



**RANCANG BANGUN ALAT PENGERING TEMBAKAU OTOMATIS
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC***

Skripsi

Oleh

**Muhammad Amirudin
NIM 131910201067**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**RANCANG BANGUN ALAT PENGERING TEMBAKAU OTOMATIS
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC***

Skripsi

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Muhammad Amirudin
NIM 131910201067**

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA 1

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2017

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas kasih setia-Nya yang telah melimpahkan segala rahmat yang tak ternilai, sehingga saya bisa menyelesaikan penelitian ini.

Akhirnya, saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah SWT yang Maha atas segalanya
2. Nabi besar Muhammad SAW, yang menjadi suri tauladan bagi seluruh manusia.
3. Kedua Orangtua, Ibu Siti Maslimah dan Bapak Lukman Hakim yang tidak pernah lelah memberikan doa, memberikan dukungan moril maupun materiil dan kasih sayang yang tidak pernah henti diberikan kepada saya.
4. Bapak Sumardi, S.T., M.T., Bapak Mohamad Agung Prawira Negara, S.T., M.T., dan Bapak Wahyu Muldayani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing menyelesaikan tugas akhir.
5. Rekan-rekan satu DPU dan DPA pejuang skripsi.
6. Keluarga besar INTEL dan penghuni Kontrakan Brantas XIV yang senantiasa menemani dan membantu dalam suka dan duka.
7. Almamater Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.

MOTTO

“Hai orang – orang mukmin, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu”

(QS Muhammad: 7)¹

“Aku akan bersabar hingga kesabaran tak mampu menahan kesabaranku. Aku akan bersabar hingga Allah memperkenankan urusanku. Aku akan bersabar hingga kesabaran tahu bahwa aku bersabar atas sesuatu yang lebih pahit daripada kesabaran itu sendiri”

(Imam Syafi’i)²

“Maksiat yang melahirkan ketaatan lebih baik dari pada ketaatan yang melahirkan kesombongan”.

(Ibnu Athaillah Al-Iskandari)³

¹ Kementerian Agama RI. 2007. *Al Qur’an dan Terjemahannya Dilengkapi dengan Kajian Usul Fiqih dan Intisari Ayat*. Bandung : Syaamil quran.

² Muhammad Al-Faiz & Juman Rofarif. 2016. *Al-Hikam Imam Syafi’I Mutiara Hikmah & Syair Indah Imam Ahlussunnah*. Jakarta : Zaman

³ Ibnu Athaillah. 2015. *Mengaji Tajul ‘Arus Rujukan Utama Mendidik Jiwa*. Jakarta : Zaman

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Amirudin

NIM : 131910201067

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” Rancang Bangun Alat Pengering Tembakau Otomatis Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, November 2017

Yang menyatakan,

Muhammad Amirudin

NIM 131910201067

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT PENGERING TEMBAKAU OTOMATIS
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC***

Oleh

Muhammad Amirudin

NIM 131910201067

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Mohamad Agung Prawira Negara, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Alat Pengering Tembakau Otomatis Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” karya Muhammad Amirudin telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 30 November 2017

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji,

Ketua,

Anggota I,

Sumardi, S.T., M.T.
NIP 19670113 199802 1 001

Mohamad Agung Prawira Negara, S.T.,
M.T.
NIP 19871217 201212 1 003

Anggota II,

Anggota III,

Widya Cahyadi, S.T., M.,T.
NIP 19851110 201404 1 001

Alfredo Bayu Satria, S.T., M.T.
NIP 19890519 201504 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Rancang Bangun Alat Pengering Tembakau Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic; Muhammad Amirudin, 131910201067; 2017; 92 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kabupaten Jember memang sudah dirancang sebagai daerah perkebunan sejak tahun 1850 masehi. Tembakau yang dihasilkan di Kabupaten Jember yaitu daun tembakau Besuki yang sangat terkenal serta diminati mancanegara dan dipakai sebagai pembalut, pengikat atau pembungkus, bahkan pengisi cerutu. Namun terdapat beberapa hambatan yang dialami oleh petani tembakau di Kabupaten Jember. Salah satunya yaitu cuaca hujan yang tinggi karena dibutuhkan matahari pada proses pengeringan tembakau yang telah dipanen. Akibat curah hujan yang tinggi petani tidak dapat menjemur tembakau hasil panennya. Jika tembakau yang sudah dipanen tidak dapat dijemur, lama-lama tembakau akan menjadi rusak dan berjamur. Sehingga dibutuhkan alat untuk mengeringkan tembakau yang sudah panen. Sebagian petani sudah menggunakan alat pengering tembakau untuk mengatasi curah hujan yang tinggi. Namun alat pengering tembakau yang digunakan masih manual dalam mengetahui tembakau sudah kering atau belum. Petani melihat perubahan warna dari tembakau untuk mengetahui kekeringan tembakau.

Pada penelitian ini sebuah alat pengering dibuat secara otomatis untuk membantu petani mengeringkan tembakau walau pada saat cuaca hujan. Kamera dan sensor suhu digunakan sebagai pengganti dari mata petani. Sensor suhu digunakan untuk memantau temperatur yang ada di dalam mesin pengering, dan kamera akan mendeteksi perubahan warna dari tembakau dalam pengeringan. Perubahan warna tembakau inilah yang digunakan sebagai acuan untuk mengetahui tembakau sudah kering atau belum. Metode pengambilan data yang digunakan untuk mendeteksi perubahan warna menggunakan metode pengolahan citra. Perubahan citra atau gambar dari tembakau yang diambil kamera digunakan

sebagai data masukan. Data masukan yang diterima kemudian diolah menggunakan logika *Fuzzy* mamdani. Tembakau yang kering akan memiliki warna coklat. Warna coklat inilah yang digunakan sebagai acuan untuk menandakan tembakau sudah kering atau belum. Proses pengolahan citra dilakukan menggunakan komputer. Ketika warna tembakau dalam waktu pengeringan sudah sesuai, maka komputer akan mematikan mesin pengering tembakau.

Hasil pengujian pada alat pengering tembakau otomatis dengan menggunakan metode *fuzzy logic* yaitu kenaikan jumlah *pixel* daun tembakau yang dikeringkan dapat mencapai jumlah *pixel* putih sebanyak 20.000 *pixel* dalam jangka waktu pengamatan 40 jam, sedangkan pada saat perbandingan warna daun tembakau hasil pengeringan memiliki perbedaan terhadap warna daun tembakau sampel dengan nilai *error* persen terbesar senilai 3,06%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan warna coklat matang setiap daun tidak sama sehingga terdapat perbedaan pada komposisi nilai RGB warna coklat pada setiap daunnya. Kemudian pada perubahan nilai suhu selama pengamatan dalam jangka waktu 40 jam mengalami kenaikan walaupun mengalami fluktuasi pada setiap waktu pengamatannya. Dimulai dari suhu 38°C pada saat kondisi daun dalam kondisi basah, kemudian mencapai suhu 39°C hingga suhu 42°C kondisi daun menjadi sedang, dan pada saat mencapai suhu 43°C kondisi daun tembakau terindikasi kering. Sedangkan perubahan nilai kelembaban cenderung stabil pada nilai $\pm 40\%$ RH hingga $\pm 45\%$ RH. Lalu pada hasil defuzifikasi berupa kadar air pada daun tembakau yang didapat selama pengeringan mengalami penurunan yang signifikan seiring dengan peningkatan jumlah *pixel* putih dan nilai suhu yang terukur. Diawali dengan nilai kadar air sebesar $\pm 61\%$ pada saat daun kondisi basah, lalu kadar air menurun hingga mencapai $\pm 45\%$ pada saat daun kondisi sedang, kemudian kadar air turun sampai sebesar $\pm 39\%$ pada saat daun kondisi kering. Setelah dilakukan perbandingan antara metode pengeringan tradisional dengan pengeringan dengan menggunakan alat pengering berdasarkan lama waktu pengeringan daun tembakau dengan kondisi lembar daun sudah berwarna kuning, maka didapatkan nilai efisiensi sebesar 77,78% dengan perbandingan waktu

pengeringan secara tradisional memakan waktu selama 9 hari, sedangkan waktu pengeringan dengan menggunakan alat pengering memakan waktu selama 2 hari.



SUMMARY

Design of Automatic Tobacco Leaf Dryer With Fuzzy Logic; Muhammad Amirudin, 131910201067; 2017; 92 pages; Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Jember has been designed as a plantation area since 1850 AD. The tobacco produced in Jember is Besuki tobacco leaf which is famous and also attracted for foreign countries to be used as pads, binders, or wrapping, even a cigar filler. However, there are several problems that experienced by tobacco farmers in Jember. One of them is high rainy weather because it takes the sun on tobacco drying processes that have been harvested. Due to high rainfall, farmers cannot dry their tobacco crops. If the tobacco cannot be dried, the tobacco will eventually become damaged and moldy. So it takes a device to dry the tobacco that has been harvested. Some farmers have used tobacco dryers to cope with high rainfall problem, but the tobacco dryer used is still manual in knowing the tobacco is dry or not. Farmers are still seeing color changes from tobacco manually to find out the tobacco drought.

In this research an automatic drying machine was made to help farmers to dry up their tobacco even during an intense rainy weather. Camera and temperature sensors are used as a substitute for the farmer control. Temperature sensors are used to monitor the temperature fluctuation inside the dryer chamber, and camera will detect the color change of the tobacco during the drying process. The tobacco color change is used as a reference to know that the tobacco is dry or not. The data retrieval method used to detect the tobacco's color change using image processing method. Tobacco's image color changes that captured from camera are used as input data. The input data received is then processed using mamdani fuzzy logic. Dried tobacco will have brown color. Brown color from tobacco is used as a reference to signify the leaf dryness. Image processing is done using a computer. When the tobacco color in the drying time is appropriate, the computer will turn off the tobacco dryer automatically.

Test results on the automatic tobacco leaf dryer using fuzzy logic method is the increase in the number of pixels of dried tobacco leaves can reach the number of white pixels as much as 20,000 pixels in 40 hours period of observation, whereas in the comparison of tobacco leaf color, the drying result has a difference to the leaf color of tobacco samples with the biggest percent error value of 3.06%. This can be happened because the brown color matures on each leaf is not same so there is a difference in the composition of the RGB value of brown color on each leaf. Then on the change of temperature value during observation within 40 hours is increased although fluctuated in the process. Started from 38°C when the tobacco leaf is indicated in wet condition, then reach 39 °C untill 42°C tobacco leaf is indicated in medium condition, and when the temperature reach 43°C tobacco leaf is indicated in dry condition. While the changes in humidity values tend to be stable at $\pm 40\%$ RH up to $\pm 45\%$ RH. Then on the result of defuzification process in the form of moisture content in tobacco leaf obtained during the drying process has decreased significantly along with the increasing number of white pixel and measured temperature value. Started with the value of moisture content of $\pm 61\%$ when the tobacco leaf is indicated in wet condition, then the moisture content decreased to $\pm 45\%$ when the tobacco leaf is indicated in medium condition, and the moisture content keep decreasing until $\pm 39\%$ when the tobacco leaf is indicated in dry condition. The comparison between traditional drying method and drying by automatic tobacco leaf dryer based on duration of drying tobacco leaf with yellow leaf condition with the efficiency value of 77,78%, with the drying time ratio traditionally took 9 days, while the drying time by using the dryer took 2 days.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang maha kuasa atas segalanya, karena dengan ridho, hidayah dan petunjukNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Pengering Tembakau Otomatis Menggunakan Metode *Fuzzy Logic***”. Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak yang turut memberikan bantuan berupa motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas dan dukungan lainnya yang membantu memperlancar pengerjaan skripsi ini.

Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki, rahmat, hidayah dan karunia serta kasih sayang-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Nabi besar Muhammad SAW, yang telah menjadi suri tauladan bagi seluruh umat.
3. Kedua Orangtua Ibu Siti Maslimah dan Bapak Lukman Hakim yang telah membesarkan, mendidik, mendoakan tiada henti, memberi motivasi semangat, menitikkan air mata dan memberi kasih sayang yang tak pernah habis serta pengorbanannya selama ini, serta keluarga besar;
4. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
5. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
6. Bapak Sumardi, S.T., M.T., Bapak Mohamad Agung Prawira Negara, S.T., M.T. dan Bapak Wahyu Muldayani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing menyelesaikan tugas akhir ini;
7. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T. dan Bapak Alfredo Bayu Satria, S.T., M.,T. selaku dosen penguji yang sudah memberikan saran untuk memperbaiki tugas akhir ini;
8. Fathor Rohman, Abdur Rokhim, dan teman-teman Elka yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini dari pemberian semangat hingga membantu pelaksanaan di lapangan;

9. Keluarga besar INTEL'UJ 2013, terimakasih telah memberikan arti kekeluargaan yang luar biasa;
10. Teman-teman KKN UMD 03 yang senantiasa menemani dan membantu dalam suka dan duka;
11. Heristo, Eki, Fajri dan Faris yang selalu menginspirasi untuk selalu memperbaiki diri;
12. Keluarga besar Civitas Akademia Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro. Kritik dan saran yang membangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya;

Jember, 30 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Skripsi	i
Skripsi	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
SKRIPSI.....	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	xi
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tembakau	5
2.2 Pengolahan Citra	8
2.2.1 <i>Pixel</i>	9
2.2.2 Pengolahan Citra Warna.....	9
2.2.3 Citra Biner	11
2.2.4 Operasi Morfologi	12
2.2.4.1 Operasi Opening	13
2.2.4.2 Citra <i>Gray-Scale</i> (Keabuan)	14
2.2.4.3 <i>Thresholding</i>	15
2.3 Kamera	16
2.4 Mikrokontroler	16
2.5 Logika <i>Fuzzy</i>	18
2.5.1 Tahap Pemodelan <i>Fuzzy Logic</i>	18
2.5.2 Struktur Dasar <i>Fuzzy Logic Controller</i>	19
2.5.3 Fuzzifikasi	22

2.5.4 Defuzzifikasi	23
2.6 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22.....	24
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Tahap Studi Literatur.....	26
3.2 Tahap Pembuatan Desain <i>Hardware</i>	29
3.2.1 Alat dan Bahan	29
3.2.2 Rancangan Elektronika	30
3.2.2.1 Rangkaian Sensor Suhu DHT22	31
3.2.2.2 Rangkaian Pengatur Kecepatan Motor DC.....	31
3.2.3 Cara Kerja Alat	33
3.3 Tahap Pembuatan Desain <i>Software</i>	35
3.3.1 Rancangan Algoritma Cara Kerja Alat	35
3.3.2 Perancangan Metode <i>Fuzzy</i>	37
3.3.2.1 Perancangan Program Pada Mikrokontroler Arduino	40
3.3.3 Rancangan <i>Software</i> Pengolahan Citra	44
3.4 Tahap Pengujian Alat Pengering Tembakau Otomatis	47
3.5 Tahap Pembuatan Buku.....	47
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Hasil Kalibrasi Sensor	49
4.1.1 Kalibrasi Sensor Suhu	49
4.1.2 Pengujian Sensor Kamera	51
4.2 Hasil Pengujian Alat Pengering Tembakau Otomatis	52
4.2.1 Hasil Pengujian Nilai Kadar Air Daun Tembakau	
Besuki VO.....	52
4.2.2 Hasil Pengujian Pembacaan Citra Daun Tembakau.....	53
4.2.2.1 Hasil Pengujian Pembacaan Citra Pada	
Masing-Masing Rak.....	54
4.2.2.2 Hasil Pengujian Pembacaan Citra dengan Patokan	
RGB yang Berbeda	57
4.2.3 Hasil Pengujian Perubahan Suhu dan Kelembaban Daun	
Tembakau.....	60
4.2.4 Hasil Pengujian Proses Pengeringan Daun Tembakau	61
BAB 5. PENUTUP.....	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Proses <i>Flue-Curing</i>	7
Tabel 2.2 Spesifikasi mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3.....	17
Tabel 3.1 <i>Rule base</i> logika <i>fuzzy</i> pada alat pengering tembakau otomatis.....	40
Tabel 4.1 Data kalibrasi sensor suhu dan kelembaban DHT22	50
Tabel 4.2 Perbandingan hasil kalibrasi sensor suhu dan kelembaban DHT22 setelah menggunakan rumus	51
Tabel 4.3 Pengaruh intensitas cahaya pada pembacaan jumlah <i>pixel</i> putih.....	52
Tabel 4.4 Hasil penimbangan dan perhitungan sampel	52
Tabel 4.5 Perbandingan <i>threshold</i> antara RGB (157,153,139) dan RGB lainnya	53
Tabel 4.6 Pembacaan jumlah titik putih pada setiap rak.....	55
Tabel 4.7 Pembacaan citra tembakau dengan kualitas berbeda	58
Tabel 4.8 Perbandingan pembacaan jumlah <i>pixel</i> sampel tembakau terhadap tembakau yang dikeringkan.....	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Perkebunan tembakau di Indonesia.....	5
Gambar 2.2 Nilai warna dalam hexadesimal	11
Gambar 2.3 Komposisi warna RGB	11
Gambar 2.4 Citra biner dan representasi citra biner	12
Gambar 2.5 Pemodelan pada operasi <i>opening</i>	13
Gambar 2.6 Contoh filter morfologi	14
Gambar 2.7 Contoh konversi citra ke <i>gray-scale</i>	15
Gambar 2.8 Contoh derajat kualitas <i>thresholding</i>	16
Gambar 2.9 Kamera Logitech C920	16
Gambar 2.10 Mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3	18
Gambar 2.11 <i>Fuzzy controller</i>	19
Gambar 2.12 <i>Fuzzification</i>	23
Gambar 2.13 <i>Defuzzification</i>	24
Gambar 2.14 Sensor suhu dan kelembaban DHT22	24
Gambar 3.1 Cara kerja alat pengering tembakau otomatis	25
Gambar 3.2 Blok tahapan pelaksanaan	26
Gambar 3.3 Pengambilan sampel daun tembakau	28
Gambar 3.4 Botol timbang.....	28
Gambar 3.5 Oven yang memanaskan botol timbang	29
Gambar 3.6 Desikator	29
Gambar 3.7 Perancangan diagram blok <i>hardware</i>	30
Gambar 3.8 Rangkaian sensor suhu DHT22.....	31
Gambar 3.9 Rangkaian pengatur kecepatan motor DC.....	33
Gambar 3.10 Desain alat pengering tembakau otomatis.....	34
Gambar 3.11 Peletakan rangkaian pada alat pengering tembakau otomatis	35
Gambar 3.12 Perbedaan warna tembakau basah dan kering.....	36
Gambar 3.13 Blok kontrol pengering tembakau otomatis	36
Gambar 3.14 <i>Flowchart</i> alat pengering tembakau otomatis	37
Gambar 3.15 Grafik keanggotaan variabel jumlah titik putih.....	38
Gambar 3.16 Grafik keanggotaan variabel suhu.....	39
Gambar 3.17 Grafik keanggotaan variabel kondisi daun.....	39
Gambar 3.18 <i>Output</i> tampilan LCD.....	44
Gambar 3.19 Tampilan <i>software</i> pengolahan citra	47
Gambar 4.1 Kondisi daun tembakau saat pengujian.....	54
Gambar 4.2 Perubahan jumlah titik putih terhadap waktu.....	54
Gambar 4.3 Daun tembakau pada setiap rak.....	56
Gambar 4.4 Perubahan jumlah titik putih pada rak pertama.....	56

Gambar 4.5 Perubahan jumlah titik putih pada rak kedua	56
Gambar 4.6 Perubahan jumlah titik putih pada rak ketiga.....	57
Gambar 4.7 Perubahan jumlah titik putih pada rak keempat	57
Gambar 4.8 Pembacaan jumlah titik putih dengan RGB daun kualitas baik terhadap waktu	59
Gambar 4.9 Pembacaan jumlah titik putih dengan RGB daun kualitas sedang terhadap waktu	60
Gambar 4.10 Pembacaan jumlah titik putih dengan RGB daun kualitas kurang baik terhadap waktu	60
Gambar 4.11 Grafik perubahan pembacaan suhu terhadap waktu.....	61
Gambar 4.12 Grafik perubahan pembacaan kelembaban terhadap waktu...	61
Gambar 4.13 Hasil defuzzifikasi terhadap waktu	62
Gambar 4.14 Kondisi daun terbaca basah.....	62
Gambar 4.15 Kondisi daun terbaca sedang.....	62
Gambar 4.16 Kondisi daun terbaca kering.....	63

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Jember memang sudah dirancang sebagai daerah perkebunan sejak tahun 1850 masehi. Hal ini bermula ketika seorang warga negara Belanda yang berketurunan Skotlandia bernama George Birnie membuat perkebunan tembakau di daerah Jember untuk dipasarkan hasilnya ke daerah Eropa. Produksi tembakau yang berasal dari Kabupaten Jember juga dikenal sebagai hasil tembakau yang terbaik di dunia sehingga Kabupaten Jember dikenal sebagai kota tembakau yang merupakan salah satu daerah produsen dan penghasil tembakau terbesar dengan produk yang berkualitas. (Panca, 2011) Tembakau yang dihasilkan di Kabupaten Jember yaitu daun tembakau Besuki yang sangat terkenal serta diminati mancanegara dan dipakai sebagai pembalut, pengikat atau pembungkus, bahkan pengisi cerutu. Tembakau Besuki yang mengharumkan nama Jawa Timur unggul dalam karakter elastisitas, rasa serta warna daun yang coklat kehitaman. Tembakau Besuki juga berhasil menembus pasar ekspor ke berbagai negara antara lain Kuba, Amerika, Swiss dan Jerman.

Pada saat ini petani di Kabupaten Jember sudah mulai menanam tembakau meski masih dibayangi dengan cuaca yang intensitas hujannya masih tinggi. Hal ini disebabkan puncak musim tanam tembakau di Jember berada pada minggu pertama di bulan Juni. Jenis tanaman tembakau yang ditanam pada saat ini adalah tembakau kasturi yang pada tahun 2013 lalu memiliki luas lahan mencapai 15 ribu hektar. Tembakau kasturi ini merupakan bahan baku rokok kretek di dalam negeri yang mencapai 88,64 persen dan sekitar 11,36 persen diekspor dengan label Besuki VO.

Terdapat beberapa tahapan pada proses pemeraman dan pengeringan daun tembakau setelah dipanen. Pada tahap pertama dilakukan pemeraman daun tembakau yang masih hijau disujen dan diperam dengan cara dihamparkan dengan posisi pangkal daun berada di bawah hingga warna daun menjadi kekuningan, kemudian digantung pada glantang di bangsal pemeraman selama 2 hari hingga

daun tembakau berwarna kuning merata, kemudian dilakukan penjemuran dengan cara menghamparkan lembaran daun pada tanah lapang yang terkena sinar matahari langsung selama 3 hari berturut-turut dan setiap sore sujenan ditata pada bandang, pagi hari baru dijemur kembali. Pada tahap kedua daun tembakau yang telah dijemur kembali dilakukan pemeraman dengan maksud untuk membusukkan gagang tembakau agar proses penjemuran menjadi lebih cepat. Proses pemeraman kedua dilakukan selama 2 hari tepat setelah penjemuran pada hari ketiga dengan cara sujenan ditata sejajar pada bandang dengan posisi pangkal daun di luar, kemudian dilakukan penjemuran kembali dengan cara yang sama seperti penjemuran tahap pertama selama 6 hari berturut-turut. (Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur, 2013)

Terdapat beberapa hambatan yang dialami oleh petani tembakau. Salah satu hambatan petani tembakau adalah cuaca yaitu curah hujan yang tinggi, karena dibutuhkan panas matahari untuk mengeringkan tembakau yang sudah panen (Akbar, 2014). Curah hujan yang tinggi membuat petani tidak dapat menjemur tembakau hasil panennya. Jika tembakau yang sudah dipanen tidak dapat dijemur, lama-lama tembakau akan menjadi rusak dan berjamur. Sehingga dibutuhkan alat untuk mengeringkan tembakau yang sudah panen. Sebagian petani sudah menggunakan alat pengering tembakau untuk mengatasi curah hujan yang tinggi. Namun alat pengering tembakau yang digunakan masih manual dalam mengetahui tembakau sudah kering atau belum. Petani melihat perubahan warna dari tembakau untuk mengetahui kekeringan tembakau.

Pada penelitian ini sebuah alat pengering dibuat secara otomatis untuk membantu petani mengeringkan tembakau walau pada saat cuaca hujan. Kamera dan sensor suhu digunakan sebagai pengganti dari mata petani. Sensor suhu digunakan untuk memantau temperatur yang ada di dalam mesin pengering, dan kamera akan mendeteksi perubahan warna dari tembakau dalam pengeringan. Perubahan warna tembakau inilah yang digunakan sebagai acuan untuk mengetahui tembakau sudah kering atau belum. Metode pengambilan data yang digunakan untuk mendeteksi perubahan warna menggunakan metode pengolahan citra. (McAndrew Alasdair, 2004) Perubahan citra atau gambar dari tembakau

yang diambil kamera digunakan sebagai data masukan. Data masukan yang diterima kemudian diolah menggunakan logika *Fuzzy* mamdani. Tembakau yang kering akan memiliki warna coklat. Warna coklat inilah yang digunakan sebagai acuan untuk menandakan tembakau sudah kering atau belum. Proses pengolahan citra dilakukan menggunakan komputer. Ketika warna tembakau dalam waktu pengeringan sudah sesuai, maka komputer akan mematikan mesin pengering tembakau. Hasil yang diharapkan dari alat pengering tembakau otomatis ini yaitu agar petani tetap dapat melakukan proses pengeringan hasil panen tembakau walaupun diterpa dengan kondisi cuaca hujan yang tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, timbul beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara untuk mengeringkan tembakau di dalam ruangan pada saat curah hujan yang tinggi?
2. Bagaimana menerapkan logika *Fuzzy* mamdani dalam membedakan tembakau yang sudah kering dan yang belum kering?

1.3 Batasan Masalah

Pada proses desain dan pembuatan tentu terdapat berbagai masalah yang akan timbul, agar tidak terjadi pembahasan masalah yang terlalu meluas, maka diperlukan pembatasan masalah, yaitu:

1. Penerapan alat pengering hanya pada jenis tembakau Besuki VO
2. Parameter kekeringan daun sebelum dan setelah pengeringan hanya diukur dari warna dan suhu dari daun tembakau yang dikeringkan
3. Tidak menganalisa kebutuhan daya alat pengering

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

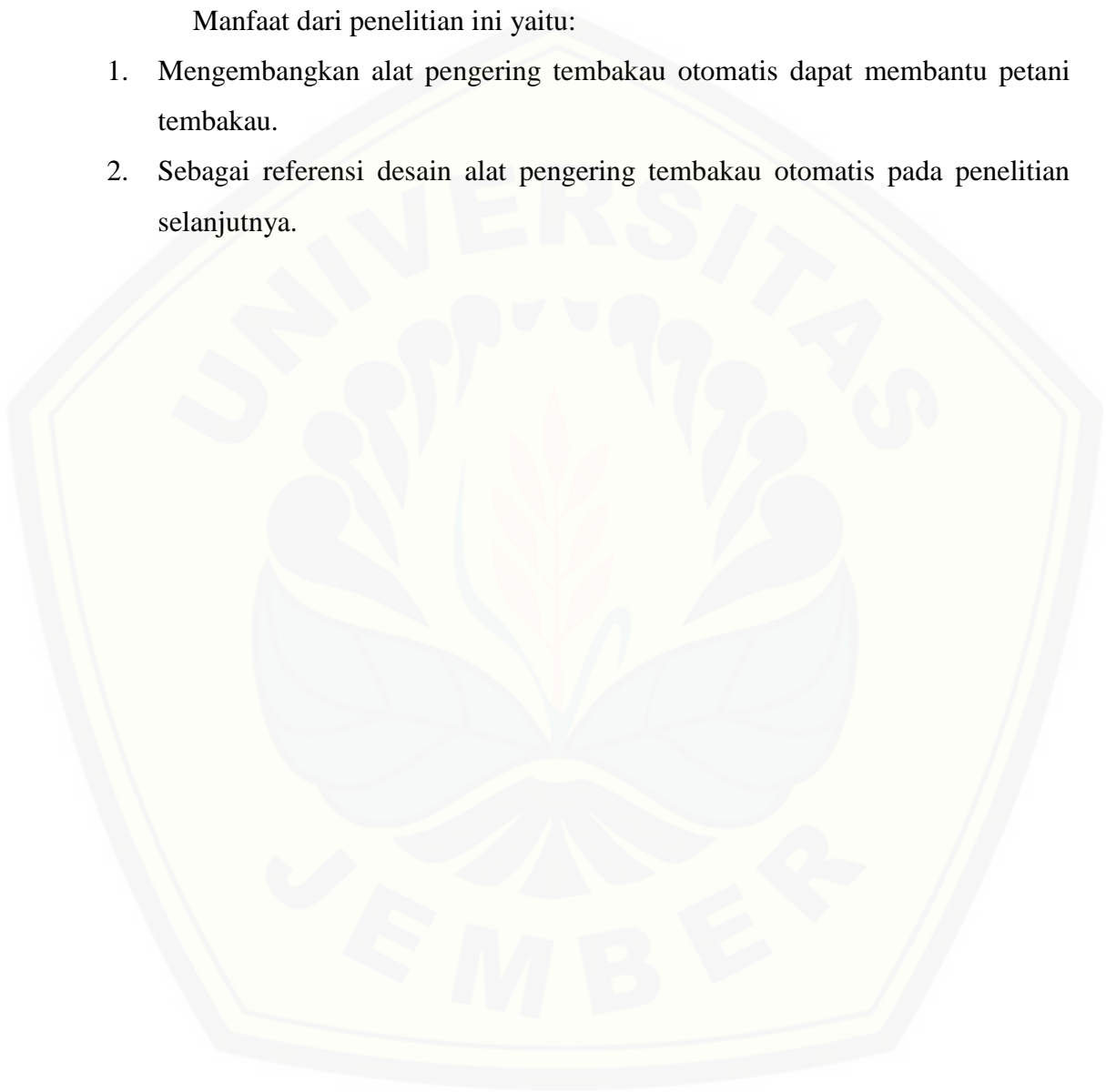
1. Menghasilkan alat pengering tembakau otomatis

2. Mengaplikasikan pengolahan citra dengan kontrol menggunakan logika *Fuzzy* mamdani pada alat pengering tembakau otomatis

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Mengembangkan alat pengering tembakau otomatis dapat membantu petani tembakau.
2. Sebagai referensi desain alat pengering tembakau otomatis pada penelitian selanjutnya.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tembakau

Tanaman Tembakau merupakan tanaman komersial dengan memanfaatkan daunnya untuk rokok, pipa atau tembakau kunyah (*chewing*) atau untuk dihisap lewat hidung atau tembakau sedotan (*snuff*). Tembakau merupakan salah satu sumber nikotin yang merupakan suatu zat aditif, dan juga sebagai bahan dasar untuk beberapa jenis insektisida. Masyarakat Jawa sebagai penikmat rokok pertama di Indonesia, sudah mengenal tembakau yang digunakan sebagai rokok sejak tahun 1880. (Herbal, 2016)

Tembakau atau *Nicotiana tabacum L* merupakan suatu komoditas perkebunan yang masih memiliki pengaruh yang kuat dalam perekonomian khususnya di Indonesia. Hal ini dapat dibuktikan dari nilai ekspornya pada tahun 2007 yang mencapai US\$ 180 ribu dan besarnya nilai cukai yang diperoleh pada tahun 2006 sebesar Rp. 36,5 trilyun. (Ditjen Perkebunan, 2007)

Benih tembakau yang memiliki urutan taksonomi yaitu spesies *Nicotiana tabacum L.*, sub genus *Tabacum*, genus *Nicotiana* dan famili *Solanaceae* telah berkembang biak dengan pesat. Perkembang biakan yang terjadi membuat tembakau memiliki jenis yang beragam berdasarkan tipologi, morfologi, adaptasi lokal ataupun berdasarkan cara pengolahan, penggunaan dan musim tanamnya.



Gambar 2.1 Perkebunan tembakau di Indonesia (Eka Yuni Susilowati, 2006)

Berdasarkan musim penanamannya, tembakau digolongkan menjadi dua jenis yaitu tembakau *voor oogst* dan tembakau *na oogst*. Berdasarkan metode pengeringannya, tembakau dibedakan menjadi empat jenis yaitu pengeringan tembakau dengan menggunakan udara bebas (*air cured*), pengeringan tembakau dengan menggunakan aliran udara panas (*flue cured*), pengeringan tembakau dengan menggunakan sinar matahari langsung (*sun cured*), dan pengeringan tembakau dengan menggunakan aliran asap dan panas di bawah tumpukannya (*fire cured*).

Terdapat beberapa tahapan pada proses pemeraman dan pengeringan daun tembakau setelah dipanen. Pada tahap pertama dilakukan pemeraman daun tembakau yang masih hijau disujen dan diperam dengan cara dihamparkan dengan posisi pangkal daun berada di bawah hingga warna daun menjadi kekuningan, kemudian digantung pada glantang di bangsal pemeraman selama 2 hari hingga daun tembakau berwarna kuning merata, kemudian dilakukan penjemuran dengan cara menghamparkan lembaran daun pada tanah lapang yang terkena sinar matahari langsung selama 3 hari berturut-turut dan setiap sore sujenan ditata pada bandang, pagi hari baru dijemur kembali. Pada tahap kedua daun tembakau yang telah dijemur kembali dilakukan pemeraman dengan maksud untuk membusukkan gagang tembakau agar proses penjemuran menjadi lebih cepat. Proses pemeraman kedua dilakukan selama 2 hari tepat setelah penjemuran pada hari ketiga dengan cara sujenan ditata sejajar pada bandang dengan posisi pangkal daun di luar, kemudian dilakukan penjemuran kembali dengan cara yang sama seperti penjemuran tahap pertama selama 6 hari berturut-turut. (Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur, 2013)

Pada pengaturan nilai suhu optimal yang digunakan untuk proses pengeringan tembakau mengacu pada Tabel 2.1 yang menjelaskan *range* suhu yang digunakan pada proses pengeringan daun tembakau dengan menggunakan proses *flue-curing* yaitu menggunakan aliran udara panas.

Tabel 2.1 Proses *Flue-Curing* (Wanrooy, 1951)

Jalannya Pekerjaan	Derajat Panas (°C)	Banyaknya Jam	Lembab Relatif (RH)	Naiknya derajat panas
Pemanasan sampai menguning	26-32	2	85-95	3
Pemanasan penguningan pertama (sampai \pm 80% dari daun-daun menjadi kuning)	32	15-20	85-95	1
Pemanasan penguningan kedua	32-38	5	85-95	1
Pemanasan penguningan kedua (sampai hanya tinggal 1 baris halus berwarna hijau pada urat daun)	38	\pm 5	85-95	3
Pemanasan penguningan ketiga	38-40	1	80-90	-
Tetap pada pemanasan penguningan ketiga	40	3-4	\pm 80	3
pemanasan penguningan keempat	40-43	1	\pm 60	-
Tetap pada pemanasan penguningan keempat	43	\pm 2	45	1
pemanasan <i>fixeer</i> (<i>fixing temperature</i>)	43-49	5	45	-
Tetap pada pemanasan <i>fixeer</i> sampai ujung daun menjadi rapuh	49	10-30	serendah-rendahnya	1
pemanasan pengeringan daun	49-60	10	sama	-
pemanasan pengeringan sampai helai daun kering benar	60	\pm 10	sama	3
pemanasan pengeringan ibu tulang daun yang pertama	60-71	4	sama	-
Tetap pada pemanasan pengeringan ibu tulang daun daun yang pertama	71	1-5	sama	3
pemanasan pengeringan penghabisan	71-72	4	sama	-

Setiap daun tembakau yang dikeringkan memiliki persentase kadar air yang berbeda-beda bergantung dari kondisinya. Penghitungan persentase kadar air pada daun tembakau Besuki dapat dilakukan dengan cara menerapkan perhitungan kadar air pada suatu bahan menggunakan rumus sebagai berikut (Firman, 2011)

$$\text{Persentase Kadar Air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan A, B, dan C masing-masing merupakan berat botol timbang dalam keadaan kosong, berat botol timbang yang berisi sampel bahan, dan berat botol timbang yang berisi sampel bahan yang telah di *oven*. Pada penerapannya dalam pengukuran kadar air daun tembakau, maka akan diukur berdasarkan perubahan warna daun tembakau.

2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra digital atau *Digital Image Processing* merupakan disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra dapat berbentuk foto hitam putih atau berwarna, sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik. Menurut presisi yang digunakan untuk menyatakan titik-titik koordinat pada ranah waktu atau bidang dan untuk menyatakan nilai keabuan atau warna suatu citra, maka secara teoritis citra dapat dikelompokkan menjadi empat kelas citra, yaitu cara kontinu-kontinu, kontinu-diskret, diskret-kontinu, dan diskret-diskret; dengan label pertama menyatakan presisi dari titik-titik koordinat pada bidang citra sedangkan label kedua menyatakan presisi nilai keabuan atau warna. Kontinu dinyatakan dengan presisi takhingga, sedangkan diskret dinyatakan dengan presisi angka berhingga. Pengubahan citra yang bersifat kontinu menjadi citra yang bersifat diskret memerlukan pembuatan kisi-kisi arah vertikal dan horizontal, sehingga diperoleh citra dalam bentuk larik dua dimensi. Proses tersebut dikenal sebagai proses digitisasi atau pencuplikan (*sampling*). Setiap elemen larik tersebut dikenal sebagai elemen gambar atau piksel. (McAndrew Alasdair, 2004)

2.2.1 Pixel

Suatu citra tersusun dari jutaan piksel dengan warna yang berbeda-beda. *Pixel* merupakan sebuah unsur gambar atau representasi dari sebuah titik terkecil dalam sebuah citra yang dihitung per inci. *Pixel* sendiri berdasarkan dari kata akronim inggris yaitu *picture element*, yang kemudian disingkat menjadi *pixel*. Jumlah *pixel* pada suatu citra sangat berpengaruh pada kualitas citra itu sendiri. Jumlah *pixel* pada suatu citra disebut dengan resolusi. Semakin tinggi nilai resolusi suatu citra, maka citra tersebut akan semakin jelas dan semakin tinggi kemampuan perbesarannya. (Zia Ul Maksum, Yudo Prasetyo, Haniah, 2016)

2.2.2 Pengolahan Citra Warna

Pengolahan citra pada dasarnya adalah pengolahan warna yang terdiri dari merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*) pada posisi tertentu. Dalam pengolahan citra warna dipresentasikan dengan nilai hexadesimal dari 0x00000000 sampai 0x00ffffff. Warna hitam adalah 0x00000000 dan warna putih adalah 0x00ffffff. Definisi nilai warna di atas seperti Gambar 2.2, variabel 0x00 menyatakan angka dibelakangnya adalah hexadesimal. Gambar 2.2 Nilai warna RGB dalam hexadesimal Terlihat bahwa setiap warna mempunyai range nilai 00 (angka desimalnya adalah 0) dan ff (angka desimalnya adalah 255), atau mempunyai nilai derajat keabuan $256 = 2^8$. Dengan demikian range warna yang digunakan adalah $(2^8)(2^8)(2^8) = 2^{24}$ (atau yang dikenal dengan istilah True Colour pada Windows). Nilai warna yang digunakan di atas merupakan gabungan warna cahaya merah, hijau dan biru seperti yang terlihat pada Gambar 2.3. Sehingga untuk menentukan nilai dari suatu warna yang bukan warna dasar digunakan gabungan skala kecerahan dari setiap warnanya. Dari definisi diatas untuk menyajikan warna tertentu dapat dengan mudah dilakukan, yaitu dengan mencampurkan ketiga warna dasar RGB.

Pengolahan citra dimulai dengan proses *thresholding*, yaitu proses pemisahan citra berdasarkan batas nilai tertentu, dalam proses *thresholding* citra warna diubah menjadi citra biner. Tujuan proses *thresholding* adalah untuk membedakan objek dengan latar belakangnya. Setelah proses *thresholding* proses

selanjutnya adalah proses penghitungan nilai-nilai parameter antara lain R, G, B, RGB rata-rata (*color value*), dan indeks R (*Ired*), indeks G (*Igreen*), indeks B (*Iblue*), dari tiap-tiap *pixel*

a. Pengukuran Parameter RGB (*Red*, *Green* dan *Blue*)

Paramater RGB diperoleh dari tiap-tiap *pixel* warna pada citra yang merupakan nilai intensitas untuk masing-masing warna merah, hijau, dan biru. Nilai rata-rata dari R,G dan B dijumlahkan untuk mendapatkan *color value* atau RGB rata-rata.

b. Pengukuran parameter Indeks R, Indeks G dan Indeks B

Perhitungan indeks warna merah/indeksR (*Ired*), indeks warna hijau/indeks G (*Igreen*), dan indeks warna biru/indeks B (*Iblue*) menggunakan rumus pada persamaan (1), (2) dan (3). Intensitas warna merah dibagi dengan penjumlahan dari nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru sehingga menghasilkan nilai parameter indeks R. Intensitas warna hijau dibagi dengan penjumlahan dari nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru sehingga menghasilkan nilai parameter indeks G. Intensitas warna biru dibagi dengan penjumlahan dari nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru sehingga menghasilkan nilai parameter indeks B. Perhitungan parameter Indeks R, G, dan B diperoleh dari tiap-tiap *pixel* pada citra kopi. Model warna RGB dapat juga dinyatakan dalam bentuk indeks warna RGB dengan rumus sebagai berikut (Ahmad, 2005; Arimurthy, dkk., 1992):

Indeks warna merah:

$$(I_{red}) = \frac{R}{R + G + B} \dots\dots\dots(2.2)$$

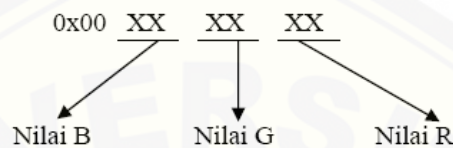
Indeks warna hijau:

$$(I_{green}) = \frac{G}{(R + G + B)} \dots\dots\dots(2.3)$$

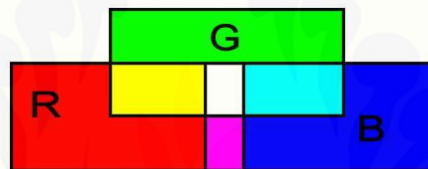
Indeks warna biru:

$$(I_{\text{blue}}) = \frac{B}{(R + G + B)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan R, G dan B masing-masing merupakan besaran yang menyatakan nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru.



Gambar 2.2 Nilai warna dalam hexadesimal (Candra Noor Santi, 2011)



Gambar 2.3 Komposisi warna RGB (Candra Noor Santi, 2011)

2.2.3 Citra Biner

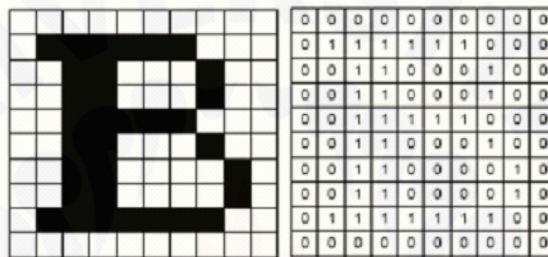
Citra biner, yaitu citra yang hanya terdiri atas dua warna, yaitu hitam dan putih. Oleh karena itu, setiap pixel pada citra biner cukup direpresentasikan dengan 1 bit.

Meskipun saat ini citra berwarna lebih disukai karena memberi kesan yang lebih kaya dari citra biner, namun tidak membuat citra biner mati. Pada beberapa aplikasi citra biner masih tetap di butuhkan, misalkan citra logo instansi (yang hanya terdiri dari warna hitam dan putih), citra kode barang (bar code) yang tertera pada label barang, citra hasil pemindaian dokumen teks, dan sebagainya. Seperti yang sudah disebutkan diatas, citra biner hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan : hitam dan putih. Pixel – pixel objek bernilai 1 dan pixel – pixel latar belakang bernilai 0. pada waktu menampilkan gambar, adalah putih dan 1 adalah hitam. Jadi pada citra biner, latar belakang berwarna putih sedangkan objek berwarna hitam seperti tampak pada Gambar 2.4. Meskipun komputer saat ini dapat memproses citra hitam-putih

(*grayscale*) maupun citra berwarna, namun citra biner masih tetap di pertahankan keberadaannya.

Alasan penggunaan citra biner adalah karena citra biner memiliki sejumlah keuntungan sebagai berikut:

1. Kebutuhan memori kecil karena nilai derajat keabuan hanya membutuhkan representasi 1 bit.
2. Waktu pemrosesan lebih cepat di bandingkan dengan citra hitam-putih ataupun warna. (Marvin Chandra Wijaya,2007)



Gambar 2.4 Citra biner dan representasi citra biner (Marvin Chandra Wijaya,2007)

2. 2.4 Operasi Morfologi

Morfologi adalah teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan bentuk (*shape*) sebagai pedoman dalam pengolahan. Nilai dari setiap pixel dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara pixel yang bersesuaian pada citra digital masukan dengan pixel tetangganya. Operasi morfologi bergantung pada urutan kemunculan dari *pixel*, tidak memperhatikan nilai *numeric* dari *pixel* sehingga teknik morfologi sesuai apabila digunakan untuk melakukan pengolahan *binary image* dan *grayscale image*. Dengan mengatur atau memilih ukuran dan bentuk dari matrik kernel (*structuring element*) yang digunakan maka kitadapat mengatur sensitivitas operasi morfologi terhadap bentuk tertentu (spesifik) pada citra digital masukan. Operasi morfologi standar yang dilakukan adalah proses erosi dan dilatasi. Dilatasi adalah proses penambahan *pixel* pada batas dari suatu objek pada citra digital masukan, sedangkan erosi adalah proses pemindahan/pengurangan *pixel* pada batas dari suatu objek. Jumlah *pixel* yang ditambahkan atau yang dihilangkan dari batas

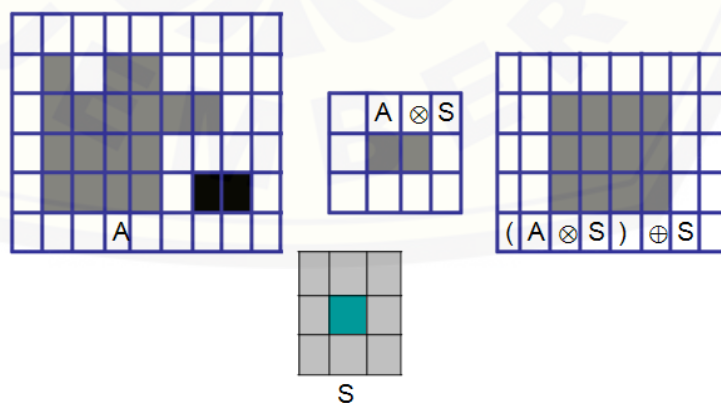
objek pada citra digital masukan tergantung pada ukuran dan bentuk dari *structuring element* yang digunakan. Beberapa operasi morfologi yang dapat kita lakukan adalah Dilasi, Erosi, *Opening*, *Closing*, *Thinning*, *shrinking*, *pruning*, *thickening*, *skeletonizing*. Pada penelitian ini hanya dilakukan operasi morfologi menggunakan operasi *opening*. (Aniati Murni,1992).

2. 2.4.1 Operasi *Opening*

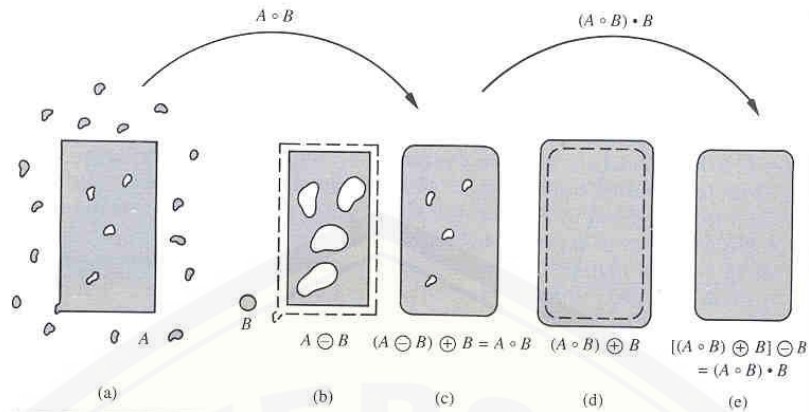
Seperti pada penjelasan sebelumnya operasi dilatasi adalah proses penambahan *pixel* pada batas dari suatu objek pada citra digital masukan, sedangkan erosi adalah proses pemindahan/pengurangan *pixel* pada batasdari suatu objek. Jumlah *pixel* yang ditambahkan atau yang dihilangkan dari batas objek pada citra digital masukan tergantung pada ukuran dan bentuk dari *structuring element* yang digunakan.

Pada penelitian ini akan menggunakan operasi *opening* yakni penggabungan antara erosi dan dilatasi. Operasi *opening* adalah proses erosi yang diikuti dengan dilatasi. Efek yang dihasilkan adalah menghilangnya objek-objek kecil dan kurus, memecah objek pada titik- titik yang kurus, dan secara umum men-*smooth*-kan batas dari objek besar tanpa mengubah area objek yang signifikan.

$$A \circ S = (A \otimes S) \oplus S \dots\dots\dots (2.5)$$



Gambar 2.5 Pemodelan pada operasi *opening* (Sakshi Arora dan Rahul Pandey,2016)



Gambar 2.6 Contoh filter morfologi: (a) Gambar asli, dengan noise; (b) hasil dari operasi erosi; (c) hasil dari operasi *opening*; (d) hasil dilatasi pada operasi *opening*; (e) hasil akhir, operasi *closing* pada operasi *opening* (Sakshi Arora dan Rahul Pandey,2016)

2.2.4.2 Citra *Gray-Scale* (Keabuan)

Proses awal yang banyak dilakukan dalam *image processing* adalah mengubah citra berwarna menjadi citra *gray-scale*, hal ini digunakan untuk menyederhanakan model citra. Seperti telah dijelaskan di depan, citra berwarna terdiri dari 3 layer matrik yaitu R-layer, G-layer dan B-layer. Sehingga untuk melakukan proses-proses selanjutnya tetap diperhatikan tiga layer di atas. Bila setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan tiga layer, berarti dilakukan tiga perhitungan yang sama. Sehingga konsep itu diubah dengan mengubah 3 layer di atas menjadi 1 layer matrik *gray-scale* dan hasilnya adalah citra *gray-scale*. Dalam citra ini tidak ada lagi warna, yang ada adalah derajat keabuan.

Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing r, g dan b menjadi citra *gray-scale* dengan nilai s, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai r, g dan b sehingga dapat dituliskan menjadi:

$$s = \frac{r + g + b}{3} \dots\dots\dots (2.6)$$



Gambar 2.7 Contoh konversi citra ke *gray-scale* (Candra Noor Santi 2011)

2.2.4.3 *Thresholding*

Thresholding digunakan untuk mengatur jumlah derajat keabuan yang ada pada citra. Dengan menggunakan *thresholding* maka derajat keabuan bisa diubah sesuai keinginan, misalkan diinginkan menggunakan derajat keabuan 16, maka tinggal membagi nilai derajat keabuan dengan 16. Proses *thresholding* ini pada dasarnya adalah proses pengubahan kuantisasi pada citra, sehingga untuk melakukan *thresholding* dengan derajat keabuan dapat digunakan rumus:

$$x = b \cdot \text{int}\left(\frac{w}{b}\right) \dots\dots\dots (2.7)$$

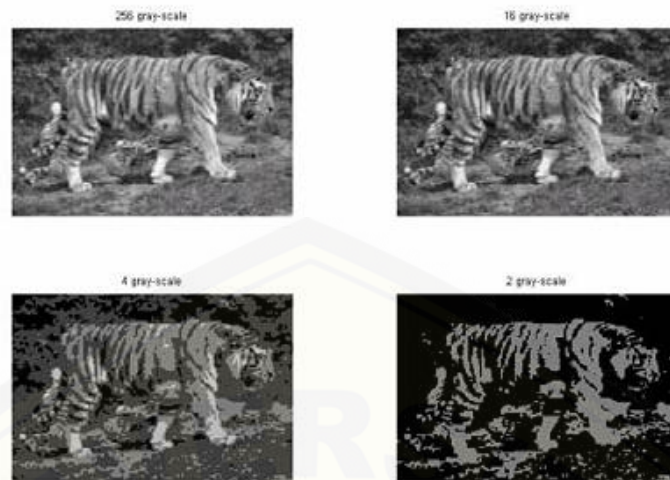
dimana :

w adalah nilai derajat keabuan sebelum *thresholding*

x adalah nilai derajat keabuan setelah *thresholding*

$$b = \text{int}\left(\frac{256}{a}\right) \dots\dots\dots (2.8)$$

Berikut ini contoh *thresholding* mulai di 256, 16, 4 dan 2.



Gambar 2.8 Contoh derajat kualitas *thresholding* (Candra Noor Santi, 2011)

2.3 Kamera

Kamera digunakan sebagai sensor untuk mengambil informasi citra dari tembakau. Spesifikasi kamera yang digunakan sebagai berikut:

- Koreksi pencahayaan-redup otomatis
- Resolusi 20 Mega piksel
- Pendeteksian gerakan dan penelusuran wajah

Kamera yang digunakan berupa kamera komputer logitech dengan tipe C920.



Gambar 2.9 Kamera Logitech C920 (Michael, 2016)

2.4. Mikrokontroler

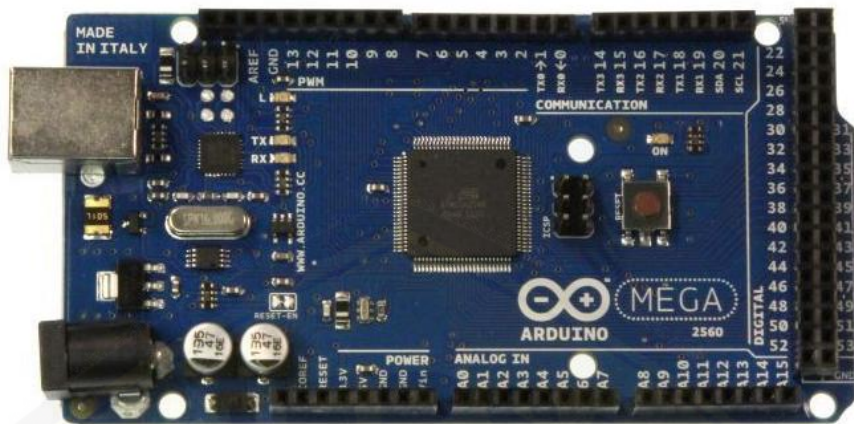
Alat ini menggunakan mikrokontroler untuk pengolah datanya. Mikrokontroler yang digunakan pada alat ini yaitu dengan menggunakan Arduino Mega 2560 R3 seperti yang terlihat pada Gambar 3.0. Arduino merupakan sebuah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*. Arduino diturunkan

dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa pemrograman yang digunakan pada mikrokontroler arduino bukan menggunakan bahasa *assembly* yang relatif sulit tetapi menggunakan bahasa C++ yang disederhanakan dengan bantuan beberapa pustaka atau *library* yang tersedia pada *software* Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan menggunakan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain yaitu harganya yang terjangkau dan kompatibel pada berbagai macam *operating system* pada komputer seperti windows dan linux. Selain itu kelebihan Arduino juga terdapat pada bahasa pemrograman yang lebih mudah daripada mikrokontroler yang lain sehingga mudah digunakan oleh pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah berada di tingkat lanjut. *Hardware* dan *software* mikrokontroler Arduino pun sudah *open source* sehingga dapat diproduksi oleh siapapun tanpa harus terkendala oleh lisensi.

Arduino Mega 2560 R3 merupakan papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 R3 memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3

Mikrokontroler	Atmega 2560 R3
Tegangan operasi	5V
<i>Input voltage</i> (disarankan)	7-12V
<i>Input voltage (limit)</i>	6-20V
Jumlah pin I/O digital	54 (15 pin sebagai <i>output</i> PWM)
Jumlah pin <i>input</i> analog	16
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3V	50 mA
<i>Flash memory</i>	256 KB (8 KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock speed</i>	16 MHz



Gambar 3.10 Mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3 (Lenbus, 2016)

2.5. Logika *Fuzzy*

Logika *Fuzzy* adalah teknik atau metode yang dipakai untuk mengatasi hal yang tidak pasti pada masalah – masalah yang mempunyai banyak jawaban. Pada dasarnya *Fuzzy logic* merupakan logika bernilai banyak atau *multivalued logic* yang mampu mendefinisikan nilai diantara keadaan yang konvensional seperti benar atau salah, ya atau tidak, putih atau hitam dan lain-lain. Penalaran logika *Fuzzy* menyediakan cara untuk memahami kinerja sistem dengan cara menilai *input* dan *output* sistem dari hasil pengamatan. Logika *Fuzzy* menyediakan cara untuk menggambarkan kesimpulan pasti dari informasi yang samar-samar, ambigu dan tidak tepat. *Fuzzy logic* Pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 (Sanani, 2016).

2.5.1 Tahap Pemodelan *Fuzzy Logic*

Blok diagram *Fuzzy Logic* bila diterapkan pada suatu pengendalian sistem adalah seperti yang terlihat pada Gambar 2.7. Sistem *fuzzy* terdiri dari beberapa bagian yang perlu dipahami, yaitu:

a. Variabel *Fuzzy*

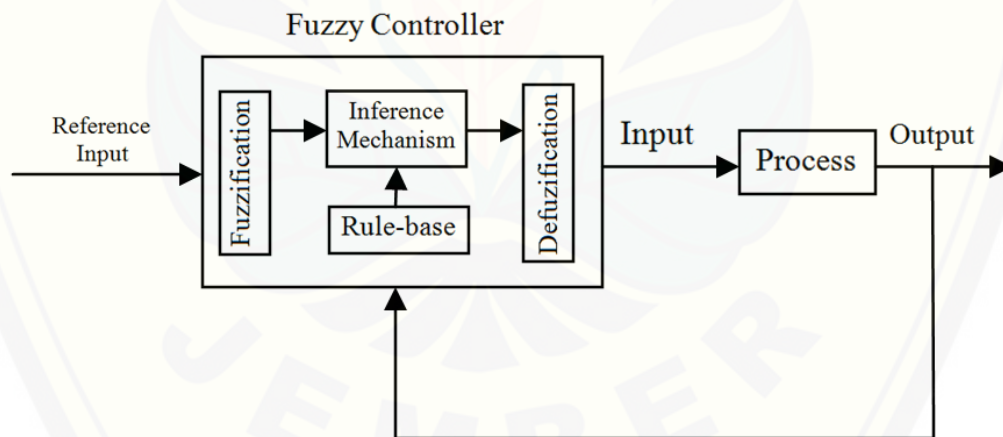
Yang dimaksud dengan variabel *fuzzy* yaitu variabel yang akan digunakan pada sistem *fuzzy* yang dirancang. Contoh dari variabel *fuzzy* yaitu warna daun, dan nilai suhu.

b. Himpunan *fuzzy*

Yang dimaksud dengan himpunan *fuzzy* yaitu suatu kelompok atau himpunan yang termasuk kedalam suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh dari himpunan *fuzzy* yaitu variabel warna daun yang terbagi menjadi tiga buah himpunan *fuzzy*, yaitu hijau, *orange*, dan coklat. Contoh lainnya yaitu variabel nilai suhu yang terbagi menjadi tiga buah himpunan *fuzzy*, yaitu dingin, sedang, dan panas.

c. Semesta Pembicaraan

Yang dimaksud dengan semesta pembicaraan yaitu keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.



Gambar 2.11 *Fuzzy controller* (Much. Djunaidi, 2005)

2.5.2 Struktur Dasar *Fuzzy Logic Controller*

Kontroler logika *fuzzy* termasuk kedalam kategori kontrol cerdas (*intelligent control*). Logika *fuzzy* dapat mengatasi masalah perilaku sistem yang

rumit, yang tidak mampu diselesaikan oleh kontroler konvensional. Umumnya kontroler logika *fuzzy* dapat melakukan hal-hal sebagai berikut:

- a) Dapat beroperasi secara otomatis tanpa adanya campur tangan manusia secara langsung, tetapi memiliki nilai efektifitas yang sama dengan saat menggunakan kontroler manusia secara langsung.
- b) Dapat menjalankan sistem yang rumit dan kompleks, non-linier dan tidak stasioner.
- c) Memenuhi spesifikasi operasional dan kriteria kinerja.
- d) Strukturnya sederhana, kokoh dan beroperasi real time.

A. Himpunan *Fuzzy*

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

- a) satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- b) nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Kalau pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A[x]=0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A[x]=1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A .

Terkadang kemiripan antara keanggotaan *fuzzy* dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Misalnya, jika nilai keanggotaan suatu himpunan *fuzzy* hijau adalah 0,9. Maka tidak perlu dipermasalahkan berapa seringnya nilai itu diulang secara individual untuk

mengharapkan suatu hasil yang hampir pasti hijau. Di lain pihak, nilai probabilitas 0,9 hijau berarti 10% dari himpunan tersebut diharapkan tidak hijau. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu :

- a) Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan suatu kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : DINGIN, SEDANG, PANAS.
- b) Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti : 20, 50, 80, dsb.

B. Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

- a) Representasi Linear
- b) Representasi Kurva Segitiga
- c) Representasi Kurva Trapesium
- d) Representasi Kurva Bentuk Bahu
- e) Representasi Kurva-S
- f) Representasi Kurva Bentuk Lonceng (Bell Curve)
- g) Koordinat Keanggotaan

C. Operator Dasar Operasi Himpunan *Fuzzy*

a) Operator AND

Diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \dots\dots\dots(2.9)$$

b) Operator OR

Diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \dots\dots\dots(2.10)$$

c) Operator NOT

Diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x] \dots\dots\dots(2.11)$$

D. Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

IF x is A THEN y is B

dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti:

IF (x₁ is A₁) • (x₂ is A₂) • (x₃ is A₃) •.....• (x_x is A_x) THEN y is B
dengan • adalah operator (misal: OR, AND atau NOT).

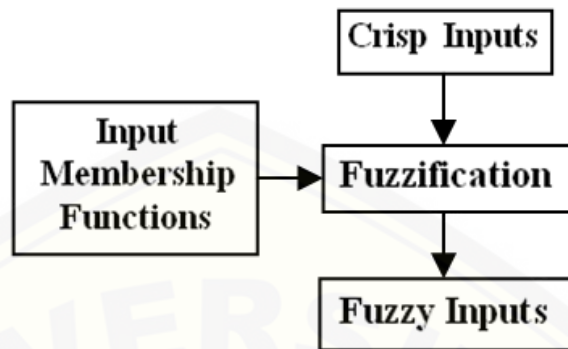
2.5.3 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses yang dilakukan untuk mengubah variabel nyata menjadi variabel *fuzzy*, ini ditujukan agar masukan kontroler *fuzzy* bisa dipetakan menuju jenis yang sesuai dengan himpunan *fuzzy*. Pemetaan dilakukan dengan bantuan model dari fungsi keanggotaan agar dapat diketahui besar masukan tersebut (derajat keanggotaan). Terdapat beberapa jenis penggambaran fungsi keanggotaan, antara lain:

1. Gaussian
2. Segitiga
3. Trapesium
4. Bahu

Komponen lainnya yang memiliki peranan penting adalah Label. Label didefinisikan dari fungsi keanggotaan, fungsi keanggotaan apabila dikumpulkan akan menghasilkan *fuzzy set*. Dalam logika *fuzzy* terdapat basis

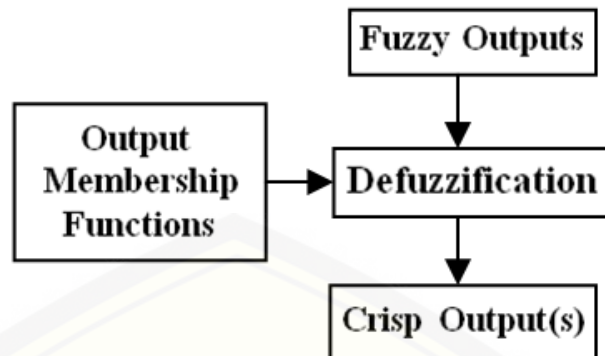
pengetahuan, dimana terdiri dari fakta (*data base*), dan kaidah atur (*rule base*).



Gambar 2.12 *Fuzzification* (Much. Djunaidi, 2005)

2.5.4 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dapat didefinisikan sebagai proses perubahan besaran *fuzzy* yang disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (*crisp*). Hal ini diperlukan sebab dalam aplikasi nyata yang dibutuhkan adalah nilai tegas (*crisp*). Prosesnya adalah ketika suatu nilai *fuzzy* output yang berasal dari rule evaluation diambil kemudian dimasukkan ke dalam suatu *membership function output*. Bentuk bangun yang digunakan dalam *membership function output* adalah bentuk singleton yaitu garis lurus vertikal ke atas, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah. Besar nilai *fuzzy* output dinyatakan sebagai *degree of membership function output*. Nilai-nilai tersebut dimasukkan ke dalam suatu rumus yang dinamakan COG (*Center Of Gravity*) untuk mendapatkan hasil akhir yang disebut *crisp* output. *Crisp* output adalah suatu nilai analog yang akan kita butuhkan untuk mengolah data pada sistem yang telah dirancang.



Gambar 2.13 *Defuzzification* (Much. Djunaidi, 2005)

2.6. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara disekitarnya. Sensor yang memiliki nama lain AM2302 ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Sensor DHT22 memiliki *range* pengukuran yang luas yaitu 0 sampai 100% untuk kelembaban dan -40°C sampai 125°C untuk suhu. Sensor ini juga memiliki *output* digital dengan akurasi yang tinggi. Terdapat dua jenis sensor DHT22, yaitu yang memiliki tiga buah pin dan yang memiliki empat buah pin. Namun pada sensor DHT22 yang memiliki empat buah pin, pada pin ketiga tidak ada fungsinya sehingga yang digunakan hanyalah pin 1,2 dan 4. Gambar 2.14 merupakan bentuk fisik dari sensor DHT22 beserta pin-pinnya. (Fachrul, 2016)

DHT22 pins	
1	VCC
2	DATA
3	NC
4	GND



Gambar 2.14 Sensor suhu dan kelembaban DHT22 (Fachrul, 2016)

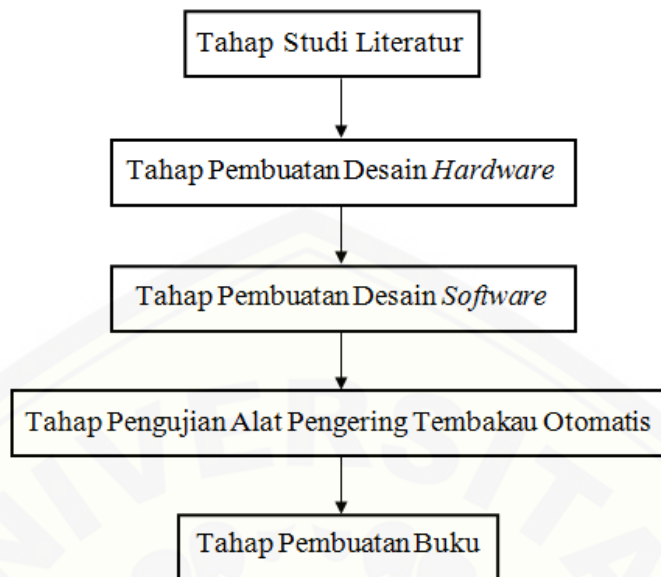
BAB 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikhususkan pada perancangan alat pengering tembakau otomatis dengan menggunakan metode *fuzzy logic* sebagai kendalinya. Fungsi dari pembuatan alat pengering tembakau otomatis ini adalah untuk mempercepat proses pengeringan sehingga daun dapat dijual lebih cepat dibandingkan pada saat daun diproses secara manual melalui proses penjemuran. Cara kerja alat pengering tembakau otomatis yaitu dengan melakukan pengamatan pada perubahan citra daun dengan menggunakan kamera *webcam* dan mengukur nilai suhu dan kelembaban ruang pemanas dengan menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT22 seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Cara kerja alat pengering tembakau otomatis

Agar dapat mencapai hasil penelitian pada tugas akhir ini, maka dilakukan beberapa tahapan pelaksanaan yang dijabarkan pada blok diagram Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok tahapan pelaksanaan

3.1 Tahap Studi Literatur

Tahap studi literatur merupakan tahapan yang digunakan untuk mencari beberapa sumber referensi yang terkait dengan penelitian yang dilakukan, dengan informasi yang diperoleh dapat menjadi acuan untuk mencapai hasil penelitian.

Pada penelitian ini literatur yang digunakan untuk melakukan pengujian kadar air daun tembakau Besuki VO yaitu berdasar pada pedoman AOAC (*Association of Official Analytical Chemist*) 2005. Analisis yang digunakan menggunakan metode oven dengan prinsip yaitu menguapkan molekul air (H_2O) bebas yang terdapat pada sampel yang digunakan. Setelah itu sampel ditimbang sampai diperoleh nilai bobot yang konstan dengan asumsi bahwa semua air yang terkandung dalam sampel sudah diuapkan. Selisih bobot sampel yang diperoleh sebelum dan sesudah proses pengeringan merupakan bobot dari air yang diuapkan. Prosedur untuk analisis kadar air yang dilakukan yaitu dengan menyediakan botol timbang sesuai dengan jumlah sampel yang digunakan dan sampel daun tembakau yang sudah dirajang sebesar 2 gram. Untuk sampel daun tembakau yang digunakan diperoleh langsung dari petani tembakau serta dari

gudang penyimpanan tembakau seperti pada Gambar 3.3. Pada percobaan ini digunakan dua buah botol timbang untuk dua buah sampel yaitu daun tembakau yang masih dalam keadaan basah dan daun tembakau yang sudah dalam keadaan kering seperti yang tertera pada Gambar 3.4. Kemudian botol timbang yang sudah tersedia dipanaskan dengan temperatur sebesar 100°C sampai dengan 105°C dengan menggunakan oven selama 30 menit seperti pada Gambar 3.5. Pada proses pemanasan ini kondisi botol timbang belum terisi oleh sampel, karena hanya bertujuan untuk memperoleh berat murni dari botol timbang yang digunakan pada saat penimbangan. Setelah dioven, botol timbang dimasukkan pada desikator yang tertera pada Gambar 3.6 selama 15 menit dan ditimbang. Kedua sampel yang diuji pun ditimbang terlebih dahulu sebelum dimasukkan kedalam botol timbang untuk memperoleh berat sampel awal. Setelah sampel ditimbang, sampel dimasukkan pada botol timbang dan kembali ditimbang. Setelah dilakukan penimbangan, botol timbang yang telah berisi sampel dipanaskan kembali dengan oven dengan temperature 100 °C sampai dengan 105 °C selama 24 jam dengan tujuan untuk memperoleh berat sampel kering. Setelah dilakukan proses pemanasan dengan oven, botol timbang kembali dimasukkan kedalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang. Dengan hasil penimbangan yang diperoleh maka dapat dilakukan penghitungan besar kadar air dari masing-masing sampel dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat Botol Timbang Kosong (gram)

B = Berat Botol Timbang yang Berisi Sampel Awal (gram)

C = Berat Botol Timbang yang Berisi Sampel Kering (gram)

Nilai kadar air dari sampel daun tembakau yang diperoleh digunakan sebagai batasan dari fungsi keanggotaan pada variabel *output* kondisi daun.

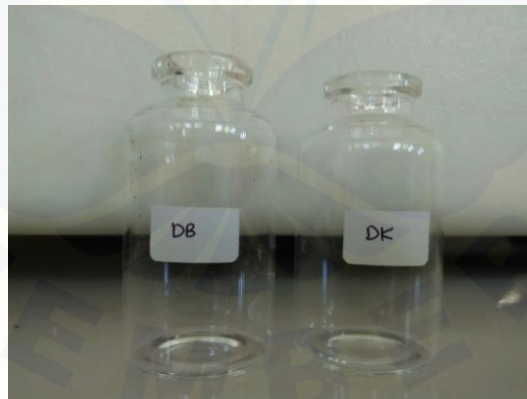


(a)



(b)

Gambar 3.3 Pengambilan sampel daun tembakau dari (a) petani tembakau dan (b) gudang penyimpanan daun tembakau



Gambar 3.4 Botol timbang



Gambar 3.5 Oven yang memanaskan botol timbang



Gambar 3.6 Desikator

3.2. Tahap Pembuatan Desain *Hardware*

3.2.1 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari:

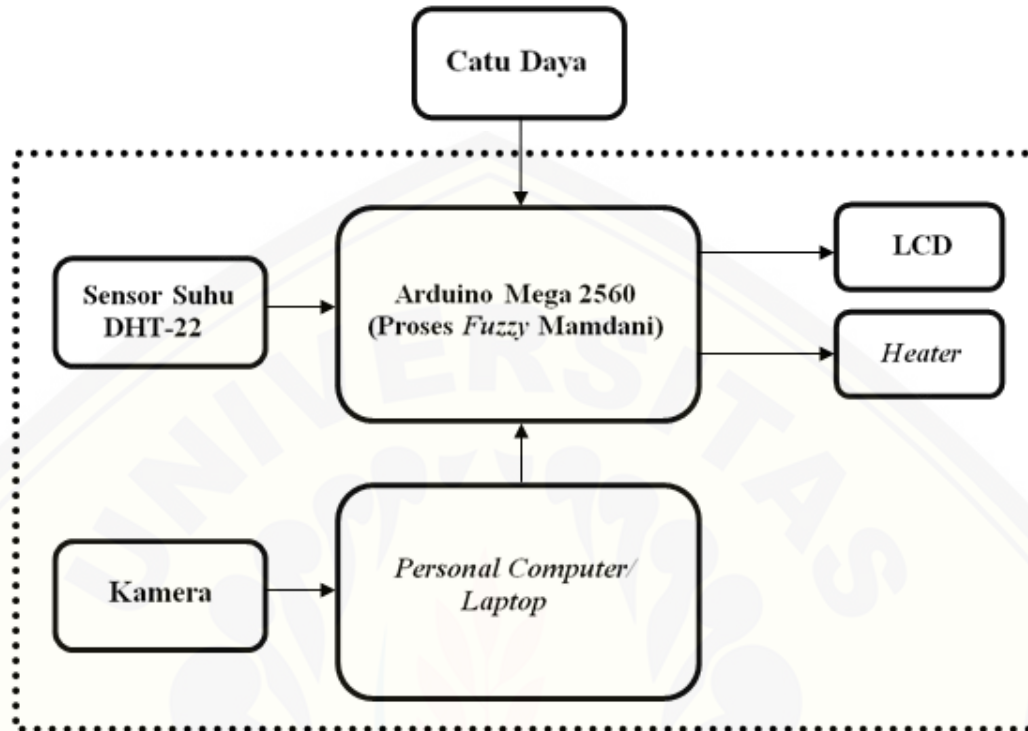
Alat:

1. Kamera *webcam*
2. Lemari aluminium
3. *Heater*
4. Selang udara
5. Mikrokontroler Arduino Mega 2560
6. Sensor DHT-22

Bahan:

1. Daun Tembakau

3.2.2 Rancangan Elektronika

Gambar 3.7 Perancangan diagram blok *hardware*

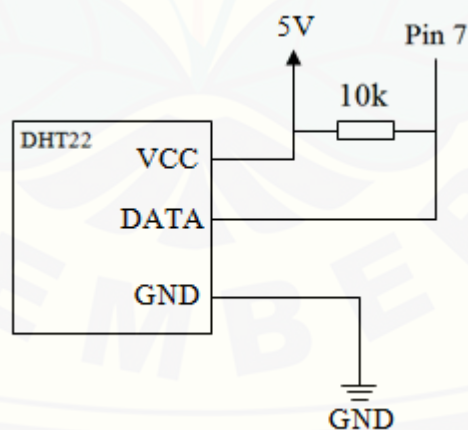
Berdasarkan blok diagram pada Gambar 3.7 dapat diketahui bahwa pada alat ini memiliki 2 buah nilai *input* sensor yaitu sensor suhu DHT22 yang berfungsi sebagai pendeteksi besar suhu ruangan pada alat pengering tembakau dan kamera yang berfungsi sebagai pengamat citra daun tembakau yang dikeringkan dan sebuah *output* berupa tampilan kondisi daun pada LCD dan mematikan kipas *heater* saat kondisi daun tembakau sudah terindikasi kering.

Metode yang digunakan dalam alat pengering tembakau otomatis yang dibuat adalah dengan menggunakan *fuzzy mamdani* yaitu dengan suhu dan jumlah titik putih sebagai parameternya. Setelah proses *fuzzy* selesai dilakukan oleh Arduino Mega 2560, maka akan dihasilkan *output* berupa tampilan kondisi daun tembakau pada LCD. Sedangkan untuk catu daya yang digunakan pada alat ini menggunakan *power supply* 5 volt yang masuk pada Mikrokontroler Arduino Mega 2560.

3.2.2.1. Rangkaian Sensor Suhu DHT22

Perancangan alat pengering tembakau otomatis ini menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT22, dikarenakan sensor DHT22 memiliki akurasi yang lebih tinggi daripada sensor DHT11 dengan harga yang tidak jauh berbeda. Gambar 3.8 merupakan gambar rangkaian sensor suhu DHT22. Sensor DHT22 dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3. Nilai suhu dan kelembaban yang terbaca pada sensor diterima oleh mikrokontroler Arduino dengan variabel masing-masing yaitu “hum” sebagai variabel yang menyatakan nilai kelembaban dan “T” sebagai variabel yang menyatakan nilai suhu yang terbaca. Agar nilai suhu yang terbaca dapat sesuai dengan nilai suhu yang sebenarnya, maka dilakukan kalibrasi sensor dengan variabel “temp” merupakan hasil kalibrasi dari pembacaan suhu pada sensor DHT22. *List* program yang digunakan untuk nilai kalibrasi suhu pada sensor DHT22 adalah sebagai berikut:

```
void klibDHT(){  
  hum = dht.readHumidity();  
  T = dht.readTemperature();  
  temp= (1.043*T) - 1.809;  
}
```



Gambar 3.8 Rangkaian sensor suhu DHT22

3.2.2.2. Rangkaian Pengatur Kecepatan Motor DC

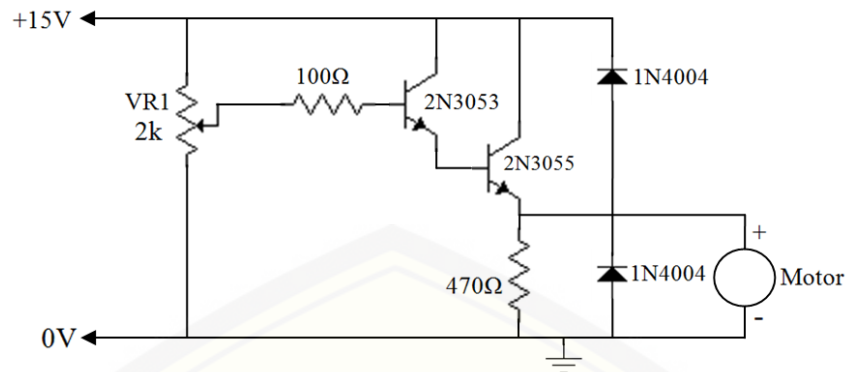
Output pada alat pengering tembakau otomatis ini menggunakan *heater* yang elemen pemanasnya dihembuskan udara dengan menggunakan kipas yang diputar menggunakan motor DC 12 volt. Putaran motor DC dikontrol dengan

menggunakan rangkaian pengatur kecepatan motor DC seperti pada Gambar 3.9. *Input* tegangan motor DC didapat dari nilai PWM atau *Pulse With Modulation* yang berasal dari mikrokontroler Arduino. PWM memanipulasi keluaran digital sedemikian rupa sehingga menghasilkan sinyal analog yang mengendalikan perputaran motor. *Output* PWM dari mikrokontroler Arduino dikendalikan dengan menggunakan PID dengan konversi pembacaan jumlah *pixel* putih dari kamera yang dikonversikan menjadi *set point* nilai suhu. Selisih dari nilai *set point* nilai suhu dengan nilai pembacaan suhu dari sensor DHT22 merupakan nilai *error* yang kemudian dikalikan dengan konstanta K_p , K_i , dan K_d sehingga didapat *output* PID. *Output* PID yang didapat kemudian dikalkulasikan dengan nilai PWM kipas sehingga didapat nilai PWM yang baru. *List* program yang digunakan untuk kendali PWM pada mikrokontroler Arduino dapat dilihat sebagai berikut:

```

void PID(){
  SetPoint = map((long)inK, 0, 20000, 32, 60); //pembacaan jml
  pixel ke set point
  if (SetPoint>=60) {SetPoint=60;}
    error=SetPoint-temp;          //error
  de_error=last_error;
  out_P=fKp*error;
  error_I=error+last_error;      //kontrol I
  out_I=fKi*error_I*Tc;
  error_D=error-last_error;     //kontrol D
  out_D=(fKd*error_D)/Tc;
  last_error=error;
  out_PID=out_P+out_I+out_D;    //kontrol PID
}
void driverKipas(){
  vKipas1 = (int)pwm_IN;
  analogWrite(K1, vKipas1);
  vKipas2 = (int) pwm_OUT;
  analogWrite(K2, vKipas2);
}
void sServo(){
  vServo = map((int)pwm_IN, 0, 255, 0, 180);
  myservo.write(vServo);
  delay(15);
  if (vServo<=0){digitalWrite (heat,LOW);}
  else {digitalWrite (heat,HIGH);}
}

```



Gambar 3.9 Rangkaian pengatur kecepatan motor DC

3.2.3 Cara Kerja Alat

Rancangan bentuk alat pengering tembakau otomatis ini didesain berbentuk lemari yang terbuat dari bahan aluminium dengan pemanas yang terpasang didalamnya. Posisi kamera pada alat ini yaitu diletakkan pada posisi bagian atas dari lemari untuk mengamati setiap perubahan warna yang terjadi pada tembakau yang dikeringkan. Sedangkan posisi mikrokontroler Arduino yaitu diletakkan pada posisi sebelah kanan dari alat pengering tembakau otomatis yang berfungsi sebagai pengolahan citra yang diambil dari kamera. Untuk lebih jelasnya, berikut merupakan cara kerja alat pengering tembakau yang dapat dilihat pada Gambar 3.1, desain alat pengering tembakau pada Gambar 3.10 serta peletakan rangkaian yang digunakan pada alat pada Gambar 3.11.

Pada Gambar 3.1 dapat diamati bahwa informasi citra tembakau yang dikeringkan diambil dengan menggunakan kamera. Alat ini menggunakan kamera *webcam* yang memiliki resolusi sebesar 20 Mega Piksel. Informasi citra yang diamati yaitu berupa perubahan warna dari tembakau selama proses pengeringan berlangsung. Informasi citra yang dikirim dari kamera kemudian diterima oleh komputer untuk diproses. Komputer mengolah informasi citra yang diterima dengan mengubah citra menjadi *grayscale* dan menghitung jumlah titik putih dari warna coklat yang ada pada daun. Setelah mengolah informasi citra tembakau yang dikirim dari kamera dan mendapatkan nilai titik putih daun, komputer mengirimkan data nilai titik putih tersebut pada mikrokontroler Arduino Mega 2560. Pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 proses *fuzzy* dilakukan dengan

jumlah titik putih daun dan nilai suhu yang terukur oleh DHT-22 sebagai variabel *input* serta kondisi daun tembakau sebagai variabel *output*. Kondisi daun tembakau akan ditampilkan pada LCD selama proses pengeringan berlangsung. Pada saat daun tembakau yang dikeringkan sudah dinyatakan kering pada proses *fuzzy*, maka Arduino akan mematikan kipas *heater* pada alat pengering.

Pengamatan perubahan citra daun tembakau dilakukan menggunakan kamera *webcam* yang memiliki resolusi 20 Mega piksel yang diletakkan pada bagian tengah atas dari alat pengering tembakau seperti pada Gambar 3.11 dengan daun tembakau pada rak pertama sebagai sampel pengamatan dari daun tembakau pada setiap rak. Kamera *webcam* mengamati setiap perubahan citra dari daun tembakau yang dikeringkan berupa citra RGB yang kemudian dikirimkan ke komputer untuk diolah menjadi citra biner dan didapatkan nilai jumlah titik putihnya.



(a)

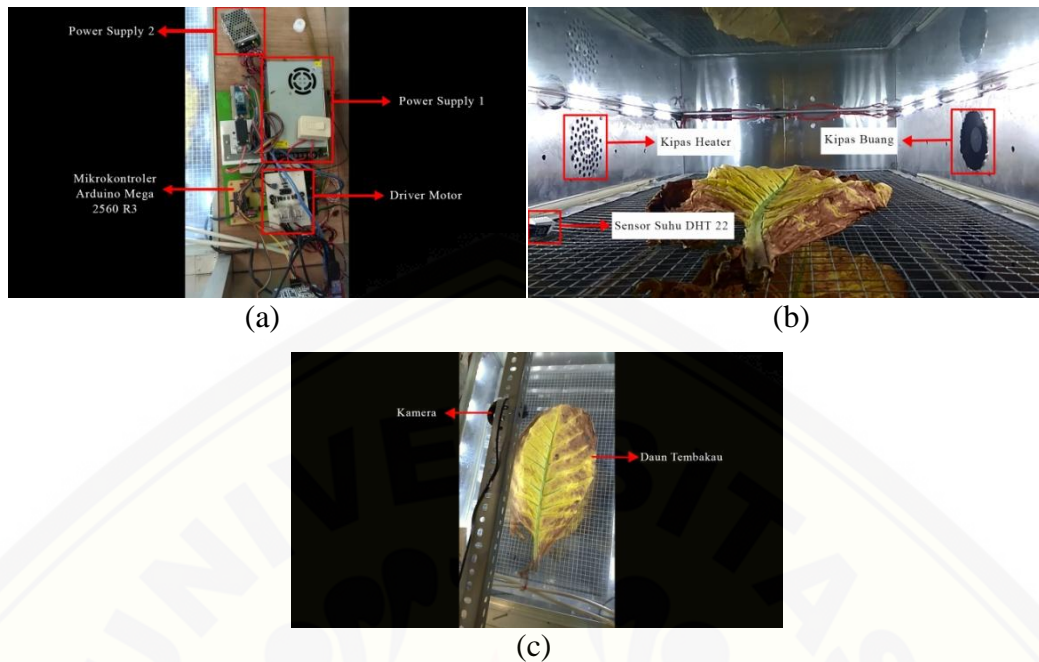


(b)



(c)

Gambar 3.10 Desain alat pengering tembakau otomatis (a) tampak depan (b) tampak atas (c) tampak samping



Gambar 3.11 Peletakan rangkaian pada alat pengering tembakau otomatis (a) rangkaian yang terdapat pada alat pengering tembakau (b) sensor dan aktuator pada ruang pengering (c) kamera yang mengamati perubahan citra daun

3.3 Tahap Pembuatan Desain *Software*

3.3.1 Rancangan Algoritma Cara Kerja Alat

Metode pengolahan citra diterapkan pada alat pengering tembakau. Tembakau yang basah memiliki warna hijau yang lebih dominan. Sedangkan tembakau yang kering memiliki warna coklat yang lebih dominan. Perbedaan warna tembakau basah dan kering ditunjukkan pada Gambar 3.12.

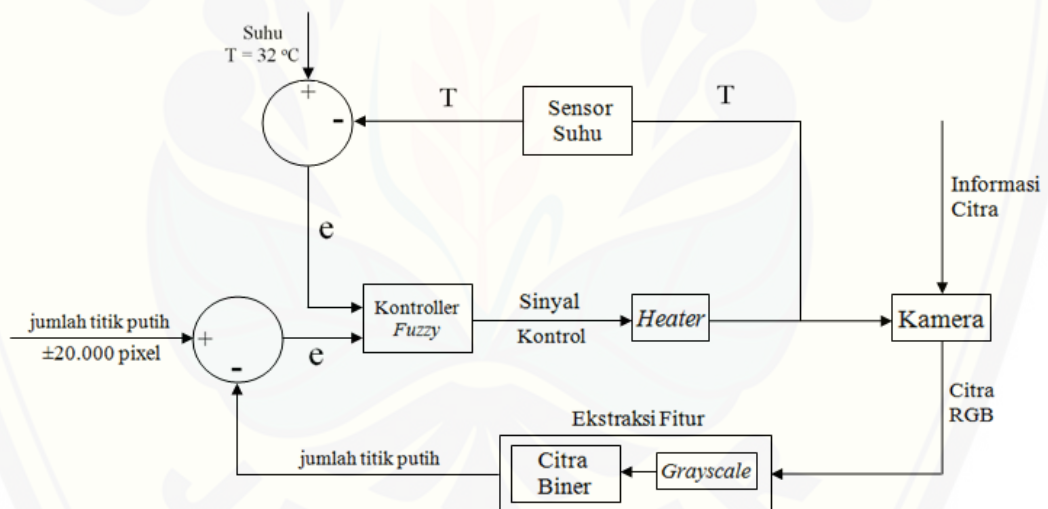
Berdasarkan Gambar 3.12, tembakau kering memiliki warna coklat yang dominan. Warna coklat inilah yang digunakan sebagai acuan dari alat pengering untuk mengetahui tembakau sudah kering atau belum. Gambar 3.13 merupakan blok kontrol dari cara kerja alat pengering tembakau otomatis.

Warna kering tembakau yaitu warna coklat dan nilai suhu tembakau digunakan sebagai acuan bahwa tembakau dinyatakan sudah kering. Kontrol suhu dan kelembaban digunakan sebagai kendali dari alat pengering. Informasi citra tembakau selama pengeringan diambil menggunakan kamera. Nilai RGB dari

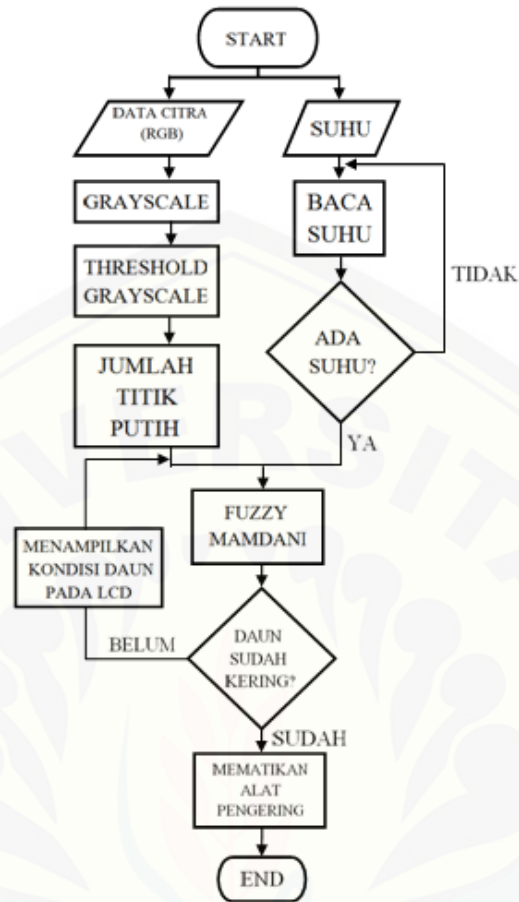
informasi citra tembakau diekstraksi untuk diambil warna coklatnya saja. Apabila tembakau dalam alat pengering sudah bewarna coklat sesuai dengan warna coklat yang jadi acuan maka sistem akan mematikan alat pengering. Gambar 3.14 merupakan *flowchart* dari cara kerja alat pengering tembakau otomatis.



Gambar 3.12 Perbedaan warna tembakau basah dan kering



Gambar 3.13 Blok kontrol pengering tembakau otomatis



Gambar 3.14 *Flowchart* alat pengering tembakau otomatis

3.3.2 Perancangan Metode *Fuzzy*

Metode yang digunakan pada pengolahan data yang didapat yaitu menggunakan metode *fuzzy*. Alasan digunakannya metode *fuzzy* yaitu agar alat dapat mengolah proses pengeringan daun dengan menggunakan data yang berasal dari dua variabel yang berbeda yaitu data dari variabel suhu yang berasal dari sensor suhu dan kelembaban DHT22 serta data dari variabel jumlah titik putih yang berasal dari pengolahan citra dari kamera. Untuk perancangan metode *fuzzy* pada alat pengering tembakau otomatis yaitu terdiri dari metode pengujian dan metode pengumpulan data. Pada metode pengujian yaitu dengan cara menguji tiap-tiap komponen yang digunakan pada alat pengering tembakau otomatis mulai dari alat pengering yang menggunakan *heater*, pengambilan informasi citra, pengolahan informasi citra hingga sistem secara keseluruhan. Untuk pengujian

alat pengering yaitu dengan cara menguji pemanas pada alat pengering. Pemanas yang digunakan pada alat pengering terdiri dari beberapa elemen pemanas yang dikontrol menggunakan metoda *fuzzy* mamdani untuk mengontrol nilai suhu dalam ruangan alat pengering. Untuk pengujian pada pengambilan informasi citra yaitu dengan cara menguji kemampuan kamera yang digunakan dalam pengambilan citra. Untuk pengujian pengolahan informasi citra yaitu dengan cara mengambil citra daun tembakau dengan kamera untuk mengetahui kondisi daun apakah sudah kering atau belum. Sedangkan untuk pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan cara mengambil informasi citra dari daun tembakau pada alat pengering secara terus-menerus hingga daun tembakau dinyatakan sudah kering dan alat berhenti bekerja.

Untuk metoda pengumpulan data yaitu dengan menentukan apa saja yang menjadi variabel *input* dan variabel *output* pada metode *fuzzy* yang digunakan. Variabel *input* yang digunakan terdiri dari persentase banyaknya titik putih pada daun tembakau, dan nilai suhu. Jumlah titik putih yang diukur mengindikasikan banyaknya warna coklat pada daun tembakau setelah melalui proses *thresholding*. Sedangkan variabel *output* yang digunakan yaitu kondisi tembakau yang dikeringkan. Setelah menentukan variabel *input* dan *output* yaitu membuat fungsi keanggotaan pada tiap variabel yang ditentukan. Kurva segitiga digunakan pada tiap fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Hal ini disebabkan karena terdapat tiga buah parameter pada setiap fungsi keanggotaan pada variabel *input* dan *output* yang ditentukan.

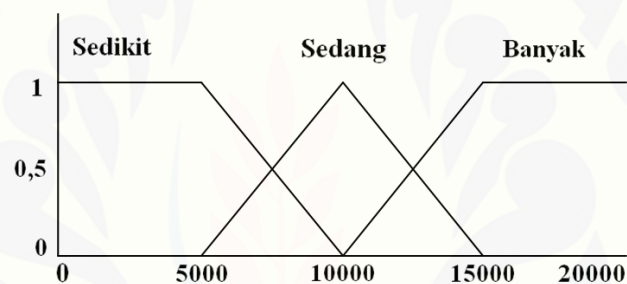
Fungsi keanggotaan untuk variabel jumlah titik putih terdiri dari 3 kurva yang meliputi kurva penyusutan untuk himpunan sedikit, kurva antara untuk himpunan sedang dan kurva peningkatan untuk himpunan banyak. Grafik himpunan keanggotaan untuk variabel jumlah titik putih adalah seperti yang terlihat pada Gambar 3.15.

Fungsi keanggotaan untuk variabel suhu daun tembakau terdiri dari 3 kurva yang meliputi kurva penyusutan untuk himpunan dingin, kurva antara untuk himpunan sedang dan kurva peningkatan untuk himpunan panas. Grafik himpunan

keanggotaan untuk variabel suhu daun tembakau adalah seperti yang terlihat pada Gambar 3.16.

Fungsi keanggotaan untuk variabel kondisi tembakau terdiri dari 3 kurva yang meliputi kurva penyusutan untuk himpunan basah, kurva antara untuk himpunan sedang dan kurva peningkatan untuk himpunan kering. Grafik himpunan keanggotaan untuk variabel kondisi daun tembakau adalah seperti yang terlihat pada Gambar 3.17.

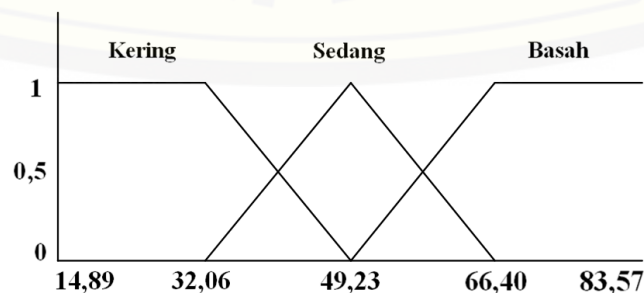
Setelah menentukan fungsi keanggotaan pada setiap variabel, maka dibuat sebuah aturan atau *rule base logika fuzzy*. Berdasarkan variabel yang telah ditentukan, dapat dibentuk *rule base logika fuzzy* seperti yang terdapat pada Tabel 3.1.



Gambar 3.15 Grafik keanggotaan variabel jumlah titik putih



Gambar 3.16 Grafik keanggotaan variabel suhu



Gambar 3.17 Grafik keanggotaan variabel kondisi daun

Tabel 3.1 *Rule base* logika *fuzzy* pada alat pengering tembakau otomatis

Titik Putih Suhu	Sedikit	Sedang	Banyak
Dingin	Basah	Basah	Kering
Sedang	Basah	Sedang	Kering
Panas	Kering	Kering	Kering

3.3.2.1 Perancangan Program Pada Mikrokontroler Arduino

Pada mikrokontroler Arduino data yang diperoleh dari sensor suhu dan kelembaban DHT22 dan sensor kamera diolah dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani. Tahapan berjalannya program *fuzzy* pada Arduino yaitu dengan mengambil data *input* jumlah titik putih dan suhu terlebih dahulu, kemudian data yang diperoleh dicocokkan dengan *membership function* jumlah titik putih dan suhu yang telah ditentukan, setelah data sudah tergolong pada salah satu *membership function* selanjutnya adalah evaluasi data terhadap *rule base* yang telah dibuat, hingga proses akhir adalah defuzifikasi *output* berupa nilai kadar air pada daun tembakau. Sedangkan *list* program yang digunakan untuk penerimaan data dari *software* pengolahan citra diterima melalui *serial port* yang terhubung dengan komputer adalah sebagai berikut.

```
void baca_serial(){
  if(Serial.available()){
    Serial.flush();
    if(Serial.read()=='#'){
      inK=Serial.parseFloat();
    }
    Serial.flush();
  }
}
```

Data citra yang diterima diinisialisasikan dengan nama “inK”. Data suhu dan kelembaban yang berasal dari sensor suhu dan kelembaban DHT22 dibaca menggunakan program kalibrasi suhu.

```

void klibDHT(){
    hum = dht.readHumidity();
    T = dht.readTemperature();
    temp= (1.043*T) - 1.809;
}

```

Dengan menginisialisasikan nilai kelembaban dengan nama “hum” dan nilai suhu dengan nama “T”. Sedangkan “temp” merupakan hasil perhitungan dari data suhu yang terbaca dari sensor dengan menerapkan rumus yang didapat dari hasil kalibrasi sensor suhu dan kelembaban DHT22 yang telah dilakukan.

Pada penerapan logika *fuzzy*, hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan variabel *input* dan variabel *output* serta menentukan fungsi keanggotaan dari setiap variabel yang ditentukan. Penentuan nilai fungsi keanggotaan dari variabel *input* ditunjukkan program berikut ini.

```

void fuzzyRutin(float titikputih, float suhu){
    //member function titikputih
    mf[0][0] = FuzzyMember(titikputih,5000, 5000, 10000); //NB
    mf[1][0] = FuzzyMember(titikputih,5000, 10000, 15000); //NM
    mf[2][0] = FuzzyMember(titikputih,10000, 15000, 15000); //Z
    //mamber function suhu
    mf[0][1] = FuzzyMember(suhu,38, 38, 40); //NB
    mf[1][1] = FuzzyMember(suhu,38, 40, 49); //NM
    mf[2][1] = FuzzyMember(suhu,40, 49, 49); //Z
    if (titikputih<= 5000){mf[0][0] = 1;}
    else if (titikputih>=15000){ mf[2][0] = 1;}
    if (suhu<= 38){mf[0][1] = 1;}
    else if (suhu>=49){mf[2][1] =1;}
}

```

Untuk mencari nilai alfa predikat, dapat menerapkan rumus fungsi implikasi yaitu menggunakan fungsi min seperti pada program ini.

```

int x1 = 1;
for(int a1 = 0; a1 <=2; a1 = a1 +1)
for(int a2 = 0; a2 <=2; a2 = a2 +1)
{
    apred[x1] = min(mf[a1][0],mf[a2][1]);
    x1 = x1 + 1;
}

```

Setelah menentukan nilai fungsi keanggotaan, selanjutnya adalah menentukan *rule base*. Untuk penerapannya pada pemrograman Arduino seperti yang ditunjukkan pada program dibawah ini.

```
for(int rp = 1; rp <= 9; rp = rp + 1){
  switch(rp){
    case 1 : {basah(rp); break;}
    case 2 : {basah(rp); break;}
    case 3 : {kering(rp); break;}
    case 4 : {basah(rp); break;}
    case 5 : {sedang(rp); break;}
    case 6 : {kering(rp); break;}
    case 7 : {kering(rp); break;}
    case 8 : {kering(rp); break;}
    case 9 : {kering(rp); break;}
  }
}
```

Terdapat sembilan buah *rule base* yang dibuat sesuai dengan urutan pada tabel *rule base* yang telah direncanakan sebelumnya. Selanjutnya masuk pada proses defuzifikasi. *Output* yang dihasilkan pada proses defuzifikasi adalah nilai “baca” yang menentukan pada bagian fungsi keanggotaan variabel *output* manakah *output* akan dihasilkan. Pada penerapannya pada Arduino seperti yang ditunjukkan pada program berikut.

```
//Defuzifikasi
atasP = 0, bawahP = 0, zxP = 0;
for (int pp = 1; pp <= 9; pp = pp +1)
{
  atasP = atasP + (apred[pp] * zd[pp]);
  bawahP = bawahP + apred[pp];
}
zxP = atasP / bawahP;
baca = zxP;
}
```

Pada pencarian nilai “zd” dibutuhkan perhitungan berdasarkan kondisi kurva pada fungsi keanggotaan variabel *output* seperti pada program berikut ini.

```
void kering(int x){
  zd[x] = 49.23 - (apred[x] * 17.17); // KURVA TURUN
}
void sedang(int x){
  ccd = 32.06 + (apred[x] * 17.17); // KURVA NAIK
  cxd = 66.40 - (apred[x] * 17.17); // KURVA TURUN
  zd[x] = (ccd+cxd)/2; //NS
}
}
```

```
void basah(int x){
    zd[x] = 49.23 + (apred[x] * 17.17); // KURVA TURUN
}
```

Nilai “baca” yang diperoleh digunakan untuk menentukan kondisi daun yang tampil pada layar LCD seperti pada Gambar 3.18 dengan “DK” sebagai inisialisasi dari daun kering, “DS” sebagai inisialisasi dari daun sedang, dan “DB” sebagai inisialisasi dari daun basah. Program untuk tampilan LCD dan untuk mematikan kipas kiri dan kanan menggunakan *input* dari kamera ditunjukkan pada program berikut ini.

```
void tampilan(){
    if (baca<40.64)
    {
        lcd.setCursor(11,1);
        lcd.print("DK");
    }
    else if ((baca>=40.64)&&(baca<=57.81))
    {
        lcd.setCursor(11,1);
        lcd.print("DS");
    }
    else if (baca>57.81)
    {
        lcd.setCursor(11,1);
        lcd.print("DB");
    }
}
void Control(){
    pwm_IN=pwm_IN+out_PID;//kipas masukan
    if(pwm_IN<=00.00){pwm_IN=00.00;}
    if(pwm_IN>=255.00){pwm_IN=255.00;}

    pwm_OUT=pwm_OUT-out_PID;//kipas keluaran
    if(pwm_OUT<=00.00){pwm_OUT=00.00;}
    if(pwm_OUT>=255.00){pwm_OUT=255.00;}
    if (inK>=20000)
    {
        pwm_IN = 0;
        pwm_OUT = 0;
    }
}
```



Gambar 3.18 Output tampilan LCD

3.3.3 Rancangan *Software* Pengolahan Citra

Pengolahan citra dilakukan menggunakan *software* yang dibuat menggunakan *software* Visual Studio 2010. Gambar 3.19 merupakan tampilan dari *software* pengolahan citra yang digunakan. Pada *software* tersebut menampilkan citra yang ditangkap oleh sensor kamera yang kemudian dikonversi menjadi citra hitam putih melalui proses *grayscale* dan dijadikan citra biner melalui proses *threshold* yang kemudian dihitung jumlah titik putih yang terdapat pada satu frame gambar yang ditangkap.

Terdapat dua buah cara untuk menentukan nilai RGB yang ingin dipindai. Yaitu dengan cara mengatur nilai RGB yang diinginkan pada saat program dijalankan dengan cara mengklik pada citra yang ditampilkan, atau dengan cara melakukan *setting* pada *list* program Visual Studio terlebih dahulu. *List* program yang digunakan untuk men-*setting* nilai RGB adalah sebagai berikut.

```
Private Sub ImageBox1_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ImageBox1.Click
    Dim P As Point =
ImageBox1.PointToClient(Cursor.Position)
    x = P.X
    y = P.Y
    TextBox4.Text = x
    TextBox5.Text = y

    red = 203
    green = 182
```

```
blue = 189
```

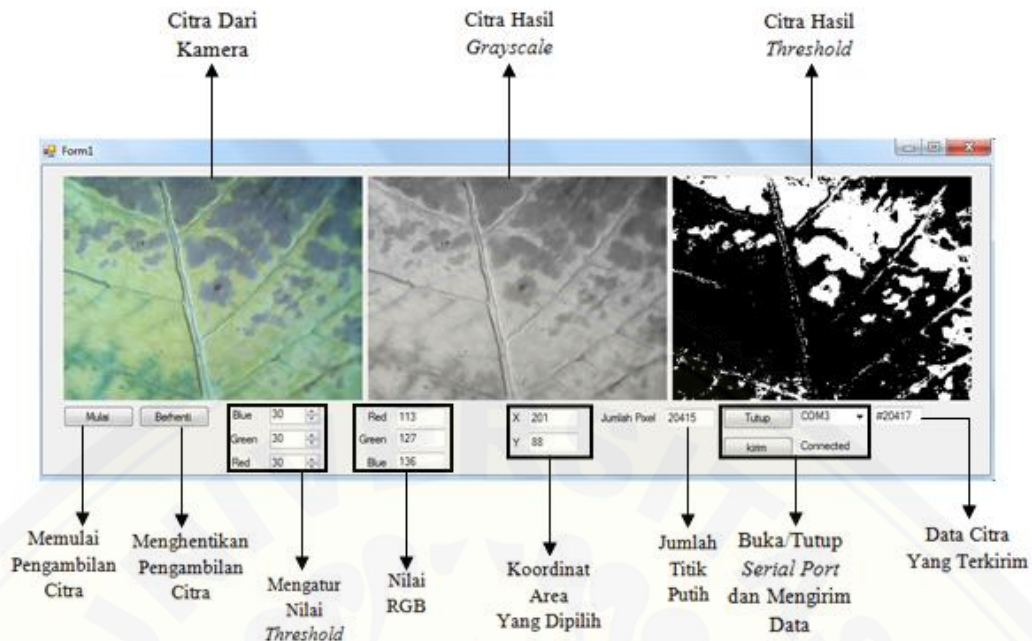
```
End Sub
```

Setelah menentukan nilai RGB yang dipindai maka program akan otomatis mengubah citra yang ditangkap melalui proses *grayscale* dan *threshold* sehingga didapat citra biner berupa warna putih sebagai konversi warna yang sesuai dengan nilai RGB yang telah di-*setting* sebelumnya, dan warna hitam sebagai warna dengan nilai RGB yang berada di luar nilai RGB yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan proses penghitungan jumlah *pixel* putih dengan cara menghitung jumlah *pixel* yang bernilai 1 yang terdapat pada satu *frame* dan nilainya ditampilkan pada kolom “lebar”. Sedangkan *list* program yang berfungsi untuk mengubah citra RGB melalui proses *grayscale*, *threshold*, hingga penghitungan jumlah *pixel* putih adalah sebagai berikut.

```
Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
    ImgRGB = CamDevice.QueryFrame.Flip(Emgu.CV.CvEnum.FLIP.NONE)
    ImgGray = ImgRGB.Convert(Of Gray, Byte)()
    ImgBiner = ImgRGB.InRange(New Bgr(blue - NumericUpDown1.Value,
green - NumericUpDown2.Value, red - NumericUpDown3.Value),
New Bgr(blue + NumericUpDown1.Value,
green + NumericUpDown2.Value, red + NumericUpDown3.Value))
    '-----mendapatkan lebar
dengan menghitung jumlah piksel yang bernilai 1)
    For i = 0 To 240 - 1 '240 - 1 'tinggi - 1 'gambarHSV.Width - 1
        For j = 0 To 320 - 1 ' 320 - 1 'lebar2 - 1 'gambarHSV.Height
- 1
            If ImgBiner.Data(i, j, 0) = 255 Then
                lebar = lebar + 1
            ElseIf ImgBiner.Data(i, j, 0) = 0 Then
                lebar = lebar + 0
            End If
        Next
    Next
    ImageBox1.Image = ImgRGB
    ImageBox2.Image = ImgGray
    ImageBox3.Image = ImgBiner
    TextBox1.Text = red
    TextBox2.Text = green
    TextBox3.Text = blue
    TextBox6.Text = lebar
    lebar = 0
    '-----
End Sub
```


Untuk komunikasi data antara *software* pengolahan citra dengan Arduino menggunakan *serial port*. Dengan memilih port yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino kemudian mengklik tombol “buka port” kemudian mengklik tombol “kirim”, data jumlah titik putih yang terdapat pada kolom “lebar” terkirim pada Arduino melalui *serial port*. Data juga akan terekam pada komputer dengan menggunakan file .txt dengan cara yang sama. *List* program yang digunakan untuk membuka *serial port* dan pengiriman data melalui *serial port* adalah sebagai berikut.

```
Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button3.Click
    On Error GoTo err
    If SerialPort1.IsOpen Then
        SerialPort1.Close()
        Timer2.Enabled = False
        Label10.Text = "Disconnected"
        Button3.Text = "Buka PORT"
    Else
        SerialPort1.BaudRate = 9600
        SerialPort1.PortName = ComboBox1.Text
        SerialPort1.Open()
        Timer2.Enabled = True
        Label10.Text = "Connected"
        Button3.Text = "Tutup PORT"
    End If
    Exit Sub
err:    MsgBox("Serial Error")
End Sub
Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button4.Click
    data_kirim = Convert.ToSingle(TextBox6.Text)
    str = Convert.ToString(data_kirim)
    str = str + "#"
    textbox7.text = str
    SerialPort1.Write(str)
End Sub
```



Gambar 3.19 Tampilan *software* pengolahan citra

3.4 Tahap Pengujian Alat Pengering Tembakau Otomatis

Pada tahapan ini dilakukan berbagai pengujian yaitu pengujian nilai kadar air pada daun tembakau Besuki VO, pengujian pembacaan citra daun tembakau, pengujian perubahan suhu dan kelembaban daun tembakau, dan pengujian proses pengeringan daun. Kondisi daun tembakau pada saat proses pengeringan haruslah berwarna kuning kecoklatan untuk mencegah timbulnya warna hitam pekat pada daun tembakau akibat layunya sel hijau daun seperti pada Gambar. Hasil pengujian masing-masing dipaparkan pada bab hasil dan pembahasan.

3.5 Tahap Pembuatan Buku

Tahapan pembuatan buku dilakukan setelah tahapan pengujian dilakukan dan mendapatkan data. Buku yang dibuat terdiri dari 101 halaman yang tersusun dari pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian, lalu dilanjutkan dengan tinjauan pustaka yang berisi tentang pengetahuan dasar dari hal-hal yang dibahas pada penelitian yang dilakukan, kemudian metode penelitian yang berisi rincian dari pelaksanaan penelitian yang dilakukan, lalu dilanjutkan dengan hasil dan

pembahasan yang berisi data hasil penelitian serta analisa dari data yang diperoleh, serta yang terakhir adalah penutup yang berisi kesimpulan dari data hasil penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya yang diikuti dengan melampirkan daftar pustaka dan lampiran.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pengering Tembakau Otomatis Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Kenaikan jumlah *pixel* daun tembakau yang dikeringkan dapat mencapai jumlah *pixel* putih sebanyak 20.000 *pixel* dalam jangka waktu pengamatan 40 jam, sedangkan pada saat perbandingan warna daun tembakau hasil pengeringan memiliki perbedaan terhadap warna daun tembakau sampel dengan nilai *error* persen terbesar senilai 3,06%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan warna cokelat matang setiap daun tidak sama sehingga terdapat perbedaan pada komposisi nilai RGB warna cokelat pada setiap daunnya.
2. Nilai suhu selama pengamatan dalam jangka waktu 25 jam mengalami kenaikan walaupun mengalami fluktuasi pada setiap waktu pengamatannya. Dimulai dari suhu 38°C pada saat kondisi daun dalam kondisi basah, kemudian mencapai suhu 39°C hingga suhu 42°C kondisi daun menjadi sedang, dan pada saat mencapai suhu 43°C kondisi daun tembakau terindikasi kering. Sedangkan perubahan nilai kelembaban cenderung stabil pada nilai $\pm 40\%$ RH hingga $\pm 45\%$ RH.
3. Hasil defuzifikasi berupa kadar air pada daun tembakau yang didapat selama pengeringan mengalami penurunan yang signifikan seiring dengan peningkatan jumlah *pixel* putih dan nilai suhu yang terukur. Diawali dengan nilai kadar air sebesar $\pm 61\%$ pada saat daun kondisi basah, lalu kadar air menurun hingga mencapai $\pm 45\%$ pada saat daun kondisi sedang, kemudian kadar air turun sampai sebesar $\pm 39\%$ pada saat daun kondisi kering.

4. Setelah dilakukan perbandingan antara metode pengeringan tradisional dengan pengeringan dengan menggunakan alat pengering berdasarkan lama waktu pengeringan daun tembakau dengan kondisi lembar daun sudah berwarna kuning, maka didapatkan nilai efisiensi sebesar 77,78% dengan perbandingan waktu pengeringan secara tradisional memakan waktu selama 9 hari, sedangkan waktu pengeringan dengan menggunakan alat pengering memakan waktu selama 2 hari.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan yang perlu dibenahi kembali pada penelitian selanjutnya yaitu:

1. Pengaturan batas nilai jumlah *pixel* yang masih perlu dibenahi lagi agar dapat mengukur kekeringan dari daun tembakau dengan ukuran yang lebih variatif.
2. Pengaturan pencahayaan yang lebih baik lagi agar perubahan citra daun yang diamati dapat lebih akurat pada saat daun mengalami penyusutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. (2005). Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya. Penerbit Graha Ilmu. Jakarta.
- Akbar.(2014, Juni 5). Retrieved from <http://beritadaerah.co.id>
- Arymurthy, Ariati Murni dan Suryana Setiawan. (1992). Pengantar Pengolahan Citra. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Candra Noor Santi. (2011), Mengubah Citra Berwarna Menjadi Grey-Scale dan Citra Biner, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank.
- Chandra, Marvin Wijaya dan Agus Priyono. (2007). Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab. Informatika. Bandung.
- Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur. (2013). Mekanisasi Pengolahan Tanah dan Pasca Panen Tembakau Kasturi. Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur. Surabaya.
- Eka Yuni Susilowati.(2006), Identifikasi Nikotin Dari Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Kering dan Uji Efektivitas Ekstrak Daun Tembakau Sebagai Insektisida Penggerek Batang Padi (*Scirpophaga innonata*), Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- Fachrul.(2016, Januari 8). Retrieved from <http://elektroniknewbie.blogspot.com/2016/01/arduino-rangkaian-sensor-kelembaban-dan.html>
- Firman.(2011, Maret 17). Retrieved from <http://firmanembe.wordpress.com>
- Herbal.(2016, Mei 16). Retrieved from <https://www.linkedin.com/pulse/asal-usul-tembakau-dan-sejarah-herbal-seller>
- Kartika Firdausy, Tole Sutikno dan Eko Prasetyo. (2007), *Image Enhancement Using Contrast Stretching on RGB and IHS Digital Image*, Electrical Engineering Department, Ahmad Dahlan University.
- McAndrew Alasdair.(2004), *An Introduction to Digital Image Processing with Matlab. Notes for SCM2511 Image Processing 1*, School of Computer Science and Mathematics, Victoria University of Technology.

- Much. Djunaidi, Eko Setiawan dan Fajar Whedi A. (2005), Penentuan Jumlah Produksi Dengan Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani, Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Murhawi. 1990. Teknik Budidaya Tembakau. Surabaya: Penebar Swadaya
- Sakshi Arora dan Rahul Pandey. (2016), *Applications of Morphological Operators using Image Morphological Algorithms*, Department of Electronics and Communication Engineering, Poornima Institute of Engineering and Technology.
- Panca.(2011, Juli 19). Retrieved from <http://cerutujember.blogspot.co.id>
- Sanani.(2016, Oktober 14). Retrieved from <http://saddamsananiiii.blogspot.co.id>
- Wanrooy, G. L. 1951. Penuntun bertjotjok tanam dan membuat tembakau sigaret di Indonesia. J. B. Wolters Groningen, Djakarta.
- Zia Ul Maksum, Yudo Prasetyo dan Haniah. (2016), Perbandingan Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Berbasis Objek dan Klasifikasi Berbasis Pikel Pada Citra Resolusi Tinggi dan Menengah, Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN

A. Pengujian Sampel



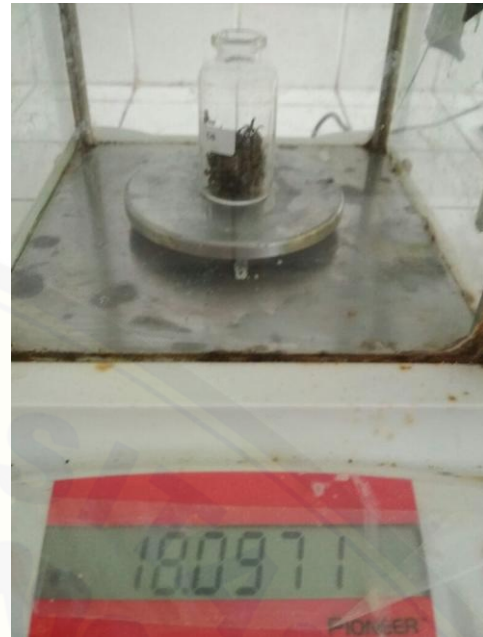
Sampel daun yang digunakan pada pengukuran kadar air



Penimbangan sampel (a) daun tembakau basah dan (b) daun tembakau kering



(a)



(b)

Penimbangan sampel (a) daun tembakau kering dan (b) daun tembakau basah dalam botol timbang



Proses pensterilan sampel dari uap air menggunakan oven

B. Perhitungan Kadar Air

Perhitungan Kadar Air Pada Daun Tembakau Basah

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{B - C}{B - A} \times 100\% \\ &= \frac{19,9785 - 18,0933}{19,9785 - 17,7229} \times 100\% \\ &= \frac{1,8852}{2,2556} \times 100\% \\ &= 83,5786\% \end{aligned}$$

Perhitungan Kadar Air Pada Daun Tembakau Kering

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{B - C}{B - A} \times 100\% \\ &= \frac{18,8991 - 18,5744}{18,8991 - 16,7196} \times 100\% \\ &= \frac{0,3247}{2,1795} \times 100\% \\ &= 14,8979\% \end{aligned}$$

C. List Program Pengolahan Citra

```
Imports Emgu.CV.UI
Imports Emgu.CV
Imports Emgu.CV.Structure
Imports Emgu.CV.CvEnum
```

```
Imports System.IO
Imports System.IO.Ports
Imports System.Threading
```

```
Public Class Form1
```

```
    Dim CamDevice As New Capture(1)
    Dim ImgGray As New Image(Of Gray, Byte)(320, 240)
    Dim ImgBiner As New Image(Of Gray, Byte)(320, 240)
    Dim ImgRGB As New Image(Of Bgr, Byte)(320, 240)
    Dim x As Integer
    Dim y As Integer
    Dim red As Integer
```

```

Dim green As Integer
Dim blue As Integer
Dim lebar_temp As Integer
Dim lebar As Integer
Dim data_kirim As Single
Dim str As String = 0
Dim kunci As Integer = 0

Private Sub Form1_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Me.Load

CamDevice.SetCaptureProperty(CvEnum.CAP_PROP.CV_CAP_PROP_FRAME_HEIGHT,
240)

CamDevice.SetCaptureProperty(CvEnum.CAP_PROP.CV_CAP_PROP_FRAME_WIDTH,
320)
    For Each sp As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames
        ComboBox1.Items.Add(sp)
    Next
    ComboBox1.SelectedIndex = 0
End Sub

Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
    ImgRGB = CamDevice.QueryFrame.Flip(Emgu.CV.CvEnum.FLIP.NONE)
    ImgGray = ImgRGB.Convert(Of Gray, Byte)()
    ImgBiner = ImgRGB.InRange(New Bgr(blue - NumericUpDown1.Value,
green - NumericUpDown2.Value, red - NumericUpDown3.Value),
        New Bgr(blue + NumericUpDown1.Value,
green + NumericUpDown2.Value, red + NumericUpDown3.Value))
    '----- (mendapatkan lebar
dengan menghitung jumlah piksel yang bernilai 1)
    For i = 0 To 240 - 1 '240 - 1 'tinggi - 1 'gambarHSV.Width - 1
        For j = 0 To 320 - 1 ' 320 - 1 'lebar2 - 1 'gambarHSV.Height - 1

            If ImgBiner.Data(i, j, 0) = 255 Then
                lebar = lebar + 1
            ElseIf ImgBiner.Data(i, j, 0) = 0 Then
                lebar = lebar + 0
            End If
        Next
    Next

    ImageBox1.Image = ImgRGB
    ImageBox2.Image = ImgGray
    ImageBox3.Image = ImgBiner
    TextBox1.Text = red
    TextBox2.Text = green
    TextBox3.Text = blue
    TextBox6.Text = lebar
    lebar = 0

    '-----
End Sub

```

```
Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button1.Click
    Timer1.Enabled = True
End Sub

Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button2.Click
    Timer1.Enabled = False

End Sub

Private Sub ImageBox1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles ImageBox1.Click
    Dim P As Point = ImageBox1.PointToClient(Cursor.Position)
    x = P.X
    y = P.Y
    TextBox4.Text = x
    TextBox5.Text = y

    red = 203
    green = 182
    blue = 189

    'blue = ImgRGB.Data(y, x, 0)
    'green = ImgRGB.Data(y, x, 1)
    'red = ImgRGB.Data(y, x, 2)

End Sub

Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button4.Click
    data_kirim = Convert.ToSingle(TextBox6.Text)
    str = Convert.ToString(data_kirim)
    str = str + "#"
    textbox7.text = str
    SerialPort1.Write(str)
End Sub

Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button3.Click
    On Error GoTo err
    If SerialPort1.IsOpen Then
        SerialPort1.Close()
        Timer2.Enabled = False
        Label10.Text = "Disconnected"
        Button3.Text = "Buka PORT"
    Else
        SerialPort1.BaudRate = 9600
        SerialPort1.PortName = ComboBox1.Text
        SerialPort1.Open()
        Timer2.Enabled = True
        Label10.Text = "Connected"
        Button3.Text = "Tutup PORT"
    End If
Exit Sub
```

```

err:    MsgBox("Serial Error")
        End Sub

        Private Sub Timer2_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Timer2.Tick
            data_kirim = Convert.ToSingle(TextBox6.Text)
            str = Convert.ToString(data_kirim)
            str = "#" + str
            TextBox7.Text = str
            SerialPort1.Close()
            SerialPort1.Open()
            If SerialPort1.IsOpen Then
                SerialPort1.Write(str)
            End If
            Dim file As System.IO.StreamWriter
            file =
My.Computer.FileSystem.OpenTextFileWriter(Environment.GetFolderPath(Envi
ronment.SpecialFolder.Desktop) + "\Tembakau.txt", True)
            file.WriteLine "[" + FormatDateTime(Now, vbLongTime) + "]" +
TextBox7.Text)
            file.Close()
        End Sub
    End Class

```

D. List Program Mikrokontroler Arduino

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F ,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);
#include <DHT.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <RTCLib.h>
#include <Servo.h>

char derajat = 0xDF;
#define DHTPIN 23
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
RTC_DS1307 rtc;
File myFile;
int pinCS = 53;
Servo myservo;
float inK=00.00;
float rатаinK;
float SetPoint=32.00;
float fKp=8.00, fKi=0.50, fKd=0.50;
//-----
float error = 0, de_error=0, last_error=0;
float error_I=0,error_D=0;

```

```
float out_P=0,out_I=0,out_D=0,out_PID=0;
float Tc=0.01;
//-----
int lastSetMenit;
float rataTemp,rataOutPID,rataError,rataLastError,rataDError,rataHum;
//-----
const int K2 = 4;
const int K1 = 3;
const int heat=43;
int chk;
float hum,temp;
float T=0;
int vKipas1=0,vKipas2=0;
float pwm_IN, pwm_OUT;
int vServo=0;;
float pwm;
float atasP =0, bawahP = 0, zxP = 0;
float apred[10],mf [3][3], zd[10];
float ccd,cxd;
float baca;
void baca_serial(){
    if(Serial.available()){
        Serial.flush();
        if(Serial.read()=='#'){
            inK=Serial.parseFloat();
        }
        Serial.flush();
    }
}
void klibDHT(){
    hum = dht.readHumidity();
    T = dht.readTemperature();
    temp= (1.043*T) - 1.809;
}
void dataLogPenting(){
    DateTime now = rtc.now();
    klibDHT();
    myFile = SD.open("log_amir.txt", FILE_WRITE);
    if (myFile) {
        myFile.print(rataHum);
        myFile.print("\t");
        myFile.print(rataTemp);
        myFile.print("\t");
        myFile.print(baca);
        myFile.print("\t");
        myFile.print(SetPoint);
        myFile.print("\t");
    }
}
```

```

        myFile.print(now.minute(), DEC);
        myFile.print("\t");
        myFile.println((long)inK);
        myFile.close();
    }
    else {Serial.println("error buka SD Card log_amir");}
    }
void lcdDHT22(){
    DateTime now = rtc.now();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("PV:");
    lcd.print(temp);
    lcd.print(derajat);
    lcd.print('C');
    lcd.print("      ");
    lcd.setCursor(11,0);
    lcd.print(baca);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SP:");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print(SetPoint);
    lcd.print(derajat);
    lcd.print("C");
    // lcd.setCursor(11,1);
    // lcd.print("      ");
    // lcd.setCursor(11,1);
    // lcd.print((long)inK);
    }
    //-----kontrol-----
    -----
void PID(){
SetPoint = map((long)inK, 0, 20000, 32, 60); //pembacaan jml pixel ke
set point
if (SetPoint>=60) {SetPoint=60;}
    error=SetPoint-temp;          //error
de_error=last_error;
out_P=fKp*error;
error_I=error+last_error;      //kontrol I
out_I=fKi*error_I*Tc;
error_D=error-last_error;     //kontrol D
out_D=(fKd*error_D)/Tc;
last_error=error;
out_PID=out_P+out_I+out_D;     //kontrol PID
}

void Control(){
pwm_IN=pwm_IN+out_PID;//kipas masukan

```

```
if(pwm_IN<=00.00){pwm_IN=00.00;}
if(pwm_IN>=255.00){pwm_IN=255.00;}
pwm_OUT=pwm_OUT-out_PID;//kipas keluaran
if(pwm_OUT<=00.00){pwm_OUT=00.00;}
if(pwm_OUT>=255.00){pwm_OUT=255.00;}
if (inK>=20000)
{
    pwm_IN = 0;
    pwm_OUT = 0;
}
}
void driverKipas(){
    vKipas1 = (int)pwm_IN;
    analogWrite(K1, vKipas1);
    vKipas2 = (int) pwm_OUT;
    analogWrite(K2, vKipas2);
}
void sServo(){
    vServo = map((int)pwm_IN, 0, 255, 0, 180);
    myservo.write(vServo);
    delay(15);
    if (vServo<=0){digitalWrite (heat,LOW);}
    else {digitalWrite (heat,HIGH);}
}
void setup(){
    Serial.begin(9600);
    Wire.begin();
    rtc.begin();
    if (! rtc.begin()) { Serial.println("Couldn't find RTC"); while (1);}
    if (! rtc.isrunning()) {
        Serial.println("RTC lost power, lets set the time!");
        rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), 0,0,0));
    }
    pinMode(pinCS, OUTPUT);
    if (SD.begin()){Serial.println("SD card bisa digunakan");}
    else{ Serial.println("SD card initialization failed"); return;}
    myFile = SD.open("log_amir.txt", FILE_WRITE);
    myFile.println(" //////////baru////////////////////");
    myFile.close();
    lcd.begin(16,2);
    pinMode(Up, INPUT);
    pinMode(heat, OUTPUT);
    dht.begin(); // DHT
    myservo.attach(45); // servo
    myservo.write(0);
    delay(15);
    myservo.write(0);
```



```

    delay(15);
        myservo.write(0);
    delay(15);
        myservo.write(0);
    delay(15);
}
void loop(){
    klibDHT();
    baca_serial();
    fuzzyRutin(inK,temp);
    lcdDHT22();
    tampilan();
    // SetTime();
    PID();
    Control();
    driverKipas();
    sServo();
    rataHum      =(rataHum+hum)/2;
    rataTemp     =(rataTemp+temp)/2;
    //    ratainK   =(ratainK+inK)/2;
    DateTime now = rtc.now();
    int setMenit=(now.hour()*60)+now.minute();
    if (setMenit!=lastSetMenit){dataLogPenting();}
    lastSetMenit=setMenit;
//    analogWrite(K1, 255);
//    analogWrite(K2, 255);
}
void fuzzyRutin(float titikputih, float suhu){
    //member function titikputih
    mf[0][0] = FuzzyMember(titikputih,5000, 5000, 10000); //NB
    mf[1][0] = FuzzyMember(titikputih,5000, 10000, 15000); //NM
    mf[2][0] = FuzzyMember(titikputih,10000, 15000, 15000); //Z
    //mamber function suhu
    mf[0][1] = FuzzyMember(suhu,38, 38, 40); //NB
    mf[1][1] = FuzzyMember(suhu,38, 40, 49); //NM
    mf[2][1] = FuzzyMember(suhu,40, 49, 49); //Z

    if (titikputih<= 5000){mf[0][0] = 1;}
    else if (titikputih>=15000){ mf[2][0] = 1;}
    if (suhu<= 38){mf[0][1] = 1;}
    else if (suhu>=49){mf[2][1] =1;}

//mencari alfa predikat FUZZY
    int x1 = 1;
    for(int a1 = 0; a1 <=2; a1 = a1 +1)
    for(int a2 = 0; a2 <=2; a2 = a2 +1)

```

```

{
    apred[x1] = min(mf[a1][0],mf[a2][1]);
    x1 = x1 + 1;
}

for(int rp = 1; rp <= 9; rp = rp + 1){
    switch(rp){
        case 1 : {basah(rp); break;}
        case 2 : {basah(rp); break;}
        case 3 : {kering(rp); break;}
        case 4 : {basah(rp); break;}
        case 5 : {sedang(rp); break;}
        case 6 : {kering(rp); break;}
        case 7 : {kering(rp); break;}
        case 8 : {kering(rp); break;}
        case 9 : {kering(rp); break;}
    }
}

//Defuzifikasi
atasP =0, bawahP = 0, zxP = 0;
for (int pp = 1; pp <= 9; pp = pp +1)
{
    atasP = atasP + (apred[pp] * zd[pp]);
    bawahP = bawahP + apred[pp];
}
zxP = atasP / bawahP;
baca = zxP;
}

float FuzzyMember(float a, float b, float c, float d){
    float hasil;
    if(a <= b || a >= d){hasil = 0;}
    else if(a > b && a<=c){hasil = (a - b)/(c-b);}
    else if(a > c && a < d){hasil = (d - a)/(d-c);}
    return hasil;
}

//Rule
void kering(int x){
    zd[x] = 49.23 - (apred[x] * 17.17); // KURVA TURUN
}
void sedang(int x){
    ccd = 32.06 + (apred[x] * 17.17); // KURVA NAIK
    cxd = 66.40 - (apred[x] * 17.17); // KURVA TURUN
    zd[x] = (ccd+cxd)/2; //NS
}

```

```

}
void basah(int x){
    zd[x] = 49.23 + (apred[x] * 17.17); // KURVA TURUN
}

void tampilan(){
    // lcd.setCursor(0,1);
    // lcd.print(baca);
    if (baca<40.64)
    {
        lcd.setCursor(11,1);
        lcd.print("DK");
    }
    else if ((baca>=40.64)&&(baca<=57.81))
    {
        lcd.setCursor(11,1);
        lcd.print("DS");
    }
    else if (baca>57.81)
    {
        lcd.setCursor(11,1);
        lcd.print("DB");
    }
}
}

```

E. Data Pengujian Pembacaan Citra Daun Tembakau

No	Rata-Rata Jumlah <i>Pixel</i> Putih	Menit
1	5858.592819	15
2	6047.560851	30
3	6320.468426	45
4	6129.447883	60
5	6394.38363	75
6	6480.388196	90
7	6499.951428	105
8	6629.02797	120
9	6899.45323	135
10	6849.176269	150
11	6922.805424	165
12	7276.43458	180
13	7302.063735	195
14	7593.69289	210
15	7587.322046	225
16	7639.63095	240

17	7959.63918	255
18	8122.34456	270
19	8495.88647	285
20	8501.07383	300
21	8705.80548	315
22	8754.86451	330
23	8434.9915	345
24	8726.9867	360
25	8966.77543	375
26	8949.487642	390
27	9150.158148	405
28	9120.828653	420
29	9391.499159	435
30	9492.169665	450
31	9458.84017	465
32	9583.510676	480
33	9624.181181	495
34	9744.851687	510
35	9915.522193	525
36	9986.192698	540
37	10156.8632	555
38	10127.53371	570
39	10198.20422	585
40	10168.87472	600
41	10239.54523	615
42	10210.21573	630
43	10380.88624	645
44	10351.55674	660
45	10422.22725	675
46	10592.89775	690
47	10463.56826	705
48	10634.23877	720
49	10604.90927	735
50	10675.57978	750
51	10746.25028	765
52	10616.92079	780
53	10687.59129	795
54	10758.2618	810
55	10728.93231	825
56	10899.60281	840
57	10870.27332	855

58	10888.94382	870
59	10911.61433	885
60	10982.28483	900
61	11152.95534	915
62	11323.62584	930
63	11294.29635	945
64	11376.96686	960
65	11435.63736	975
66	11506.30787	990
67	11676.97837	1005
68	11647.64888	1020
69	11818.31938	1035
70	11788.98989	1050
71	11959.6604	1065
72	12130.3309	1080
73	12201.00141	1095
74	12371.67191	1110
75	12442.34242	1125
76	12313.01292	1140
77	12383.68343	1155
78	12454.35394	1170
79	12425.02444	1185
80	12495.69495	1200
81	12566.36545	1215
82	12537.03596	1230
83	12567.70646	1245
84	12578.37697	1260
85	12649.04747	1275
86	12719.71798	1290
87	12790.38849	1305
88	12961.05899	1320
89	13131.7295	1335
90	13217.67626	1350
91	13234.25333	1365
92	13374.73382	1380
93	13474.18144	1395
94	13500.5397	1410
95	13522.98544	1425
96	13615.29917	1440
97	13701.21835	1455
98	13782.57643	1470

99	13821.08342	1485
100	13841.35966	1500
101	13982.97874	1515
102	14014.59781	1530
103	14246.21689	1545
104	14287.83597	1560
105	14349.45505	1575
106	14411.07412	1590
107	14472.6932	1605
108	14434.31228	1620
109	14595.93135	1635
110	14657.55043	1650
111	14719.16951	1665
112	14880.78859	1680
113	14842.40766	1695
114	14944.02674	1710
115	15165.64582	1725
116	15327.26489	1740
117	15488.88397	1755
118	15450.50305	1770
119	15512.12212	1785
120	15773.7412	1800
121	15835.36028	1815
122	15996.97936	1830
123	16158.59843	1845
124	16320.21751	1860
125	16481.83659	1875
126	16343.45566	1890
127	16405.07474	1905
128	16566.69382	1920
129	16628.3129	1935
130	16789.93197	1950
131	16751.55105	1965
132	16913.17013	1980
133	17174.7892	1995
134	17336.40828	2010
135	17398.02736	2025
136	17559.64644	2040
137	17521.26551	2055
138	17682.88459	2070
139	17644.50367	2085

140	17706.12274	2100
141	17867.74182	2115
142	17829.3609	2130
143	17990.97997	2145
144	18052.59905	2160
145	18114.21813	2175
146	18275.83721	2190
147	18237.45628	2205
148	18399.07536	2220
149	18460.69444	2235
150	18522.31351	2250
151	18653.93259	2265
152	18745.55167	2280
153	18936.39476	2295
154	19118.55352	2310
155	19431.60915	2325
156	19482.31748	2340
157	19636.16005	2355
158	19796.02787	2370
159	19952.93119	2385
160	20153.76284	2400

F.Data Pengujian Pembacaan Citra Daun Tembakau Setiap Rak

no	Citra Rak 1	Citra Rak 2	Citra Rak 3	Citra Rak 4	Menit
1	3828	4088	3267	5743	15
2	3857	4135	3555	5539	30
3	3919	4268	3776	5638	45
4	3907	4288	3246	5490	60
5	3912	4327	3298	5562	75
6	3948	4049	3309	5709	90
7	3989	4077	3549	5784	105
8	4008	4536	3497	5613	120
9	4197	4445	3465	5697	135
10	4159	4589	3528	5790	150
11	4177	4844	3721	5814	165
12	4236	4497	3740	5844	180
13	4245	4374	3890	5836	195
14	4309	4809	3801	6078	210
15	4344	4619	3925	6177	225
16	4397	4586	3992	6189	240

17	4374	4937	3944	6195	255
18	4409	4998	4032	6201	270
19	4419	4413	4145	6287	285
20	4586	4471	4298	6253	300
21	4537	4722	4084	6299	315
22	4598	4721	4406	6225	330
23	4613	4763	4421	6211	345
24	4671	5125	4436	6547	360
25	4722	4967	4608	6643	375
26	4721	5034	4698	6483	390
27	4763	4996	4712	6524	405
28	4825	5297	4798	6793	420
29	4967	4826	4775	6833	435
30	4534	5309	4809	6479	450
31	4996	5098	4883	6508	465
32	5064	5128	4925	6570	480
33	5134	5224	5074	6634	495
34	5478	5245	5389	6641	510
35	5683	5309	5681	6701	525
36	5677	5344	5822	6849	540
37	5834	5397	5468	6899	555
38	5498	5174	5149	7024	570
39	5683	5509	5498	7102	585
40	5839	5499	5645	7146	600
41	5972	5486	5673	7170	615
42	6083	5137	5684	7154	630
43	6119	5998	5693	7138	645
44	6308	5913	5793	7192	660
45	6329	5671	5781	7126	675
46	6596	5722	5880	7140	690
47	6491	5821	5979	7234	705
48	6343	5763	6078	7238	720
49	6438	5825	6198	7309	735
50	6793	5967	6242	7347	750
51	6974	5534	6135	7498	765
52	7083	5996	6308	7499	780
53	7398	5997	6329	7502	795
54	7302	6084	6596	7512	810
55	7546	6144	6491	7524	825
56	7670	6085	6343	7545	840
57	7454	6198	6438	7698	855

58	7838	6345	6793	7734	870
59	8192	6419	6974	7845	885
60	8497	6308	7156	7834	900
61	8398	6329	7403	7945	915
62	8364	6596	7799	8913	930
63	8561	6491	7849	8119	945
64	8841	6343	7676	8125	960
65	8648	6438	7879	8364	975
66	8748	6793	7692	8998	990
67	8849	6974	7729	8592	1005
68	8973	7156	7832	8648	1020
69	8912	7403	7865	8748	1035
70	8989	7799	7998	8849	1050
71	8962	7849	7831	8903	1065
72	9176	7676	7955	8912	1080
73	9075	7879	7974	8923	1095
74	9104	7692	8106	8962	1110
75	9129	7729	8189	8976	1125
76	9308	7832	8219	9029	1140
77	9571	7865	8265	9089	1155
78	9716	7998	8398	9149	1170
79	9975	7831	8364	9009	1185
80	10745	7955	8561	9269	1200
81	10567	7974	8841	9329	1215
82	10765	8177	8648	9589	1230
83	10524	8292	8748	9449	1245
84	10365	8246	8849	9509	1260
85	10436	8570	8973	9629	1275
86	10662	8835	8912	9789	1290
87	10774	9075	8989	9749	1305
88	10965	9104	8962	9809	1320
89	11586	9129	9106	9869	1335
90	11579	9308	9026	9829	1350
91	11878	9571	9331	9889	1365
92	11836	9716	9638	9949	1380
93	11933	9975	9375	9979	1395
94	11919	10745	9732	10145	1410
95	11976	10567	9406	10167	1425
96	12904	10765	9857	10265	1440
97	12510	10924	9902	10524	1455
98	12846	11365	10126	10365	1470

99	12438	11436	10190	10436	1485
100	12488	11662	9794	10662	1500
101	12961	11774	9978	10774	1515
102	12969	11965	10145	10965	1530
103	13276	12094	10167	11286	1545
104	13698	12243	10265	11665	1560
105	13649	12442	10524	11747	1575
106	13099	12489	10365	11589	1590
107	13795	12642	10436	11708	1605
108	13859	12614	10662	11774	1620
109	13990	12743	10774	11975	1635
110	14075	12847	10965	12914	1650
111	14495	12798	11286	12540	1665
112	14849	12979	11065	12546	1680
113	14598	13064	11147	12438	1695
114	14603	13119	11389	12788	1710
115	14628	13287	11708	12961	1725
116	14703	13216	11874	12969	1740
117	14885	13375	11969	13276	1755
118	14865	13421	12364	13698	1770
119	14908	13242	12065	13649	1785
120	15048	13845	12447	13099	1800
121	15197	13747	12274	13795	1815
122	15296	14294	12369	13859	1830
123	15675	14338	12578	13990	1845
124	15898	14582	12969	14014	1860
125	15972	14726	13274	14418	1875
126	16374	14770	13528	14765	1890
127	16598	15114	13221	14823	1905
128	16948	15357	13540	14577	1920
129	16983	15901	13690	14776	1935
130	17146	16209	14201	14834	1950
131	17448	16485	14225	15024	1965
132	17513	16876	14792	15414	1980
133	17879	16986	14944	15404	1995
134	17698	17448	15010	15394	2010
135	17557	17385	15196	15784	2025
136	17885	17598	15009	15974	2040
137	18212	17671	15286	16024	2055
138	18774	17898	15284	16299	2070
139	18337	17998	15486	16352	2085

140	18489	18024	15879	16527	2100
141	18502	18199	16009	16588	2115
142	18619	18422	16386	16644	2130
143	18942	18487	16288	16679	2145
144	19065	18508	16129	16885	2160
145	19146	18544	16499	16746	2175
146	19448	18479	16733	16799	2190
147	19513	18585	17286	16783	2205
148	19879	18606	17590	16926	2220
149	19698	18699	17634	17305	2235
150	19857	18783	17896	17473	2250
151	19485	18826	18197	17626	2265
152	19612	19100	18498	17645	2280
153	19774	19173	18685	18204	2295
154	19837	19246	18894	18327	2310
155	19889	19494	18899	18690	2325
156	19901	19593	19054	19020	2340
157	19975	19667	19148	19314	2355
158	20145	19847	19449	19285	2370
159	20356	20148	19908	19476	2385
160	20473	20283	20099	20176	2400

G. Data Pengujian Pembacaan Citra Daun Tembakau dengan Patokan RGB Tembakau Kualitas Baik

No	Rata-Rata Jumlah <i>Pixel</i> Putih	Menit
1	3255.932087	15
2	3776.942577	30
3	3246.740948	45
4	3298.785593	60
5	3309.558439	75
6	3549.842856	90
7	3497.532186	105
8	3465.481346	120
9	3528.673277	135
10	3221.749975	150
11	3540.382195	165
12	3690.354713	180
13	3601.674844	195
14	3725.498153	210
15	3792.639824	225

16	3944.218437	240
17	4010.778461	255
18	4196.662985	270
19	4009.632575	285
20	4286.646902	300
21	4284.264816	315
22	4486.995478	330
23	4879.778946	345
24	5009.445133	360
25	5386.886742	375
26	5288.795409	390
27	5129.608473	405
28	5499.549865	420
29	5733.781427	435
30	6286.447852	450
31	6590.711855	465
32	6634.907132	480
33	6296.775264	495
34	6197.883576	510
35	6498.071278	525
36	6685.907441	540
37	6894.26443	555
38	6899.709466	570
39	7054.779341	585
40	7148.655981	600
41	7449.073489	615
42	7908.774978	630
43	8099.89068	645
44	8489.557498	660
45	8265.094786	675
46	8874.667609	690
47	8909.779461	705
48	8969.704651	720
49	9029.629841	735
50	9089.555031	750
51	9149.480221	765
52	9009.405411	780
53	9269.330601	795
54	9329.255791	810
55	9589.180981	825
56	9449.106171	840

57	9509.031361	855
58	10513.84599	870
59	10096.71265	885
60	10486.25579	900
61	10579.64498	915
62	10673.03417	930
63	10466.42336	945
64	10759.81255	960
65	10953.20174	975
66	11970.62189	990
67	12326.99489	1005
68	11989.58397	1020
69	12657.94774	1035
70	12669.74076	1050
71	12381.53378	1065
72	12693.32681	1080
73	12705.11983	1095
74	13064.79214	1110
75	13119.34708	1125
76	13287.53871	1140
77	13216.88368	1155
78	13375.57413	1170
79	13421.66297	1185
80	13242.81955	1200
81	13845.2092	1215
82	13747.59884	1230
83	14294.68264	1245
84	14338.55185	1260
85	14582.42105	1275
86	14426.29026	1290
87	14170.15946	1305
88	14514.02867	1320
89	14557.89787	1335
90	14601.76708	1350
91	14709.51386	1365
92	15885.83089	1380
93	15276.78461	1395
94	15486.48813	1410
95	15448.99713	1425
96	15385.7742	1440
97	15598.79136	1455

98	15671.70945	1470
99	15698.55097	1485
100	15798.27751	1500
101	16024.88491	1515
102	16199.64188	1530
103	16422.70946	1545
104	16487.37614	1560
105	16508.66814	1575
106	16544.10957	1590
107	16479.6144	1605
108	16585.77928	1620
109	16606.44856	1635
110	16699.84715	1650
111	16783.24573	1665
112	16826.64431	1680
113	16900.04289	1695
114	16973.44147	1710
115	16746.84005	1725
116	17120.23863	1740
117	17393.63721	1755
118	17267.03579	1770
119	17347.5845	1785
120	17448.69481	1800
121	17683.74195	1815
122	17709.69478	1830
123	17758.99487	1845
124	17846.86983	1860
125	17934.74479	1875
126	18022.61975	1890
127	17610.49471	1905
128	18098.36967	1920
129	18188.5741	1935
130	18644.59831	1950
131	18691.5	1965
132	18749.66813	1980
133	18498.51933	1995
134	18574.76913	2010
135	18769.66492	2025
136	18812.90747	2040
137	18889.63081	2055
138	19056.77743	2070

139	18954.57132	2085
140	19065.99498	2100
141	19274.64491	2115
142	19488.84089	2130
143	19266.49458	2145
144	19455.52967	2160
145	19231.25626	2175
146	19588.21753	2190
147	19688.73462	2205
148	19692.13429	2220
149	19174.25643	2235
150	19568.74098	2250
151	19664.98143	2265
152	19799.56245	2280
153	20009.99574	2295
154	20143.76562	2310
155	21058.79296	2325
156	20998.69481	2340
157	21485.26894	2355
158	21165.95643	2370
159	21452.39863	2385
160	21673.93453	2400

H. Data Pengujian Pembacaan Citra Daun Tembakau dengan Patokan RGB
Tembakau Kualitas Sedang

No	Jumlah Citra	Menit
1	4877.638492	15
2	4864.881841	30
3	4733.134692	45
4	4844.269848	60
5	4834.276464	75
6	4901.647643	90
7	5091.657847	105
8	4774.256984	120
9	5002.463946	135
10	5389.296526	150
11	5681.364635	165
12	5822.276526	180
13	5468.652375	195
14	5149.79383	210

15	5498.295985	225
16	5645.487587	240
17	5673.458758	255
18	5684.257983	270
19	5693.30493	285
20	5793.654257	300
21	5781.489572	315
22	5880.575476	330
23	5979.66138	345
24	6078.747283	360
25	6177.833187	375
26	6189.559325	390
27	6195.575349	405
28	6201.591374	420
29	6287.607398	435
30	6253.623422	450
31	6299.639447	465
32	6225.655471	480
33	6211.671495	495
34	6547.68752	510
35	6643.703544	525
36	6483.472472	540
37	6524.82457	555
38	6793.47579	570
39	6833.95278	585
40	7102.349329	600
41	6932.54858	615
42	7092.498573	630
43	7099.574548	645
44	7132.575478	660
45	7465.576407	675
46	7598.577337	690
47	7731.578267	705
48	7255.497549	720
49	7413.585385	735
50	7577.875374	750
51	7592.165363	765
52	7646.455352	780
53	7570.745341	795
54	7835.03533	810
55	7799.325319	825

56	7843.452895	840
57	7878.429752	855
58	7903.638434	870
59	7944.495844	885
60	8124.598278	900
61	8413.387349	915
62	8745.574896	930
63	8543.347494	945
64	8366.987385	960
65	8477.347848	975
66	8481.779328	990
67	8486.210809	1005
68	8490.642289	1020
69	8495.073769	1035
70	8599.505249	1050
71	8603.936729	1065
72	8558.368209	1080
73	8993.283948	1095
74	9428.199687	1110
75	9343.115426	1125
76	9698.031164	1140
77	9787.946903	1155
78	9252.383495	1170
79	9749.427398	1185
80	9855.304893	1200
81	9961.182388	1215
82	10067.05988	1230
83	10172.93738	1245
84	10278.81487	1260
85	10443.29573	1275
86	10243.75768	1290
87	10378.39244	1305
88	10513.0272	1320
89	10647.66196	1335
90	10782.29672	1350
91	10916.93148	1365
92	11051.56624	1380
93	11243.42957	1395
94	11435.93875	1410
95	11498.49876	1425
96	11503.3849	1440

97	11508.27104	1455
98	11613.15718	1470
99	11418.04332	1485
100	11722.92946	1500
101	11727.8156	1515
102	11845.49579	1530
103	11984.4953	1545
104	12094.92587	1560
105	12243.44974	1575
106	12442.99402	1590
107	12489.22985	1605
108	12242.3482	1620
109	12314.17369	1635
110	12443.9835	1650
111	12547.96325	1665
112	12798.27648	1680
113	12779.39765	1695
114	13128.37466	1710
115	13221.74638	1725
116	13463.16317	1740
117	13532.1342	1755
118	13601.10522	1770
119	13670.07625	1785
120	13739.04727	1800
121	13808.0183	1815
122	13976.98932	1830
123	13945.96035	1845
124	14014.93137	1860
125	14418.74638	1875
126	14765.94715	1890
127	14823.13674	1905
128	14577.29797	1920
129	14776.39432	1935
130	14834.31641	1950
131	15024.32985	1965
132	15414.34329	1980
133	15404.35672	1995
134	15394.37016	2010
135	15784.3836	2025
136	15974.39704	2040
137	16164.41047	2055

138	16344.39893	2070
139	16573.47664	2085
140	16443.72648	2100
141	16508.92349	2115
142	16779.94643	2130
143	16846.98246	2145
144	17384.29835	2160
145	17498.19344	2175
146	17566.1448	2190
147	17845.98235	2205
148	17998.47984	2220
149	18698.19872	2235
150	18847.37496	2250
151	18733.2975	2265
152	19649.92499	2280
153	19432.98379	2295
154	19447.19828	2310
155	19548.73198	2325
156	19742.22938	2340
157	19789.19874	2355
158	19804.7848	2370
159	19902.27827	2385
160	20107.93877	2400

I. Data Pengujian Pembacaan Citra Daun Tembakau dengan Patokan RGB
Tembakau Kualitas Kurang Baik

No	Jumlah Citra	Menit
1	3992.298728	15
2	4091.873643	30
3	4598.464128	45
4	4387.284677	60
5	4967.364877	75
6	4534.273643	90
7	4996.294678	105
8	5078.286163	120
9	5134.573795	135
10	5478.237649	150
11	5683.342798	165
12	5677.983477	180
13	5834.398439	195

14	5498.383739	210
15	5683.748399	225
16	5839.46238	240
17	5972.48743	255
18	6083.24784	270
19	6109.29385	285
20	6208.298492	300
21	6596.39842	315
22	6491.823727	330
23	6343.319848	345
24	6438.283593	360
25	6793.942325	375
26	6974.319287	390
27	7083.329842	405
28	7098.174674	420
29	7102.198474	435
30	7146.222274	450
31	7170.246074	465
32	7154.269874	480
33	7138.293674	495
34	7192.317474	510
35	7126.341274	525
36	7140.365074	540
37	7234.388874	555
38	7238.412674	570
39	7309.279287	585
40	7347.847492	600
41	7498.298499	615
42	7499.91348	630
43	7502.198379	645
44	7512.19844	660
45	7524.298374	675
46	7545.983749	690
47	7698.89348	705
48	7734.389478	720
49	7845.139843	735
50	7834.294239	750
51	7945.918413	765
52	8913.19848	780
53	8119.934778	795
54	8125.904637	810

55	8364.384727	825
56	8998.894787	840
57	8592.298798	855
58	8648.894427	870
59	8748.398491	885
60	8849.39843	900
61	8903.184779	915
62	8912.139848	930
63	8923.284737	945
64	8962.398472	960
65	8976.324742	975
66	9075.598139	990
67	9104.895828	1005
68	9129.249858	1020
69	9284.28732	1035
70	9264.45758	1050
71	9285.398428	1065
72	9301.238427	1080
73	9328.239844	1095
74	9374.398498	1110
75	9379.398981	1125
76	9409.1439	1140
77	9454.348243	1155
78	9357.239875	1170
79	9328.38493	1185
80	9487.139848	1200
81	9435.349824	1215
82	9754.492479	1230
83	9838.295725	1245
84	9479.239427	1260
85	9512.498475	1275
86	9881.349825	1290
87	9608.12874	1305
88	9612.34985	1320
89	9612.620748	1335
90	9688.238476	1350
91	9713.347787	1365
92	10190.44824	1380
93	9794.649837	1395
94	9978.394235	1410
95	10145.2763	1425

96	10167.34397	1440
97	10265	1455
98	10524.39424	1470
99	10365.34937	1485
100	10436.86287	1500
101	10662.2599	1515
102	10774.18748	1530
103	10965.2385	1545
104	11586.32749	1560
105	11579.38873	1575
106	11878.2935	1590
107	11836.39498	1605
108	11883.72734	1620
109	11849.28478	1635
110	11976.92739	1650
111	12046.23989	1665
112	12795.39273	1680
113	12398.93843	1695
114	12498.32944	1710
115	12778.69843	1725
116	12509.63248	1740
117	12676.28474	1755
118	12698.23984	1770
119	12649.1844	1785
120	12099.83984	1800
121	12795.34249	1815
122	12859.76999	1830
123	12990.29385	1845
124	13075.52384	1860
125	13495.39421	1875
126	13449.85846	1890
127	13598.39843	1905
128	13603.37489	1920
129	13628.34983	1935
130	13703.88593	1950
131	13885.29835	1965
132	13865.89453	1980
133	14109.47393	1995
134	14221.3843	2010
135	14485.34928	2025
136	14506.19778	2040

137	14573.29474	2055
138	14694.28332	2070
139	14695.48546	2085
140	14409.3483	2100
141	14774.85299	2115
142	14785.54294	2130
143	15206.13424	2145
144	15475.34829	2160
145	15798.40428	2175
146	15972.04983	2190
147	16774.39285	2205
148	16593.23847	2220
149	16948.34249	2235
150	17083.6343	2250
151	17146.58498	2265
152	17448.77292	2280
153	17513.84892	2295
154	17879.5374	2310
155	17698.59306	2325
156	18057.48954	2340
157	18485.32493	2355
158	19212.03088	2370
159	19774.63843	2385
160	20337.24597	2400

J. Data Rata-Rata Nilai Suhu dan Kelembaban

No	Rata-Rata Suhu	Rata-Rata Kelembaban	Jam
1	38.0266129	43.02580645	1
2	38.717	39.81833333	2
3	38.64016667	39.11833333	3
4	38.58533333	38.04	4
5	39.37616667	35.81333333	5
6	39.08916667	38.41666667	6
7	39.007	42.50166667	7
8	38.875	44.8	8
9	39.7775	44.38833333	9
10	39.77966667	44.62333333	10
11	39.07366667	45.87166667	11
12	39.00983333	45.93166667	12
13	39.18	45.59833333	13

14	39.06083333	45.73833333	14
15	39.03583333	45.63	15
16	39.03783333	45.55666667	16
17	39.228	45.26833333	17
18	39.8455	44.31166667	18
19	39.88466667	44.30166667	19
20	39.92633333	44.49	20
21	39.94316667	44.72166667	21
22	39.96133333	44.825	22
23	39.96916667	45.11	23
24	40.606	44.03	24
25	40.47551724	43.65172414	25
26	40.4855321	43.42166	26
27	40.3245861	42.98046	27
28	41.3524612	41.09631	28
29	41.06421733	41.482684	29
30	41.74287419	41.069581	30
31	41.9847569	41.571409	31
32	41.99472135	42.582097	32
33	42.0586481	43.698274	33
34	42.0968379	43.76938	34
35	42.56348129	43.769132	35
36	42.67419841	43.7736913	36
37	42.78461387	43.538146	37
38	42.58467312	43.63958	38
39	43.06832749	42.49613	39
40	43.84721953	42.57329	40

K. Data Rata-Rata Hasil Defuzifikasi Berupa Nilai Kadar Air

No	Rata-Rata Nilai Kadar Air	Jam
1	60.18741935	1
2	59.6983281	2
3	58.9487329	3
4	58.9794821	4
5	57.7981328	5
6	57.70133333	6
7	57.83416667	7
8	57.39831	8
9	57.693219	9
10	57.239781	10

11	56.275698	11
12	56.3908756	12
13	56.49873989	13
14	55.78421965	14
15	55.33917294	15
16	55.09671329	16
17	54.78643832	17
18	54.49265133	18
19	53.3955714	19
20	53.31668326	20
21	53.32859541	21
22	52.29648132	22
23	52.49723108	23
24	51.99623654	24
25	51.29645796	25
26	50.7723865	26
27	49.87793674	27
28	47.42885879	28
29	47.41658739	29
30	45.75985491	30
31	44.73548795	31
32	43.79552086	32
33	40.59423187	33
34	41.49648706	34
35	40.96328713	35
36	40.17649875	36
37	40.09715874	37
38	39.91369855	38
39	39.89647721	39
40	39.72508397	40