

DETEKSI KUALITAS MINYAK GORENG SAWIT BERDASARKAN WARNA, KEJERNIHAN DAN BAU BERBASIS FUZZY

Adhitiya Dwijaya Ariyanto¹, Balok Hariadi²,

Lutfi Agung Swarga³

^{1,2}Fakultas Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

³Fakultas Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

adhitiyadwijaya@gmail.com

Abstract

Many people commonly reuse cooking oil for frying. This practice is often driven by various reasons, particularly to save costs, but it can have negative effects on health. To assess the quality of cooking oil, there are 8 key indicators, with the color of palm cooking oil and peroxide value being two of the primary parameters for determining its quality. In this final project, a prototype tool was developed to evaluate the quality of palm cooking oil based on measurements of its color, clarity, and odor using appropriate sensors. The system is designed to measure values from palm cooking oil samples detected by the TCS3200 color sensor, the SEN0189 clarity sensor, and the TGS2600 odor sensor. The data collected is transmitted from the Arduino UNO microcontroller to a personal computer or laptop in the form of an Excel file via the PLX-DAQ application. This data from PLX-DAQ is then utilized as reference input for classifying cooking oil quality using the fuzzy decision-making method. The final output of the created system is displayed in a Matlab GUI. By inputting variable data and criteria from previous palm cooking oil sample measurements, the system can classify the quality of the cooking oil into three categories: Suitable for use, Quite Suitable, and Not Suitable..

Keyword: *Arduino, Fuzzy, clarity, smell, GUI, Quality Control*

Abstrak

Minyak goreng adalah salah satu kebutuhan utama bagi masyarakat di Indonesia. Mayoritas masyarakat kerap menggunakan minyak goreng secara berulang dalam penggunaannya. Alasannya sangat beragam, terutama adalah karena penghematan biaya namun berdampak bagi kesehatan. Guna memastikan kualitas terdapat 8 indikator yakni Warna minyak goreng sawit dan bilangan peroksida merupakan salah satu syarat mutu minyak goreng sawit. Melalui proyek akhir ini, dibuat sebuah purwarupa alat yang digunakan untuk mendeteksi kualitas minyak goreng sawit dengan referensi warna, kejernihan dan bau yang dideteksi oleh sensor. Sistem yang dirancang dapat membaca nilai yang dari objek minyak goreng sawit yang dideteksi oleh sensor warna TCS3200, sensor kejernihan SEN0189 dan sensor bau TGS2600. Data tersebut kemudian dikirimkan dari sebuah sistem dari mikrokontroler Arduino UNO ke personal computer atau laptop dalam bentuk data excel melalui aplikasi PLX-DAQ. Selanjutnya data dari PLX-DAQ akan dijadikan sebagai data acuan untuk mengklasifikasikan kualitas minyak goreng dengan metode keputusan fuzzy. Keluaran akhir dari sistem yang dibuat adalah berupa tampilan GUI Matlab yang dimana ketika kita memasukkan data variable dan kriteria input dari data sampel minyak goreng sawit sebelumnya dapat mengklasifikasikan kualitas minyak goreng dengan 3 jenis keluaran yaitu Layak Digunakan, Cukup Layak dan Tidak Layak.

Kata Kunci : *Arduino UNO, Bau, Fuzzy, GUI Matlab, Kejernihan, Kualitas Minyak Goreng Sawit, Warna*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Minyak goreng menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat di Indonesia [1]. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa pada Maret 2022 rata-rata konsumsi minyak goreng nasional per kapita mencapai 3,66 liter setiap bulan, meningkat sebesar 1,02% dibanding periode yang sama pada tahun sebelumnya, yaitu 3,62 liter per bulan. Data ini menunjukkan bahwa metode memasak yang paling umum digunakan masyarakat Indonesia adalah dengan cara menggoreng. Oleh sebab itu masyarakat wajib berhati-hati dalam memilih minyak goreng dan mengetahui apakah minyak goreng yang digunakan masih layak digunakan atau tidak. Sebagian besar masyarakat sering melakukan pemakaian minyak goreng secara berulang kali. Ada berbagai alasan yang mendasari kebiasaan ini, salah satunya adalah untuk menghemat biaya. Namun, penggunaan minyak goreng secara berulang dapat merusak kualitasnya dan meningkatkan risiko munculnya beberapa penyakit, seperti kanker (karsinoma). Hal ini terjadi akibat meningkatnya kandungan senyawa peroksida dalam minyak yang digunakan berulang kali [2]. Di Indonesia, minyak goreng sawit menjadi pilihan yang paling sering digunakan karena sesuai dengan selera masyarakat [3].

Minyak memiliki 13 sifat fisik, di antaranya: kelarutan, titik cair dan polimorfisme, warna, bau, rasa serta aroma, titik didih, titik lunak, titik asap, bobot jenis, titik nyala, titik api, indeks bias, slipping point, shot melting point, dan titik kekeruhan [4](Irna, dkk, 2021).

Sesuai data Standar Nasional Indonesia (SNI) 7709:2012 dari Badan Standarisasi Nasional bahwa ada 8 kriteria uji sebagai syarat mutu minyak goreng sawit. Warna minyak goreng sawit dan bilangan peroksida merupakan salah satu syarat mutu minyak goreng sawit.

Proses pengukuran bilangan peroksida dalam minyak pada laboratorium dimulai dengan penimbangan minyak, pencampuran dan penambahan dengan larutan asam, melakukan proses titrasi,

sampai dengan penghitungan angka peroksida minyak dengan rumus yang telah ditentukan. Melalui proses tersebut, perubahan warna dan kejernihan memiliki pengaruh terhadap bilangan peroksida pada minyak [5]. yang terjadi ini merupakan ciri minyak goreng yang mulai adanya kerusakan (Manurung, dkk, 2018). Semakin tinggi bilangan peroksida yang terkandung dalam minyak akan membuat warna minyak semakin pekat dan menurunnya tingkat kejernihan minyak [6] rasa tengik dan bau serta warna yang lebih gelap adalah kerusakan utama pada minyak. Selanjutnya kerusakan minyak dapat dilihat dari perubahan warna [8] menurut Hidayati, dkk.(2016). Berdasarkan dua penelitian tersebut penulis akan melakukan penelitian dengan merealisasikan sebuah alat yang mampu mendeteksi warna dan kejernihan dari minyak goreng sawit untuk mendeteksi kualitas dari minyak goreng sawit

Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian diatas, maka penulis memiliki tujuan penelitian yakni:

1. Merancang dan merealisasikan alat dengan menggunakan sensor warna, kejernihan dan bau.
2. Merancang dan merealisasikan alat yang mampu mendeteksi kualitas minyak goreng sawit berdasarkan warna, kejernihan dan bau yang dideteksi.
3. Merancang dan merealisasikan alat yang mampu mengklasifikasikan kualitas minyak goreng sawit yang dideteksi dengan metode *fuzzy logic*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Arduino UNO

Sebuah board mikrokontroler yang menggunakan IC utama ATmega328 (datasheet) disebut dengan *Arduino UNO*. Board ini memiliki 14 pin digital input/output, di mana 6 di antaranya dapat difungsikan sebagai output PWM (Pulse Width Modulation), 6 pin input analog, sebuah tombol reset push button, sebuah osilator kristal 16

MHz, konektor USB tipe A ke tipe B, jack daya 5 Volt DC, serta sebuah ICSP header.

. Semua pin yang diperlukan untuk mengoperasikan Minimum System mikrokontroler sudah tersedia pada *Arduino UNO*, sehingga perangkat ini mudah dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB tipe A ke tipe B, atau diberikan daya dengan adaptor AC 220 Volt ke DC 5 Volt, atau bahkan menggunakan baterai AA untuk mensuplai daya 5 Volt DC.



Data sheet *Arduino UNO* dapat digunakan pada saat melaksanakan perancangan tugas akhir guna meminimalisir kesalahan pada saat merealisasikan tugas akhir yang akan dibuat, selain itu datasheet juga dapat memberikan gambaran perencanaan proyek serta mempermudah pembuatan proyek yang diinginkan [8].

Sensor Warna

Sensor TCS 3200 mendeteksi hingga 4 mode warna, yaitu Bening, Biru, Hijau, dan Merah, dengan menggunakan 64 photodiode yang terbagi dalam 4 kelompok. Setiap kelompok memiliki 16 photodiode, di mana masing-masing difungsikan untuk mendeteksi warna Bening, Biru, Hijau, atau Merah.

Sensor warna TCS 3200 ini terdiri atas empat kelompok photodiode, di mana setiap kelompok memiliki sensitivitas berbeda terhadap panjang gelombang cahaya yang dideteksi. Photodiode yang mendeteksi warna merah dan bening memiliki sensitivitas paling tinggi ketika menangkap cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sementara pada panjang gelombang 1100 nm sensitivitasnya menurun ke nilai terendah. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS 3200 tidak memiliki karakteristik linear, tetapi

sensitivitasnya berubah-ubah berdasarkan panjang gelombang cahaya yang diterimanya.

Sensor Kekeruhan

Sensor kekeruhan yang dipakai berfungsi untuk mengukur tingkat kekeruhan pada sampel minyak goreng sawit. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan cahaya untuk mendeteksi partikel halus yang terlarut dalam cairan, di mana pengukuran dilakukan berdasarkan perubahan tingkat transmitansi dan hamburan cahaya yang diakibatkan oleh jumlah padatan terlarut atau Total Suspended Solids (TSS) dalam cairan.



Sensor kekeruhan ini digunakan untuk mengetahui aroma atau pada sampel.

Sensor Kekeruhan

Sensor TGS2600 adalah sensor kimia yang digunakan untuk mendeteksi gas atau bau dalam tugas akhir ini. Sensor gas ini memiliki sensitivitas dan selektivitas yang tinggi terhadap polutan gas karbon monoksida. Nilai hambatan pada sensor TGS2600 akan berubah saat terdapat gas, dan sensor ini juga dilengkapi dengan elemen pemanas (heater) yang berfungsi untuk membersihkan area sensor dari kontaminasi udara luar [9].

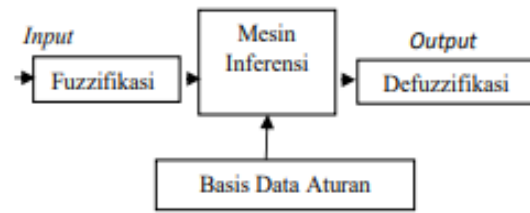


Sensor gas TGS2600 umumnya digunakan untuk mendeteksi udara yang tercemar oleh berbagai polutan. Sensor ini memiliki karakteristik berupa konsumsi daya rendah (low power consumption) dan sensitivitas tinggi terhadap udara terkontaminasi, dengan ukuran yang relatif kecil [7].

Kecerdasan Buatan dengan Fuzzy

Metode Fuzzy diterapkan dalam penelitian ini dengan memanfaatkan kecerdasan buatan untuk menganalisis dan membaca data secara lebih efisien. Berdasarkan pendapat Bruchanan dan Shortliffe, kecerdasan buatan adalah sebuah teknik yang memungkinkan manipulasi simbol-simbol guna menyelesaikan masalah tertentu. Di sisi lain, Staugarad dan Marvin Minsky mendefinisikan kecerdasan buatan sebagai cabang ilmu pengetahuan yang dirancang untuk memungkinkan mesin melakukan tugas yang memerlukan kecerdasan jika dikerjakan oleh manusia. Oleh karena itu, kecerdasan buatan dapat dijelaskan sebagai bidang dalam sains komputer yang bertujuan meningkatkan kinerja sistem instrumentasi elektronik, sehingga perangkat yang diciptakan mampu melaksanakan pekerjaan kompleks yang membutuhkan kecerdasan serupa manusia [10].

Logika Fuzzy adalah salah satu algoritma populer yang menjadi bagian dari kecerdasan buatan komputasional. Konsep logika ini dikenal sebagai logika kabur atau samar, karena berada di antara kondisi benar dan salah. Secara teori, suatu nilai dalam logika fuzzy dapat dianggap benar dan salah secara bersamaan, tergantung pada tingkat keanggotaan yang dimilikinya (S. Komariyah dkk, 2016). Tingkat kebenaran atau kesalahan dalam logika ini dinyatakan dalam bentuk nilai keanggotaan yang bersifat fleksibel. Dalam penerapannya, proses pengambilan keputusan berbasis logika fuzzy disebut sebagai sistem inferensi fuzzy. Sistem ini bekerja dengan menggunakan aturan-aturan tertentu untuk menghasilkan kesimpulan berdasarkan data yang diterima. Fuzzy Inference System (FIS) menerima input berupa nilai eksak dan menerjemahkannya melalui aturan logika fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya. Elemen-elemen dasar dari struktur sistem inferensi fuzzy, termasuk proses pendefinisian himpunan fuzzy hingga pengambilan keputusan, dapat dipahami lebih lanjut melalui gambar di bawah ini.



Sistem logika inferensi fuzzy bekerja melalui beberapa langkah utama yang saling berkaitan untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan. Tahap pertama adalah fuzzifikasi, yaitu proses yang mengubah masukan berupa nilai pasti (crisp value) menjadi variabel linguistik dengan memanfaatkan fungsi keanggotaan. Hasil dari tahap ini disimpan dalam sebuah basis pengetahuan yang akan digunakan pada langkah selanjutnya.

Tahap berikutnya adalah pembentukan basis pengetahuan, di mana aturan-aturan logika fuzzy disusun dalam bentuk pernyataan IF...THEN. Aturan-aturan ini digunakan untuk membangun kerangka kerja sistem pengetahuan yang menjadi panduan dalam pengambilan keputusan.

Setelah basis pengetahuan terbentuk, data fuzzy diproses oleh mesin inferensi fuzzy, yang berfungsi untuk menghasilkan keluaran fuzzy berdasarkan aturan-aturan yang telah dibuat. Mesin inferensi menjalankan perhitungan dengan mengandalkan logika IF...THEN untuk mengolah informasi yang berada di dalam basis pengetahuan fuzzy.

Tahap selanjutnya adalah agregasi, yakni proses yang menggabungkan hasil dari beberapa aturan fuzzy yang memiliki lebih dari satu keluaran. Pada langkah ini, berbagai nilai fuzzy yang dihasilkan oleh aturan-aturan fuzzy dikombinasikan menjadi satu set fuzzy yang lebih terintegrasi. Proses penggabungan dilakukan menggunakan metode agregasi minimum (min) untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Sebagai tahap akhir, terdapat defuzzifikasi, yang berfungsi untuk menerjemahkan keluaran fuzzy hasil dari mesin inferensi menjadi nilai akhir yang tegas (crisp value). Pada tahap ini, fungsi keanggotaan yang digunakan pada proses fuzzifikasi diterapkan kembali, sehingga nilai akhir yang diperoleh dapat digunakan untuk pengambilan keputusan atau kontrol sistem. Proses ini menjadi kunci

untuk menjembatani hasil logika fuzzy dengan aplikasi dunia nyata.

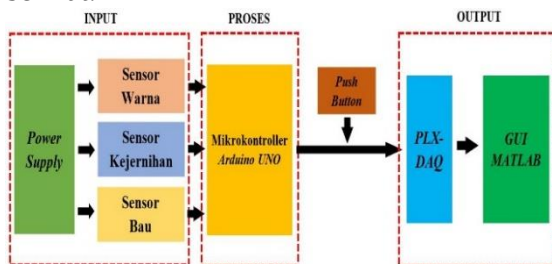
III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pada penelitian tugas akhir kali ini dilakukan dengan beberapa tahapan-tahapan sebagai berikut:

Desain Sistem

Untuk merealisasikan alat yang akan dibuat dibutuhkan perancangan sebuah sistem yang saling mengintegrasikan sensor warna, sensor kejernihan dan sensor bau dengan sebuah mikrokontroller. Selain itu pembacaan dari sensor warna, sensor kejernihan dan sensor bau sangat berpengaruh bagi kinerja sistem ini guna mendapatkan hasil yang diharapkan.

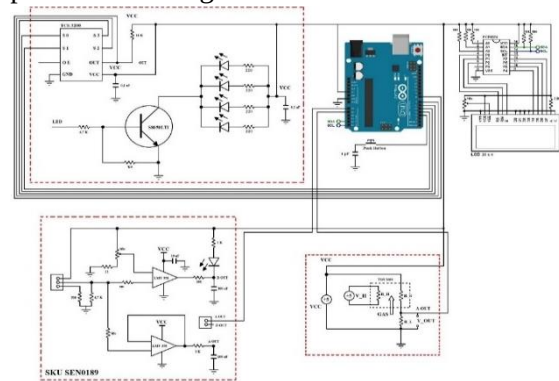
Berikut adalah blok diagram sistem alat yang bekerja pada alat yang akan direalisasikan sebagai berikut ditunjukkan pada Gambar berikut:



Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras

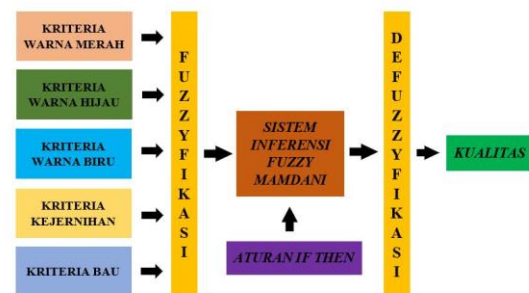
Minimum system pada alat ini pada dasarnya berfungsi sebagai pengolah data masukan dari sensor yang digunakan yaitu sensor warna dengan TCS3200, sensor kekeruhan dengan SEN0189, dan juga sensor bau dengan TGS2600. Selain itu pada *minimum system* juga bertugas melakukan beberapa proses seperti kendali keluaran tampilan pada LCD 20x4. Gambar 3.4 adalah diagram blok cara kerja sistem pada *minimum system* yang merupakan kendali utama dari alat yang dibuat kali ini. Dari blok diagram *minimum system* diatas dapat dilihat bahwa pekerjaan yang dilakukan oleh *minimum system* ini selain melakukan terima data adalah mengatur beberapa device sensor baik secara input maupun output. Pada alat ini menggunakan *minimum system* dengan IC ATmega328 (*Arduino UNO*). Pada Gambar dibawah ini adalah skematik dari *minimum system*

ATmega328 (*Arduino UNO*) yang telah dibuat pada software eagle.



Perancangan Fuzzy dan GUI matlab

Langkah awal dalam perancangan sistem fuzzy mamdani yaitu menentukan kriteria-kriteria yang menjadi inputan dari fuzzy tersebut atau biasa kita sebut dengan Variable Input Fuzzy.



Sistem fuzzy terdiri dari variable input atau kriteria kriterianya, Fuzzyfikasi , Sistem Inferensi Fuzzy, aturan aturan if then, defuzzyfikasi atau proses pengklasifikasian fuzzynya dan yang terakhir adalah hasil dari proses pengklasifikasiannya.

IV. Hasil Dan Pembahasan

Hasil Pengujian Sensor

Langkah pertama yang dilakukan adalah menguji sensor. Adapaun yang akan diuji adalah seluruh sensor yakni sensor warna dan sensor kekeruhan. Adapun data sensor tersebut ditunjukkan oleh gambar berikut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja untuk mendeteksi warna, kekeruhan dan bau.

Dari hasil pengujian tersebut, kemudian digunakan untuk menguji dan mengklasifikasikan minyak kelapa. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi dari

data minyak goreng sawit yang diuji dari sampel minyak goreng sawit dari hasil sampel yang sudah dipersiapkan sebelumnya berdasarkan dari data yang excel di aplikasi PLX-DAQ.



Berdasarkan hasil klasifikasi menunjukkan bahwa sistem sensor mampu mengklafikasi dengan baik. Adapun klasifikasi diberikan oleh tabel berikut:

Jenis	Freq	R	G	B	Jernih	Bau	Hasil
MINYAK BARU	BARU	20	23	22	625	146	LAYAK DIGUNAKAN
AYAM	1X	62	71	63	806	190	LAYAK DIGUNAKAN
AYAM	2X	95	104	94	912	193	TIDAK LAYAK
AYAM	3X	125	141	133	923	197	TIDAK LAYAK
IKAN	1X	62	70	66	866	173	LAYAK DIGUNAKAN
IKAN	2X	93	107	97	888	179	TIDAK LAYAK
IKAN	3X	117	125	113	894	197	TIDAK LAYAK
TAHU	1X	69	76	71	814	146	LAYAK DIGUNAKAN
TAHU	2X	99	112	109	867	245	TIDAK LAYAK
TAHU	3X	102	114	110	902	193	TIDAK LAYAK
TELUR	1X	83	92	83	886	205	CUKUP LAYAK
TELUR	2X	88	103	94	889	205	CUKUP LAYAK
TELUR	3X	90	105	96	945	203	TIDAK LAYAK
TEMPE	1X	75	85	77	862	158	LAYAK DIGUNAKAN
TEMPE	2X	80	91	87	891	163	LAYAK DIGUNAKAN
TEMPE	3X	83	96	90	941	201	TIDAK LAYAK
TERONG	1X	74	83	76	911	158	LAYAK DIGUNAKAN
TERONG	2X	82	95	92	876	212	TIDAK LAYAK
TERONG	3X	102	117	113	936	244	TIDAK LAYAK

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dapat diambil sebagai berikut :

1. Fuzzy yang digunakan adalah sistem fuzzy mamdani dengan menggunakan 5 variabel kriteria input dan 1 output.
2. Pada pengujian sistem pengklasifikasian kualitas minyak goreng sawit dengan fuzzy dapat mengklasifikasikan dengan 3 jenis klasifikasi yaitu dalam kondisi minyak goreng sawit Layak Digunakan, kondisi minyak goreng sawit Cukup Layak dan kondisi minyak goreng sawit Tidak Layak.
3. Pengujian dilakukan menggunakan 7 jenis sample minyak goreng sawit dengan frekuensi penggunaan dari 1 kali, 2 kali dan 3 kali penggunaan.

Dari penelitian yang telah dilakukan, adapun saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Agar pengklasifikasian minyak goreng sawit bisa langsung ditampilkan pada LCD 20x4
2. Agar data bisa dari PLX-DAQ bisa langsung diolah pada GUI Matlab

Daftar Pustaka

- [1]Ketaren, S., 2008. Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan.
- [2]Suroso, A. S., 2013. Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau Dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam Dan Kadar Air. Jurnal Kefarmasian Indonesia.
- [3]Kurniasih, T., Utama, G. A., & Sood, R. R. (2021). Distribusi Perdagangan Komoditas Minyak Goreng Indonesia 2021. Jakarta: Badan Pusat Statistik Ri.
- [4]Destiana, Irna Dwi, & Mukminah, Nurul (2021). Teknologi Lemak Minyak. Subang: Polsub Press.
- [5]Erlita, D., & Anafiati, I. A. (2018). Kualitas Minyak Goreng Fried Chicken Dan Krecek Rambak Ditinjau Dari Kadar Asam Lemak Bebas Dan Angka Peroksida. Jurnal Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat, 8(1), 109-115.
- [6]Mulasari, S. A. (2013, Maret 2). Bahaya Minyak Goreng. Diambil Kembali Dari Universitas Ahmad Dahlan
- [7]Kusumastuti, 2004. Kinerja Zeolit Dalam Memperbaiki Mutu Minyak Goreng Bekas. 15(02).
- [8] Idhar, Dkk 2017. Embedded System And Robotics. Universitas Negeri Makassar.
- [9]] I. M. Mataram, Dasar Komputasi Cerdas. Artificial Neural Network. Denpasar: Universitas Udayana, 2016.