

**KLASIFIKASI MINYAK GORENG BERDASARKAN FREKUENSI
PENGGORENGAN MENGGUNAKAN METODE *K-NEAREST
NEIGHBOR* BERBASIS RASPBERRY PI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

Linda Silvy Putri

NIM: 145150301111019



**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

PENGESAHAN

KLASIFIKASI MINYAK GORENG BERDASARKAN FREKUENSI PENGGORENGAN
MENGUNAKAN METODE *K-NEAREST NEIGHBOR* BERBASIS RASPBERRY PI

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh Sarjana Teknik

Disusun Oleh :
Linda Silvy Putri
NIM: 145150301111019

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
26 Oktober 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Eng. Fitri Utamingrum, S.T, M.T
NIP: 19820710 200812 2 001

Dosen Pembimbing II



Tibyani, S.T, M.T.
NIP: 196911011995121002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurnawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis 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 pustaka.

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, 31 Oktober 2018



Linda silva putri

NIM: 145150301111019

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang mana atas limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi yang berjudul **“KLASIFIKASI MINYAK GORENG BERDASARKAN FREKUENSI PENGGORENGAN MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR BERBASIS RASPBERRY PI ”** ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah bersedia untuk memberikan bantuan demi kelancaran penyusunan skripsi ini diantaranya:

1. Ibu Dr. Eng. Fitri Utamingrum, S.T, M.T dan Bapak Tibyani,S.T,M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Mulyono dan Ibu Kasiani sebagai orang tua yang telah memberikan semangat, do'a dan materi selama penulisan skripsi
6. Novi Arsita Sari, Mely Nur A, Aszad Luky F selaku adik penulis yang telah memberi semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman “D-GENGZ” Viramuda Tantri Burhan M, Yongki Pratama, Oggy Setiawan, Syahriel Diovanni Y, Muzammilatul Jamiilah, Lita Nur F, Ida Yusnilawati, Intan Fatmawati, Putri Ayu Delina Sari, Adrian Mitra Perwira, Tezza Rangga Putra S.kom membantu dan memberika semangat serta motivasi selama proses pengerjaan ini.
8. Sabahat-sabahat “KOS 51” Bella Nirmala Wati, Ing Febrinalti, Erika, Talita yang telah memberikan semangat serta memberikan motivasi dalam penulisan ini.
9. Seluruh civitas akademik Teknik Komputer Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
10. Rekan-rekan Teknik Komputer 2014 yang selalu memberikan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah berperan dalam penyelesaian skripsi ini.



Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, 31 Oktober 2018

Penulis

Linda Silvy putri

lsilvyaputri@gmail.com



ABSTRAK

Minyak goreng sangat sering digunakan oleh masyarakat sebagai bahan baku untuk menggoreng bahan pangan. Minyak goreng merupakan penghantar panas yang baik. Terdapat beberapa jenis minyak salah satunya merupakan minyak nabati. Minyak nabati mengandung asam lemak esensial, seperti asam linoleat, asam lenolenat dan arakidonat yang memiliki kegunaan untuk mencegah penyempitan pada pembuluh darah yang akan mengakibatkan penumpukan kolesterol. Masih banyak para pedagang dan ibu rumah tangga yang menggunakan minyak goreng untuk menggoreng bahan pangan secara berulang sampai warna minyak berubah menjadi hitam pekat, bahwasanya minyak yang sudah digunakan secara berulang atau warna minyak berubah bisa menimbulkan berbagai macam penyakit. Minyak yang baik digunakan yaitu minyak yang digunakan satu kali penggorengan sampai maksimalnya tiga kali penggorengan, dikarenakan jika minyak yang digunakan berkali – kali akan membuat ikatan rangkap minyak teroksidasi dan membentuk gugus peroksida dan monomer siklik, dan akan terkandung asam lemak trans. Dari permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah sistem yang dapat mengklasifikasi frekuensi penggunaan minyak goreng. Pada penelitian ini parameter yang diteliti pada minyak goreng yaitu dari warna dan kekeruhan. Untuk menentukan klasifikasi frekuensi penggorengan pada minyak goreng, untuk pendeteksian warna dari R(*Red*), G(*Green*), B(*Blue*) diperoleh dari hasil pembacaan kamera raspberry pi dan untuk kekeruhan diperoleh dari pembacaan *Light Emitting Diode* (LDR) oleh Raspberry Pi 3 dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*(K-NN). Dari hasil pengujian yang dilakukan diketahui persentase akurasi dari pembacaan R(*Red*), G(*Green*), B(*Blue*) pada kamera raspberry pi dengan sensor TCS3200 adalah sebesar R = 89,964%, G = 86,139%, B = 82,293%. Pada pengujian sistem yang menggunakan metode KNN(*K-Nearest Neighbor*) dengan jumlah data latih 72 data dan data uji 30 data, diperoleh akurasi K=1 sebesar 73,33%, K=2 sebesar 73,33% , K=3 sebesar 73,33% dengan waktu komputasi sistem rata – rata selama 3,9ms.

Kata Kunci : Minyak goreng, Kamera Raspberry Pi, Klasifikasi, *K-Nearest Neighbor*

ABSTRACT

Cooking oil is very often used by the people as staple for frying food. Cooking oil is a good heat conveyor. There are several types of oil, one of which is vegetable oil. Vegetable oil contains essential fatty acid, such as linoleate acid, polyunsaturated fatty acid and arachidonic acid which have function to prevent constriction of blood vessel that will effect accumulation of cholesterol. There are still many traders and housewives who use cooking oil to fry food ingredients repetitively until the color of the oil turns into pitch black, that the oil that has been used repetitively or the color of the oil changing can cause various diseases. Oil that is good to be used is the oil used once frying up to three times frying, because if the oil is used repetitively, it will make the double bonds of oxidized oil, form peroxide groups and cyclic monomers, and will contain trans fatty acid. From these problems, it is necessary to have a system that can classify frequency of the use of cooking oil. In this study, the parameters studied in cooking oil are from color and turbidity. To determine classification of the frying frequency in cooking oil, for color detection of R (Red), G (Green), B (Blue) is obtained from the results of raspberry pi camera readings, and for turbidity is obtained from Light Emitting Diode (LDR) readings by Raspberry Pi 3 by using the K-Nearest Neighbor (K-NN) method. From the results of study, it is known that the percentage of accuracy from R (Red), G (Green), B (Blue) readings on a raspberry pi camera with TCS3200 censor is R = 89,964%, G = 86,139%, B = 82,293%. In study of system using the KNN (K-Nearest Neighbor) method with 72 training data and 30 test data, is obtained an accuracy K1=73.33%, K2=73.33%, K3=73.33% with an average time computing system of 3.9 ms.

Keywords: Cooking Oil, Raspberry Pi Camera, Classification, K-Nearest Neighbor

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
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 Minyak Goreng.....	6
2.2.1.1 Minyak Curah	7
2.2.1.2 Minyak Jelantah	7
2.2.2 Bahan Yang digoreng	7
2.2.2.1 Tempe	7
2.2.2.2 Nugget Ayam.....	8
2.2.2.3 Ikan Pindang.....	9
2.2.2.4 Ayam	9
2.2.2.5 Ati ampela	10
2.2.2.6 Kerupuk kulit (Kerupuk rambak)	10
2.2.3 Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>)	11
2.2.4 <i>Red Green Blue (RGB)</i>	11
2.2.5 <i>Image Cropping</i>	11

2.2.6 Raspberry Pi	12
2.2.7 Kamera Raspi.....	13
2.2.8 LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>).....	14
2.2.9 OpenCV	15
2.2.10 LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	15
2.2.11 LCD 16x2 (<i>Liquid Crystal Display</i>)	16
2.2.12 <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	18
BAB 3 METODOLOGI	19
3.1 Alur Metodologi Penelitian.....	19
3.2 Studi Literatur	20
3.3 Analisis kebutuhan.....	20
3.4 Perancangan Sistem.....	20
3.5 Implementasi Sistem	21
3.6 Pengujian dan Analisis	21
3.7 Kesimpulan dan Saran	21
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN.....	22
4.1 Gambaran Umum Sistem.....	22
4.2 Analisis Kebutuhan Sistem.....	22
4.2.1 Kebutuhan Fungsional.....	22
4.2.2 Kebutuhan Non Fungsional.....	23
4.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	23
4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	24
4.3 Batasan Desain Sistem	24
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	25
5.1 Perancangan Sistem.....	25
5.1.1 Perancangan <i>Prototype</i> Alat Kekeruhan Minyak Goreng	25
5.1.2 Perancangan Perangkat Keras	26
5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	27
5.1.3.1 Perancangan Program utama pada sistem	28
5.1.3.2 Diagram alir Pengambilan Data Uji	29
5.1.3.3 Diagram alir klasifikasi K-NN	30
5.2 Implementasi Sistem	34

5.2.1 Implementasi <i>Prototype</i> Alat klasifikasi Frekuensi minyak goreng.....	34
5.2.2 Implementasi Perangkat Keras	35
5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak.....	36
5.2.3.1 Implementasi kode program Kamera Raspi.....	36
5.2.3.2 Implementasi kode program Recording data dari SPI MCP dan LDR	38
5.2.3.3 Implementasi Kode program <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	39
5.2.3.4 Implementasi Kode Program LCD 16x2.....	41
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	42
6.1 Pengujian nilai RGB pada modul kamera raspi.....	42
6.1.1 Tujuan pengujian.....	42
6.1.2 Prosedur pengujian	42
6.1.3 Hasil dan Analisis Pengujian	44
6.2 Pengujian Pada Tampilan LCD 16x2.....	46
6.2.1 Tujuan Pengujian.....	46
6.2.2 Prosedur Pengujian	46
6.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian	46
6.3 Pengujian Akurasi K=1, K=3, K=5 Terhadap Klasifikasi Minyak Goreng Berdasarkan Frekuensi Penggorengan Menggunakan Metode <i>K-Nearest Neighbor</i> pada penggorengan ke-1 sampai ke-6.....	48
6.3.1 Tujuan pengujian.....	48
6.3.2 Prosedur Pengujian	48
6.3.3 Hasil dan Analisis Pengujian	49
6.4 Pengujian waktu komputasi.....	55
6.4.1 Tujuan Pengujian.....	55
6.4.2 Prosedur Pengujian	55
6.4.3 Hasil dan Analisis Pengujian	55
BAB 7 PENUTUP	58
7.1 Kesimpulan.....	58
7.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN A data latih.....	61
LAMPIRAN B <i>SOURCE CODE</i> Program keseluruhan	66



LAMPIRAN C SAMPEL MINYAK GORENG 70



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	5
Tabel 2.2 Spesifikasi Kamera Raspberry Pi.....	14
Tabel 2. 3 pin LCD 16x2	17
Tabel 5.1 Keterangan koneksi Pin MCP3008 dan RaspberryPi 3	26
Tabel 5. 2 Keterangan koneksi Push Button dan Raspberry Pi3	27
Tabel 5.3 Keterangan koneksi LDR dan MCP3008	27
Tabel 5. 4 Keterangan koneksi LCD 16X2 dan Raspberrypi	27
Tabel 5. 5 Tabel hasil K=1	32
Tabel 5. 6 Tabel hasil K=3	32
Tabel 5. 7 Tabel hasil K=5	33
Tabel 5. 6 Kode pemrograman inialisasi <i>library</i> klasifikasi minyak goreng.....	36
Tabel 5. 7 Kode Program Kamera Raspi.....	36
Tabel 5. 8 Kode program SPI MCP dan LDR	38
Tabel 5. 9 Kode Program Recording data	39
Tabel 5. 10 Kode Program K-Nearest Neighbor	39
Tabel 5. 11 Kode Program LCD 16x2	41
Tabel 6. 1 Hasil Pengujian pembacaan kamera Raspi dengan sensor TCS3200 ...	44
Tabel 6. 2 Hasil pengujian LCD 16x2	46
Tabel 6. 3 Data Uji dan Hasil Klasifikasi KNN K=1.....	49
Tabel 6. 4 Data Uji dan Hasil Klasifikasi KNN K=3.....	50
Tabel 6. 5 Data Uji dan Hasil Klasifikasi KNN K=5.....	52
Tabel 6. 6 Kode program waktu komputasi	55
Tabel 6. 7 Hasil Waktu Komputasi	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tempe.....	8
Gambar 2. 2 Nugget Ayam	8
Gambar 2.3 Ikan Pindang	9
Gambar 2. 4 Ayam.....	9
Gambar 2. 5 Ati ampela	10
Gambar 2. 6 Kerupuk kulit	11
Gambar 2. 7 Warna RGB	11
Gambar 2. 8 Image Cropping	12
Gambar 2. 9 Raspberry Pi 3 model B	12
Gambar 2. 10 GPIO Raspberry Pi 3	13
Gambar 2. 11 Kamera Rasberry Pi	14
Gambar 2. 12 LDR.....	15
Gambar 2. 13 Struktur Komponen LDR.....	15
Gambar 2. 14 LED.....	16
Gambar 2. 15 LCD 16x2	16
Gambar 2. 16 Skematik LCD 16x2	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Diagram Blok	20
Gambar 5. 1 <i>Prototype</i> alat kekeruhan minyak.....	25
Gambar 5. 2 Skematik perangkat keras	26
Gambar 5. 3 Diagram Alir Program utama sistem	28
Gambar 5. 4 Diagram alir pengambilan data uji	29
Gambar 5. 5 Diagram Alir klasifikasi <i>K-Nearest Neighbor</i>	30
Gambar 5.6 <i>Prototype</i> Frekuensi Penggorengan Minyak Goreng	34
Gambar 5. 7 Implementasi rangkaian kamera Raspi dan LDR.....	35
Gambar 5. 8 Implementasi rangkaian LCD 16x2 dan <i>push button</i>	35
Gambar 5. 9 <i>Cropping centroid</i>	38
Gambar 6. 1 Pengambilan RGB pada Kamera Raspi	43
Gambar 6. 2 Pengambilan RGB pada sensor TCS3200.....	43
Gambar 6. 3 Sampel Minyak Goreng	48
Gambar 6. 4 Klasifikasi benar penggorengan ke-4	54



Gambar 6. 5 Klasifikasi salah penggorengan ke-2..... 55
Gambar 6. 6 Waktu Komputasi 57



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Minyak sering digunakan sebagai bahan utama untuk menggoreng bahan makanan. Minyak adalah zat makanan yang penting dalam menjaga kesehatan tubuh manusia, dimana sumber energi dari minyak lebih efektif apabila dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Minyak sebanyak satu gram memiliki kandungan sebesar 9 kkal, sedangkan dalam satu gram pada karbohidrat dan protein memiliki kandungan sebesar 4 kkal. Terdapat beberapa macam minyak, salah satunya adalah minyak nabati. Minyak nabati mengandung asam lemak esensial, seperti asam linoleat, asam lenolenat, dan arakidonat yang kegunaannya mencegah penyempitan pada pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol. Minyak juga berfungsi sebagai sumber dan pelarut vitamin-vitamin A, D, E, dan K (Marofi, et al., 2017).

Banyak parameter yang digunakan secara mendasar untuk pengukuran dari kualitas suatu minyak itu sendiri seperti sifat fisik minyak dan sifat kimia yang terkandung dalam minyak tersebut. Parameter yang terdapat di sifat fisik minyak seperti bau, kelarutan, warna, titik cair, bobot jenis, viskositas, indeks bias, titik kekeruhan, titik didih, titik pelunakan, titik asap, titik nyala, dan titik api. Sedangkan pada parameter sifat kimia yang ada di dalam minyak meliputi hidrolisa, esterfikasi, hidrogenasi, dan oksidasi. Kualitas yang baik pada suatu minyak memiliki pengaruh penting bagi kesehatan konsumen. Kualitas minyak yang dikatakan baik adalah minyak yang memiliki warna, kadar air, bilangan peroksida, kotoran dalam minyak, dan kandungan asam lemak bebas atau bebas dari ion logam (Sudarmanto, 2014).

Kebanyakan minyak yang dipakai oleh masyarakat adalah minyak goreng kemasan atau minyak goreng curah. Dalam minyak goreng kemasan pengolahannya melalui proses dua kali penyaringan untuk mendapatkan kualitas minyak goreng, sedangkan pada minyak curah sendiri melalui proses satu kali penyaringan untuk mendapatkan kualitas minyak goreng. Bahan pangan sekarang lebih banyak melalui proses penggorengan, dikarenakan minyak merupakan penghantar panas.

Pada saat ini kebanyakan dari masyarakat menggunakan minyak goreng untuk menggoreng bahan makanan secara berulang – ulang. Pada dasarnya bahwa minyak goreng yang mengalami pemanasan secara menerus – menerus dan minyak berubah warna sangat tidak baik. Kebanyakan yang memakai minyak goreng secara berulang – ulang seperti rumah makan, pedagang gorengan, dan ibu rumah tanggapun masih memakai minyak yang sudah dikatakan tidak baik untuk digunakan untuk menggoreng. Kebanyakan minyak digunakan 3-4 kali penggorengan. Seringkali para ibu rumah tangga susah mengklasifikasi apakah minyak yang digunakan tersebut sudah digunakan untuk menggoreng lebih dari 4 kali atau tidak. Penggunaan minyak berkali – kali akan membuat ikatan rangkap minyak teroksidasi membentuk gugus peroksida dan monomer siklik, minyak



yang seperti ini dikatakan telah rusak dan berbahaya bagi kesehatan. Suhu yang semakin tinggi dan semakin lama pemanasan, kadar asam lemak jenuh akan semakin naik. Pemaasan pada minyak juga membentuk asam lemak trans dalam minyak, karena asam lemak trans berbahaya bagi kesehatan. Karena minyak yang sudah terkandung asam lemak trans dapat mengakibatkan konsumen berisiko terkena penyakit diabetes dan jantung Koroner (Ilmi, et al., 2015).

Pada penelitian sebelumnya yang diteliti oleh M Nuzulul Marofi tahun 2017 yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Frekuensi Penggunaan Minyak Goreng Dengan Menggunakan Metode *Bayes*". Pada penelitian sebelumnya menggunakan sensor TCS3200, photodiode dan metode *Bayes* sebagai klasifikasi. Namun pada penelitian tersebut memiliki kekurangan yaitu ketika hanya menggunakan sensor warna TCS3200 warna tersebut bisa berubah – ubah dikarenakan sensor warna tersebut memiliki tingkat sensitivitas yang sangat tinggi terhadap cahaya yang masuk, sehingga ketika cahaya masuk, warna tersebut akan berpendar dan data yang dihasilkan tidak maksimal. Pada penelitian tersebut juga memiliki kekurangan yaitu tidak adanya tampilan visual berupa gambar ketika proses deteksi kekeruhan, pada minyak yang akan dideteksi. Akurasi yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya yaitu sebesar 71,42%.

Oleh itu, berdasarkan kebutuhan klasifikasi maka dibuatlah sistem Klasifikasi Penggorengan Minyak Goreng Berdasarkan Kuantitas Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Raspberry Pi, yang nantinya dapat mengklasifikasi berapa kali penggorengan dengan melihat nilai *R(Red)*, *G(Green)*, *B(Blue)* dari pengambilan kamera raspi, dan voltase oleh LDR(Light Dependent Resistor) , untuk pengklasifikasian menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dikarenakan metode *K-Nearest Neighbor* merupakan algoritma yang melakukan klasifikasi berdasarkan kedekatan lokasi (jarak) suatu data dengan data yang lain (Putri, et al., 2014).

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah yang terdapat di dalam penelitian dan digunakan untuk penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengimplementasikan metode K-Nearest Neighbor dalam pengklasifikasian frekuensi penggorengan minyak goreng?
2. Bagaimana akurasi pembacaan dari module Kamera Raspberry Pi dengan sensor TCS3200 dalam membaca nilai dari Red, Green, Blue(RGB) pada minyak goreng?
3. Bagaimana akurasi K=1, K=3, K=5 sistem terhadap klasifikasi minyak goreng menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*?
4. Berapa lama waktu komputasi yang dibutuhkan pada klasifikasi minyak goreng dengan menggunakan metode KNN?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang berjudul “KLASIFIKASI MINYAK GORENG BERDASARKAN FREKUENSI PENGGORENGAN MENGGUNAKAN METODE *K-NEAREST NEIGHBOR* BERBASIS RASPBERRY PI ” adalah untuk mengklasifikasi frekuensi penggorengan minyak goreng tergolong dalam penggorengan 1 kali, penggorengan 2 kali, penggorengan 3 kali, penggorengan 4 kali, penggorengan 5 kali atau penggorengan 6 kali.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah untuk membantu masyarakat untuk mengetahui secara mudah frekuensi dari penggorengan minyak goreng.

1.5 Batasan masalah

Terdapat batasan masalah pada penelitian ini, dengan adanya batasan masalah ini, maka peneliti dapat berkonsentrasi pada permasalahan yang sedang dibahas oleh peneliti. Adapun batasan – batasan tersebut di antaranya sebagai berikut:

1. Parameter pada minyak goreng menggunakan kamera Raspbery Pi dan tingkat kekeruhan minyak goreng menggunakan LDR.
2. Minyak dan bahan yang digoreng memiliki perbandingan 1 : 1.
3. Penggorengan dilakukan 1 sampai 6 kali penggorengan.
4. Menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.
5. Menggunakan data Latih sebanyak 72 dan data uji 32.
6. Bahan pangan yang di gunakan untuk data latih tempe , pindang , nugget
7. Bahan pangan yang di gunakan untuk data uji tempe , pindang , ati ampela , ayam, dan Kerupuk kulit.

1.6 Sistematika pembahasan

Pada bagian ini, sistematika pembahasan digunakan untuk memberikan gambaran dan uraian yang ada pada penelitian ini dengan tujuan supaya pembaca mengerti alur dari pembahasan penelitian. Di bawah ini merupakan sistematika pembahasan secara garis besar.

Bab I Pendahuluan

Pada bagian bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika pembahasan dari “KLASIFIKASI MINYAK GORENG BERDASARKAN FREKUENSI PENGGORENGAN MENGGUNAKAN METODE *K-NEAREST NEIGHBOR* BERBASIS RASPBERRY PI ”.

Bab II Landasan Kepustakaan

Pada bab ini menjelaskan tentang landasan teori yang terkait dengan penelitian skripsi, dan membandingkan dengan penelitian serupa yang pernah dilakukan.

Bab III Metodologi

Pada bagian metodologi penelitian, peneliti membahas bagaimana langkah kerja yang dilakukan dalam hal penulisan laporan skripsi.

Bab IV Rekayasa Kebutuhan

Pada bagian rekayasa persyaratan, peneliti menjelaskan tentang persyaratan-persyaratan yang berhubungan dengan penelitian dan kebutuhan penelitian seperti kebutuhan fungsional maupun kebutuhan non-fungsional.

Bab V Perancangan dan Implementasi

Pada bagian perancangan dan implementasi, peneliti menguraikan hal-hal yang berkaitan dengan sistem, yaitu perancangan sistem, implementasi sistem klasifikasi frekuensi penggunaan minyak goreng dengan memanfaatkan nilai pembacaan module kamera Raspi dan LDR.

Bab VI Pengujian dan Analisis

Pada bagian pengujian dan analisis, peneliti akan melakukan pengujian untuk menguji sistem dan hasil dari pengujian tersebut akan dianalisis.

Bab VII Penutup

Pada bagian penutup, peneliti menarik kesimpulan terhadap hasil yang diperoleh dari pengujian, serta pada bagian ini berisi saran untuk pengembangan sistem dengan tujuan supaya sistem lebih baik kedepannya.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini membahas tentang penelitian – penelitian yang sudah ada sebelumnya dan berkaitan dengan penelitian yang saat ini diusulkan. Pada penelitian ini, Tinjauan pustaka diambil dari beberapa jurnal penelitian yang pernah dilakukan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Nama Penulis, Tahun, dan judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian terdahulu	Rencana Penelitian
1.	M Nuzulul Marofi, Dahnia Syauqy, Hurriyatul Fitriyah [2017] Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Frekuensi Penggunaan Minyak Goreng dengan Menggunakan Metode Bayes	Objek yang diteliti minyak, menentukan nilai RGB dan voltase	Menggunakan sensor RGB 3200, photodiode, arduino, LCD, menggunakan metode Bayes	Menggunakan kamera raspi, LDR, raspberrypi, LCD serta menggunakan metode K-Nearest Neighbor
2.	Mutiara Ayu Banjarsari, H. Irwan Budiman, Andi Farmadi [2015] Penerapan K-Optimal Pada Algoritma KNN untuk prediksi kelulusan Tepat waktu Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer Fmipa Unlam Berdasarkan IP sampai dengan Semester 4	Algoritma KNN	Menggunakan metode KNN	Menggunakan metode KNN
3.	R.Chandana, Dr.S.A.K.Jilani, Mr.S.Javeed Hussain [2015] Smart Surveillance System using Thing Speak and Raspberry Pi	Menggunakan RaspberryPi model b, Kamera RaspberryPi,	Menggunakan RaspberryPi model b, Kamera RaspberryPi,	Menggunakan RaspberryPi 3, Kamera RaspberryPi,



4.	Agus Sudarmanto [2014], Pembuatan Alat Uji Kekentalan Minyak Goreng dengan menggunakan metode Viskositas stokes untuk praktikum Fisika dasar 1 jurusan Tadris Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Walisongo	Objek yang diteliti minyak goreng	Menggunakan sensor cahaya mikrokontroler, LCD, Keypad, tidak menggunakan metode	Menggunakan kamera raspi, LDR, raspberrypi, LCD serta menggunakan metode KNN
5.	G.Senthilkumar, K.Gopalakrishnan , V. Sathish Kumar [2014], Embedded Image Capturing System Using RaspberryPi System	Menggunakan RaspberryPi model b, Kamera RaspberryPi,	Menggunakan RaspberryPi model b, Kamera RaspberryPi,	Menggunakan RaspberryPi 3, Kamera RaspberryPi,
6.	Jodi Irjaya Kartika, Edy Santoso, Sutrisno [2017] Penentuan Siswa Berprestasi Menggunakan Metode <i>K-Nearest Neighbor</i> dan <i>Weighted Product</i> (Studi Kasus : SMP Negeri 3 Mejayan)	Menggunakan metode <i>K-Nearest Neighbor</i>	Menggunakan metode <i>K-Nearest Neighbor</i>	Menggunakan metode <i>K-Nearest Neighbor</i>

2.2 Dasar Teori

Dasar teori bertujuan untuk menguraikan beberapa teori dan *literature* yang berhubungan atau berkaitan dengan penelitian yang dilakukan saat ini.

2.2.1 Minyak Goreng

Minyak Goreng merupakan minyak yang berasal dari pemurnian bagian lemak tumbuhan, hewan, atau dibuat secara sintetik yang dimurnikan dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak masakan kebanyakan diperoleh dari tumbuhan, seperti kelapa, kacang-kacangan, jagung, kedelai dan kanola. Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, sebagai penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori pada bahan pangan. Minyak goreng juga memiliki sifat fisik dan sifat kimia. Sifat fisik dari minyak meliputi warna, kelarutan, titik cair, titik didih, titik kekeruhan, titik asap. Pada sifat Kimia dari minyak sendiri meliputi hidrolisa, oksidasi, hidrogenasi, dan esterifikasi.

Minyak sebanyak satu gram memiliki kandungan sebesar 9 kkal, dikarenakan sumber energi minyak lebih baik dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Pada karbohidrat yang memiliki kandungan sebesar 4 kkal. Minyak yang berfungsi sebagai sumber dan pelarut memiliki vitamin seperti A,D,E,K (Marofi, et al., 2017)

2.2.1.1 Minyak Curah

Minyak goreng curah adalah minyak goreng yang mengalami pemrosesan penyaringan sederhana, sehingga kualitas dari minyak curah dikatakan rendah dan warna pada minyak curah sendiri tidak jernih. Minyak curah juga dapat membahayakan bagi kesehatan, dikarenakan pada saat pemrosesan penyaringan pada minyak dilakukan secara sederhana maka dapat menyebabkan kolestrol dalam darah. Dikarenakan pada minyak goreng yang memiliki kualitas baik proses penyaringan bisa 2-3 kali penyaringan. Pada biasanya minyak curah merupakan minyak goreng yang tidak bermerek dan biasanya tidak dijual dalam bentuk kemasan ataupun tidak dalam kemasan botol.

2.2.1.2 Minyak Jelantah

Minyak jelantah (minyak goreng bekas pakai) merupakan minyak yang dipergunakan untuk menggoreng beberapa kali, yang berasal dari limbah minyak jagung, minyak kelapa sawit, minyak sayur dan sebagainya, terkadang minyak jelantah ini masih dipergunakan kembali untuk memasak bahan pangan. Minyak jelantah memiliki kandungan senyawa yang membahayakan bagi kesehatan tubuh, senyawa yang berada pada minyak jelantah yaitu karsinogen. Karsinogen merupakan zat yang dapat menyebabkan penyakit kanker, dalam hal ini mengganggu proses biologis. Karsinogenik adalah sifat mengendap dan merusak terutama pada organ paru – paru. Tanda awal dari kerusakan minyak goreng adalah terbentuknya akrolein pada minyak goreng. Akrolein akan menyebabkan rasa gatal pada tenggorokan.

2.2.2 Bahan Yang digoreng

Pada penelitian ini bahan yang di gunakan sebagai data sample yaitu tempe, nugget ayam dan ikan pindang. Pada data Uji bahan yang di gunakan yaitu Tempe, ayam, ati ampela, ikan pindang, dan kerupuk rambak.

2.2.2.1 Tempe

Tempe merupakan bahan pangan yang berasal dari fermentasi dari kacang kedelai dan ragi. Tempe sangat digemari oleh semua orang dari orang dewasa sampai anak-anak. Tempe merupakan makanan dengan nilai kandungan gizi yang tinggi. Kandungan gizi pada tempe meliputi asam lemak, vitamin, mineral, dan antioksidan. Asam lemak pada tempe mengandung asam lemak tidak jenuh, asam lemak tak jenuh berfungsi sebagai penurunan terhadap kolestrol. Vitamin yang berada pada tempe terdapat larut air (Vitamin B kompleks) dan larut lemak (vitamin A, D,E dan K). Mineral terdapat zat besi, kalsium, magnesium, dan zink. Antioksidan yang dibutuhkan pada tubuh untuk

menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas pada tubuh (Nasional, 2012). Gambar tempe goreng dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tempe
Sumber : (Choirul, 2013)

2.2.2.2 Nugget Ayam

Nugget merupakan makanan olahan atau cepat saji yang terbuat dari bahan olahan daging yang digiling yang diselimuti oleh tepung. Nugget yang terbuat dari bahan hewani sangat disukai oleh masyarakat. Nugget yang terbuat dari bahan hewani memiliki kandungan tinggi lemak dan rendah serat. Makanan yang memiliki kandungan tinggi lemak dan rendah serat dapat mengakibatkan kelebihan berat badan, kolestrol tinggi, susah buang air besar dan penyakit lainnya (Ali, et al.,2016). Gambar Nugget Ayam dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Nugget Ayam
Sumber : (Ivy, 2014)

2.2.2.3 Ikan Pindang

Ikan merupakan salah satu bahan makanan yang memiliki kaya protein yang mudah mengalami pembusukan. Untuk mencegah pembusukan pada ikan maka dilakukan pengawetan dan pengolahan seperti pengeringan, perebusan/ pemindangan, pembekuan dan pengasapan. Pada proses pemindangan ikan dilakukan dengan cara merebus atau memanaskan ikan dalam jangka waktu tertentu di dalam satu wadah. Penambahan garam untuk memperbaiki tekstur ikan agar lebih baik, memperbaiki cita rasa dan memperpanjang daya tahan. Jenis ikan yang digunakan yaitu ikan air laut seperti ikan tongkal, tengiri, kembung, laying. Pada ikan tawar misalnya ikan mas, ikan nila. Pindang umumnya tidak terlalu awet, biasanya daya tahan awet ikan pindang tidak terlalu lama, biasanya kira-kira bertahan 3-4 hari. Gambar Ikan pindang dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ikan Pindang

Sumber : (Lutfi, 2017)

2.2.2.4 Ayam

Ayam adalah salah satu bahan makanan berprotein tertinggi. Jumlah protein daging ayam adalah 18 gr per 100 gr ayam, ini sangat tinggi. Protein sangat penting dalam diet sehat. Protein yang ada pada ayam adalah asam amino yang bermanfaat untuk membangun blok otot. Nilai yang disarankan kebutuhan protein dalam diet adalah 1 g per 1 kg berat badan, atau 0,4 g protein per pon berat badan. Jumlah ini untuk orang normal. Untuk atlet, kebutuhan harian protein adalah sekitar 0,6 g menjadi 0,9 g per kg, yang lebih dari dua kali lipat kebutuhan rutin. Gambar Ayam dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Ayam

Sumber : (Haniya, 2016)

2.2.2.5 Ati ampela

Hati merupakan organ dalam dari ayam yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Hati merupakan jaringan yang berwarna coklat kemerahan, yang terdiri dari dua lobus besar dan terletak pada lengkung duodenum dan empela (*Ventrikulus*). Hati yang memiliki fungsi kompleks antara lain metabolisme karbohidrat, lemak, protein, dan zat besi. Hati berperan dalam sekresi empedu, detoksifikasi, pembentukan sel darah merah, metabolisme, dan penyerapan vitamin. Warna pada hati unggas tergantung pada nutrisinya sendiri. Hati yang dinyatakan normal berwarna coklat kemerahan atau coklat terang dan apabila makanan dari unggas berlemak tinggi maka warna hati akan menjadi warna kuning (Budiman, et al., 2015). Gambar Ati ampela dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Ati ampela
Sumber : (Aisyah, 2015)

2.2.2.6 Kerupuk kulit (Kerupuk rambak)

Kerupuk merupakan makanan ringan yang terbuat dari tepung tapioka yang dicampur dengan bahan perasa bisa seperti bawang, udang, dan ikan. Di kalangan masyarakat terdapat berbagai macam jenis kerupuk, kerupuk yang berbahan baku nabati seperti kerupuk singkong, kerupuk bawang, kerupuk puli, rempeyek, rengginang, dan kerupuk yang berasal dari bahan hewani seperti kerupuk udang, kerupuk ikan dan kerupuk kulit. Kerupuk kulit atau kerupuk rambak merupakan kerupuk yang tidak digunakan dari bahan tepung tapioca, melainkan dari kulit sapi atau bisa juga kulit kerbau. Kandungan gizi pada kerupuk rambak kulit yang mengandung 82,9% protein, mineral seperti kalsium, fosfor dan besi terkandung sebanyak 0.04%. Kerupuk rambak kulit merupakan produk makanan ringan yang terbuat dari bahan kulit sapi atau kerbau yang melalui tahap pembuangan bulu, pembersihan kulit, perebusan, pengeringan, perendaman dan bumbu (Amertianingtyas, 2011). Gambar kerupuk kulit dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Kerupuk kulit

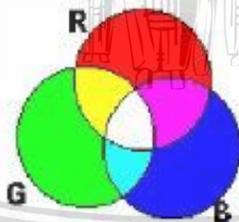
Sumber : (Erlita, 2016)

2.2.3 Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Pengolahan citra atau *Image Processing* merupakan suatu sistem yang dimana dilakukan sebuah proses dengan masukan (*Input*) yang berupa citra (*image*) dan akan menghasilkan keluaran (*Output*) yang berupa citra (*image*) (Mulyawan, et al., 2011). Citra (*Image processing*) adalah proses manipulasi citra yang secara matematis untuk meng-enhance, menganalisa dan mengekstraksi fitur yang ada di sebuah citra.

2.2.4 Red Green Blue (RGB)

Warna yang diterima oleh mata manusia yaitu hasil dari kombinasi cahaya yang memiliki panjang gelombang yang berbeda. Kombinasi pada warna ini yang memberikan rentang paling lebar yaitu pada *Red* (R), *Green* (G), *Blue* (B). Tiga warna tersebut merupakan warna pokok atau *primaries* dan disebut RGB. RGB terdiri dari 24-bit, berupa 8-bit *R*(Red), 8-bit *G*(Green), 8-bit *B*(Blue). Warna merah R=255 G=0 B=0, warna hijau R=0 G=255 B=0, warna biru R=0 G=0 B=255.

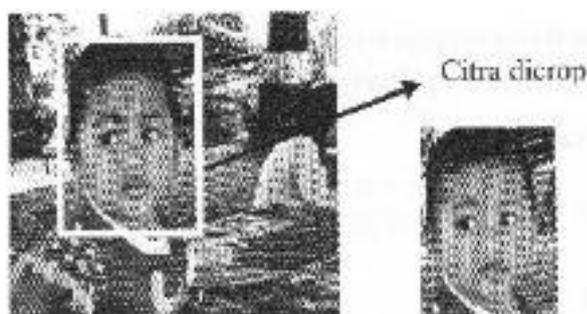


Gambar 2. 7 Warna RGB

Sumber : (Mulyawan, et al., 2011)

2.2.5 Image Cropping

Salah satu jenis transformasi geometri atau perubahan bentuk adalah proses pemotongan citra (*cropping*) yang bertujuan untuk mengambil elemen pada citra yang diinginkan pada citra digital. Pemotongan pada citra sebesar $w \times h$ (Budisanjaya & Kumara, 2013). Gambar *Image Cropping* dilihat pada Gambar 2.8.



(a) Citra asli

(b) Citra hasil *cropping***Gambar 2. 8 Image Cropping**

Sumber : (Budisanjaya & Kumara, 2013)

2.2.6 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah modul *micro computer* yang juga mempunyai input output digital port seperti pada board *microcontroller*. Raspberry Pi 3 merupakan generasi ketiga dari keluarga Raspberry Pi. Raspberry Pi 3 memiliki RAM 1GB dan grafis Broadcom VideoCore IV pada frekuensi clock yang lebih tinggi dari sebelumnya yang berjalan pada 250MHz. Raspberry Pi 3 juga memiliki 4 USB port, 40 pin GPIO, Full HDMI port, Port Ethernet, Combined 3.5mm audio jack and composite video, Camera interface (CSI), Display interface (DSI), slot kartu Micro SD dan VideoCore IV 3D graphics core. Spesifikasi Raspberry pi 3 model B dapat dilihat pada Gambar 2.9.

**Gambar 2. 9 Raspberry Pi 3 model B**

Sumber : (Sidarto, 2018)

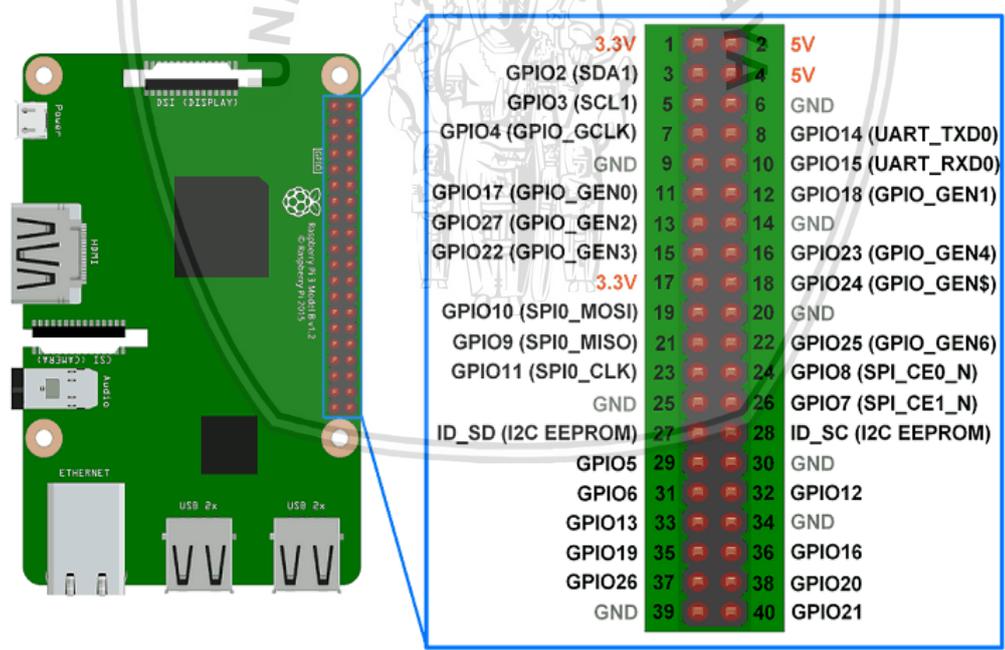
Spesifikasi Raspberry Pi 3 sebagai berikut :

- **Processor** Broadcom BCM2387 chipset. 1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-A53 802.11 b/g/n Wireless LAN and Bluetooth 4.1 (Bluetooth Classic and LE)
- **GPU** Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor. Provides Open GLES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode. Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA *infrastructure*

- **Memory** 1GB LPDDR2
- **Operating System** Booting dari kartu Micro SD, menjalankan versi sistem operasi Linux atau Windows 10 IoT
- **Dimensions** 85 x 56 x 17mm
- **Power** Micro USB socket 5V1, 2.5A
- **Ethernet** 10/100 BaseT Ethernet socket
- **Video Output** HDMI (rev 1.3 & 1.4 Composite RCA (PAL and NTSC)
- **Audio Output** Audio Output 3.5mm jack, HDMI USB 4 x USB 2.0 Connector
- **GPIO Connector** 40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines
- **Camera Connector** 15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
- **Display Connector** Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
- **Memory Card Slot** Push/pull Micro SDIO

GPIO Raspberry Pi

General-Purpose Input/Output (GPIO) adalah pin generik yang ada pada sirkuit terpadu digunakan untuk input atau output dan dapat dikontrol atau diprogram. GPIO dapat dilihat pada Gambar 2.10.



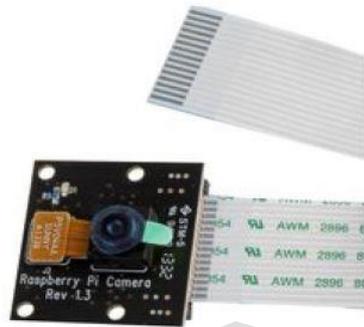
Gambar 2. 10 GPIO Raspberry Pi 3

Sumber : <http://www.electronicwings.com>

2.2.7 Kamera Raspi

Papan kamera Raspberry Pi dihubungkan ke CSI Konektor pada kartu piP Raspberry. Pada Raspberry modul menempel ke Raspberry pi dengan cara 15 pin Kabel pita ke serial kamera MIPI 15 pin yang di peruntukan untuk Interface (CSI)

yang dirancang khusus untuk interfacing ke kamera. Hal ini mampu menghasilkan gambar yang beresolusi 5 mega pixel dengan jelas atau rekaman video yang beresolusi 1080p HD di 30 frames / dtk. Kamera Raspi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Kamera Rasberry Pi

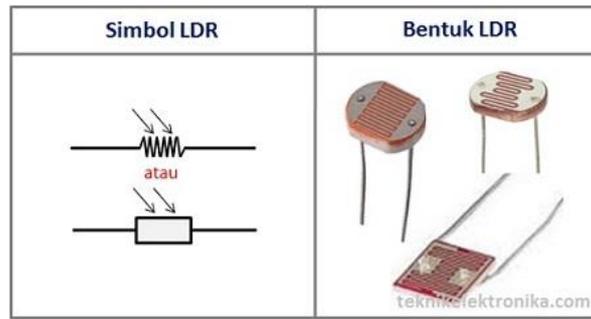
Sumber : (Senthilikumar, et al., 2014)

Tabel 2.2 Spesifikasi Kamera Raspberry Pi

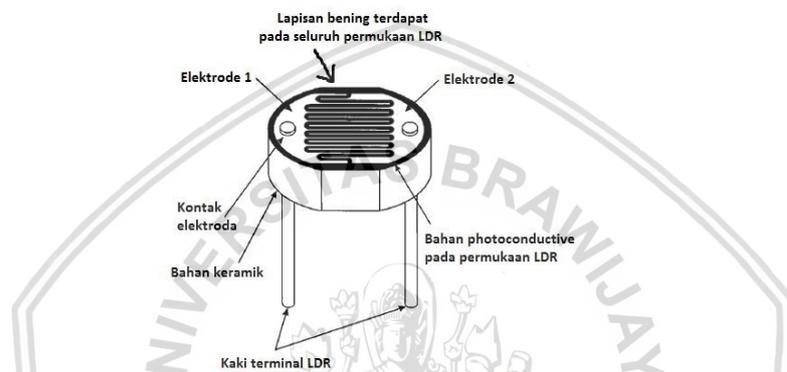
Spesifikasi	Keterangan
Kamera	5MP
Resolusi	2592 x 1944
Resolusi Video	1080p @30fps, 720p @60fps dan 640x480p 60/90 Recording
Ukuran	20x25x9 mm
Berat	3gr

2.2.8 LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR merupakan jenis resistor yang memiliki nilai hambatan atau nilai resistansi yang tergantung pada intensitas cahaya diterimanya. Nilai hambatan LDR akan menurun jika cahaya terang dan nilai hambatan LDR menjadi tinggi jika cahaya pada kondisi gelap. Jadi fungsi dari LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah untuk menghantar arus listrik, jika LDR menerima sejumlah intensitas cahaya pada kondisi terang dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap. Naik turunnya nilai hambatan akan sebanding dengan jumlah cahaya yang diterima. LDR dapat dilihat pada Gambar 2.12 dan struktur pada LDR dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 12 LDR
 Sumber : (Suprianto, 2015)



Gambar 2. 13 Struktur Komponen LDR

Sumber : (Suyadhi, 2014)

2.2.9 OpenCV

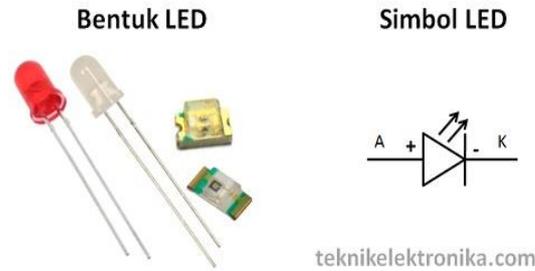
OpenCV (Open Computer Vision) yaitu *library opensource* yang digunakan untuk melakukan *image processing*. Tujuan dari penggunaan *OpenCV* adalah agar komputer mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia. *Library* ini dibuat untuk bahasa C/C++ sebagai optimasi *realtime* aplikasi, mempunyai API (*Application Programming Interface*) untuk *high level* maupun *low level*, terdapat fungsi-fungsi yang siap pakai untuk *loading*, *saving*, akuisisi gambar dan video.

2.2.10 LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) atau LED merupakan komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik saat diberikan tegangan. Bahan LED sendiri yaitu semikonduktor, bahan semikonduktor merupakan bahan listrik yang berada diantara konduktor dan isolator. warna pada yang dipancarkan pada LED tergantung dari jenis bahan semikonduktor yang digunakan oleh LED itu sendiri. Bentuk dari LED itu sendiri sama dengan bohlam lampu tetapi led tersebut lebih kecil dan mudah dipasangkan pada rangkaian elektronika. LED (*Light Emitting Diode*) memiliki dua kutub yaitu kutub positif anoda dan kutub negatif katoda. ciri dari anoda dan katoda yaitu:

Anoda : memiliki kaki lebih panjang, lead frame kecil

Katoda : memiliki kaki lebih pendek, lead frame lebih besar, terletak pada sisi yang flat. LED dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 LED

Sumber : teknikelektronika.com

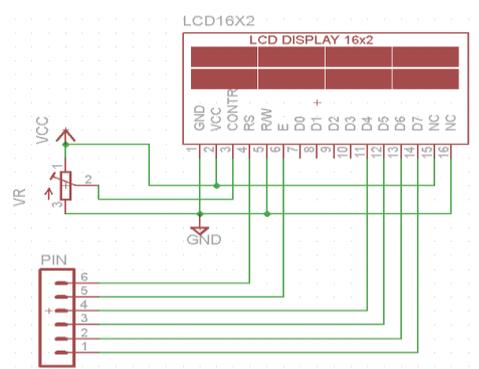
2.2.11 LCD 16x2 (*Liquid Crystal Display*)

LCD(*Liquid Crystal Display*) merupakan sebuah modul komponen yang digunakan sebagai tampilan elektronik. Modul ini merupakan modul yang baik dibandingkan dengan LED multi segment dan seven segment yang dikarenakan lebih ekonomis, mudah untuk pembuatan program, tidak memiliki batasan tampilan khusus dan bisa membuat karakter sendiri. Pada LCD 16x2 dapat menampilkan 32 karkater, yang masing – masing pada setiap baris ada 16 karakter. Dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2. 15 LCD 16x2

Sumber: (Raj, 2015)



Gambar 2. 16 Skematik LCD 16x2

Sumber : (Prehan, 2013)

Pada LCD 16x2 seperti yang di ilustrasikan pada Gambar 2.16 memiliki 16 pin, 16 pin akan di jelaskan pada tabel Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 pin LCD 16x2

NO	Nama	Deskripsi
1	Ground	Ground(0v)
2	V _{CC}	Supply voltage; 5v(4.7v – 5.3v)
3	V _{EE}	Digunakan untuk penyesuaian kontras yang melalui variabel resistor
4	Register Select	Memilih command register jika '0', dan data register jika '1'
5	Read/write	Jika '0' akan melakukan write register, dan '1' read register
6	Enable	Mengirim data pada pin yang akan digunakan ketik dan diberikan sinyal dari '1' ke '0'
7	DB0	8-bit pin data
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	LED+	Vcc backlight (5v)
16	LED-	GND backlight (0v)

Sumber: (Raj, 2015)

2.2.12 K-Nearest Neighbor (KNN)

K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan metode untuk melakukan pengklasifikasian terhadap sebuah objek yang berdasarkan dari data pembelajaran dan dilihat dari data yang paling dekat dengan jarak yang paling dekat dengan objek tersebut. Classifier tidak menggunakan model apapun dan dicocokkan hanya berdasarkan memori. Diberikan titik query yang ditemukan pada sejumlah obyek atau (titik *training*) yang dilihat paling dekat dengan titik *query*. Pada KNN menggunakan klasifikasi ketetanggaan yang digunakan sebagai nilai prediksi dari *query instance* yang baru. Algoritma KNN ini merupakan metode sederhana, yang bekerja berdasarkan jarak terpendek dari query instance ke training sample digunakan untuk menentukan KNN. Dekat dan jauhnya tetangga biasanya dihitung berdasarkan Euclidean Distance yang direpresentasikan pada persamaan sebagai berikut :

$$D(a, b) = \sum_{k=1}^p \sqrt{(a_k - b_k)^2} \quad (2.1)$$

Pada matriks $D(a,b)$ merupakan jarak skalar dari kedua vector a dan b dari matriks dengan ukuran d dimensi (Kartika, et al., 2017).

Keterangan :

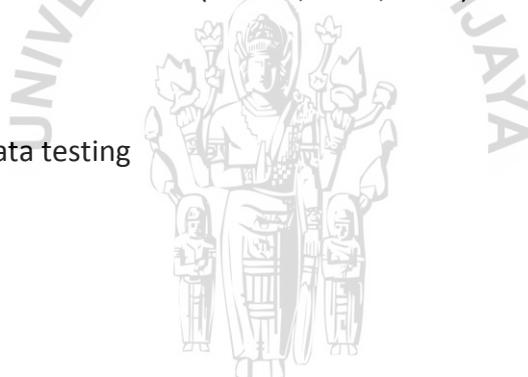
a = Sampel data

b = Data uji atau data testing

k = variabel data

D = jarak

p = dimensi data

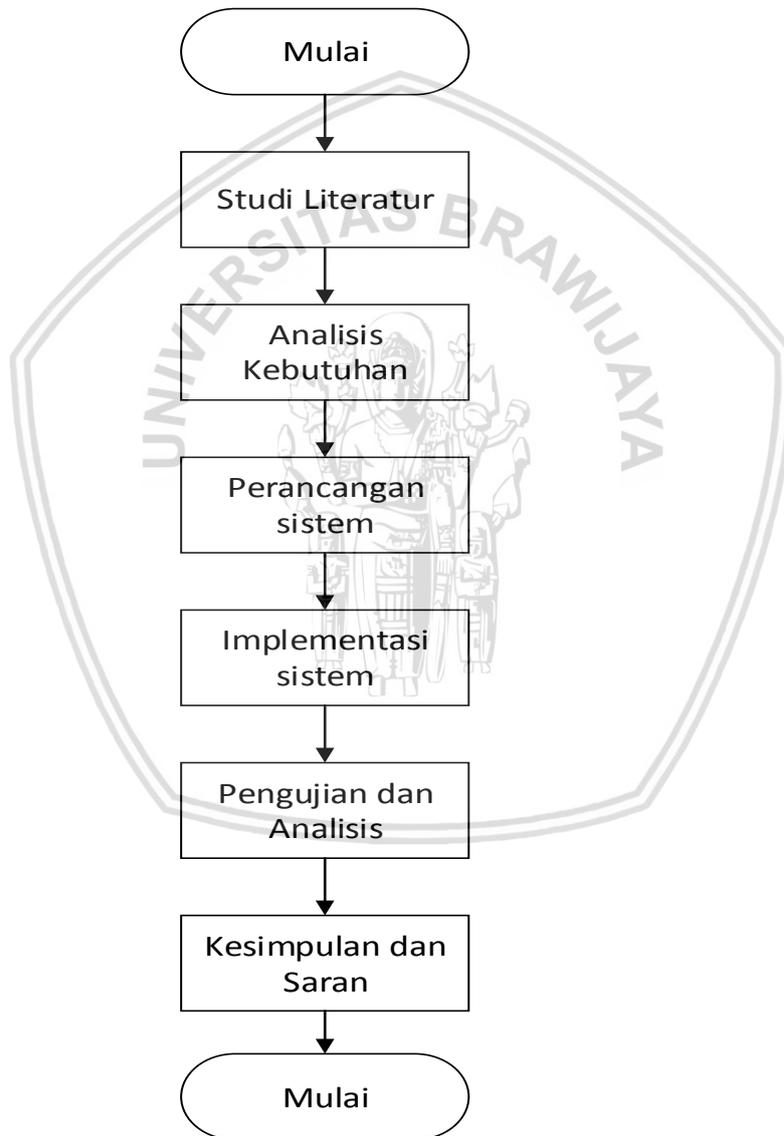


BAB 3 METODOLOGI

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan ditempuh dalam penyusunan skripsi, meliputi studi dan pengkajian literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian dan analisis, serta kesimpulan.

3.1 Alur Metodologi Penelitian

Alur metodologi penelitian yang dilakukan secara umum dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian



3.2 Studi Literatur

Studi dan pengkajian literatur merupakan proses yang harus dilakukan untuk mengumpulkan sumber dan informasi yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan sistem. Dalam hal ini, referensi dapat diperoleh dari beberapa sumber seperti artikel, buku, jurnal, dan lainnya yang tergolong cocok untuk dijadikan referensi, sehingga acuan atau referensi tersebut dapat dipertanggung jawabkan.

3.3 Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan digunakan untuk menganalisis kebutuhan apa saja yang digunakan oleh sistem pada penelitian ini, sehingga sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Berikut kebutuhan yang dibutuhkan oleh sistem dalam penelitian ini :

Kebutuhan perangkat lunak :

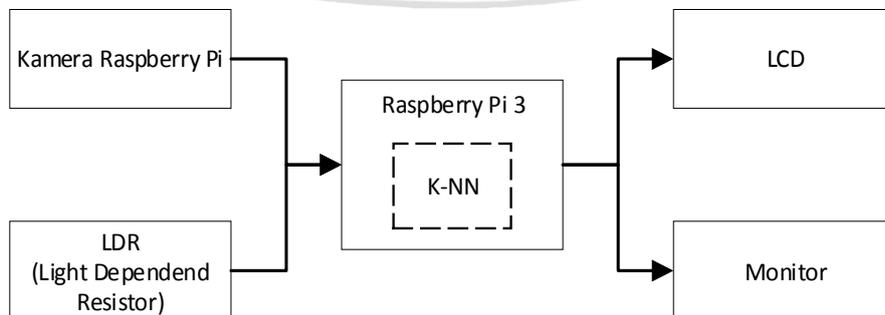
1. Python IDE
2. Moba Xterm

Kebutuhan perangkat keras :

1. RaspberryPi 3
2. Module kamera raspi
3. LDR (*Light Dependent Resistor*)
4. LCD 16x2

3.4 Perancangan Sistem

Pada bagian perancangan sistem ini, membahas mengenai perancangan sistem klasifikasi frekuensi penggunaan minyak goreng dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* Diagram blok sistem dari perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Blok

3.5 Implementasi Sistem

Pelaksanaan implementasi sistem dengan mengacu pada hasil perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya. Sistem ada dalam penelitian ini diimplementasikan dengan beberapa tahap di bawah ini.

1. Tahap pertama adalah implementasi alat pengujian minyak goreng yang akan di teliti. Pada tahap ini akan membuat alat sebagai tempat peletakkan komponen yang sesuai dengan desain yang sebelumnya dibuat oleh peneliti dengan tujuan supaya pengguna nyaman saat menggunakan alat tersebut dan sensor dapat bekerja sesuai keinginan peneliti.
2. Tahap kedua adalah pengimplementasian komponen elektronik ke dalam alat pengujian minyak goreng yang sebelumnya telah dirancang. Pengkonfigurasi komponen elektronik bertujuan untuk memastikan komponen elektronik akan berjalan optimal dan sesuai dengan kebutuhan sistem.
3. Tahap ketiga adalah implementasi perangkat lunak. Pada tahap ini pengaplikasian perangkat lunak Python IDE sebagai sarana untuk membuat program dengan tujuan mendukung keberhasilan dari pembuatan dan berjalannya sistem.
4. Tahap keempat adalah pengimplementasian metode yang digunakan, yaitu metode *K-Nearest Neighbor (KNN)*. Metode *K-Nearest Neighbor (KNN)*, digunakan sebagai metode untuk pengklasifikasian penggunaan minyak goreng.

3.6 Pengujian dan Analisis

Pelaksanaan pengujian sistem ini mengacu pada data latih dan fitur yang telah ditentukan dalam perancangan sistem. Pengujian yang dilaksanakan di antara lainnya adalah sebagai berikut.

1. Pengujian pada Kamera Raspi.
Pengujian Tampilan LCD 16x2.
2. Pengujian akurasi sistem klasifikasi penggunaan minyak goreng dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)*.
3. Pengujian waktu komputasi pada sistem.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Tahap penarikan kesimpulan merupakan tahap terakhir yang dilaksanakan pada penelitian ini, dimana akan dilakukannya penarikan kesimpulan terhadap sistem yang telah dibuat.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

4.1 Gambaran Umum Sistem

Pada sistem Klasifikasi Kualitas Minyak Goreng Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*, merupakan sistem yang dapat menentukan kualitas dari minyak goreng dengan menggunakan parameter berupa warna RGB dan Voltase. Untuk nilai dari warna minyak goreng akan diperoleh dari komputasi kamera raspi, sedangkan pada volt dibaca dengan LDR (*Light Dependent Resistor*) yang diletakkan pada bawah tempat minyak. Berdasarkan nilai dari kedua parameter maka dilakukan klasifikasi dari hasil tersebut menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Sistem ini dapat melihat keadaan minyak saat minyak tersebut masih dalam keadaan murni, pada keadaan saat minyak penggorengan pertama, minyak penggorengan kedua, minyak penggorengan ketiga, minyak penggorengan keempat, minyak penggorengan ke lima, dan minyak penggorengan ke enam. Dikarenakan minyak pada saat dilakukan menggoreng secara terus menerus atau digunakan 4 sampai 6 kali minyak tersebut tidak baik untuk digunakan lagi. Untuk melakukan klasifikasi terhadap frekuensi penggunaan minyak goreng maka menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* pada sistem ini yang nantinya akan diketahui jenis klasifikasi dari nilai RGB dan volt pada penggorengan 1 kali, penggorengan 2 kali, penggorengan 3 kali, penggorengan 4 kali, penggorengan 5 kali, penggorengan 6 kali, pada masing – masing minyak.

4.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem ini dilakukan untuk mengetahui semua kebutuhan untuk diperlukan pada klasifikasi kualitas Minyak Goreng. Dalam melakukan analisis kebutuhan sistem ini terdiri dari beberapa kebutuhan yang dijabarkan seperti kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional, dimana pada kebutuhan non fungsional terdiri dari kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak.

4.2.1 Kebutuhan Fungsional

Berikut ini merupakan kebutuhan fungsional yang akan dilakukan oleh sistem:

1. Kamera Raspi akan membaca nilai RGB dari warna minyak goreng yang dideteksi. Nilai RGB yang di ambil dari berbagai macam percobaan dari minyak penggorengan 1, minyak penggorengan 2, minyak penggorengan 3, minyak penggorengan 4, minyak penggorengan 5, minyak penggorengan 6. Dan menggunakan bahan pangan yaitu tempe, nugget ayam, ikan pindang, ayam, ati ampela, dan kerupuk kulit.
2. LDR (*Light Dependent Resistor*) LDR ini akan menghasilkan nilai voltase pada kekeruhan minyak goreng, yang dihasilkan dari minyak penggorengan 1, minyak penggorengan 2, minyak penggorengan 3, minyak penggorengan 4, minyak penggorengan 5, minyak penggorengan 6.

3. Data dari kamera raspi dan LDR dapat diolah untuk mengklasifikasikan hasil dari RGB dan Voltase dari setiap minyak dan setiap beberapa penggorengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Yang menggunakan data latih untuk proses pengklasifikasian.

4.2.2 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional sistem ini terdiri dari kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak yang akan dijelaskan secara rinci dibawah ini.

4.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Untuk mendukung pada implementasi pembuatan sistem ini dari sisi perangkat keras maka di perlukan beberapa alat yang dijelaskan berikut ini :

1. Raspberry pi 3 type b
Raspberry pi 3 type b digunakan sebagai otak dalam pengolahan informasi dalam perancangan sistem.
2. Kamera Raspi
Kamera Raspi ini dibutuhkan sebagai deteksi warna RGB dari warna minyak goreng yaitu minyak goreng murni dan yang sudah digoreng beberapa kali.
3. LDR (*Light Dependent Resistor*)
LDR (*Light Dependent Resistor*) dibutuhkan deteksi kekeruhan dengan menghasilkan volt pada masing – masing minyak.
4. MCP3008
MCP3008 ini dibutuhkan sebagai ADC, ADC ini bisa digunakan pada raspberry untuk membaca analog input pada pembacaan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). MCP3008 yang digunakan memiliki 16 pin.
5. Kabel Jumper
Kabel jumper pada sistem ini dibutuhkan untuk menghubungkan antara perangkat satu ke perangkat satunya.
6. LED (*Light Emitting Diode*)
LED pada sistem ini digunakan sebagai pencahayaan pada tempat minyak.
7. *Push Button*
Push Button pada sistem ini digunakan untuk mengambil data dari minyak dan akan menampilkan nilai RGB dan volt.

8. Laptop

Laptop pada hal ini difungsikan sebagai media untuk membuat program Raspberry pi, adapun spesifikasi dari laptop yang akan digunakan antara lain :

- Model Perangkat : LENOVO G40
- Prosesor : Intel Core i3
- Sistem Operasi : Window 8 64-bit

4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Pada sistem ini, kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan adalah Phtyon IDE yang digunakan sebagai tempat untuk membuat program, Open Cv sebagai tempat untuk menjalankan *image processing*, Library Open Cv, dan VNC Viewer untuk mengontrol atau meremot Raspberry Pi.

4.3 Batasan Desain Sistem

Dalam pembuatan sistem Klasifikasi minyak ini memiliki beberapa batasan lingkup pembahasan, perancangan, maupun dalam implementasinya tidak terlalu luas. Adapun dari batasan – batasan desain sistem ini sebagai berikut :

1. Sistem melakukan klasifikasi pada minyak goreng dari warna RGB dan Voltase. Minyak goreng dalam keadaan penggorengan 1, penggorengan 2, penggorengan 3, penggorengan 4, penggorengan 5 dan penggorengan 6.
2. Setiap bahan pangan yang akan digoreng dengan minyak harus di sama kan berat dari bahan pangan dan berat dari minyak dan memiliki perbandingan 1:1
3. Untuk pengambilan nilai dari RGB dan voltase sistem menggunakan *push button*.
4. Hasil yang dikeluarkan akan ditampilkan pada LCD yang berupa nilai dari RGB dan Voltase. Pada monitor akan menampilkan nilai dari perhitungan KNN, hasil penggorengan, dan komputasi waktu.

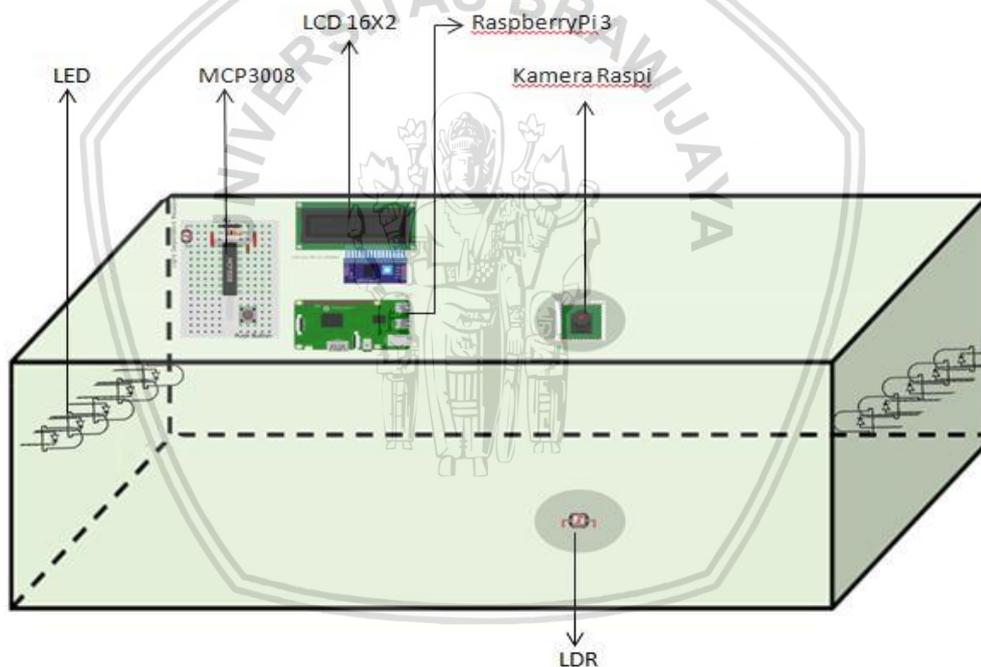
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

5.1 Perancangan Sistem

Pada bab ini menjelaskan mengenai cara proses perancangan sistem yang dilakukan mulai dari awal perancangan *prototype* alat kekeruhan minyak goreng, perancangan pada perangkat keras dan pada perancangan perangkat lunak.

5.1.1 Perancangan *Prototype* Alat Kekeruhan Minyak Goreng

Pada saat melakukan desain *Prototype* dari alat kekeruhan minyak goreng perlu diperhatikan peletakan pada setiap komponen beserta ukuran alat yang ingin diinginkan. Pada pembuatan desain sistem akan dirancang pada aplikasi *CorelDraw* untuk menggambarkan desain *prototype* yakni berupa kotak styrofoam putih yang memiliki ukuran panjang 27 cm, lebar 21 cm, dan tinggi 11,5 cm. Bentuk dari *Prototype* alat ini ditunjukkan pada Gambar 5.1 seperti berikut.



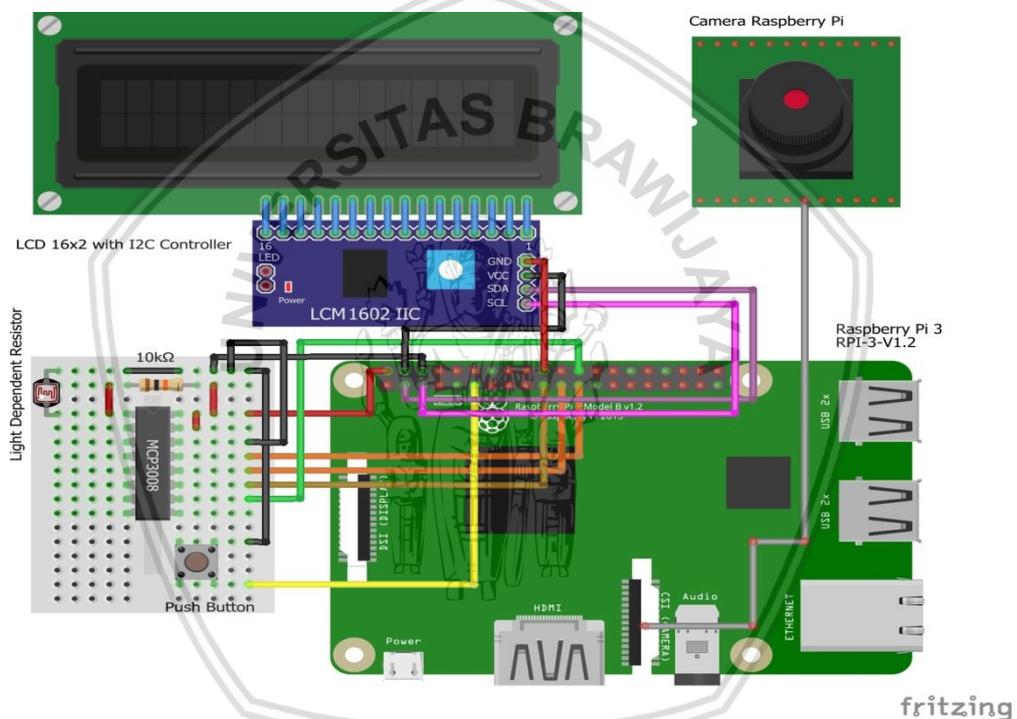
Gambar 5.1 *Prototype* alat kekeruhan minyak

Posisi dari Kamera Raspi diletakkan pada atas bagian tutup kotak styrofoam putih. Pada bagian atas styrofoam terdapat push button yang digunakan untuk men-*trigger* nilai dari sensor LDR dan Kamera Raspi, dan terdapat MCP3008 sebagai analog *input*. Pada alat ini menggunakan *styrofoam* putih agar cahaya pada dalam *styrofoam* membias. Dalam kotak *styrofoam* diletakkan LED, yang digunakan sebagai sumber cahaya. Posisi LED pada samping kanan dan samping kiri yang masing-masing LED 5 buah. Minyak goreng diletakkan pada wadah botol plastic bening. Sensor LDR diletakkan pada bagian

bawah *sterofoam*, nantinya LDR tepat berada dibawah wadah pengujian. Hasil dari klasifikasi penggorengan akan di tampilkan pada LCD 16x2 dan monitor.

5.1.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras ini dilakukan untuk membangun sistem sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan Gambar 3.2 Diagram Blok perancangan sistem, maka pada tahap perancangan perangkat keras ini akan dijabarkan secara skematik antar pin yang digunakan pada tiap komponen perangkat keras, yang diantara lain Modul Kamera Raspi dan sensor LDR sebagai *input*, yang akan dihubungkan dengan Raspberry pi sebagai kontroler sebagai pengolah data, dan hasil data tersebut akan ditampilkan pada LCD dan monitor. Skematik diagram perancangan perangkat keras pada sistem Deteksi Kekeruhan Minyak Goreng ini ditunjukkan pada Gambar 5.2



Gambar 5. 2 Skematik perangkat keras

Tabel 5.1 Keterangan koneksi Pin MCP3008 dan RaspberryPi 3

Pin MCP3008	RaspberryPi 3
Pin 16 VDD	Pin 2 (5v)
Pin 14 AGND	Pin 6 (Ground)
Pin 13 CLK	Pin 23 (SCLK)
Pin 12 D_OUT	Pin 21 (MISO)
Pin 11 D_IN	Pin 19 (MOSI)
Pin 10 CS/SHDN	Pin 24 (SPIO CS0)

Pada Tabel 5.1 MCP3008 merupakan sebuah I2C digunakan sebagai analog to Digital converter yang digunakan pada raspberryPi. Pada MCP3008

memiliki 16 pin, yang terhubung pada Raspberry pi 3. Pin 16 pada MCP3008 merupakan VDD yang akan terhubung pada pin 2 (5v), pin 14 AGND terhubung pin 6 (Ground), pin 13 CLK terhubung pin 23 (SCLK), Pin 12 D_OUT terhubung pin 21 (MISO), pin 11 D_IN terhubung pin 19 (MOSI), dan pin 10 CS/SHDN terhubung pin 24 (SPIO CS0).

Tabel 5. 2 Keterangan koneksi Push Button dan Raspberry Pi3

Push Button	RaspberryPi3
Pin 1	GND
Pin 2	GPIO 11

Pada Tabel 5.2 *Push Button* yang akan mentrigger pengambilan data hasil klasifikasi KNN . *Push Button* pada salah satu kaki pin 1 dihubungkan pada GND raspberry pi, dan satu kakinya lagi pin 2 diletakkan pada GPIO 11

Tabel 5.3 Keterangan koneksi LDR dan MCP3008

LDR (Light Dependent Resistor)	MCP3008
Pin 1	Pin 16 VDD
Pin 2	Pin 1 CH 0

Pada Tabel 5.3 LDR pin 1 terhubung dengan pin 16 VDD dari MCP yang terhubung dengan Raspberry Pi yang memberi tegangan 5v, pada LDR pin 2 terhubung dengan pin 1 CH0 analog input dan resistor 10K ohm juga terhubung dengan pin 1 CH0.

Tabel 5. 4 Keterangan koneksi LCD 16X2 dan Raspberrypi

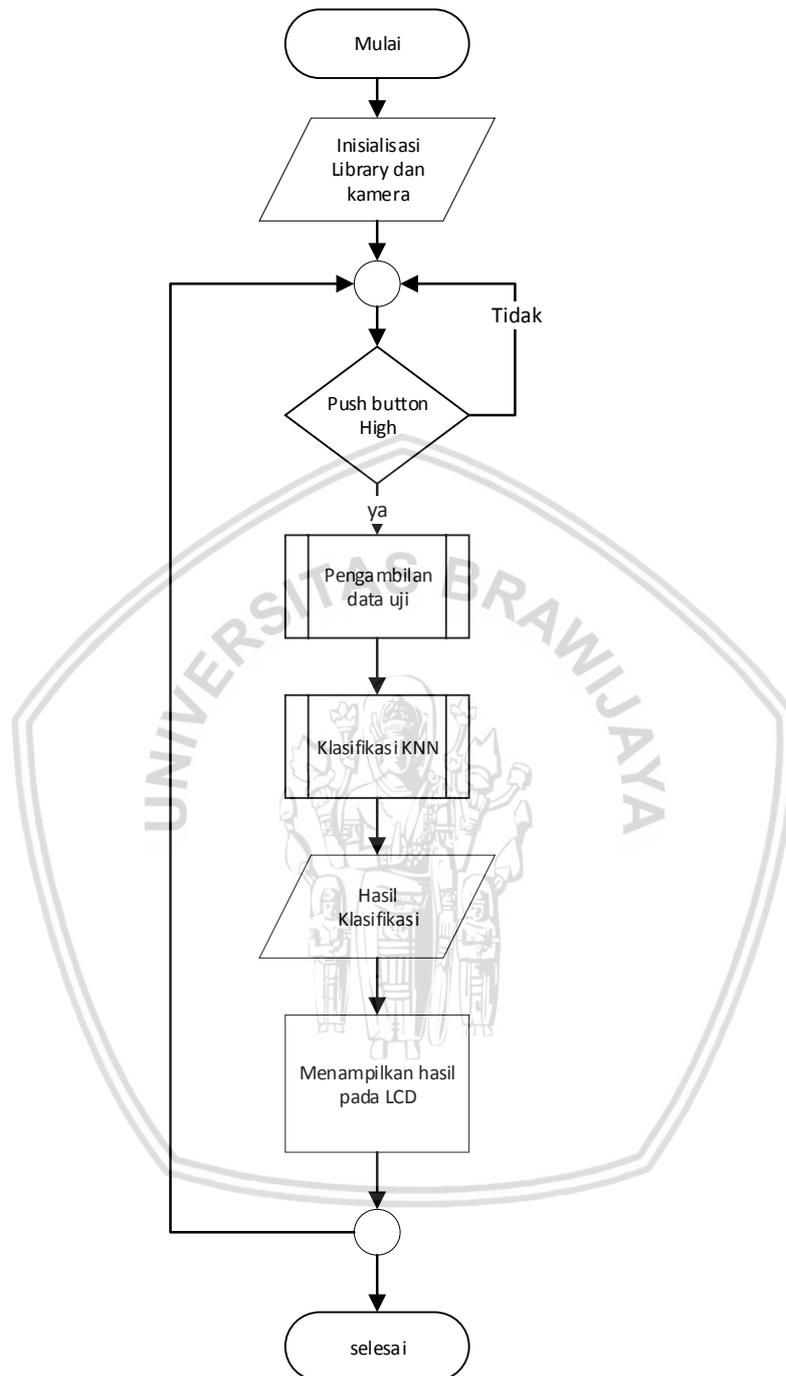
LCD 16x2	Raspberrypi
SDA	Pin 3 GPIO
SCL	Pin 5
GND	Pin 9
VCC	Pin 20

Pada Tabel 5.4 LCD 16x2 yang menjadi tampilan dari program terhubung dengan Raspberry Pi. Pada SDA(Serial Data) dihubungkan dengan Pin 3 yaitu SDA pada raspberry pi, SCL (Serial Clock) dididhungkan dengan pin 5 yaitu SCL pada raspberry pi, GND dihubungkan dengan pin 9, dan VCC dihubungkan dengan pin 20.

5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada sub bab Perancangan perangkat lunak dibagi menjadi beberapa pembahasan, yaitu pengambilan data pada Raspberry Pi yang melakukan proses yang akan melakukan pengklasifikasian menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN).

5.1.3.1 Perancangan Program utama pada sistem

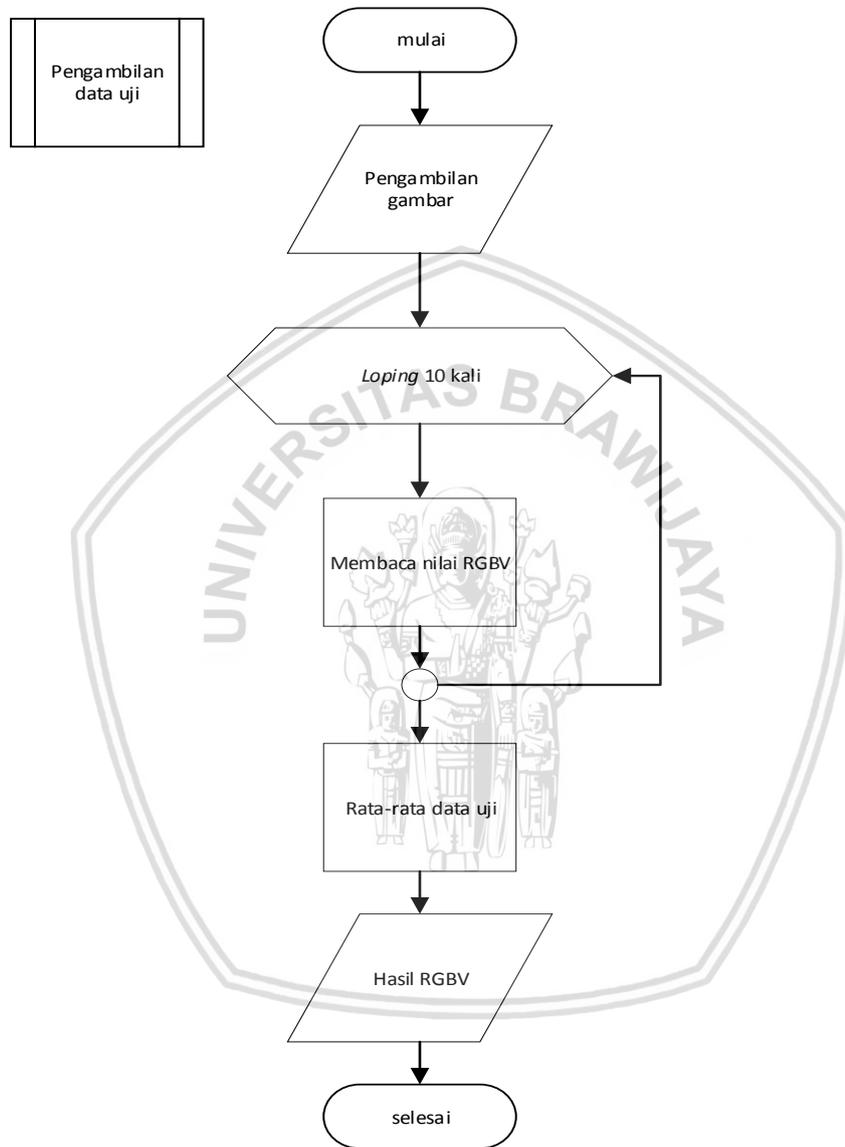


Gambar 5. 3 Diagram Alir Program utama sistem

Pada proses perancangan diagram alir program utama yang ditunjukkan pada Gambar 5.3, pada gambar diatas menggambarkan gambaran umum sistem secara keseluruhan. Dimulai dari inisialisai library dan kamera raspi, kemudian menekan *push button* jika *push button* bernilai *high* akan diteruskan ke tahap berikutnya jika *low* tidak ada proses lagi atau selesai. *Push button* bernilai *High* diteruskan pada proses pengambilan data uji minyak goreng, setelah mendapat

nilai data kemudian diklasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk pengklasifikasian frekuensi penggorengan minyak goreng, setelah itu akan mendapatkan hasil *K-Nearest Neighbor* nya. Hasil dari KNN tersebut ditampilkan pada LCD dan monitor.

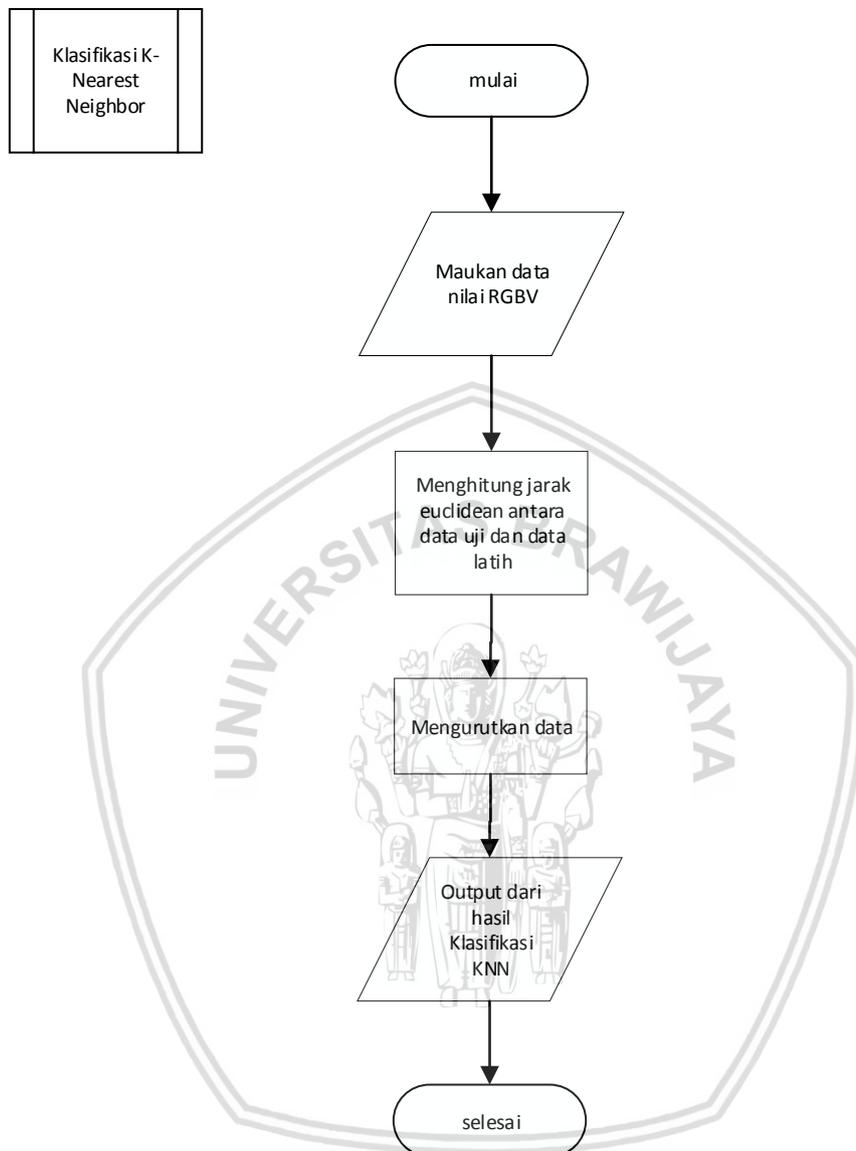
5.1.3.2 Diagram alir Pengambilan Data Uji



Gambar 5. 4 Diagram alir pengambilan data uji

pada Gambar 5.4 yaitu pengambilan data uji, pada gambar diatas menunjukkan untuk pengambilan data uji melakukan loping sebanyak 10 kali untuk membaca nilai RGB dan Voltase pada minyak goreng, setelah itu akan didapatkan nilai rata-rata dari data uji dan akan menghasilkan nilai RGB dan Voltase dari rata-rata.

5.1.3.3 Diagram alir klasifikasi K-NN



Gambar 5. 5 Diagram Alir klasifikasi *K-Nearest Neighbor*

Pada Gambar 5.5 yaitu pengklasifikasian *K-Nearest Neighbor*, pada gambar diatas menunjukkan untuk pengklasifikasian dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) memiliki beberapa proses yang akan didapatkan keputusan output dari sistem yang sesuai dengan perhitungan *K-Nearest Neighbor*(K-NN). proses yang dilakukan pada metode *K-Nearest Neighbor* seperti berikut :

- Menentukan Parameter *K* (Jumlah tetangga paling dekat). Penelitian ini mencari $K=1$, $K=3$, $K=5$
- Menghitung Kuadrat jarak Euclid . Setelah data di masukkan ke masing – masing variable yakni parameter \sum Data Training. Dengan rumus :

$$D = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2 + (x_4 - y_4)^2} \quad 5.1$$

Keterangan :

D : Jarak

x_n : Data latih ke-n

y_n : Data Uji ke-n

- c) Mengurutkan Objek-objek yang memiliki nilai terkecil hingga nilai terbesar.
- d) Hasil Output berupa Nilai Kelas dari klasifikasi *K-Nearest Neighbor(KNN)*.

Perhitungan *Euclidance* :

Penggorengan 1 :

Data Uji

R	G	B	volt
255	255	57.3	35.15

Data Latih 1

R	G	B	volt
255	254	33	35.7

Perhitungan :

$$D = \sqrt{(255 - 255)^2 + (254 - 255)^2 + (33 - 57,3)^2 + (35,7 - 35,15)^2} = 24,326$$

Penggorengan 3

Data Uji

R	G	B	volt
220	164	0	41.1

Data Latih

R	G	B	volt
228.2	167.1	0	41.7

Perhitungan :

$$D = \sqrt{(228,2 - 220)^2 + (167,1 - 164)^2 + (0 - 0)^2 + (41,7 - 41,1)^2} = 8.786922$$

Penggorengan 6

Data Uji

R	G	B	volt
0	0	0	213.55



Data Latih

R	G	B	v
0	0	0	220

$$D = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (220 - 213,55)^2}$$

$$= 6.45$$

Berikut merupakan contoh dari nilai Euclidiance setelah dilakukan perhitungan. Setelah itu dilakukan sorting untuk mencari nilai yang sering muncul atau nilai yang paling kecil.

Tabel 5. 5 Tabel hasil K=1

No	Data Latih				Data Uji				
	R	G	B	V	R	G	B	V	D
1	255	255	57.3	35.15	255	254	33	35.7	24.326
2	255	241.2	7.8	37.06	255	254	33	35.7	28.297
3	255	255	64.1	34.7	255	254	33	35.7	31.132
4	255	236.1	2.5	37.15	255	254	33	35.7	35.394
5	255	231	0	37.3	255	254	33	35.7	40.256
6	255	227	0	38.1	255	254	33	35.7	42.705
7	255	223.6	0	37.3	255	254	33	35.7	44.896
8	252.3	223	0	37.55	255	254	33	35.7	45.395
9	255	218.2	0	39.25	255	254	33	35.7	48.818
10	253.1	204.5	0	40.15	255	254	33	35.7	59.688

Pada Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa pada baris yang dicetak tebal merupakan nilai dari K=1

Tabel 5. 6 Tabel hasil K=3

No	Data Latih				Data Uji				
	R	G	B	V	R	G	B	V	D
1	228.2	167.1	0	41.7	220	164	0	41.1	8.786
2	228.2	156.4	0	42.55	220	164	0	41.1	11.273
3	235.9	165.8	0	41.22	220	164	0	41.1	16.002
4	217.4	142.8	0	43.3	220	164	0	41.1	21.471
5	211.2	142.2	0	44.64	220	164	0	41.1	23.774
6	241.7	175.9	0	41.5	220	164	0	41.1	24.751



7	234.8	183.9	0	40.15	220	164	0	41.1	24.818
8	234.5	143.2	0	41.5	220	164	0	41.1	25.358
9	236.6	187.1	0	39.15	220	164	0	41.1	28.512
10	245.9	179.8	0	40.45	220	164	0	41.1	30.345

Pada Tabel 5.6 dapat dilihat bahwa pada baris yang dicetak tebal merupakan nilai dari K=3

Tabel 5. 7 Tabel hasil K=5

No	Data Latih				Data Uji				
	R	G	B	V	R	G	B	V	D
1	0	0	0	220	0	0	0	213.55	6.450
2	0	0	0	189.02	0	0	0	213.55	24.530
3	0	0	0	238.46	0	0	0	213.55	24.910
4	0	0	0	179.64	0	0	0	213.55	33.910
5	0	0	0	247.65	0	0	0	213.55	34.100
6	0	0	0	166.15	0	0	0	213.55	47.400
7	0	0	0	160.1	0	0	0	213.55	53.450
8	0	0	0	160.01	0	0	0	213.55	53.540
9	0	0	0	141.72	0	0	0	213.55	71.830
10	0	0	0	125.15	0	0	0	213.55	88.400

Pada Tabel 5.6 dapat dilihat bahwa pada baris yang dicetak tebal merupakan nilai dari K=5

Setelah sorting masuk kedalam kelas klasifikasi. Disini untuk K=1 merupakan data dari penggorengan ke-1, K=3 data dari penggorengan ke-3, K=5 data dari penggorengan ke-6.

K=1 hasil sorting yaitu **24.32679** masuk ke penggorengan ke-1

K=3 hasil sorting yaitu

8.786
11.273
16.002

Mengambil nilai terkecilnya yaitu **8,786** masuk ke penggorengan ke-3



K=5 hasil sorting yaitu

6.450
24.530
24.910
33.910
34.100

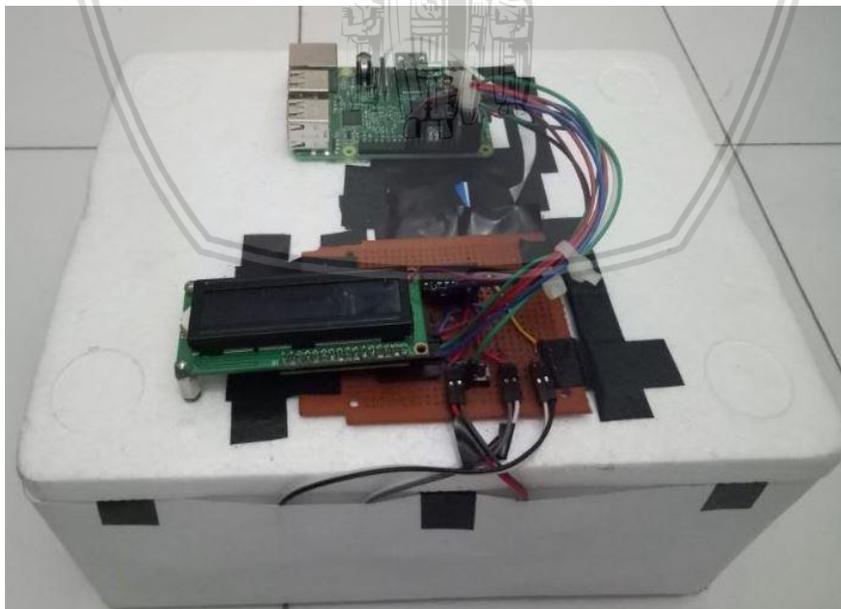
Mengambil nilai terkecilnya yaitu **6,450** masuk ke penggorengan ke-5

5.2 Implementasi Sistem

pada sub bab implementasi sistem yang merupakan tahap untuk merealisasi pembuatan pada sistem yang berdasarkan pada semua perancangan yang dilakukan sebelumnya. Pada sub bab ini menjelaskan satu per satu secara detail terkait pada implementasi *prototype*, implementasi pada perangkat keras dan implementasi pada perangkat lunak.

5.2.1 Implementasi *Prototype* Alat klasifikasi Frekuensi minyak goreng.

Dalam implementasi *prototype* alat klasifikasi frekuensi penggorengan minyak goreng mengacu pada perancangan di sub bab 5.1.1 yakni menggunakan kotak styrofoam putih 27x21x11,5 cm. Hasil pada implementasi *prototype* beserta peletakan komponen elektronik yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 5.7.



Gambar 5.6 *Prototype* Frekuensi Penggorengan Minyak Goreng

5.2.2 Implementasi Perangkat Keras

Pada tahap ini akan menjelaskan pada proses pengimplementasian perangkat keras yang mencakup pada komponen elektronik antara lain Raspberry Pi3, Kamera Raspi, LDR, *push button* dan LCD 16x2. pada keseluruhan komponen akan dirangkai menjadi satu dengan menggunakan PCB yang dihubungkan berdasarkan pada perancangan yang sudah dijelaskan pada sub bab 5.1.2.



Gambar 5. 7 Implementasi rangkaian kamera Raspi dan LDR

Pada Gambar 5.7 diatas menunjukkan dari hasil implementasi kamera raspi dan LDR yang telah dirangkai sesuai dengan perancangan dan diletakkan pada bagian dalam kotak. Pada gambar sebelah kiri kamera raspi diletakkan pada atas tutup, dan LDR diletakkan pada bagian bawah, yang dihubungkan pada raspi dan MCP3008 pada bagian atas penutup yang dihubungkan dengan kabel *jumper*.



Gambar 5. 8 Implementasi rangkaian LCD 16x2 dan *push button*

Berdasarkan perancangan pada perangkat keras pada LCD 16X2 dan *push button* yang sudah dijelaskan pada sub bab 5.1.2, hasil pada implementasinya di tunjukkan pada Gambar 5.8.

5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak

Klasifikasi minyak goreng ini berdasarkan yang telah dilakukan pada sub bab 5.1.3. Pada saat melakukan implementasi perangkat lunak ini sepenuhnya melalui proses pengkodean yang dilakukan pada Python, dimana pada awal program dilakukan inisialisasi *library* yang digunakan untuk mempermudah pemrograman beberapa fungsi tertentu.

Tabel 5. 8 Kode pemrograman inisialisasi *library* klasifikasi minyak goreng

No	Kode Program
1	<code>from picamera.array import PiRGBArray</code>
2	<code>from picamera import PiCamera</code>
3	<code>import RPi.GPIO as GPIO</code>
4	<code>import time</code>
5	<code>import cv2</code>
6	<code>import numpy as np</code>
7	<code>import spidev</code>
8	<code>import os</code>
9	<code>import csv</code>
10	<code>import math</code>
11	<code>import RPi_I2C_driver</code>

Pada Tabel 5.8 ditunjukkan pada pengimplementasikan *library* pada sistem, baris ke-1 `from picamera.array import PiRGBArray` mengambil nilai RGB, baris ke-2 `from picamera import picamera` mengambil *library* camera raspi, baris ke-3 `import Rpi.GPIO as GPIO` library GPIO untuk menggunakan pin GPIO pada raspi, baris ke-4 `import time` library untuk milis, baris ke-5 `import cv2` library untuk cv2, baris ke-6 `import numpy as np` *library* untuk mengelola angka, baris ke-10 `import math` untuk melakukan perhitungan matematika, baris ke-11 `import RPi_I2C_driver` untuk library LCD 16x2.

5.2.3.1 Implementasi kode program Kamera Raspi

Dalam melakukan implementasi perlu adanya pengcapture gambar, tentunya perlu dilakukan inisialisasi kamera dan konfigurasi kamera yang berdasarkan pada perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak yang sudah di jelaskan pada sub bab sebelumnya.

Tabel 5. 9 Kode Program Kamera Raspi

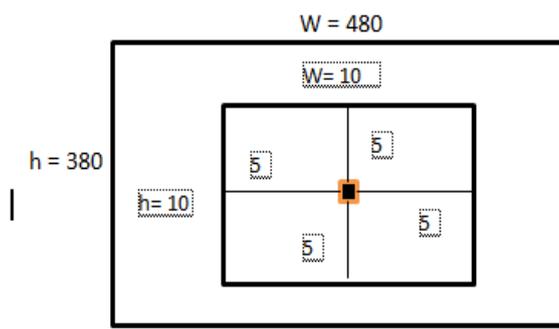
No	Kode Program
1	<code>camera = PiCamera()</code>
2	<code>camera.resolution = (480, 320)</code>
3	<code>camera.framerate = 10</code>

```

4 camera.iso = 1600
5 camera.contrast = 50
6 camera.exposure_compensation = 4
7 camera.exposure_mode = 'off'
8 camera.shutter_speed = 25000
9 camera.meter_mode = 'spot'
.....
10 image = frame.array
11     width = 480
12     height = 320
13     w_cropped = 10
14     h_cropped = 10
15     luas_cropped = w_cropped * h_cropped
16 center = (width/2,height/2)
17 cropped = image[(center[1]-
(h_cropped/2)):(center[1]+(h_cropped/2)), (center[0]-
(w_cropped/2)):(center[0]+(w_cropped/2))]
18     r = 0
19     g = 0
20     b = 0
.....
21 cv2.circle(imagec,center, 5, (0,0,255), -1)
22     cv2.imshow("img", imagec)
23     cv2.imshow("cropped", cropped)

```

Pada Tabel 5.9 menunjukkan pada baris ke-1 yaitu inialisasi kamera Raspi, baris ke-2 sampai baris ke-9 konfigurasi kamera Raspi, baris ke-11 dan baris ke -12 yaitu inialisasi ukuran frame yang digunakan yaitu panjang 480 pixel, lebar 320 *pixel*, baris ke-13 dan baris ke-14 digunakan untuk inialisasi *pixel* yang akan diambil yaitu sebesar 10 *pixel*, baris ke-15 rumus perhitungan luas cropped, baris ke-16 menentukan *center*, baris ke-17 rumus perhitungan *cropped* untuk mengambil titik tengah, baris ke-18 sampai baris ke-20 inialisasi RGB, baris ke-21 sampai baris ke-23 untuk menampilkan gambar. Gambar *Cropping centroid* dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5. 9 Cropping centroid

5.2.3.2 Implementasi kode program Recording data dari SPI MCP dan LDR

Pada Tabel 5.10, program baris ke-1 inialisasi SPI, baris ke-2 pembacaan channel, baris ke-3 ,baris ke-4 merupakan pengambilan data dari MCP3008 ADC, baris ke-5 merupakan kembalian dari data ADC, pada baris ke-6 fungsi ConvertVolts, bariske-7 rumus untuk merubah dari ADC yang nilainya 0 – 1023 atau 8 bit menjadi ke nilai 0 – 5 volt, baris ke-8 pembultan volts, baris ke-9 pengembalian nilai volts, baris ke-10 sampai baris ke-12 fungsi SPI dengan kecepatan protokol SPI 1000000, baris ke-13 scale voltase supaya angka voltase tidak besar jadi angka dari voltase dikalikan 100.

Tabel 5. 10 Kode program SPI MCP dan LDR

No	Kode Program
1	<code>spi = spidev.SpiDev()</code>
2	<code>def ReadChannel(channel):</code>
3	<code>adc = spi.xfer2([1, (8+channel)<<4,0])</code>
4	<code>data = ((adc[1]&3) << 8) + adc[2]</code>
5	<code>return data</code>
6	<code>def ConvertVolts(data,places):</code>
7	<code>volts = (data * 5.0) / float(1023) rumus</code>
8	<code>volts = round(volts,places)</code>
9	<code>return volts</code>
10	<code>def setup():</code>
	<code>.....</code>
11	<code>spi.open(0,0)</code>
12	<code>spi.max_speed_hz = 1000000</code>
	<code>.....</code>
13	<code>row[3] = row[3] * 100 discale</code>

Pada Tabel 5.11 menjelaskan program baris ke-1 untuk inialisasi trigger pada pin GPIO 11, setelah itu diambil data recordingnya, pada baris ke-2 sampai ke-4 jika trigger false tidak ada recording, jika recording bernilai true akan memulai recording, pada baris ke-5 LDR pembacaan LDR pada chanel MCP, pada baris ke-6 Perulangan cropped, baris ke-7 perulangan y yang terdapat di dalam variabel x, baris ke-8 inialisai $b = b + y[0]$, baris ke -9 inialisai $g = g + y[0]$, baris ke-10 inialisai $r = r + y[0]$, baris ke-11 sampai baris ke-13 inialisasi data b(blue),



g(green), r(red), baris ke-14 sampai baris ke-17 melakukan recording data RGB dari kamera dan LDR sebagai voltase.

Tabel 5. 11 Kode Program Recording data

No	Kode Program
1	trigger = GPIO.input(11)
2	if trigger == False and not recording:
3	recording = True
4	if recording is True: mulai recording
5	LDR_volts = ConvertVolts(ReadChannel(0),3)
6	for x in cropped:
7	for y in x:
8	b += y[0]
9	g += y[1]
10	r += y[2]
11	b = b/luas_cropped
12	g = g/luas_cropped
13	r = r/luas_cropped
14	data_record[0] += r
15	data_record[1] += g
16	data_record[2] += b
17	data_record[3] += LDR_volts

5.2.3.3 Implementasi Kode program K-Nearest Neighbor (KNN)

Pada Tabel 5.12 program KNN ini pada baris ke-1 sampai baris ke-74 merupakan hasil dari data sampel yaitu tempe penggorengan 1 sampai penggorengan ke-6 dengan minyak curah dan bimoli, Nugget dengan minyak curah dan bimoli penggorengan 1 sampai dengan penggorengan 6, Pindang dengan minyak curah dan bimoli dengan melakukan penggorengan 1 sampai penggorengan 6 dan setiap pengambilan data uji diambil sebanyak dua kali setiap bahan pangan, pada baris ke-75 sampai baris ke-81 perhitungan nilai KNN yang diambil dari RGBV, baris ke-82 sampai baris-83 perhitungan dari RGB dan Voltase dan mengembalikan nilai dari hitung, pada baris ke-84 sampai baris ke-87 mensorting dari hasil KNN hitung dan mengembalikan nilai,pada baris ke-88 panjang range dari data record, pada baris ke-89 data record dibagi 10, pada baris ke-90 hasil diambil dari KNN data latih dan row yang hasil record dibagi 10, baris ke-91 sorting hasil KNN.

Tabel 5. 12 Kode Program K-Nearest Neighbor

No	Kode Program
1	datalatih=[
2	[255.0, 227.0, 0.0, 38.10000000000001, 0],
3	[246.3, 201.3, 0.0, 38.6, 1],
4	[235.9, 165.8, 0.0, 41.22, 2],
5	[139.8, 42.7, 0.0, 55.450000000000024, 3],
6	[69.5, 0.0, 0.0, 77.85000000000001, 4],





7	[0.0, 0.0, 0.0, 189.02, 5],
8	[255.0, 241.2, 7.8, 37.059999999999995, 0],
9	[247.0, 179.4, 0.0, 40.15, 1],
10	[189.9, 112.6, 0.0, 45.779999999999994, 2],
11	[173.7, 61.8, 0.0, 51.199999999999999, 3],
12	[96.7, 0.0, 0.0, 73.05, 4],
13	[11.7, 0.0, 0.0, 123.570000000000001, 5],
14	[255.0, 255.0, 64.1, 34.699999999999996, 0],
15	[255.0, 236.1, 2.5, 37.15, 1],
16	[228.2, 167.1, 0.0, 41.699999999999996, 2],
17	[173.7, 68.4, 0.0, 51.499999999999999, 3],
18	[121.0, 19.7, 0.0, 61.55, 4],
19	[70.9, 0.0, 0.0, 76.47, 5],
20	[255.0, 255.0, 57.3, 35.149999999999999, 0],
21	[255.0, 231.0, 0.0, 37.3, 1],
22	[253.1, 204.5, 0.0, 40.15, 2],
23	[175.5, 55.9, 0.0, 53.950000000000001, 3],
24	[0.0, 0.0, 0.0, 141.72, 4],
25	[0.0, 0.0, 0.0, 238.459999999999998, 5],
26	[241.1, 191.7, 0.0, 39.2, 0],
27	[245.9, 179.8, 0.0, 40.449999999999996, 1],
28	[178.4, 78.0, 0.0, 51.55, 2],
29	[147.9, 56.8, 0.0, 55.610000000000001, 3],
30	[76.7, 0.0, 0.0, 83.099999999999998, 4],
31	[0.0, 0.0, 0.0, 220.000000000000003, 5],
32	[252.3, 223.0, 0.0, 37.55, 0],
33	[236.6, 187.1, 0.0, 39.15, 1],
34	[200.3, 131.7, 0.0, 44.1, 2],
35	[217.6, 115.3, 0.0, 47.550000000000001, 3],
36	[100.5, 1.1, 0.0, 66.5, 4],
37	[0.0, 0.0, 0.0, 247.65, 5],
38	[255.0, 223.6, 0.0, 37.3, 0],
39	[234.5, 143.2, 0.0, 41.499999999999999, 1],
40	[228.2, 156.4, 0.0, 42.549999999999999, 2],
41	[206.8, 121.3, 0.0, 44.399999999999999, 3],
42	[204.5, 99.1, 0.0, 59.309999999999995, 4],
43	[116.7, 6.6, 0.0, 74.9, 5],
44	[234.8, 183.9, 0.0, 40.15, 0],
45	[248.9, 202.0, 0.0, 38.160000000000004, 1],
46	[192.1, 102.9, 0.0, 49.149999999999999, 2],
47	[172.7, 75.4, 0.0, 49.099999999999994, 3],
48	[131.6, 24.7, 0.0, 57.749999999999999, 4],
49	[69.8, 0.0, 0.0, 77.06, 5],
50	[217.4, 142.8, 0.0, 43.3, 0],
51	[167.0, 84.0, 0.0, 59.650000000000006, 1],
52	[118.5, 28.7, 0.0, 60.749999999999999, 2],
53	[22.5, 0.0, 0.0, 105.300000000000001, 3],
54	[1.9, 0.0, 0.0, 121.249999999999999, 4],
55	[0.0, 0.0, 0.0, 160.100000000000002, 5],
56	[211.2, 142.2, 0.0, 44.639999999999999, 0],
57	[158.3, 77.0, 0.0, 52.900000000000001, 1],
58	[105.5, 16.7, 0.0, 66.98, 2],
59	[57.0, 0.0, 0.0, 84.150000000000002, 3],
60	[0.1, 0.0, 0.0, 125.149999999999998, 4],
61	[0.0, 0.0, 0.0, 179.640000000000001, 5],
62	[241.7, 175.9, 0.0, 41.499999999999999, 0],
63	[172.9, 84.2, 0.0, 50.9, 1],
64	[91.6, 2.2, 0.0, 68.66, 2],
65	[68.9, 0.0, 0.0, 73.399999999999999, 3],

```

66 [1.4, 0.0, 0.0, 118.00000000000001, 4],
67 [0.0, 0.0, 0.0, 166.14999999999998, 5],
68 [255.0, 218.2, 0.0, 39.24999999999999, 0],
69 [212.1, 129.1, 0.0, 45.45, 1],
70 [174.8, 85.1, 0.0, 50.18, 2],
71 [19.6, 0.0, 0.0, 109.60000000000001, 3],
72 [15.9, 0.0, 0.0, 105.99000000000001, 4],
73 [0.0, 0.0, 0.0, 160.01000000000002, 5]
74 ]
75 def knn(dataset, datauji):
76     hitung = []
77     for x in range(len(dataset)):
78 r = math.pow(dataset[x][0]-datauji[0],2)
79 g = math.pow(dataset[x][1]-datauji[1],2)
80 b = math.pow(dataset[x][2]-datauji[2],2)
81 v=math.pow(dataset[x][3]-datauji[3],2)
82 hitung.append([math.sqrt(r+g+b+v), dataset[x][4]])
83     return hitung
84 def sorting(knnhitung):
85     a = np.array(knnhitung)
86     i = np.lexsort((a[:,1],a[:,0]))
87     return a[i]
88 .....
89 for x in range(len(data_record)):
90 row[x] = float(data_record[x]) / 10
91 .....
92 hasil = knn(datalatih, row)
93 sort = sorting(hasil)

```

Untuk menentukan frekuensi penggorengan pada minyak yaitu baris ke-75 sampai baris ke-87 yang melakukan perhitungan KNN dengan menghitung *R G B* dan *voltase*. Hasil yang diperoleh didapatkan dari hasil terkecil dari data uji yang dilakukan.

5.2.3.4 Implementasi Kode Program LCD 16x2

Pada Tabel 5.13 pada baris ke-1 yaitu inialisasi LCD, baris ke-3 fungsi sleep pada LCD, pada baris ke-4 fungsi clear pada LCD, pada baris ke-5 menampilkan tulisan Menunggu pada baris 1 di LCD, baris ke-6 tidak menampilkan tulisan pada baris 2 pada LCD, pada baris ke-7 fungsi clear pada LCD, pada baris ke-8 sampai baris ke-9 menampilkan tulisan *R G B Voltase*.

Tabel 5. 13 Kode Program LCD 16x2

No	Kode Program
1	mylcd = RPi_I2C_driver.lcd()
2	def main():
3	time.sleep(1)
4	mylcd.lcd_clear()
5	mylcd.lcd_display_string("Menunggu...", 1)
6	mylcd.lcd_display_string("", 2)
	mylcd.lcd_clear()
7	mylcd.lcd_display_string("Baca ke "+str(read_counter)+"
8	V"+str(round(LDR_volts*100,1)), 1)
	mylcd.lcd_display_string("R"+str(int(r))+" G"+str(int(g))+"
9	B"+str(int(b)), 2)

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

6.1 Pengujian nilai RGB pada modul kamera raspi

Kamera raspi merupakan sensor utama pada sistem ini yang memiliki fungsi pada pembacaan nilai RGB warna dari penggorengan minyak yang akan dideteksi. Pada pengujian modul kamera raspi ini akan dilakukan dengan pembacaan dari beberapa penggorengan minyak dengan bahan pangan yang berbeda dengan menggunakan modul kamera raspi kemudian nilai akan dibandingkan dengan sensor warna TCS3200.

6.1.1 Tujuan pengujian

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui tingkat keakuratan pada modul kamera raspi dalam membaca warna minyak. Dengan melakukan perbandingan nilai RGB pada kamera raspi dengan sensor TCS3200, maka akan diperoleh selisih akurasi RGB pada sensor TCS3200.

6.1.2 Prosedur pengujian

Berikut prosedur yang akan dilakukan dalam pengujian keakuratan RGB pada modul kamera raspi:

1. Menyalakan laptop
2. Menghubungkan kabel LAN raspberry Pi ke laptop.
3. Menyalakan raspberry pi dengan menghubungkan charger pada raspberry pi.
4. Membuka VNC viewer untuk menjalankan raspberry pi.
5. Mengukur nilai RGB pada 12 jenis objek penggorengan minyak yang berbeda menggunakan modul kamera raspi.
6. Mengukur nilai RGB pada 12 jenis objek penggorengan minyak yang berbeda menggunakan sensor TCS3200
7. Melihat hasil dari pembacaan nilai RGB dari kamera raspi dari LCD 16x2 dan membandingkan nilai yang terbaca dari kamera raspi dengan RGB pada sensor TCS3200, kemudian menentukan besarnya error dari pembacaan kamera raspi dengan cara mencari rata-rata dari nilai RGB pada minyak.

Cara untuk mengukur presentase error yaitu dengan menggunakan persamaan (6.1) seperti :

$$\text{Persentase error} = \frac{\text{selisih nilai pembacaan}}{255} \times 100\% \quad (6.1)$$

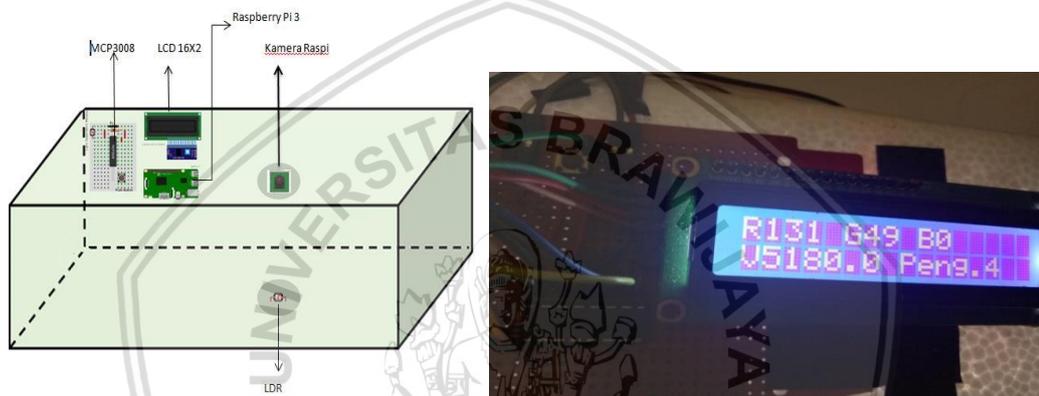
Menghitung selisih nilai RGB dari pembacaan kamera raspi dan sensor TCS3200 yaitu menggunakan persamaan (6.2)

$$\text{Selisih nilai pembacaan} = |\text{Pembacaan sensor TCS3200} - \text{Pembacaan kamera}| \quad (6.2)$$

Menghitung akurasi RGB menggunakan persamaan (6.3)

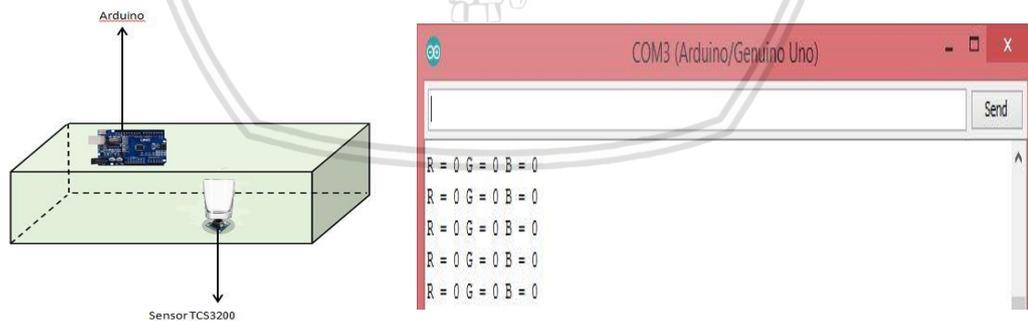
$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{Presentase Error} \quad (6.3)$$

Kamera Raspi



Gambar 6. 1 Pengambilan RGB pada Kamera Raspi

Sensor TCS3200



Gambar 6. 2 Pengambilan RGB pada sensor TCS3200



6.1.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Hasil pengujian dari kamera raspi ditunjukkan pada tabel 6.1 di bawah :

Tabel 6. 1 Hasil Pengujian pembacaan kamera Raspi dengan sensor TCS3200

No	Kamera Raspi				Sensor TCS3200				Selisih Error			Presentase eror			Akurasi		
	R	G	B	Warna	R	G	B	Warna	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	255	254	11		220	250	65		35	4	49	13,725%	1,568%	19,215%	86,275%	98,431%	80,784%
2	255	254	33		220	230	65		35	24	32	13,725%	9,411%	12,549%	86,275%	90,588%	87,450%
3	252	245	0		232	230	48		20	15	48	7,843%	5,882%	18,823%	92,157%	94,117%	81,177%
4	253	248	0		220	225	40		33	23	35	12,941%	9,019%	13,725%	87,058%	90,980%	86,275%
5	207	184	0		190	189	0		17	5	0	6,666%	1,960%	0%	93,333%	98,04%	100%
6	139	65	6		80	40	33		59	25	27	23,137%	9,803%	10,588%	76,862%	90,196%	89,411%
7	40	0	0		25	9	15		15	9	15	5,882%	3,529%	5,882%	94,078%	96,471%	94,078%
8	142	80	0		165	54	25		23	26	25	9,019%	10,196%	9,803%	90,981%	89,803%	90,196%
9	40	2	10		20	5	2		15	3	8	5,882%	1,176%	3,137%	94,117%	98,823%	96,862%
10	140	85	65		100	50	27		40	35	38	15,686%	13,725%	14,901%	84,313%	86,274%	85,098%
11	0	0	0		15	5	10		15	5	10	5,882%	1,960%	3,921%	94,117%	98,039%	96,079%
12	0	0	0		0	0	0		0	0	0	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Rata-Rata															89,964%	86,139%	82,293%

Berdasarkan persamaan (6.1) dalam menentukan presentase akurasi pada setiap pengujian, diperoleh rata-rata akurasi R (Red) sebesar 89,964%, G (Green) sebesar 86,139%, B(Blue) sebesar 82,293% Perhitungan pada presentase akurasi pada pengujian ke 1 sebagai berikut :

Selisih pembacaan nilai R(red):

$$\begin{aligned} \text{Selisih nilai pembacaan} &= |\text{Pembacaan sensor TCS3200} - \text{Pembacaan kamera}| \quad (6.2) \\ &= |255 - 220| \\ &= 35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase error} &= \frac{\text{selisih nilai pembacaan}}{255} \times 100\% \quad (6.1) \\ &= \frac{35}{255} \times 100\% \\ &= 13,725\% \end{aligned}$$

Menghitung akurasi nilai R(red) adalah sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Presentase Error} \quad (6.3)$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100\% - 13,725\% \\ &= 86,275\% \end{aligned}$$

Menghitung rata-rata akurasi nilai R(Red) keseluruhan pengujian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata akurasi} &= \frac{\text{Jumlah presentase akurasi}}{\text{jumlah pengujian}} \\ &= \\ &= \frac{86,275\% + 86,275\% + 92,157\% + 87,058\% + 93,333\% + 76,862\% + 94,078\% + 90,981\% + 94,117\% + 84,313\% + 94,117\% + 100\%}{12} \\ &= 89,964\% \end{aligned}$$

6.2 Pengujian Pada Tampilan LCD 16x2

LCD 16x2 merupakan komponen digunakan untuk menampilkan karakter pada layar yang memiliki ukuran 16 kolom dan 2 baris. pada karakter yang ditampilkan pada layar LCD yang berdasarakan yang sudah ditentukan, maka sebab itu pengujian ini dilakukan untuk melihat kesesuaian pada tampilan dan rancangan.

6.2.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian tampilan LCD 16x2 untuk mengetahui hasil dari pembacaan kamera raspi, LDR dan hasil klasifikasi yang diharapkan. Pada saat ditampilkan pada LCD 16x2 sesuai dengan kode program yang sudah dirancang dan setelah itu di implementasikan.

6.2.2 Prosedur Pengujian

Dalam melakukan pengujian pada tampilan LCD 16x2 dilakukan seperti :

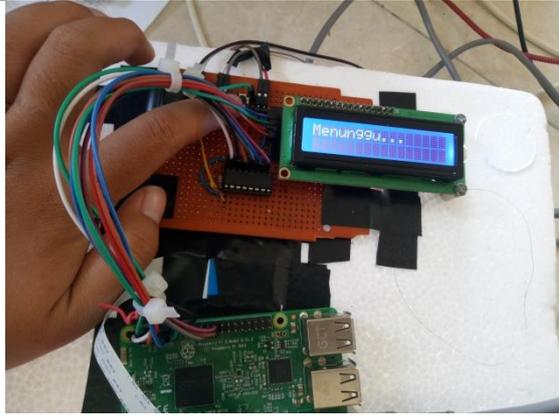
1. Menghubungkan Alat klasifikasi minyak goreng yang sudah dibuat dengan USB yang dicolokkan pada charger
2. Membuka VNC viewer untuk menjalankan raspberry pi.
3. Melihat tampilan LCD 16x2 dengan memberikan kondisi yang berbeda saat melakukan pengujian untuk melihat tampilannya.

6.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6. 2 Hasil pengujian LCD 16x2

No	Gambar	Keterangan
1		Tampilan pada awal LCD 16x2



2		Penekanan pada tombol <i>Push button</i>
3		Klasifikasi Pada Minyak Goreng

berdasarkan tabel diatas untuk tampilan LCD 16x2 terlihat dapat berjalan sesuai yang diharapkan.



6.3 Pengujian Akurasi K=1, K=3, K=5 Terhadap Klasifikasi Minyak Goreng Berdasarkan Frekuensi Penggorengan Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* pada penggorengan ke-1 sampai ke-6

Pengujian pada Sistem Klasifikasi Minyak Goreng berdasarkan frekuensi penggorengan dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* ini memiliki tujuan, yaitu untuk dapat mengklasifikasikan frekuensi penggunaan minyak goreng berdasarkan berapa kali minyak goreng tersebut digunakan untuk menggoreng dengan bahan ayam, ati ampela, tempe, kerupuk kulit, dan pindang. Oleh sebab itu, perlu diketahui tingkat akurasi K=1, K=3, K=5 dari klasifikasi metode *K-Nearest Neighbor*.

6.3.1 Tujuan pengujian

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui tingkat akurasi K=1, K=3, K=5 pada metode *K-Nearest Neighbor* dalam sistem klasifikasi minyak goreng berdasarkan frekuensi penggorengan.

6.3.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada akurasi metode *k-Nearest neighbor* dilakukan untuk menentukan nilai akurasi pada sistem yakni dengan cara membandingkan hasil klasifikasi minyak goreng berdasarkan frekuensi penggorengan yang dilakukan oleh sistem dengan fakta frekuensi pada penggunaan minyak goreng untuk menggoreng bahan ayam, tempe, pindang, ati ampela, dan kerupuk kulit. Adapun Persamaan (6.3) yang digunakan untuk menghitung tingkat keakuratan metode *K-Nearest Neighbor* ditunjukkan sebagai berikut.

$$\text{Tingkat akurasi} = \frac{\text{Data sesuai}}{\text{Total data}} \times 100\% \quad (6.3)$$

Berikut ini merupakan sampel minyak goreng yang diujikan ditunjukkan pada Gambar 6.3.



Gambar 6. 3 Sampel Minyak Goreng

6.3.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6. 3 Data Uji dan Hasil Klasifikasi KNN K=1

No	Data Uji	Hasil Klasifikasi Berdasarkan Perhitungan Euclidian Terhadap Nilai						
		K=1	1	2	3	4	5	6
1	Ayam ke-1	24,327	Sesuai	-	-	-	-	-
2	Ayam ke-2	2,955	-	Sesuai	-	-	-	-
3	Ayam ke-3	8,786	-	-	Sesuai	-	-	-
4	Ayam ke-4	11,422	-	-	-	Sesuai	-	-
5	Ayam ke-5	45,592	-	-	-	-	Tidak	-
6	Ayam ke-6	6,450	-	-	-	-	-	Sesuai
7	Tempe ke-1	18,982	Sesuai	-	-	-	-	-
8	Tempe ke-2	6,029	-	Sesuai	-	-	-	-
9	Tempe ke-3	17,025	-	-	Sesuai	-	-	-
10	Tempe ke-4	8,958	-	-	-	Sesuai	-	-
11	Tempe ke-5	7,922	-	-	-	-	Tidak	-
12	Tempe ke-6	0,030	-	-	-	-	-	Sesuai
13	Ati ampela ke-1	48,468	Sesuai	-	-	-	-	-
14	Atiampela ke-2	6,383	-	Tidak	-	-	-	-
15	Ati ampela ke-3	3,995	-	-	Sesuai	-	-	-
16	Ati ampela ke-4	7,088	-	-	-	Sesuai	-	-
17	Ati ampela ke-5	5,350	-	-	-	-	Sesuai	-
18	Ati ampela ke-6	52,950	-	-	-	-	-	Sesuai
19	Pindang ke-1	5,441	Tidak	-	-	-	-	-
20	Pindang ke-2	5,540	-	Sesuai	-	-	-	-
21	Pindang ke-3	13,065	-	-	Tidak	-	-	-
22	Pindang ke-4	14,512	-	-	-	Sesuai	-	-



23	Pindang ke-5	11,337	-	-	-	-	Sesuai	-
24	Pindang ke-6	0,550	-	-	-	-	-	sesuai
25	Kerupuk kulit ke-1	13,264	Sesuai	-	-	-	-	-
26	Kerupuk kulit ke-2	2,694	-	Sesuai	-	-	-	-
27	Kerupuk kulit ke-3	31,783	-	-	Tidak	-	-	-
28	Kerupuk kulit ke-4	14,653	-	-	-	Sesuai	-	-
29	Kerupuk kulit ke-5	14,624	-	-	-	-	Sesuai	-
30	Kerupuk kulit ke-6	1,941	-	-	-	-	-	Tidak

Dari Tabel 6.3 dapat dilihat bahwa dari 30 data uji, data yang sesuai sebanyak 22 dan data yang tidak sesuai sebanyak 8 data, maka dapat dihitung nilai akurasi sebesar 73,33%

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{Data sesuai}}{\text{Total data}} \times 100\% \\
 &= \frac{22}{30} \times 100\% = 73,33\%
 \end{aligned}$$

Tabel 6. 4 Data Uji dan Hasil Klasifikasi KNN K=3

No	Data Uji	Hasil Klasifikasi Berdasarkan Perhitungan Euclidian Terhadap Nilai						
		K=3	1	2	3	4	5	6
1	Ayam ke-1	24,327	Sesuai	-	-	-	-	-
2	Ayam ke-2	2,955	-	Sesuai	-	-	-	-
3	Ayam ke-3	8,786	-	-	Sesuai	-	-	-
4	Ayam ke-4	11,422	-	-	-	Sesuai	-	-
5	Ayam ke-5	45,592	-	-	-	-	Tidak	-
6	Ayam ke-6	6,450	-	-	-	-	-	Sesuai
7	Tempe ke-1	18,982	Sesuai	-	-	-	-	-
8	Tempe ke-2	6,029	-	Sesuai	-	-	-	-
9	Tempe ke-3	17,025	-	-	Sesuai	-	-	-



10	Tempe ke-4	8,958	-	-	-	Sesuai	-	-
11	Tempe ke-5	7,922	-	-	-	-	Tidak	-
12	Tempe ke-6	0,030	-	-	-	-	-	Sesuai
13	Ati ampela ke-1	48,468	Sesuai	-	-	-	-	-
14	Atiampela ke-2	6,383	-	Tidak	-	-	-	-
15	Ati ampela ke-3	3,995	-	-	Sesuai	-	-	-
16	Ati ampela ke-4	7,088	-	-	-	Sesuai	-	-
17	Ati ampela ke-5	5,350	-	-	-	-	Sesuai	-
18	Ati ampela ke-6	52,950	-	-	-	-	-	Sesuai
19	Pindang ke-1	5,441	Tidak	-	-	-	-	-
20	Pindang ke-2	5,540	-	Sesuai	-	-	-	-
21	Pindang ke-3	13,065	-	-	Tidak	-	-	-
22	Pindang ke-4	14,512	-	-	-	Sesuai	-	-
23	Pindang ke-5	11,337	-	-	-	-	Sesuai	-
24	Pindang ke-6	0,550	-	-	-	-	-	sesuai
25	Kerupuk kulit ke-1	13,264	Sesuai	-	-	-	-	-
26	Kerupuk kulit ke-2	2,694	-	Sesuai	-	-	-	-
27	Kerupuk kulit ke-3	31,783	-	-	Tidak	-	-	-
28	Kerupuk kulit ke-4	14,653	-	-	-	Sesuai	-	-
29	Kerupuk kulit ke-5	14,624	-	-	-	-	Sesuai	-
30	Kerupuk kulit ke-6	1,941	-	-	-	-	-	Tidak

Dari Tabel 6.4 dapat dilihat bahwa dari 30 data uji, data yang sesuai sebanyak 22 dan data yang tidak sesuai sebanyak 8 data, maka dapat dihitung nilai akurasi sebesar 73,33%.

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{Data sesuai}}{\text{Total data}} \times 100\% \\
 &= \frac{22}{30} \times 100\% = 73,33\%
 \end{aligned}$$

Tabel 6. 5 Data Uji dan Hasil Klasifikasi KNN K=5

No	Data Uji	Hasil Klasifikasi Berdasarkan Perhitungan Euclidian Terhadap Nilai						
		K=3	1	2	3	4	5	6
1	Ayam ke-1	24,327	Sesuai	-	-	-	-	-
2	Ayam ke-2	2,955	-	Sesuai	-	-	-	-
3	Ayam ke-3	8,786	-	-	Sesuai	-	-	-
4	Ayam ke-4	11,422	-	-	-	Sesuai	-	-
5	Ayam ke-5	45,592	-	-	-	-	Tidak	-
6	Ayam ke-6	6,450	-	-	-	-	-	Sesuai
7	Tempe ke-1	18,982	Sesuai	-	-	-	-	-
8	Tempe ke-2	6,029	-	Sesuai	-	-	-	-
9	Tempe ke-3	17,025	-	-	Sesuai	-	-	-
10	Tempe ke-4	8,958	-	-	-	Sesuai	-	-
11	Tempe ke-5	7,922	-	-	-	-	Tidak	-
12	Tempe ke-6	0,030	-	-	-	-	-	Sesuai
13	Ati ampela ke-1	48,468	Sesuai	-	-	-	-	-
14	Atiampela ke-2	6,383	-	Tidak	-	-	-	-
15	Ati ampela ke-3	3,995	-	-	Sesuai	-	-	-
16	Ati ampela ke-4	7,088	-	-	-	Sesuai	-	-
17	Ati ampela ke-5	5,350	-	-	-	-	Sesuai	-
18	Ati ampela	52,950	-	-	-	-	-	Sesuai



	ke-6							
19	Pindang ke-1	5,441	Tidak	-	-	-	-	-
20	Pindang ke-2	5,540	-	Sesuai	-	-	-	-
21	Pindang ke-3	13,065	-	-	Tidak	-	-	-
22	Pindang ke-4	14,512	-	-	-	Sesuai	-	-
23	Pindang ke-5	11,337	-	-	-	-	Sesuai	-
24	Pindang ke-6	0,550	-	-	-	-	-	sesuai
25	Kerupuk kulit ke-1	13,264	Sesuai	-	-	-	-	-
26	Kerupuk kulit ke-2	2,694	-	Sesuai	-	-	-	-
27	Kerupuk kulit ke-3	31,783	-	-	Tidak	-	-	-
28	Kerupuk kulit ke-4	14,653	-	-	-	Sesuai	-	-
29	Kerupuk kulit ke-5	14,624	-	-	-	-	Sesuai	-
30	Kerupuk kulit ke-6	1,941	-	-	-	-	-	Tidak

Dari Tabel 6.5 dapat dilihat bahwa dari 30 data uji, data yang sesuai sebanyak 22 dan data yang tidak sesuai sebanyak 8 data, maka dapat dihitung nilai akurasinya sebesar 73,33%.

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{Data sesuai}}{\text{Total data}} \times 100\% \\
 &= \frac{22}{30} \times 100\% = 73,33\%
 \end{aligned}$$



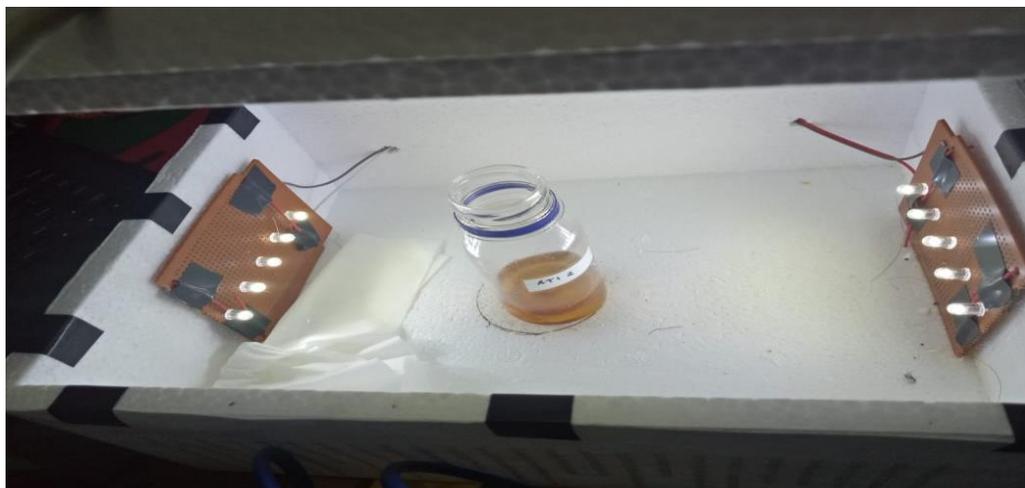
Pada Tabel 6.3 sampai 6.5 terlihat bahwa dengan menggunakan $K=1$, $K=3$, $K=5$ dari jumlah 30 data uji terdapat 8 hasil dari sistem yang tidak sesuai dengan kelas klasifikasi sebenarnya, sehingga akurasi yang diperoleh Sistem Klasifikasi Minyak Goreng berdasarkan frekuensi penggorengan dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* adalah $K=1$ sebesar 73,33%, $K=2$ sebesar 73,33%, $K=5$ sebesar 73,33%.

Sampel Gambar benar klasifikasi penggorengan ke-4



Gambar 6. 4 Klasifikasi benar penggorengan ke-4

Sampel Gambar salah klasifikasi penggorengan ke-2





Gambar 6. 5 Klasifikasi salah penggorengan ke-2

6.4 Pengujian waktu komputasi

6.4.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk proses klasifikasi Minyak Goreng berdasarkan frekuensi penggorengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

6.4.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian untuk waktu komputasi sistem dilakukan dengan cara mengukur waktu komputasi ketika perhitungan dimulai dari penekanan *push button* sebagai *trigger* sampai dengan menampilkan hasil klasifikasi pada LCD 16x2 dalam satu siklus sebanyak 30 kali pengujian. Pada Tabel 6.4 menunjukkan implementasi *source code* untuk menghitung waktu pemrosesan sistem. Pada baris ke-1 merupakan definisi *millis*, baris ke-2 mengambil nilai milis yang dikembalikan dari fungsi `millis()`, baris ke-3 rumus perhitungan *millis*, baris ke-4 menampilkan waktu komputasi dari hasil `end_time` dalam bentuk ms.

Tabel 6. 6 Kode program waktu komputasi

No	Kode Program
1	<code>def millis():</code>
2	<code>return int(round(time.time()*1000))</code>
3	<code>end_time = millis() - start_time</code>
4	<code>print ("Waktu Komputasi : "+str(end_time)+" ms")</code>

6.4.3 Hasil dan Analisis Pengujian

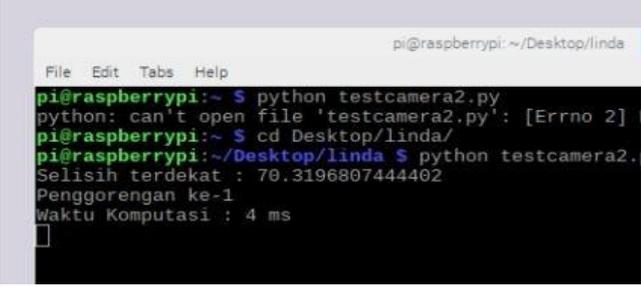
Tabel 6. 7 Hasil Waktu Komputasi

No	Pengujian ke -	Waktu Komputasi (ms)
1	1	4
2	2	4

3	3	4
4	4	11
5	5	2
6	6	3
7	7	4
8	8	2
9	9	11
10	10	4
11	11	4
12	12	3
13	13	3
14	14	4
15	15	4
16	16	3
17	17	4
18	18	2
19	19	4
20	20	4
21	21	4
22	22	2
23	23	1
24	24	4
25	25	4
26	26	4
27	27	4
28	28	4
29	29	2
30	30	4
Rata-rata		3,9

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 30 kali, dengan menggunakan 72 data latih waktu komputasi sistem untuk melakukan pengambilan keputusan klasifikasi minyak goreng adalah dengan rata-rata 3,9

ms. Screenshoot salah satu pengujian waktu komputasi pada python ditunjukkan pada Gambar 6.6.



```
pi@raspberrypi: ~/Desktop/linda
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ python testcamera2.py
python: can't open file 'testcamera2.py': [Errno 2]
pi@raspberrypi:~$ cd Desktop/linda/
pi@raspberrypi:~/Desktop/linda$ python testcamera2.py
Selisih terdekat : 70.3196807444402
Penggorengan ke-1
Waktu Komputasi : 4 ms
```

Gambar 6. 6 Waktu Komputasi



BAB 7 PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang penarikan kesimpulan dari pengujian yang dilakukan. Kemudian menuliskan beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang dituliskan pada awal pengerjaan dan juga hasil analisis dan pengujian yang dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Implementasi metode K-Nearest Neighbor pada sistem dengan mengolah data latih sebanyak 72 kali dengan objek tempe ,nugget, pindang dengan minyak goreng curah dan bimoli sebanyak 1 sampai 6 kali penggorengan. Kemudian data latih diproses menggunakan perhitungan K-Nearest Neighbor sehingga mendapatkan hasil terdekat dari tetangganya. Dari hasil tetangga terdekatnya maka dihasilkan minyak penggorengan 1 sampai penggorengan 6 .
2. Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan mendapatkan presentase akurasi dari kamera raspi dengan sensor TCS3200 pada nilai R(*Red*) sebesar 89,964%, nilai G(*Green*) sebesar 86,139%, nilai B(*Blue*) sebesar 82,293% karena dipengaruhi oleh cahaya karena sifat cahaya dapat menembus benda cair.
3. Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan dengan menggunakan 72 data latih dan 30 data uji dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor mendapatkan akurasi pada K=1, K=3, K=5 sebesar 73,33%. Akurasi tidak 100% disebabkan karena perbedaan pada warna minyak tidak terlalu besar.
4. Rata-rata waktu komputasi yang dibutuhkan dalam satu kali pengujian yaitu sebesar 3,9 ms dengan 72 data latih dan 30 data uji.

7.2 Saran

Terdapat saran yang ditujukan untuk peneliti selanjutnya dengan tujuan untuk mengembangkan lebih lanjut penelitian ini, di antara lain.

1. Menggunakan metode klasifikasi lain untuk meningkatkan akurasi sistem.
2. Menambahkan tampilan user interface untuk mempermudah dalam menampilkan data.
3. Menambah objek dan menambah hasil klasifikasi agar sistem lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. (2015, Februari 16). *Resep Hati Ayam Goreng Kunyit*. Retrieved Mei 19, 2018, from <https://www.resep-masakan-adinda.com/2015/02/resep-hati-ayam-goreng-kunyit.html>
- Choirul, I. (2013, Januari 26). *Tempe Bisa Mencegah Diabetes, Stroke, Hingga Kanker*. Retrieved Agustus 3, 2018, from Sidomi: <http://sidomi.com/157773/tempe-bisa-mencegah-diabetes-stroke-hingga-kanker/>
- Dedes Amertaningtyas, S. (2011). Pengolahan kerupuk “Rambak” kulit di Indonesia. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan*, 18-29.
- G.Senthilkumar, K. . (2014). Embedded Image Capturing System Using Raspberry Pi System. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS)*, 214.
- Hamdani Budiman, T. R. (2015). Pengamatan Lesi Makroskopis Pada Hati Ayam Broiler Yang Dijual Di Pasar Lambaro Aceh Besar Dan Hubungannya Dengan Keberadaan Mikroba. *Jurnal Medika Veterinaria*, 51.
- Haniya, B. (2016, Mei 12). *Resep Ayam Goreng Sederhana dan Gurih*. Retrieved Juni 13, 2018, from Haniya Kitchen: <https://www.haniyakitchen.com/2016/05/resep-ayam-goreng-sederhana-dan-gurih.html>
- Hendy Mulyawan, M. Z. (2011). Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time. 2.
- I PutuGede Budisanjaya, I. N. (2013). Perangkat Lunak Pengolahan Citra Untuk Segmentasi dan Cropping Daun Sawi Hijau. *Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems*, 217.
- Ibnu Malkan Bakhrul Ilmi, A. K. (2015). Kualitas Minyak Goreng dan Produk Gorengan Selama Penggorengan di Rumah Tangga Indonesia. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 61.
- Ivy. (2014, November 10). *Must Try: Kumpulan Resep Nugget Super Ciamik*. Retrieved Juni 14, 2018, from Vemale.com: <https://www.vemale.com/resep-makanan/75362-must-try-kumpulan-resep-nugget-super-ciamik.html>
- Jodi Irjaya Kartika, E. S. (2017). Penentuan Siswa Berprestasi Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dan Weighted Product (Studi Kasus : SMP Negeri 3 Mejayan). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 353.
- Lutfi, E. (2017, Oktober 02). *Alih Teknologi Pengolahan Pindang Higienis*. Retrieved Juni 13, 2018, from Badan Riset Dan Sumber Daya Manusia

- Kelautan Dan Perikanan: <https://kkp.go.id/brsdm/artikel/417-alih-teknologi-pengolahan-pindang-higienis>
- M Nuzulul Marofi, D. S. (2017). Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Frekuensi Penggunaan Minyak Goreng dengan Menggunakan Metode Bayes. *1*, 1-9.
- Nasional, P. B. (2012). *Tempe:Persembahan Indonesia untuk Dunia*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Prastia, A. A. (2016). Pembuatan Nugget Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) Dengan Penambahan Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jom FAPERTA*, 1-2.
- Prehan, B. (2013, December 27). *Konfigurasi Pin LCD16x2*. Retrieved Agustus 2, 2018, from Bagus Prehan Learning electronics: <http://www.bagusprehan.com/2013/12/konfigurasi-pin-lcd-16x2.html>
- Raj, B. (2015, October 24). *16x2 LCD Display Module*. Retrieved September 9, 2018, from Circuit Digest: <https://circuitdigest.com/article/16x2-lcd-display-module-pinout-datasheet>
- Riyan Eko Putri, S. R. (2014). Perbandingan Metode Klasifikasi Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor Pada Analisis Data Status Kerja Di Kabupaten Demak Tahun 2012 . *Jurnal Gaussian*, 833 - 834.
- Sidarto, B. (2018, March 15). *Raspberry Perkenalkan Pi 3 Model B+*. Retrieved September 9, 2018, from Jagat Review: <http://www.jagatreview.com/2018/03/raspberry-perkenalkan-pi-3-model-b/>
- Sudarmanto, A. (2014). Pembuatan Alat Uji Kekentalan Minyak Goreng Dengan Menggunakan Metode Viskositas Stokes Untuk Praktikum Fisika Dasar 1 Jurusan Tadris Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan IAIN Walisongo. *Jurnal Phenomenon*, 52.
- Suprianto. (2015, October 11). *Pengertian LDR (Light Dependent Resistor) Dan Cara Mengukurnya*. Retrieved September 9, 2018, from <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-dan-cara-mengukurnya/>
- Suyadhi, T. D. (2014, October 03). *Light Dependent Resistor (LDR)*. Retrieved Mei 2, 2018, from Robotics University: <http://www.robotics-university.com/2014/10/light-dependent-resistor-ldr.html>
- Yuni Erlita, S. (2016, Juli 28). *Cara Membuat Kerupuk Kulit Sapi*. Retrieved September 4, 2018, from <http://sumbarprov.go.id/details/news/8239>