



**PENENTUAN KUALITAS PRODUK DAUN TEMBAKAU  
BAWAH NAUNGAN MENGGUNAKAN *FUZZY INFERENCE*  
SYSTEM**

**(STUDI KASUS PTPN X KEBUN AJONG GAYASAN JEMBER)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Dimas Nuriyan Efendi**

**NIM 181710301064**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**



**PENENTUAN KUALITAS PRODUK DAUN TEMBAKAU  
BAWAH NAUNGAN MENGGUNAKAN *FUZZY INFERENCE*  
SYSTEM**

**(STUDI KASUS PTPN X KEBUN AJONG GAYASAN JEMBER)**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**Dimas Nuriyan Efendi**

**NIM 181710301064**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

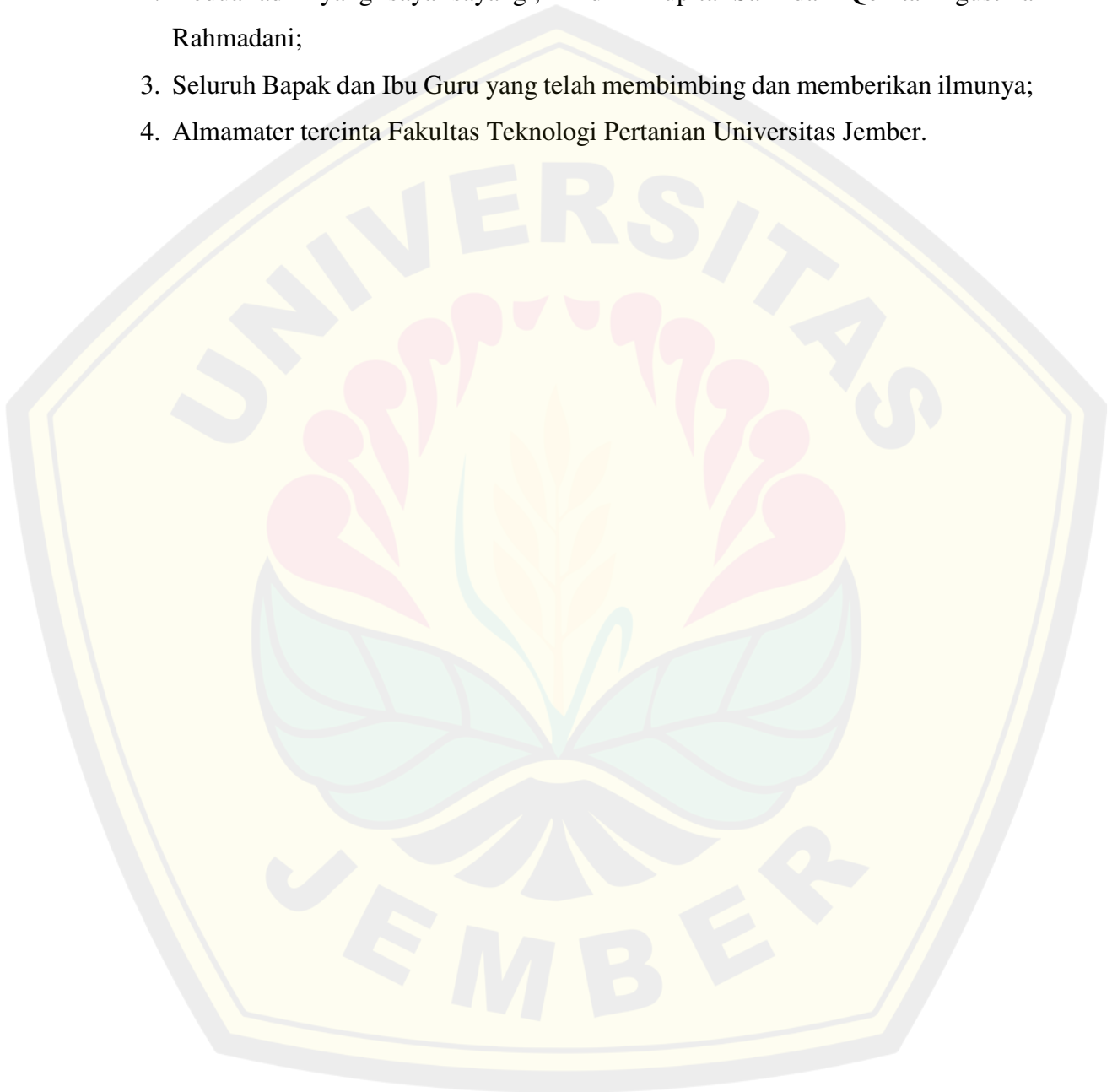
**UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Nur Hayati dan ayahanda Yunus yang tercinta;
2. Kedua adik yang saya sayangi, Andini Lupita Sari dan Qonita Agustina Rahmadani;
3. Seluruh Bapak dan Ibu Guru yang telah membimbing dan memberikan ilmunya;
4. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat kecuali bagi orang-orang yang khusyu', (yaitu) orang-orang yang meyakini bahwa mereka akan menemui Tuhannya dan bahwa mereka akan kembali kepada-Nya.

(QS. Al Baqarah: 45-46)<sup>1</sup>

“Sesuatu yang belum dikerjakan seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik”.

(Evelyn Underhill)<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Dudung, Al Qu'an Online, dalam <http://dudung.net/quran-online/indonesia/2>, diakses 05 Mei 2016.

<sup>2</sup> Evelyn Underhill

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Nuriyan Efendi

NIM : 181710301064

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Kualitas Produk Daun Tembakau Bawah Naungan Menggunakan *Fuzzy Inference System*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sebelumnya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2023  
Yang menyatakan

Dimas Nuriyan Efendi  
NIM. 181710301064

**SKRIPSI**

**PENENTUAN KUALITAS PRODUK DAUN TEMBAKAU  
BAWAH NAUNGAN MENGGUNAKAN *FUZZY INFERENCE*  
*SYSTEM*  
(STUDI KASUS PTPN X KEBUN AJONG GAYASAN JEMBER)**

Oleh:

**Dimas Nuriyan Efendi**

**NIM 181710301064**

Dosen Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Herry Purnomo, S. TP., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si.,IPM.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penentuan Kualitas Produk Daun Tembakau Bawah Naungan Menggunakan *Fuzzy Inference System* (Studi Kasus PTPN X Kebun Ajong Gayasan Jember)” karya Dimas Nuriyan Efendi telah di uji dan disahkan pada:

Hari,tanggal :

Tempat :

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Bambang Herry Purnomo, S. TP., M.Si  
NIP. 197505301999031002

Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si.,IPM  
NIP. 197207301999031001

Tim Penguji,

Dosen Penguji Ketua

Dosen penguji Anggota

Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng.,IPM  
NIP. 197107311997022001

Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si  
NIP. 197407071999031001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng., IPM  
NIP. 196312121990031002

**RINGKASAN**

**Penentuan Kualitas Produk Daun Tembakau Bawah Naungan Menggunakan Fuzzy Inference System (Studi Kasus PTPN X Kebun Ajong Gayasan Jember);**

Dimas Nuriyan Efendi; 181710301064; 2023; 104 halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember.

Salah satu produsen tembakau yang membudidayakan dan mengelolah hasil perkebunan di Kabupaten Jember yaitu PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember dan salah satu jenis tembakau yang dibudidayakan Tembakau Bawah Naungan (TBN). Pada perusahaan ini terdapat tiga tahapan kegiatan, yaitu: tahap budidaya, pengeringan di gudang pengering, dan pengolahan di gudang pengolahan, dari ketiga tahapan ini menghasilkan tiga produk yang berbeda.

Proses sortasi pada PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember di bagi menjadi enam (6) tahapan pengolahan yaitu sortasi tahap I ialah proses pengelompokan daun tembakau bawah naungan berdasarkan pada kualitas dasarnya; sortasi tahap II ialah proses pengelompokan daun tembakau berdasarkan kualitas atau mutu kegunaan dari daun tembakau; sortasi tahap II A ialah tahapan dimana daun tembakau di kelompokkan lebih spesifik lagi sesuai dengan tangga kualitas; sortasi tahap III ialah proses pengelompokan daun tembakau berdasarkan pada tangga warnanya; sortasi tahap IV atau biasa di sebut juga tahapan unting halus ialah proses pengelompokan dan menyusun daun tembakau hasil dari sortasi tahap III sesuai dengan mutu, warna, dan ukuran daun tembakau yang sama; dan selanjutnya ialah tahapan unting halus pada tahapan ini pekerja memastikan kembali kebenaran dari hasil sortasi, dan apabila dalam satu untingan tembakau masih ada kualitas yang tidak sesuai maka dilakukan pemisahan. Pada proses sortasi daun tembakau bawah naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember masih dilakukan secara tradisional dengan menggunakan tenaga manusia, dan membutuhkan waktu proses pengolahan yang sangat panjang untuk menentukan kualitas dari tembakau bawah naungan, serta pada saat proses pengecekan kembali kualitas daun tembakau yang



berulang ulang untuk memastikan kembali tidak ada kualitas daun tembakau yang tidak seragam di peruntingnya membutuhkan waktu yang begitu panjang. Dari permasalahan tersebut, mendorong kebutuhan suatu sistem model untuk mempermudah dan mempersingkat waktu dalam upaya menentukan keputusan kualitas produk daun tembakau bawah naungan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan variabel input dan output yang digunakan dalam melakukan penentuan kualitas daun Tembakau Bawah Naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember, membuat rule base (aturan dasar) yang digunakan dalam penentuan kualitas daun Tembakau Bawah Naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember, Validasi data model *Inference System* (FIS) menggunakan metode *Mamdani* dengan pihak PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember.

Hasil wawancara dengan pihak PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember variabel input terdiri dari beberapa kriteria yaitu: KS (Kulit Katak), Pecah Mekanis dan Pecah Hewan, ASGS (Tutul hijau dan Tutul Putih), Belang, Glassy, dan AM (Minyak). Sedangkan variabel output yang dimiliki oleh *sistem fuzzy* metode *Mamdani* ini hanya satu variabel yaitu: variabel kualitas yang berisi beberapa jenis pembagian kualitas seperti  $NW_1$ ,  $NW_2$ ,  $NW_3$  dan  $LPW_1$ ,  $LPW_2$ ,  $LPW_3$  dan  $PW_1$ ,  $PW_2$ ,  $PW_3$ , dan FILLER; pada penelitian terdapat 144 aturan dasar (rule base) ini didapatkan dengan cara melakukan wawancara dengan pihak terkait dan hasil dari pembentukan himpunan fuzzy yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 di atas; hasil dari konfirmasi validasi data yang telah dilakukan dengan mengambil lima puluh (50) sampel acak didapatkan empat puluh enam (46) data valid (akurat) dan empat (4) data tidak valid (tidak akurat), hal ini menjelaskan bawah secara garis besar data hasil penentuan kualitas daun TBN yang dilakukan dengan model FIS metode *Mamdani* menggunakan tools Matlab R2015a tersebut dinyatakan secara keseleuruhan valid (akurat).

## SUMMARY

**Product quality determination of tembakau bawah naungan using Fuzzy Inference System (PTPN X Kebun Ajong Gayasan Jember Case Study);** Dimas Nuriyan Efendi; 181710301064; 2023; 104 pages; Agricultural Industrial Technology Study Program; Faculty of Agricultural Technology; University of Jember.

One of the tobacco producers that cultivates and manages plantation products in Jember Regency, namely PT. Perkebunan Nusantara X Ajong Gayasan Jember Plantation Business Unit and a type of tobacco cultivated the Tembakau Bawah Naungan (TBN). At this company there are three stages of activity, namely: the cultivation stage, drying in the drying warehouse, and processing in the processing warehouse, from these three stages produce three different products.

The sorting process at PT. Perkebunan Nusantara X Ajong Gayasan Jember Plantation Business Unit is divided into six (6) stages of processing, namely sorting stage 1 is the process of grouping tobacco leaves under the shade based on their basic quality; stage II sorting is the process of grouping tobacco leaves based on the quality or usability of the tobacco leaves; sorting stage II A is the stage where the tobacco leaves are grouped more specifically according to the quality ladder; stage III sorting is the process of grouping tobacco leaves based on their color ladder; stage IV sorting or also known as the fine thread stage is the process of grouping and arranging tobacco leaves as a result of stage III sorting according to the same quality, color and size of the tobacco leaves; and the next stage is the fine profit stage. At this stage, the worker reconfirms the correctness of the sorting results, and if there is still an inappropriate quality in one thread of tobacco, then separation is carried out. In the process of sorting tobacco leaves under the shade at PT. Perkebunan Nusantara X Ajong Gayasan Jember Plantation Business Unit is still carried out traditionally using human labor, and requires a very long processing time to determine the quality of the tobacco under the auspices, as well as during the process of re-checking the quality of the tobacco leaves over and over again to ensure that no there is a non-uniform quality of tobacco leaves in the branches, it

takes such a long time. From these problems, driving the need for a model system to simplify and shorten the time in an effort to determine the quality of tobacco leaf product under the auspices. The purpose of this study was to determine the input and output variables used in determining the quality of the Bawah Naungan Tobacco leaves at PT. Perkebunan Nusantara X Ajong Gayasan Jember Plantation Business Unit, created a rule base to be used in determining the quality of the Bawah Naungan Tobacco leaves at PT. Perkebunan Nusantara X Ajong Gayasan Jember Plantation Business Unit, Model data validation FIS uses method *Mamdani* with PT. Nusantara Plantation X Ajong Gayasan Jember Plantation Business Unit.

Results of interviews with PT. Perkebunan Nusantara X Ajong Gayasan Jember Plantation Business Unit, the input variable consists of several criteria, namely: KS (Frog Skin), Mechanical Splitting and Animal Breaking, ASGS (Green Spotted and White Spotted), Striped, Glassy, and AM (Oil). While the output variable owned by *fuzzy system* method *Mamdani* this is just one variable namely: quality variable which contains some kind of quality distribution like  $NW_1$ ,  $NW_2$ ,  $NW_3$  and  $LPW_1$ ,  $LPW_2$ ,  $LPW_3$  and  $PW_1$ ,  $PW_2$ ,  $PW_3$ , and FILLERS; in this study there were 144 rule bases (rule base) which were obtained by conducting interviews with related parties and the results of the formation of fuzzy sets which can be seen in Table 4.1 above; the results of confirming the validation of the data that has been carried out by taking fifty (50) random samples obtained forty six (46) valid (accurate) data and four (4) invalid (inaccurate) data, this explains that in general data on the results of determining the quality of TBN leaves using the FIS method *Mamdani* using the Matlab R2015a tools are stated as a whole valid (accurate).

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi saya yang berjudul “Penentuan Kualitas Produk Daun Tembakau Bawah Naungan Menggunakan Fuzzy Inference System” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai syarat menyelesaikan pendidikan strata satu S1 pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah mendukung dalam proses penyusunan skripsi:

1. Kedua orang tua saya, ayah Yunus dan mama Nur Hayati, kedua adik saya Andini Lupita Sari, dan Qonita Agustina Rahmadani yang selalu mendukung, membantu, dan mendoakan setiap langkah yang saya ambil;
2. Bapak Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si. dan Bapak Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si.,IPM., selaku dosen pembimbing skripsi saya;
3. Ibu Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng.,IPM., dan Bapak Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku dosen penguji skripsi saya;
4. Bapak Prof. Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M., IPU., Asean Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik saya;
5. Bapak Darminto sebagai asisten manajer dan selaku pembimbing lapang, serta seluruh karyawan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember yang telah banyak membantu dalam penelitian saya;

6. Teman – teman saya yang selalu menemani, mendukung, dan membantu saya, Siti, Ifti, Bellinda, Ayu, Chandra, Nabila, Hanif, dan semua teman – teman TIP B dan TIP A angkatan 2018;
7. Seluruh pihak yang turut andil dalam membantu proses penyelesaian skripsi saya baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penyusunan skripsi ini telah dilakukan dengan sebaik – baiknya, namun masih terdapat kekurangan didalamnya. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan semoga skripsi tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jember, Januari 2023  
Penulis

Dimas Nuriyan Efendi  
NIM. 181710301064

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO .....	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING .....	v
PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN .....	vii
SUMMARY .....	ix
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Tembakau ( <i>Nicotiana tabacum L.</i> ) .....	6
2.2 Logika <i>Fuzzy</i> .....	8
2.3 Fungsi Derajat Keanggotaan <i>Fuzzy</i> .....	10
2.4 Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	13
2.5 <i>Fuzzy Inference System (FIS)</i> .....	14
2.6 Metode Mamdani .....	15
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18

<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Metode Pengumpulan Data.....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>19</b>
3.4.1 Tahapan pengumpulan data .....	21
3.4.2 Tahapan penentuan Input dan Output variabel kualitas produk daun TBN .....	21
3.4.3 Tahapan pembentukan himpunan fuzzy .....	21
3.4.4 Tahapan menentukan fungsi keanggotaan.....	21
3.4.5 Tahapan membentuk aturan dasar ( <i>rule base</i> ) dari FIS .....	22
3.4.6 Tahapan defuzzifikasi.....	22
3.4.7 Tahapan analisis data hasil FIS .....	22
3.4.8 Tahapan validasi data .....	22
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Gambaran Umum PTPN X Kebun Ajong Gayasan Jember .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Pembentukan Himpunan Fuzzy .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Proses Fuzzyfication .....</b>	<b>29</b>
4.3.1 Menentukan fungsi keanggotaannya .....	29
4.3.2 Pembentukan aturan dasar ( <i>rule base</i> ) FIS.....	41
4.3.3 <i>Defuzzifikasi</i> .....	42
<b>4.4 Validasi Data .....</b>	<b>45</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>47</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Perbedaan kualitas berdasarkan kelas duduk daun tembakau..... 7

Tabel 4.1 Pembentukan himpunan fuzzy variabel input, output, dan domain..... 28





**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Representasi linear naik .....	11
Gambar 2.2 Representasi linear turun .....	11
Gambar 2.3 Representasi kurva segitiga .....	12
Gambar 2.4 Representasi kurva bentuk bahu .....	13
Gambar 2.5 Langkah - langkah FIS .....	16
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	20
Gambar 4.1 Contoh produk daun TBN .....	23
Gambar 4.2 Diagram alir pengolahan produk daun TBN .....	24
Gambar 4.3 Halaman awal FIS editor Mamdani .....	29
Gambar 4.4 Membership function variabel KS .....	31
Gambar 4.5 Membership function variabel pecah mekanis dan pecah hewan .....	32
Gambar 4.6 Membership function variabel ASGS .....	33
Gambar 4.7 Membership function variabel Belang .....	34
Gambar 4.8 Membership function variabel Glassy .....	36
Gambar 4.9 Membership function variabel AM .....	38
Gambar 4.10 Membership function variabel kualitas .....	41
Gambar 4.11 Rule editor FIS Mamdani .....	42
Gambar 4.12 Rule viewer kualitas $NW_1$ (hasil optimasi defuzzifikasi) .....	43
Gambar 4.13 Rule viewer kualitas $LPW_3$ & $PW_1$ (hasil optimasi defuzzifikasi) .....	44
Gambar 4.14 Rule viewer kualitas FILLER (hasil optimasi defuzzifikasi) .....	45
Gambar 4.15 Proses uji validasi data .....	46

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Tabel hasil validasi data .....	50
Lampiran 2. Tabel pembentukan aturan dasar (rule base) .....	52
Lampiran 3. Gambar hasil perhitungan tahap defuzzifikasi .....	57
Lampiran 4. Dokumentasi produk daun tembakau bawah naungan .....	74
Lampiran 5. System permodelan menggunakan Matlab R2015a .....	83



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tembakau *Na Oogst* untuk bahan cerutu ialah: BesNOTA (Besuki NO Tanam Awal) yang ditanam dekat bulan Mei dan dipanen bulan Juli, TBN (Tembakau Bawah Naungan) ditanam hampir bertepatan dengan BesNOTA serta BesNO (biasa pula disebut NO tradisional) yang ditanam hampir saat berakhirnya panen BesNOTA. Pengelolaan tiga macam tembakau tersebut pada dasarnya sama, yang berbeda cuma pada perlakuan di lahan, semacam penyiraman karena menyangkut masa tanam yang berbeda dari ketiganya. Ada pula hasil dari 3 macam tembakau ini merupakan *dekblad* (pembalut/*wrapper*), *omblad* (pembungkus/ *binder*) dan *FILLER* (isi). Tembakau Bawah Naungan ialah pengembangan metode penanaman tembakau dengan memakai naungan berbentuk jala (*waring*). Khasiat dari naungan antara lain untuk mengurangi terik matahari sampai 30% dan melindungi tembakau dari hama penyakit (Santoso, 2013).

Daun tembakau bawah naungan kering merupakan produk semi jadi dari tembakau sebelum digunakan untuk menjadi bahan utama dalam pembuatan cerutu sebagai pembungkus atau pembalut bagian luar cerutu, dimana pemilihan kualitas produk daun tembakau bawah naungan kering didasarkan pada kriteria – kriteria seperti warna daun tembakau, keutuhan daun tembakau, kebersihan daun tembakau, ukuran daun tembakau, aroma daun tembakau, serta elastisitas daun tembakau yang berfungsi sebagai indikator tampilan luar daun tembakau bawah naungan sebelum diolah menjadi cerutu.

Salah satu produsen tembakau yang membudidayakan dan mengelolah hasil perkebunan di Kabupaten Jember yaitu PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember dan salah satu jenis tembakau yang dibudidayakan Tembakau Bawah Naungan (TBN). Pada perusahaan ini terdapat tiga tahapan kegiatan, yaitu: tahap budidaya, pengeringan di gudang pengering, dan pengolahan di gudang pengolahan, dari ketiga tahapan ini menghasilkan tiga produk yang berbeda.

Pemilihan dari kualitas di atas dilakukan pada proses pengolahan tahap sortasi. Menurut Syarif et al. (2015) Proses sortasi ialah proses pemilahan daun tembakau lembar demi lembar untuk menghasilkan mutu, warna dan ukur yang seragam dalam satu unting (ikat), dalam satu unting =  $\pm 40$  lembar. Kegiatan sortasi sepenuhnya dikerjakan oleh tenaga manusia, khususnya kalangan perempuan. Ketelitian dan kecermatan dalam memisahkan per-lembar daun merupakan keharusan, sebab itulah dipilih tenaga kerja perempuan guna pekerjaan ini, karena perempuan diketahui cermat, teliti serta lebih sabar dibanding dengan kalangan laki-laki.

Proses sortasi pada PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember di bagi menjadi enam (6) tahapan pengolahan yaitu sortasi tahap 1 ialah proses pengelompokan daun tembakau bawah naungan berdasarkan pada kualitas dasarnya; sortasi tahap II ialah proses pengelompokan daun tembakau berdasarkan kualitas atau mutu kegunaan dari daun tembakau; sortasi tahap II A ialah tahapan dimana daun tembakau di kelompokkan lebih spesifik lagi sesuai dengan tangga kualitas; sortasi tahap III ialah proses pengelompokan daun tembakau berdasarkan pada tangga warnanya; sortasi tahap IV atau biasa di sebut juga tahapan unting halus ialah proses pengelompokan dan menyusun daun tembakau hasil dari sortasi tahap III sesuai dengan mutu, warna, dan ukuran daun tembakau yang sama; dan selanjutnya ialah tahapan unting halus pada tahapan ini pekerja memastikan kembali kebenaran dari hasil sortasi, dan apabila dalam satu untingan tembakau masih ada kualitas yang tidak sesuai maka dilakukan pemisahan. Pada proses sortasi daun tembakau bawah naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember masih dilakukan secara tradisional dengan menggunakan tenaga manusia, dan membutuhkan waktu proses pengolahan yang sangat panjang untuk menentukan kualitas dari tembakau bawah naungan, serta pada saat proses pengecekan kembali kualitas daun tembakau yang berulang ulang untuk memastikan kembali tidak ada kualitas daun tembakau yang tidak seragam di peruntingnya membutuhkan waktu yang begitu panjang. Dari permasalahan tersebut, mendorong kebutuhan suatu sistem model untuk

mempermudah dan mempersingkat waktu dalam upaya menentukan keputusan kualitas produk daun tembakau bawah naungan.

Menurut setiawan et al. (2018) FIS (*Fuzzy Inference System*) sudah sukses diaplikasikan diberbagai bidang, seperti kesehatan, mesin, analisis keputusan, analisis informasi dan sebagainya. Keahlian FIS yang fleksibel diterapkan diberbagai bidang, sehingga FIS saat ini banyak digunakan oleh para peneliti.

Motivasi utama teori fuzzy logic adalah memetakan sebuah ruang input ke dalam ruang output dengan menggunakan IF-THEN rules. Pemetaan dilakukan dalam suatu *Sistem Inferensi Fuzzy* (*Fuzzy Inference System/FIS*) disebut juga *fuzzy inference engine* adalah sistem yang dapat mengevaluasi semua rule secara simultan untuk menghasilkan kesimpulan dan urutan rule bisa sembarang (Naba, 2009).

Melihat dari kebutuhan tersebut maka dilakukan penelitian untuk merancang sebuah model *Fuzzy Inference System* (FIS) yang digunakan sebagai upaya mempermudah dan mempersingkat waktu dalam menentukan kualitas produk daun tembakau bawah naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah FIS menggunakan metode *fuzzy Mamdani*, karena metode ini bersifat intuisi, mencakup bidang yang luas, dan sesuai dengan proses input informasi manusia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja variabel input dan output yang digunakan dalam melakukan penentuan kualitas daun Tembakau Bawah Naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember?
2. Bagaimana cara membuat rule base (aturan dasar) yang digunakan dalam penentuan kualitas daun Tembakau Bawah Naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember?

3. Bagaimana hasil validasi data model *Inference System* (FIS) menggunakan metode *Mamdani* dengan pihak PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan variabel input dan output yang digunakan dalam melakukan penentuan kualitas daun Tembakau Bawah Naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember.
2. Membuat rule base (aturan dasar) yang digunakan dalam penentuan kualitas daun Tembakau Bawah Naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember.
3. Validasi data model *Inference System* (FIS) menggunakan metode *Mamdani* dengan pihak PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember

### 1.4 Batasan Penelitian

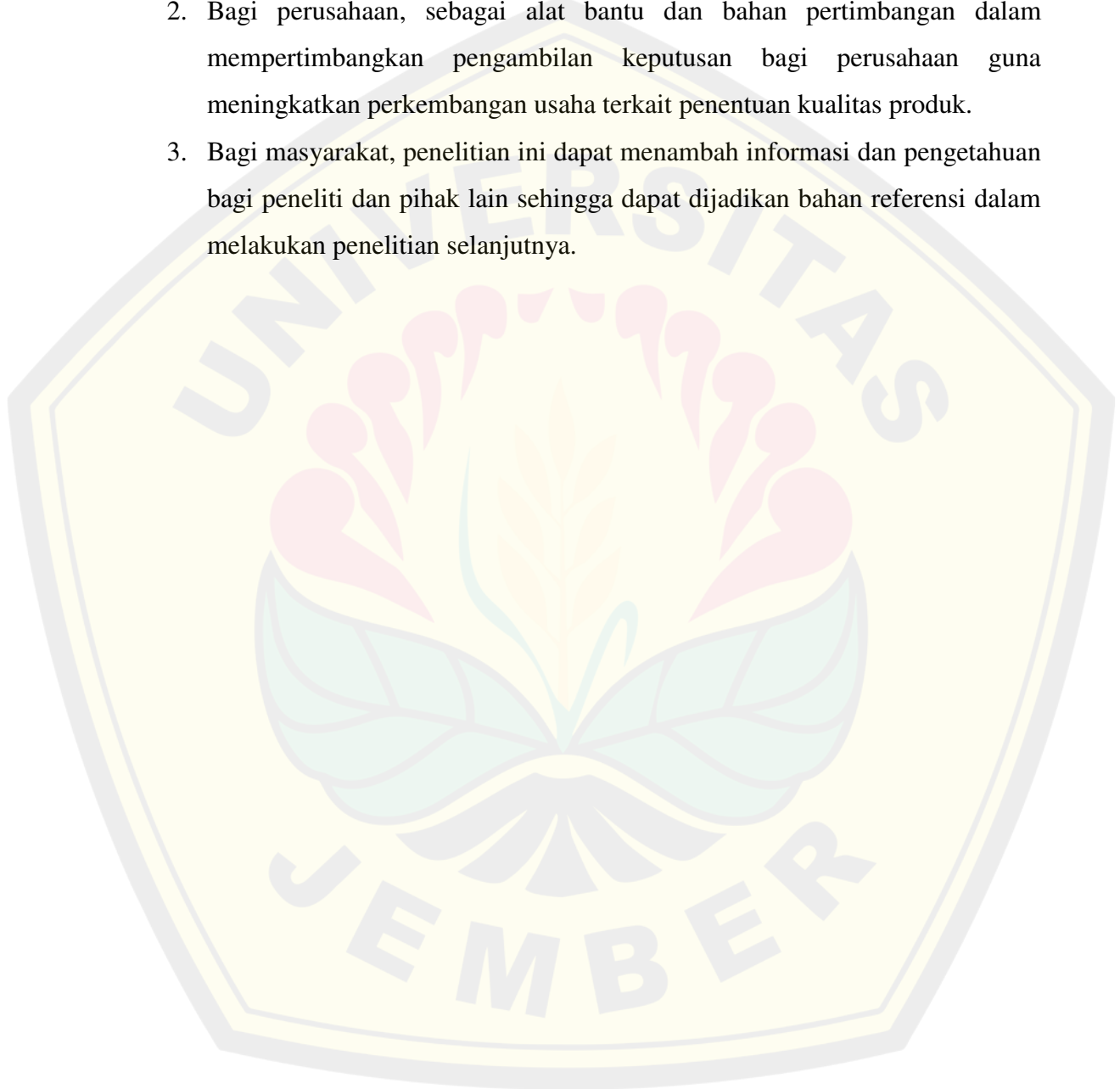
Berdasarkan permasalahan yang ada pada latar belakang, maka batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya fokus dalam penentuan kualitas daun tembakau bawah naungan pada bagian sortasi di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember.
2. Pembentukan variabel himpunan *fuzzy* berdasarkan pada kriteria penentuan kualitas produk daun Tembakau Bawah Naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember.
3. Output yang dihasilkan hanya untuk produk daun Tembakau Bawah Naungan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat di ambil dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi IPTEK (ilmu pengetahuan dan teknologi), memberikan sebuah karya ilmiah penerapan FIS metode Mamdani untuk menentukan kualitas dengan atribut kualitatif pada penentuan produk daun Tembakau Bawah Naungan.
2. Bagi perusahaan, sebagai alat bantu dan bahan pertimbangan dalam mempertimbangkan pengambilan keputusan bagi perusahaan guna meningkatkan perkembangan usaha terkait penentuan kualitas produk.
3. Bagi masyarakat, penelitian ini dapat menambah informasi dan pengetahuan bagi peneliti dan pihak lain sehingga dapat dijadikan bahan referensi dalam melakukan penelitian selanjutnya.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*)

Menurut Budiman (2012) tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) di Indonesia memiliki identitas universal tembakau, mbako (Jawa), bako (Sunda). Tembakau ialah tumbuhan kuat serta besar dengan ketinggian tumbuhan sedang, daunnya tipis dan elastis, bentuk daun bulat lebar, bermahkota silinder serta daunnya berwarna terang. Suwanto dan Octaviany (2010) menyatakan jika pengembangan tembakau di Pulau Jawa di mulai semenjak abad ke- 17 oleh orang- orang Portugis. Pada abad ke- 18, tembakau sebagai bahan perdagangan terpenting setelah beras di pasar Asia. Permintaan tembakau di pasar Asia serta Eropa melaju pesat.

Tanaman tembakau memiliki klasifikasi sebagai berikut (Budiman, 2012):

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Subkingdom	: Thracheonbionta (tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua)
Sub kelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Nicotiana</i>
Spesies	: <i>Nicotiana tabacum L</i>

Menurut Budiman (2012) jenis- jenis tembakau yang ada saat ini rata- rata diberi identitas bersumber pada tempat asal tembakau tersebut terus menerus diusahakan. Mutu tanaman tembakau pula dipengaruhi oleh kondisi area, terutama factor hawa serta tanah. Meski secara *genetic* tumbuhan tembakau tidak hadapi pergantian, tetapi secara *fenotipe* bergantung pada kondisi lingkungannya. Hal ini menyebabkan tipe tembakau yang dihasilkan berbeda sebab kondisi lingkungan yang tidak serupa. Pembagian tipe tembakau dibedakan bersumber pada waktu penanaman nya dan penggunaannya.



Daun Tembakau dalam satu tanaman antara duduk daun yang paling bawah serta yang paling atas memiliki ciri – ciri khusus yang sangat berbeda, baik yang menyangkut ketebalan, warna daun, daya bakar, rasa dan aroma sehingga perlu adanya pembagian kelas duduk daun (*Stalk Position*). Dengan demikian dalam satu kelas duduk daun mendapatkan mutu daun yang lebih homogen. Secara internasional pembagian kelas di nyatakan dengan simbol – simbol P, X, C, B, T. Tembakau yang berada di Besuki (*Besuki Na Oogst*) pembagian kelas duduk daunnya di kenal dengan nama daun KOS (daun koseran), KAK (daun kaki), TNG (daun tengah), dan PUT (daun pucuk) (Wardhono *et al.*, 2019). Berdasarkan kelas duduk daun dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Perbedaan kualitas berdasarkan kelas duduk daun tembakau.

Kualitas	KOS	KAK	TNG	PUT
Warna	<i>Light</i>	<i>Light</i>	<i>Bright</i>	<i>Bright</i>
Ketebalan	Sedang	Tipis	Tebal	Sangat tebal
Daya Bakar	Baik	Baik	Kurang	Kurang
Taste	Netral	Ringan	Agak Berat	Berat
Ukuran	Sedang	Panjang	Panjang	Pendek

Sumber: Wardhono *et al.* (2019).

TBN ataupun umumnya diketahui dengan istilah *Shade Grown Tobacco* merupakan bahan dasar pembuatan cerutu yang dibudidayakan dengan memakai jaring plastik khusus (*waring*) (Syarif *et al.*, 2015). TBN ini mempunyai pasar ekspor sangat baik serta merupakan jenis tembakau yang dibudidayakan oleh PT. Perkebunan Nusantara X dalam jumlah yang sangat besar. Tahapan proses pengolahan merupakan aktivitas pasca panen daun TBN sesudah di keringkan di gudang pengering (*curing*) kemudian di kirim ke gudang pengolah yang diolah menjadi bahan dasar pembungkus (*wrapper*) cerutu. Perlakuan pergantian teknologi budidaya tumbuhan ini supaya sanggup mengganti mutu daun yang tadinya menciptakan mutu *omblad* dan *FILLER* dengan perlakuan TBN sebagian besar menciptakan *dekblad* (*wrapper*) selaku pembalut cerutu sebaliknya *omblad* sebagai pembungkus cerutu. Upaya ini dilakukan guna estimasi pergantian taste yang terjalin di pasar cerutu Eropa pada tahun 1990, dimana taste konsumen cerutu dunia bergeser dari cigar (cerutu besar) menjadi *cigarrolas* (cerutu kecil) dan

kenaikan kampanye anti rokok pula menyebabkan pergantian terhadap permintaan mutu tembakau cerutu (Santoso, 2013).

## 2.2 Logika Fuzzy

*Fuzzy* didefinisikan sebagai sesuatu yang kabur ataupun samar-samar, tidak jelas, membingungkan. Penggunaan sebutan sistem *fuzzy* tidak diartikan guna mengacu pada suatu sistem yang tidak jelas (kabur atau samar-samar) definisi, metode kerjanya, maupun deskripsinya. Sistem *fuzzy* yang dimaksud merupakan suatu sistem yang dibentuk dengan definisi, metode kerja, dan deskripsi yang jelas bersumber pada teori logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* merupakan sesuatu metode yang pas untuk digunakan dalam memetakan sesuatu ruang input ke dalam sesuatu ruang output (Fitriah dan Abadi, 2011). Logika *fuzzy* merupakan logika yang *multivalued* yang memungkinkan guna mendefinisikan nilai menengah di antara 2 logika yang berbeda, semacam benar dan salah, besar dan rendah, panas dan dingin, dan lainlain. Logika *fuzzy* ialah sesuatu aturan yang berbasiskan perasaan yang sanggup membagikan pemecahan lebih *balance* sebab himpunannya mempunyai derajat keanggotaan antara 0 hingga 1 (Hadiyanti *et al.*, 2013).

Logika *fuzzy* ialah peningkatan dari logika Boolean yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian (Astuti, 2019):

- a. Logika klasik (*Crisp Logic*) memberitahukan kalau seluruh hal bisa diekspresikan dalam sebutan binary (0 atau 1, gelap atau putih). Tidak terdapat nilai di antaranya.
- b. Logika *fuzzy* menggantikan kebenaran *boolean* dengan tingkatan kebenaran (membolehkan adanya nilai antara 0 dan 1, adanya abu- abu antara gelap serta putih). Keadaan nilai antara 0 dan 1 dan abu - abu seperti itu yang disebut *fuzzy*.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) terdapat sebagian alasan orang memakai logika *fuzzy*, antara lain:

1. Konsep logika *fuzzy* gampang dipahami. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat simpel dan gampang dipahami.
2. Logika *fuzzy* sangat *fleksibel*.

3. Logika *fuzzy* mempunyai toleransi terhadap data- data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* sanggup memodelkan fungsi- fungsi *nonlinear* yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* bisa membangun serta mengaplikasikan pengalaman- pengalaman para ahli secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik- teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa natural.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) terdapat beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* sebagai berikut:

a. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* ialah variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

Contoh: umur, permintaan, persediaan, dan sebagainya.

b. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* ialah suatu kelompok yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* mempunyai 2 atribut, yaitu:

1. *Linguistik* ialah penamaan suatu kelompok yang mewakili sesuatu kondisi atau keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami seperti: muda, parobaya, tua.
2. *Numerik* ialah sesuatu nilai (angka) yang menampilkan ukuran dari sesuatu variabel semacam: 5, 10, 15, dan sebagainya.

c. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan guna dioperasikan dalam sesuatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan ialah himpunan bilangan real yang senantiasa naik (meningkat) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif dari kiri ke kanan. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contoh: semesta pembicaraan guna variabel umur:  $[0, +\infty]$ . Sehingga semesta pembicaraan dari variabel umur adalah  $0 \leq \text{umur} < +\infty$ . Dalam hal ini, nilai yang di perbolehkan

guna dioperasikan dalam variabel umur merupakan lebih besar dari atau serupa dengan 0, atau kurang dari positif tidak sampai.

d. Domain

Domain himpunan *fuzzy* merupakan keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam sesuatu himpunan *fuzzy*. Semacam halnya semesta pembicaraan, domain ialah himpunan bilangan real yang senantiasa naik (meningkat) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain bisa berbentuk bilangan positif ataupun negatif. Contoh domain himpunan *fuzzy*: Muda = [0, 45].

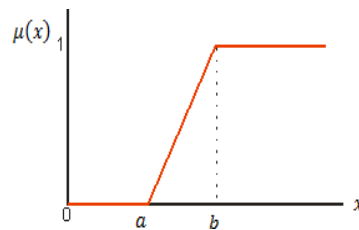
### 2.3 Fungsi Derajat Keanggotaan Fuzzy

Fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering disebut juga dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu aturan yang dapat digunakan untuk mendapat nilai keanggotaan ialah dengan melalui pendekatan fungsi (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) fungsi keanggotaan *fuzzy* yang sering digunakan sebagai berikut:

1. Representasi *Linear*

Pada representasi *linear*, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai sesuatu garis lurus. Bentuk ini sangat simpel serta jadi opsi yang baik guna mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Terdapat 2 kondisi himpunan *fuzzy* yang *linear*. Pertama, kenaikan himpunan diawali pada nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan mengarah ke nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan lebih besar. Gambar 2.1 adalah representasi kurva *linear* naik.



Gambar 2.1 Representasi *linear* naik  
(Sumber: Hapiz, 2017)

Fungsi Keanggotaan:

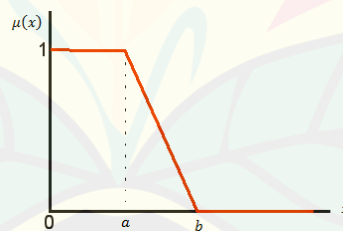
$$\mu(x) \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{(x - a)}{(b - a)} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

Keterangan:

- a: Nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan nol.
- b: Nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.
- x: Nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy*.

Kedua, ialah kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan paling tinggi pada sisi kiri, setelah itu bergerak menyusut ke nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan lebih rendah.

Gambar 2.2 adalah representasi kurva *linear* turun.



Gambar 2.2 Representasi *linear* turun  
(Sumber: Hapiz, 2017)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq a \\ \frac{(b - x)}{(b - a)} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

Keterangan:

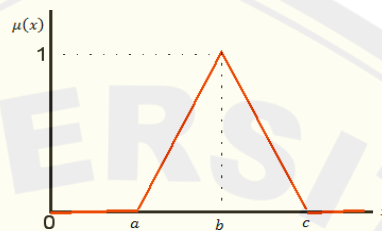
- a: Nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

b: Nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

x: Nilai input yang diubah ke dalam bilangan *fuzzy*.

## 2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya ialah gabungan antara dua garis (*linear*). Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* disebut fungsi keanggotaan segitiga bila memiliki 3 parameter, yakni  $(a, b, c) \in \mathbb{R}$  dengan  $(a \leq b \leq c)$  dan dinyatakan dengan segitiga  $(x, a, b, c)$ . Gambar 2.3 adalah representasi kurva segitiga.



Gambar 2.3 Representasi kurva segitiga  
(Sumber: Hapiz, 2017)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{(b-x)}{(c-b)} & ; b \leq x \leq c \end{cases}$$

Keterangan:

a: Nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

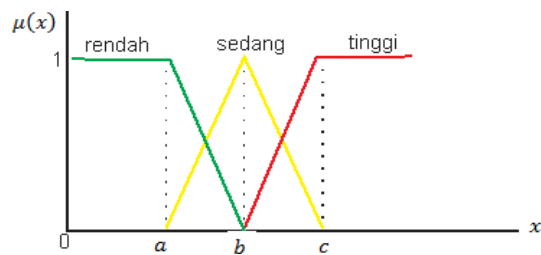
b: Nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

c: Nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

x: Nilai input yang diubah ke dalam bilangan *fuzzy*.

## 3. Representasi Kurva bentuk

Wilayah yang terletak di tengah - tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam wujud segitiga, pada sisi kanan dan kirinya naik serta turun, namun terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian pula bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Gambar 2.4 adalah representasi kurva bentuk bahu.



Gambar 2.4 Representasi kurva bentuk bahu  
(Sumber: Hapiz, 2017)

Fungsi Keanggotaan:

a. Rendah

$$\mu(x) \begin{cases} 1 & ; x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

b. Sedang

$$\mu(x) \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \leq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{(b-x)}{(c-b)} & ; b \leq x \leq c \end{cases}$$

c. Tinggi

$$\mu(x) \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

Keterangan:

- a: Nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu.
- b: Nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.
- c: Nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.
- x: Nilai input yang diubah ke dalam bilangan *fuzzy*.

## 2.4 Operasi Himpunan Fuzzy

Himpunan *Fuzzy* bisa dioperasikan seperti himpunan konvensional lainnya. Operasi himpunan *fuzzy* ini di gunakan untuk proses *inferensi* atau penalaran. Kemudian hasil dari operasi himpunan fuzzy ini dapat di sebut *fire strength* atau dapat di sebut juga  $\alpha$ -predikat.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), ada tiga operator dasar yang di ciptakan oleh zاده ialah sebagai berikut:

1. Operator *AND*

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan.  $\alpha$ -predikat selaku hasil operasi dengan operator and diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu A \cap B = \min(\mu A[x], \mu B[y])$$

2. Operator *OR*

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan.  $\alpha$ -predikat selaku hasil operasi dengan operator or diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbanyak antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu A \cup B = \max(\mu A[x], \mu B[y])$$

3. Operator *NOT*

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan.  $\alpha$ -predikat selaku hasil operasi dengan operator not diperoleh dengan kurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu A = 1 - \mu A[x]$$

## 2.5 Fuzzy Inference System (FIS)

Sistem *fuzzy* yang dihasilkan dikenal dengan *sistem inferensi fuzzy (fuzzy inference system)*. FIS sudah sukses diaplikasikan diberbagai bidang, seperti kesehatan, mesin, analisis keputusan, analisis informasi dan sebagainya. Keahlian FIS yang fleksibel diterapkan diberbagai bidang, sehingga FIS saat ini banyak digunakan oleh para peneliti (Setiawan *et al.*, 2018). Dalam proses menuntaskan suatu kasus, *sistem inferensi fuzzy* mempunyai sebagian kelebihan, di antara lain adalah mampu menanggapi proses *linguistik* menjadi himpunan- himpunan *fuzzy*, pendekatan umum *sistem inferensi fuzzy* sanggup melaksanakan pemetaan *non-linear* antara *input* dan *output*, *sistem inferensi fuzzy* bisa menerjemahkan pengetahuan dari pakar dalam wujud aturan- aturan, tingkatan sistematik nya yang besar serta keahlian generalisasinya sangat baik (Alamsyah dan Muna, 2016).



## 2.6 Metode Mamdani

Metode *Mamdani* merupakan tata cara yang sangat kerap ditemukan pada saat membahas metodologi *fuzzy*. Ebrahim Mamdani yang pertama kali mengusulkan metode ini di tahun 1975 ketika membangun sistem control mesin uap dan boiler. *Mamdani* memakai sekumpulan *IF- THEN rule* yang diperoleh dari operator/ pakar yang berpengalaman. Karya Mamdani ini sesungguhnya didasarkan pada artikel “*The Father of Fuzzy, Lotfi A. Zadeh: fuzzy algorithms for complex systems and decision processes*” (Rahmaddeni, 2014).

Metode *Mamdani* merupakan metode untuk memperoleh keluaran dengan menggunakan 4 tahapan (Irmawan dan Herusantoso, 2011) ialah:

### 1. Fuzzifikasi

Tahapan di mana variabel masukan ataupun keluaran terdiri atas satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Berikutnya derajat keanggotaan masing- masing variabel di tetapkan, sehingga didapatkan nilai *linguistiknya*. Dengan metode ini, setiap variabel masukan *defuzzifikasi*.

### 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Tahap dimana proses memperoleh kesimpulan suatu aturan *IF- THEN* dilakukan bersumber pada derajat kebenaran. Fungsi Implikasi yang digunakan pada metode ini merupakan fungsi minimum, maksudnya menetapkan fungsi terkecil di antara dua ataupun lebih bilangan.

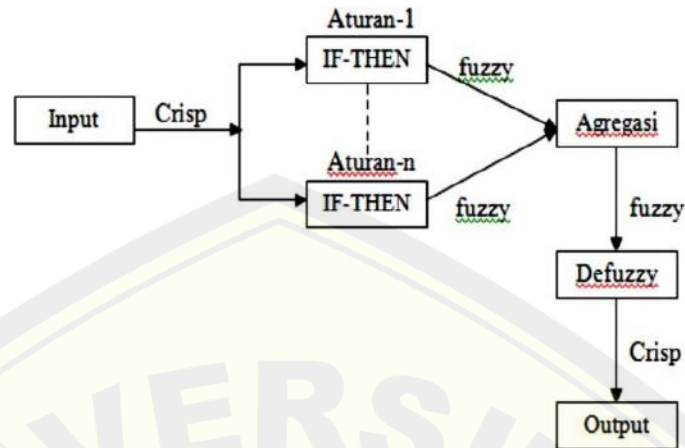
### 3. Komposisi atau Agregasi

Suatu proses guna mengombinasikan keluaran seluruh *IF- THEN* menjadi suatu kesimpulan tunggal. Bila pada bagian kesimpulan ada lebih dari satu *statement*, maka proses agregasi dilakukan secara terpisah untuk masing- masing variabel keluaran ketentuan *IF THEN*. *Agregasi* semacam ini dijalankan dengan logika *fuzzy OR*.

### 4. Penegasan (*defuzzifikasi*)

Tahapan dimana besaran *fuzzy* hasil dari *sistem inferensi*, diganti menjadi besaran tegas. Input dari *defuzzifikasi* merupakan sesuatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan- aturan *fuzzy*, sebaliknya output yang dihasilkan ialah

bilangan pada domain himpunan *fuzzy*. Gambar 2.5 adalah langkah langkah dalam melakukan FIS.



Gambar 2.5 Langkah - langkah FIS  
(Sumber: Sari, 2012)

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), Ada beberapa metode *defuzzifikasi* pada komposisi aturan Mamdani antara lain:

a. Metode *Centroid (Composite Moment)*

Pada metode ini, solusi *crisp* di peroleh dengan cara mengambil titik pusat ( $Z^n$ ) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$z^n = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \text{ untuk variabel kontinu, atau}$$

$$z^n = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \text{ untuk variabel diskret.}$$

b. Metode *Bisektor*

Pada metode ini, solusi *crisp* didapatkan dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum persamaan dituliskan sebagai berikut:

$$Z_p \text{ Sedemikian hingga } \int_{\mathbb{R}^1}^p \mu(z)dz = \int_p^{\mathbb{R}^n} \mu(z)dz$$

c. Metode *Mean Of Maximum (MOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* didapatkan dengan cara mengambil nilai rata – rata dominan yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum (LOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* didapatkan dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest of Maximum (SOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2022 sampai bulan Desember 2022. Tempat penelitian ini dilaksanakan di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember yang terletak di Jl. MH. Thamrin No. 143, Limbung Sari, Ajung, Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan software *Microsoft Excel*, *Microsoft Word* dan *Matlab R2015a* sebagai alat untuk melakukan perhitungan dan penulisan dalam penelitian di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember. Bahan yang di gunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan kepada para pakar di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember. Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini di peroleh dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, dan studi literatur, serta data historis perusahaan.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini ialah data primer dan data sekunder. Metode yang dibutuhkan dalam pengumpulan data dan informasi yang diperlukan ialah sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi ialah metode pengumpulan data dan informasi dengan melakukan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti (pengamatan keadaan perusahaan dan proses pengolahan daun TBN di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember.

2. Wawancara

Wawancara ialah metode yang digunakan untuk pengumpulan data dan informasi secara akurat dengan melakukan diskusi serta tanya jawab secara langsung kepada pihak terkait.

3. Studi literatur

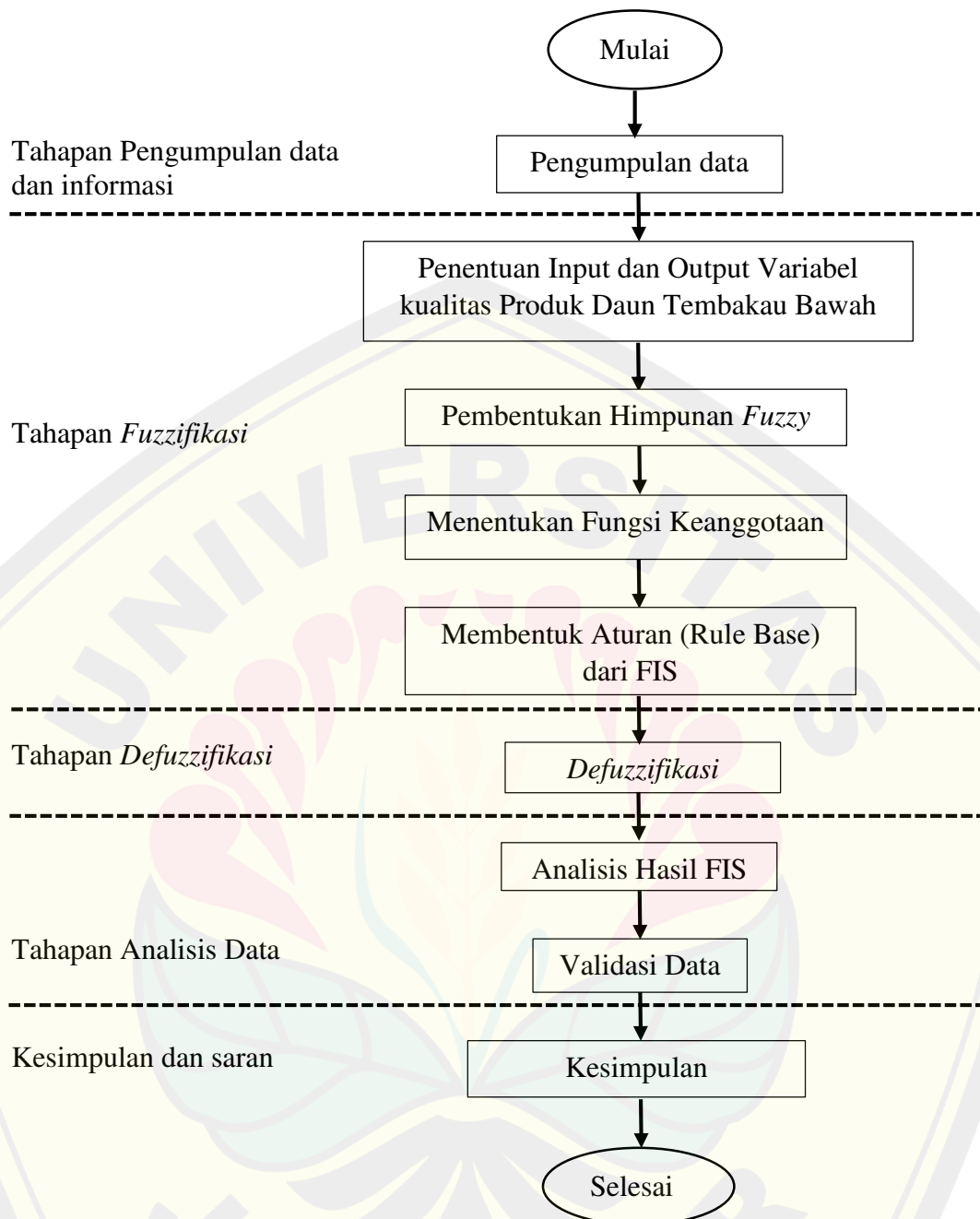
Studi pustaka ialah metode pengumpulan data dengan mencari *referensi* dan *literatur* yang berkaitan dengan penelitian guna mempelajari dasar teori mengenai metode *Mamdani*, dan kualitas produk daun TBN sebagai data pendukung dalam penelitian.

4. Dokumentasi

Dokumentasi ialah metode pengumpulan data guna memperoleh informasi dalam bentuk gambar dengan mendokumentasikan segala kegiatan yang berkaitan dengan penelitian seperti proses pengolahan daun TBN dan beberapa kualitas fisik pada produk.

**3.4 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian adalah sebuah rancangan rencana atau prosedur yang disusun secara terstruktur guna menganalisis dan menginterpretasikan sebuah data secara rinci dan sistematis. Terdapat beberapa tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

#### 3.4.1 Tahapan pengumpulan data

Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik observasi, dan wawancara kepada pihak - pihak terkait. Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Data proses pengolahan daun TBN;
2. Data kriteria – kriteria apa saja yang digunakan dalam penentuan kualitas daun TBN;
3. Data variabel input, output, dan domain;
4. Data aturan dasar penentuan kualitas daun TBN;
5. Validasi data.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data historis perusahaan;
2. Data studi pustaka dan literatur mengenai penelitian terdahulu.

#### 3.4.2 Tahapan penentuan Input dan Output variabel kualitas produk daun TBN

Tahapan penentuan input dan output variabel kualitas produk daun TBN dilakukan dengan cara melakukan wawancara langsung dengan pihak terkait. Wawancara dilakukan untuk mengetahui input dan output dalam penentuan kualitas produk daun TBN yang nantinya digunakan sebagai variabel dalam pembuatan fungsi keanggotaan serta untuk menentukan domain dari masing – masing anggota himpunan.

#### 3.4.3 Tahapan pembentukan himpunan fuzzy

Tahapan pembentukan himpunan fuzzy dilakukan penentuan variabel himpunan fuzzy dan domain yang digunakan untuk menyelesaikan masalah berupa penentuan kualitas dari daun TBN di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember dengan cara melakukan wawancara kepada pihak terkait.

#### 3.4.4 Tahapan menentukan fungsi keanggotaan

Tahapan Selanjutnya yakni menentukan fungsi dan derajat keanggotaan dari masing – masing variabel input dan outputnya. Pada fungsi keanggotaan dari variabel input terdiri dari enam (6) variabel dan variabel output yang dimiliki hanya satu (1) variabel yaitu: variabel kualitas. Fungsi keanggotaan dari masing – masing

variabel input ataupun variabel output secara umum menggunakan representasi “kurva bahu”.

#### 3.4.5 Tahapan membentuk aturan dasar (*rule base*) dari FIS

Langkah berikutnya setelah melakukan pembentukan fungsi keanggotaan, ialah tahap pembentukan sebuah aturan dasar dari FIS. Aturan (*rule*) dapat di hasilkan dari kombinasi masing – masing kondisi dalam FIS, hal ini biasanya di sebut “aturan keputusan”. Pada pembentukan Aturan ini menggunakan operator penghubung “AND” dan operator yang memetakan variabel input dan output menggunakan operator “JIKA – MAKA (*IF – THEN*)”.

#### 3.4.6 Tahapan defuzzifikasi

Setelah ditentukan aturan logika *fuzzy* di atas, langkah selanjutnya ialah *defuzzifikasi*. Pada penelitian ini metode *defuzzifikasi* yang digunakan yaitu metode *centroid (composite moment)*. Metode *centroid (composite moment)* adalah metode pengambilan keputusan dengan cara mengambil titi pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy* dari masing - masing variabel.

#### 3.4.7 Tahapan analisis data hasil FIS

Analisis data ini dilakukan dalam suatu proses yang pelaksanaannya mulai dilakukan sejak pengumpulan data dilakukan dan dikerjakan secara intensif yaitu sesudah meninggalkan lapangan. Pada penelitian ini memberikan gambaran secara umum tentang penentuan kualitas daun TBN menggunakan FIS metode Mamdani.

#### 3.4.8 Tahapan validasi data

Tahapan validasi data ini dilakukan untuk mengukur tingkat keakuratan data permodelan menggunakan aplikasi *software* Matlab R2015a yang telah dilakukan dengan data yang berada di lapangan (PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember) dengan mengambil beberapa sampel produk daun TBN.



## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum PTPN X Kebun Ajong Gayasan Jember

PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan merupakan salah satu Unit Usaha Strategis Tembakau dari PT. Perkebunan Nusantara X yang berkantor di Kec Ajung Kab. Jember. Area kerja Kebun Ajong Gayasan tersebar di beberapa kecamatan di Kab. Jember dan Kab. Bondowoso. Proses pengolahan tembakau melewati tahapan-tahapan waktu tertentu sampai menjadi tembakau siap jual yang masa tersebut dinamakan satu musim yang lamanya  $\pm$  8 bulan. Pada musim tanam 2020, Kebun Ajong Gayasan memiliki luas areal tanam sebesar 250 hektar, sedangkan pada musim tanam 2021 target areal tanam adalah sebesar 275 hektar. Dalam Industri Tembakau sistem pemasaran dilakukan dengan cara penjualan langsung kepada pembeli industri (pabrik) dan pembeli pedagang (trader), juga dipasarkan ke luar negeri (ekspor) melalui inspeksi secara langsung. Tembakau yang dihasilkan adalah Tembakau Cerutu kualitas ekspor yaitu Tembakau TBN/VBN dan FIN/FIK dengan grade NW, LPW, PW, RFU dan FILLER. Gambar 4.1 adalah contoh dari produk daun TBN.



Gambar 4.1 Contoh produk daun TBN

Proses Pengolahan daun TBN di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember diawali dengan proses Turun Truk (TT) dan diakhiri dengan proses pengebalan. Tembakau sebelum masuk ke gudang pengolahan terlebih dahulu melewati proses pengeringan (*curing*) di gudang pengeringan dimana proses tersebut mengubah daun tembakau hijau (segar) menjadi daun tembakau krosok, kemudian dilakukan pengolahan lebih lanjut sebelum di

pasarkan. Proses pada gudang pengolahan unit usaha Kebun Ajong Gayasan di lakukan sesuai SOP (*Standard Operating Procedure*) pengolahan daun TBN. Gambar 4.2 adalah diagram alir dari proses pengolahan daun TBN.



Gambar 4.2 Diagram alir pengolahan produk daun TBN

Turun Truk atau biasa disebut juga TT merupakan suatu proses awal di gudang pengolahan tembakau. Turun truk bertujuan untuk menilai kebenaran dari jumlah keranjang, berat dan keseragaman tembakau romposan dari kebun tanaman yang telah masuk ke gudang pengering terlebih dahulu kemudian baru masuk ke gudang pengolahan. Setelah, melewati proses turun truk proses selanjutnya dari proses pengolahan daun TBN adalah saring rompos.

Proses pengolahan saring rompos adalah proses dimana dilakukannya pemisahan tembakau untingan sesuai posisi daun serta mengeluarkan daun tembakau non produksi yang rusak saat proses di kebun tanaman maupun dari gudang pengering. Pada proses ini daun di pisahkan pisahkan menurut stalk posisi daunnya (KOS, KAK, TNG I, dan TNG II) dan berdasarkan kualitas dasarnya yaitu

D/O (*Dekblad/Omlad*), FILLER, dan Non Produk. Pada tembakau D/O dipisahkan kembali berdasarkan dengan kode partainya, kode I ialah tembakau masak, kode IIA ialah tembakau terlalu masak, kode IIB ialah tembakau kurang masak, dan Kode III ialah tembakau *FILLER*.. Tembakau yang telah di kelompokkan selanjutnya akan di timbang untuk mengetahui berapa penyusutan berat bersih yang dialami dan kemudian di bawa ke proses selanjutnya yaitu proses fermentasi.

Proses fermentasi merupakan proses terpenting dalam proses pengolahan daun tembakau karena pada tahap ini tembakau akan mengalami proses pemasakan untuk menciptakan warna, elastisitas, aroma yang khas, dan memperbaiki daya bakar. Pada proses fermentasi di gudang pengolahan PT. Perkebunan Nusantara Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan di lakukan di ruang khusus dan terdiri dari 4 tahapan proses dengan syarat dan ketentuan perlakuan yang berbeda. Tahapan pertama dari fermentasi yaitu stapel A ialah proses fermentasi tembakau yang dilakukan setelah dari proses saring rompos. Daun tembakau setelah melalui stapel A di bedakan menjadi 2 bagian yaitu panas dan dingin (tengah dan samping) selanjutnya langsung dilanjutkan ke tahap stapel B. Pada tahapan stapel B dilakukan pembalikan yaitu bagian daun tembakau yang dingin akan di tumpuk di tengah, sedangkan yang panas akan di tumpuk di bagian pinggir, hal ini dilakukan agar daun tembakau masak secara menyeluruh sehingga mendapat mutu, warna, aroma, elastis dan daya bakar yang sama. Daun tembakau yang telah melalui tahapan stapel B kemudian akan dibawa ke proses selanjutnya terlebih dahulu yaitu proses Bir – biran (buka daun). Kemudian daun tembakau di kembalikan ke ruang fermentasi untuk dilakukan fermentasi tahapan stapel C. Tahapan stapel D biasanya dilakukan setelah tembakau melalui tahapan sortasi namun masih belum memenuhi standart yang diinginkan.

Tahapan proses pengolahan bir – biran atau buka daun adalah suatu proses pembukaan daun – daun tembakau yang semula daun terlipat dan mengempal di buka menjadi lembaran daun yang rata, hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pemilihan daun tembakau dalam tahapan proses sortasi. Pada proses bir – biran selain membuka daun tembakau, juga dilakukan pemisahan daun tembakau menjadi beberapa kelompok kegunaan yaitu D/O utuh, Pecah, dan FILLER. Daun tembakau

yang lolos dari tahap bir – biran (buka daun) selanjutnya di bawa kembali ke ruangan fermentasi untuk dilakukan fermentasi stapel C dan D. Setelah daun TBN di fermentasi stapel C dan D, selanjutnya akan dilakukan tahapan proses sortasi.

Proses sortasi bertujuan untuk memisahkan dan menyeragamkan mutu, warna serta ukuran daun tembakau sehingga menghasilkan satu untingan daun tembakau yang memiliki mutu, warna, dan ukuran yang seragam. Pada proses sortasi di PT. Perkebunan Nusantara Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember dibagi menjadi enam (6) tahapan proses yaitu, sortasi tahap I merupakan proses sortasi awal dimana tahap ini dilakukan pengelompokan daun TBN berdasarkan kualitas dasarnya. Daun tembakau yang lolos dari sortasi tahap 1 diberikan identitas label /pipil, kemudian dilakukan penimbangan, hasil dari penimbangan di catat oleh juru teknis sebelum di bawa kembali ke ruang fermentasi untuk dilakukan tahap selanjutnya yaitu tahap edging 7. Setelah dilakukannya edging 7 selanjutnya daun TBN masuk ke dalam tahapan sortasi tahap II. Sortasi tahap II merupakan tahapan proses sortasi lanjutan dari sortasi tahap I, dimana pada tahap ini dilakukan pengelompokan daun tembakau berdasarkan kualitas atau mutu kegunaan dari daun TBN. Kemudian tahapan selanjutnya yaitu sortasi tahap II A dimana pada tahap ini daun TBN di kelompokkan lebih spesifik sesuai dengan tangga kualitas. Setelah sortasi tahap II A tahapan selanjutnya yaitu, tahapan sortasi tahap III dimana pada tahapan ini dilakukan pengelompokan daun tembakau berdasarkan tangga warna. Daun tembakau yang telah melalui sortasi tahap III selanjutnya langsung masuk ke sortasi tahap IV atau biasa juga di sebut tahapan gambang unting halus. Pada sortasi tahap IV ini dilakukan proses pengelompokkan dan menyusun daun tembakau hasil dari sortasi tahap III sesuai dengan mutu, warna, dan ukuran daun tembakau yang sama. Kemudian daun tembakau yang telah seragam diikat atau diunting menjadi satu untingan dengan tali raffia atau daun tembakau FILLER pada bagian batang, jenis pengikat menyesuaikan dari permintaan konsumen. Dalam satu untingan daun tembakau terdapat 35 - 40 lembar daun tembakau di per-untingnya. Setelah sortasi tahap IV selanjutnya daun TBN melalui tahapan terimaan unting halus dimana pada tahapan ini pekerja memastikan kembali kebenaran dari hasil sortasi, apabila dalam satu untingan daun tembakau masih ada kualitas yang tidak sesuai maka di

pisahkan. Kemudian daun TBN yang telah melalui proses sortasi dilanjutkan ke tahapan selanjutnya yaitu, tahapan nazien dan nametten pada tahapan nazien dilakukan proses pengecek dan mengelompokan kembali hasil dari sortasi berdasarkan kualitas kegunaan, warna, dan ukuran peruntingnya. Sedangkan pada tahapan nametten merupakan proses tahap akhir (final) dari proses pengolahan daun tembakau sebelum daun tembakau dikemas, proses nametten dilakukan pemeriksaan kembali setiap lembar daun tembakau untuk mengantisipasi adanya kesalahan dari proses nazien. Daun tembakau yang telah melalui tahapan nazien dan nametten di tata atau di tumpuk (stapel) sesuai dengan kualitasnya untuk kemudian dilanjutkan untuk tahapan selanjutnya yaitu, tahapan pengebalan.

Proses pengebalan dilakukan setelah daun tembakau telah benar – benar mencapai tingkat keseragaman kualitas yang baik. Pada proses ini jenis kemasan daun tembakau dapat berupa kardus/ karton, kerangajang bambu, dan karung goni sesuai dengan permintaan konsumen. Berat bersih dari daun tembakau berkisar antara 50 kg untuk kualitas D/O dan 100 Kg untuk daun tembakau jenis FILLER.

#### 4.2 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy ini di tentukan oleh Asisten manajer dari PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember selaku pembimbing lapang dari peneliti. Pada tahap ini dilakukan penentuan variabel himpunan fuzzy dan domain yang digunakan untuk menyelesaikan masalah berupa penentuan kualitas dari daun TBN di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember. Pada penelitian ini variabel input dan output diambil dari kriteria dalam menentukan kualitas daun TBN, hasil wawancara dengan asisten manajer variabel input terdiri dari beberapa kriteria yaitu: KS (Kulit Katak), Pecah Mekanis dan Pecah Hewan, ASGS (Tutul hijau dan Tutul Putih), Belang, Glassy, dan AM (Minyak). Sedangkan variabel output yang dimiliki oleh *sistem fuzzy* metode *Mamdani* ini hanya satu variabel yaitu: variabel kualitas yang nantinya berisi beberapa jenis pembagian kualitas seperti  $NW_1$ ,  $NW_2$ ,  $NW_3$  dan  $LPW_1$ ,  $LPW_2$ ,  $LPW_3$  dan  $PW_1$ ,  $PW_2$ ,  $PW_3$ , dan FILLER. Setelah dilakukan penentuan variabel input dan output pada sistem logika *fuzzy Mamdani* maka dilakukan penentuan

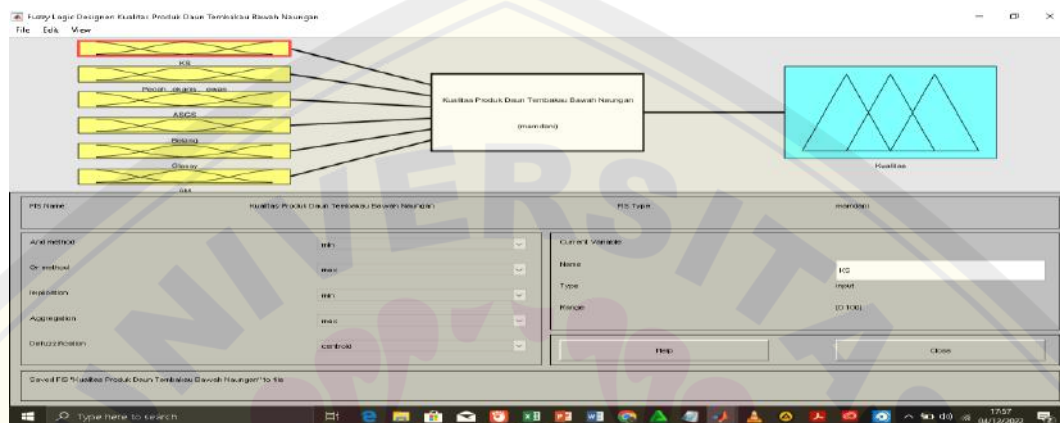
domain dari input dan output yang sesuai dengan hasil dari wawancara. Hasil dari pembentukan himpunan fuzzy dapat dilihat pada Tabel 4. 1 berikut.

Tabel 4.1 Pembentukan himpunan fuzzy variabel input, output, dan domain.

Variabel		Anggota Himpunan	Domain
INPUT	KS (Kulit Katak)	Sedikit	[0 3]
		Banyak	[2 ∞]
	Pecah Mekanis & Hewan	Sedikit	[0 6]
		Banyak	[5 ∞]
	ASGS (Tutul Hijau & Tutul Putih)	Sedikit	[0 4]
		Banyak	[3 ∞]
	Belang	Sedikit	[0 6]
		Banyak	[5 ∞]
	Glassy	Sedikit	[0 4]
		Sedang	[3 7]
		Banyak	[6 ∞]
	AM (Minyak)	Sedikit	[0 5]
Sedang		[3 7]	
Banyak		[6 ∞]	
OUTPUT	Kualitas	NW <sub>1</sub>	[0 3]
		NW <sub>2</sub>	[2 4]
		NW <sub>3</sub> & LPW <sub>1</sub>	[3 5]
		LPW <sub>2</sub>	[4 6]
		LPW <sub>3</sub> & PW <sub>1</sub>	[5 7]
		PW <sub>2</sub>	[6 8]
		PW <sub>3</sub>	[7 9]
FILLER	[8 ∞]		

### 4.3 Proses Fuzzyfication

Pada penelitian penentuan kualitas daun TBN di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember menggunakan implementasi program FIS metode *Mamdani* untuk menentukan kualitas daun TBN yang di terapkan dalam toolbox MATLAB. Gambar 4.3 adalah tampilan awal dari aplikasi *software* Matlab R2015a terkait penelitian ini.



Gambar 4.3 Halaman awal FIS editor Mamdani

Penggunaan FIS metode *Mamdani* bertujuan untuk memudahkan penentuan kualitas daun TBN di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember berdasarkan langkah – langkah sebagai berikut:

#### 4.3.1 Menentukan fungsi keanggotaannya

Himpunan fuzzy diperlukan guna mereperentasikan variabel fuzzy dengan cara membuat fungsi keanggotaan. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) Fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering disebut juga dengan derajat keanggotaan) yang memiliki *interval* antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapat nilai keanggotaan ialah dengan melalui pendekatan fungsi.

Pada penelitian ini fungsi dan derajat keanggotaan terdiri dari tujuh (7) variabel yaitu KS (Kulit Katak), Pecah Mekanis dan Pecah Hewan, ASGS (Tutul hijau dan Tutul Putih), Belang, Glassy, AM (Minyak), dan kualitas. Fungsi keanggotaan dari masing – masing variabel input ataupun variabel output secara

umum menggunakan *representasi* “kurva bentuk bahu”. Berikut ini merupakan penjelasan dari masing – masing variabel tersebut:

#### 4.3.1.1 *Representasi* variabel KS (Kulit Katak)

Berdasarkan Pada tabel 4.3 untuk variabel KS (Kulit Katak) terbagi menjadi dua (2) himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* **Sedikit** dan himpunan *fuzzy* **Banyak**. Semua himpunan *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan **Sedikit** dan fungsi keanggotaan **Banyak**. Pada fungsi keanggotaan **Sedikit** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* turun”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [0 3]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Sedikit** sebagai berikut:

$$\mu_{ks \text{ Sedikit}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 2 \\ \frac{3-x}{3-0} & ; 2 \leq x \leq 3 \\ 0 & ; x \geq 3 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{KS \text{ Sedikit}} [2] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{3-2}{3-0} = \frac{1}{3} = 0.33$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **Banyak** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* naik”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [2 ∞]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Banyak** sebagai berikut:

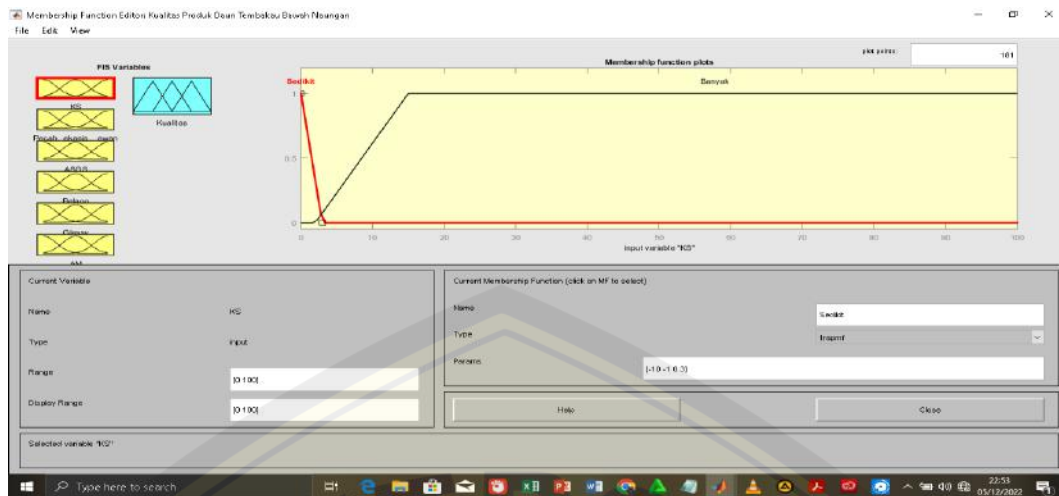
$$\mu_{ks \text{ Banyak}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 2 \\ \frac{x-2}{15-2} & ; 2 \leq x \leq 15 \\ 1 & ; x \geq 15 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{KS \text{ Banyak}} [2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-2}{15-2} = \frac{0}{13} = 0$$

Jika KS (Kulit Katak) sebesar 2 %, maka nilai keanggotaan ( $\mu_{KS [2]}$ ) pada tiap-tiap himpunan adalah  $\mu_{KS \text{ sedikit}} [2] = 1$  dan  $\mu_{KS \text{ banyak}} [2] = 0$ . Gambar 4.4 adalah tampilan gambar *Membership Fuction* variabel KS.



Gambar 4.4 *Membership function* variabel KS

#### 4.3.1.2 Representasi variabel Pecah Mekanis dan Pecah Hewan

Berdasarkan Pada tabel 4.3 untuk variabel Pecah Mekanis dan Pecah Hewan terbagi menjadi dua (2) himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* **Sedikit** dan himpunan *fuzzy* **Banyak**. Semua himpunan *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan **Sedikit** dan fungsi keanggotaan **Banyak**. Pada fungsi keanggotaan **Sedikit** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* turun”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [0 6]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Sedikit** sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Pecah Mekanis \& Hewan Sedikit}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 5 \\ \frac{6-x}{6-0} & ; 5 \leq x \leq 6 \\ 0 & ; x \geq 6 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{\text{Pecah Mekanis \& Hewan Sedikit}} [5] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{6-5}{6-0} = \frac{1}{6} = 0.16$$

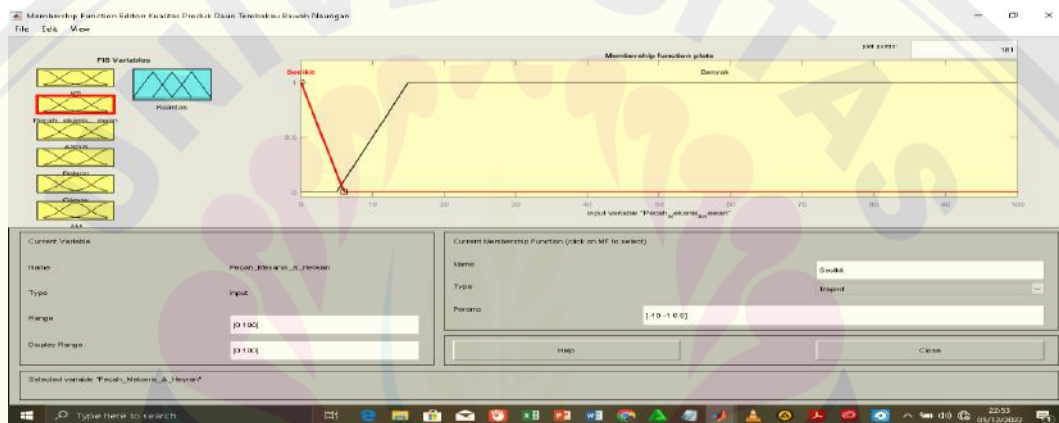
Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **Banyak** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* naik”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [5  $\infty$ ]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Banyak** sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Pecah Mekanis \& Hewan Banyak}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 5 \\ \frac{x-5}{15-5} & ; 5 \leq x \leq 15 \\ 1 & ; x \geq 15 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{\text{Pecah Mekanis \& Hewan Banyak}} [5] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{5-5}{15-5} = \frac{0}{10} = 0$$

Jika Pecah Mekanis dan Hewan sebesar 5 %, maka nilai keanggotaan ( $\mu_{\text{Pecah Mekanis \& Hewan}} [5]$ ) pada tiap-tiap himpunan adalah  $\mu_{\text{Pecah Mekanis \& Hewan sedikit}} [5] = 1$  dan  $\mu_{\text{Pecah Mekanis \& Hewan banyak}} [5] = 0$ . Gambar 4.5 adalah tampilan gambar *Membership Function* variabel Pecah Mekanis dan Pecah Hewan.



Gambar 4.5 *Membership function* variabel pecah mekanis dan pecah hewan

#### 4.3.1.3 Representasi variabel ASGS ( Tutul Hijau dan Tutul Putih)

Berdasarkan Pada tabel 4.3 untuk variabel ASGS (Tutul Hijau dan Tutul Putih) terbagi menjadi dua (2) himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* **Sedikit** dan himpunan *fuzzy* **Banyak**. Semua himpunan *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan **Sedikit** dan fungsi keanggotaan **Banyak**. Pada fungsi keanggotaan **Sedikit** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* turun”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [0 4]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Sedikit** sebagai berikut:

$$\mu_{\text{ASGS Sedikit}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 3 \\ \frac{4-x}{4-0} & ; 3 \leq x \leq 4 \\ 0 & ; x \geq 4 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{ASGS \text{ Sedikit}} [2] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{4-2}{4-0} = \frac{2}{4} = 0.5$$

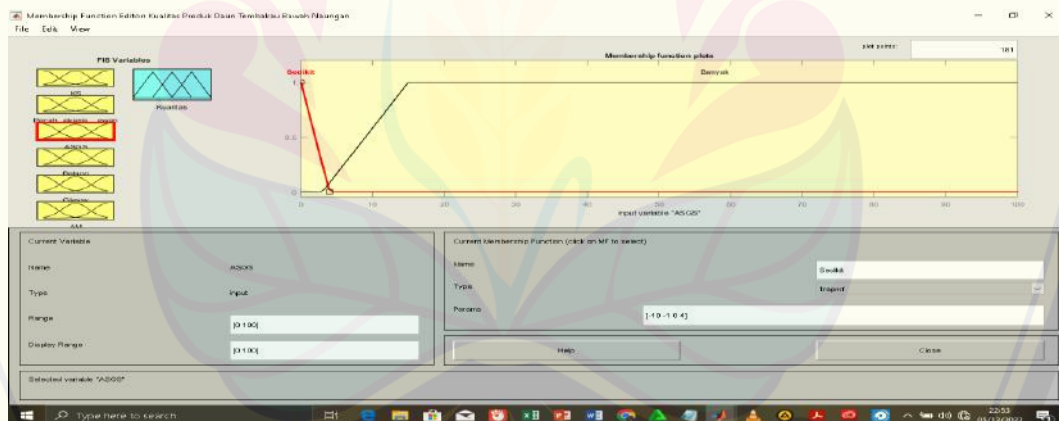
Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **Banyak** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* naik”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain  $[3, \infty)$ . Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Banyak** sebagai berikut:

$$\mu_{ASGS \text{ Banyak}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 3 \\ \frac{x-3}{15-3} & ; 3 \leq x \leq 15 \\ 1 & ; x \geq 15 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{ASGS \text{ Banyak}} [2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-3}{15-3} = \frac{-1}{12} = -0.08$$

Jika ASGS (Tutul Hijau dan tutul Putih) sebesar 2 %, maka nilai keanggotaan ( $\mu_{ASGS} [2]$ ) pada tiap-tiap himpunan adalah  $\mu_{ASGS \text{ sedikit}} [2] = 1$  dan  $\mu_{ASGS \text{ banyak}} [2] = 0$ . Gambar 4.6 adalah tampilan gambar *Membership Function* variabel ASGS.



Gambar 4.6 *Membership function* variabel ASGS

#### 4.3.1.4 Representasi variabel Belang

Berdasarkan Pada tabel 4.3 untuk variabel Belang terbagi menjadi dua (2) himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* **Sedikit** dan himpunan *fuzzy* **Banyak**. Semua himpunan *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan **Sedikit** dan fungsi keanggotaan **Banyak**. Pada fungsi keanggotaan **Sedikit** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* turun”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki

domain  $[0 \ 6]$ . Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Sedikit** sebagai berikut:

$$\mu_{Belang\ Sedikit}[x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 5 \\ \frac{6-x}{6-0} & ; 5 \leq x \leq 6 \\ 0 & ; x \geq 6 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Belang\ Sedikit}[3] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{6-3}{6-0} = \frac{3}{6} = 0.5$$

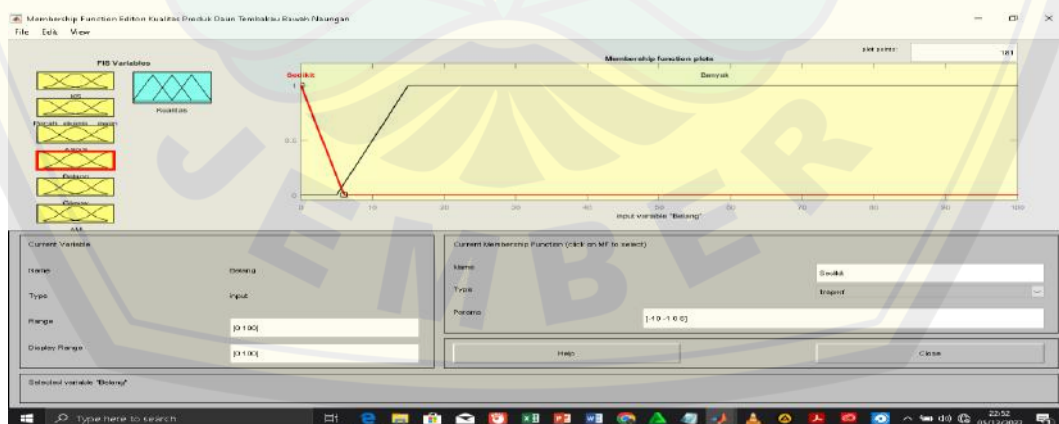
Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **Banyak** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* naik”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain  $[5 \ \infty]$ . Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Banyak** sebagai berikut:

$$\mu_{Belang\ Banyak}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 5 \\ \frac{x-5}{15-5} & ; 5 \leq x \leq 15 \\ 1 & ; x \geq 15 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Belang\ Banyak}[3] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{3-5}{15-5} = \frac{-2}{10} = -0.2$$

Jika Belang sebesar 3 %, maka nilai keanggotaan ( $\mu_{Belang}[3]$ ) pada tiap-tiap himpunan adalah  $\mu_{Belang\ sedikit}[3] = 1$  dan  $\mu_{Belang\ banyak}[3] = 0$ . Gambar 4.7 adalah tampilan gambar *Membership Function* variabel Belang.



Gambar 4.7 *Membership function* variabel Belang

## 4.3.1.5 Representasi variabel Glassy

Berdasarkan Pada tabel 4.3 untuk variabel Glassy terbagi menjadi tiga (3) himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* **Sedikit** , himpunan *fuzzy* **Sedang**, dan himpunan *fuzzy* **Banyak**. Semua himpunan *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan **Sedikit** , fungsi keanggotaan **Sedang**, dan fungsi keanggotaan **Banyak**. Pada fungsi keanggotaan **Sedikit** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* turun”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [0 4]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Sedikit** sebagai berikut:

$$\mu_{Glassy\ Sedikit}[x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 3 \\ \frac{4-x}{4-0} & ; 3 \leq x \leq 4 \\ 0 & ; x \geq 4 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Glassy\ Sedikit}[2] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{4-2}{4-0} = \frac{2}{4} = 0.5$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **Sedang** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva segitiga”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [3 7]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Sedang** sebagai berikut:

$$\mu_{Glassy\ Sedang}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-3}{6-3} & ; 3 \leq x \leq 6 \\ \frac{7-x}{7-6} & ; 6 \leq x \leq 7 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Glassy\ Sedang}[2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-3}{6-3} = \frac{-1}{3} = -0.33$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **Banyak** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* naik”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [6  $\infty$ ]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Banyak** sebagai berikut:

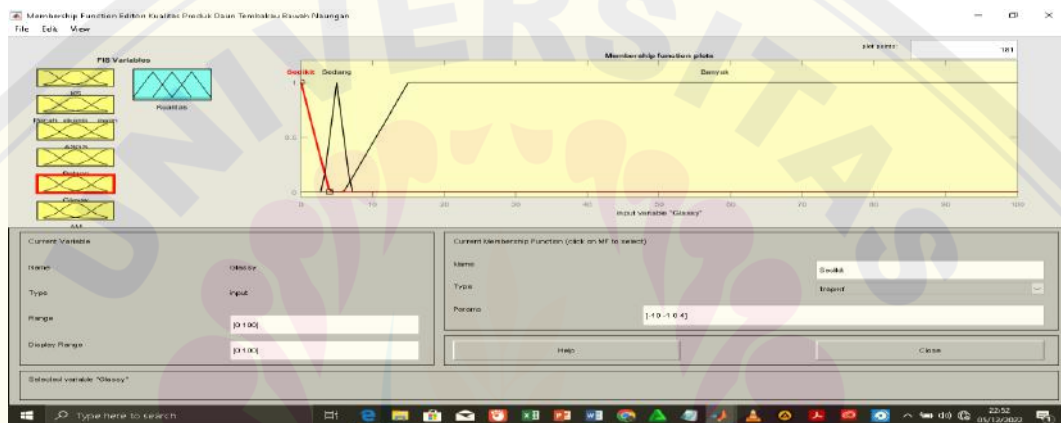
$$\mu_{Glassy\ Banyak} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 6 \\ \frac{x - 6}{15 - 6} & ; 6 \leq x \leq 15 \\ 1 & ; x \geq 15 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Glassy\ Banyak} [2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-6}{15-6} = \frac{-4}{9} = -0.44$$

Jika Glassy sebesar 2 %, maka nilai keanggotaan ( $\mu_{Glassy} [2]$ ) pada tiap-tiap himpunan adalah  $\mu_{Glassy\ Sedikit} [2] = 1$ ,  $\mu_{Glassy\ Sedang} [2] = 0$ , dan  $\mu_{Glassy\ Banyak} [2] = 0$ .

Gambar 4.8 adalah tampilan gambar *Membership Function* variabel Glassy.



Gambar 4.8 *Membership function* variabel Glassy

#### 4.3.1.6 Representasi variabel AM (Minyak)

Berdasarkan Pada tabel 4.3 untuk variabel AM (Minyak) terbagi menjadi tiga (3) himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* **Sedikit**, himpunan *fuzzy* **Sedang**, dan himpunan *fuzzy* **Banyak**. Semua himpunan *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan **Sedikit**, fungsi keanggotaan **Sedang**, dan fungsi keanggotaan **Banyak**. Pada fungsi keanggotaan **Sedikit** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* turun”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [0 5]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Sedikit** sebagai berikut:

$$\mu_{AM\ Sedikit} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 4 \\ \frac{5 - x}{5 - 0} & ; 4 \leq x \leq 5 \\ 0 & ; x \geq 5 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{AM \text{ Sedikit}} [3] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{5-3}{5-0} = \frac{2}{5} = 0.4$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **Sedang** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva segitiga”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [3 7]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Sedang** sebagai berikut:

$$\mu_{AM \text{ Sedang}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-3}{6-3} & ; 3 \leq x \leq 6 \\ \frac{7-x}{7-6} & ; 6 \leq x \leq 7 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{AM \text{ Sedang}} [3] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{3-3}{6-3} = \frac{0}{3} = 0$$

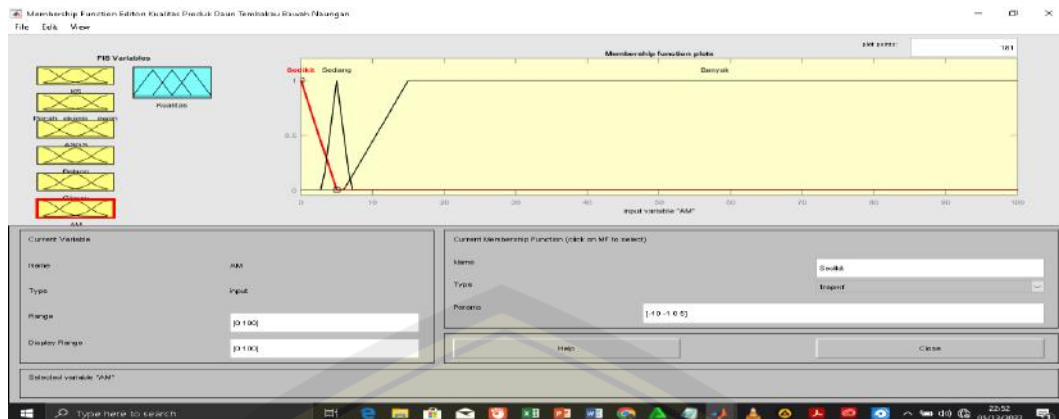
Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **Banyak** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* naik”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [6 ∞]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **Banyak** sebagai berikut:

$$\mu_{AM \text{ Banyak}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 6 \\ \frac{x-6}{15-6} & ; 6 \leq x \leq 15 \\ 1 & ; x \geq 15 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{AM \text{ Banyak}} [3] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{3-6}{15-6} = \frac{-3}{9} = -0.33$$

Jika AM (Minyak) sebesar 3 %, maka nilai keanggotaan ( $\mu_{Glassy} [3]$ ) pada tiap-tiap himpunan adalah  $\mu_{AM \text{ Sedikit}} [3] = 1$ ,  $\mu_{AM \text{ Sedang}} [3] = 0$ , dan  $\mu_{AM \text{ Banyak}} [3] = 0$ . Gambar 4.9 adalah tampilan gambar *Membership Fuction* variabel AM (Minyak).



Gambar 4.9 Membership function variabel AM

#### 4.3.1.7 Representasi variabel Kualitas

Berdasarkan Pada tabel 4.3 untuk variabel Kualitas terbagi menjadi delapan (8) himpunan fuzzy yaitu, himpunan fuzzy  $NW_1$ , himpunan fuzzy  $NW_2$ , himpunan fuzzy  $NW_3$  dan  $LPW_1$ , himpunan fuzzy  $LPW_2$ , himpunan fuzzy  $LPW_3$  dan  $PW_1$ , himpunan fuzzy  $PW_2$ , himpunan fuzzy  $PW_3$ , dan himpunan fuzzy  $FILLER$ . Semua himpunan fuzzy terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan  $NW_1$ , fungsi keanggotaan  $NW_2$ , fungsi keanggotaan  $NW_3$  dan  $LPW_1$ , fungsi keanggotaan  $LPW_2$ , fungsi keanggotaan  $LPW_3$  dan  $PW_1$ , fungsi keanggotaan  $PW_2$ , fungsi keanggotaan  $PW_3$ , dan fungsi keanggotaan  $FILLER$ . Pada fungsi keanggotaan  $NW_1$  menggunakan fungsi keanggotaan “kurva linear turun”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain  $[0 \ 3]$ . Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy  $NW_1$  sebagai berikut:

$$\mu_{NW_1}[x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 2 \\ \frac{3-x}{3-0} & ; 2 \leq x \leq 3 \\ 0 & ; x \geq 3 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{NW_1}[2] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{3-2}{3-0} = \frac{1}{3} = 0.33$$

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy  $NW_2$  menggunakan fungsi keanggotaan “kurva segitiga”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain  $[2 \ 4]$ . Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy  $NW_2$  sebagai berikut:



$$\mu_{NW_2}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{x-2}{3-2}; & 2 \leq x \leq 3 \\ \frac{4-x}{4-3}; & 3 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{NW_2}[2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-2}{3-2} = \frac{0}{1} = 0$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **NW<sub>3</sub>** dan **LPW<sub>1</sub>** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva segitiga”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [3 5]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **NW<sub>3</sub>** dan **LPW<sub>1</sub>** sebagai berikut:

$$\mu_{NW_3 \& LPW_1}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{x-3}{4-3}; & 3 \leq x \leq 4 \\ \frac{5-x}{5-4}; & 4 \leq x \leq 5 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{NW_3 \& LPW_1}[2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-3}{4-3} = \frac{-1}{1} = -1$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **LPW<sub>2</sub>** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva segitiga”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [4 6]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **LPW<sub>2</sub>** sebagai berikut:

$$\mu_{LPW_2}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 4 \text{ atau } x \geq 6 \\ \frac{x-4}{5-4}; & 4 \leq x \leq 5 \\ \frac{6-x}{6-5}; & 5 \leq x \leq 6 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{LPW_2}[2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-4}{5-4} = \frac{-2}{1} = -2$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **LPW<sub>3</sub>** dan **PW<sub>1</sub>** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva segitiga”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [5 7]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **LPW<sub>3</sub>** dan **PW<sub>1</sub>** sebagai berikut:

$$\mu_{LPW_3 \& PW_1}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 5 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-5}{6-5}; & 5 \leq x \leq 6 \\ \frac{7-x}{7-6}; & 6 \leq x \leq 7 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{LPW_3 \& PW_1}[2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-5}{6-5} = \frac{-3}{1} = -3$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **PW<sub>2</sub>** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva segitiga”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [6 8]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **PW<sub>2</sub>** sebagai berikut:

$$\mu_{PW_2}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \text{ atau } x \geq 8 \\ \frac{x-6}{7-6}; & 6 \leq x \leq 7 \\ \frac{8-x}{8-7}; & 7 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{PW_2}[2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-6}{7-6} = \frac{-4}{1} = -4$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **PW<sub>3</sub>** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva segitiga”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [7 9]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **PW<sub>3</sub>** sebagai berikut:

$$\mu_{PW_3}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 7 \text{ atau } x \geq 9 \\ \frac{x-7}{8-7}; & 7 \leq x \leq 8 \\ \frac{9-x}{9-8}; & 8 \leq x \leq 9 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{PW_3}[2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-7}{8-7} = \frac{-5}{1} = -5$$

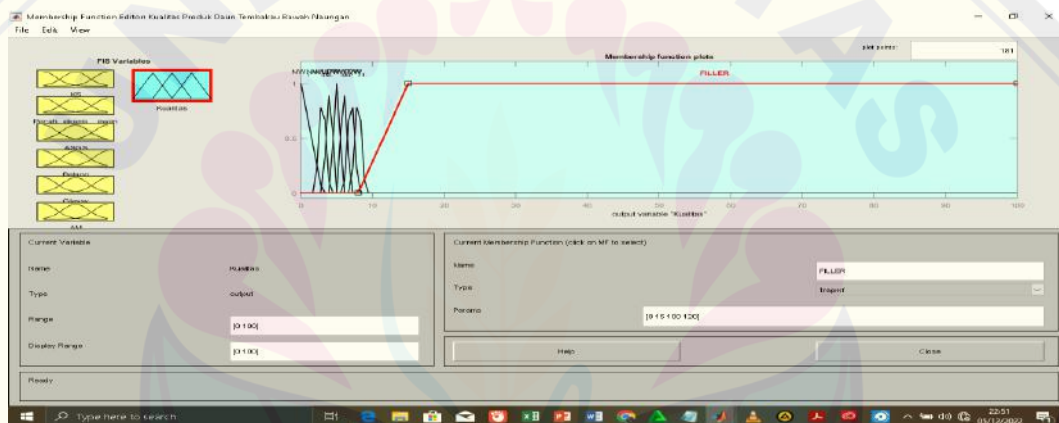
Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* **FILLER** menggunakan fungsi keanggotaan “kurva *linear* naik”. Fungsi keanggotaan tersebut memiliki domain [8  $\infty$ ]. Kemudian didapatkan fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* **FILLER** sebagai berikut:

$$\mu_{FILLER}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 8 \\ \frac{x-8}{15-8} & ; 8 \leq x \leq 15 \\ 1 & ; x \geq 15 \end{cases}$$

Contoh mencari fungsi keanggotaan:

$$\mu_{FILLER}[2] = \frac{x-a}{b-a} = \frac{2-8}{15-8} = \frac{-6}{7} = -0.85$$

Jika Kualitas sebesar 2 %, maka nilai keanggotaan ( $\mu_{\text{Kualitas}}[2]$ ) pada tiap- tiap himpunan adalah  $\mu_{\text{Kualitas NW1}}[2] = 1$ ,  $\mu_{\text{Kualitas NW2}}[2] = 0$ ,  $\mu_{\text{Kualitas NW3}}$  dan  $\mu_{\text{LPW1}}[2] = 0$ ,  $\mu_{\text{Kualitas LPW2}}[2] = 0$ ,  $\mu_{\text{Kualitas LPW3}}$  dan  $\mu_{\text{PW1}}[2] = 0$ ,  $\mu_{\text{Kualitas PW2}}[2] = 0$ ,  $\mu_{\text{Kualitas PW3}}[2] = 0$ , dan  $\mu_{\text{Kualitas FILLER}}[2] = 0$ . Gambar 4.10 adalah tampilan gambar *Membership Function* variabel Kualitas.



Gambar 4.10 *Membership function* variabel kualitas

#### 4.3.2 Pembentukan aturan dasar (*rule base*) FIS

Tahapan selanjutnya setelah adanya *fuzzifikasi* adalah membentuk sebuah aturan dasar dari FIS metode *Mamdani*. Menurut Wardani et al. (2017) penyusunan basis aturan merupakan tahap penyusunan aturan – aturan yang berupa implikasi – implikasi *fuzzy* yang menyatakan relasi antara variabel input dan variabel output. Proses penyusunan basis aturan berdasarkan pada kombinasi dari hasil pembentukan himpunan *fuzzy* dan daftar aturan yang di gunakan oleh perusahaan.

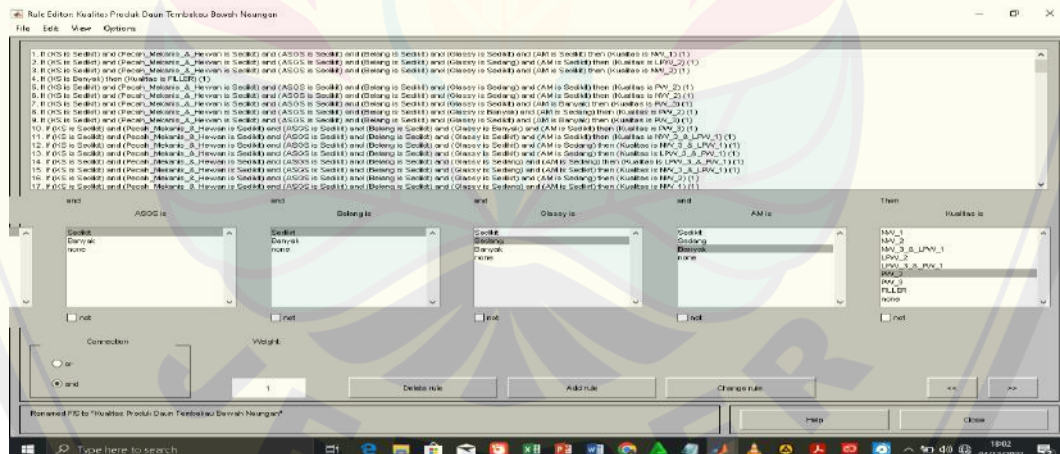
Pada masing – masing aturan dalam penelitian ini terdiri dari enam (6) masukan dan satu (1) keluaran dengan menggunakan operator penghubung yaitu, operator “AND (dan)”. Sedangkan yang memetakan antara variabel input dan

output yaitu menggunakan operator “*IF – THEN* (Jika – Maka)”. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) operator “*AND*” adalah operator yang berhubungan dengan operasi irisan pada himpunan.  $\alpha$ - predikat selaku hasil operasi dengan operator “*AND*” diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil (MIN) antar elemen pada himpunan- himpunan yang bersangkutan. Berikut merupakan contoh penyusunan aturan dasar:

[R...] IF “KS” IS “.....” AND “Pecah Mekanis & Hewan” IS “.....” AND “ASGS” IS “.....” AND “Belang” IS “.....” AND “Glassy” IS “.....” AND “AM” IS “.....” THEN “Kualitas” IS “.....”(....)

[R1] IF “KS” IS “Sedikit” AND “Pecah Mekanis & Hewan” IS “Sedikit” AND “ASGS” IS “Sedikit” AND “Belang” IS “Sedikit” AND “Glassy” IS “Sedikit” AND “AM” IS “Sedikit” THEN “Kualitas” IS “NW<sub>1</sub>” (1)

Pada penelitian ini terdapat total 144 aturan dasar saja, 144 aturan dasar ini didapatkan dengan cara melakukan wawancara dengan pihak terkait dan hasil dari pembentukan himpunan fuzzy yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 di atas. Gambar 4.11 adalah tampilan rule base pada program aplikasi atau *tools* yang ada pada Matlab R2015a.



Gambar 4.11 Rule editor FIS Mamdani

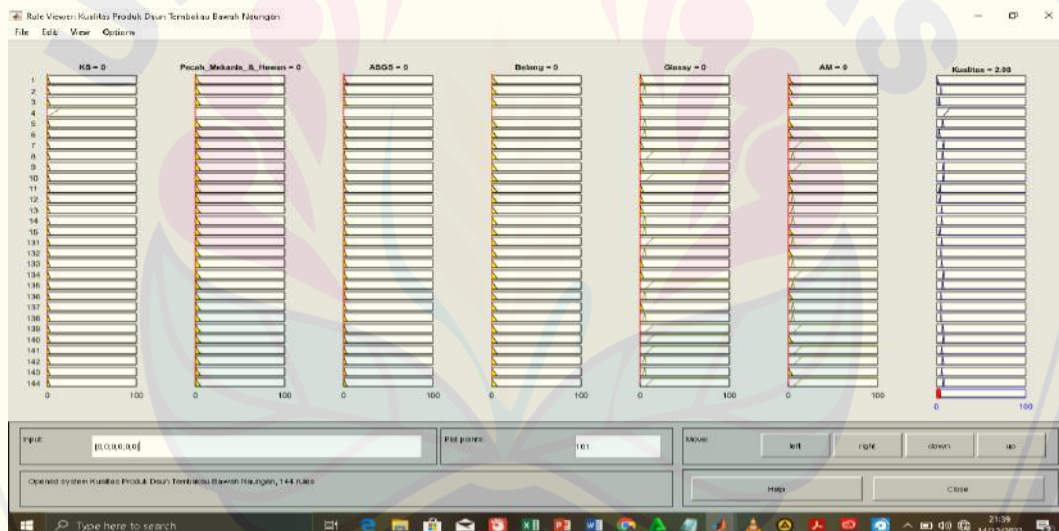
### 4.3.3 Defuzzifikasi

Tahapan selanjutnya yaitu tahapan *Defuzzifikasi*, tahapan ini merupakan tahap akhir dari proses FIS Metode *Mamdani* menggunakan tools Matlab R2015a.

Input dari proses *defuzzifikasi* merupakan suatu himpunan *fuzzy* yang di peroleh

dari komposisi aturan – aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *Crisp* (tegas) tertentu sebagai output (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

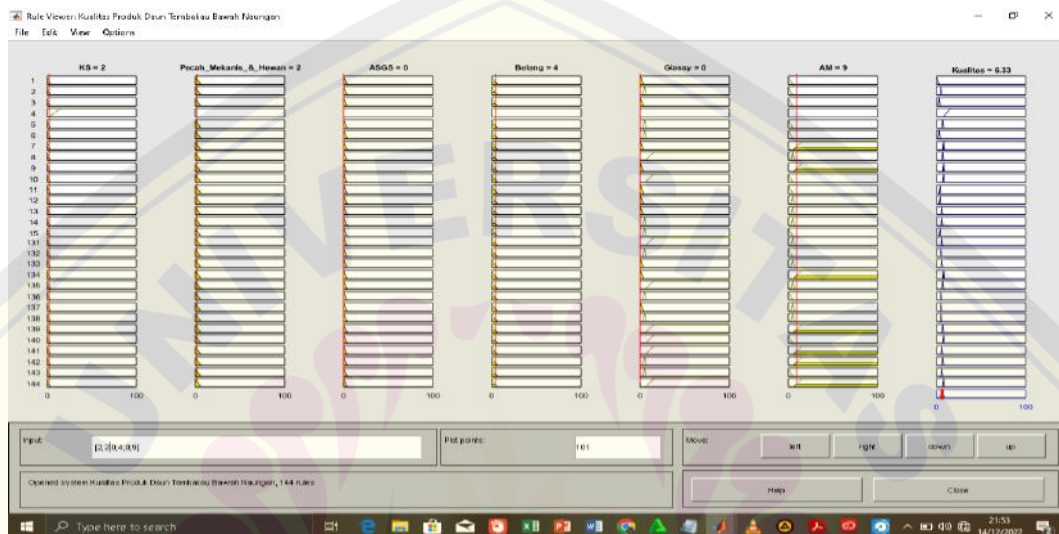
Pada penelitian ini untuk tahap *defuzzifikasi* menggunakan metode *Centroid*. Metode *centroid (composite moment)* adalah metode pengambilan keputusan dengan cara mengambil titi pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy* (Kusumadewi dan Purnomo, 2004). Menurut Kusumadewi (2002) ada dua keuntungan dari menggunakan metode *centroid* yaitu, nilai *defuzzifikasi* bergerak secara halus sehingga perubahan dari suatu himpunan *fuzzy* juga berjalan dengan halus, dan metode ini lebih mudah dalam perhitungan. Gambar 4.12 adalah gambar hasil dari tahap *defuzzifikasi* untuk penentuan kualitas  $NW_1$  daun TBN dengan menggunakan program aplikasi atau *tools* yang ada pada Matlab R2015a.



Gambar 4.12 *Rule viewer* kualitas  $NW_1$  (hasil optimasi *defuzzifikasi*)

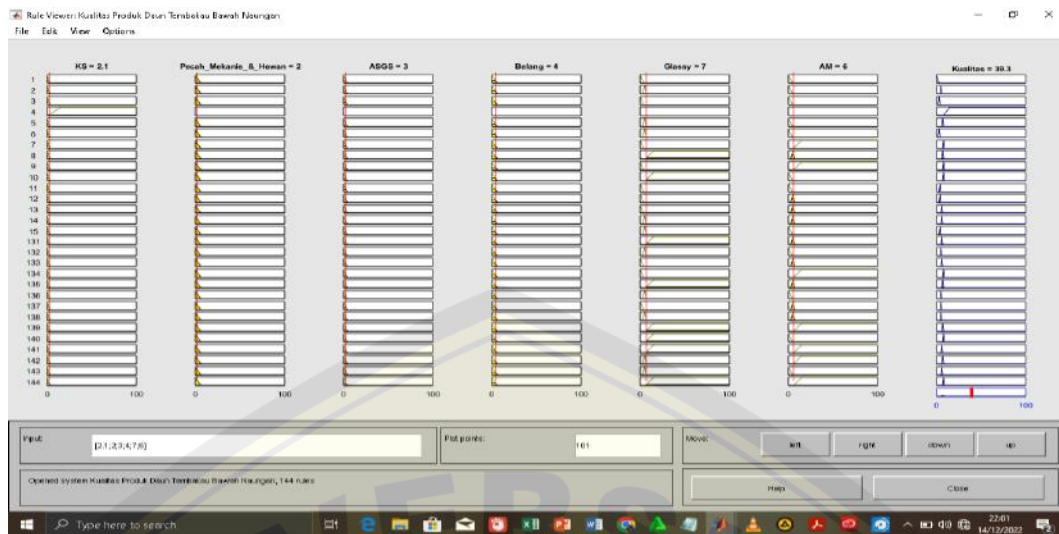
Hasil gambar diatas menjelaskan jika inputan masing – masing variabel input di masukkan nilai KS [0], Pecah Mekanis & Hewan [0], ASGS [0], Belang [0], Glassy [0], dan AM [0] maka hasil keluaran output Kualitas Sebesar 2.08 yang menghasilkan keputusan kualitas yang berada pada  $NW_1$ .  $NW_1$  merupakan kualitas daun tembakau yang paling bagus dan memiliki harga jual lebih tinggi. Penentuan hasil keluaran kualitas daun TBN dapat dilihat pada tabel 4.3 dimana untuk kualitas

NW<sub>1</sub> memiliki *range* nilai [0 3] dan perlu juga melihat dari nilai variabel input yang di masukkan, jika pada daun TBN miliki kerusakan yang cukup banyak sehingga nilai yang dimasukkan tinggi maka menghasilkan keputusan kualitas yang berbeda. Gambar 4.13 adalah gambar hasil dari tahap *defuzzifikasi* untuk penentuan kualitas LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub> daun TBN dengan menggunakan program aplikasi atau *tools* yang ada pada Matlab R2015a.



Gambar 4.13 *Rule viewer* kualitas LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub> (hasil optimasi *defuzzifikasi*)

Hasil gambar diatas menjelaskan jika inputan masing – masing variabel input di masukkan nilai KS [2], Pecah Mekanis & Hewan [2], ASGS [0], Belang [4], Glassy [0], dan AM [9] maka hasil keluaran output Kualitas Sebesar 6.33 yang menghasilkan keputusan kualitas yang berada pada LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub>. LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub> merupakan kualitas daun tembakau yang cukup bagus dan memiliki harga jual dibawah kualitas NW. Penentuan hasil keluaran kualitas daun TBN dapat dilihat pada tabel 4.3 dimana untuk kualitas LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub> memiliki *range* nilai [5 7] dan perlu juga melihat dari nilai variabel input yang di masukkan, jika pada daun TBN miliki kerusakan yang cukup banyak sehingga nilai yang dimasukkan tinggi maka menghasilkan keputusan kualitas yang berbeda. Gambar 4.14 adalah gambar hasil dari tahap *defuzzifikasi* untuk penentuan kualitas FILLER daun TBN dengan menggunakan program aplikasi atau *tools* yang ada pada Matlab R2015a.



Gambar 4.14 Rule viewer kualitas FILLER (hasil optimasi *defuzzifikasi*)

Hasil gambar diatas menjelaskan jika inputan masing – masing variabel input di masukkan nilai KS [2.1], Pecah Mekanis & Hewan [2], ASGS [3], Belang [4], Glassy [7], dan AM [6] maka hasil keluaran output Kualitas Sebesar 39.3 yang menghasilkan keputusan kualitas yang berada pada kualitas FILLER. Kualitas FILLER merupakan kualitas daun tembakau yang jelek dan memiliki harga jual dibawah kualitas NW, LPW, dan PW. Penentuan hasil keluaran kualitas daun TBN dapat dilihat pada tabel 4.3 dimana untuk kualitas FILLER memiliki *range* nilai  $[8 \infty]$ . Melihat dari penjelasan di atas untuk melihat presentase penentuan kualitas daun TBN dalam tahapan sortasi/pemilihan kualitas daun TBN di PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember bisa dengan cara memasukan/menginputkan beberapa nilai  $x$  yang di peroleh ke dalam aplikasi *software* Matlab R2015a sehingga menghasilkan sebuah keputusan.

#### 4.4 Validasi Data

Pada tahapan ini dilakukan uji validasi data untuk mengukur tingkat keakuratan data permodelan menggunakan aplikasi *software* Matlab R2015a yang telah dilakukan dengan data yang berada di lapangan (PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong GayasanJember).

Menurut Susanti L (2022) uji validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan instrumen penelitian. Jadi dalam pengujian validitas itu mengacu pada sebuah instrumen dalam menjalankan fungsinya. Sebuah instrumen dapat dikatakan valid apabila instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang hendak diukur.

Validasi data dilakukan dengan mengkonfirmasi hasil dari tahap *defuzzifikasi* yang telah di bentuk dan *checklist* (valid dan tidak valid) untuk mengetahui valid (akurat) atau tidaknya hasil penentuan kualitas daun TBN yang dilakukan dengan model FIS metode *Mamdani* menggunakan *tools* Matlab R2015a kepada pihak PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember. Hasil dari konfirmasi validasi data yang telah di lakukan dengan mengambil lima puluh (50) sampel acak didapatkan empat puluh enam (46) data valid (akurat) dan empat (4) data tidak valid (tidak akurat), hal ini menjelaskan bawah secara garis besar data hasil penentuan kualitas daun TBN yang dilakukan dengan model FIS metode *Mamdani* menggunakan *tools* Matlab R2015a tersebut dinyatakan secara keseleuruhan valid (akurat). Ghozali (2009) menyatakan bahwa uji validitas digunakan untuk mengukur sah, atau valid tidaknya suatu kuesioner. Suatu kuesioner dikatakan valid jika pertanyaan pada kuesioner mampu untuk mengungkapkan sesuatu yang akan diukur oleh kuesioner tersebut. Tabel hasil konfirmasi validasi data yang di lakukan kepada pihak PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember dapat dilihat pada lampiran 1. Gambar 4.15 adalah gambar proses dilakukannya uji validasi data.



Gambar 4.15 Proses uji validasi data



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil wawancara dengan pihak PT. Perkebunan Nusantara X Unit Usaha Kebun Ajong Gayasan Jember variabel input terdiri dari beberapa kriteria yaitu: KS (Kulit Katak), Pecah Mekanis dan Pecah Hewan, ASGS (Tutul hijau dan Tutul Putih), Belang, Glassy, dan AM (Minyak). Sedangkan variabel output yang dimiliki oleh *sistem fuzzy* metode *Mamdani* ini hanya satu variabel yaitu: variabel kualitas yang berisi beberapa jenis pembagian kualitas seperti  $NW_1$ ,  $NW_2$ ,  $NW_3$  dan  $LPW_1$ ,  $LPW_2$ ,  $LPW_3$  dan  $PW_1$ ,  $PW_2$ ,  $PW_3$ , dan FILLER.
2. Pada penelitian terdapat 144 aturan dasar (rule base) ini didapatkan dengan cara melakukan wawancara dengan pihak terkait dan hasil dari pembentukan himpunan fuzzy yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 di atas.
3. Hasil dari konfirmasi validasi data yang telah dilakukan dengan mengambil lima puluh (50) sampel acak didapatkan empat enam (46) valid (akurat) dan empat (4) data tidak valid (tidak akurat), hal ini menjelaskan bahwa secara garis besar data hasil penentuan kualitas daun TBN yang dilakukan dengan model FIS metode *Mamdani* menggunakan tools Matlab R2015a tersebut dinyatakan secara keseleuruhan valid (akurat).

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini untuk penelitian selanjutnya, pada penelitian ini hanya menggunakan aplikasi software Matlab R2015a sebagai alat penentuan kualitas daun TBN sehingga di harapkan pada penelitian selanjutnya dapat di kembangkan lagi dalam bentuk bahasa pemrograman yang lainnya seperti GUI, PHP, JAVA dan lain sebagainya, supaya lebih berguna dan hasilnya lebih bermanfaat bagi perusahaan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alamsyah dan I.H. Muna. 2016. Metode Fuzzy Inference System untuk Penilaian Kinerja Pegawai Perpustakaan dan Pustakawan. *Scientific Journal of Informatics*. 3(1): 88-98.
- Astuti, P,P,D,. 2019. Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy Sugeno dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor Bekas (Studi Kasus: Showroom Mulyono Moto). *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Budiman, H,. 2012. *Budidaya Tanaman Tembakau Kiat Menanam Tembakau Berkualitas Tinggi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Fitriah, A dan A, M, Abadi,. 2011. Aplikasi Model Neuro Fuzzy untuk Prediksi Tingkat Inflasi di Indonesia. *Skripsi*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ghozali. 2009. *Aplikasi Analisis dengan program SPSS*. Penerbit : Universitas Diponegoro. Semarang
- Hadiyanti, W.A., Honggowibowo, A.S., dan Suhayati, M. 2013. Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Inferensi Sistem Tsukamoto dan Mamdani dalam Penentuan Estimasi Jumlah Produksi Gula. *Jurnal Compiler*. 2(1):151-162.
- Hapiz, A,. 2017. Penerapan Logika Fuzzy dengan Metode Tsukamoto untuk Mengestimasi Curah Hujan. *Skripsi*. Malang: Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Irmawan, D, dan K, Herusantoso. 2011. Penerapan Logika Fuzzy Sebagai Sistem Pendukung Keputusan Prakiraan Cuaca. *Konferensi Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia*. Bandung.
- Kusumadewi, S dan Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S. 2002. *Analisis Desain Sistem Fuzzy menggunakan Tool Box Matlab*. Jogjakarta: Graha Ilmu.
- Naba A., 2009, *Belajar cepat Fuzzy Logic menggunakan matlab*, Andi Offsett, Yogyakarta.
- Rahmaddeni. 2014. Penerapan Fuzzy Logic dalam Menganalisis Tingkat Pendapatan Akhir Konsultan Produk Multi Level Marketing (Studi Kasus:

PT. Orindo Alam Ayu Cabang Pekanbaru). *Sains, Teknologi Dan Industri*. 11(2), 192–199.

Santoso, K., 2013. *Tembakau Dibutuhkan dan Dimusuhi*. Jember: Jember University Press.

Sari, R, E., 2012. *Persamaan Fuzzy. Skripsi*. Malang: Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Setiawan, A., Yanto, B., dan Yasdomi, K. 2018. *Logika Fuzzy dengan Matlab*. Bali: Jayapangus Press.

Susanti, L.2022. Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Produk dan Pelayanan dengan Menggunakan Komparasi Fuzzy Inference System. *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*. Vol. 2. No.4.

Suwarto dan Y. Octavianty. 2010. *Budidaya Tanaman Perkebunan Unggulan*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Syarif, R. D., A, Kusmiati, dan E, S, Hani,. 2015. Hubungan Antara Pelatihan dengan Produktivitas Waktu Baku dan Tingkat Kebenaran Pekerjaan Tenaga Kerja Wanita Di Gudang Pengolah (Studi Kasus di PTPN X Kebun Ajong Gayasan Jember). *JSEP*. Vol. 8 No.3 November 2015.

Wardani, A.R., Y. N. Nasution., dan F. D. T. Amijaya. 2017. Aplikasi Logika Fuzzy dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Informatika Mulawarman*. Vol. 12, No. 2.

Wardhono, A., Arifandi, A, J., dan Indrawati, Y., 2019. *Standar dan Mutu Tembakau Besuki Na-Oost*. Jember: Cv. Pustaka Abadi.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel hasil validasi data

No	KS	Pecah Mekanis & Hewan	ASGS	Belang	Glassy	AM	Kualitas	Validasi Data	
								Valid	Tidak Valid
1	0	0	0	0	0	0	2.08 [NW 1]	✓	
2	0	0	0	0	0	6	3.57 [NW 2]	✓	
3	0	0	0	0	0	2	2 [NW2]	✓	
4	0	0	0	0	3	9	6.33 [LPW 3 & PW 1]	✓	
5	0	3	2	2	5	9	6.5 [PW 2]	✓	
6	0	0	0	0	9	0	7 [PW 2]	✓	
7	1	1	1	1	9	2	7 [PW 3]	✓	
8	2	0	0	0	10	7	6.5 [PW 2]	✓	
9	2	0	0	0	2	4	3.5 [NW 3 & LPW 1]		✓
10	0	0	2	2	2	4	3.57 [NW 2]	✓	
11	0	0	2	0	2	2	2 [NW 1]	✓	
12	2	0	2	4	8	0	7 [PW 3]	✓	
13	2	2	0	4	0	9	6.33 [LPW 3 & PW 1]	✓	
14	3.45	0	0	0	0	0	54.5 [FILLER]	✓	
15	0	0	6	0	0	0	54.7 [FILLER]	✓	
16	0	2	2	2	0	0	2 [NW 2]	✓	
17	0	2	2	2	7	6	7 [LPW 3 & PW 1]		✓
18	0	4	3	4	7	6	7 [PW 3]	✓	
19	1.55	1.56	2.56	1.23	4.68	6.23	4.02 [LPW 2]	✓	
20	2.1	2	3	4	7	6	39.3 [FILLER]	✓	
21	0	5	2	5	5	5	4 [NW 3 & LPW 1]	✓	
22	0	5	2.68	4	7	5	7 [PW 2]	✓	
23	2	5	2.68	4	7	5	7 [PW 3]	✓	
24	2	3	0	0	6	7	6.5 [LPW 3 & PW 1]	✓	
25	0	3	3	4	5	8	6.5 [PW 2]	✓	
26	0	3	3	0	5	3	3.5 [NW 3 & LPW 1]	✓	

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

27	1.55	1.2	0	4	5	3	3.5 [NW 3 & LPW 1]		✓
28	0	3	3	4	5	7	6.5 [LPW 3 & PW 1]	✓	
29	0	0	0	5.1	0	0	30.9 [FILLER]	✓	
30	0	5.1	0	0	0	0	30.9 [FILLER]	✓	
31	0	1	1	1.1	0	0	2.03 [NW 1]	✓	
32	0	0	0	1	0.9	0	2.3 [NW 1]	✓	
33	0	1	1	1	7	3	7 [LPW 3 & PW 1]	✓	
34	1.67	1	1	1	4	3	3.53 [NW 3 & LPW 1]	✓	
35	1.67	2	2	3	5	6	4.06 [LPW 2]	✓	
36	1.55	4.56	2.56	4.23	8.68	3	7 [PW 3]	✓	
37	1.67	4.55	3	5	2	7	6.33 [PW 2]	✓	
38	2	3.4	2.11	1.54	3	6.87	4.33 [LPW 2]	✓	
39	2	3	2	5	0	8	6.33 [PW 2]	✓	
40	1.55	4.56	2.56	4.23	6.68	2	3.75 [LPW 3 & PW 1]		✓
41	50	50	50	50	50	50	56 [FILLER]	✓	
42	3	0	0	0	50	50	54.5 [FILLER]	✓	
43	100	100	100	100	100	100	56 [FILLER]	✓	
44	50	80	50	60	15	15	56 [FILLER]	✓	
45	61.3	66.5	71.7	28.3	46.5	80.4	56 [FILLER]	✓	
46	63	0	71	8	6	80	56 [FILLER]	✓	
47	70.1	71.7	75.2	72.4	67.4	73.5	56 [FILLER]	✓	
48	0	71	75	72	0	0	56 [FILLER]	✓	
49	0	0	75	72	0	0	56 [FILLER]	✓	
50	0	0	0	72	0	0	56 [FILLER]	✓	
Jumlah								46	4

Lampiran 2. Tabel pembentukan aturan dasar (rule base)

No	KS	Pecah Mekanis & Hewan	ASGS	Belang	Glassy	AM	Kualitas
1	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	NW 1
2	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	LPW 2
3	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	NW 2
4	Banyak						FILLER
5	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	PW 2
6	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 2
7	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	PW 3
8	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	PW 2
9	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	PW 3
10	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	PW 3
11	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	NW 3 & LPW 1
12	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 3 & LPW 1
13	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	LPW 3 & PW 1
14	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	LPW 3 & PW 1
15	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 3 & LPW 1
16	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 2
17	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 1
18	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 1
19	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 3 & LPW 1
20	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	LPW 3 & PW 1

21	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	PW 2
22	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	PW 3
23	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	PW 2
24	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	PW 3
25	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedang	FILLER
26	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	LPW 2
27	Sedikit	Sedikit	Banyak	Banyak	Sedang	Sedang	FILLER
28	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	LPW 3 & PW 1
29	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	PW 2
30	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	LPW 3 & PW 1
31	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	FILLER
32	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	LPW 2
33	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	LPW 3 & PW 1
34	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 1
35	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	NW 1
36	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	PW 3
37	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	FILLER
38	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	NW 3 &LPW 1
39	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	LPW 2
40	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	LPW 2
41	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	PW 2
42	Banyak	Banyak	Sedikit	Banyak	Banyak	Sedikit	FILLER
43	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	FILLER
44	Sedikit	Banyak	Sedikit	Banyak	Sedang	Banyak	FILLER
45	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	NW 2
46	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 2

47	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedikit	FILLER
48	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	NW 3 &LPW 1
49	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 3 &LPW 1
50	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	PW 2
51	Banyak	Banyak	Banyak	Sedikit	Sedang	Sedikit	FILLER
52	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	NW 2
53	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 1
54	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	NW 3 &LPW 1
55	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	LPW 3 & PW 1
56	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	LPW 3 & PW 1
57	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	PW 3
58	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	PW 3
59	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	PW 2
60	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	LPW 2
61	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	LPW 2
62	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	LPW 3 & PW 1
63	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	LPW 3 & PW 1
64	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	PW 2
65	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	PW 2
66	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	FILLER
67	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	PW 3
68	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	PW 2
69	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	PW 2
70	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	PW 3

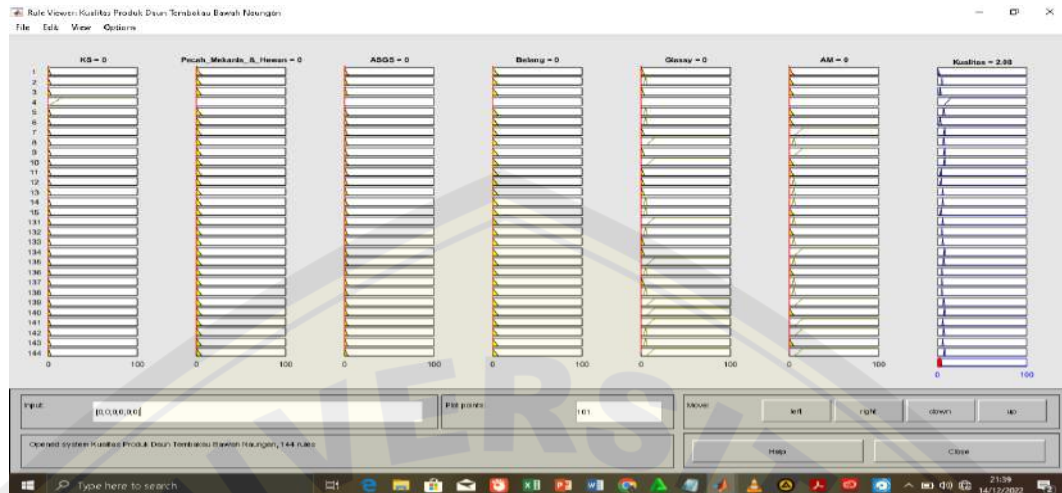


71	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	Banyak	FILLER
72	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 1
73	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 2
74	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	FILLER
75	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	FILLER
76		Banyak					FILLER
77			Banyak				FILLER
78				Banyak			FILLER
79	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 3 &LPW 1
80	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	LPW 2
81	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Banyak	PW 2
82	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	FILLER
83	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedang	FILLER
84	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	FILLER
85	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	Sedang	FILLER
86	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 1
87	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	NW 1
88	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 2
89	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 1
90	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 1
91	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	NW 2
92	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedang	Sedang	FILLER
93	Sedikit	Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	FILLER
94	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	NW 2
95	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 2
96	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	NW 2
97	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	LPW 3 & PW 1

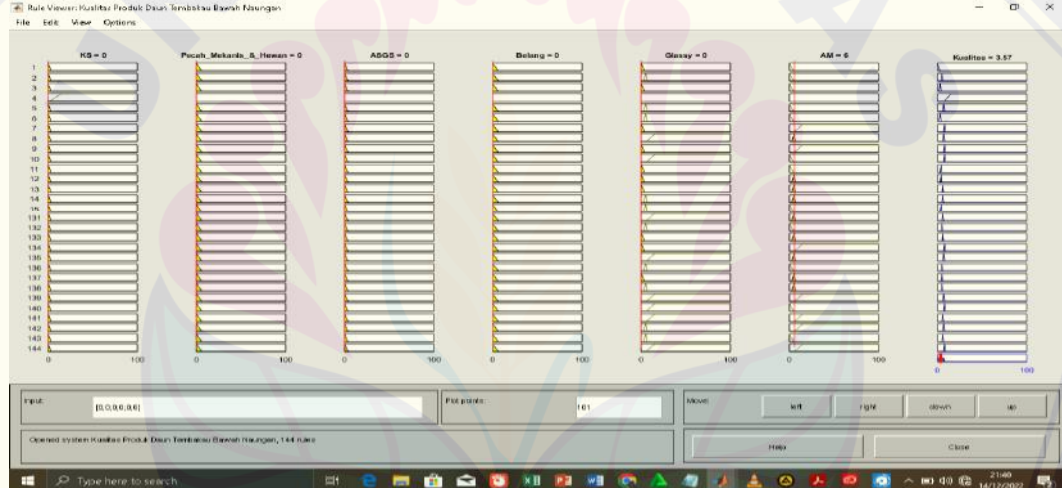
98	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Banyak	PW 2
99	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	LPW 3 & PW 1
100	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	NW 1
101	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	PW 3
102	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedang	PW 3
103	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	PW 2
104	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	LPW 3 & PW 1
105	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	LPW 2
106	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedikit	LPW 2
107	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang	LPW 2
108	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	LPW 2
109	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Sedikit	LPW 3 & PW 1
110	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Banyak	PW 3
111	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	NW 3 &LPW 1
112	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	Banyak	LPW 2
113	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Banyak	Banyak	LPW 2
114	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedikit	Sedang	NW 3 &LPW 1

Lampiran 3. Gambar hasil perhitungan tahap *defuzzifikasi*

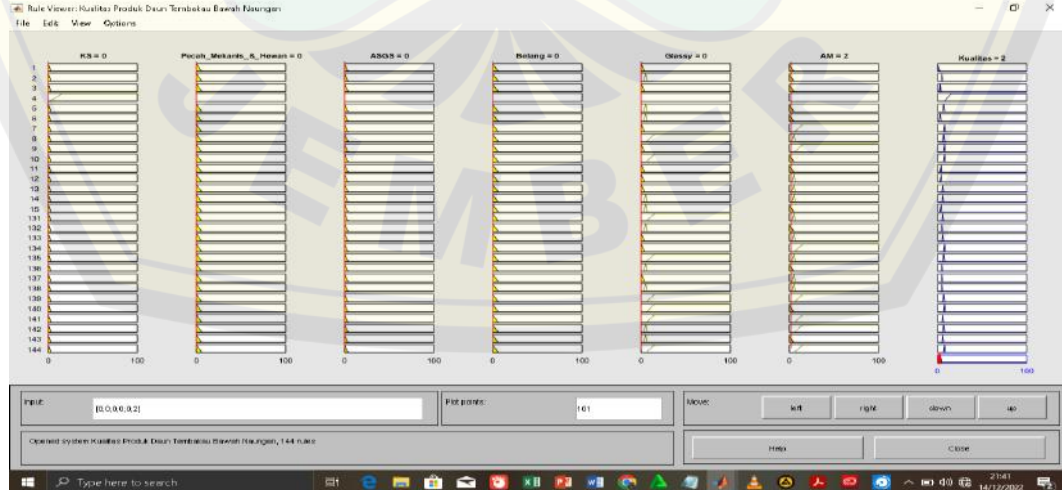
1.  $NW_1$



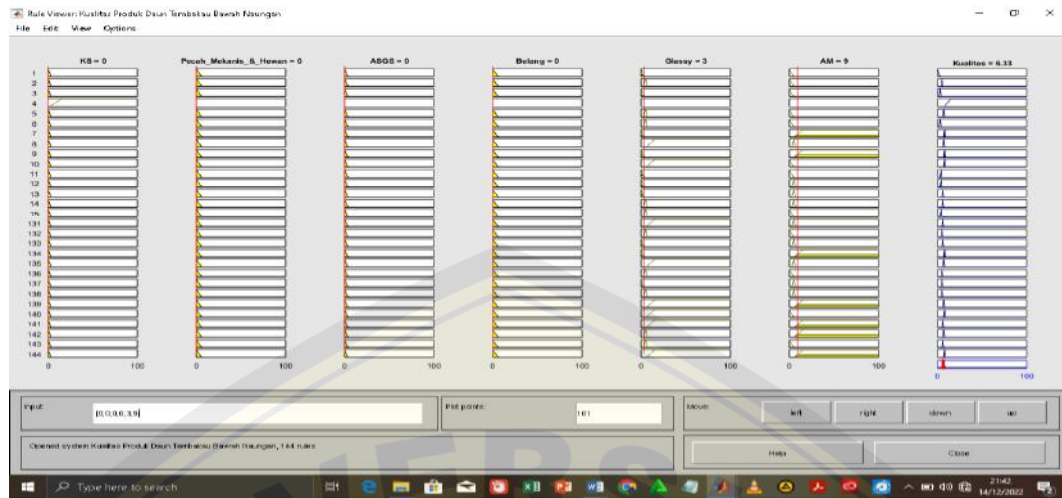
2.  $NW_2$



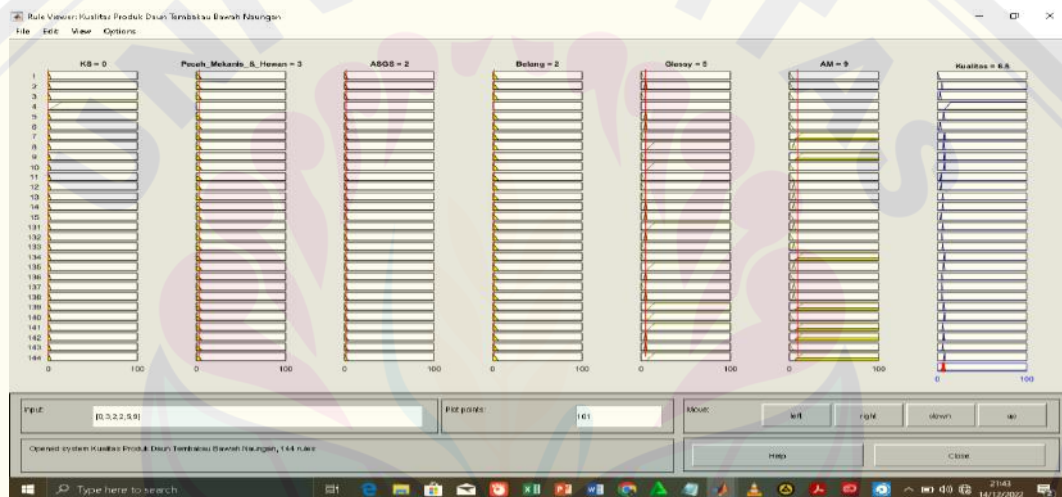
3.  $NW_2$



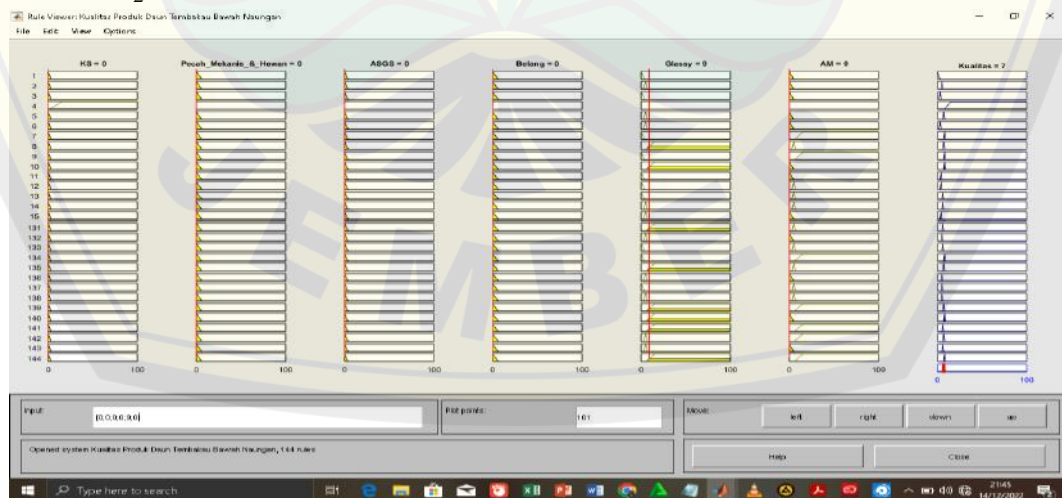
4. LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub>



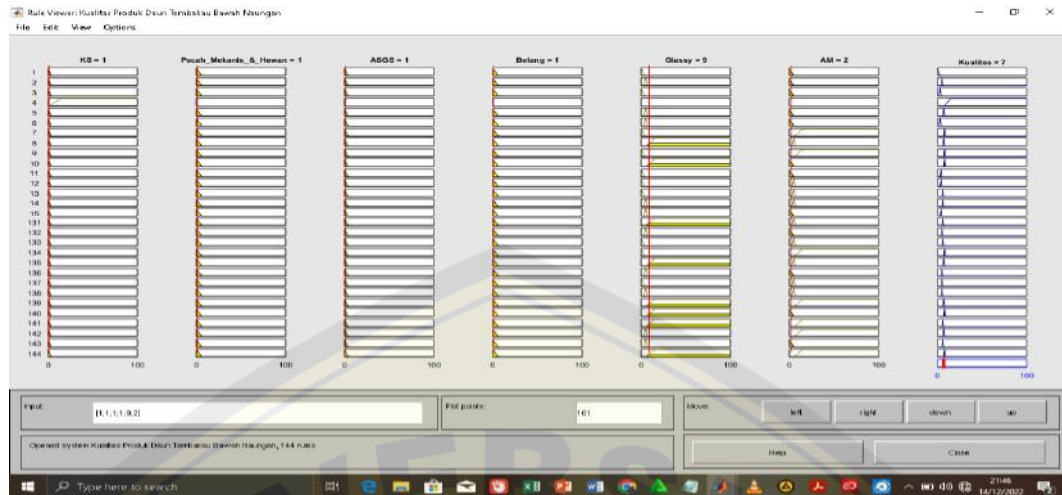
5. PW<sub>2</sub>



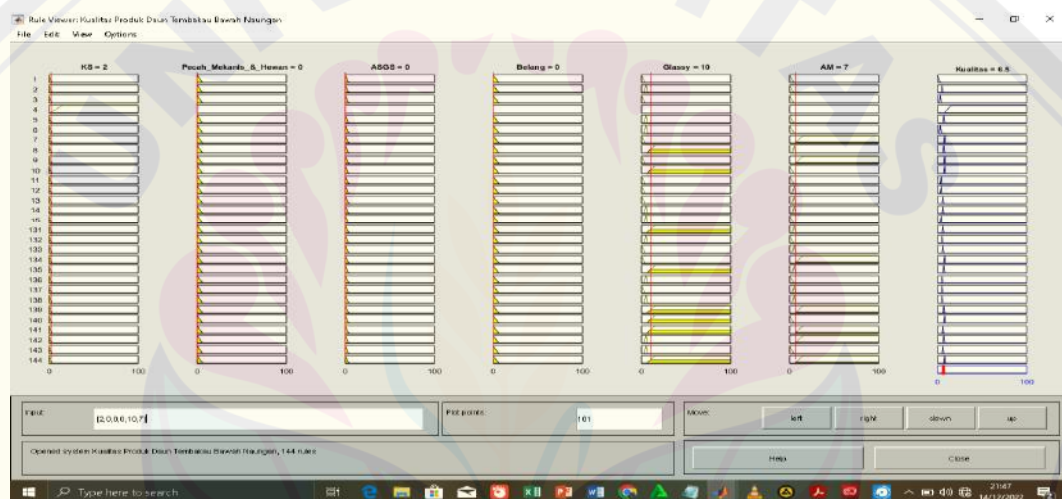
6. PW<sub>2</sub>



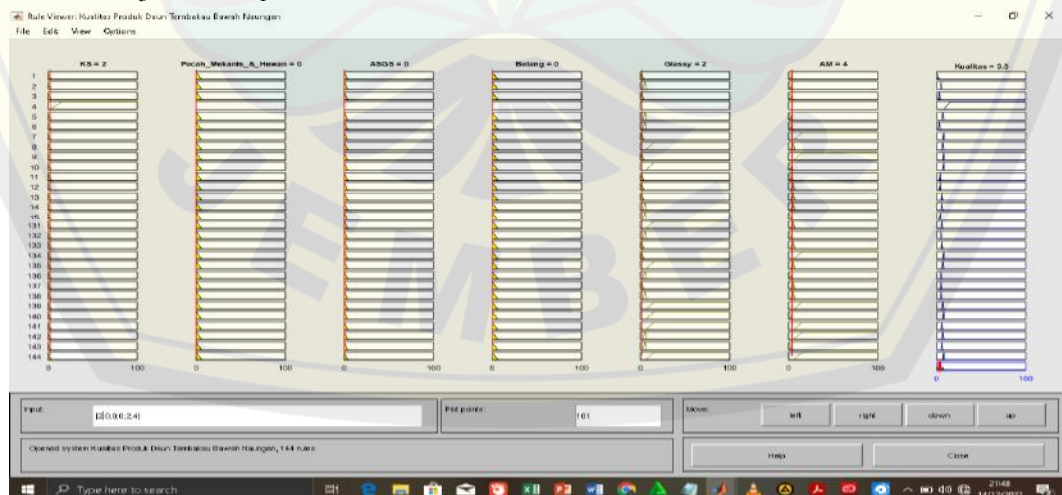
7. PW<sub>3</sub>



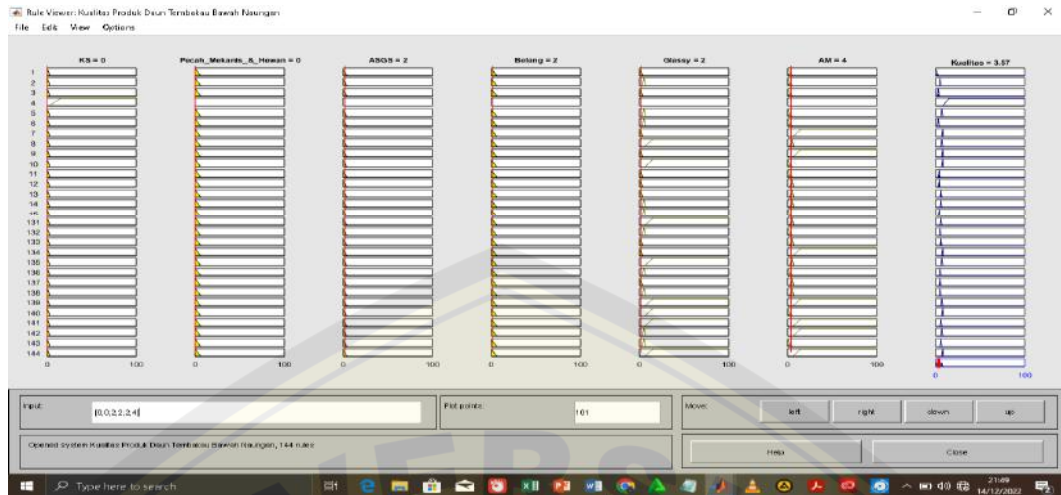
8. PW<sub>2</sub>



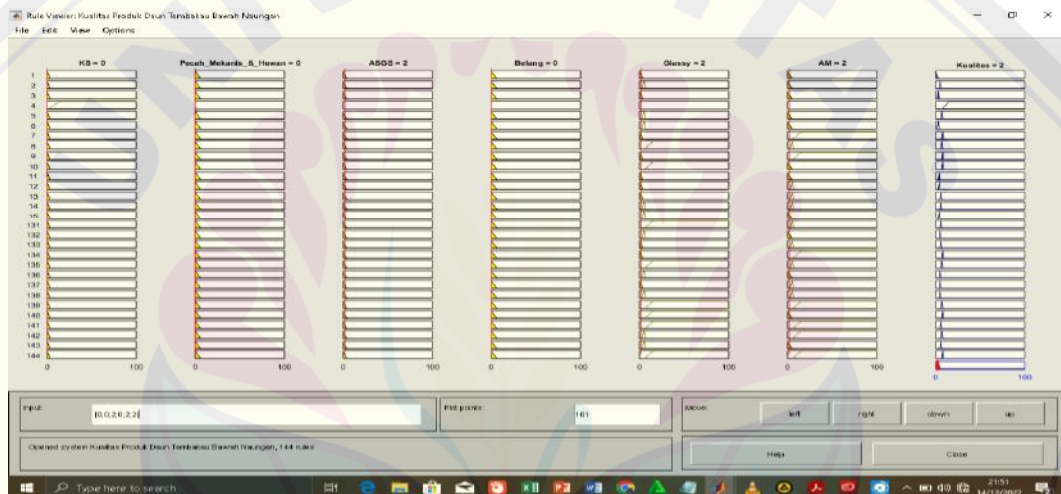
9. NW<sub>3</sub> & LWP<sub>1</sub>



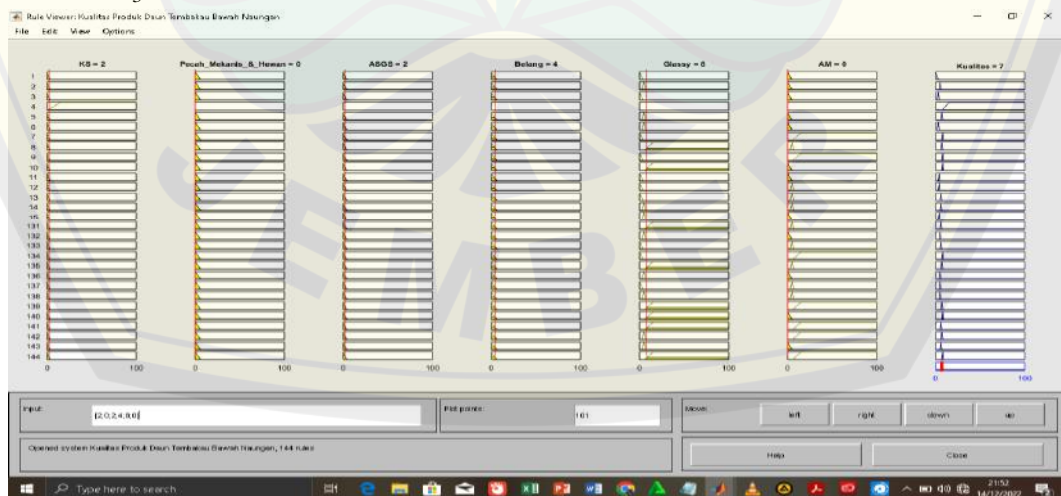
10. NW<sub>2</sub>



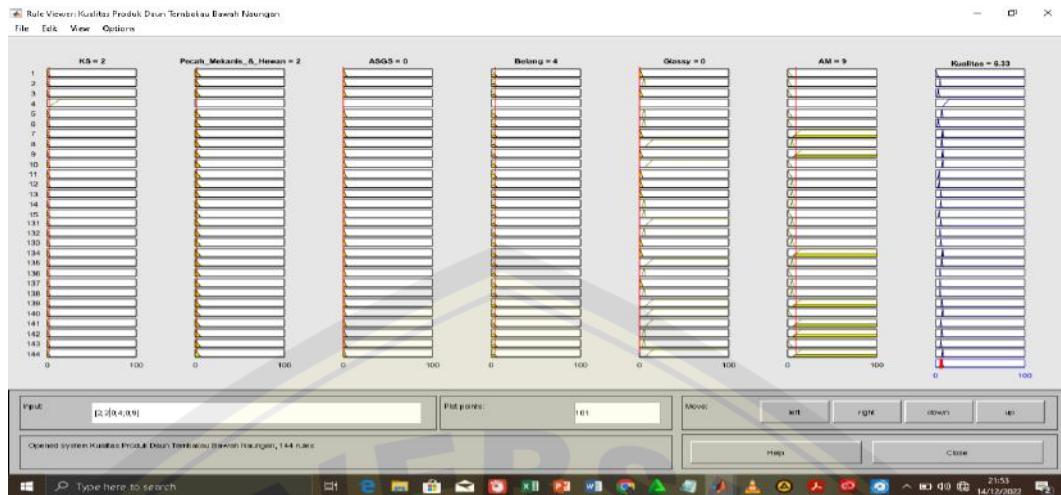
11. NW<sub>1</sub>



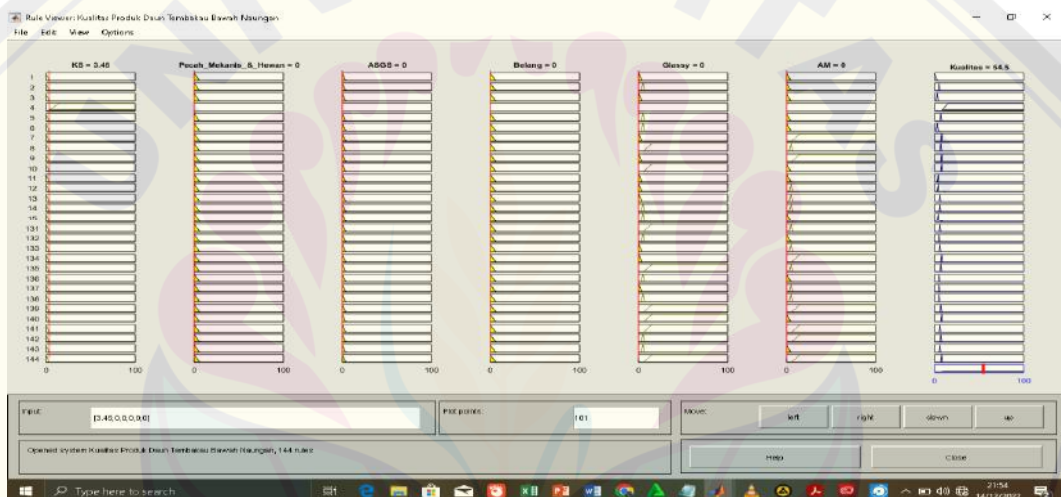
12. PW<sub>3</sub>



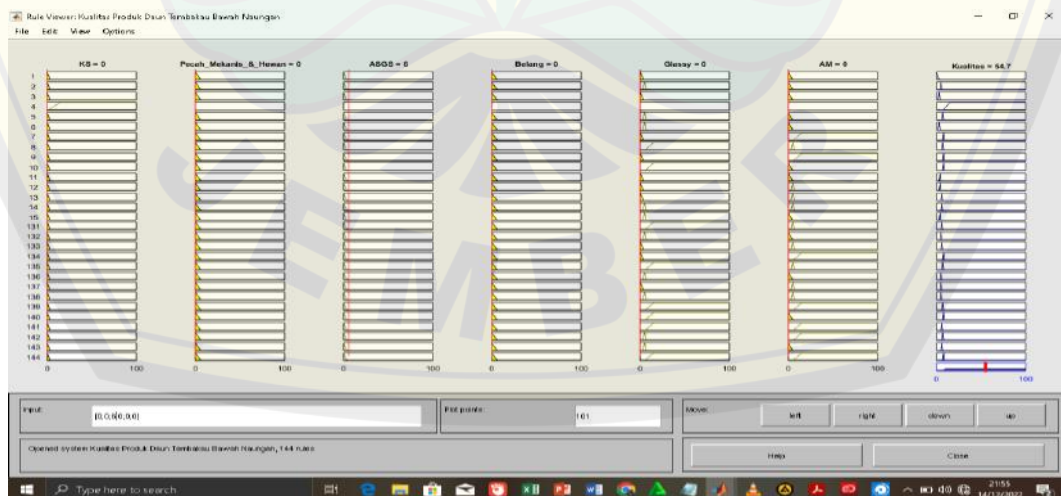
### 13. LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub>



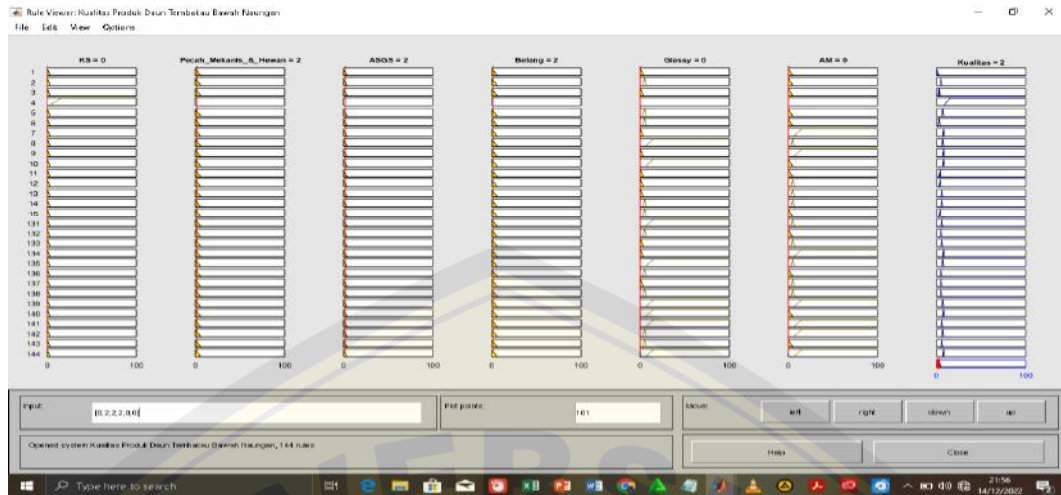
### 14. FILLER



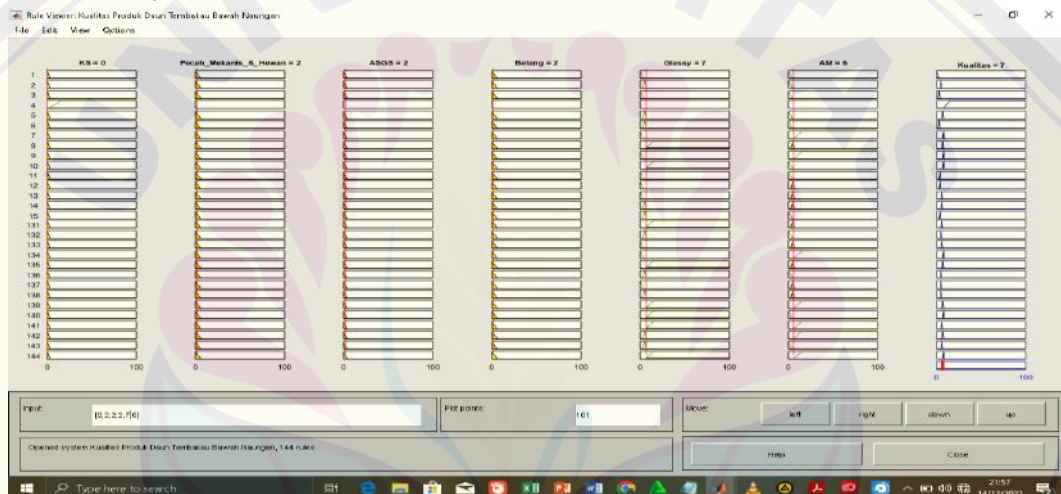
### 15. FILLER



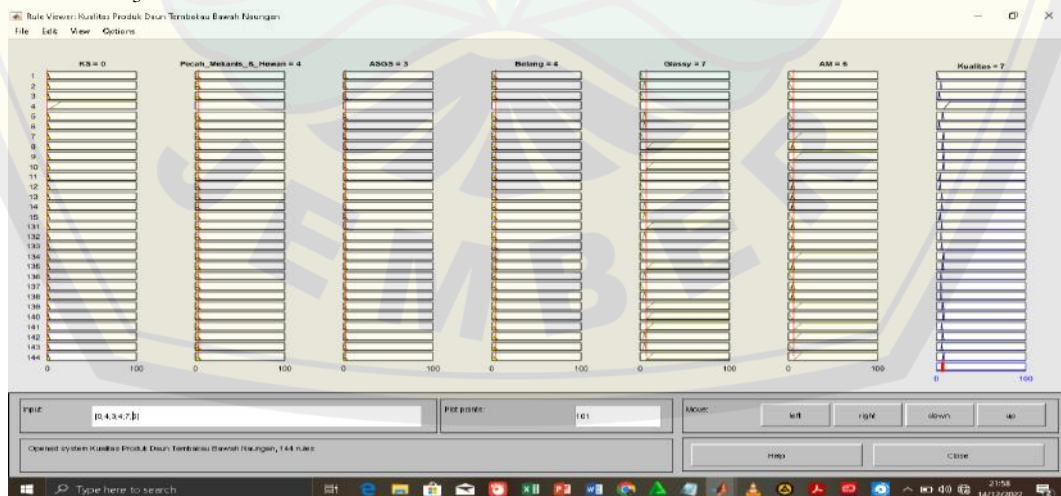
16. NW<sub>2</sub>



17. LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub>

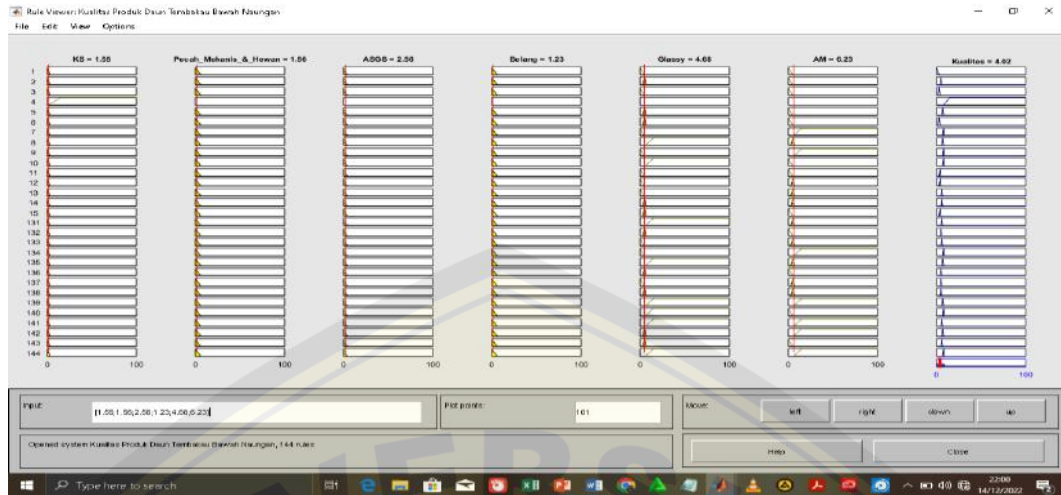


18. PW<sub>3</sub>

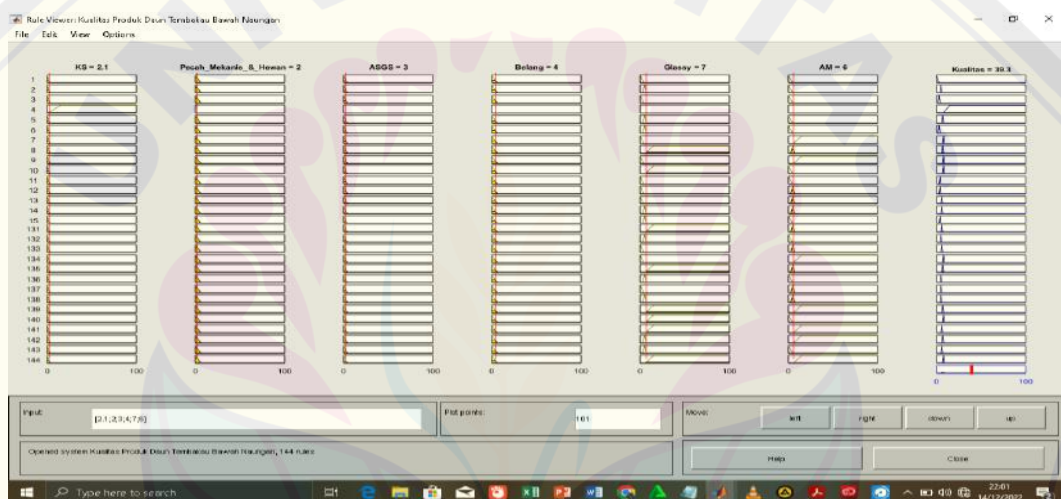




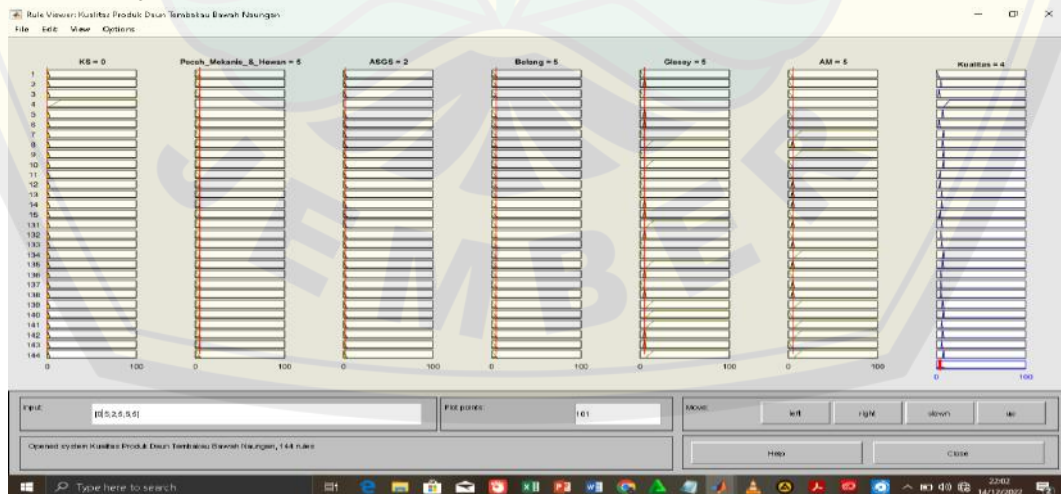
### 19. LPW<sub>2</sub>



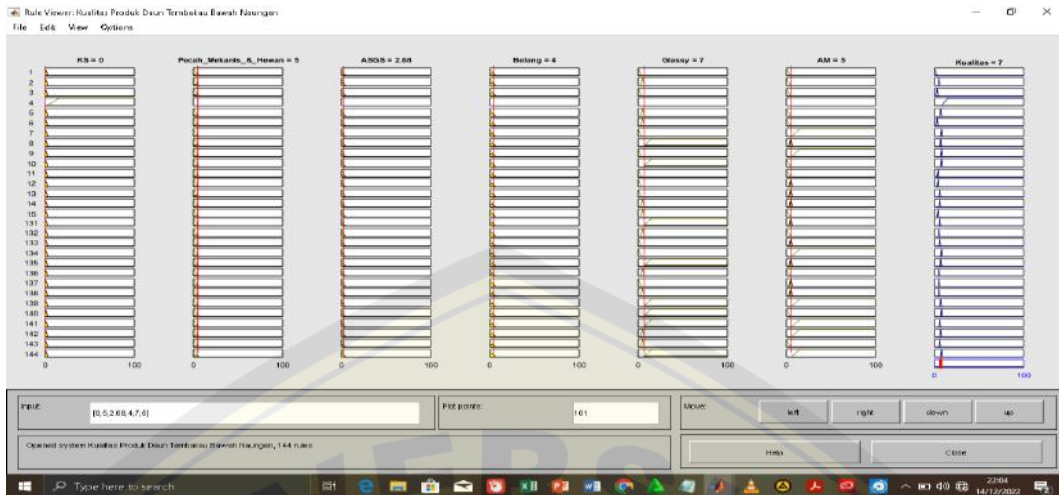
### 20. FILLER



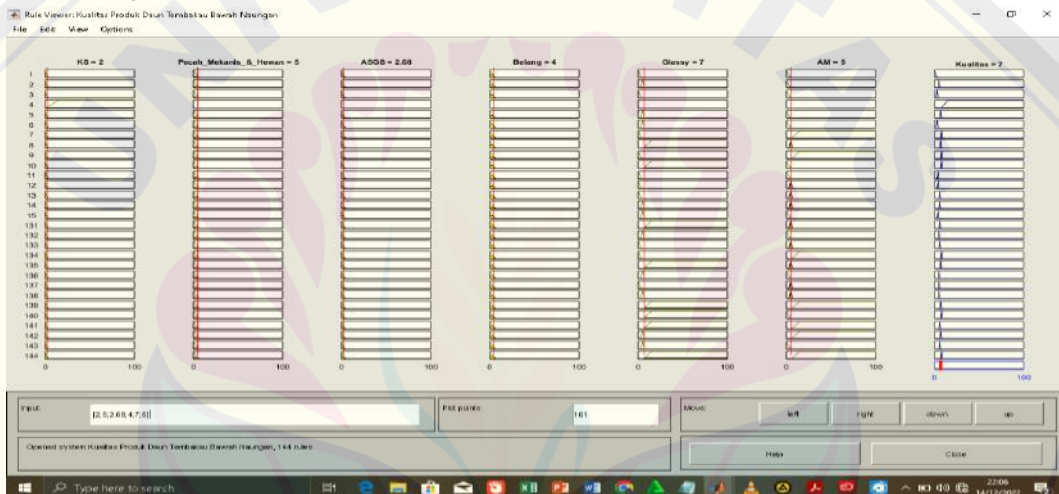
### 21. NW<sub>3</sub> & LWP<sub>1</sub>



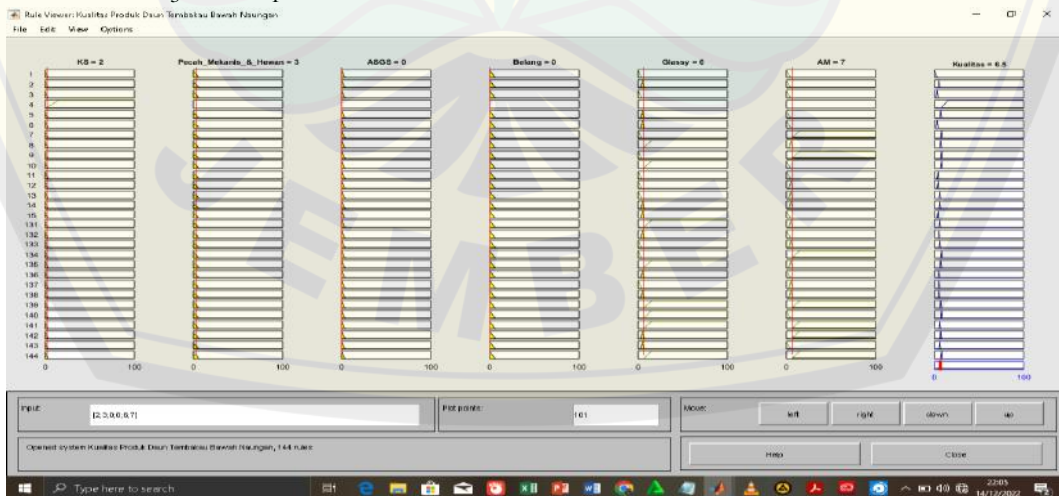
22. PW<sub>2</sub>



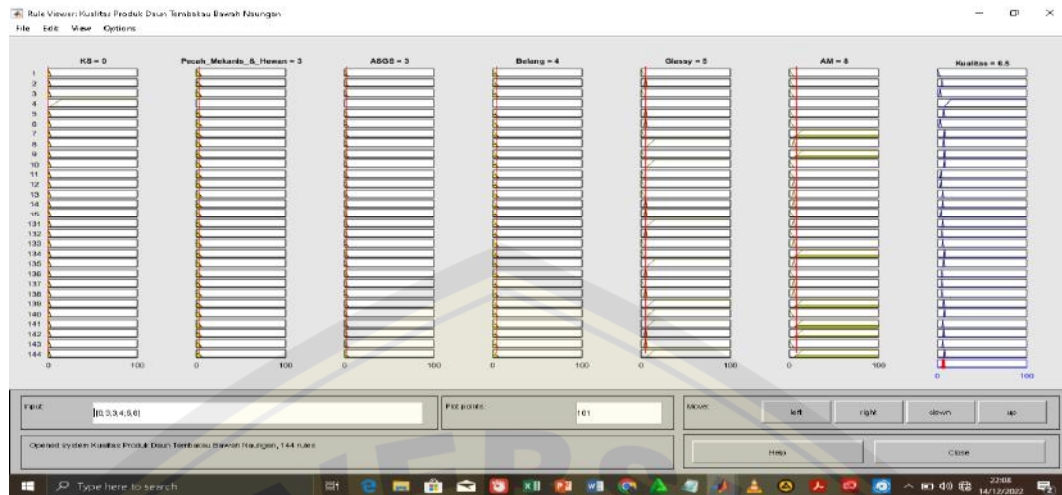
23. PW<sub>3</sub>



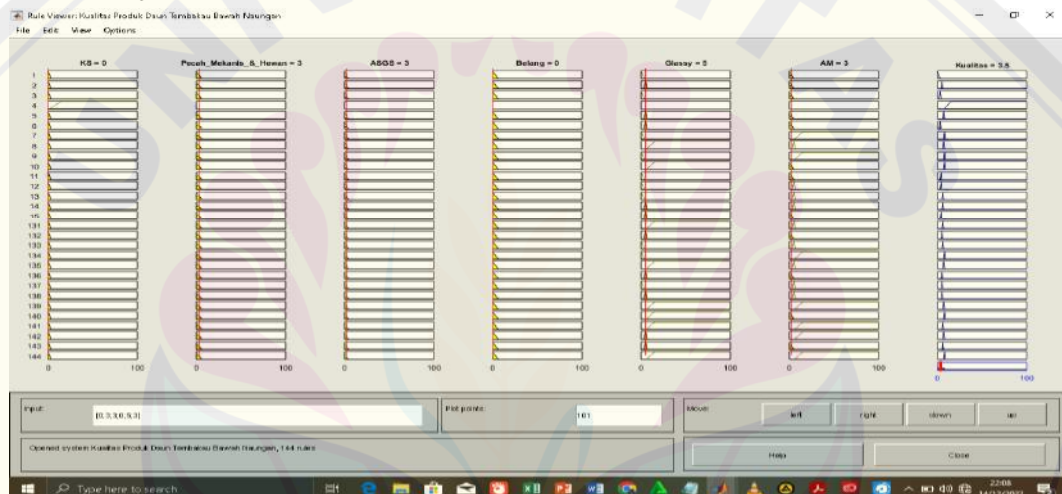
24. LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub>



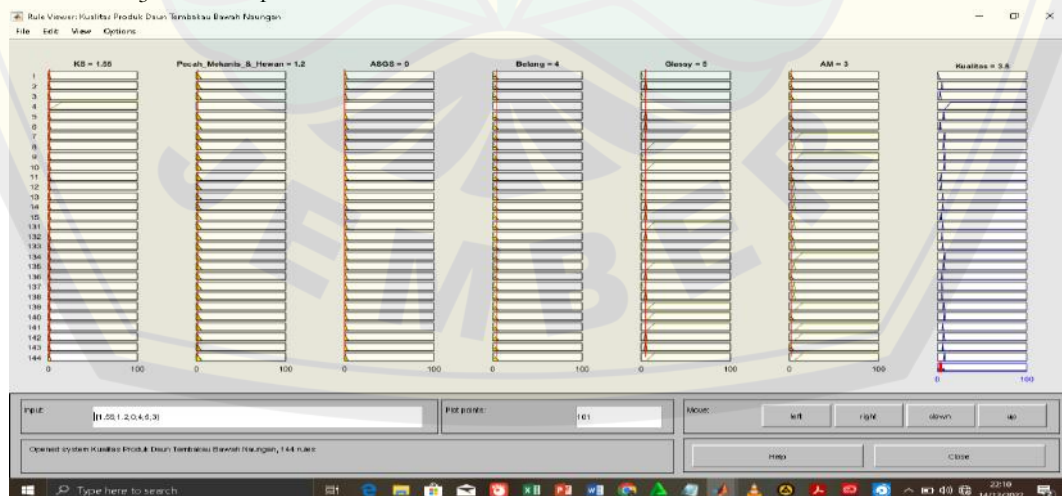
25. PW<sub>2</sub>



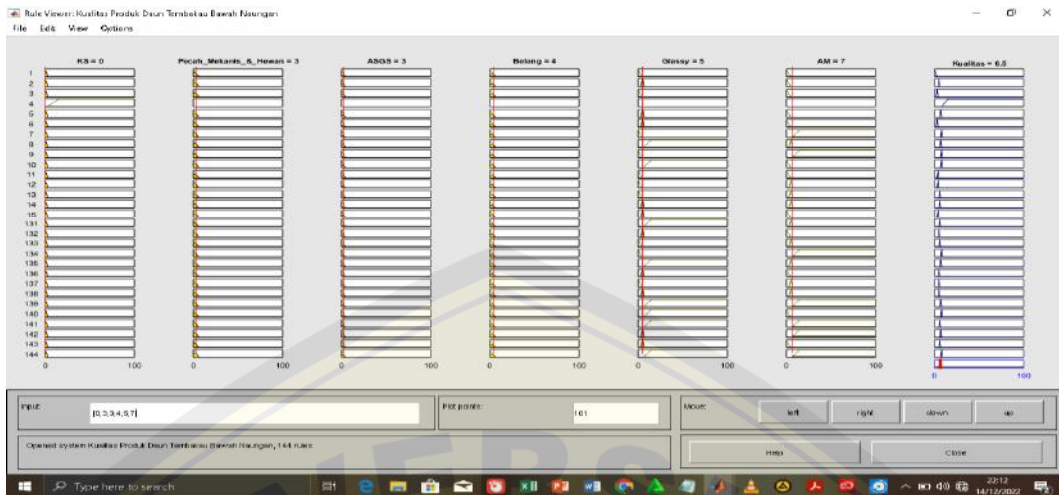
26. NW<sub>3</sub> & LPW<sub>1</sub>



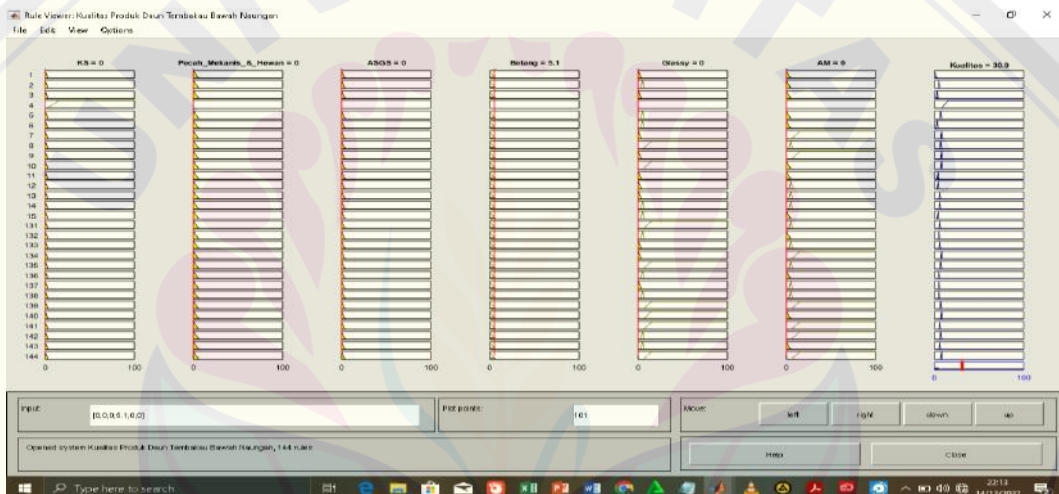
27. NW<sub>3</sub> & LPW<sub>1</sub>



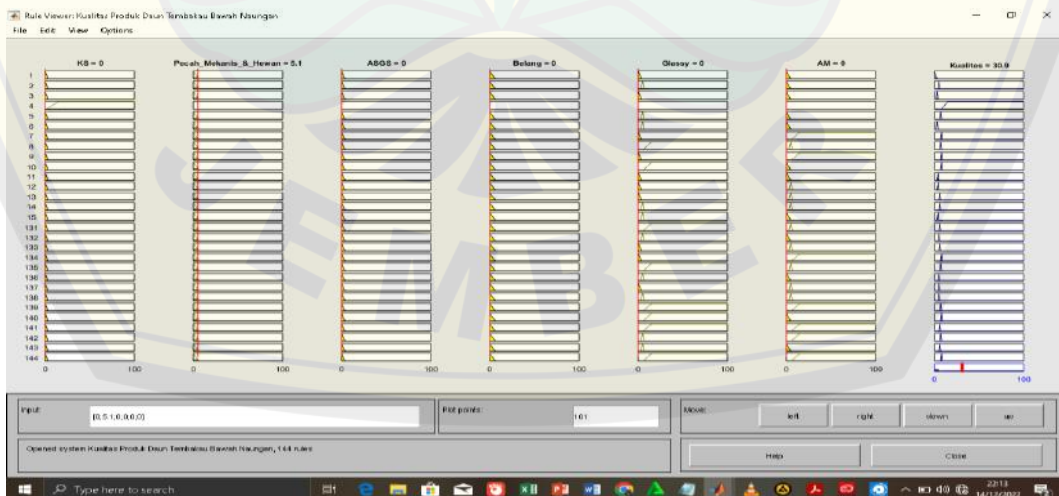
28. LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub>



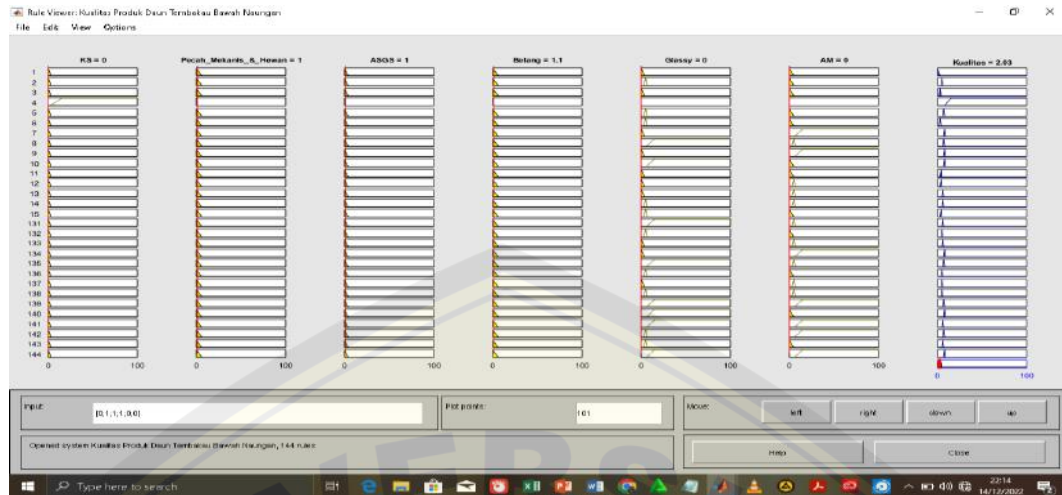
29. FILLER



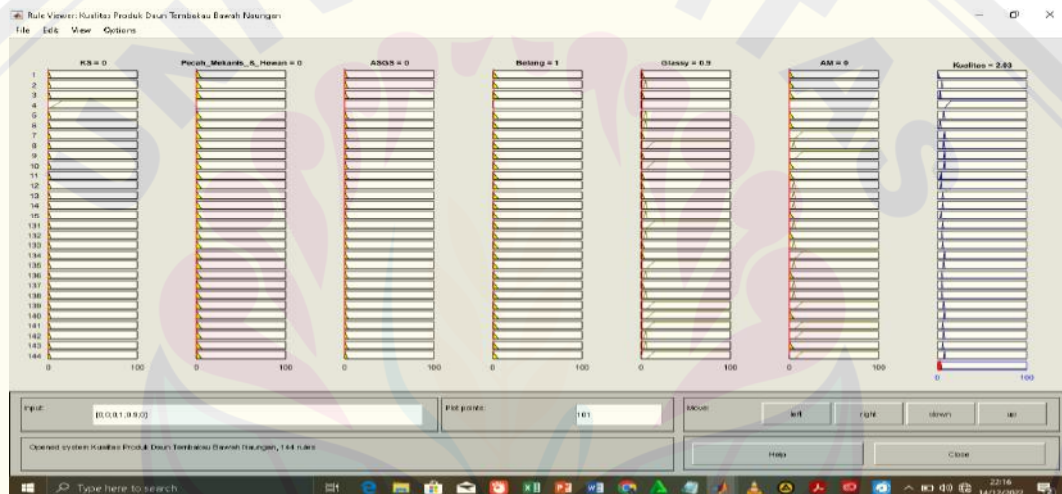
30. FILLER



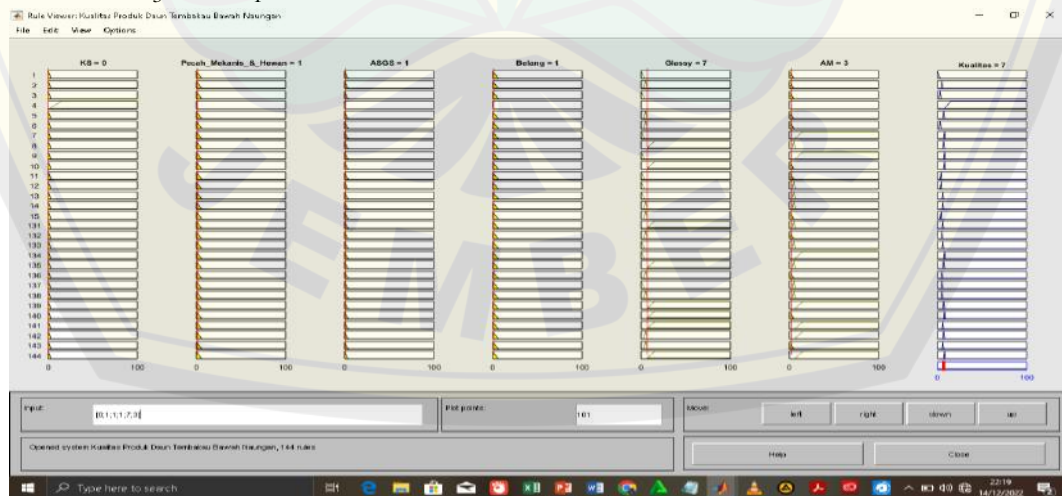
31. NW<sub>1</sub>



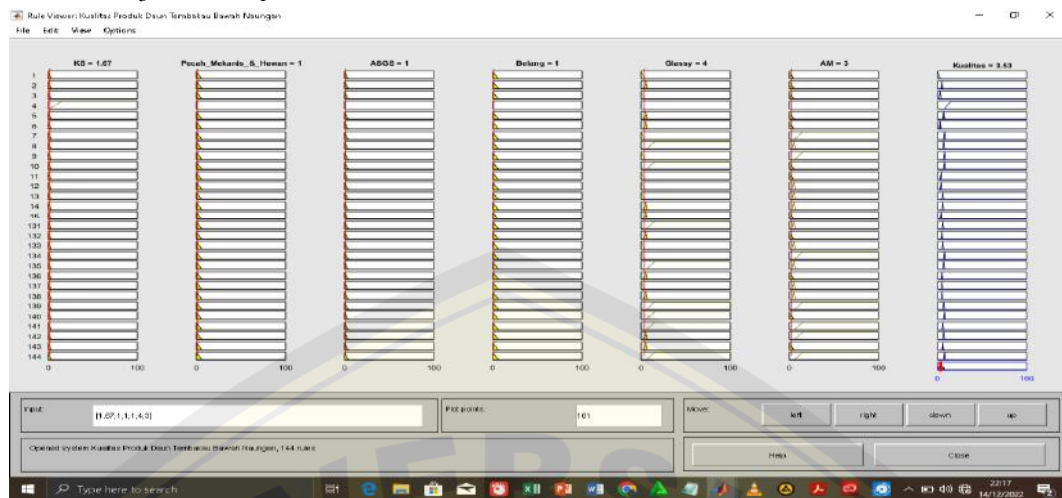
32. NW<sub>1</sub>



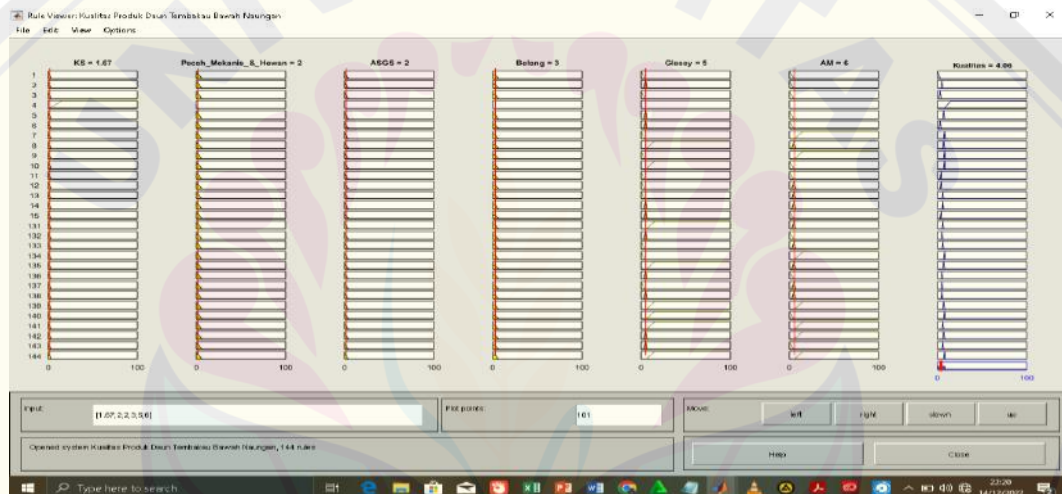
33. LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub>



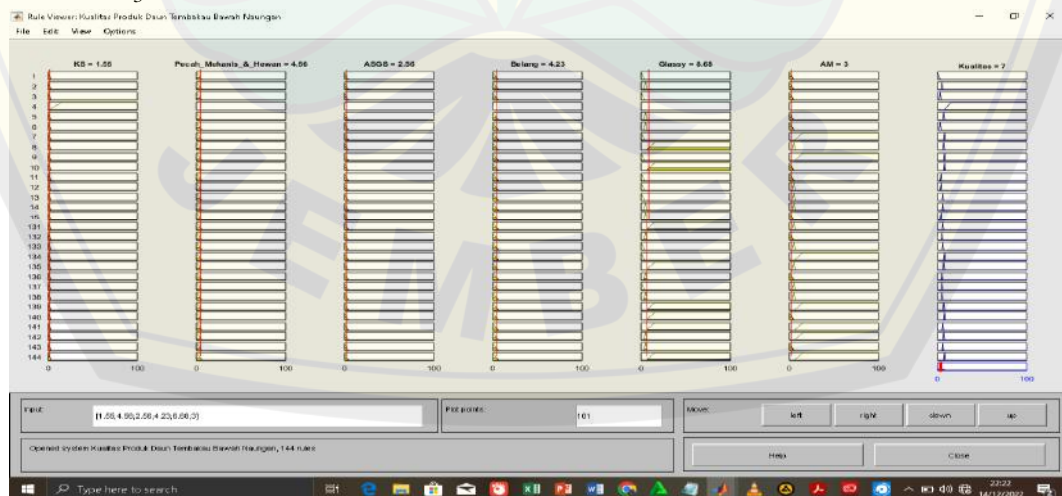
34.  $NW_3$  &  $LPW_1$



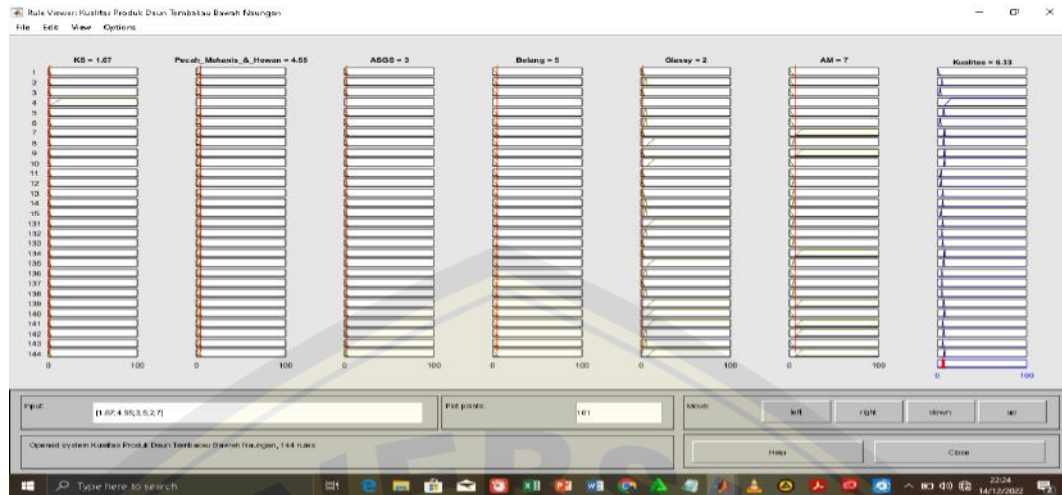
35.  $LPW_2$



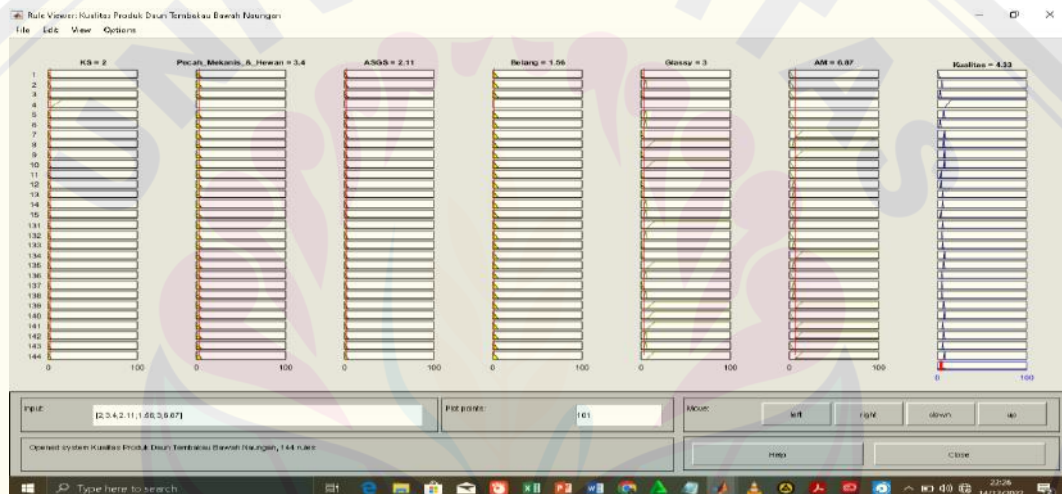
36.  $PW_3$



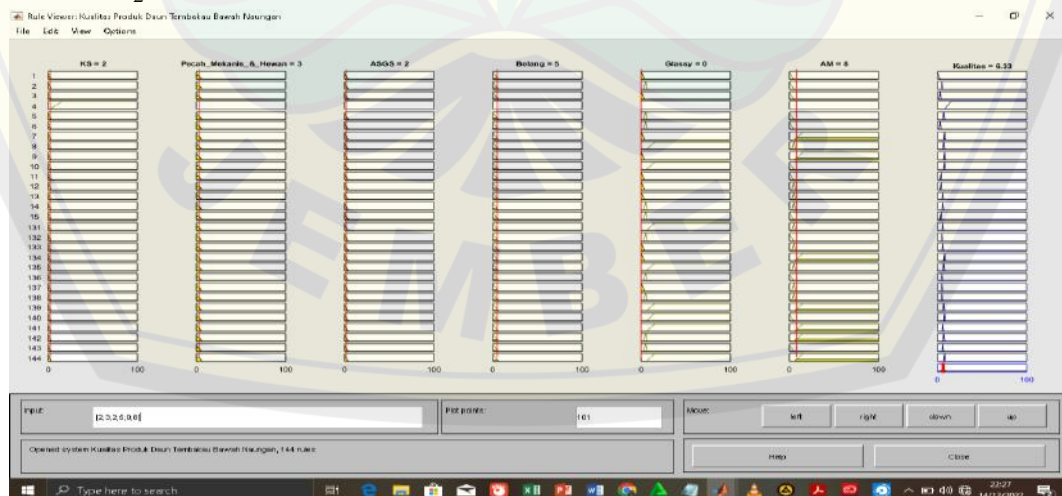
37. PW<sub>2</sub>



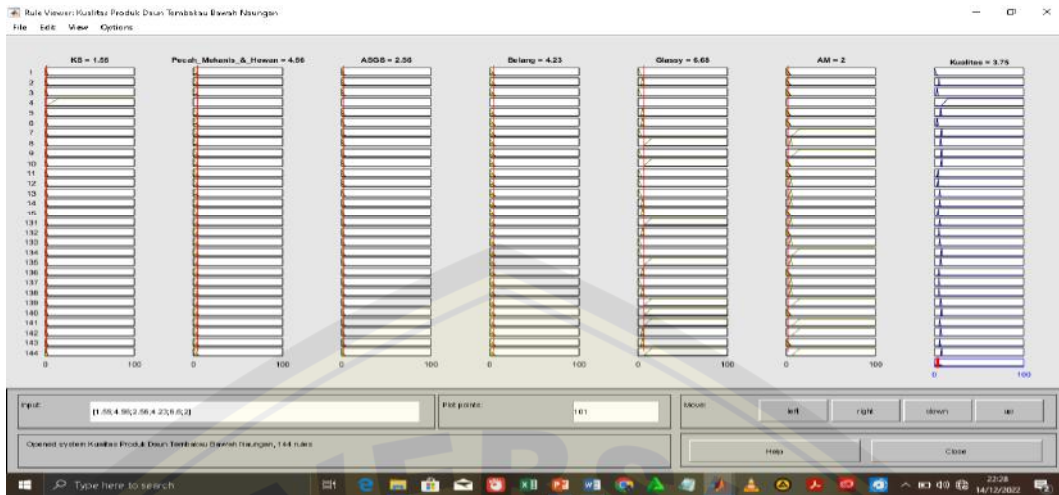
38. LPW<sub>2</sub>



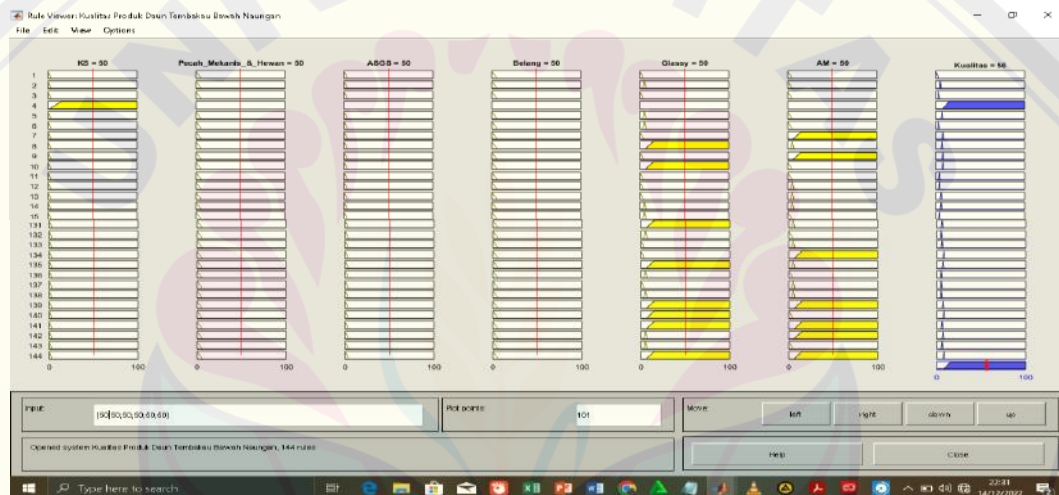
39. PW<sub>2</sub>



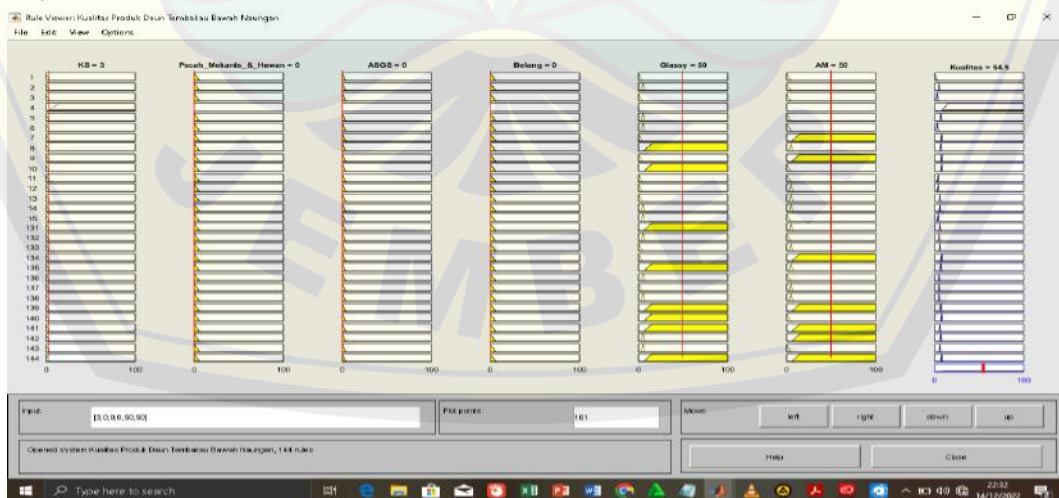
40. LPW<sub>3</sub> & PW<sub>1</sub>



41. FILLER

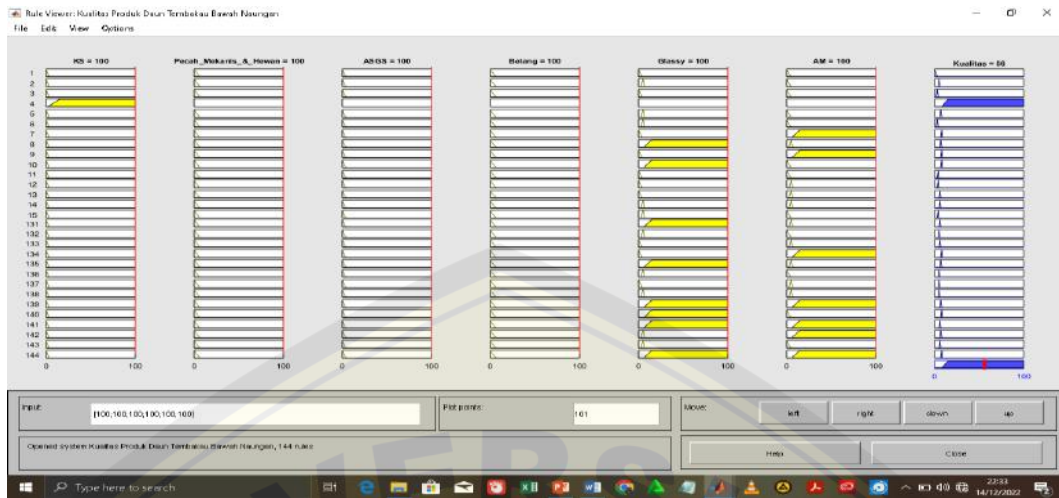


42. FILLER

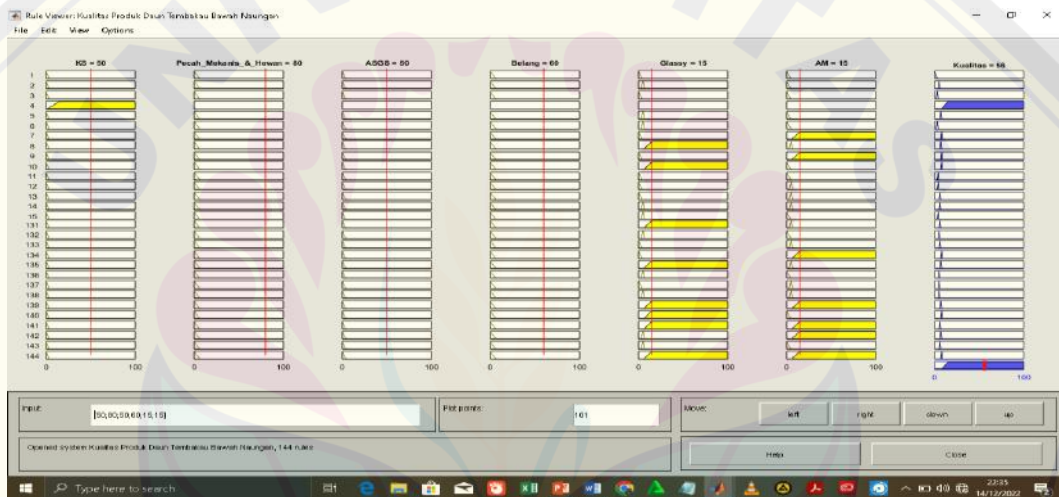




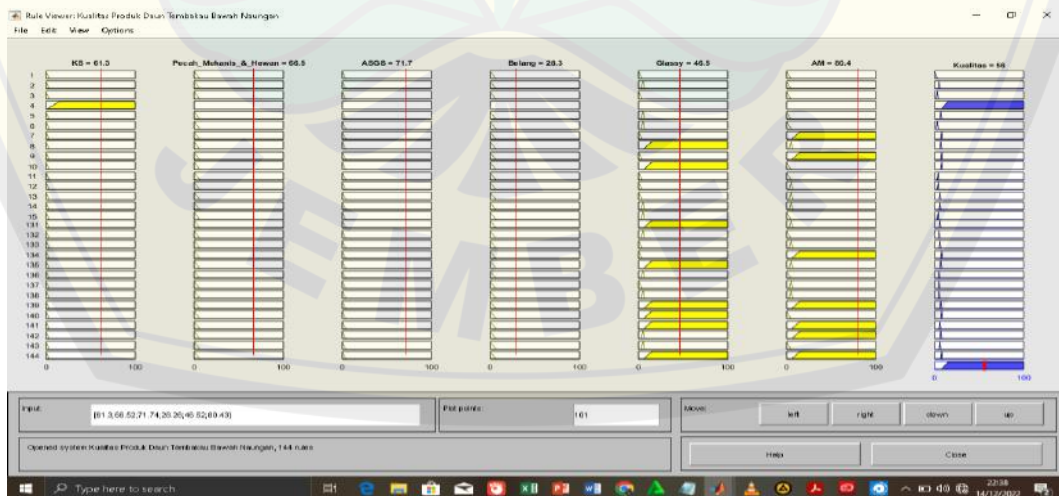
### 43. FILLER



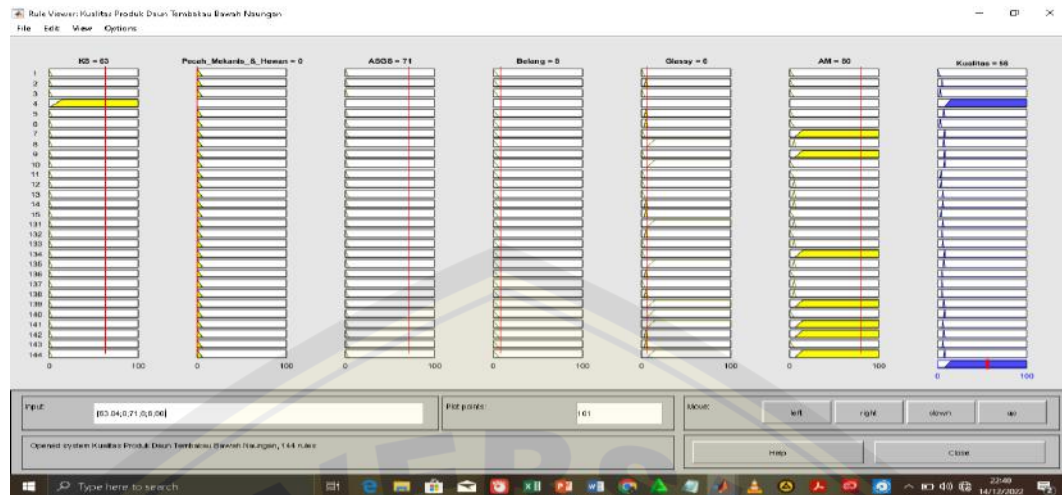
### 44. FILLER



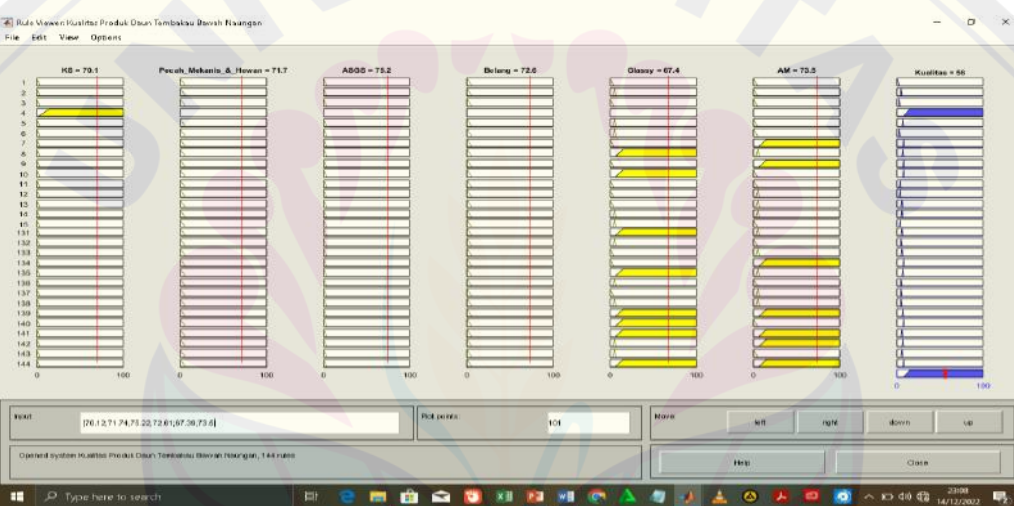
### 45. FILLER



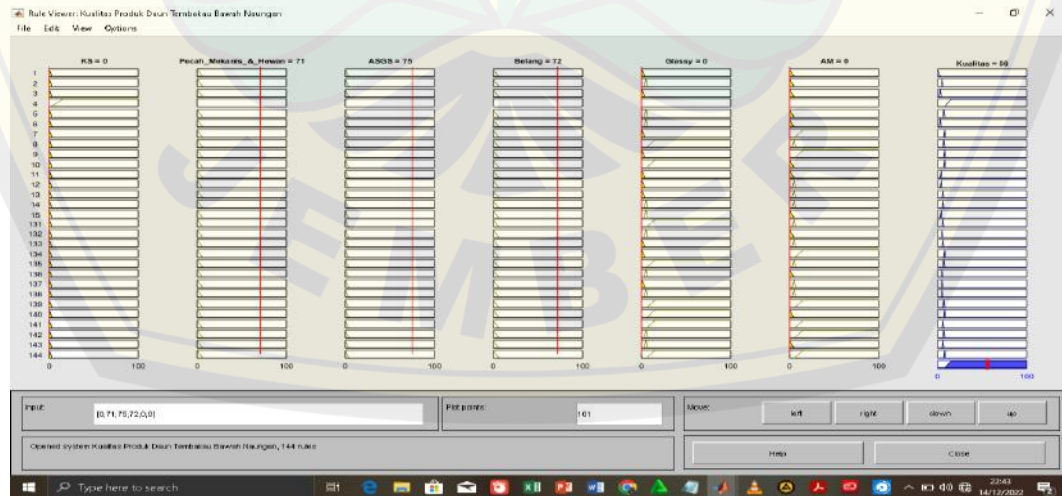
46. FILLER



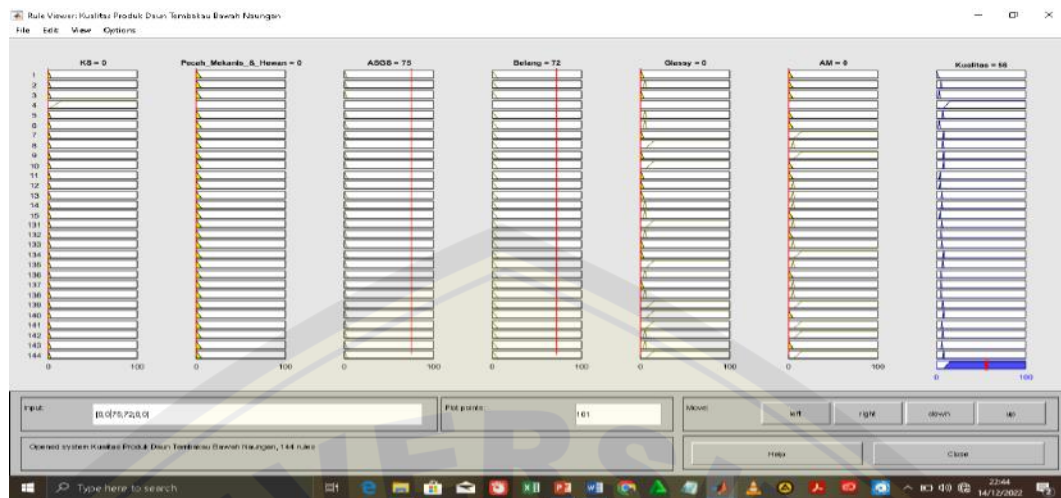
47. FILLER



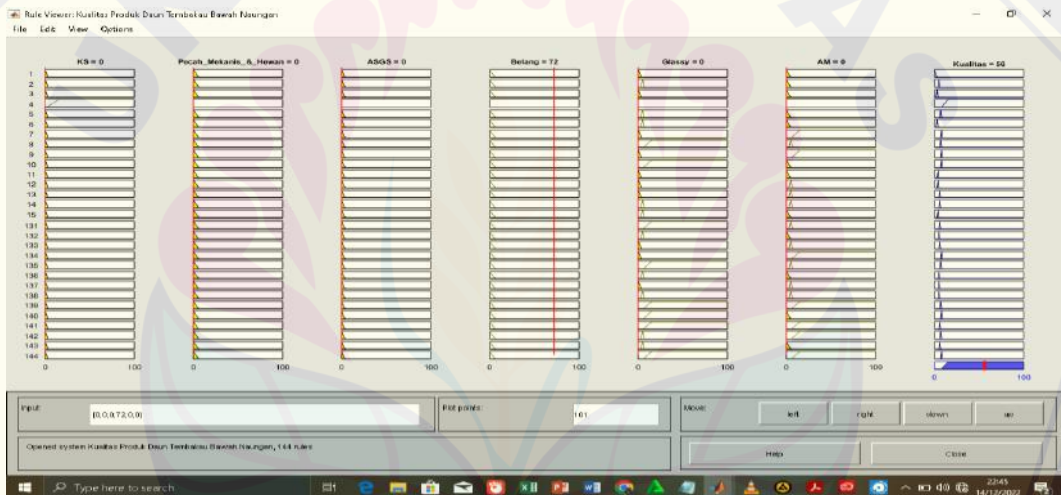
48. FILLER



49. FILLER



50. FILLER



Lampiran 4. Dokumentasi produk daun tembakau bawah naungan



Gambar 1. Daun tembakau ASGS 1



Gambar 2. Daun tembakau ASGS 2



Gambar 3. Daun tembakau ASGS 3



Gambar 4. Daun tembakau Pecah 1



Gambar 5. Daun tembakau Pecah 2



Gambar 6. Daun tembakau Pecah 3



Gambar 7. Daun tembakau Glassy 1



Gambar 8. Daun tembakau Glassy 2



Gambar 9. Daun tembakau Glassy 3



Gambar 10. Daun tembakau AM 1

Gambar 11. Daun tembakau AM 2

Gambar 12. Daun tembakau AM 3



Gambar 13. Daun tembakau Belang 1

Gambar 14. Daun tembakau Belang 2

Gambar 15. Daun tembakau Belang 3





Gambar 16. Daun tembakau NW 1



Gambar 17. Daun tembakau NW 2



Gambar 18. Daun tembakau NW 3



Gambar 19. Daun tembakau LPW 1



Gambar 20. Daun tembakau LPW 2



Gambar 21. Daun tembakau LPW 3



Gambar 22. Daun tembakau PW 1

Gambar 23. Daun tembakau PW 2

Gambar 24. Daun tembakau PW 3



Gambar 25. Daun tembakau KS (FILLER)



Gambar 26. Daun tembakau FILLER

## Lampiran 5. System permodelan menggunakan Matlab R2015a

```

[System]
Name='Kualitas Produk Daun Tembakau Bawah Naungan'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=6
NumOutputs=1
NumRules=144
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='KS'
Range=[0 100]
NumMFs=2
MF1='Sedikit':'trapmf',[-10 -1 0 3]
MF2='Banyak':'trapmf',[2 15 100 120]

[Input2]
Name='Pecah Mekanis_&_Hewan'
Range=[0 100]
NumMFs=2
MF1='Sedikit':'trapmf',[-10 -1 0 6]
MF2='Banyak':'trapmf',[5 15 100 120]

[Input3]
Name='ASGS'
Range=[0 100]
NumMFs=2
MF1='Sedikit':'trapmf',[-10 -1 0 4]
MF2='Banyak':'trapmf',[3 15 100 120]

[Input4]
Name='Belang'
Range=[0 100]
NumMFs=2
MF1='Sedikit':'trapmf',[-10 -1 0 6]
MF2='Banyak':'trapmf',[5 15 100 120]

[Input5]
Name='Glassy'
Range=[0 100]
NumMFs=3
MF1='Sedikit':'trapmf',[-10 -1 0 4]
MF2='Sedang':'trimf',[3 5 7]
MF3='Banyak':'trapmf',[6 15 100 120]

```

```

[Input6]
Name='AM'
Range=[0 100]
NumMFs=3
MF1='Sedikit':'trapmf',[-10 -1 0 5]
MF2='Sedang':'trimf',[3 5 7]
MF3='Banyak':'trapmf',[6 15 100 120]

```

```

[Output1]
Name='Kualitas'
Range=[0 100]
NumMFs=8
MF1='NW_1':'trapmf',[-10 -1 0 3]
MF2='NW_2':'trimf',[2 3 4]
MF3='NW_3_&LPW_1':'trimf',[3 4 5]
MF4='LPW_2':'trimf',[4 5 6]
MF5='LPW_3_&PW_1':'trimf',[5 6 7]
MF6='PW_2':'trimf',[6 7 8]
MF7='PW_3':'trimf',[7 8 9]
MF8='FILLER':'trapmf',[8 15 100 120]

```

```

[Rules]
1 1 1 1 1 1, 1 (1) : 1
1 1 1 1 2 1, 4 (1) : 1
1 1 1 1 1 1, 2 (1) : 1
2 0 0 0 0 0, 8 (1) : 1
1 1 1 1 2 1, 6 (1) : 1
1 1 1 1 2 1, 2 (1) : 1
1 1 1 1 1 3, 7 (1) : 1
1 1 1 1 3 2, 6 (1) : 1
1 1 1 1 1 3, 7 (1) : 1
1 1 1 1 3 1, 7 (1) : 1
1 1 1 1 1 1, 3 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 3 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 5 (1) : 1
1 1 1 1 2 2, 5 (1) : 1
1 1 1 1 2 1, 3 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 2 (1) : 1
1 1 1 1 2 1, 1 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 3 (1) : 1
1 1 1 1 2 1, 5 (1) : 1
1 1 1 1 2 2, 6 (1) : 1
1 1 1 1 2 2, 7 (1) : 1
1 1 1 1 2 3, 6 (1) : 1
1 1 1 1 3 2, 7 (1) : 1
1 1 2 1 1 2, 8 (1) : 1
1 1 1 1 2 1, 4 (1) : 1
1 1 2 2 2 2, 8 (1) : 1
1 1 1 1 3 1, 5 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 6 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 5 (1) : 1
1 2 1 1 1 1, 8 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 4 (1) : 1
1 1 1 1 2 3, 5 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 1 (1) : 1

```

1 1 1 1 1 1, 1 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 3, 7 (1) : 1  
 1 1 1 2 1 1, 8 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 2, 3 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 4 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 2, 4 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 2, 6 (1) : 1  
 2 2 1 2 3 1, 8 (1) : 1  
 2 2 2 2 3 3, 8 (1) : 1  
 1 2 1 2 2 3, 8 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 1, 2 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 2 (1) : 1  
 1 1 2 1 1 1, 8 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 2, 3 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 3 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 3, 6 (1) : 1  
 2 2 2 1 2 1, 8 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 2, 2 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 1 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 2, 3 (1) : 1  
 1 1 1 1 3 2, 5 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 3, 5 (1) : 1  
 1 1 1 1 3 1, 7 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 2, 7 (1) : 1  
 1 1 1 1 3 1, 6 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 4 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 2, 4 (1) : 1  
 1 1 1 1 3 1, 5 (1) : 1  
 1 1 1 1 3 2, 5 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 3, 6 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 6 (1) : 1  
 2 1 1 1 1 1, 8 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 2, 7 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 2, 6 (1) : 1  
 1 1 1 1 3 2, 6 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 3, 7 (1) : 1  
 1 1 1 2 2 3, 8 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 1 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 2, 2 (1) : 1  
 1 2 1 1 2 3, 8 (1) : 1  
 2 1 1 1 3 2, 8 (1) : 1  
 0 2 0 0 0 0, 8 (1) : 1  
 0 0 2 0 0 0, 8 (1) : 1  
 0 0 0 2 0 0, 8 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 3 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 2, 4 (1) : 1  
 1 1 1 1 3 3, 6 (1) : 1  
 1 2 1 1 2 1, 8 (1) : 1  
 1 1 2 1 1 2, 8 (1) : 1  
 1 1 1 2 1 1, 8 (1) : 1  
 1 1 1 2 2 2, 8 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 2, 1 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 1, 1 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 2 (1) : 1  
 1 1 1 1 1 2, 1 (1) : 1  
 1 1 1 1 2 1, 1 (1) : 1

1 1 1 1 2 2, 2 (1) : 1  
1 1 2 1 2 2, 8 (1) : 1  
1 2 1 1 2 2, 8 (1) : 1  
1 1 1 1 2 1, 2 (1) : 1  
1 1 1 1 1 2, 2 (1) : 1  
1 1 1 1 2 2, 2 (1) : 1  
1 1 1 1 2 3, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 3 3, 6 (1) : 1  
1 1 1 1 2 3, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 2 2, 1 (1) : 1  
1 1 1 1 3 1, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 3 2, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 2 3, 6 (1) : 1  
1 1 1 1 1 3, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 2 3, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 2 1, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 2 2, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 1 3, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 3 1, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 3 3, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 1 1, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 2 3, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 3 3, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 1 2, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 3 2, 6 (1) : 1  
1 1 1 1 2 2, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 2 1, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 1 2, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 1 1, 3 (1) : 1  
1 1 2 1 2 1, 8 (1) : 1  
1 1 1 1 2 1, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 3 2, 6 (1) : 1  
1 1 1 1 1 2, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 2 2, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 3 3, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 2 1, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 3 2, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 1 1, 3 (1) : 1  
1 1 1 1 1 3, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 2 3, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 3 2, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 2 1, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 1 2, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 1 3, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 3 2, 6 (1) : 1  
1 1 1 1 2 1, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 1 2, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 2 2, 4 (1) : 1  
1 1 1 1 3 3, 6 (1) : 1  
1 1 1 1 3 1, 7 (1) : 1  
1 1 1 1 3 3, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 2 3, 6 (1) : 1  
1 1 1 1 2 1, 5 (1) : 1  
1 1 1 1 3 3, 7 (1) : 1