

**SISTEM KLASIFIKASI TAHU PUTIH MURNI DAN TAHU PUTIH
MENGANDUNG FORMALIN MENGGUNAKAN METODE
K-NEAREST NEIGHBOR**

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Dede Satriawan
NIM: 135150301111121

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2020

PENGESAHAN

SISTEM KLASIFIKASI TAHU PUTIH MURNI DAN TAHU PUTIH MENGANDUNG
FORMALIN MENGGUNAKAN METODE K- NEAREST NEIGHBOR

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Dede Satriawan

NIM: 135150301111121

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

6 Januari 2020

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Hurriyatul Fitriyah, S.T., M.Sc.

NIP: 19851001 201504 2 003

Agung Setia Budi, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D

NIK: 201304 870423 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, ST., MT., Ph.D.

NIP: 197105 18200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi. Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 17 Desember 2019

Dede Satriawan

NIM: 135150301111121

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur dihadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan berkatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi dengan judul “Sistem Klasifikasi Bakso Yang Mengandung Boraks Dengan Sensor Warna Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Arduino” dapat diselesaikan dengan baik, tuntasnya penulisan laporan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, untuk itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, Abang dan Adik atas segala nasehat, kasih sayang dan kesabaran dalam membesarkan serta mendidik penulis, serta tidak pernah berhenti untuk memberi doa dan semangat kepada penulis demi terselesainya skripsi ini.
2. Dosen pembimbing 1 Ibu Hurriyatul Fitriyah, S.T.,M.Sc. yang terus memotivasi, dan membantu mencari ide sehingga skripsi ini dapat diselesaikan .
3. Dosen pembimbing 2 Agung Setia Budi, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D. yang selalu memberikan dukungan sehingga laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Infomatika.
5. Bapak Dahniel Syauqi, S.T., M.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Komputer.
6. Dedi Siswanto, Dimas Dwi Saputra, dan seluruh teman-teman grup “OTW S.kom, Kontrakan” yang telah berjuang bersama-sama dan saling mendukung dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Aulia Astary Agusta yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan banyak hal yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar kedepannya penulis dapat lebih baik lagi . Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak.

Malang, 17 Desember 2019

Penulis
de.strwn@gmail.com

ABSTRAK

Dede Satriawan, Sistem Klasifikasi Tahu Putih Murni Dan Tahu Putih Mengandung Formalin Menggunakan Metode K- Nearest Neighbor

Pembimbing: Hurriyatul Fitriyah, S.T., M.Sc. dan Agung Setia Budi, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D.

Tahu adalah bahan makan yang dibuat dari endapan kacang kedelai, dan tahu merupakan jenis makanan tidak tahan lama setelah diproduksi. Oleh karena itu beberapa produsen tahu yang tidak bertanggung jawab menambahkan zat kimia formalin pada tahu agar tahu lebih tahan lama dan tidak mudah busuk. Bahan makanan yang mengandung formalin jika dikonsumsi oleh tubuh sangat membahayakan kesehatan dalam jangka pendek hingga jangka panjang. Dan jika tubuh terpapar dalam jangka waktu yang panjang, akan menyebabkan kerusakan pada ginjal, limfa, pankreas, hati, jantung, dan mempercepat terjadinya proses penuaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu untuk merancang sebuah sistem untuk klasifikasi tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin menggunakan perangkat keras Arduino Mega dengan sensor *input* dari Grove-HCHO sebagai sensor gas, TCS3200 sebagai sensor warna dan hasil *output* akan menggunakan LCD. Dan tingkat akurasi sistem akan diuji dengan hasil dengan hasil rata-rata persentase error akurasi yang didapatkan dari sensor input adalah 1,20% untuk sensor TCS3200, 4,26% untuk sensor Grove-HCHO. Untuk klasifikasi dari metode K-Nearest Neighbor persentasi akurasi didapat sebesar 83,33%.

Kata kunci: K-Nearest Neighbor, Arduino, TCS3200, Grove-HCHO, Formalin, Tahu

ABSTRACT

Dede Satriawan, Classification System using K- Nearest Neighbor Method on White Tofu and White Tofu Which Contains Formaldehyde

Lecturer: Hurriyatul Fitriyah, S.T., M.Sc. dan Agung Setia Budi, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D.

Tofu is a food ingredient made from soybean deposits, and tofu is a type of food that does not last long after it is produced. Therefore, some tofu producers are not responsible for adding formaldehyde chemical to tofu so that tofu is more durable and not easily rot. Food containing formalin if consumed by the body is very dangerous to health in the short to long term. And if the body is exposed for a long period of time, it will cause damage to the kidneys, lymph, pancreas, liver, heart, and accelerate the aging process. To solve this problem it is necessary to design a system for the classification of pure white tofu and white tofu containing formalin using Arduino Mega hardware with input sensor from Grove-HCHO as a gas sensor, TCS3200 as a color sensor and the output will use LCD. And the accuracy of the system will be tested with the results with an average percentage error accuracy obtained from the sensor input is 1.20% for TCS3200 sensors, 4.26% for the Grove-HCHO sensor. For the classification of the K- Nearest Neighbor method the percentage accuracy obtained is 83.33%.

Keywords: K-Nearest Neighbor, Arduino, TCS3200, Grove-HCHO, Formaldehyde, Tofu

DAFTAR ISI

PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan masalah.....	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Tahu.....	6
2.2.2 Formalin.....	7
2.2.3 Metode K-NN (K-Nearest Neighbor).....	7
2.2.4 Arduino Mega.....	8
2.2.5 Sensor Warna TCS3200.....	9
2.2.6 Sensor Grove-HCHO.....	10
2.2.7 LCD (Liquid Crystal Display)16 x 2.....	11
BAB 3 METODOLOGI.....	13
3.1 Studi Literatur.....	13
3.2 Analisa kebutuhan.....	14
3.2.1 Kebutuhan perangkat keras.....	14
3.2.2 Kebutuhan perangkat Lunak.....	14
3.3 Perancangan dan implementasi.....	14



3.4 Pengujian dan analisis.....	15
3.5 Penarikan Kesimpulan.....	15
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN	16
4.1 Deskripsi Umum	16
4.1.1 Perspektif Sistem.....	17
4.1.2 Karakteristik Pengguna	17
4.1.3 Asumsi dan Ketergantungan	17
4.2 Analisa Kebutuhan Sistem	18
4.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras	18
4.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	19
4.2.3 Kebutuhan Fungsional	19
4.2.4 Batasan Desain Sistem	20
BAB 5 PERACANGAN DAN IMPLEMENTASI.....	21
5.1 Perancangan Sistem	21
5.1.1 Perancangan Desain Perangkat Keras	21
5.1.2 Perancangan Skematik Perangkat Keras	22
5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak	23
5.2 Implementasi Sistem.....	30
5.2.1 Implementasi Perangkat Keras.....	30
5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak	31
5.2.3 Implementasi LCD I2C	31
5.2.4 Implementasi sensor Grove-HCHO	32
5.2.5 Implementasi Sensor Warna TCS3200.....	33
5.2.6 Implementasi metode K-NN.....	34
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS	40
6.1 Pengujian Sensor Warna TCS3200	40
6.1.1 Tahap Pengujian	40
6.1.2 Hasil Dan Analisis Pengujian	40
6.2 Pengujian Sensor Grove-HCHO.....	42
6.2.1 Tahap Pengujian.....	42
6.2.2 Hasil Dan Analisis Pengujian.....	42
6.3 Pengujian Metode K-NN	44





6.3.1 Tahap-tahap Pengujian Akurasi Metode K-NN	44
6.3.2 Hasil Dan Analisis Pengujian Metode K-NN	44
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	48
7.1 Kesimpulan	48
7.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan dan persamaan pada tinjauan pustaka 6

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 8

Tabel 2.3 spesifikasi dan fungsi pin pada sensor warna TCS3200 9

Tabel 2.4 spesifikasi sensor Grove HCHO 10

Tabel 2.5 spesifikasi dan konfigurasi pin LCD 11

Tabel 5.1 Pin sensor TCS 3200 22

Tabel 5.2 Sensor Grove-HCHO 23

Tabel 5.3 I2C dari LCD 16x2 23

Tabel 5.4 Parameter Sensor 25

Tabel 5.5 Data Latih 25

Tabel 5.6 Data *Euclidean Distance* 28

Tabel 5.7 Data *euclidean distance* yang sudah di *sorting* 29

Tabel 5.8 Jumlah Nilai K dari Data *Euclidean Distance* 30

Tabel 5.9 Program LCD I2C 2X16 32

Tabel 5.10 Kode program inialisasi pin dan variable sensor Grove-HCHO 32

Tabel 5.11 Kode program sensor Grove-HCHO 32

Tabel 5.12 Inialisasi pin dan variabel 33

Tabel 5.13 Kode program sensor warna 33

Tabel 5.14 Kode inialisasi program K-NN 34

Tabel 5.15 Kode program data latih 35

Tabel 5.16 Perhitungan euclidean distance 36

Tabel 5.17 Kode program pengurutan data jarak *euclidean* 37

Tabel 5.18 Kode program eksekusi algoritma K-NN 38

Tabel 5.19 Kode program penentuan kelas dari data objek uji 38

Tabel 6.1 Hasil dan analisis sensor warna TCS3200 41

Tabel 6.2 Hasil dan analisis sensor Grove-HCHO 43

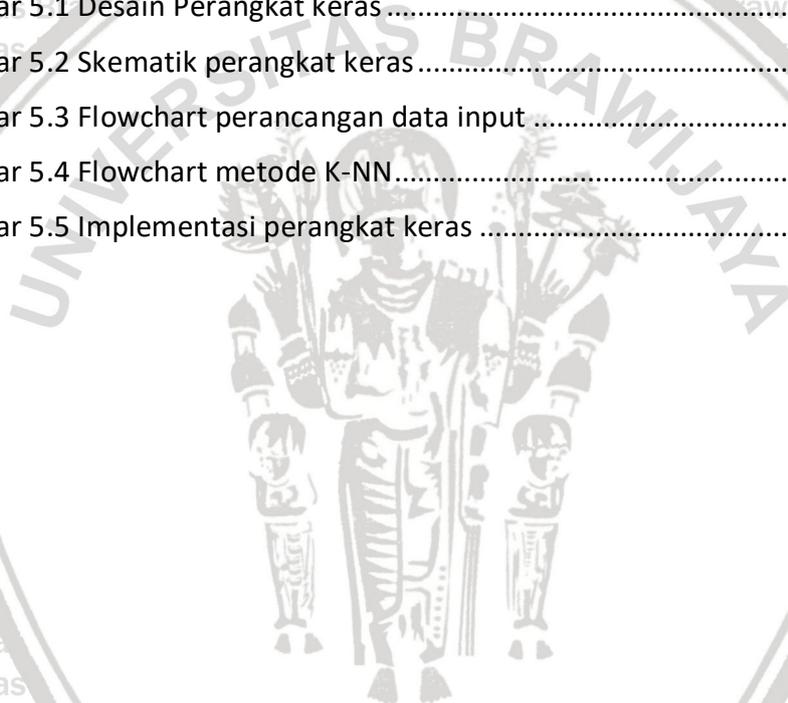
Tabel 6.3 Hasil pengujian metode K-NN 44

Tabel 6.4 Hasil pengujian nilai K 45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Mega 2560	8
Gambar 2.2 Sensor warna TCS320	9
Gambar 2.3 Bentuk fisik sensor HCHO	10
Gambar 2.4 LCD M1632 16x2	11
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	13
Gambar 3.2 Blok diagram pada Sistem	14
Gambar 4.1 Diagram Rekayasa Kebutuhan	16
Gambar 4.2 Tampilan Arduino IDE	19
Gambar 5.1 Desain Perangkat keras	21
Gambar 5.2 Skematik perangkat keras	22
Gambar 5.3 Flowchart perancangan data input	24
Gambar 5.4 Flowchart metode K-NN	27
Gambar 5.5 Implementasi perangkat keras	31



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dizaman sekarang ini sangat banyak jenis bahan makanan beredar dipasaran dan mengandung zat-zat berbahaya untuk dikonsumsi, hal ini disebabkan oleh beberapa puluh penjual yang melakukan banyak cara supaya mendapatkan keuntungan besar dengan modal kecil serta meminimalkan kerugian. Beberapa hal yang dilakukan oknum-oknum tersebut adalah mencampurkan zat berbahaya kedalam bahan makanan agar bahan makanan itu terlihat sangat menarik dan dapat bertahan lebih lama dibandingkan dengan bahan makanan murni. Salah satu bahan makanan yang sangat sering dicurangi oleh produsen bahan makan yang tidak bertanggung jawab adalah tahu putih. Tahu sendiri adalah bahan makanan yang dibuat dari endapan kacang kedelai, dan tahu merupakan jenis makanan tidak tahan lama setelah diproduksi. Oleh karena itu beberapa produsen tahu yang tidak bertanggung jawab menambahkan zat kimia formalin pada tahu agar tahu lebih tahan lama dan tidak mudah busuk.

Formalin yang memiliki konsentrasi $\pm 37\%$ dengan kandungan 15% methanol merupakan senyawa formaldehida dalam air. Formalin pada dasarnya bukan merupakan pengawet akan tetapi sering dimanfaatkan pada industri kecil sebagai bahan pengawet. Hal tersebut dikarenakan harga formalin yang murah, bisa meminimalkan biaya produksi, juga membuat bahan makan menjadi kenyal, tidak mudah rusak, dan sangat efektif untuk mengawetkan bahan makanan (Widowati & Sumiyati, 2006). Bahan makanan yang mengandung formalin jika dikonsumsi oleh tubuh sangat membahayakan kesehatan dalam jangka pendek hingga jangka panjang. Dosis serta berapa lamanya tubuh terpapar oleh formalin mempengaruhi hal tersebut. Beberapa efek negatif yang diberikan akibat terpapar bahan formalin dalam jangka pendek adalah adanya iritasi pada saluran pernafasan dan pencernaan, mual dan muntah, serta sakit kepala atau pusing. Dan jika tubuh terpapar dalam jangka waktu yang panjang, akan menyebabkan kerusakan pada ginjal, limfa, pankreas, hati, jantung, dan mempercepat terjadinya proses penuaan. (Mahdi, 2012).

Terdapat beberapa peraturan mengenai formalin sebagai bahan berbahaya dan penggunaannya sebagai bahan tambahan untuk makanan. Pada peraturan yang dikeluarkan oleh Menteri Kesehatan RI No:722/ Menkes/Per/IX/1988 mengenai Bahan Tambahan Makanan, menjelaskan bahwa bahan-bahan yang dilarang untuk digunakan dalam pangan berupa asam borat (boraks), dietilpirokarbonat, asam salisilat dan garamnya, kalium klorat, kloramfenikol, dulsin, nitrofurazon, minyak nabati yang telah dibrominasi, dan formalin. Selain itu terdapat peraturan No:427/Menkes/Per/V/1996 yang membahas tentang hal Pengamanan Bahan Berbahaya Bagi Kesehatan. Pada peraturan tersebut disebutkan pelarangan dalam menggunakan zat kimia yang berbahaya bagi tubuh dan kesehatan serta lingkungan. Bahan-bahan tersebut memiliki sifat racun, mutagenik, korosif, karsinogenik, teragenik iritasi yang dimana jika disalahgunakan

atau *missuse* pada bahan pangan akan berbahaya. Bahan-bahan kimia yang dilarang untuk digunakan pada peraturan tersebut adalah formalin, kuning metanil, rohodamin B, dan boraks (BPOM, 2008).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan penulis diatas, dalam penelitian ini penulis akan membangun sebuah sistem untuk mengklasifikasikan antara tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin menggunakan metode K- Nearest Neighbor. Alasannya, algoritma tersebut merupakan algoritma yang bisa mengkalisifikasikan sebuah data baru dengan data sampel yang telah ada. Untuk penelitian ini penulis akan mengimplementasikan sistem klasifikasi tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin menggunakan perangkat keras Arduino Mega dengan sensor *input* dari Grove-HCHO sebagai pendeteksi gas formalin, TCS3200 sebagai sensor warna dan hasil *output* akan menggunakan LCD untuk menampilkan data dari sensor yang dipakai.

1.2 Rumusan masalah

Berikut ini rumusan masalah yang didapatkan oleh penulis dari latar belakang yang sudah dijelaskan.

1. Bagaimana membuat sistem yang dapat mengenal dan mengklasifikasi tahu putih murni dengan tahu putih mengandung formalin?
2. Bagaimana implementasi sistem klasifikasi tahu putih murni dengan tahu putih yang terkandung formalin menggunakan K-NN?
3. Bagaiman hasil percobaan dalam tingkat akurasi sensor dan metode K-NN disistem klasifikasi tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dari rumusan masalah dapat dilihat sebagai berikut.

1. Merancang dan membuat sistem klasifikasi tahu putih murni dengan tahu putih mengandung formalin menggunakan K-NN
2. Mengimplementasikan K-NN pada Arduino sebagai sistem klasifikasi tahu putih murni dengan tahu putih mengandung formalin
3. Menguji tingkat ketepatan K-NN dalam sistem klasifikasi tahu putih murni dengan tahu putih mengandung formalin

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari sistem yang diteliti ini dapat berguna untuk:

1. Masyarakat luas, agar bisa dengan mudah membedakan tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin menggunakan sistem ini.
2. Penulis agar ilmu yang sudah didapat bisa diimplementasikan dan digunakan sebagai rujukan maupun referensi untuk penilitan kedepannya.

3. perkembangan teknologi sistem *embedded* untuk pengklasifikasian jenis-jenis bahan makanan yang mengandung racun.

1.5 Batasan masalah

Batasan masalah ini berguna untuk pengerjaan lebih terarah, batasan untuk penulis sebagai berikut.

1. Menggunakan mikrokontroler Arduino Mega
2. Input memakai Sensor HCHO untuk mendeteksi gas formalin, sensor TS3200 untuk mendeteksi warna
3. Algoritma K-NN di implementasikan pada Arduino Mega
4. Output menggunakan LCD untuk menampilkan hasil uji yang telah dilakukan
5. Sistem akan di implementasikan menggunakan perangkat prototipe

1.6 Sistematika pembahasan

Penulis membuat rancangan alur penulisan untuk membuat penelitian berjalan sesuai dengan tujuan, berikut isi dari bab dan subbab:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Latar belakang dari penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan dari penelitian dan alur penulisan dijelaskan pada subbab ini.

BAB 2 : LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada subbab ini tentang penelitian yang sudah ada berkaitan dengan apa yang penulis teliti digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. Penulis juga mengambil rujukan yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan penulis.

BAB 3 : METODOLOGI

Alur dalam pengerjaan penelitian seperti: studi literature yang perlu dilakukan, analisis kebutuhan, implentasi, analisis pengujian, dan analisis hasil dijelaskan pada bab ini.

BAB 4 : REKAYASA KEBUTUHAN

Adapun rekayasa kebutuhan dari sistem yang dirancang dijelaskan pada bab ini. Pada rekayasa kebutuhan dijelaskan batasan dari sistem dan gambaran umum dari sistem yang dirancang.

BAB 5 : PERANCANGAN DAN IMPEMENTASI

Proses dalam perancangan dari perangkat keras dan perangkat lunak akan dijelaskan pada bab ini. Pada bab ini juga menjelaskan implementasi pada perancangan sistem dimana pada implementasi menjelaskan penerapan perangkat keras dan penerapan kode program.

BAB 6 : PENGUJIAN DAN ANALISIS

Tata-tata cara pengujian dari input serta metode yang digunakan dan analisis tingkat akurasi dari hasil pengujian sistem akan dijelaskan pada bab ini.

BAB 7 : SARAN DAN KESIMPULAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian penulis berikut saran yang didapatkan sebagai acuan bagi penelitian selanjutnya untuk pengembangan sistem sedapannya.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada bab tinjauan pustaka ini akan menjelaskan mengenai penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini sebagai acuan penulis. Acuan dari penelitian terdahulu merupakan penelitian (M. Adib Fauzi Rahmana, 2019) dengan tema deteksi lama penyimpanan daging ayam dengan menggunakan sensor TCS3200 yang merupakan sensor warna serta sensor MQ135 adalah sensor gas *air quality* yang dilatarbelakangi oleh maraknya oknum pedagang ayam yang dengan sengaja mencampurkan daging ayam yang sudah lama ke daging ayam baru agar pedagang tersebut dapat meminimalisir kerugian. Sistem tersebut diimplementasikan kedalam mikrokontroler arduino yang menggunakan 2 jenis sensor sebagai parameter pengklasifikasi yaitu sensor gas MQ135 dan sensor warna TCS3200. Secara garis besar prinsip kerja sensor warna yang diterapkan kedalam sistem itu dilakukan dengan cara memisahkan sebuah komposisi warna RGB untuk melakukan proses klasifikasi pada bagian warna objek daging ayam, penelitian yang dilakukan telah mendapatkan tingkat akuransi sebesar 86,7%.

Penelitian yang kedua merupakan penelitian mendeteksi gas pada tahu berformalin (Norpi, et al., 2015). Gas yang dihasilkan oleh formalin merupakan gas *formadehyde*. Sistem yang telah dirancang menggunakan sensor MQ-138. Sensor tersebut merupakan sensor gas yang dapat mendeteksi gas *formadehyde* pada tahu yang diteliti. Sistem menggunakan metode FFT atau *Fast Fourier Transform* dalam membuat pola data dari gas. Pola data tersebut nantinya akan digunakan untuk identifikasi yang menggunakan metode jaringan syaraf tiruan yaitu LVQ atau *Learning Vector Quantization*. Hasil dari pengujian tersebut menjelaskan bahwa masing-masing dari sampel tahu memiliki hasil yang tidak sama. Dalam pengujian tahu yang tidak mengandung formalin mendapatkan hasil 100% dalam pembacaan, tahu yang mengandung 2 mL dan 6 mL formalin mendapat nilai 75%, tahu dengan kandungan formalin 4 mL mendapat hasil 100%, pada tahu yang mengandung 8ml formalin 100% dan pada tahu yang mengandung 10ml formalin 100%.

Untuk penelitian selanjutnya adalah menerapkan metode *K-Nearest Neighbor* atau KNN dalam mengklasifikasi kualitas dari daging sapi. Pada penelitian tersebut dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kelayakan daging sapi melaksanakan implementasi citra digital. Data yang dihasilkan dari pengolahan citra digital tersebut akan diambil dan digunakan dalam proses perhitungan untuk kasifikasi ciri dengan menggunakan metode K-NN. Penulis menggunakan 2 pendekatan pada metode K-NN yang berupa *city block distance* berserta *euclidean distance*. Pada pendekatan *city block distance* untuk nilai K yang digunakan adalah K=3, dan pada *euclidean distance* menggunakan nilai K=3 dan K=5 sebagai pengatur. Tingkat Keberhasilan menggunakan metode K-NN yang dihasilkan dalam penelitian sebesar 91,111%. Penelitian ini merupakan penelitian dari (Akbar, 2012).

Tabel 2.1 Perbedaan dan persamaan pada tinjauan pustaka

No	Judul	Perbedaan	Persamaan
1	Sistem Deteksi Lama waktu Penyimpanan Daging Ayam Berdasarkan Warna Dan Kadar Amonia Berbasis Sensor TCS3200 dan Sensor MQ135 Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan	Objek yang diteliti adalah daging ayam, sensor gas menggunakan sensor MQ135, Menggunakan metode jaringan syaraf tiruan	Menggunakan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi warna
2	Deteksi Kandungan Formalin Pada Tahu Menggunakan Sensor Gas Dengan Metode Pembelajaran Learning Vector Quantization (LVQ)	Sensor yang digunakan pada penelitian, metode yang digunakan adalah learning vector quantization (LVQ)	Objek yang digunakan dan klasifikasi dari objek adalah tahu murni dan tahu mengandung formali
3	Klasifikasi Kualitas Daging Sapi Pada Citra Dengan Metode Run Length Dan K-Neares Neighbor	Menggunakan citra digital pada penelitan	Metode yang digunakan adalah Metode K-NEAREST NEIGHBOR

2.2 Dasar Teori

Pada bagian ini merupakan subbab yang akan dijelaskan dasar tentang metode dan komponen yang digunakan pada “Sistem Klasifikasi Tahu Putih Murni dan Tahu Putih Mengandung Formalin Menggunakan Metode K-NN”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *K-Nearest Neighbor* dengan pendekatan *euclidean distance*. Komponen yang diperlukan pada penelitian ini berupa Arduino Mega, Sensor Warna TC3200, Sensor Grove-HCHO, *Liquid Crystal Display* atau LCD, beserta tahu dan formalin sebagai objek yang akan diteliti.

2.2.1 Tahu

Tahu merupakan hasil olahan yang berasal dari bahan dasar kedelai. Dalam pembuatannya, ekstrak protein yang dihasilkan kedelai akan digumpalkan oleh bahan penggumpal protein yang dapat berupa garamkalsium, asam, atau bahan lainnya. Pada kacang kedelai terdapat kandungan protein sebesar 30 – 45%. Tahu termasuk kedalam makanan pokok 4 sehat 5 sempurna. Tahu dimanfaatkan

sebagai lauk dan makanan ringan dalam pola makan masyarakat Indonesia. Bahan yang digunakan dalam memproduksi tahu hanya membutuhkan kacang kedelai. Oleh karena itu dapat mudah ditemukan pabrik tahu baik dalam skala kecil maupun skala besar. Pada skala besar, industri pembuat tahu memerlukan alat-alat khusus seperti alat penggiling kedelai. Pada skala kecil industri rumah tangga, biasanya menggunakan penggiling kedelai yang berupa blender.

2.2.2 Formalin

Formalin merupakan nama dagang dari campuran *formaldehyde* (CH₂O), *Methanol* dan Air. Bentuk fisik formalin sendiri berupa cairan dan tidak berwarna dengan bau yang menyengat. Menurut (BPOM, 2008) paparan dari gas formalin jangka panjang dapat menyebabkan kelainan genetika dan menumbuhkan sel kanker didalam tubuh. Oleh karena itu formalin sangat tidak anjurkan menjadi bahan campuran untuk jenis makanan apapun. Formalin yang beredar dipasaran mempunyai kadar *Formaldehyde* bervariasi, antara 37% - 40%. Konsumsi terhadap formalin baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang mengakibatkan berbagai macam penyakit bahkan kematian (Norpi, et al., 2015).

2.2.3 Metode K-NN (K-Nearest Neighbor)

Metode K-NN merupakan algoritma untuk mengklasifikasi data dimana pada K-NN mempunyai sub yang dipakai untuk menghitung nilai jarak setiap kelas. Salah satu sub untuk menghitung jarak antar kelas adalah *euclidean distance*. Penulis memakai Euclidean distance untuk menghitung nilai jarak kelas. *Euclidean distance* memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dalam perhitungan jarak. Rumus itu menghitung *euclidean distance* pada sebagai berikut.

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 \dots \dots (n_1 - n_2)^2}$$

Pada rumus diatas d adalah jarak dari data uji dengan data training. Pada x_1 merupakan parameter pertama pada data training dan y_1 merupakan parameter kedua pada data training. Sedangkan pada x_2 merupakan parameter pertama pada data uji dan y_2 merupakan fitur kedua pada data uji. n_1 merupakan data ke n pada parameter data training dan n_2 fitur ke n pada data uji. Metode K-NN membutuhkan menentukan nilai K terlebih dahulu dimana nilai K ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan jumlah tetangga terdekat. Untuk mendapatkan nilai K terbaik dalam menggunakan metode K-NN dilakukan proses *trial error*. Dalam proses *trial error* akan ditemukan nilai K dengan tingkat akurasi tertinggi. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan *euclidean distance*. Data diurutkan dimulai dari nilai terkecil selanjutnya data yang telah diurutkan akan diambil nilai yang terkecil sebanyak nilai K dan dibandingkan kelas yang banyak terlihat dari nilai K tersebut.

2.2.4 Arduino Mega

Arduino Mega adalah sebuah papan mikrokontroler yang didalamnya memiliki ATmega 328 sebagai mikrokontrolernya, dan mempunyai pin sebanyak 54 untuk input/output digital. Arduino Mega didesain untuk porjek yang kompleks, selain itu memori flash yang ditanamkan pada Arduino Mega sebesar 128kb yang mampu untuk menampung banyak baris kode program, Arduino Mega juga dilengkapi dengan aplikasi yang digunakan untuk menulis baris kode program melalui Arduino (IDE). Aplikasi ini bersifat *opensource/free* dan bisa diakses hampir semua OS/*operating system* meliputi Windows, MAC OS, dan Linux yang akan memudahkan proses implementasi metode K-NN pada perangkat. Berikut gambar 2.1 akan menunjukkan bentuk fisik dan table 2.1 akan menampilkan bentuk dan spesifikasi Arduino Mega.



Gambar 2.1 Arduino Mega 2560

Sumber: (tokopedia.com, 2019)

Berikut adalah deksripsi dari spesifikasi secara lengkap mikrokontroler Arduino Mega dan penjelasan dari pin-pin yang ada.

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega

Spesifikasi	
Mikrokontroler	Atmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (Recommended)	7-12V
Input Voltage (Limit)	6-20V
Digital I/O Pins	54
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	128 KB

SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16MHz

2.2.5 Sensor Warna TCS3200

Pada sensor warna terdapat *chip* Taos TCS3200 sebagai pengontrol LED red, green, blue dan putih. Dalam penggunaan sensor warna TCS3200 berfungsi sebagai tes *strip*, memilah warna, percobaan warna, kalibrasi, dan cahaya ambient sensing (Vadi, 2017). Sebagai filter sensor warna TCS3200 menggunakan 16 photodiode yang berfungsi mengfilter warna merah, hijau, biru dan putih. 16 konfigurasi dari photodiode akan digunakan untuk mengatur komposisi warna RGB (Andrian, 2013). Sensor ini sudah dilengkapi dengan 8 pin input/output agar bisa dihubungkan dengan mikrokontroler.



Gambar 2.2 Sensor warna TCS320

Sumber: (tokopedia.com, 2019)

Berikut table 2.2 akan menjelaskan spesifikasi dan fungsi pin dari sensor warna TCS3200 dengan penjelasan dari konfigurasi pin.

Tabel 2.3 spesifikasi dan fungsi pin pada sensor warna TCS3200

Tegangan	2,27 V-5,5V
Pin S0 - S1	saklar pemilih pada frekuensi output skala Tinggi
Pin S2 - S3	saklar pemilih 4 kelompok dioda
Pin OUT	keluaran frekuensi

Pin OE	Output enable, sebagai input untuk frekuensi output skala rendah
Gnd	Ground pada power supply
Dimensi	28.4x28.4mm

2.2.6 Sensor Grove-HCHO

Sensor Grove-HCHO adalah sensor gas VOC semikonduktor. Gas VOC sendiri adalah senyawa organik atau bahan yang sangat mudah menguap yang berupa gas dari benda-benda padat maupun cair. Desain dari sensor ini didasarkan pada WSP2110 dengan konduktivitas yang dapat berubah-ubah dari konsentrasi gas VOC yang ada diudara. Melalui rangkaian, konduktivitas dapat dikonversikan menjadi sinyal output yang sesuai dengan konsentrasi gas. Sensor ini juga mempunyai sensitivitas dan stabilitas yang sangat tinggi dan dapat mendeteksi gas dengan konsentrasi mencapai 1ppm. Sensor ini sangat cocok untuk mendeteksi formaldehida, toluene, benzene, dan komponen gas VOC lainnya (Seeed, 2018).



Gambar 2.3 Bentuk fisik sensor HCHO

Sumber: (Seeed, 2018)

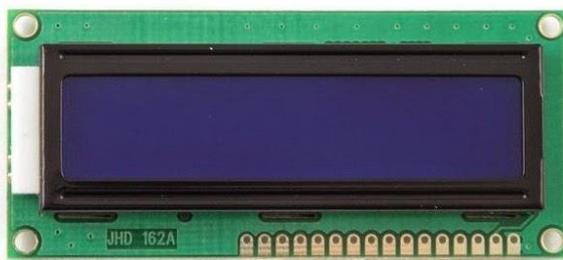
Berikut tabel 2.3 akan menjelaskan spesifikasi singkat dari sensor HCHO:

Tabel 2.4 spesifikasi sensor Grove HCHO

Operating Voltage	5.0V ± 0.3V
Target Gases	HCHO, Benzene, Toluene, Alcohol
Concentration Range	1~50 ppm
Sensor Resistance Value(Rs)	10KΩ-100KΩ(in 10ppm HCHO)
Sensitivity	$R_s(\text{in air})/R_s(10\text{ppm HCHO}) \geq 5$

2.2.7 LCD (Liquid Crystal Display) 16 x 2

LCD (*liquid crystal display*) berguna untuk menampilkan karakter alfabet, ASCII, dan angka. LCD 16x2 memiliki 16 pin dimana beberapa pin memiliki fungsi yang berbeda. Pada LCD 16x2 terdapat pin VCC untuk tegangan, pin GND sebagai ground tegangan, dan terdapat 8 pin sebagai data bus untuk menampilkan data dari unit eksternal. LCD 16x2 memiliki pin *enable* berguna untuk mengaktifkan komunikasi saat memakai LCD 16x2. Pin *enable* pada LCD 16x2, yaitu : EN, RS, dan RW. Pada pin EN akan bernilai *high* sebelum mengirimkan data ke LCD sedangkan pin EN akan bernilai *low* saat proses pengiriman data pada jalur data sudah selesai. Ketika nilai berubah dari tinggi ke rendah akan memberitahukan untuk pengambilan data dari jalur data dan control. Pada saat pin RS bernilai *low* maka pengiriman data berupa perintah sedangkan pada saat bernilai *high* pengiriman data berupa teks yang akan ditampilkan. Pin RW saat bernilai *low* sebagai perintah untuk mengirim data ke LCD dan pada saat bernilai *high* merupakan perintah untuk mengambil data LCD (Nafiah, 2018).



Gambar 2.4 LCD M1632 16x2
sumber : (tokopedia.com, 2019)

Berikut tabel 2.4 akan menjelaskan spesifikasi LCD 16x2.

Table 2.5 spesifikasi dan konfigurasi pin LCD

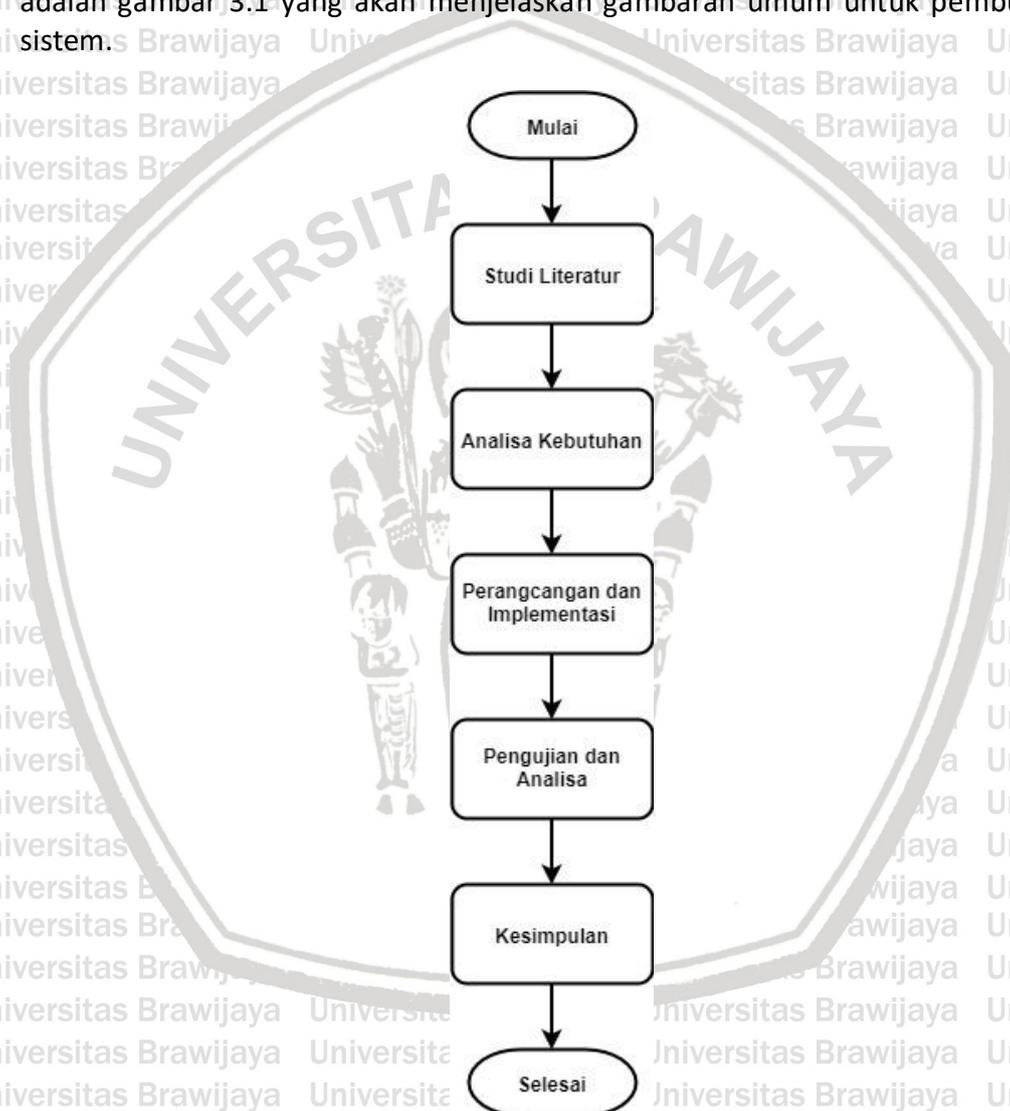
Nama pin	Deskripsi	Port
VCC	+ 5v	VCC
GND	0 V	GND
VEE	Tegangan mengatur kontras LCD	
RS	Register select	PD7
R/W	1=read, 0=write	PD5
E	Enable clock	PD6
D4	Data Bus 4	PC4

D5	Data Bus 5	PC5
D6	Data Bus 6	PC6
D7	Data Bus 7	PC7
Anode	Tegangan positif backlight	
Katode	Tegangan negatif backlight	



BAB 3 METODOLOGI

Penelitian dimulai dari studi literature yang berkaitan dengan landasan pustakan beserta teori. Penelitian yang dilakukan penulis merupakan implementasi dari Metode K-NN untuk mengklasifikasi tahu putih murni dengan tahu putih mengandung formalin. Penelitian ini merupakan implementatif dikarenakan hasil dari penelitian berupa perangkat *prototype*. Dimulai dari menentukan dan menetapkan alur metode pada penelitian yang mana akan menjadi tahap-tahap untuk penyelesaian penelitian yang penulis lakukan. Berikut adalah gambar 3.1 yang akan menjelaskan gambaran umum untuk pembuatan sistem.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.1 Studi Literatur

Bagian ini adalah tahap pencarian dasar teori untuk diterapkan pada sistem yang dirancang. Penelitian ini juga akan menjelaskan dasar-dasar teori dari seluruh komponen piranti keras, hingga K-NN

3.2 Analisa kebutuhan

pada bagian ini adalah penjelasan dari analisis apa saja yang dibutuhkan oleh sistem. proses ini dapat membantu dalam melakukan perancangan sistem yang dibangun penulis. isi dari analisis ini meliputi gambaran secara umum sistem, kebutuhan piranti keras dan piranti lunak, hingga batasan sistem ini.

3.2.1 Kebutuhan perangkat keras

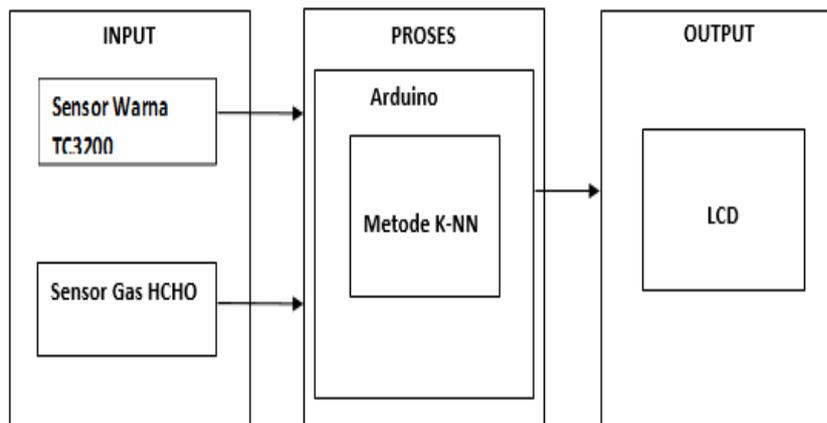
1. *Portable Computer/ Notebook*
2. Mikrokontrolle : Arduino Mega
3. Sensor : 1. Sensor Warna TCS3200
2. Sensor Gas HCHO-Grove
4. LCD : LCD 16x2

3.2.2 Kebutuhan perangkat Lunak

1. *OS/operation system* sebagai media pendukung dalam menjalankan aplikasi yang digunakan untuk menuliskan kode program sistem yang dirancang.
2. Perangkat lunak Arduino IDE digunakan untuk media penulisan kode program yang akan diunggah kedalam mikrokontroler.
3. Metode K-NN untuk klasifikasi data dari objek uji.

3.3 Perancangan dan implementasi

Perancangan dan implementasi ialah fase-fase yang akan dilakukan saat analisa kebutuhan dari sistem sudah terpenuhi. fase ini berguna untuk membangun gambaran rancangan serta implementasi dari perangkat keras meliputi sensor input dan media output, uga perangkat lunak dengan metode K-NN. Berikut Gambar 3.2 dari diagram sistem.



Gambar 3.2 Blok diagram pada Sistem

Berikut adalah penjelasan dari Gambar 3.2:

1. *Input*, adalah masukan yang akan ditindak oleh sistem. Input yang diterapkan terdiri dari dua sensor yaitu, sensor warna TC3200 dan sensor gas HCHO.
2. *Porses*, adalah pengolahan untuk data input yang didapat kedua sensor. Dan data tersebut akan diklassifikasikan dengan menggunakan K-NN dan diproses menjadi output.
3. *Output*, adalah hasil klasifikasi dari data input yang diproses menggunakan metode K-NN LCD data menampilkan data yang sudah diproses tersebut.

Setelah perancangan selesai dilakukan, selanjutnya adalah melakukan tahap implementasi. Implementasi akan diterapkan pada perangkat keras meliputi kedua sensor yang digunakan dan LCD untuk media output, serta implementasi pada komponen/perangkat lunak yang digunakan sistem yaitu metode K-NN.

3.4 Pengujian dan analisis

Untuk tahap pengujian sistem dilaksanakan beberapa hal yang akan dijabarkan seperti berikut:

1. Pengujian untuk tingkat akurasi/ketepatan data input yang di dapat dari sensor warna TC3200
2. Pengujian tingkat akurasi data input dari sensor warna Grove-HCHO
3. Pengujian untuk tingkat akurasi/ketepatan dari pengolahan data dengan metode K-NN, dan jumlah nilai K

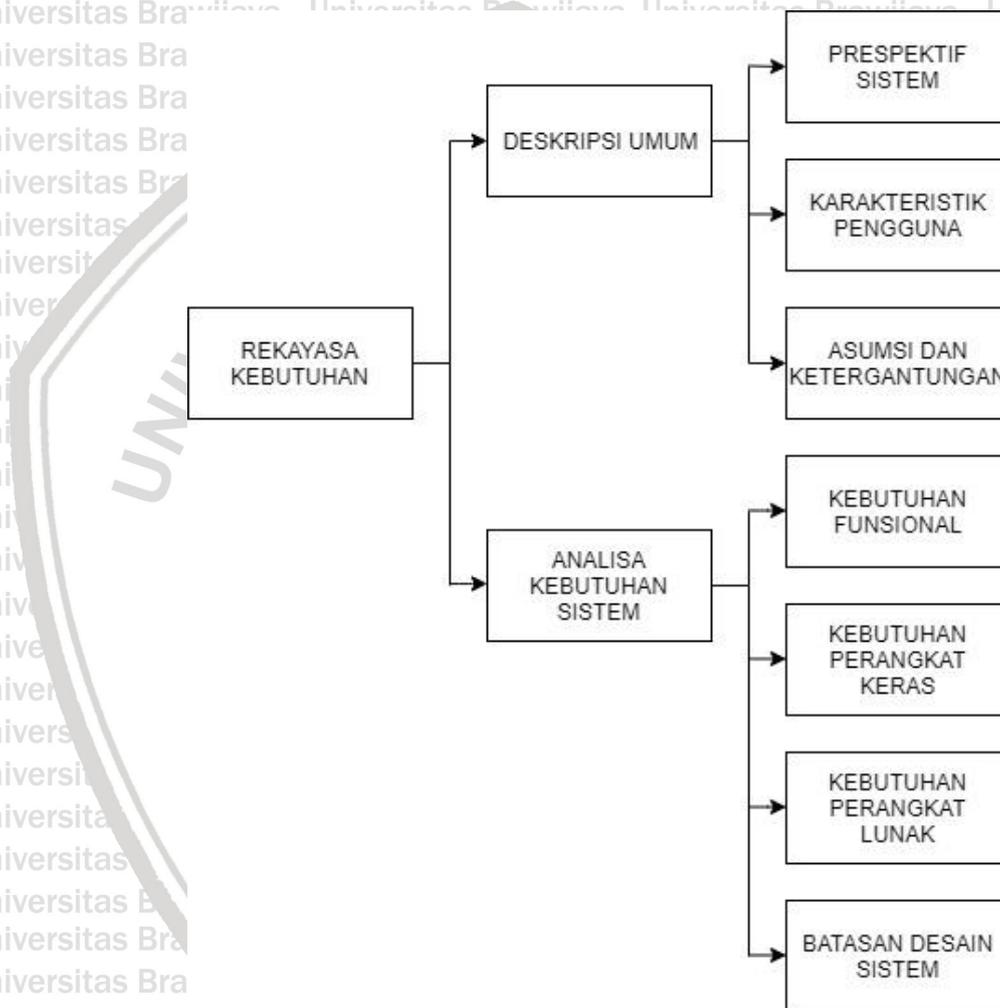
Setelah pengujian dijalankan, tahap selanjutnya adalah menganalisa setiap hasil dari pengujian yang telah dilaksanakan pada komponen/perangkat keras maupun perangkat lunak yang diterapkan pada sistem.

3.5 Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir yang perlu dilakukan oleh penulis adalah untuk menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap kesimpulan ini didapatkan dari tahapan yang sudah dijabarkan dibagian metodologi, dan diharapkan bisa membagikan saran yang berguna dengan tujuan pengembangan untuk sistem ini dimasa depan.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

Bab rekayasa kebutuhan akan membahas tentang hal-hal yang diperlukan pada penelitian ini. Seperti deskripsi umum yang meliputi prespektif umum, karakteristik pengguna, asumsi dan ketergantungan. Selanjutnya adalah analisa kebutuhan sistem yang mencakup kebutuhan fungsional, kebutuhan dari komponen/perangkat keras, kebutuhan dari komponen/perangkat lunak dan batasan untuk desain sistem. Berikut gambar 3.1 akan menampilkan diagram rekayasa kebutuha.



Gambar 4.1 Diagram Rekayasa Kebutuhan

4.1 Deksripsi Umum

Sistem klasifikasi tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin adalah sebuah sistem yang dirancang untuk mendeteksi formalin yang terkandung pada tahu, sistem ini akan menggunakan 2 sensor yang berbeda untuk mengambil data input obek, yaitu sensor Grove HCHO untuk mendeteksi gas formalin pada tahu dan sensor warna TCS3200 untuk deteksi komposisi dari RGB pada tahu.



Setelah data input didapatkan dari kedua sensor, maka selanjutnya sistem akan memulai perhitungan dari metode K-NN yang telah diaplikasikan di mikrokontroler. Metode K-NN yang sudah diaplikasikan ini berfungsi untuk mengklasifikasikan nilai dari data input dengan tujuan sistem mampu menentukan klasifikasi dari objek. Dengan klasifikasi tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin

K-NN yang di aplikasikan pada sistem klasifikasi tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin ini berjenis *Eucliden Distance* yang mana prinsip kerja yang digunakan adalah menakar dan membandingkan jarak dari data latihan dan data objek uji, outpunya akan ditampilkan melalui LCD I2C 2x16 jika perhitungna klasifikasi telah selesai.

4.1.1 Perspektif Sistem

Sistem klasifikasi ini dirancang untuk memudahkan masyarakat umum agar dapat lebih waspada terhadap makanan tidak layak konsumsi dalam hal ini adalah tahu putih yang mengandung formalin. Sistem dapat dikatakan berhasil apabila kedua sensor dapat membaca dara input dari objek secara akurat, dari hasil pembacaan tersebut data input akan diklasifikasikan menggunakan metode K-NN melalui mikrokontroler Arduino Mega. Hasil klasifikasi tersebut akan ditampilkan pada media ouput sistem yaitu LCD.

4.1.2 Karakteristik Pengguna

Pada bagian ini, pengguna hanya perlu memasukkan objek uji dalam hal ini adalah tahu kedalam incubator yang disediakan sistem untuk mulai mengoperasikan sistem. Setelah tahu dimasukkan sistem akan secara otomatis membaca data input melalui 2 sensor yang tersedia, selanjutnya saat data input sudah terbaca oleh ke2 sensor adalah menekan *push button* untuk mengoperasikan perhitungan K-NN agar tahu bisa diklasifikasikan. Pengguna dapat melihat hasil melalui media output apakah tahu yang diuji berformalin atau nonformalin.

4.1.3 Asumsi dan Ketergantungan

Pada bagian subbab ini sistem memiliki bebera asumsi serta ketergantungan untuk diperhatikan, agar nantinya sistem ini bisa beroperasi sesuai dengan harapan, berikut ini asumsi dan ketergantungan yang diperlukan sistem:

1. Alat ini menggunakan Arduino Mega sebagai mikrokontrollernya.
2. Alat ini membutuhkan tegangan daya sebesar 5V untuk memulai menghidupkan mikrokontrollernya.
3. Konfigurasi atau pemasangan pin sensor input dan output harus sama dengan pin yang sudah ditentukan sebelumnya pada mikrokontroler.
4. Karena sensor warna TCS3200 rentan terhadap cahaya yang dapat memberikan noise nilai RGB nya maka sensor harus dipasang di casing yang gelap agar terhindar dari cahaya luar.

4.2 Analisa Kebutuhan Sistem

Pada bagian ini akan menjabarkan tentang analisa kebutuhan yang diperlukan untuk membuat sistem. Diantaranya keperluan dari komponen/perangkat keras dan kebutuhan dari komponen/perangkat lunak.

4.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Komponen/perangkat keras yang dibutuhkan untuk memproses implementasi pada penelitian ini ialah berikut:

1. *Portable Computer / Notebook*

Penelitian ini akan menggunakan *Portable Computer / Notebook* sebagai media untuk menjalankan aplikasi Arduino IDE. Dan memberikan arus tegangan untuk menghidupkan mikrokontroler. *OS/operation system* yang digunakan adalah *Windows Ten*.

2. Arduino Mega

Selanjutnya penelitian ini akan menggunakan mikrontroler Arduino Mega sebagai pusat sistem. Karena Mikrokontroler ini mempunyai pin I/O sebanyak 54, beberapa dari pin I/O tersebut digunakan untuk input dan output sistem yang terdiri dari 2 buah sensor, dan LCD 16x2 . Arduino Mega memiliki memori yang terbilang besar sebanyak 128kb, mikrokontroler ini digunakan karena baris program yang akan dituliskan cukup banyak dan kompleks.

3. Sensor Warna TCS3200

Pada penelitian ini akan membutuhkan sensor warna untuk mendeteksi warna pada objek penelitian yaitu tahu putih, sensor ini digunakan untuk membantu melihat komposisi RGB pada objek uji

4. Sensor Gas Grove-HCHO

Sensor Grove-HCHO digunakan untuk mendeteksi gas VOC pada objek uji penelitian yaitu tahu. Gas VOC sendiri adalah senyawa organik atau bahan yang sangat mudah menguap yang berupa gas dari benda-benda padat maupun cair.

5. Tombol

Tombol akan digunakan sebagai media untuk memulai dan menghentikan perhitungan program yang dirancang menggunakan metode K-NN.

6. LCD 16x2

Dan yang terakhir, penelitian ini akan menggunakan LCD 16x2 sebagai media output sistem. Untuk menampilkan hasil klasifikasi dari pengolahan data objek uji dengan metode-KNN yang sudah ditanamkan pada mikrokontroler mikrokontroler. Untuk penjelasan dan spesifikasi LCD 16x2 mengacu pada subbab 2.2.7.

4.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

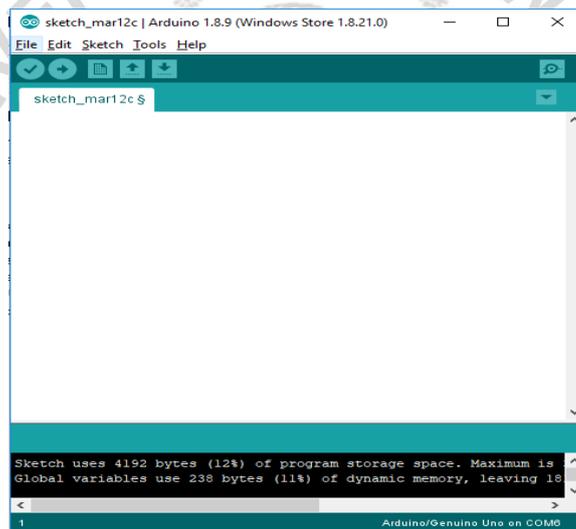
Kebutuhan dari kompone/perangkat lunak yang akan diterapkan untuk memproses implementasi pada penelitian ini:

1. Windows

Windows akan digunakan untuk menjalankan *software* Arduino IDE, membantu untuk proses penulisan kode program, dan metode K-NN yang akan ditanamkan pada Arduino Mega.

2. Arduino IDE

Arduino IDE, komponen/perangkat lunak *open-source* dari Arduino yang dipakai sebagai media penulisan program yang akan dimasukkan kedalam Arduino Mega. Aplikasi ini sendiri bisa digunakan diberbagai OS/*operating system* seperti Windows, MAC OS, dan Linux. Aplikasi ini juga memudahkan penulis dalam mengimplementasikan metode K-NN pada Arduino. Berikut gambar 4.2 akan menampilkan antarmuka/*interface* Arduino IDE.



Gambar 4.2 Tampilan Arduino IDE

3. Metode K-NN

Metode K-NN akan digunakan penulis dipenelitian ini, metode ini berfungsi untuk membandingkan dan mengklasifikasi data yang di dapat dari ke dua sensor input dan data latih yang sudah dimasukkan dalam mikrokontroler arduino mega.

4.2.3 Kebutuhan Fungsional

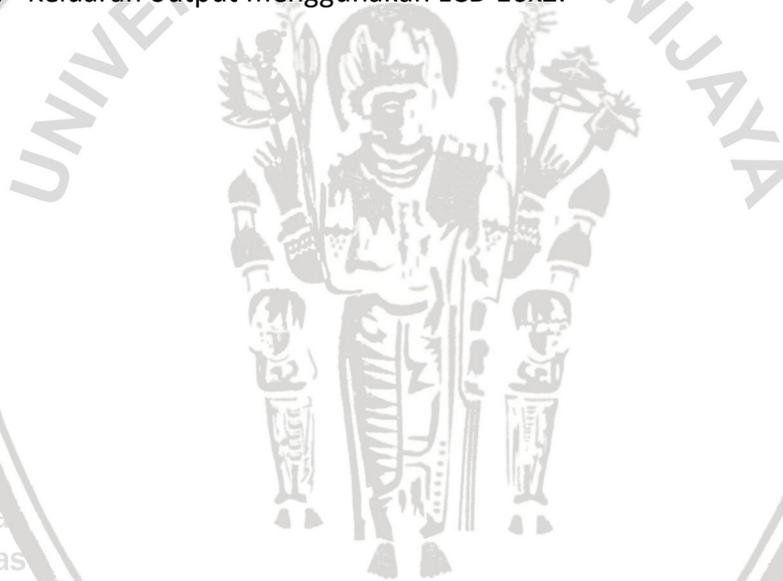
Pada bagian kebutuhan fungsional merupakan sebuah kebutuhan dimana sistem bisa berjalan sesuai dengan fungsi dan rancangannya untuk pengguna. Kebutuhan fungsional ini akan dibagi menjadi tiga bagian seperti berikut:

1. Perangkat sistem mampu mengukur komposisi nilai RGB dari objek uji.
2. Perangkat sistem mampu mendeteksi gas VOC yang terdapat pada objek yang sedang diuji, agar data bisa di olah dan di klasifikasi.
3. Perangkat sistem yang sudah dibekali metode K-NN mampu mengklasifikasi kan data yang masuk dari sensor input dan di tampilkan menjadi output dengan media LCD yang dipakai pada penelitian.

4.2.4 Batasan Desain Sistem

Sistem yang didesain penulis mempunyai beberapa batasan agar meraih tujuan yang diharapkan, ada 3 batasan dari desain sistem ini seperti berikut yaitu:

1. Implentasi dari perangkat sistem berupa prototype.
2. Metode yang diterapkan adalah K-NN dengan jenis *euclidean distance*.
3. Klasifikasi yang bisa dilakukan sistem ada 2 yaitu berformalin dan nonformalin.
4. Keluaran output menggunakan LCD 16x2.



BAB 5 PERACANGAN DAN IMPLEMENTASI

5.1 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem ini akan dibagi menjadi 3 tahapan, tahap pertama adalah perancangan desain perangkat keras/*hardware*, untuk tahap kedua merupakan perancangan skematik perangkat keras dan tahap ketiga adalah perancangan untuk komponen/perangkat lunak. Pada perancangan desain komponen/perangkat keras merupakan penempatan komponen/perangkat keras yang akan digunakan pada sistem, tahap kedua adalah penerapan perangkat keras untuk desain seperti sensor yang akan mengambil data inputan yaitu sensor Grove-HCHO dan sensor warna TCS3200, untuk outputnya sendiri menggunakan LCD I2C 2x16. Berikutnya adalah tahap ketiga yaitu perancangan perangkat lunak, berfokus pada penerapan K-NN yang nanti bertujuan untuk mengklasifikasi data input yang diambil dari sensor dan diteruskan ke output untuk menampilkan hasil klasifikasi.

5.1.1 Perancangan Desain Perangkat Keras

Bagian ini berupa tahapan pertama yang telah dijelaskan penulis pada subbab sebelumnya, yaitu perancangan desain tentang peletakan komponen/perangkat keras yang diimplementasikan pada sistem, perancangan ini memakai *software Procreate* pada tablet *Ipad* untuk menggambar desain *prototype* alat. *Prototype* berbentuk sebuah kotak persegi akan diberi warna hitam dengan ukuran panjang dan lebar kotak 15cm, alas pada kotak persegi berukuran panjang 30cm dan lebar 15cm, berikut adalah desain sistem klasifikasi tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin:



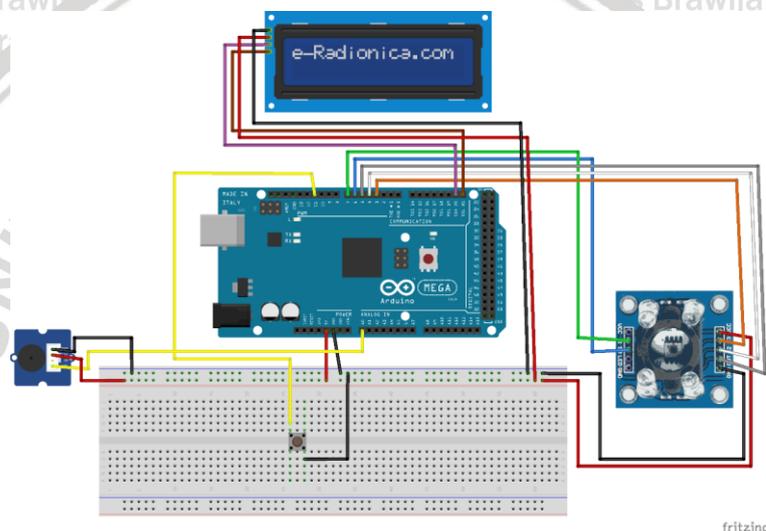
Gambar 5.1 Desain Perangkat keras

Dari gambar diatas terlihat bahwa kotak yang dipakai untuk penempatan perangkat keras yang akan diimplementasikan pada sistem berwarna hitam, penulis memilih warna hitam pada kotak bertujuan agar sensor warna TCS3200 yang diletakkan didalam kotak untuk pembacaan data RGB tidak mengalami *noise* karena gangguan cahaya dari luar kotak, dan pembacaan sensor bisa lebih fokus.

Pada bagian tengah dalam kotak diletakkan sensor Grove-HCHO untuk pembacaan gas VOC yang dikeluarkan objek yang sedang di uji yaitu tahu. Pada bagian depan alas kotak, akan diletakkan komponen perangkat keras lainnya seperti Arduino Mega, LCD I2C dan kabel sebagai penghubung setiap komponen perangkat keras ke mikrokontroler. Sistem juga dilengkapi dengan *push button*/tombong sebagai media untuk memalui proses perhitungan dari metode K-NN.

5.1.2 Perancangan Skematik Perangkat Keras

Tahapan kedua untuk perancangan skematik dari komponen/perangkat keras. Pada tahap ini adalah tahap untuk penempatan pin-pin perangkat keras yang diimplementasikan pada sistem yaitu, sensor warna TCS3200, sensor Grove-HCHO, tombol, dan LCD I2C yang akan dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Mega, berikut adalah desain skematik perangkat keras:



Gambar 5.2 Skematik perangkat keras

Pada gambar 5.2 diatas, terlihat penempatan setiap pin pada perangkat keras untuk dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Mega menggunakan *projectboard*. Berikut adalah table untuk skematik diatas:

Tabel 5.1 Pin sensor TCS 3200

Pin sensor	Pin Mikrokontroler
GND	GND
VCC	5V
S0	4
S1	5
S2	6
S3	7
OE	1

OUT	8
-----	---

Tabel 5.1 diatas merupakan rincian untuk penempatan setiap pin dari sensor warna TCS3200 pada Arduino Mega. Sensor warna TCS3200 memiliki delapan buah pin, dan hanya tujuh pin yang akan digunakan, empat pin diantaranya adalah pin output yakni pin S0, S1, S2, S3, VCC untuk arus tegangan voltase, GND untuk pengaman tegangan jika terjadi kebocoran arus tegangan voltase, dan OUT untuk pin input.

Tabel 5.2 Sensor Grove-HCHO

Sensor HCHO	Pin Mikrokontroler
GND	GND
VCC	5V
NC	-
SIG	A0

Tabel 5.2 diatas merupakan rincian untuk penempatan setiap pin dari sensor Grove-HCHO pada Arduino Mega. Sensor Grove-HCHO memiliki 4 pin, dan hanya 3 pin yang akan dipakai. Pin pertama adalah VCC, kedua pin GND, dan ketiga SIG.

Tabel 5.3 I2C dari LCD 16x2

Pin LCD	Pin Mikrokontroler
SDA	A3
SCL	A2
VCC	3V
GND	GND

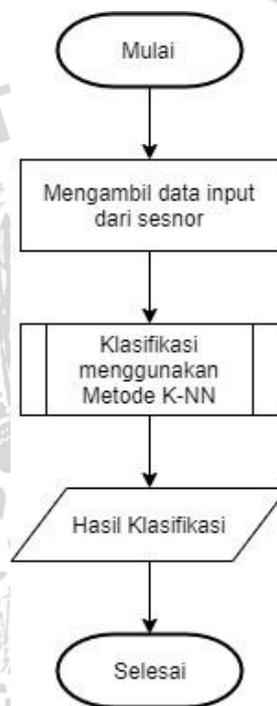
Tabel 5.3 diatas merupakan rincian untuk penempatan setiap pin LCD 16X2 yang menggunakan modull I2C. Modul I2C pada LCD berfungsi untuk mengurangi pemakaian pin pada LCD. Tanpa modul I2C membutuh 16 pin untuk menjalankan LCD, dan dengan modul I2C hanya membutuh kan 4 pin dari modul tersebut.

5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahapan ketiga ini adalah perancangan untuk komponen/perangkat lunak, rancangan ini dipecah menjadi 2 bagian. Bagian pertama adalah perancangan sensor agar sensor bisa membaca data input dari objek dengan akurat dan meneruskan data tersebut menuju mikrokontroler. Dan bagian kedua adalah perancangan metode K-NN yang akan diimplementasikan pada penelitian ini, metode K-NN berfungsi untuk mengklasifikasikan data input yang di ambil dari objek oleh sensor.

5.1.3.1 Perancangan Data Input Sensor

Pada bagian pertama ini akan menjelaskan tentang perancangan sensor untuk mengambil data input dari objek. Proses pengambilan data input dilakukan dengan 2 sensor yaitu dengan sensor warna TCS3200 dan sensor Grove-HCHO. Proses berjalan secara kontinu agar kedua sensor dapat mengambil data input yang akurat, setelah data input berhasil didapat dari sensor, maka data yang sudah dibaca sensor akan dikirim menuju mikrokontroler Arduino Mega yang sudah ditanamkan metode K-NN. Selanjutnya, metode K-NN akan menentukan klasifikasi dari data input tersebut, setelah proses klasifikasi selesai dijalankan oleh sistem maka data input yang sudah diproses akan ditampilkan pada output sistem yaitu LCD I2C 2x16. Berikut gambar 5.3 adalah flowchart untuk rancangan data input sensor.



Gambar 5.3 Flowchart perancangan data input

1. Sistem mengambil data input dari kedua sensor. Perlu diketahui bahwa sensor memiliki parameter pada hasil output. Sensor warna TCS3200 menggunakan parameter dari nilai RGB (*Red, Green, Blue*), untuk sensor Grove-HCHO menggunakan parameter dari konsentrasi gas VOC pada objek yaitu ppm. Parameter akan ditampilkan pada output sistem.
2. Setelah data input berhasil didapatkan dari objek. Selanjutnya adalah data input tersebut akan diklasifikasikan menggunakan metode K-NN yang sudah ditanamkan pada mikrokontroler.
3. Ketika proses klasifikasi data input menggunakan metode K-NN telah selesai, maka hasil dari klasifikasi akan ditampilkan pada sistem output menggunakan LCD I2C.

Sebelum proses untuk klasifikasi akan dijalankan oleh sistem, hal yang harus diperhatikan adalah penentuan parameter atau nilai dasar pada sensor, jumlah kelas untuk klasifikasi dan nilai K yang digunakan pada metode K-NN serta data latih sebagai acuan untuk dibandingkan dengan data uji. Penjelasan rinci:

1. Penentuan parameter atau nilai dasar pada sensor:
Data yang akan diolah oleh metode K-NN adalah data yang sudah mempunyai parameter, dua sensor pada pada sistem akan menggunakan empat parameter. Tiga parameter dari sensor warna TCS3200 adalah komposisi dari RGB, satu parameter dari sensor Grove-HCHO adalah kadar formalin yang ada pada objek. Berikut table parameter sensor

Tabel 5.4 Parameter Sensor

Sensor TCS3200			Sensor HCHO
<i>merah</i>	<i>hijau</i>	<i>biru</i>	ppm

2. Jumlah Kelas Klasifikasi dan nilai K
Jumlah kelas pada sistem ini ada dua, yang pertama adalah tahu putih murni dan yang kedua adalah tahu putih mengandung formalin, dan nilai K yang diimplentasikan pada sistem berjumlah lima.

3. Data Latih
Data latih atau parameter akan digunakan oleh sistem untuk membandingkan nilai dari data uji. Data latih akan menjadi acuan sistem untuk menentukan kelas atau klasifikasi dari data uji menggunakan metode K-NN. Data latih diambil secara manual oleh penulis dengan cara merendam tahu pada air yang dicampurkan formalin dengan beberapa takaran dari 2ml, 4ml, 6ml, 8ml, 10ml. takaran tersebut bertujuan untuk mendapatkan akurasi yang tinggi saat melakukan pengujian. Jika data yang diujikan memiliki nilai yang mendekati nilai dari data latih yang sudah diambil sebelumnya, maka sistem dapat menentukan kelas dari objek yang diuji yaitu tahu. Data latih yang dimasukkan pada sistem ini adalah sebanyak 18 sample untuk masing-masing kelas. Berikut adalah sample data uji:

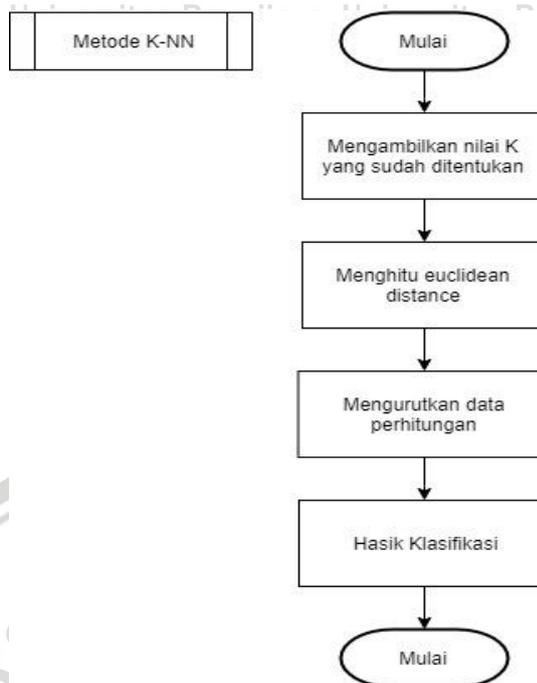
Tabel 5.5 Data Latih

No	Sensor TCS3200			Sensor HCHO	Kelas
	R	G	B	ppm	
1	210	217	197	0.13	Nonformalin
2	213	216	196	0.18	Nonformalin
3	214	215	198	0.27	Nonformalin
4	211	215	196	0.33	Nonformalin
5	213	216	198	0.49	Nonformalin
6	214	216	199	0.5	Nonformalin
7	214	218	195	0.38	Nonformalin
8	213	219	200	0.54	Nonformalin

9	215	220	197	0.69	Nonformalin
10	216	219	197	0.56	Nonformalin
11	215	216	197	0.47	Nonformalin
12	217	221	197	0.59	Nonformalin
13	219	220	205	0.78	Nonformalin
14	221	222	201	0.81	Nonformalin
15	218	219	205	0.64	Nonformalin
16	220	221	202	0.72	Nonformalin
17	219	223	207	0.87	Nonformalin
18	230	235	224	3.52	Berformalin
19	231	234	223	5.78	Berformalin
20	230	236	224	6.35	Berformalin
21	231	237	225	9.47	Berformalin
22	232	236	227	12.87	Berformalin
23	230	238	225	15.26	Berformalin
24	233	235	224	18.44	Berformalin
25	232	238	223	20.31	Berformalin
26	232	239	225	23.68	Berformalin
27	231	240	225	25.77	Berformalin
28	232	237	228	21.54	Berformalin
29	236	240	230	25.38	Berformalin
30	236	241	229	28.39	Berformalin
31	236	240	228	25.34	Berformalin
32	237	239	233	30.92	Berformalin
33	237	234	230	31.69	Berformalin
34	238	242	231	32.78	Berformalin
35	239	243	233	35.18	Berformalin
36	234	243	230	37.51	Berformalin

5.1.3.2 Perancangan Metode K-NN

Dalam proses merancangan K-NN, hal-hal yang perlu untuk diperhatikan adalah penetapan dari jumlah nilai K = atau *euclidean distance*, mengurutkan data latih setelah perhitungan selesai dilakukan. Pengurutan data dimulai dari yang terkecil ke data terbesar, dan yang terakhir adalah penentuan kelas dari data uji. Berikut adalah gambar 5.4 akan menampilkan flowchart perancangan metode K-NN.



Gambar 5.4 Flowchart metode K-NN

1. Jumlah Nilai K

Jumlah nilai K yang diimplementasikan ke dalam sistem ini adalah K=5, karena persentase akurasi yang didapat dari nilai K yang berjumlah 5 cukup tinggi dalam menentukan kelas data uji dari objek penelitian menggunakan metode K-NN.

2. Menghitung *euclidean distance*

Untuk menghitung *euclidean distance* dilakukan dengan cara menghitung hasil data input dari kedua sensor yang digunakan pada sistem. Untuk sensor warna data yang digunakan adalah nilai RGB, sedangkan nilai data untuk sensor Grove-HCHO menggunakan kadar formalin yang dibaca oleh sensor.

3. Pengurutan data

Setelah perhitungan *euclidean distance* selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah mengurutkan data dari perhitungan tersebut dan dimulai dari yang terkecil.

4. Hasil Klasifikasi

Tahap ini adalah menampilkan hasil klasifikasi objek uji berdasarkan nilai K yang telah diimplementasikan sebelumnya, dan data dari nilai K tersebut akan bisa ditampilkan setelah proses pengurutan selesai dilakukan. Berikut adalah persamaan beserta contoh perhitungan untuk *euclidean distance* :

$$D_n = \sqrt{(mm \text{ latih} - mm \text{ uji})^2 + (ii \text{ latih} - ii \text{ uji})^2 + (bb \text{ latih} - bb \text{ uji})^2 + (hh \text{ latih} - hh \text{ uji})^2}$$



$$D_1 = \sqrt{(210 - 230)^2 + (217 - 235)^2 + (197 - 225)^2 + (0,13 - 3,32)^2}$$

$$D_1 = \sqrt{400 + 324 + 784 + 10,1761}$$

$$D_1 = 38,96378$$

Perhitungan diatas akan dilakukan sebanyak jumlah data uji pada sistem, dan menghasilkan 36 data perhitungan *euclidean distance*, Selanjutnya adalah menentukan nilai k yang digunakan untuk mencari tetangga terdekat atau nilai dari data uji yang mendekati data latih. Nilai K bisa dilihat setelah pengurutan data *euclidean distance* dimulai dari nilai terkecil ke nilai terbesar. Berikut table 5.6 untuk data *euclidean distance* yang belum diurutkan:

Tabel 5.6 Data Euclidean Distance

No	Distance	Kelas
1	38.96378	Nonformalin
2	38.74093	Nonformalin
3	37.34036	Nonformalin
4	40.13652	Nonformalin
5	37.24257	Nonformalin
6	36.06872	Nonformalin
7	38.12668	Nonformalin
8	34.31805	Nonformalin
9	35.22665	Nonformalin
10	35.26496	Nonformalin
11	37.12307	Nonformalin
12	34.00666	Nonformalin
13	27.43085	Nonformalin
14	28.84961	Nonformalin
15	28.41096	Nonformalin
16	28.84025	Nonformalin
17	24.39267	Nonformalin
18	1.019804	Berformalin
19	3.471541	Berformalin
20	3.343785	Berformalin
21	6.54389	Berformalin
22	10.01012	Berformalin
23	12.31112	Berformalin
24	15.44715	Berformalin
25	17.48314	Berformalin
26	20.84537	Berformalin
27	23.02178	Berformalin
28	18.6807	Berformalin



29	23.92997	Berformalin
30	26.76761	Berformalin
31	23.5559	Berformalin
32	29.8456	Berformalin
33	29.66238	Berformalin
34	31.88874	Berformalin
35	34.98656	Berformalin
36	35.69252	Berformalin

5. Pengurutan data jarak yang paling kecil

Setelah tahap perhitungan *euclidean distance* selesai dilakukan, tahap berikutnya ialah melakukan *sorting* pada data, dimulai dari data yang terkecil sampai ke yang terbesar. Berikut tabel data *euclidean distance* yang sudah di *sorting*:

Tabel 5.7 Data *euclidean distance* yang sudah di *sorting*

No	Distance	Kelas
1	1.019804	Berformalin
2	3.343785	Berformalin
3	3.471541	Berformalin
4	6.54389	Berformalin
5	10.01012	Berformalin
6	12.31112	Berformalin
7	15.44715	Berformalin
8	17.48314	Berformalin
9	18.6807	Berformalin
10	20.84537	Berformalin
11	23.02178	Berformalin
12	23.5559	Berformalin
13	23.92997	Berformalin
14	24.39267	Nonformalin
15	26.76761	Berformalin
16	27.43085	Nonformalin
17	28.41096	Nonformalin
18	28.84025	Nonformalin
19	28.84961	Nonformalin
20	29.66238	Berformalin
21	29.8456	Berformalin
22	31.88874	Berformalin
23	34.00666	Nonformalin
24	34.31805	Nonformalin
25	34.98656	Berformalin



26	35.22665	Nonformalin
27	35.26496	Nonformalin
28	35.69252	Berformalin
29	36.06872	Nonformalin
30	37.12307	Nonformalin
31	37.24257	Nonformalin
32	37.34036	Nonformalin
33	38.12668	Nonformalin
34	38.74093	Nonformalin
35	38.96378	Nonformalin
36	40.13652	Nonformalin

6. Setelah proses untuk pengurutan selesai dilakukan, dilanjutkan dengan melakukan pengambilan data dengan nilai K =tetangga yang terkecil. Maksud dari K terkecil adalah, K yang mendekati dengan nilai data input yang di dapatkan sensor dari objek uji. Berikut table lima nilai k terkecil

Tabel 5.8 Jumlah Nilai K dari Data *Euclidean Distance*

No	Distance	Kelas
1	1.019804	Berformalin
2	3.343785	Berformalin
3	3.471541	Berformalin
4	6.54389	Berformalin
5	10.01012	Berformalin

5.2 Implementasi Sistem

Pada subbab ini adalah penjelasan tentang implementasi untuk perancangan komponen/perangkat keras dan implementasi perancangan komponen/perangkat lunak berdasarkan dari rekayasa kebutuhan. Implementasi perancangan perangkat keras sendiri terdiri dari bentuk prototype dari kotak persegi yang akan dipakai pada sistem ini dan tata letak perangkat keras seperti sensor input, mikrontroller dan LCD I2C. Sedangkan implementasi perangkat lunak terdiri dari *source code* untuk menjalankan perangkat keras, dan data latih untuk menjalankan metode K -NN

5.2.1 Implementasi Perangkat Keras

Untuk bagian ini akan menjelaskan bagaimana implementasi komponenn/perangkat keras yang akan digunakan pada sistem seperti, sensor warna TCS3200, sensor Grove-HCHO, mikrokontroler Arduino Mega dan LCD I2C.

Setiap komponen/perangkat keras yang digunakan pada sistem ini akan dihubungkan menggunakan pin yang tersedia dengan mikrokontroler dengan mengikuti skematik rancangan yang sudah dijelaskan.



Gambar 5.5 Implementasi perangkat keras

Pada gambar sebelumnya terlihat peletakkan setiap komponen/perangkat keras yang digunakan. Didalam kotak persegi diletakkan sensor warna TCS3200 pada bagian dasar kotak, dan bagian tengah dalam kotak untuk peletakkan sensor Grove-HCHO hal ini bertujuan agar saat pengambilan data input dari objek lebih efisien dan akurat. Untuk mikrokontroler diletakkan pada bagian depan alas kotak. Bertujuan untuk memudahkan pin perangkat keras terhubung dengan pin mikrokontroler menggunakan kabel. Dan komponen yang terisa yaitu LCD I2C dan tombol diletakan dibagian luar alas agar mudah kan pengguna untuk menjalankan program dan melihat output sistem.

5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak

Pada implementasi komponen/perangkat lunak ini akan menjelaskan tentang rancangan kode program untuk setiap komponen/perangkat keras yang diterapkan pada sistem yaitu, LCD I2C untuk output, sensor warna TCS3200, dan sensor Grove-HCHO untuk pengambilan data input. Juga kode program untuk implementasi metode K-NN yang digunakan pada sistem.

5.2.3 Implementasi LCD I2C

Berikut table 5.9 akan menunjukkan baris kode program untuk menjalankan output dari hasil klasifikasi sistem yang akan di tampilkan pada layar LCD I2C. Baris 1 sampai baris 3 adalah kode program yang digunakan untuk mendefinisikan *library wire*.

Tabel 5.9 Program LCD I2C 2X16

No	Kode program
1	#include <Wire.h>
2	#include <LiquidCrystal_I2C.h>
3	LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

5.2.4 Implementasi sensor Grove-HCHO

Berikut tabel 5.10 adalah baris dari kode program untuk inialisai pin dan variabel sensor Grove-HCHO agar dapat membaca data input dari objek. Pada baris 1 merupakan kode program agar sensor dapat membaca kondisi normal tanpa objek. Baris 2 kode program digunakan sebagai inialisai pin A0, pin A0 atau analog 0 berfungsi untuk pengambilan data input dari objek. Baris 3 adalah hasil dari pembacaan data input. Baris 4 dan 5 kode program untuk pengulangan pembacaan data input.

Tabel 5.10 Kode program inialisasi pin dan variable sensor Grove-HCHO

No	Kode program
1	#define R0 5.00
2	#define SO A0
3	int SV;
4	double TQ;
5	double ppm;
6	int frequency = 0;

Berikut tabel 5.11 merupakan baris source code guna menjalankan sensor Grove.HCHO agar dapat membaca data input dari objek. Baris 1 merupakan kode program untuk void dari sensor. Baris 2 sampai baris 4 kode program yang berfungsi untuk pembacaan data input dari objek. Baris 5 sampai 9 untuk menampilkan data input dari objek yang telah dibaca dan menampilkan data tersebut ke media output LCD i2C.

Tabel 5.11 Kode program sensor Grove-HCHO

No	Kode program
1	void HCHO(){
2	SV = analogRead(SO);
3	TQ = (1023.0 / sensorValue) - 1;
4	ppm = pow(10.0, ((log10(TQ / R1) - 0.0827) / (0.4807)));



```

5 lcd.setCursor(8, 1);
6 lcd.print("HH:");
7 lcd.print(ppm);
8 Serial.print(ppm);
9 Serial.println("\t PPM");
    
```

5.2.5 Implementasi Sensor Warna TCS3200

Berikut tabel 5.12 adalah baris kode program untuk inialisai pin dan juga variabel sensor warna TCS3200 agar dapat membaca data input dari objek. Pada baris 1 samapai 5 adalah potongan program untuk untuk mendefenisikan pin input/output dari sensor ke mikrokontroller. Baris ke-6 adalah inialisai variable yang digunakan program.

Tabel 5.12 Inialisasi pin dan variabel

No	Kode program
1	#define S0 6
2	#define S1 7
3	#define S2 4
4	#define S3 3
5	#define SO 5
6	long int abang, ijo, biru;
7	Int tt = 0;

Berikut tabel 5.13 akan menunjukkan kode program untuk menjalankan sensor warna TCS3200 supaya bisa membaca data input objek. Pada baris 1 adalah kode program untuk void dari sensor. Baris 2 sampai baris 9 potongan program yang berfungsi untuk setting pembacaan warna merah dari sensor dan akan ditampilkan pada media output sistem. Baris 11 sampai barisn18 adalah potongan program yang berfungsi untuk setting pembacaan warna hijau dari sensor dan akan ditampilkan pada media output sistem. Baris 20 sampai baris 27 adalah kode program yang berfungsi untuk setting pembacaan warna biru dari sensor dan akan ditampilkan pada media output sistem.

Tabel 5.13 Kode program sensor warna

No	Kode program
1	void warna() {
2	digitalWrite(S2, LOW);
3	digitalWrite(S3, LOW);
4	tt = pulseIn(SO, LOW);



```

5   tt = map(tt, 20, 295, 255, 0);
6   abang = tt;
7   Serial.print("R=");
8   Serial.print(red);
10  delay(100);
11  digitalWrite(S2, HIGH);
12  digitalWrite(S3, HIGH);
13  tt = pulseIn(SO, LOW);
14  tt = map(tt, 25, 315, 255, 0);
15  ijo = tt;
16  Serial.print("G=");
17  Serial.print(ijo);
18  Serial.print(" ");
19  delay(100);
20  digitalWrite(S2, LOW);
21  digitalWrite(S3, HIGH);
22  tt = pulseIn(SO, LOW);
23  tt = map(tt, 10, 234, 255, 0);
24  biru = tt;
25  Serial.print("B=");
26  Serial.print(biru);
28  delay(100);

```

5.2.6 Implementasi metode K-NN

Berikut tabel 5.14 source code untuk penginisialisasi variable metode K-NN dalam sistem. Pada baris 1 untuk kode program inialisai varibael yang akan digunakan untuk perhitungan metode K-NN nantinya. Baris 2 sampai baris 5 adalah sourcecode pembacaan hasil akuisisi dari kedua komponen sensor. Baris ke-6 untuk inialisasi jumlah data latih/*training*. Baris 7 sampai baris 8 adalah jumlah data latih serta jumlah nilai K pada sistem. Pada baris ke-9 untuk variabel yang digunakan data latih.

Tabel 5.14 Kode inialisasi program K-NN

No	Kode program
1	int aaa, h, j, g, k;



```

2 double anyar_X;
3 double anyar_Y;
4 double anyar_Z;
5 double anyar_C;
6 int qwe[35];
7 int total_data = 36;
8 int Nilai_K = 5;
9 double a[]
    
```

Berikut adalah tabel 5.15 akan menunjukkan data latih yang dimasukkan pada sistem berupa kode program. Data latih/*training* ini akan digunakan untuk melakukan perhitungan klasifikasi metode K-NN, sehingga sistem dapat mengklasifikasikan data input objek yang di dapatkan dari sensor warna TCS3200 dan sensor Grove-HCHO. Baris akhir kode program ada label 0 dan label 1, label tersebut adalah klasifikasi atau kategori yang dimuat pada data latih. Label 0 untuk klasifikasi non formalin dan label 1 untuk klasifikasi berformalin.

Tabel 5.15 Kode program data latih

No	Kode Program
1	double a[] =
2	{
3	210, 217, 197, 0.13, 0,
4	229, 231, 222, 1.06, 1,
5	231, 234, 223, 5.78, 1,
6	213, 216, 196, 0.18, 0,
7	230, 236, 224, 6.35, 1,
8	214, 215, 198, 0.27, 0,
9	211, 215, 196, 0.33, 0,
10	231, 237, 225, 9.47, 1,
11	232, 236, 227, 12.87, 1,
12	230, 238, 225, 15.26, 1,
13	213, 216, 198, 0.49, 0,
14	214, 216, 199, 0.50, 0,
15	233, 235, 224, 18.44, 1,
16	232, 238, 223, 20.31, 1,



17	214, 218, 195, 0.38, 0,
18	232, 239, 225, 23.68, 1,
19	231, 240, 225, 25.77, 1,
20	213, 219, 200, 0.54, 0,
21	215, 220, 197, 0.69, 0,
22	232, 237, 228, 21.54, 1,
23	236, 240, 230, 25.38, 1,
24	216, 219, 197, 0.56, 0,
25	215, 216, 197, 0.47, 0,
26	236, 241, 229, 28.39, 1,
27	217, 221, 197, 0.59, 0,
28	236, 240, 228, 25.34, 1,
29	237, 239, 233, 30.92, 1,
30	219, 220, 205, 0.78, 0,
31	237, 234, 230, 31.69, 1,
32	221, 222, 201, 0.81, 0,
33	238, 242, 231, 32.78, 1,
34	218, 219, 205, 0.64, 0,
35	239, 243, 233, 35.18, 1,
36	220, 221, 202, 0.72, 0,

Berikut Tabel 5.16 akan menunjukkan potongan dari program perhitungan *euclidean distance*, pada baris 5 sampai baris 8 merupakan rumus untuk perhitungan *euclidean distance*, ketika hasil komputasi *distance* didapatkan hasil tersebut akan disimpan dalam array variabel. Dan hasil perhitungan tersebut akan diambil 5 yang terkecil, sesuai dengan penetapan nilai K sebelumnya yaitu sebanyak 5 nilai K pada metode K-NN.

Tabel 5.16 Perhitungan euclidean distance

No	Kode program
1	<code>void classify()</code>
2	<code>{</code>
3	<code>for (int cnt = 0; cnt < total_data; cnt++)</code>
4	<code>{</code>



```

5   zx[cnt] = sqrt(pow((a[0 + (cnt * 5)] - anyar_X), 2.0)
6   + pow((a[1 + (cnt * 5)] - anyar_Y), 2.0)
7   + pow((a[2 + (cnt * 5)] - anyar_Z), 2.0)
8   + pow((a[3 + (cnt * 5)] - anyar_C), 2.0));
9   qwe[cnt] = cnt;
11  Serial.print(cnt);
12  Serial.println(zx[cnt]);
13  }
14  }

```

Berikut tabel 5.17 merupakan kode program untuk melakukan proses *sorting* setelah perhitungan *euclidean distance* selesai dilakukan, *void/fungsi* kode program *sorting* ini nanti akan dipanggil di *void/fungsi* program eksekusi metode K-NN.

Tabel 5.17 Kode program pengurutan data jarak *euclidean*

No	Kode program
1	void urut(double a[], int b[], long int Size)
2	{
3	for (int i = 0; i < (Size - 1); i++)
4	{
5	for (int o = 0; o < (Size - (i + 1)); o++)
6	{
7	if (a[o] > a[o + 1])
8	{
9	t = a[o];
10	a[o] = a[o + 1];
11	a[o + 1] = t;
12	int s = b[o];
13	b[o] = b[o + 1];
14	b[o + 1] = s;
15	}
16	}
17	}
18	}

Berikut Tabel 5.18 merupakan kode program yang berguna untuk melakukan klasifikasi pada objek yang sedang di uji. Saat data objek dari objek uji telah diambil oleh sensor yang dipakai sistem, maka kode program ini akan mengambil 5

dari data latih atau nilai K yang terdekat dengan nilai objek uji, agar nanti objek uji tersebut bisa di klasifikasin.

Tabel 5.18 Kode program eksekusi algoritma K-NN

No	Kode Program
1	void jalankan_KNN()
2	{
3	urut(zx, qwe, total_data);
6	Serial.print("urut hasil distance: ");
8	for (int i = 0; i < total_data; i++)
9	{
11	Serial.print(zx[i]);
12	Serial.print(" == ");
13	Serial.println(qwe[i]);
14	}
15	Serial.print("distance terkecil : ");
16	Serial.print(zx[0]);
17	Serial.print("distance terbesar : ");
18	Serial.print(zx[35]);
19	Serial.print("Urut K = " + String(Nilai_K) + " ");

Berikut Tabel 5.19 merupakan kode program void/fungsi untuk memberi klasifikasi atau kelas pada objek yang sedang diuji. Void/fungsi kode program ini akan memanggil void/fungsi dari tabel 5.18 sebelumnya yang sudah dijelaskan, dan memberi label pada data input yang diambil sensor dari objek uji. Baris ke-28 dan baris 25 untuk output pada sistem, jika data dari objek uji sama dengan 1 seperti yang sudah dijelaskan maksud dari label 0 dan 1 pada tabel 5.15. pada media ouput sistem akan ditampilkan label berformalin, jika data dari objek uji sama denga 0 maka sistem akan menampilkan pada media output sistem dengan label nonformalin.

Tabel 5.19 Kode program penentuan kelas dari data objek uji

No	Kode program
1	void halill_metode()
2	{
3	for (int knn = 0; knn < Nilai_K; knn++)
4	{
5	Serial.print(zx[knn]);



```
6 Serial.print(" == ");
7 Serial.print(qwe[knn]);
8 aaa = ((qwe[knn] + 1) * 5) - 1;
9 Serial.print("\tArray[a] ");
10 Serial.print(aaa);
11 Serial.println(a[aaa]);
12 if (a[aaa] == 1)
13 {
14     h++;
15 }
16 if (a[aaa] == 0)
17 {
18     e++;
19 }
20 }
21 Serial.print("h:"); Serial.println(h);
22 Serial.print("j:"); Serial.println(j);
23 if (h >= j)
24 {
25     Serial.println("BERFORMALIN....");
26     h = 0;
27     j = 0;
28     k = 1;
29 }
30 else
31 {
32     Serial.println("NON FORMALIN....");
33     h = 0;
34     j = 0;
35     k = 0;
36 }
```

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bagian ini merupakan penjabaran dari pengujian analisis sistem yang dirancang penulis. Pengujian ini meliputi keseluruhan inti sistem baik dari komponen sensor hingga pengujian metode. Komponen-komponen yang dianalisa meliputi sensor Warna dan sensor Grove.HCHO. hal ini dilakukan guna mengetahui apakah kedua sensor tersebut dapat mengambil data input dan output dari objek uji sesuai dengan fungsi masing-masing perangkat keras. Selanjutnya adalah pengujian dan analisis tingkat akurasi dari perhitungan metode K-NN dalam mengklasifikasikan data yang didapatkan sensor dari objek uji.

6.1 Pengujian Sensor Warna TCS3200

Pengujian pada sensor warna TCS3200 yang di implementasikan pada sistem bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan data input berupa komposisi RGB dari objek yang akan diuji yaitu tahu. Perbandingan komposisi RGB dari sensor akan dibandingkan dengan komposisi RGB dari *software* Microsoft yaitu *paint* yang bertujuan untuk menganalisis tingkat akurasi pembacaan sensor.

6.1.1 Tahap Pengujian

Berikut adalah tahap-tahap pengujian sensor warna TCS3200:

1. Komponen sensor yang sudah dirangkai pada arduino dihubungkan komputer
2. Mengunggah source code sensor warna TCS3200 ke arduino melalui aplikasi arduinoIDE
3. Melihat komposisi RGB yang dibaca oleh sensor warna TCS3200 pada 5 objek uji
4. Melihat komposisi RGB pada *software paint* dengan menggunakan 5 objek uji
5. Membandingkan komposisi RGB yang terbaca sensor warna TCS3200, selanjutnya dibandingkan dengan komposisi RGB pada aplikasi *paint*
6. Menghitung selisih dari komposisi RGB antara sensor warna TCS3200 dan *paint* yang nantinya hasil perhitungan tersebut akan digunakan untuk persentase *error*.

6.1.2 Hasil Dan Analisis Pengujian

Pada subbab ini adalah hasil dari analisis pengujian pada sensor warna yang dibandingkan dengan aplikasi *paint*. Berikut adalah tabel 6.1 untuk menjelaskan perbandingan dan hasil pengujian.

Tabel 6.1 Hasil dan analisis sensor warna TCS3200

Pengujian	Sensor Warna TCS3200				Paint				Selisih dan Persentase Error	
	R	G	B	DECIMAL	R	G	B	DECIMAL	DECIMAL	%
Pengujian 1	213	216	196	14014660	211	215	195	13883331	131333	0.94
Pengujian 2	210	213	195	13817283	209	211	197	13751237	66047	0.48
Pengujian 3	218	220	200	14343365	215	218	205	14146253	197112	1.37
Pengujian 4	210	216	197	13818053	215	210	200	14144198	326147	2.30
Pengujian 5	214	218	203	14080715	216	214	202	14210762	130044	0.91
									Rata-Rata	1.20

Pada table 6.1 dapat dilihat bahwa persentase *error* data input dari kelima objek uji yang di ambil menggunakan sensor warna TCS3200 sangat kecil dengan rata-rata persentase *error* hanya 1.20%. Dari hasil analisis diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa tingkat akurasi pembacaan data input sensor warna TCS3200 sangat baik, dan sesuai dengan kebutuhan sistem. Berikut adalah rumus beserta contoh perhitungan untuk mencari selisih komposisi RGB persentase *error* dan rata-rata persentase *error*:

$$\text{Selisih nilai} = |\text{nilai akuisisi alat-ukur} - \text{nilai pembacaan sensor}|$$

$$\text{Selisih nilai} = [(126+199+144+8308624) - (123+198+136+8111752)]$$

$$\text{Selisih nilai} = [8309093 - 8112209] \\ = 196884$$

$$\text{Persentase Error} = \frac{\text{Selisih nilai}}{\text{nilai akuisisi dari alat-ukur}} \times 100$$

$$\text{Persentase Error} = \frac{\text{Selisih nilai}}{\text{nilai akuisisi dari alat-ukur}} \times 100 \\ = \frac{19684}{8309093} \times 100 \\ = 2,36 \%$$

$$\text{Rata-rata error pengujian} = \frac{0,94+0,48+1,37+2,30+0,91}{5} \\ = 1,20$$



6.2 Pengujian Sensor Grove-HCHO

Pengujian pada sensor Grove-HCHO yang diimplementasikan pada sistem bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan data input berupa komposisi gas VOC yang dikeluarkan objek uji yaitu tahu. Perbandingan komposisi gas VOC yang dibaca oleh sensor akan dibandingkan dengan komposisi gas VOC yang dibaca dari *dienmern professional digital formaldehyde detector air quality*. Berguna untuk menganalisis tingkat akurasi dari pembacaan sensor.

6.2.1 Tahap Pengujian

Berikut adalah tahap-tahap untuk pengujian sensor warna TCS3200 :

1. Hubungkan sensor Grove-HCHO ke mikrokontroler arduino mega, dan Arduino mega di hubungkan ke komputer
2. Mengunggah program untuk sensor Grove-HCHO ke arduino melalui software arduinoIDE
3. Melihat komposisi gas VOC yang dibaca oleh sensor pada 5 objek uji dengan masing-masing kandungan formalin 2ml, 3ml, 4ml, 6ml, 8ml, dan 10ml. Mencatat lama waktu tunggu pembacaan sensor pada setiap objek, nilainya adalah dari 0 sampai ke 1.
4. Melihat komposisi gas VOC yang dibaca oleh *dienmern professional digital formaldehyde detector air quality*.
5. Membandingkan hasil komposisi gas VOC yang dibaca sensor Grove-HCHO kemudian hasil akuisisi tersebut dibandingkan dengan hasil akuisisi dari alat ukur
6. Menghitung selisih dari perbandingan komposisi gas VOC, untuk mendapatkan selisih pembacaan nilai, persentase *error* dan rata-rata *error*. Berikut adalah rumus untuk perhitungannya:

6.2.2 Hasil Dan Analisis Pengujian

bagian ini adalah pemaparan dari hasil pengujian analisis pada sensor Grove.HCHO yang ditunjukkan pada Tabel 6.2

Tabel 6.2 Hasil dan analisis sensor Grove-HCHO

NO	Pengujian ml	Waktu tunggu	Sensor HCHO	Dienmern Digital Formaldehyde	Selisih Pembacaan	Error %
1	Pengujian 2ml	20 detik	1.01	1.05	0.04	3.8
2	Pengujian 4ml	10 detik	1.08	1.11	0.03	2.7
3	Pengujian 6ml	5 detik	1.04	1.13	0.09	7.96
4	Pengujian 8ml	3 detik	1.36	1.39	0.03	2.15
5	Pengujian 10ml	2 detik	1.02	1.07	0.05	4.67
					Rata-rata	4.26

Pada table 6.2 dapat dilihat bahwa persentase *error* data input dari kelima objek uji yang di ambil menggunakan sensor Grove-HCHO hanya 4.26%. Dari hasil analisis diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa tingkat akurasi pembacaan data input sensor warna GroveHCHO sangat baik, dan sesuai dengan kebutuhan sistem. Berikut Berikut adalah rumus untuk perhitung dari selisih pembacaan, persentase *error*, dan rata-rata *error*:

Rumus pembacaan selisih:

$$SP = PA - PS$$

Penjelasan:

SP = Selisih dai Pembacaan

PA = Pembacaan dari Alat

PS = Pembacaan dari Sensorr

Rumus persentase *error*:

$$PE = \frac{SP}{PA} \times 100$$

Penjelasan:

PE = Persentase *Error*

SP = Selisih dari Pembacaan

PA = Pembacaan dari Alat

Rumus untuk rata-rata *error*:

$$RE = \frac{JNE}{Jn}$$

Penjelasan:

RE = Rata-rata untuk *Error*
 JNE = Jumlah dari Nilai *Error*
 Jn = Jumlah dari Pengujian

6.3 Pengujian Metode K-NN

Bagian ini merupakan pengujian untuk metode K-NN yang diimplementasikan pada sistem bertujuan untuk mengetahui dan melihat tingkat akurasi klasifikasi objek uji dari metode. Pengujian akan dilakukan sebanyak 6 kali, data yang diujikan berupa data *sample* 3 untuk pengujian tahu putih murni dan 3 lagi untuk tahu putih mengandung formalin. Dari ke-6 pengujian tersebut akan dilihat tingkat akurasi klasifikasi objek uji. Pengujian akan dilakukan juga pada nilai K atau nilai tetangga.

6.3.1 Tahap-tahap Pengujian Akurasi Metode K-NN

Berikut adalah tahapan yang perlu dilakukan untuk menjalankan proses pengujian:

1. Menyiapkan total 6 buah data *sample* yang akan diujikan 3 untuk masing-masing klasifikasi yaitu berformalin dan non formalin.
2. Melakukan pengujian ke 6 *sample* data.
3. Menulis hasil dari proses metode, dan membandingkan hasilnya dengan masing-masing klasifikasi.
4. Melakukan pengujian nilai K, dari nilai K=3, K=5, K=7, dan K=9
5. Menghitung tingkat akurasi dari metode K-NN dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$TA = \frac{TD - DTS}{TD} \times 100$$

Penjelasan:

TA = TINGKAT AKURASI

TD = TOTAL DATA

DTS = DATA TIDAK SESUAI

6.3.2 Hasil Dan Analisis Pengujian Metode K-NN

Pada bagian ini merupakan hasil akurasi klasifikasi dari metode yang digunakan dan persentase akurasi jumlah nilai K yang diterapkan pada sistem ini. Berikut tabel 6.3 akan menjelaskan hasil pengujian metode.

Tabel 6.3 Hasil pengujian metode K-NN

BERFORMALIN							
No	RGB		HCHO	Sample	Hasil klasifikasi	Hasil perbandingan	
1	230	236	224	1.35	Positif	Positif	Sesuai



2	236	240	230	1.48	Positif	Positif	Sesuai
3	238	242	233	1.92	Positif	Positif	sesuai
NONFORMALIN							
1	215	221	204	0.65	Negatif	Negatif	Sesuai
2	220	223	208	0.87	Negatif	Negatif	Sesuai
3	225	227	218	0.94	Negatif	Positif	Tidak sesuai

Setelah pengujian selesai dilakukan, pada selanjutnya adalah mencari persentase akurasi klasifikasi dengan memakai rumus persamaan berikut:

$$TA = \frac{TD - DTS}{TD} \times 100$$

$$TA = \frac{6 - 1}{6} \times 100$$

$$TA = 83,33 \%$$

Dari perhitung diatas bisa penulis simpulkan bahwa tingkat akurasi dari klasifikasi sangat baik, dikarenakan tingkat keberhasilan pembacaan mencapai 83,33%. Berikut adalah table 6.4 hasil dari pengujian nilai K

Tabel 6.4 Hasil pengujian nilai K

No	R	G	B	ppm	Kondisi Sample	Kelas P	Kelas N	Hasil	Akurasi %
K=3									
1	230	236	224	1.35	Berformalin	3	0	Positif	100
2	236	240	230	1.48	Berformalin	3	0	Positif	100
3	238	242	233	1.92	Berformalin	3	0	Positif	100
4	215	221	204	0.65	Nonformalin	0	3	Negatif	100
5	220	223	208	0.87	Nonformalin	0	3	Negatif	100
6	225	227	218	0.94	Nonformalin	3	0	Positif	0
								Rata-rata	83.33
K=5									
1	230	236	224	1.35	Berformalin	5	0	Positif	100
2	236	240	230	1.48	Berformalin	5	0	Positif	100
3	238	242	233	1.92	Berformalin	5	0	Positif	100
4	215	221	204	0.65	Nonformalin	0	5	Negatif	100
5	220	223	208	0.87	Nonformalin	0	5	Negatif	100



6	225	227	218	0.94	Nonformalin	4	1	Positif	60
								Rata-rata	93.33
K=7									
1	230	236	224	1.35	Berformalin	7	0	Positif	100
2	236	240	230	1.48	Berformalin	7	0	Positif	100
3	238	242	233	1.92	Berformalin	7	0	Positif	100
4	215	221	204	0.65	Nonformalin	0	7	Negatif	100
5	220	223	208	0.87	Nonformalin	0	7	Negatif	100
6	225	227	218	0.94	Nonformalin	5	2	Positif	42.85
								Rata-rata	90.47
K=9									
1	230	236	224	1.35	Berformalin	9	0	Positif	100
2	236	240	230	1.48	Berformalin	9	0	Positif	100
3	238	242	233	1.92	Berformalin	9	0	Positif	100
4	215	221	204	0.65	Nonformalin	0	9	Negatif	100
5	220	223	208	0.87	Nonformalin	0	9	Negatif	100
6	225	227	218	0.94	Nonformalin	6	3	Positif	33.33
								Rata-rata	85.18
K=11									
1	230	236	224	1.35	Berformalin	11	0	Positif	100
2	236	240	230	1.48	Berformalin	11	0	Positif	100
3	238	242	233	1.92	Berformalin	11	0	Positif	100
4	215	221	204	0.65	Nonformalin	0	11	Negatif	100
5	220	223	208	0.87	Nonformalin	0	11	Negatif	100
6	225	227	218	0.94	Nonformalin	7	4	Positif	27.27
								Rata-rata	87.87
K=13									
1	230	236	224	1.35	Berformalin	13	0	Positif	100
2	236	240	230	1.48	Berformalin	13	0	Positif	100
3	238	242	233	1.92	Berformalin	13	0	Positif	100
4	215	221	204	0.65	Nonformalin	0	13	Negatif	100



5	220	223	208	0.87	Nonformalin	0	13	Negatif	100
6	225	227	218	0.94	Nonformalin	8	5	Positif	23.07
								Rata-rata	76.67
K=15									
1	230	236	224	1.35	Berformalin	15	0	Positif	100
2	236	240	230	1.48	Berformalin	15	0	Positif	100
3	238	242	233	1.92	Berformalin	15	0	Positif	100
4	215	221	204	0.65	Nonformalin	0	15	Negatif	100
5	220	223	208	0.87	Nonformalin	0	15	Negatif	100
6	225	227	218	0.94	Nonformalin	9	6	Positif	20
								Rata-rata	86.67
K=17									
1	230	236	224	1.35	Berformalin	16	1	Positif	88,23
2	236	240	230	1.48	Berformalin	17	0	Positif	100
3	238	242	233	1.92	Berformalin	17	0	Positif	100
4	215	221	204	0.65	Nonformalin	0	17	Negatif	100
5	220	223	208	0.87	Nonformalin	0	17	Negatif	100
6	225	227	218	0.94	Nonformalin	9	8	Positif	5,89
								Rata-rata	82.35

Dari table 6.3 bisa disimpulkan bahwa nilai K=5 memiliki akurasi yang lebih tinggi untuk melakukan perhitungan klasifikasi pada penelitian ini, persentase akurasi K=5 mencapai 93,33%. Oleh karena itu penulis akan memakai nilai K=5 pada kode program untuk sistem klasifikasi tahu putih murni dan tahu putih mengandung formalin.

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari rumusan masalah yang diangkat pada tema penelitian ini. Penulis memiliki beberapa poin kesimpulan seperti berikut.

1. Untuk membangun dan merancang sistem dibutuhkan beberapa perangkat sebagai input, proses dan output. Pada bagian input dibutuhkan 1 sensor warna TCS3200 sebagai pendeteksi komposisi RGB pada objek uji, dan sensor Grove-HCHO untuk mendeteksi gas VOC pada objek uji yaitu tahu. Pada bagian proses digunakan metode K-NN yang ditamamkan pada mikrokontroller Arduino mega untuk menentukan klasifikasi objek uji. Dan pada bagian terakhir adalah output, membutuhkan LCD I2C 2x16 sebagai media output untuk sistem.
2. Dalam implementasi metode K-NN pada sistem ini, membutuhkan beberapa data latih berjumlah 36, 18 untuk data latih tahu nonformalin dan 18 untuk data latih tahu berformalin. Data latih berfungsi untuk membandingkan nilai dari data input didapat sensor sistem agar sistem bisa menentukan data latih mana yang paling mendekati dengan data input yang didapat sensor. Dari ke-36 data latih akan diambil 5 dari data tersebut yang paling dekat dengan data uji, maksud dari 5 jumlah data latih terdekat dengan data uji ini adalah nilai K yang di implementasikan pada sistem.
3. Rata-rata persentase error akurasi yang didapatkan dari sensor input dan metode adalah 1,20% untuk sensor TCS3200, 4,26% untuk sensor Grove-HCHO. Untuk klasifikasi dari metode K-NN persentasi akurasi didapat sebesar 83,33%, dan untuk perhitungan nilai K persentase terbaik adalah 93,37% dengan K=5. Ini menegaskan bahwa kinerja dan akurasi keseluruhan sistem cukup tinggi.

7.2 Saran

Agar penelitian ini dapat lebih kompleks, penulis mempunyai beberapa saran yang dapat dipertimbangkan.

1. Penambahan sensor untuk pembacaan data input seperti sensor ph atau sensor lain, supaya tingkat akurasi menjadi lebih tinggi.
2. Dapat menambahkan klasifikasi pada sistem yang sebelumnya hanya mempunyai 2 klasifikasi yaitu nonformalin dan berformalin.

DAFTAR PUSTAKA

Achzab, A., 2014. *bagaimna cara kerja LCD*. [Online] Available at: blog.buaya-instrument.com/bagaimana-sih-cara-kerja-lcd.html [Accessed 1 Februari 2019].

Achzab, A., 2014. *bagaimna cara kerja LCD*. [Online] Available at: blog.buaya-instrument.com/bagaimana-sih-cara-kerja-lcd.html [Accessed 1 Februari 2019].

Advernesia, 2017. Pengertian dan Cara Kerja Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN). [Online] Available at: <https://www.advernesia.com/blog/data-science/pengertian-dan-cara-kerja-algoritma-k-nearest-neighbours-knn/> [Accessed 30 January 2019].

Akbar, R. h., 2012. KLASIFIKASI KUALITAS KELAYAKAN DAGING SAPI PADA CITRA DIGITAL DENGAN METODE RUN LENGTH DAN K-NEIGHBOR. Volume I, pp. 1-7.

Andrian, Y., 2013. ALGORITMA CLOSEST PAIR POINT PADA PROSES PERBANDINGAN DATA HASIL PEMBACAAN SENSOR WARNA TCS3200. Volume I, pp. 1-5.

B POM, 2008. BAHAN BERBAHAYA YANG DILARANG UNTUK PANGAN. [Online] Available at: <http://www.pom.go.id/mobile/index.php/view/berita/139/BAHAN-BERBAHAYA-YANG-DILARANG-UNTUK-PANGAN.html%20.%202006> [Accessed 30 January 2019].

Ecadio, 2017. Mengenal board Uno R3. [Online] Available at: <http://ecadio.com/mengenal-dan-belajar-uno-r3> [Accessed 30 January 2019].

Ilearning, 2017. Pengertian Arduino UNO. [Online] Available at: <https://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/> [Accessed 30 January 2019].

Mahdi, C., 2012. Mengenal bahaya formalin, borak dan pewarna berbahaya dalam makanan. Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia FMIPA-UB.

Nafiah, S., 2018. Rancang Bangun Automatic Water Filling Tub System menggunakan Algoritma Fuzzy Mamdani. In: Malang: Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, pp. 18-19.

Ndaumanu, R. I., 2014. Analisis Prediksi Tingkat Pengunduran Diri Mahasiswa dengan Metode K-Nearest Neighbor. Volume I, pp. 1-15.

Norpi, F., Andrizar, Rahmadaya, B. & Derisma, 2015. Deteksi kandungan formalin pada tahu menggunakan sensor gas dengan metode pembelajaran Learning

Vector Quantization. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan.

Nyebarilmu, t., 2017. mengenal apa itu arduino uno/. [Online] [Accessed 30 January 2019].

Rahmana, M. A. F. & Syaumi Dahnial, T., 2019. Sistem deteksi lama waktu penyimpanan daging ayam berdasarkan warna dan kadar amonia berbasis sensor TCS3200 dan MQ135 dengan metode jaringan syaraf tiruan. Jurnal pengembangan teknologi informasi dan ilmu komputer, Volume 3.

Seed, 2018. Grove-HCHO-Sensor. [Online] Available at: http://wiki.seeedstudio.com/Grove-HCHO_Sensor/ [Accessed 29 Januari 2019].

Vadi, K., 2017. Sensor Warna TCS3200. Volume I, pp. 1-4.

Widowati, W. & Sumiyati, 2006. Pengaturan tata niaga formalin untuk melindungi produsen makanan dari ancaman gulung tikar dan melindungi konsumen dari bahaya formalinPemberitaan Ilmiah Percikan.

Wikipedia, 2019. Tahu. [Online] Available at: <https://id.wikipedia.org/wiki/Tahu> [Accessed 29 Januari 2019].Silverman, D.F. dan Propp, K.K. eds., 1990. The active interview. BeverlyHills, CA: Sage.