *Mufrodat* ( $x_1$ ), *Tarakib* ( $x_2$ ), *Qiroah* ( $x_3$ ), dan *Kitabah* ( $x_4$ ).
2. Variabel respon berupa target ( $t$ ) atau penetapan program dari pihak pusat pengembangan bahasa, variabel respon adalah variabel yang digunakan mengklasifikasikan mahasiswa ke dalam kelas-kelas program, variabel ini memiliki 3 kategori. Kategori pertama adalah klasifikasi mahasiswa untuk kelas A, kategori kedua untuk mahasiswa kelas B, dan kategori ketiga untuk kelas C.

**Tabel 3. 1 Variabel Penelitian**

| Variabel | Definisi                                    | Tipe Variabel   |
|----------|---|---|
| $t$      | Target atau penetapan program dari instansi | Tipe Variabel Kategori:<br>1. Kelas A<br>2. Kelas B<br>3. Kelas C |
| $x_1$    | Mufrodat                                    | Numerik   |
| $x_2$    | Tarakib                                     | Numerik   |
| $x_3$    | Qiroah                                      | Numerik   |
| $x_4$    | Kitabah                                     | Numerik   |

### 3.1.2. Pre-processing

Tahap *pre-processing* adalah tahap pertama, dimana dilakukan pengolahan data yang bertujuan untuk memperbaiki data serta menemukan pola dari setiap data. Proses dari *pre-processing* yaitu normalisasi data menggunakan metode *min-max*. Alur *pre-processing* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3. 2** Proses *pre-processing*

Normalisasi *min-max* merupakan proses dimana data asli diubah menjadi antara 0 sampai 1. Tujuan normalisasi adalah untuk mengurangi redundansi data dan struktur data lebih mudah dipahami. Setiap variabel *input* dihitung nilai maksimum & minimum, lalu penyesuaian data dengan rumus pada persamaan 2.2.

Algoritma normalisasi *min-max* adalah sebagai berikut:

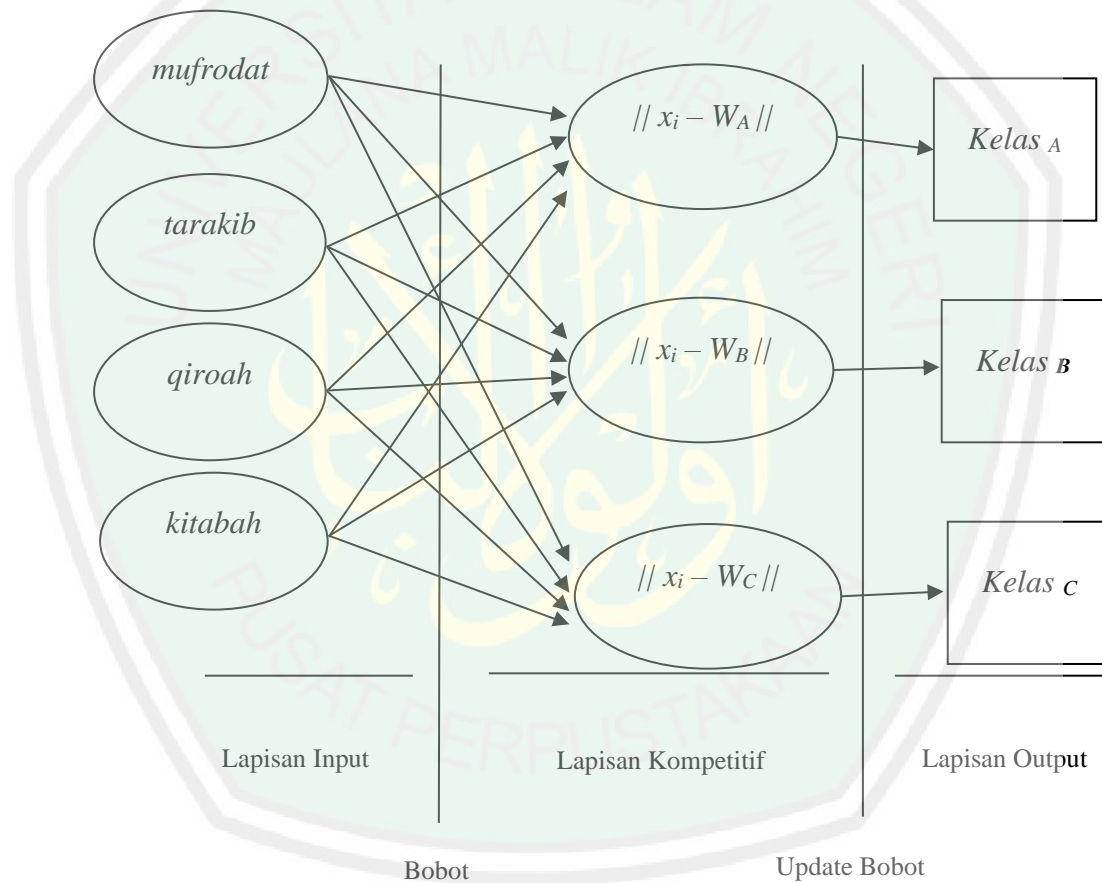
1. Siapkan data yang masih belum dinormalisasi, yaitu: 10, 20, 30, 40, 50.
2. Melakukan proses perulangan sesuai dengan jumlah data, mencari nilai maksimum dan minimum pada seluruh data. Nilai maksimumnya adalah 50 dan nilai minimum 10.
3. Melakukan normalisasi data menggunakan persamaan 2.2.

$$x = \frac{20 - 10}{50 - 10} = 0.25$$

4. Ulangi langkah ke-3 pada seluruh data, sehingga data menjadi, 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.

### 3.1.3. Arsitektur *Learning Vector Quantization*

Arsitektur jaringan *Learning Vector Quantization* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3. Pada gambar dapat dilihat struktur jaringan yang terdiri dari lapisan *input*, lapisan kompetitif dan lapisan *output*. Pada lapisan *input* meliputi 4 variabel *input* yaitu,  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ . Selanjutnya merupakan penentuan kelas pemenang berdasarkan jarak yang paling dekat. Lapisan *output* mempunyai 3 kelas yang akan menjadi target keluaran sesuai dengan kelas-kelas klasifikasi yang ada pada data.



**Gambar 3.3** Arsitektur *Learning Vector Quantization*

Gambar 3.3 merupakan arsitektur rancangan jaringan saraf tiruan menggunakan *learning vector quantization*, pada lapisan pertama berjumlah 4



node sesuai dengan jumlah parameter *input* yaitu, *mufrodat*, *tarakib*, *qiroah* dan *kitabah* memiliki simbol dari  $x_1$  sampai  $x_4$ . Parameter yang digunakan pada  $x_1$  sampai  $x_4$  adalah jumlah soal yang dijawab benar pada saat ujian, dalam ujian tersebut terdapat 4 jenis soal, pertama soal tentang *mufrodat* disimbolkan dengan  $x_1$ , kedua soal tentang *tarakib* disimbolkan dengan  $x_2$ , ketiga soal tentang *qiroah* disimbolkan dengan  $x_3$ , dan yang terakhir soal tentang *kitabah* disimbolkan dengan  $x_4$ . Sehingga nilai  $x_1$  sampai  $x_4$  berisi nilai yang mewakili setiap jenis soal pada ujian penempatan tersebut. Keempat nilai tersebut akan didapatkan setelah selesai melakukan ujian penempatan.

Lapisan kedua merupakan lapisan kompetitif, pada lapisan kompetitif terdapat 3 node sesuai dengan jumlah bobot kelas target, bobot pada setiap node digunakan untuk operasi perhitungan jarak bobot kelas target terhadap data, bobot kelas tersebut disimbolkan  $W_A$  sebagai bobot kelas  $T_A$ ,  $W_B$  sebagai bobot kelas  $T_B$  dan  $W_C$  sebagai bobot kelas  $T_C$ . Pada lapisan *output* terdapat 3 node yang jumlahnya sama dengan jumlah kelas target yang akan menjadi *output* klasifikasi, yaitu kelas A, kelas B dan kelas C. Proses *training* dilakukan dengan *setting* parameter yaitu, *MaxEpoch*: 1000, *Alpha*: 0.001, *decrement Alpha*: 0.1 dan *minimum Alpha*: 0.00001.

#### 3.1.4. Simulasi Perhitungan Manual *Learning Vector Quantization*

Simulasi perhitungan manual metode pada penelitian ini berdasarkan algoritma *learning vector quantization* sebagai berikut:

1. Tetapkan *learning rate* dan *data training* untuk setiap kelas, bobot diambil dari salah satu *data training*.

**Tabel 3. 2 Data Training**

| <i>Data Training</i> |    |    |    |    |        |
|----------------------|----|----|----|----|--------|
| No                   | X1 | X2 | X3 | X4 | Target |
| 1                    | 0  | 1  | 1  | 1  | A      |
| 2                    | 0  | 1  | 1  | 0  | B      |
| 3                    | 1  | 0  | 0  | 0  | C      |

Tabel 3. 3 *Data Testing*

| <i>Data Testing</i> |    |    |    |        |
|---------------------|----|----|----|--------|
| X1                  | X2 | X3 | X4 | Target |
| 1                   | 0  | 0  | 1  | C      |

2. Tetapkan nilai *alpha*, minimum *alpha*, pengurangan *alpha* dan maksimum *epoch*.
  - a.  $\text{Alpha} = 0.5$
  - b. Minimum  $\text{alpha} = 0.001$
  - c. Pengurangan  $\text{alpha} = 0.1$
  - d. Maksimum  $\text{epoch} = 1$
3. Lakukan perhitungan jarak selama epoch kurang dari atau sama dengan maksimum *epoch* atau nilai *alpha* lebih besar dari minimum *alpha*.
4. Hitung jarak antara input data ( $x$ ) dengan bobot ( $W_j$ ) memakai rumus *euclidean*.
5. Setelah jarak didapatkan periksa target  $X_{ij}$  dan target  $W_{ij}$  untuk memperbaharui bobot menggunakan persamaan 2.3.
6. Perbarui nilai *alpha* menggunakan persamaan 2.4 lalu tambahkan nilai epoch untuk melakukan epoch selanjutnya,

Iterasi ke 1:

Data ke-1 = {0, 1, 1, 1} dengan kelas target A, bobot awal adalah {{0, 1, 1, 1}, {0, 1, 1, 0}, {1, 0, 0, 0}}, lalu menghitung jarak *euclidean* data ke-1 terhadap bobot:

$$d_{11} = \sqrt{(0 - 0)^2 + (1 - 1)^2 + (1 - 1)^2 + (1 - 1)^2} = 0$$

$$d_{12} = \sqrt{(0 - 0)^2 + (1 - 1)^2 + (1 - 1)^2 + (1 - 0)^2} = 1$$

$$d_{13} = \sqrt{(0 - 1)^2 + (1 - 0)^2 + (1 - 0)^2 + (1 - 0)^2} = 2$$

Kemudian menentukan kelas pemenang berdasarkan kemiripan data atau jarak minimum diantara ketiga kelas,  $d_{11}$  memiliki jarak yang paling minimum dan sama dengan kelas target, maka bobot akan diperbarui.

$$W_{11} = 0 + (0.5 \times (0-0)) = 0$$

$$W_{12} = 1 + (0.5 \times (1-1)) = 1$$

$$W_{13} = 1 + (0.5 \times (1-1)) = 1$$

$$W_{14} = 1 + (0.5 \times (1-1)) = 1$$

Maka diperoleh bobot baru {{0, 1, 1, 1}, {0, 1, 1, 0}, {1, 0, 0, 0}} untuk digunakan pada perhitungan data ke-2.

Iterasi ke 2:

Data ke-2 = {0, 1, 1, 0} dengan kelas target B, bobot terbaru adalah {{0, 1, 1, 1}, {0, 1, 1, 0}, {1, 0, 0, 0}}, lalu menghitung jarak *euclidean* data ke-2 terhadap bobot:

$$d_{21} = \sqrt{(0 - 0)^2 + (1 - 1)^2 + (1 - 1)^2 + (0 - 1)^2} = 1$$

$$d_{22} = \sqrt{(0 - 0)^2 + (1 - 1)^2 + (1 - 1)^2 + (0 - 0)^2} = 0$$

$$d_{23} = \sqrt{(0 - 1)^2 + (1 - 0)^2 + (1 - 0)^2 + (0 - 0)^2} = 1.732$$

Kemudian menentukan kelas pemenang berdasarkan kemiripan data atau jarak minimum diantara ketiga kelas,  $d_{22}$  memiliki jarak yang paling minimum dan sama dengan kelas target, maka bobot akan diperbarui sebagai berikut:

$$W_{21} = 0 + (0.5 \times (0-0)) = 0$$

$$W_{22} = 1 + (0.5 \times (1-1)) = 1$$

$$W_{23} = 1 + (0.5 \times (1-1)) = 1$$

$$W_{24} = 0 + (0.5 \times (0-0)) = 0$$

Maka diperoleh bobot baru  $\{\{0, 1, 1, 1\}, \{0, 1, 1, 0\}, \{1, 0, 0, 0\}\}$  untuk digunakan pada perhitungan data ke-3.

Iterasi ke 3:

Data ke-3 =  $\{1, 0, 0, 0\}$  dengan kelas target C, bobot terbaru  $\{\{0, 1, 1, 1\}, \{0, 1, 1, 0\}, \{1, 0, 0, 0\}\}$ , lalu menghitung jarak *euclidean* data ke-3 terhadap bobot:

$$d_{31} = \sqrt{(1-0)^2 + (0-1)^2 + (0-1)^2 + (0-1)^2} = 2$$

$$d_{32} = \sqrt{(1-0)^2 + (0-1)^2 + (0-1)^2 + (0-0)^2} = 1.732$$

$$d_{33} = \sqrt{(1-1)^2 + (0-0)^2 + (0-0)^2 + (0-0)^2} = 0$$

Kemudian menentukan kelas pemenang berdasarkan kemiripan data atau jarak minimum diantara ketiga kelas,  $d_{32}$  memiliki jarak yang paling minimum dan sama dengan kelas target, maka bobot akan diperbarui sebagai berikut:

$$W_{21} = 1 + (0.5 \times (1-1)) = 1$$

$$W_{22} = 0 + (0.5 \times (0-0)) = 0$$

$$W_{23} = 0 + (0.5 \times (0-0)) = 0$$

$$W_{24} = 0 + (0.5 \times (0-0)) = 0$$

Maka diperoleh bobot akhir  $\{\{1, 1, 0, 1\}, \{0, 0, 1, 1\}, \{1, 0, 0, 0\}\}$  untuk digunakan pada perhitungan data selanjutnya.

**Tabel 3. 4 Bobot Akhir**

| BOBOT AKHIR |    |    |    |        |
|-------------|----|----|----|--------|
| X1          | X2 | X3 | X4 | target |
| 0           | 1  | 1  | 1  | A      |
| 0           | 1  | 1  | 0  | B      |
| 1           | 0  | 0  | 0  | C      |

Setelah didapat bobot akhir hasil pelatihan *data training*, langkah berikutnya yaitu uji coba menggunakan salah satu *data testing*, lalu diukur jarak *euclidean* yang paling minimum merupakan kelas hasil klasifikasi tersebut. Data yang di uji adalah sebagai berikut:

Data Uji {1, 0, 0, 1} kelas target C.

Jarak data uji ke satu dengan bobot target 1

$$distance = \sqrt{(1 - 0)^2 + (0 - 1)^2 + (0 - 1)^2 + (1 - 1)^2} = 1.732$$

Jarak data uji ke satu dengan bobot target B

$$distance = \sqrt{(1 - 0)^2 + (0 - 1)^2 + (0 - 1)^2 + (1 - 0)^2} = 2$$

Jarak data uji ke satu dengan bobot target C

$$distance = \sqrt{(1 - 1)^2 + (0 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (1 - 0)^2} = 1$$

Dari hasil uji di atas dapat dilihat bahwa data ke-1 masuk dalam klasifikasi kelas C, kelas hasil sama dengan kelas target sesungguhnya.

### 3.1.5. Pelatihan Data *Learning Vector Quantization*

Proses pelatihan metode *learning vector quantization* melalui beberapa langkah berikut:

1. Setelah melakukan *preprocessing* data, langkah selanjutnya adalah inisialisasi bobot awal, *learning rate* dan jumlah maksimum *epoch*. Maka langkah berikutnya menggunakan persamaan 2.1 untuk mendapatkan nilai *euclidean*.
2. Setelah diketahui jarak *euclidean* minimum yang menjadi kelas pemenang lalu akan dilakukan pembaharuan bobot untuk kelas pemenang. Menggunakan persamaan 2.3.
3. Kemudian lakukan pengurangan *learning rate* menggunakan persamaan 2.4.
4. Tahap terakhir akan dilakukan pengecekan kondisi berhenti, yaitu ketika iterasi mencapai jumlah maksimum *epoch* atau *learning rate* mencapai nilai terkecil.

Pada lapisan input terdapat 4 node dimana setiap node menyimpan inputan data berupa nilai *mufrodah*, *tarakib qiroah* dan *kitabah*. Lapisan input melakukan *preprocessing* setelah itu masuk kedalam lapisan kompetitif. Lapisan kompetitif terdiri dari 3 node dimana terjadi kompetisi dari lapisan input untuk jarak *euclidean* minimum. Pada lapisan output terdapat 3 node, pada lapisan output terdapat proses pembelajaran terawasi menggunakan persamaan 2.4, dimana terjadi pembaharuan bobot awal berdasarkan nilai akhir tiap kelas pada metode *learning vector quantization*.

## BAB IV

### UJI COBA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Langkah-langkah Uji Coba

Penelitian ini terdapat 3 skenario pengujian dengan perbandingan data pengujian dan data pelatihan seperti pada Tabel 4.1. Skenario tersebut berdasarkan metode *split validation*, yaitu teknik validasi yang membagi data menjadi dua bagian secara acak, sebagian sebagai data training dan sebagian lainnya sebagai data testing, dimana metode tersebut sederhana dan mudah diterapkan pada sistem. Dengan menggunakan Split Validation akan dilakukan percobaan training berdasarkan split ratio yang telah ditentukan sebelumnya, untuk kemudian sisa dari split ratio data training akan dianggap sebagai data testing. Data training adalah data yang akan dipakai dalam melakukan pembelajaran sedangkan data testing adalah data yang belum pernah dipakai sebagai pembelajaran dan akan berfungsi sebagai data pengujian kebenaran atau keakurasian hasil pembelajaran (Untari, 2014).

Tabel 4. 1 Skenario Pengujian

| Skenario | Persentase <i>Data Training</i> | Persentase <i>Data Testing</i> |
|----------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1        | 60%                             | 40%                            |
| 2        | 70%                             | 30%                            |
| 3        | 80%                             | 20%                            |

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan uji coba pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



## 1. Masukkan Dataset

Pengumpulan dataset diambil dari pusat pengembangan bahasa dengan total data sejumlah 200, data tersebut terbagi menjadi beberapa kategori kelas, dimana 54 data termasuk kategori kelas A, 73 data dikategorikan kelas B & 73 data dikategorikan kelas C. Seluruh data kemudian disimpan dalam database, contoh data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1. Data tersebut digunakan untuk menjadi data latih menggunakan *learning vector quantization*. Berikut langkah-langkah untuk pengujian dan pelatihan adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan ratio perbandingan data *training* dan *data testing*, *maxEpoch*, *Alpha*, *decrement Alpha*, dan *minimum Alpha*. *MaxEpoch*: 1000, *Alpha*: 0.001, *decrement Alpha*: 0.1 dan *minimum Alpha*: 0.00001.
- b. Lakukan proses pelatihan pada *data training*.
- c. Lakukan proses klasifikasi pada *data testing*.
- d. Bandingkan prediksi klasifikasi oleh sistem dilakukan pengecekan lapangan (*ground truth*) terhadap kelas target untuk menganalisa tingkat akurasi *learning vector quantization*.

## 2. Uji Coba Sistem

Langkah selanjutnya melakukan pelatihan dan pengujian terhadap sistem dengan semua skenario. Kemudian sistem akan menampilkan hasil klasifikasi (prediksi kategori) serta kategori kelas yang sesungguhnya. Hasil klasifikasi tersebut kemudian digunakan untuk menjadi dasar dalam menghitung tingkat akurasi, *recall*, presisi dan *f-measure*, kemudian dilakukan percobaan *usability* pada sistem untuk menganalisa tingkat *usability* sistem.

#### 4.1.1. Pengujian *Usability*

Pengujian *usability* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kuesioner sebanyak 10 lembar. Dimana setiap kuisinoer terdiri dari 10 pertanyaan tentang *SUS Score*, setiap pertanyaan mempunyai jawaban dengan nilai skala dari satu sampai lima untuk penilaian oleh *user* setelah mencoba sistem yang telah dibuat. Penelitian *usability* ini akan menguji pada aspek kemudahan pengguna dan efisiensi dalam mendapatkan sebuah informasi. Pengujian ini melibatkan 10 orang responden yang berperan sebagai calon pengguna, responden diminta untuk menjalankan aplikasi kemudian dilanjutkan dengan mengisi kuesioner yang telah disediakan. Adapun pertanyaan kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.5.

#### 4.2. Hasil Uji Coba

Uji coba pada penelitian ini menggunakan 3 skenario pengujian seperti pada Tabel 4.1. Penelitian ini melakukan pengujian terhadap akurasi, presesi, *recall* dan *f-measure* serta pengujian *usability*. Berikut adalah hasil uji coba dari tiga skenario uji coba:

1. Hasil pengujian pada skenario yang pertama dengan perbandingan sebesar 60% data pelatihan dan 40% data pengujian. Hasil uji coba dapat dilihat pada Lampiran 2, hasil tersebut menghasilkan *confusion matrix* sebagai berikut:

Tabel 4. 2 *confusion matrix* skenario pertama

|              | <i>Positive</i> | <i>Negative</i> |
|--------------|-----------------|-----------------|
| <i>True</i>  | 64              | 144             |
| <i>False</i> | 16              | 16              |

2. Hasil pengujian pada skenario yang kedua dengan perbandingan sebesar 70% data pelatihan dan 30% data pengujian. Hasil uji coba dapat dilihat pada Lampiran 3, hasil tersebut menghasilkan *confusion matrix* sebagai berikut:

Tabel 4. 3 *confusion matrix* skenario kedua

|              | <i>Positive</i> | <i>Negative</i> |
|--------------|-----------------|-----------------|
| <i>True</i>  | 50              | 110             |
| <i>False</i> | 10              | 10              |

3. Hasil pengujian pada skenario yang ketiga dengan perbandingan sebesar 80% data pelatihan dan 20% data pengujian. Hasil uji coba dapat dilihat pada Lampiran 4, hasil tersebut menghasilkan *confusion matrix* sebagai berikut:

Tabel 4. 4 *confusion matrix* skenario ketiga

|              | <i>Positive</i> | <i>Negative</i> |
|--------------|-----------------|-----------------|
| <i>True</i>  | 33              | 73              |
| <i>False</i> | 7               | 7               |

Berdasarkan ketiga skenario hasil uji coba diatas akan dilakukan pengukuran akurasi, presisi, *recall* dan *f-measure* serta *usability* yang akan dibahas lebih lanjut pada sub-bab berikut:

#### 4.2.1. Pengujian akurasi

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual.

$$akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (4.1)$$

Pengujian akurasi sistem pada skenario pertama dengan rasio perbandingan 60% data pelatihan dan 40% data pengujian menghasilkan akurasi sebanyak 86.6% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$akurasi = \frac{64 + 144}{64 + 16 + 144 + 16} = \frac{208}{240} \times 100 = 86.6\%$$

Pengujian akurasi sistem pada skenario kedua dengan rasio perbandingan 70% data pelatihan dan 30% data pengujian menghasilkan akurasi sebanyak 88.8% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$akurasi = \frac{50 + 110}{50 + 10 + 110 + 10} = \frac{160}{180} \times 100 = 88.8\%$$

Pengujian akurasi sistem pada skenario ketiga dengan rasio perbandingan 80% data pelatihan dan 20% data pengujian menghasilkan nilai akurasi sebanyak 88.3% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$akurasi = \frac{33 + 73}{33 + 7 + 73 + 7} = \frac{106}{120} \times 100 = 88.3\%$$

#### 4.2.2. Pengujian Presisi

Pengujian presisi dilakukan untuk mengetahui tingkat ketepatan sistem antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem.

$$presisi = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4.2)$$

Pengujian presisi sistem pada skenario pertama dengan rasio perbandingan 60% data pelatihan dan 40% data pengujian menghasilkan nilai presisi sebanyak 80.0% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$presisi = \frac{64}{64 + 16} \times 100 = 80.0\%$$

. Pengujian presisi sistem pada skenario kedua dengan rasio perbandingan 70% data pelatihan dan 30% data pengujian menghasilkan nilai presisi sebanyak 83.3% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$presisi = \frac{50}{50 + 10} \times 100 = 83.3\%$$

. Pengujian presisi sistem pada skenario ketiga dengan rasio perbandingan 80% data pelatihan dan 20% data pengujian menghasilkan nilai presisi sebanyak 82.5% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$presisi = \frac{33}{33 + 7} \times 100 = 82.5\%$$

#### 4.2.3. Pengujian Recall

Pengujian *recall* dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali sebuah informasi.

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4.3)$$

Pengujian *recall* pada skenario pertama dengan rasio perbandingan 60% data pelatihan dan 40% data pengujian menghasilkan nilai presisi sebanyak 80.0% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$recall = \frac{64}{64 + 16} \times 100 = 80.0\%$$

Pengujian *recall* pada skenario kedua dengan rasio perbandingan 70% data pelatihan dan 30% data pengujian menghasilkan nilai presisi sebanyak 83.3% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{recall (Kelas A)} = \frac{50}{50 + 10} \times 100 = 83.3\%$$

Pengujian *recall* pada skenario pertama dengan rasio perbandingan 80% data pelatihan dan 20% data pengujian menghasilkan nilai *recall* sebanyak 82.5% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{recall (Kelas A)} = \frac{33}{33 + 7} \times 100 = 82.5\%$$

#### 4.2.4. Pengujian *f-measure*

Pengujian *f-measure* dilakukan untuk mengetahui perbandingan rata-rata antara presisi dan *recall*. Menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f - \text{measure}(i) = 2 \times \frac{\text{presisi}(i) \times \text{recall}(i)}{\text{presisi}(i) + \text{recall}(i)} \quad (4.4)$$

Pengujian *f-measure* pada skenario pertama dengan rasio perbandingan 60% data pelatihan dan 40% data pengujian menghasilkan nilai *f-measure* sebanyak 80,0% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$f - \text{measure} = 2 * \frac{80 * 80}{80 + 80} \times 100 = 80.0\%$$

Pengujian *f-measure* pada skenario pertama dengan rasio perbandingan 70% data pelatihan dan 30% data pengujian menghasilkan nilai *f-measure* sebanyak 83,3% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$f - measure = 2 * \frac{83.3 * 83.3}{83.3 + 83.3} x 100 = 83.3\%$$

Pengujian *f-measure* pada skenario pertama dengan rasio perbandingan 80% data pelatihan dan 20% data pengujian menghasilkan nilai *f-measure* sebanyak 82.5% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$f - measure = 2 * \frac{82.5 * 82.5}{82.5 + 82.5} x 100 = 82.5\%$$

#### 4.2.5. Pengujian Usability

Pada uji coba *usability* ini merupakan uji coba tingkat kualitas dari sistem menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)*. Pengujian SUS terdiri dari 10 pertanyaan dengan menggunakan skala 1 sampai 5. Berikut ini 10 pertanyaan *SUS* yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 4. 5 Daftar Pertanyaan SUS

|    |  |
|----|--|
| 1  | Saya pikir saya akan sering menggunakan aplikasi ini   |
| 2  | Saya merasa aplikasi ini terlalu rumit padahal dapat dibuat lebih sederhana                      |
| 3  | Saya rasa aplikasi ini mudah untuk digunakan   |
| 4  | Saya pikir saya membutuhkan bantuan dari orang teknis untuk dapat menggunakan aplikasi ini       |
| 5  | Saya menemukan bahwa terdapat berbagai macam aplikasi yang terintegrasi dengan baik dalam sistem |
| 6  | Saya rasa banyak hal yang tidak konsisten terdapat pada aplikasi ini                             |
| 7  | Saya rasa mayoritas pengguna akan dapat mempelajari aplikasi ini dengan cepat                    |
| 8  | Saya menemukan bahwa aplikasi ini sangat tidak praktis ketika digunakan                          |
| 9  | Saya sangat yakin dapat menggunakan aplikasi ini   |
| 10 | Saya harus belajar banyak hal terlebih dahulu sebelum saya dapat menggunakan aplikasi ini        |

Sumber: Diadaptasi dari Huda, Nurul (2019). IMPLEMENTASI METODE USABILITY TESTING DENGAN SYSTEM USABILITY SCALE DALAM PENILAIAN WEBSITE RS SILOAM PALEMBANG.

Pengujian *usability* dilakukan dengan menggunakan kuesioner, Kuesioner dibagikan kepada pengguna sistem, kuesioner tersebut mengacu pada *SUS Score* yang dikembangkan oleh John Brooke. Kesepuluh pertanyaan tersebut terdiri dari 5 pertanyaan positif untuk pertanyaan bernomor ganjil dan 5 pertanyaan negatif untuk pertanyaan bernomor genap, sehingga aplikasi dinilai dari segi baik dan buruknya. *SUS* merupakan kuesioner yang sederhana, populer dan efektif. *SUS* memiliki 10 komponen pertanyaan dengan 5 pilihan jawaban dengan skala dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju, 10 komponen pertanyaan tersebut sangat sederhana sehingga dapat mempermudah responden dalam melakukan penilaian, skor yang dihasilkan minimal 0 dan maksimal 100. Berikut ini adalah data responden pengujian sistem yang dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Data Responden

| No | Nama                    | Level     |
|----|-------------------------|-----------|
| 1  | Mohammad Robih T. Z.    | Mahasiswa |
| 2  | Nur Kartika Oktafiani   | Mahasiswa |
| 3  | Muhammad Rasyid Ridla   | Mahasiswa |
| 4  | Nurchaerani K.          | Mahasiswa |
| 5  | Anis Shiva 'ulia Dewi   | Mahasiswa |
| 6  | Fitri Nuriyanti         | Mahasiswa |
| 7  | Eka Puji Rahayu Lestari | Mahasiswa |
| 8  | Hafid Khoiruddin        | Mahasiswa |
| 9  | Muhammad Naufal Firdaus | Mahasiswa |
| 10 | Raja Ahmad Tajallie     | Mahasiswa |

*SUS* memiliki rumus perhitungan sendiri dimana pernyataan nomor ganjil, nilai skor yang dijawab dikurangi dengan satu. Sedangkan pernyataan nomor



genap, angka lima dikurangi skor yang dijawab. Kemudian semua hasil skor dijumlahkan dan dikalikan 2,5. Skor *SUS* memiliki range nilai 0-100. Nilai *SUS* yang telah diperoleh secara keseluruhan dari responden, kemudian dihitung rata-rata dengan rumus sebagai berikut:

$$x' = \frac{\sum x}{n} \quad (3.5)$$

Keterangan:

$x'$  = Rata – rata skor

$x$  = total skor

$n$  = total responden

Pengujian *usability* bertujuan untuk mengukur tingkat kegunaan sistem, pengujian ini menggunakan kuesioner sebanyak 10 buah. Kuesioner tersebut berisi 10 pertanyaan *SUS* yang dijelaskan pada Tabel 3.7, jawaban dari kuesioner tersebut berskala sebagai berikut:

1. Sangat setuju = 5
2. Setuju = 4
3. Rata-rata = 3
4. Tidak setuju = 2
5. Sangat tidak setuju = 1

kemudian dilakukan perhitungan skor *SUS* dengan persamaan berikut:

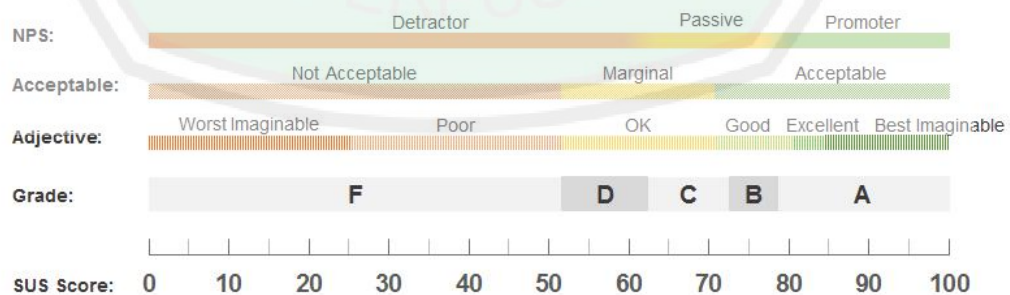
$$\text{skor } SUS = ((Q1 - 1) + (5 - Q2) + (Q3 - 1) + (5 - Q4) + (Q5 - 1) + (5 - Q6) + (Q7 - 1) + (5 - Q8) + (Q9 - 1) + (5 - Q10)) \times 2.5$$

Skor *SUS* berdasarkan hasil kuesioner adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Usability**

| No        | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | SUS   |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| 1         | 4  | 3  | 5  | 4  | 3  | 2  | 5  | 3  | 4  | 3   | 65    |
| 2         | 4  | 2  | 4  | 2  | 3  | 2  | 5  | 2  | 4  | 3   | 72.5  |
| 3         | 2  | 2  | 3  | 3  | 4  | 2  | 4  | 2  | 4  | 2   | 65    |
| 4         | 3  | 2  | 5  | 1  | 3  | 4  | 4  | 3  | 4  | 2   | 67.5  |
| 5         | 4  | 2  | 5  | 1  | 4  | 2  | 4  | 2  | 5  | 4   | 77.5  |
| 6         | 4  | 3  | 4  | 3  | 3  | 2  | 4  | 2  | 4  | 4   | 62.5  |
| 7         | 4  | 2  | 5  | 2  | 4  | 2  | 5  | 1  | 5  | 2   | 85    |
| 8         | 5  | 1  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 1  | 5  | 2   | 75    |
| 9         | 4  | 2  | 5  | 4  | 3  | 3  | 3  | 2  | 5  | 1   | 70    |
| 10        | 4  | 5  | 4  | 2  | 3  | 4  | 4  | 2  | 4  | 3   | 57.5  |
| Rata-rata |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | 69.75 |

Dengan jumlah responden sebanyak 10 orang didapati nilai SUS skor dengan rata-rata 69.75. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan *SUS score* pada Gambar 4.1.

**Gambar 4. 1 SUS Score**

Sumber: <https://measuringu.com/interpret-sus-score/>

Berdasarkan hasil perhitungan sistem pada penelitian ini memperoleh kategori **OK** dengan *grade* adalah **C** dan nilai kebergunaan yang **PASIF**, serta nilai penerimaan yang **CUKUP**.

#### 4.3. Pembahasan

Berdasarkan percobaan yang sudah dilakukan dapat diketahui total data pelatihan mempengaruhi klasifikasi. Skenario percobaan pertama dengan perbandingan 60% data pelatihan & 40% data pengujian didapati akurasi dengan nilai 86.6%, pada skenario percobaan kedua perbandingan 70% data pelatihan & 30% data pengujian didapati akurasi dengan nilai 88.8%, skenario terakhir dengan perbandingan 80% data pelatihan & 20% data pengujian didapati akurasi dengan nilai 88.3%. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa akurasi yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyaknya data yang digunakan sebagai data pelatihan, semakin sedikit data pelatihan yang digunakan maka akurasi cenderung mengalami penurunan.

Pada pengujian presisi dan *recall* antara kelas prediksi dan kelas aktual pada skenario pertama diperoleh hasil presisi sebesar 80.0% dan *recall* sebesar 80.0%, pada skenario kedua hasil presisi yang didapat sebesar 83.3% dan *recall* sebesar 83.3%, lalu pada skenario terakhir hasil yang diperoleh untuk presisi sebesar 82.5% dan *recall* sebesar 82.5%. Presisi dan *recall* yang tinggi menandakan bahwa sistem yang dibangun memiliki kemampuan yang baik. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian usability, pengujian tersebut menghasilkan *usability* dengan *SUS Score* sebesar 69.75 dan tergolong dalam kategori **CUKUP** untuk kebutuhan pengguna.

Sistem klasifikasi ini dapat mempermudah pusat pengembangan bahasa dalam menempatkan mahasiswa baru untuk menempuh program pengembangan bahasa. Islam memiliki pedoman hidup untuk manusia yakni Al-Qur'an dan Hadist. Al-Qur'an memuat banyak sekali informasi, salah satunya adalah surat Al-Mu'minun ayat 19-21 yang berbunyi:

فَأَنْشَأْنَا لَكُمْ بِهِ جَنَّتٍ مِّنْ نَّحِيلٍ وَأَعْنَبٍ لَّكُمْ فِيهَا فَوَاكِهُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

﴿١٩﴾ وَشَجَرَةً تَخْرُجُ مِنْ طُورِ سَيْنَاءَ تَنْبُتُ بِالدَّهْنِ وَصَبْغٍ لِلَّالِئِينَ ﴿٢٠﴾ وَإِنَّ لَكُمْ فِي

الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً نُّسْقِيكُم مِّمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٢١﴾

Artinya: “Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran: lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya. Lalu dengan air itu Kami tumbuhkan untuk kalian kebun-kebun kurma dan anggur; di dalam kebun-kebun itu kalian peroleh buah-buahan yang banyak dan sebagian dari buah-buahan itu kalian makan, dan pohon kayu yang keluar dari Tursina (pohon Zaitun), yang menghasilkan minyak, dan pelezat makanan bagi orang-orang yang makan. Dan sesungguhnya pada binatang-binatang ternak benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kalian, Kami memberi minum kalian dari air susu yang ada dalam perutnya; dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kalian, dan sebagian darinya kalian makan, dan di atas punggung binatang-binatang ternak itu”.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah melimpahkan begitu banyak sumber daya alam baik yang ada dilangit dan dibumi. Setiap sumber daya terdapat faedah atau manfaat untuk manusia. Pada penelitian ini sistem tersebut merupakan salah satu sumber daya yang telah dilimpahkan untuk dimanfaatkan dalam kehidupan yang bertujuan untuk meringankan pekerjaan. Aplikasi yang dibangun ini bertujuan untuk menolong serta mempermudah para dosen dalam menyelesaikan pekerjaan dalam menempatkan para peserta PKPBA sesuai dengan porsi peserta masing-masing. Dengan dipermudahnya pekerjaan dalam mengatur dan memanajemen peserta dengan sumber daya yang tersedia berupa aplikasi. Sehingga dapat merekomendasikan kelas yang sesuai dengan kemampuan oleh peserta. Sebagaimana yang telah dianjurkan bagi umat muslim dalam sebuah hadist Rasulullah SAW yang berbunyi:

عليه الله صلى - الله رسول قال قال - عنه الله رضي - هزيمة أبي وعن  
 كرب من كربة عنه الله نفس، الدنيا كرب من كربة مؤمن عن نفس من - وسلم  
 ستر ومن، والآخرة الدنيا في عليه الله يسر، معسر على يسر ومن القيامة يوم  
 عون في العبد كان ما العبد عون في والله، والآخرة الدنيا في الله ستره، مسلمًا  
 [1]. مسلم أخرج - أخيه

*“Dari Abu Hurairah dia berkata; Rasulullah SAW telah bersabda: ‘Barang siapa membebaskan seorang mukmin dari suatu kesulitan dunia, maka Allah akan membebaskannya dari suatu kesulitan pada hari kiamat. Barang siapa memberi kemudahan kepada orang yang berada dalam kesulitan, maka Allah akan memberikan kemudahan di dunia dan akhirat. Barang siapa menutupi aib seorang muslim, maka Allah akan menutup aibnya di dunia dan akhirat. Allah akan selalu menolong hamba-Nya selama hamba tersebut menolong saudaranya sesama muslim” (H.R. Muslim).*

Hadist tersebut menjelaskan bahwa barang siapa meringankan suatu kesulitan mukmin maka Allah SWT akan memberi kemudahan kepada orang tersebut baik di dunia maupun akhirat. Penelitian ini diharapkan dapat meringankan pekerjaan orang yang bertugas untuk mengatur penempatan kelas tersebut.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang implementasi *learning vector quantization* untuk klasifikasi kelas PKPBA dapat ditarik kesimpulan:

1. Dari ketiga skenario percobaan telah dilakukan, hasil terbaik terdapat pada skenario yang kedua, perbandingan 70% data pelatihan dan 30% data pengujian. Akurasi yang didapati 88.8%, presisi sebesar 83.3%, *recall* 83.3%, dan *f-measure* 83.3%.
2. Tingkat *usability* sistem yang dibuat diukur menggunakan *SUS Score* menghasilkan nilai sebesar 69.75 dimana nilai tersebut dikategorikan cukup dalam penerimaan pengguna.

#### 5.2. Saran

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam penelitian ini sehingga dapat meningkatkan hasil dari penelitian ini. Berikut adalah beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Diharapkan penelitian tentang sistem ini dapat dikembangkan dengan metode yang lain, untuk perbandingan performa ataupun untuk mengoptimisasi hasilnya.
2. Dapat dikembangkan lagi dalam segi tampilan yang lebih menarik dan intuitif sehingga dapat meningkatkan nilai *usability* sistem yang dibuat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budianita, E., & Arni, U. D. (2015). Penerapan Learning Vector Quantization Penentuan Bidang Konsentrasi Tugas Akhir (Studi Kasus: Mahasiswa Teknik Informatika UIN Suska Riau). *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 85-89.
- Budianita, E., & Prijodiprodjo, W. (2013). Penerapan Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Status Gizi Anak. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 155-166.
- Hariri, F., Utami, E., & Amborowati, A. (2015). Learning Vector Quantization untuk Klasifikasi Abstrak Tesis. *Creative Information Technology Journal*, 128-143.
- Huda, N. (2019). IMPLEMENTASI METODE USABILITY TESTING DENGAN SYSTEM USABILITY SCALE DALAM PENILAIAN WEBSITE RS SILOAM PALEMBANG. *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK) Volume 06*.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial intelligence (teknik dan aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2006). *Neuro-Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Manupraba, W. (2020, April 20). *Surat Al-Baqarah Ayat 164*. Retrieved from Tafsir Al-Qur'an Online: <https://tafisirq.com>
- Nahdhatuzzahra, Budiman, I., & Nugrahadi, D. T. (2016). Penerapan Usability Testing Terhadap Sistem Informasi Penyebaran Penyakit Unggas. *KLIK-KUMPULAN JURNAL ILMU KOMPUTER*, 3(2), 182-194.
- Nishom, M. (2019). Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square. *Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*.
- Saputra, M., & Suhery, C. (2018). APLIKASI KLASIFIKASI KONSENTRASI STUDI MAHASISWA BERDASARKAN NILAI DAN MINAT MENGGUNAKAN METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION 2. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 1-11.
- Siddik, M., Defit, S., & Santony, J. (2017). PENENTUAN BIDANG KONSENTRASI TUGAS AKHIR MENGGUNAKAN METODE



LEARNING VECTOR QUANTIZATION. *Riau Journal Of Computer Science*, 81-94.

Ulfah, S. (2019). LEARNING VECTOR QUANTIZATION UNTUK KLASIFIKASI BIDANG MINAT SISWA SMA. *Matriks (MATEMATIKAMIPA)*, 2.1.

Untari, D. (2014). DATA MINING UNTUK ANALISA PREDIKSI MAHASISWA NON-AKTIF MENGGUNAKAN METODE DECISION TREE C4.5.



## LAMPIRAN

Lampiran 1. *Dataset*

| No | Mufrodat | Taraqib | Qiroah | Kitabah | Kelas Aktual |
|----|----------|---------|--------|---------|--------------|
| 1  | 34       | 16      | 16     | 10      | Kelas A      |
| 2  | 28       | 16      | 22     | 10      | Kelas A      |
| 3  | 28       | 18      | 20     | 10      | Kelas A      |
| 4  | 26       | 20      | 20     | 10      | Kelas A      |
| 5  | 30       | 16      | 20     | 10      | Kelas A      |
| 6  | 30       | 18      | 18     | 10      | Kelas A      |
| 7  | 30       | 24      | 18     | 4       | Kelas A      |
| 8  | 30       | 18      | 18     | 10      | Kelas A      |
| 9  | 32       | 20      | 16     | 8       | Kelas A      |
| 10 | 28       | 20      | 18     | 10      | Kelas A      |
| 11 | 28       | 18      | 20     | 10      | Kelas A      |
| 12 | 30       | 20      | 18     | 8       | Kelas A      |
| 13 | 26       | 22      | 18     | 10      | Kelas A      |
| 14 | 36       | 16      | 14     | 10      | Kelas A      |
| 15 | 30       | 18      | 22     | 6       | Kelas A      |
| 16 | 24       | 22      | 20     | 10      | Kelas A      |
| 17 | 30       | 18      | 18     | 10      | Kelas A      |
| 18 | 30       | 18      | 18     | 10      | Kelas A      |
| 19 | 26       | 20      | 20     | 10      | Kelas A      |
| 20 | 28       | 24      | 14     | 10      | Kelas A      |
| 21 | 30       | 22      | 12     | 8       | Kelas B      |
| 22 | 30       | 16      | 16     | 10      | Kelas B      |
| 23 | 30       | 20      | 14     | 8       | Kelas B      |
| 24 | 26       | 16      | 20     | 10      | Kelas B      |

|    |    |    |    |    |         |
|----|----|----|----|----|---------|
| 25 | 32 | 16 | 14 | 10 | Kelas B |
| 26 | 28 | 14 | 20 | 10 | Kelas B |
| 27 | 26 | 16 | 20 | 10 | Kelas B |
| 28 | 28 | 16 | 18 | 10 | Kelas B |
| 29 | 28 | 16 | 18 | 10 | Kelas B |
| 30 | 20 | 24 | 20 | 8  | Kelas B |
| 31 | 30 | 18 | 14 | 10 | Kelas B |
| 32 | 26 | 20 | 16 | 10 | Kelas B |
| 33 | 24 | 22 | 18 | 8  | Kelas B |
| 34 | 30 | 16 | 18 | 8  | Kelas B |
| 35 | 30 | 18 | 16 | 8  | Kelas B |
| 36 | 30 | 18 | 16 | 8  | Kelas B |
| 37 | 24 | 22 | 16 | 10 | Kelas B |
| 38 | 24 | 18 | 20 | 10 | Kelas B |
| 39 | 26 | 20 | 16 | 10 | Kelas B |
| 40 | 36 | 10 | 16 | 10 | Kelas B |
| 41 | 24 | 16 | 22 | 10 | Kelas B |
| 42 | 28 | 20 | 16 | 8  | Kelas B |
| 43 | 26 | 20 | 12 | 14 | Kelas B |
| 44 | 26 | 16 | 20 | 10 | Kelas B |
| 45 | 26 | 14 | 22 | 10 | Kelas B |
| 46 | 30 | 16 | 16 | 10 | Kelas B |
| 47 | 30 | 20 | 12 | 10 | Kelas B |
| 48 | 28 | 14 | 20 | 9  | Kelas B |
| 49 | 26 | 20 | 18 | 7  | Kelas B |
| 50 | 30 | 16 | 16 | 9  | Kelas B |
| 51 | 24 | 16 | 24 | 6  | Kelas B |

|    |    |    |    |    |         |
|----|----|----|----|----|---------|
| 52 | 24 | 20 | 20 | 6  | Kelas B |
| 53 | 30 | 16 | 14 | 10 | Kelas B |
| 54 | 30 | 14 | 16 | 10 | Kelas B |
| 55 | 26 | 14 | 20 | 10 | Kelas B |
| 56 | 20 | 18 | 22 | 10 | Kelas B |
| 57 | 26 | 16 | 18 | 10 | Kelas B |
| 58 | 28 | 16 | 16 | 10 | Kelas B |
| 59 | 28 | 14 | 18 | 10 | Kelas B |
| 60 | 24 | 20 | 16 | 10 | Kelas B |
| 61 | 12 | 10 | 6  | 4  | Kelas C |
| 62 | 6  | 16 | 4  | 6  | Kelas C |
| 63 | 6  | 12 | 8  | 6  | Kelas C |
| 64 | 10 | 10 | 10 | 2  | Kelas C |
| 65 | 12 | 10 | 8  | 2  | Kelas C |
| 66 | 14 | 8  | 4  | 6  | Kelas C |
| 67 | 10 | 10 | 8  | 4  | Kelas C |
| 68 | 10 | 12 | 6  | 4  | Kelas C |
| 69 | 18 | 2  | 8  | 4  | Kelas C |
| 70 | 16 | 6  | 4  | 6  | Kelas C |
| 71 | 6  | 8  | 14 | 4  | Kelas C |
| 72 | 16 | 10 | 2  | 4  | Kelas C |
| 73 | 12 | 4  | 8  | 8  | Kelas C |
| 74 | 12 | 10 | 2  | 8  | Kelas C |
| 75 | 10 | 14 | 6  | 2  | Kelas C |
| 76 | 12 | 8  | 8  | 4  | Kelas C |
| 77 | 10 | 12 | 8  | 2  | Kelas C |
| 78 | 12 | 12 | 4  | 4  | Kelas C |

|     |    |    |    |    |         |
|-----|----|----|----|----|---------|
| 79  | 12 | 4  | 12 | 4  | Kelas C |
| 80  | 14 | 8  | 6  | 4  | Kelas C |
| 81  | 8  | 6  | 10 | 8  | Kelas C |
| 82  | 18 | 4  | 2  | 8  | Kelas C |
| 83  | 14 | 9  | 6  | 3  | Kelas C |
| 84  | 14 | 10 | 8  | 0  | Kelas C |
| 85  | 10 | 8  | 8  | 6  | Kelas C |
| 86  | 12 | 8  | 8  | 4  | Kelas C |
| 87  | 14 | 6  | 6  | 5  | Kelas C |
| 88  | 10 | 8  | 8  | 5  | Kelas C |
| 89  | 10 | 4  | 10 | 7  | Kelas C |
| 90  | 8  | 8  | 6  | 9  | Kelas C |
| 91  | 12 | 4  | 10 | 5  | Kelas C |
| 92  | 12 | 8  | 6  | 5  | Kelas C |
| 93  | 10 | 4  | 10 | 7  | Kelas C |
| 94  | 6  | 8  | 10 | 7  | Kelas C |
| 95  | 10 | 10 | 4  | 7  | Kelas C |
| 96  | 18 | 6  | 4  | 3  | Kelas C |
| 97  | 10 | 4  | 10 | 7  | Kelas C |
| 98  | 12 | 2  | 12 | 5  | Kelas C |
| 99  | 12 | 6  | 8  | 5  | Kelas C |
| 100 | 9  | 10 | 4  | 8  | Kelas C |
| 101 | 30 | 16 | 16 | 9  | Kelas B |
| 102 | 18 | 12 | 10 | 8  | Kelas C |
| 103 | 34 | 14 | 24 | 10 | Kelas A |
| 104 | 24 | 20 | 20 | 6  | Kelas B |
| 105 | 10 | 10 | 18 | 10 | Kelas C |

|     |    |    |    |    |         |
|-----|----|----|----|----|---------|
| 106 | 34 | 22 | 18 | 10 | Kelas A |
| 107 | 30 | 14 | 16 | 10 | Kelas B |
| 108 | 8  | 18 | 12 | 10 | Kelas C |
| 109 | 26 | 22 | 24 | 10 | Kelas A |
| 110 | 26 | 14 | 20 | 10 | Kelas B |
| 111 | 16 | 18 | 8  | 6  | Kelas C |
| 112 | 32 | 18 | 20 | 10 | Kelas A |
| 113 | 20 | 18 | 22 | 10 | Kelas B |
| 114 | 12 | 16 | 14 | 6  | Kelas C |
| 115 | 28 | 22 | 20 | 10 | Kelas A |
| 116 | 28 | 16 | 16 | 10 | Kelas B |
| 117 | 16 | 14 | 8  | 10 | Kelas C |
| 118 | 26 | 24 | 20 | 10 | Kelas A |
| 119 | 24 | 20 | 16 | 10 | Kelas B |
| 120 | 20 | 18 | 4  | 6  | Kelas C |
| 121 | 36 | 24 | 12 | 7  | Kelas A |
| 122 | 28 | 14 | 20 | 8  | Kelas B |
| 123 | 18 | 12 | 16 | 2  | Kelas C |
| 124 | 30 | 20 | 18 | 10 | Kelas A |
| 125 | 26 | 20 | 14 | 10 | Kelas B |
| 126 | 16 | 14 | 10 | 8  | Kelas C |
| 127 | 30 | 22 | 16 | 10 | Kelas A |
| 128 | 26 | 14 | 20 | 10 | Kelas B |
| 129 | 18 | 12 | 8  | 10 | Kelas C |
| 130 | 30 | 18 | 20 | 10 | Kelas A |
| 131 | 28 | 18 | 14 | 10 | Kelas B |
| 132 | 14 | 18 | 8  | 8  | Kelas C |

|     |    |    |    |    |         |
|-----|----|----|----|----|---------|
| 133 | 32 | 18 | 18 | 10 | Kelas A |
| 134 | 22 | 18 | 20 | 10 | Kelas B |
| 135 | 18 | 12 | 8  | 10 | Kelas C |
| 136 | 26 | 20 | 22 | 10 | Kelas A |
| 137 | 24 | 20 | 18 | 8  | Kelas B |
| 138 | 18 | 16 | 10 | 4  | Kelas C |
| 139 | 28 | 24 | 16 | 9  | Kelas A |
| 140 | 26 | 20 | 16 | 8  | Kelas B |
| 141 | 18 | 14 | 8  | 8  | Kelas C |
| 142 | 30 | 18 | 20 | 9  | Kelas A |
| 143 | 24 | 16 | 20 | 10 | Kelas B |
| 144 | 18 | 14 | 8  | 8  | Kelas C |
| 145 | 28 | 16 | 24 | 9  | Kelas A |
| 146 | 28 | 16 | 16 | 9  | Kelas B |
| 147 | 26 | 4  | 8  | 10 | Kelas C |
| 148 | 32 | 20 | 16 | 9  | Kelas A |
| 149 | 30 | 16 | 14 | 9  | Kelas B |
| 150 | 10 | 10 | 18 | 10 | Kelas C |
| 151 | 30 | 18 | 20 | 9  | Kelas A |
| 152 | 28 | 18 | 16 | 7  | Kelas B |
| 153 | 18 | 4  | 18 | 7  | Kelas C |
| 154 | 30 | 20 | 18 | 10 | Kelas A |
| 155 | 22 | 24 | 12 | 10 | Kelas B |
| 156 | 12 | 20 | 8  | 6  | Kelas C |
| 157 | 24 | 24 | 24 | 4  | Kelas A |
| 158 | 24 | 18 | 16 | 10 | Kelas B |
| 159 | 26 | 8  | 6  | 6  | Kelas C |

|     |    |    |    |    |         |
|-----|----|----|----|----|---------|
| 160 | 26 | 24 | 16 | 10 | Kelas A |
| 161 | 26 | 20 | 18 | 4  | Kelas B |
| 162 | 14 | 14 | 8  | 10 | Kelas C |
| 163 | 30 | 24 | 18 | 4  | Kelas A |
| 164 | 24 | 20 | 14 | 10 | Kelas B |
| 165 | 14 | 10 | 12 | 10 | Kelas C |
| 166 | 28 | 20 | 18 | 10 | Kelas A |
| 167 | 24 | 22 | 12 | 10 | Kelas B |
| 168 | 16 | 12 | 10 | 8  | Kelas C |
| 169 | 26 | 22 | 18 | 10 | Kelas A |
| 170 | 26 | 16 | 18 | 8  | Kelas B |
| 171 | 20 | 10 | 8  | 8  | Kelas C |
| 172 | 28 | 24 | 14 | 10 | Kelas A |
| 173 | 26 | 18 | 14 | 10 | Kelas B |
| 174 | 14 | 12 | 14 | 6  | Kelas C |
| 175 | 30 | 18 | 22 | 6  | Kelas A |
| 176 | 34 | 24 | 24 | 10 | Kelas A |
| 177 | 24 | 22 | 16 | 10 | Kelas B |
| 178 | 22 | 8  | 14 | 6  | Kelas C |
| 179 | 40 | 26 | 22 | 2  | Kelas A |
| 180 | 26 | 20 | 16 | 10 | Kelas B |
| 181 | 12 | 12 | 18 | 7  | Kelas C |
| 182 | 38 | 22 | 18 | 10 | Kelas A |
| 183 | 24 | 16 | 22 | 10 | Kelas B |
| 184 | 18 | 10 | 12 | 9  | Kelas C |
| 185 | 30 | 24 | 24 | 9  | Kelas A |
| 186 | 26 | 20 | 12 | 14 | Kelas B |



|     |    |    |    |    |         |
|-----|----|----|----|----|---------|
| 187 | 12 | 14 | 14 | 9  | Kelas C |
| 188 | 34 | 20 | 20 | 10 | Kelas A |
| 189 | 26 | 14 | 22 | 10 | Kelas B |
| 190 | 11 | 14 | 14 | 10 | Kelas C |
| 191 | 32 | 22 | 22 | 10 | Kelas A |
| 192 | 28 | 20 | 16 | 8  | Kelas B |
| 193 | 18 | 10 | 12 | 8  | Kelas C |
| 194 | 36 | 18 | 22 | 10 | Kelas A |
| 195 | 28 | 14 | 20 | 9  | Kelas B |
| 196 | 16 | 10 | 12 | 10 | Kelas C |
| 197 | 30 | 30 | 16 | 10 | Kelas A |
| 198 | 26 | 20 | 18 | 7  | Kelas B |
| 199 | 12 | 10 | 16 | 10 | Kelas C |
| 200 | 32 | 20 | 24 | 9  | Kelas A |

Lampiran 2. Hasil Uji Coba Skenario Pertama

| No | Kelas Aktual | Kelas Prediksi | Hasil        | TP | TN | FP | FN |
|----|--------------|----------------|--------------|----|----|----|----|
| 1  | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 2  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 3  | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 4  | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 5  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 6  | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 7  | Kelas A      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 8  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 9  | Kelas C      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 10 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 11 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 12 | Kelas C      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 13 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 14 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 15 | Kelas C      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 16 | Kelas A      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 17 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 18 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 19 | Kelas A      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 20 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 21 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 22 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |

|    |         |         |              |   |   |   |   |
|----|---------|---------|--------------|---|---|---|---|
| 23 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 24 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 25 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 26 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 27 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 28 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 29 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 30 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 31 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 32 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 33 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 34 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 35 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 36 | Kelas C | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 37 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 38 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 39 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 40 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 41 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 42 | Kelas C | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 43 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 44 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 45 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 46 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 47 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |

|    |         |         |              |   |   |   |   |
|----|---------|---------|--------------|---|---|---|---|
| 48 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 49 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 50 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 51 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 52 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 53 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 54 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 55 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 56 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 57 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 58 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 59 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 60 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 61 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 62 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 63 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 64 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 65 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 66 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 67 | Kelas C | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 68 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 69 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 70 | Kelas C | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 71 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 72 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 73 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |

|    |         |         |              |    |     |    |    |
|----|---------|---------|--------------|----|-----|----|----|
| 74 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 75 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 76 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 77 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0  | 1   | 1  | 1  |
| 78 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 79 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 80 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
|    |         |         |              | 64 | 144 | 16 | 16 |



Lampiran 3. Hasil Uji Coba Skenario Kedua

| No | Kelas Aktual | Kelas Prediksi | Hasil        |   |   |   |   |
|----|--------------|----------------|--------------|---|---|---|---|
| 1  | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 2  | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 3  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 4  | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 5  | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 6  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 7  | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 8  | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 9  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 10 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 11 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 12 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 13 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 14 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 15 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 16 | Kelas C      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | Kelas A      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 19 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 20 | Kelas A      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 22 | Kelas C      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |

|    |         |         |              |   |   |   |   |
|----|---------|---------|--------------|---|---|---|---|
| 24 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 25 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 26 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 27 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 28 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 29 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 31 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 32 | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 33 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 34 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 35 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 36 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 37 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 38 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 39 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 40 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 41 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 42 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 43 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 44 | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 45 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 46 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 47 | Kelas C | Kelas B | Tidak Sesuai | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 48 | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 49 | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1 | 2 | 0 | 0 |

|       |         |         |              |    |     |    |    |
|-------|---------|---------|--------------|----|-----|----|----|
| 50    | Kelas C | Kelas B | Tidak Sesuai | 0  | 1   | 1  | 1  |
| 51    | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 52    | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 53    | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 54    | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 55    | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 56    | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 57    | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0  | 1   | 1  | 1  |
| 58    | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 59    | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| 60    | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2   | 0  | 0  |
| TOTAL |         |         |              | 50 | 110 | 10 | 10 |



Lampiran 4. Hasil Uji Coba Skenario Ketiga

| No | Kelas Aktual | Kelas Prediksi | Hasil        | TP | TN | FP | FN |
|----|--------------|----------------|--------------|----|----|----|----|
| 1  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 2  | Kelas C      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 3  | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 4  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 5  | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 6  | Kelas A      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 7  | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 8  | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 9  | Kelas A      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 10 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 11 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 12 | Kelas A      | Kelas B        | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 13 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 14 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 15 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 16 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 17 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 18 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 19 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 20 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 21 | Kelas C      | Kelas C        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 22 | Kelas A      | Kelas A        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 23 | Kelas B      | Kelas B        | Sesuai       | 1  | 2  | 0  | 0  |

|       |         |         |              |    |    |   |   |
|-------|---------|---------|--------------|----|----|---|---|
| 24    | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 25    | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 26    | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 27    | Kelas C | Kelas B | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1 | 1 |
| 28    | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 29    | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 30    | Kelas C | Kelas B | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1 | 1 |
| 31    | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 32    | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 33    | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 34    | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 35    | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 36    | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 37    | Kelas A | Kelas B | Tidak Sesuai | 0  | 1  | 1 | 1 |
| 38    | Kelas B | Kelas B | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 39    | Kelas C | Kelas C | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| 40    | Kelas A | Kelas A | Sesuai       | 1  | 2  | 0 | 0 |
| TOTAL |         |         |              | 33 | 73 | 7 | 7 |