

**SISTEM DETEKSI KEMATANGAN BUAH MANGGA BERDASARKAN  
KANDUNGAN GAS NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH DAN VOCs MENGGUNAKAN  
METODE K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN)**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:  
Luqmanul Halim Zain  
NIM: 16515030111001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



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

**MALANG  
2021**



# PENGESAHAN

SISTEM DETEKSI KEMATANGAN BUAH MANGGA BERDASARKAN KANDUNGAN GAS NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH DAN VOCs MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN)

## SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :  
Luqmanul Halim Zain  
NIM: 165150301111001

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
25 Juni 2021

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

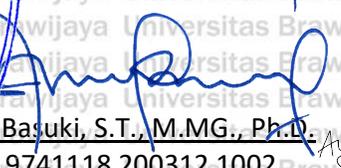
Dosen Pembimbing 2

  
Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.  
NIK: 201102 870610 1 001

  
Hurriyatul Fitriyah, S.T., M.Sc.  
NIP: 198510012015042003

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



  
Achmad Basuki, S.T., M.MG., Ph.D.  
NIP: 19741118 200312 1002

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata di dalam 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, 7 September 2020



Luqmanul Halim Zain

NIM: 165150301111001

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs Menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (K-NN)”.

Skripsi ini merupakan tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih pada:

1. Bapak Achmad Basuki, S.T., M.MG., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan terhadap penulis selama pengerjaan skripsi, sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
3. Ibu Hurriyatul Fitriyah, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan terhadap penulis selama pengerjaan skripsi, sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
4. Seluruh dosen fakultas Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan motivasi selama penulis menempuh studi.
5. Seluruh civitas akademia Universitas Brawijaya yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi dan menyelesaikan pengerjaan skripsi.
6. Orang tua penulis, Almarhum Ayah dan Ibu yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi dengan baik.
7. Teman-teman “Aliansi” yang saling mendukung dan berbagi ilmu selama penulis menempuh studi dan pengerjaan skripsi.
8. Teman-teman program studi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya angkatan 2016 atas waktu, kebersamaan dan ilmu yang telah dibagikan selama menjadi mahasiswa.
9. Seluruh pihak yang mendukung penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik, saran maupun pengembangan lebih lanjut. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membacanya.

Malang, 7 September 2020

Penulis  
luqqhz@gmail.com



**ABSTRAK**

**Luqmanul Halim Zain, Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Kandungan Gas NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH dan VOCs Menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (K-NN)**

**Pembimbing: Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D dan Huriyatul Fitriyah, S.T., M.Sc.**

Berdasarkan data dari BPS tahun 2016 buah mangga merupakan pertanian buah terbesar nomor dua setelah komoditas buah pisang. Buah mangga termasuk kelompok buah batu (drupa) yang berdaging, dengan ukuran dan bentuk yang sangat berubah-ubah bergantung pada macamnya. Mangga (*Mangifera indica L.*) memiliki karakteristik rasa yang sangat menarik terdapat lebih dari 270 aroma senyawa *volatile* dalam varietas mangga yang berbeda. Salah satu masalah yang terdapat pada produksi buah mangga yaitu proses pengklasifikasian matang tidak nya buah mangga. Dalam kasus kematangan buah mangga ini terkadang ada buah mangga yang memiliki warna yang cukup matang tetapi masih terasa asam, begitu pun sebaliknya. Oleh sebab itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menentukan tingkat kematangan pada buah mangga berdasarkan aroma. Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat mendeteksi kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH dan VOCs dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbour*. Pada rancangan sistem ini digunakan 3 sensor gas yaitu TGS2602, MQ135 dan MQ5. Untuk proses pengklasifikasian data sampel digunakan Arduino nano sebagai pemrosesan data yang menggunakan metode *K-Nearest Neighbour*. Data latih yang digunakan diambil dari 15 buah mangga matang dan 15 buah mangga mentah, selanjutnya buah mangga yang diuji akan dideteksi kandungan gas NH<sub>3</sub>, alkohol dan VOCs dengan sensor TGS2602, MQ135 dan MQ5 data yang didapatkan akan diproses dengan metode *K-Nearest Neighbour*. Hasil klasifikasi dari tingkat kematangan buah mangga akan ditampilkan pada layar LCD beserta dengan hasil pembacaan sensor. Pada pengujian sistem didapatkan hasil akurasi klasifikasi dengan 15 data uji akurasi tertinggi mencapai 86,6% pada K=3 dibandingkan dengan nilai K=5,7 dan 9.

Kata kunci : buah mangga, tingkat kematangan, *K-Nearest Neighbour*, sensor gas

## ABSTRACT

**Luqmanul Halim Zain, Mango Fruit Maturity Detection System based on NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH and VOCs Gas Content using the K-Nearest Neighbor (K-NN) Method**

**Supervisors: Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D dan Huriyatul Fitriyah, S.T., M.Sc.**

Mango is the second largest fruit farm after banana based on data from BPS in 2016. The mango fruit is a group of fleshy stone fruit (drupa), with varying sizes and shapes depending on the type. Mango (*Mangifera indica L.*) has very interesting taste characteristics, there are more than 270 aromas of volatile compounds in different mango varieties. One of the problems in mango production is the classification process for mango maturity. In the case of ripe mangoes, sometimes there are mangoes that have a fairly ripe color but still taste sour, and vice versa. Therefore we need a system that can determine the level of maturity in mangoes based on aroma. This study aims to design a system that can detect ripeness in mangoes based on aroma using the K-Nearest Neighbor method. In this system design, 3 gas sensors are used, namely TGS2602, MQ135 and MQ5. For the process of classifying sample data, Arduino nano is used as data processing using the K-Nearest Neighbour method. The training data used were taken from 15 ripe mangoes and 15 raw mangoes, then the tested mangoes were detected for their volatile gas NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH and VOCs with the TGS2602, MQ135 and MQ5 sensors the data obtained would be processed by the K-Nearest Neighbour method. The classification results of the mango ripeness level will be displayed on the LCD screen along side with the results sensor readings. In system testing, the results classification accuracy with 15 test data, the highest accuracy reached 86.6% at K = 3 compared to the values of K = 5.7 and 9.

**Keywords:** mango, ripeness level, *K-Nearest Neighbor*, gas sensor

**DAFTAR ISI**

PENGESAHAN ..... 2

PERNYATAAN ORISINALITAS ..... 3

PRAKATA ..... 4

ABSTRAK ..... 6

DAFTAR ISI ..... 8

DAFTAR TABEL ..... 12

DAFTAR GAMBAR ..... 13

DAFTAR LAMPIRAN ..... 15

BAB 1 PENDAHULUAN ..... 15

    1.1 Latar Belakang ..... 16

    1.2 Rumusan Masalah ..... 18

    1.3 Tujuan ..... 18

    1.4 Manfaat ..... 18

    1.5 Batasan Masalah ..... 19

    1.6 Sistematika Pembahasan ..... 19

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN ..... 21

    2.1 Landasan Kepustakaan ..... 21

    2.2 Dasar Teori ..... 22

        2.2.1 Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Aroma ..... 22

        2.2.2 *K-Nearest Neighbor* (KNN) ..... 23

        2.2.3 Normalisasi ..... 25

        2.2.4 Arduino Nano ..... 26

        2.2.5 Sensor Gas TGS2602 ..... 26

        2.2.6 Sensor Gas MQ135 ..... 27

        2.2.7 Sensor Gas MQ5 ..... 27

BAB 3 METODOLOGI ..... 29

    3.1 Tipe Penelitian ..... 29

    3.2 Strategi dan Rancangan Penelitian ..... 29



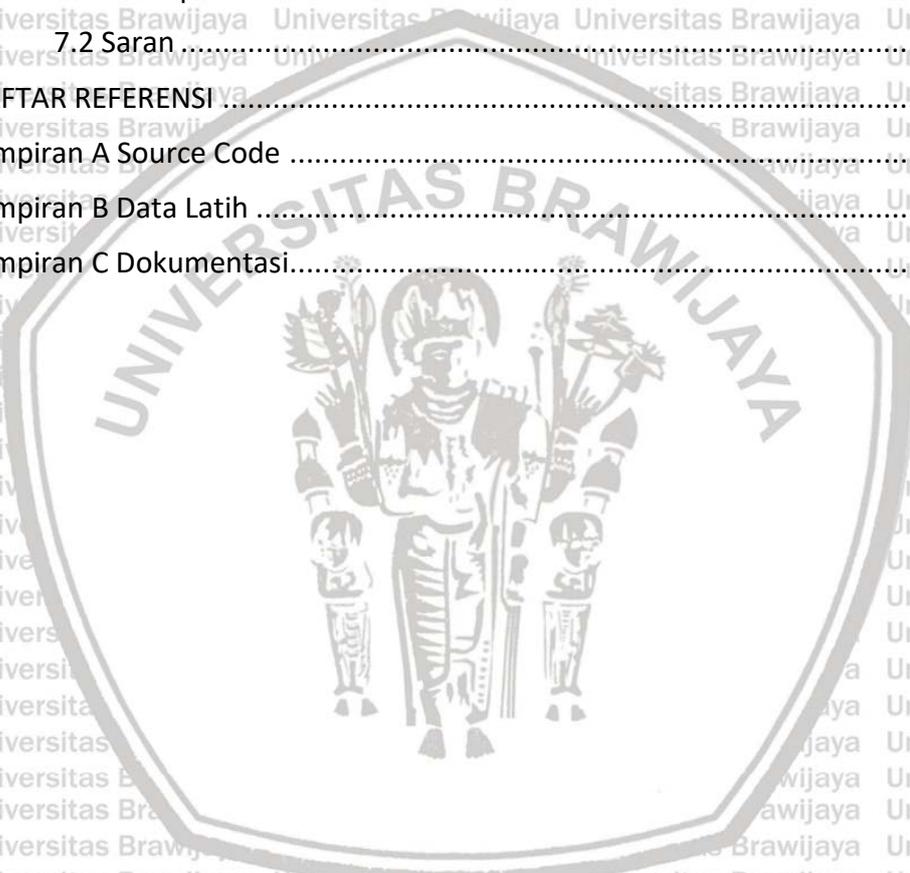
3.2.1 Studi Literatur .....	30
3.2.2 Rekayasa kebutuhan sistem .....	30
3.2.2.1 Kebutuhan perangkat keras .....	30
3.2.2.2 Kebutuhan perangkat lunak .....	30
3.2.3 Perancangan sistem .....	30
3.2.4 Implementasi .....	31
3.2.5 Pengujian sistem .....	31
3.2.6 Analisis hasil .....	31
3.2.7 Kesimpulan dan saran .....	31
3.3 Subjek atau partisipan penelitian .....	32
3.4 Lokasi Penelitian .....	32
3.5 Metode pengumpulan data .....	32
3.6 Peralatan pendukung yang digunakan .....	32
<b>BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Deskripsi Umum .....	34
4.1.1 Perspektif Sistem .....	34
4.1.2 Karakteristik Pengguna .....	34
4.2 Kebutuhan Sistem .....	35
4.2.1 Kebutuhan Fungsional .....	35
4.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional .....	36
4.2.3 Kebutuhan Perangkat Keras .....	36
4.2.4 Kebutuhan Perangkat Lunak .....	38
4.2.5 Asumsi dan Ketergantungan .....	38
<b>BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI .....</b>	<b>40</b>
5.1 Perancangan Sistem .....	40
5.1.1 Perancangan <i>Prototype</i> Sistem .....	41
5.1.2 Perancangan Subsistem Sensor TGS2602 .....	42
5.1.3 Perancangan Subsistem Sensor MQ135 .....	43
5.1.4 Perancangan Subsistem Sensor MQ5 .....	44
5.1.5 Perancangan Subsistem LCD 16X2 .....	45



5.1.6 Perancangan Subsystem Push Button.....	46
5.1.7 Perancangan Program Umum Sistem .....	47
5.1.8 Perancangan Program Data Sensor TGS2602 .....	49
5.1.9 Perancangan Program Data Sensor MQ135 .....	50
5.1.10 Perancangan Program Data Sensor MQ5.....	50
5.1.11 Perancangan Proses Klasifikasi K-Nearest Neighbour .....	51
5.2 Implementasi Sistem .....	54
5.2.1 Implementasi Prototipe Sistem.....	55
5.2.2 Implementasi Subsystem Sensor TGS2602.....	55
5.2.3 Implementasi Subsystem Sensor MQ135 & MQ5 .....	56
5.2.4 Implementasi Subsystem Output.....	56
5.2.5 Implementasi Kode Program Sensor TGS2602 .....	57
5.2.6 Implementasi Kode Program Sensor MQ135 .....	58
5.2.7 Implementasi Kode Program Sensor MQ5.....	59
5.2.8 Implementasi Kode Program LCD .....	60
5.2.9 Implementasi Kode Program K-Nearest Neighbour .....	61
<b>BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....</b>	<b>67</b>
6.1 Pengujian Sensor Gas TGS2602.....	67
6.1.1 Tujuan Pengujian.....	67
6.1.2 Prosedur Pengujian .....	67
6.1.3 Hasil dan Anailis Pengujian .....	67
6.2 Pengujian Sensor Gas MQ135.....	68
6.2.1 Tujuan Pengujian.....	69
6.2.2 Prosedur Pengujian .....	69
6.2.3 Hasil dan Anailis Pengujian .....	69
6.3 Pengujian Sensor Gas MQ5.....	70
6.3.1 Tujuan Pengujian.....	70
6.3.2 Prosedur Pengujian .....	70
6.3.3 Hasil dan Anailis Pengujian .....	71
6.4 Pengujian LCD 16X2.....	72



6.4.1 Tujuan Pengujian.....	72
6.4.2 Prosedur Pengujian .....	72
6.4.3 Hasil dan Anailis Pengujian .....	72
6.5 Pengujian Metode <i>K-Nearest Neighbour</i> .....	73
6.5.1 Tujuan Pengujian.....	73
6.5.2 Prosedur Pengujian.....	73
6.5.3 Hasil dan Anailis Pengujian .....	73
<b>BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>75</b>
7.1 Kesimpulan.....	75
7.2 Saran .....	75
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>77</b>
Lampiran A Source Code .....	79
Lampiran B Data Latih .....	82
Lampiran C Dokumentasi.....	83



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.2.1 Perbandingan Jurnal yang sudah ada..... 21

Tabel 5.1 Keterangan Koneksi Pin Sensor TGS2602 dengan Arduino Nano ..... 42

Tabel 5.2 Keterangan Koneksi Pin Sensor MQ135 dengan Arduino Nano..... 43

Tabel 5.3 Keterangan Koneksi Pin Sensor MQ5 dengan Arduino Nano..... 44

Tabel 5.4 Keterangan Koneksi Pin LCD 16X2 I2C dengan Arduino Nano..... 45

Tabel 5.5 Keterangan Koneksi Pin Push Button dengan Arduino Nano..... 46

Tabel 5.6 Data Latih Buah Mangga ..... 53

Tabel 5.7 Kode Program Sensor TGS2602 ..... 57

Tabel 5.8 Kode Program Sensor MQ135 ..... 58

Tabel 5.9 Kode Program Sensor MQ5 ..... 59

Tabel 5.10 Kode Program LCD ..... 60

Tabel 5.11 Kode Program K-Nearest Neighbour..... 61

Tabel 5.12 Perhitungan Manual *Euclidean Distance* Klasifikasi *K-Nearest Neighbor*..... 64

Tabel 5.13 Hasil *Sorting* klasifikasi K-Nearest Neighbor..... 65

Tabel 5.14 Simulasi Jarak Tetangga Terdekat Klasifikasi K-Nearest Neighbor ..... 66

Tabel 6.1 Hasil Pengujian Sensor TGS2602..... 68

Tabel 6.2 Hasil Pengujian Sensor MQ135..... 70

Tabel 6.3 Hasil Pengujian Sensor MQ5..... 71

Tabel 6.4 Hasil Pengujian Akurasi Metode K-Nearest Neighbour ..... 73



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Buah Mangga ..... 23

Gambar 2.2 Arduino Nano ..... 26

Gambar 2.3 Sensor TGS2602 ..... 27

Gambar 2.4 Sensor MQ135 ..... 27

Gambar 2.5 Sensor MQ5 ..... 28

Gambar 3.3.1 Alir Metodologi ..... 29

Gambar 5.1 Diagram Sistem ..... 40

Gambar 5.2 Skematik Prototipe Sistem ..... 42

Gambar 5.3 Skematik Subsistem TGS2602 ..... 43

Gambar 5.4 Skematik Subsistem MQ135 ..... 44

Gambar 5.5 Skematik Subsistem MQ5 ..... 45

Gambar 5.6 Skematik Subsistem LCD 16X2 ..... 46

Gambar 5.7 Skematik Subsistem Push Button ..... 47

Gambar 5.8 Diagram alir sistem ..... 48

Gambar 5.9 Diagram alir pembacaan data TGS2602 ..... 49

Gambar 5.10 Diagram alir pembacaan data MQ135 ..... 50

Gambar 5.11 Diagram alir pembacaan data MQ5 ..... 51

Gambar 5.12 Diagram alir klasifikasi K-Nearest Neighbour (K-NN) ..... 52

Gambar 5.13 Data Latih Mangga Mentah ..... 53

Gambar 5.14 Data Latih Mangga Matang ..... 53

Gambar 5.15 Implementasi Prototipe Sistem ..... 55

Gambar 5.16 Implementasi Subsistem Sensor TGS2602 ..... 56

Gambar 5.17 Implementasi Subsistem Sensor MQ135 & MQ5 ..... 56

Gambar 5.18 Implementasi Subsistem Output ..... 57

Gambar 5.19 Implementasi Kode Sensor ..... 58

Gambar 5.20 Implementasi Kode Program Sensor ..... 59

Gambar 5.21 Implementasi Kode Program Sensor ..... 60



Gambar 5.22 Implementasi Kode Program LCD ..... 61

Gambar 5.23 Implementasi Kode Program K-NN ..... 63

Gambar 6.1 Pengujian Sensor TGS2602 ..... 68

Gambar 6.2 Pengujian Sensor MQ135 ..... 69

Gambar 6.3 Pengujian Sensor MQ5 ..... 71

Gambar 6.4 Hasil Pengujian Tampilan LCD 16X2 ..... 72

Gambar C.7.0.1 Dokumentasi Data Uji Matang ..... 83

Gambar C.7.0.2 Dokumentasi Data Uji Mentah ..... 83

Gambar C.7.0.3 Penentuan tingkat kematangan mangga oleh ahli ..... 84



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Source Code .....	79
Lampiran B Data Latih .....	82
Lampiran C Dokumentasi .....	83



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk salah satu negara penghasil buah mangga terbesar di dunia. Dengan produksi 2,4 juta ton mangga per tahun, Indonesia menjadi produsen mangga terbesar keempat di dunia. Buah mangga merupakan komoditas pertanian buah terbesar nomor dua setelah komoditas buah pisang. Luas panen mangga di Indonesia selalu meningkat. Pada tahun 2016 luas panen mangga di Indonesia mencapai 165.608 hektare, tahun 2017 meningkat menjadi 201.080 hektare. Lalu pada tahun 2018 kembali meningkat seluas 202.838 hektare. Selain itu, pada tahun 2018 provinsi Jawa Timur menjadi provinsi terbesar di Indonesia yang memiliki luas panen terluas mencapai 83.353 hektare (BPS, 2016).

Salah satu masalah yang terdapat pada produksi buah mangga yaitu proses pengklasifikasian matang tidak nya buah mangga. Pada kasus kematangan buah mangga biasanya terdapat buah mangga yang memiliki warna yang terlihat cukup matang namun daging buah didalam nya masih terasa mentah, dan begitu pun sebaliknya (Nurdayani dkk, 2015). Maka dari itu untuk para konsumen dibutuhkan sebuah alat yang dapat membantu untuk mengetahui tingkat kematangan dari buah mangga. Salah satu metode yang digunakan yaitu mencium aroma dari buah mangga, dan hingga saat ini proses tersebut masih dilakukan secara manual oleh petani mangga maupun pedagang mangga. Pada proses untuk mengetahui kematangan mangga yang matang, kebanyakan manusia bersifat subjektif dan tidak konsisten sehingga biasanya hasil penilaian berbeda-beda.

Metode tersebut kurang efektif bila dilakukan pada jumlah yang banyak sehingga memakan waktu yang cukup lama. Masalah ini disebabkan karena masih belum banyak teknologi yang digunakan untuk mengukur tingkat kematangan buah mangga. Penggunaan teknologi akan sangat membantu petani mangga untuk mengklasifikasikan buah mangga.

Pada penelitian sebelumnya Nurdayani dkk (2015) mengklasifikasikan tingkat kematangan buah Mangga berdasarkan normalisasi warna dengan menggunakan metode Fuzzy Logic berbasis web. Dari penelitian ini hasil akurasi klasifikasi kematangan buah mangga yang didapat mencapai 40%. Sedangkan pada penelitian Pamungkas A.P.S et al., (2019) berdasarkan hasil klasifikasi K-NN dengan menggunakan metode GLCM dan L\*A\*B untuk ekstraksi fitur statistik mendapatkan nilai akurasi sebesar 62.5%. Hasil nilai akurasi yang didapat dari kedua penelitian sebelumnya dapat dikatakan cukup

rendah dikarenakan sistem klasifikasi yang digunakan yaitu berdasarkan warna dimana umumnya penelitian yang menggunakan klasifikasi warna mengidentifikasi berdasarkan kulit luar dari buah mangga karena di dalam kasus kematangan buah mangga terkadang mangga yang memiliki warna yang relatif matang pada aslinya buah tersebut masih mentah, dan begitu pun sebaliknya.

Buah-buahan memproduksi berbagai macam senyawa organik yang membuat buah tersebut memiliki karakteristik aroma yang tertentu dan berkontribusi terhadap tingkat kematangan dari buah tersebut. Menurut Fellman, J.K et al, 2003 buah yang belum matang memproduksi senyawa *volatile* yang rendah pada saat panen dan kehilangan kemampuan memproduksi senyawa *volatile* selama penyimpanan dibandingkan buah yang sudah matang.

Senyawa organik sebagian besar terdiri dari *esters, alcohols, aldehydes, ketones, lactones, terpenoids and apocarotenoids*. Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi kemunculan senyawa organik diantaranya adalah, tingkat kematangan, susunan genetik, kondisi lingkungan, dan penyimpanan pascapanen (El Hadi, M, A, M. et al. 2013).

Mangga memiliki kriteria kematangan sebagai berikut, mangga dinyatakan matang jika daging buah tebal, lunak berwarna kuning, berserat halus dan memiliki aroma yang harum dan segar sedangkan mangga yang belum matang secara maksimal memiliki aroma yang tipis. (Badan Standardisasi Nasional, 1992).

Berdasarkan penjelasan diatas dimana klasifikasi kematangan buah mangga berdasarkan warna memiliki akurasi yang rendah dan klasifikasi berdasarkan aroma merupakan salah satu parameter yang erat kaitannya dengan tingkat kematangan buah mangga. Penulis mengusulkan sebuah solusi untuk membuat sistem yang dapat menentukan tingkat kematangan pada buah mangga berdasarkan aroma yakni dari gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , dan VOCs dengan menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbours* (K-NN). Pemilihan fitur gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , dan VOCs dikarenakan gas tersebut merupakan gas yang dihasilkan dari aroma buah mangga dan sensor gas yang digunakan juga mampu mendeteksi gas tersebut sedangkan metode *K-Nearest Neighbor* digunakan karena merupakan metode klasifikasi sederhana yang tidak memerlukan komputasi matematis yang kompleks dalam menyimpan data latih maupun pada proses klasifikasi, sehingga cocok digunakan pada Arduino yang memiliki sistem *embedded* yang terbatas.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, untuk dapat menyelesaikan masalah tersebut dibutuhkan sebuah solusi untuk membantu menentukan tingkat kematangan pada buah mangga.

Didalam penelitian ini digunakan Arduino Nano sebagai unit dalam memproses data. Data diambil dari 3 sensor diantaranya sensor *TGS2602*, *MQ135*, *MQ-5* data yang didapat dari hasil baca sensor akan di proses oleh mikrokontroler dan akan diklasifikasikan dengan metode *K-NN* yang sudah diimplementasikan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan mengenai latar belakang yang telah dibahas, dapat dibuat rumusan masalah seperti dibawah ini.

1. Bagaimana merancang suatu sistem yang dapat mendeteksi kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs ?
2. Bagaimana kinerja sensor yang digunakan pada sistem deteksi kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs?
3. Bagaimana hasil dari akurasi dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbour (K-NN)* pada sistem deteksi kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs ?

## 1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan merancang sistem deteksi kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs, dengan tercapainya perancangan ini diharapkan dapat melakukan klasifikasi tingkat kematangan pada buah mangga

1. Mampu merancang suatu sistem untuk mendeteksi kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs.
2. Mampu mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan baik atau tidak.
3. Mengetahui hasil akurasi dari metode *K-Nearest Neighbour (K-NN)* pada sistem deteksi kematangan buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs.

## 1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang didapatkan dari peneilitian ini yaitu menciptakan sistem yang mampu menentukan tingkat kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs. Hal ini bertujuan untuk membantu para petani maupun produsen dan konsumen untuk mengetahui tingkat kematangan pada buah mangga

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan didalam penelitian yaitu:

1. Penentuan kematangan dilakukan dengan bantuan pedagang buah mangga yang sudah ahli dalam menentukan tingkat kematangan buah mangga.
2. Jenis mangga yang akan ditentukan kematangannya adalah mangga gadung.
3. Jumlah data latih yang dipakai sebanyak 30 data latih.
4. Mangga yang digunakan dalam penelitian ini hanya valid selama 5 hari dikarenakan setelah melebihi waktu tersebut mangga akan busuk.
5. Pengujian dilakukan dalam wadah tertutup agar aroma mangga tidak tercampur dengan aroma lingkungan sekitar.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai awal mula permasalahan dari penelitian ini dilakukan, didalam pendahuluan berisikan rumusan masalah sebagai inti dari masalah penelitian ini, Manfaat yang berisi manfaat yang terkandung didalam penelitian, batasan masalah yang berisi tentang batasan-batasan yang ada didalam penelitian serta Rancangan dan Implementasi Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (K-NN)".

### BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya yang berisikan persamaan dan perbedaan yang terkandung pada penelitian serta teori-teori dasar yang digunakan.

### BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metode didalam penelitian dimulai dari studi literatur, analisis kebutuhan apa saja yang dibutuhkan, selanjutnya perancangan sistem, implementasi, scenario hasil pengujian analisis sistem rekayasa dan yang terakhir pengambilan kesimpulan.

### BAB IV REKAYASA KEBUTUHAN

Pada bab ini akan dijelaskan *requirement*, dan juga kebutuhan yang digunakn baik *software*, *hardware*, fungsionalitas alat dari Rancangan dan Implementasi Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (K-NN)".

## **BAB V PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Bab ini diuraikan mengenai perancangan pada sistem dan juga implementasi Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga secara rinci dimulai dari saat sensor dirancang.

## **BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Pada bab ini dijelaskan tentang bagaimana hasil didapat serta analisis yang dilakukan dalam pengujian sistem dimulai dari uji beberapa sensor hingga metode K-NN.

## **BAB VII PENUTUP**

Bab ini memberikan beberapa kesimpulan dan juga saran untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih maksimal.



## BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Didalam bab ini berisi mengenai tinjauan pustaka dari beberapa penelitian yang akan digunakan sebagai acuan referensi yang berisikan persamaan dan perbedaan yang terkandung pada penelitian serta teori-teori dasar yang digunakan.

### 2.1 Landasan Kepustakaan

Pada tinjauan pustaka ini, akan berisikan tentang informasi yang dapat dikumpulkan dari kumpulan penelitian yang suda ada sebelumnya. Beberapa persamaan dan perbedaan yang digunakan sebagai perbandingan didalam penulisan penelitian ini bisa dilihat pada Tabel 2.1 dibawah.

**Tabel 2.2.1 Perbandingan Jurnal yang sudah ada**

No	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	“Rancang Bangun Sistem Akusisi Data Bau Dari Larik Sensor Gas Untuk Analisis Kematangan Buah Durian Dengan Menggunakan Metode Integral Trapezoid” (Rahmad Aditya Raharjo. 2015).	Identifikasi dilakukan menggunakan seri sensor gas TGS dan MQ yang dikenal baik dalam mendeteksi gas yang dihasilkan oleh buah.	Objek identifikasi menggunakan buah durian sedangkan objek identifikasi yang akan dibuat yaitu buah mangga.
2	“Identifikasi Kematangan Buah Tropika Berbasis Sistem Penciuman Elektronik Menggunakan Deret Sensor Gas Semikonduktor Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan” (Arief Sudarmaji dan Rifah Edianti 2011).	Identifikasai dilakukan menggunakan Sensor Gas TGS 2602 yang dapat mengidentifikasi gas VOCs sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi aroma yang terdapat pada buah mangga.	Sistem menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan sedangkan sistem yang akan dibuat menggunakan metode KNN.
3	“Identifikasi Aroma Teh Dengan E-Nose Menggunakan Metode Backpropagation” (Putra, O.A et al., 2015).	Proses identifikasai yang dilakukan pada aroma teh juga menggunakan sensor TGS 2602	Penelitian ini dilakukan untuk identifikasi aroma teh yang memiliki kandungan gas

Universitas Brawijaya	yang dapat diterapkan pada buah mangga	berbeda dengan buah mangga.
-----------------------	--	-----------------------------

Berdasarkan isi dari Tabel 2.1, diperoleh tiga buah penelitian yang dapat menunjang dalam penulisan penelitian ini. Menurut Rahmad Aditya Raharjo. (2015) berdasarkan hasil pengolahan PCA, dengan menggunakan dua *Principle Component* terbesar menunjukkan nilai kovarian keseluruhan data mencapai 95.7% (PC1 sebesar 81.8% dan PC2 sebesar 13.9%) dan *score plot* PCA menunjukkan data durian mengelompok dengan baik berdasarkan tingkat kematangannya, dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa metode yang digunakan pada penelitian ini dapat mengidentifikasi tingkat kematangan pada buah durian dengan baik. Menurut Arief Sudarmaji dan Rifah Ediaty. Dari hasil pengujian aplikasi secara keseluruhan persentase keberhasilan sistem dalam mendeteksi tingkat kematangan buah (jeruk, stroberi, dan tomat) adalah sebesar 83.33% dari paper ini terdapat informasi mengenai sensor TGS 2602 yang dapat mengidentifikasi gas VOCs sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi aroma yang terdapat pada buah mangga. Menurut Putra, O.A et al (2015). Didalam penelitian ini digunakan berbagai sensor gas seperti TGS 2602, TGS 2620, TGS 2610. Hasil pengujian yang telah dilakukan akurasi alat dalam mendeteksi aroma teh untuk teh hitam mencapai 80%, teh hijau mencapai 100%, teh melati mencapai 90%, dan teh oolong mencapai 80%.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Aroma

Mangga adalah tanaman buah yang berasal dari India dan saat ini telah menyebar luas ke benua Asia Tenggara, dan paling umum terdapat di Indonesia. Tanaman mangga dapat berkembang baik pada kondisi dataran rendah dengan kondisi tanah yang memiliki kandungan pasir maupun lempung, tanaman mangga biasanya akan berkembang dengan baik pada daerah yang terbuka. (AAK, 1991).

Buah mangga termasuk dalam jenis buah klimakterik (Brown et al. 1986, Pantastico et al. 1983, Chaplin 1985). Ciri khas dari buah jenis ini terletak pada umur buah yang akan dipanen. Buah klimakterik dapat dipanen meskipun memiliki kondisi belum matang pada saat di pohon, dikarenakan buah mangga yang dipanen sebelum masak di pohon mampu matang dengan sempurna setelah disimpan dengan perlakuan khusus maupun tidak.



Gambar 2.1 Buah Mangga

Secara umum buah yang belum matang memiliki aroma yang tipis dibandingkan dengan buah yang matang karena buah yang belum matang memproduksi senyawa *volatile* yang rendah pada saat panen dan kehilangan kemampuan memproduksi senyawa *volatile* selama penyimpanan dibandingkan buah yang telah matang (Fellman, J.K et al, 2003).

Mangga (*Mangifera indica* L.) memiliki karakteristik rasa yang sangat menarik terdapat lebih dari 270 aroma senyawa *volatile* dalam varietas mangga yang berbeda telah diidentifikasi dalam bentuk bebas (Shibamoto, T. et al, 1990).

### 2.2.2 K-Nearest Neighbor (KNN)

*K-Nearest Neighbor* merupakan algoritma yang umum digunakan. *K-Nearest Neighbor* biasa digunakan dikarenakan memiliki kelebihan dalam klasifikasi dengan proses cepat dan cukup sederhana. Algoritma ini berfungsi untuk mengklasifikasikan hal baru sesuai dengan karakteristik dan juga data latih yang digunakan (Okfalissa et al, 2017).

Pada Tahun 1968 Cover dan Hart mempopulerkan *K-Nearest Neighbour*. *K-Nearest Neighbor* memiliki sifat *lazy learner* dimana metode ini berkerja dengan cara mengelompokkan hasil data yang telah dipelajari dan diklasifikasikan sebelumnya. Pada proses klasifikasi data, dalam algoritma ini pelatihan yang didapatkan berdasarkan jarak antar tiap data sehingga dapat mengidentifikasi nilai dari tetangga yang terdekat dan setelah itu hasil output dari proses klasifikasi akan didapatkan. Beberapa metode untuk mengukur jarak yang bervariasi dirumuskan dalam persamaan berikut :

#### 1. Euclidean Distance

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2.1)$$

2. Manhattan Distance

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \tag{2.2}$$

3. Minkowsky Distance

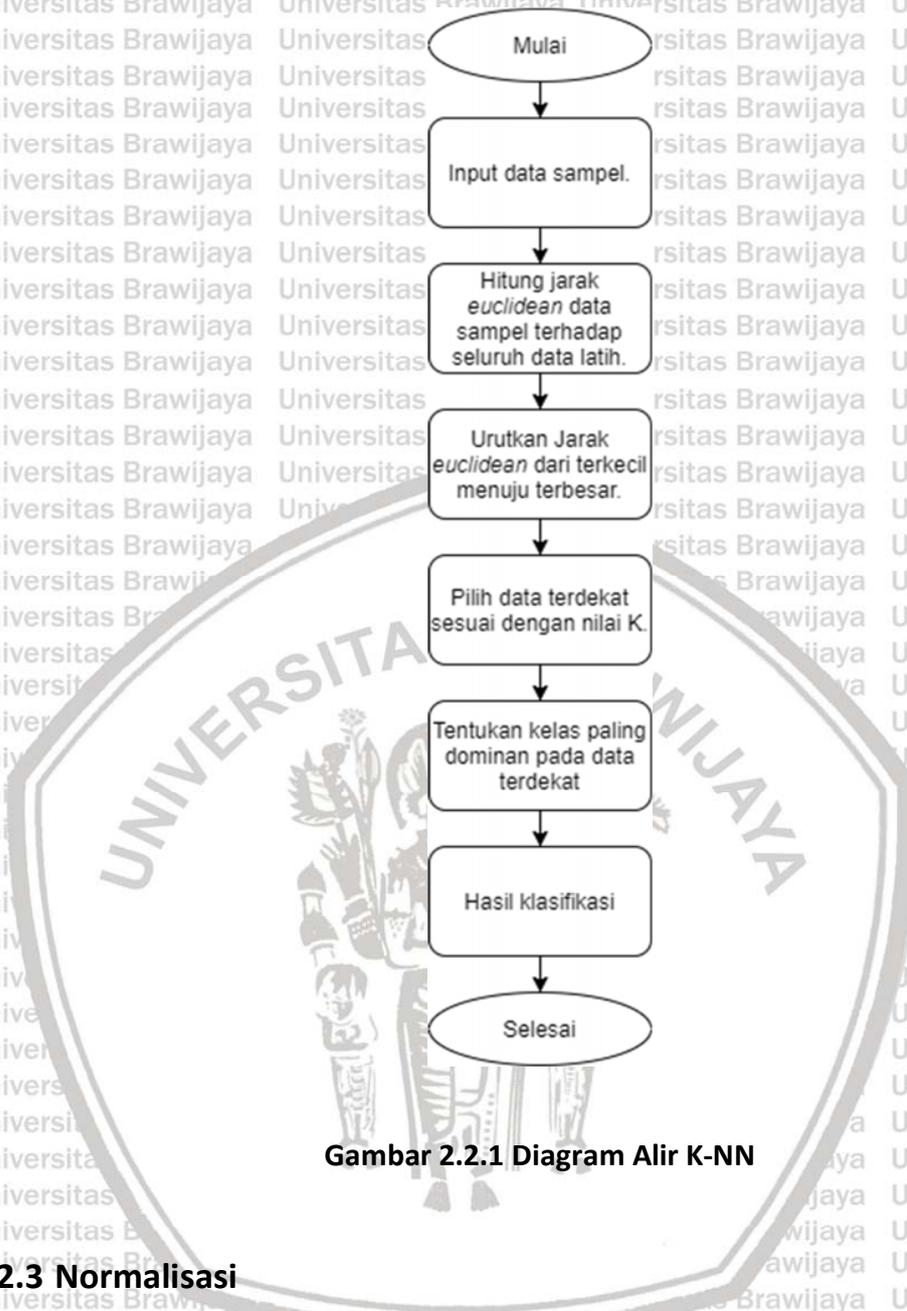
$$d(x, y) = (\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^r)^{1/r} \tag{2.3}$$

4. Chebycheev Distance

$$d(x, y) = \max_{i=1}^n |x_i - y_i| \tag{2.4}$$

Proses kinerja dari metode *K-Nearest Neighbor* dimulai dari perhitungan *euclidean distance* data uji dengan semua data latih yang ada. Jika nilai dari semua *euclidean distance* data uji dengan data latih telah didapatkan, nilai tersebut akan di *sorting* mulai dari nilai terkecil hingga terbesar, setelah itu diambil nilai yang paling kecil sejumlah nilai K. Dari data terpilih akan diambil kelas yang paling dominan, dan kelas yang memiliki dominasi paling banyak adalah hasil klasifikasi dari *K-Nearest Neighbor*. Diagram alir dari algoritma *K-Nearest Neighbor* bisa di simak pada Gambar 2.2.1.





Gambar 2.2.1 Diagram Alir K-NN

### 2.2.3 Normalisasi

Normalisasi adalah cara paling umum untuk proses normalisasi data. Metode ini menghasilkan nilai perbandingan yang seimbang dari antar data pada saat sebelum maupun setelah proses dengan melakukan teknik transformasi linier pada data asli. Dalam penelitian ini digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{normalized } x = \frac{(X - X \text{ minimum})}{(X \text{ maximum} - X \text{ minimum})} \quad (2.5)$$

Keterangan:

X minimum = nilai terkecil dari sensor yang di normalisasi

X maximum = nilai terbesar dari sensor yang di normalisasi

### 2.2.4 Arduino Nano

Arduino Nano merupakan salah satu mikrokontroler dari berbagai macam jenis Arduino yang ada. Arduino Nano memiliki ukuran yang relatif kecil dibandingkan dengan jenis Arduino lainnya. Arduino Nano digunakan untuk melakukan proses komputasi dan juga klasifikasi data. Arduino nano juga memiliki fungsi sebagai wadah untuk penyimpanan data. Berikut merupakan penampakan bentuk dari Arduino Nano :



Gambar 2.2 Arduino Nano

Sumber: (Arduino, 2020)

### 2.2.5 Sensor Gas TGS2602

TGS2602 merupakan sensor dengan kemampuan untuk mendeteksi Kontaminasi udara VOCs, amonia, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. Sensor gas TGS2602 akan digunakan untuk mendeteksi tingkat konsentrasi gas ammonia yang dihasilkan buah mangga. TGS 2602 memiliki fitur sebagai berikut :

1. Sensitivitas tinggi terhadap VOC dan gas amonia
2. Konsumsi daya rendah
3. Sensitivitas tinggi terhadap udara gas kontaminan
4. Menggunakan rangkaian listrik sederhana
5. Ukuran kecil



**Gambar 2.3 Sensor TGS2602**

Sumber : (Figarosensors, 2018)

### 2.2.6 Sensor Gas MQ135

MQ135 adalah salah satu jenis sensor gas dari beberapa jenis sensor gas yang ada MQ135 sering kali digunakan untuk memonitor kualitas udara. MQ135 mampu untuk mendeteksi dan mengukur kadar berbagai gas seperti gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , Alkohol. Sensor MQ135 memiliki pin digital sehingga sensor ini mampu digunakan meskipun tanpa menggunakan mikrokontroler. Bentuk dari Sensor MQ135 bisa dilihat melalui Gambar 2.4.



**Gambar 2.4 Sensor MQ135**

Sumber : (Components101, 2018)

### 2.2.7 Sensor Gas MQ5

MQ5 adalah sensor gas yang berguna untuk deteksi kebocoran gas (di rumah dan industri). Sensor ini digunakan untuk mendeteksi  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ , Alkohol. Kepala sensor dari MQ5 memiliki kinerja yang baik dan juga komponen yang sangat sensitif. Dikarenakan memiliki sensitivitas tinggi dan respon cepat, hasil pengukuran yang

dihasilkan dari sensor ini dapat diproses secepat mungkin.



**Gambar 2.5 Sensor MQ5**  
Sumber : (Components101, 2018)



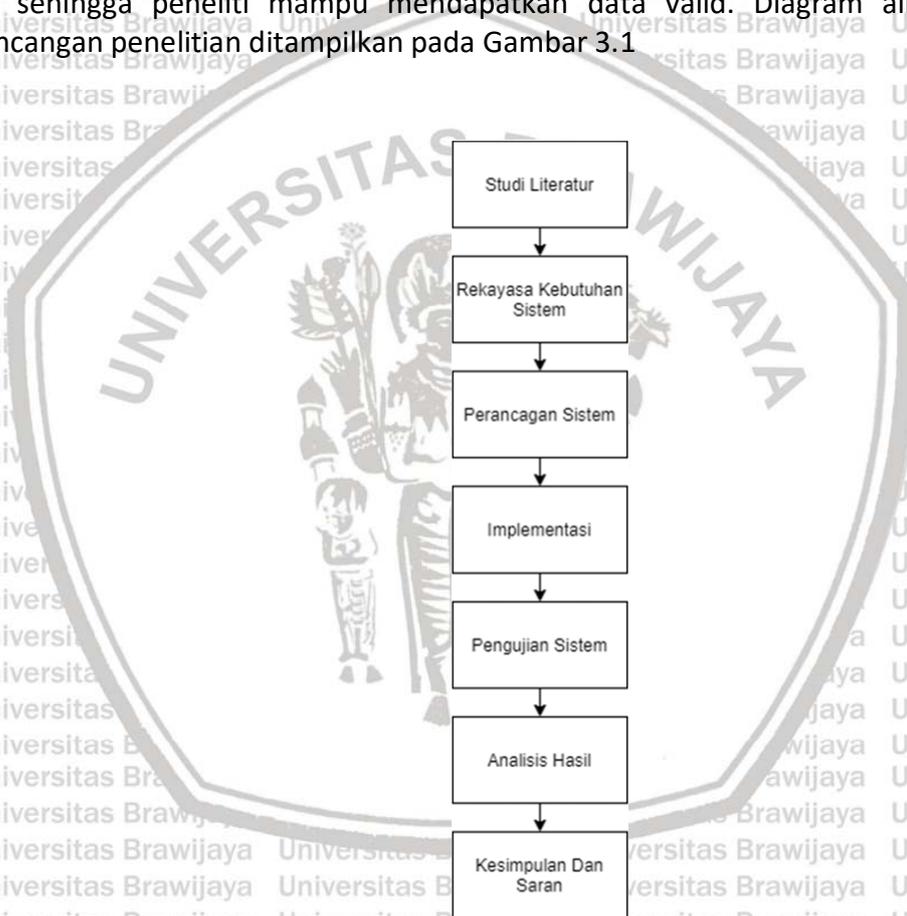
## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1 Tipe Penelitian

Pada penelitian ini digunakan tipe penelitian Implementatif – Development di mana merupakan implementasi pengembangan alat dari berbagai penelitian yang sudah ada sebelumnya, dimana proses identifikasi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan aroma yang dihasilkan oleh buah mangga dan proses klasifikasi yang digunakan yaitu metode *K-Nearest Neighbour*.

### 3.2 Strategi dan Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan strategi dalam menyusun latar pada penelitian ini sehingga peneliti mampu mendapatkan data valid. Diagram alir dari langkah rancangan penelitian ditampilkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.3.1 Alir Metodologi

### 3.2.1 Studi Literatur

Pada bab ini menjelaskan mengenai langkah kerja dari perancangan dan implementasi sebagai landasan dasar teori penguat. Dalam proses pengumpulan teori didapatkan dari *paper*, berbagai jurnal yang ada, dan buku yang berkaitan. Berikut merupakan literatur yang diaplikasikan dalam penelitian ini.

1. Identifikasi dengan menggunakan *K-Nearest Neighbor*.
2. Normalisasi data
3. Pengambilan nilai data sensor gas TGS2602.
4. Pengambilan nilai data sensor gas MQ135.
5. Pengambilan data sensor gas MQ5.

### 3.2.2 Rekayasa kebutuhan sistem

Rekayasa kebutuhan sistem memiliki tujuan agar dapat diketahui kebutuhan apa saja yang digunakan pada saat proses perancangan yang akan dibuat. Beberapa kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya.

#### 3.2.2.1 Kebutuhan perangkat keras

1. Arduino Nano
2. Sensor *TGS 2602*
3. Sensor *MQ 135*
4. Sensor *MQ 5*
5. Laptop / PC

#### 3.2.2.2 Kebutuhan perangkat lunak

1. Microsoft Windows 10 Professional 64-bit
2. Arduino IDE

### 3.2.3 Perancangan sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini digambarkan dengan diagram perancangan yang berisi input, proses dan output. Dalam perancangan ini digambarkan melalui diagram *input*, proses dan hasil akhir atau *output* sistem. Pada Gambar 5.1 dilakukan perancangan sistem deteksi kematangan buah mangga yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Perancangan ini dibuat melalui diagram *input*, proses dan hasil akhir atau *output* dimana *input* merupakan sensor TGS 2602, MQ 5 dan MQ 135 pada proses adalah Arduino yang terdapat metode K-NN didalamnya dan *output* adalah LCD.

### 3.2.4 Implementasi

Pada tahap implementasi, dimulai dengan pembuatan sistem untuk deteksi kematangan pada buah mangga, kemudian dilakukan pengambilan data dari buah mangga menggunakan sensor gas TGS2602, MQ135 dan MQ5. Selanjutnya dilakukan proses pengkalsifikasian data latih dan data uji dimana selanjutnya akan didapatkan nilai keluaran yang menentukan tingkat kematangan pada buah mangga.

### 3.2.5 Pengujian sistem

Didalam pengujian sistem diawali proses pengujian pada tiap-tiap sensor, selanjutnya pengujian akan dilakukan pada metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour* (*K-NN*) dan akan didapatkan hasil apakah sistem mampu memiliki kinerja yang baik.

Perancangan sistem pada pengujian meliputi :

1. Pengujian sensor gas TGS2602
2. Pengujian sensor gas MQ135
3. Pengujian sensor gas MQ5.
4. Pengujian LCD 16X2
5. Pengujian akurasi klasifikasi K-NN.

### 3.2.6 Analisis hasil

Setelah pengujian berhasil dilakukan, hasil data yang didapatkan yaitu akurasi dan akurasi tersebut akan menentukan tingkat kematangan pada buah mangga. Dan dapat ditentukan apakah sistem mampu beroperasi dengan baik.

### 3.2.7 Kesimpulan dan saran

Langkah terakhir dalam penelitian yaitu penarikan kesimpulan, penarikan kesimpulan memiliki tujuan agar kita mengerti apakah sensor yang digunakan pada penelitian mampu berkerja dengan baik dan mengetahui hasil akurasi dari klasifikasi pada sistem.

Pemberian saran bertujuan agar peneliti selanjutnya dapat mengembangkan sistem deteksi kematangan buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs dengan metode *K-Nearest Neighbour* (*K-NN*) sehingga peneliti selanjutnya dapat memperbaiki kesalahan serta melengkapi kelemahan yang terdapat didalam penelitian ini supaya dapat bekerja lebih baik.

### 3.3 Subjek atau partisipan penelitian

Pada penelitian ini objek yang menjadi inti dari pembahasan adalah buah mangga dimana data diambil dari ahli buah mangga. Untuk menentukan kematangan mangga penulis dibantu oleh ahli dengan narasumber yaitu Bapak Jaiz yang telah berpengalaman selama 7 tahun dalam menentukan kematangan buah mangga. Setelah kematangan telah ditentukan oleh ahli maka buah mangga tersebut akan diambil data nya dengan menggunakan tiap sensor yang ada serta melakukan perhitungan klasifikasi menggunakan *K-NN (K-Nearest Neighbors)* untuk memperoleh hasil dari kematangan buah mangga.

### 3.4 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di ruangan penelitian Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya dan Pasar Buah Porong Sidoarjo Jl. Pasar Baru Porong, Juwetkenongo, Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61274, Indonesia untuk pengambilan data.

### 3.5 Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data bertujuan mengumpulkan informasi yang diperlukan. Teknik dari pengumpulan data yang dikerjakan oleh penulis di dalam penelitian ini diambil dengan cara meminta bantuan ahli yaitu Bapak Jaiz sebagai pedagang buah mangga yang sudah berdagang buah mangga kurang lebih 7 tahun beliau sudah berpengalaman dalam menentukan tingkat kematangan berbagai jenis buah mangga dengan menggunakan aroma buah dalam menentukan tingkat kematangan pada buah manga. Buah mangga yang telah ditentukan oleh ahli akan diambil nilai gas yang terkandung pada buah mangga berdasarkan sensor yang digunakan dan dari data tersebut akan digunakan sebagai data latih. Untuk pengujian, buah mangga yang tingkat kematangannya sudah ditentukan oleh ahli akan diuji menggunakan alat yang sudah dirancang pada penelitian ini

### 3.6 Peralatan pendukung yang digunakan

Peralatan pendukung adalah peralatan yang dipergunakan dalam melakukan kegiatan pada saat proses pengerjaan penelitian ini, adapun peralatan pendukung yang dipergunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Arduino Nano
2. Laptop / Personal Computer (PC)
3. Sensor *TGS2602*
4. Sensor *MQ5*
5. Sensor *MQ135*

6. Microsoft Windows 10 Professional 64-bit

7. Arduino IDE



## BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

Dalam pembahasan bab rekayasa kebutuhan akan membahas mengenai kebutuhan penelitian " Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN) " yang digunakan oleh sistem, tujuan dari penjelasan tersebut agar sistem mampu bekerja dengan baik agar dapat dipergunakan sebagai bahan evaluasi untuk peneliti yang ingin mengembangkan lebih lanjut.

### 4.1 Deskripsi Umum

Dalam penelitian ini sistem mempunyai fungsi utama Pendeteksi kematangan buah mangga dengan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* menggunakan 3 sensor yaitu gas sensor TGS2602 gas sensor MQ5 dan gas sensor MQ135 dari ketiga sensor itu akan didapatkan data hasil pembacaan. Dari data tersebut akan di klasifikasikan menggunakan *K-Nearest Neighbour* dan diproses menggunakan Arduino Nano. Selanjutnya sistem akan menampilkan hasil akhir klasifikasi tersebut pada layar LCD. Untuk detail penggunaan sistem ini mangga yang akan dideteksi tingkat kematangannya diletakkan pada wadah kedap udara dan ditutup selanjutnya tunggu beberapa saat dan untuk melakukan proses klasifikasi tekan tombol yang terdapat pada kotak elektronik. Hasil dari tingkat kematangan akan muncul dan ditampilkan pada layar LCD.

#### 4.1.1 Perspektif Sistem

Sistem mampu dikatakan berjalan dengan baik apabila sistem mampu melakukan pembacaan nilai sensor lalu menentukan tingkat kematangan dari buah mangga yang di uji.

#### 4.1.2 Karakteristik Pengguna

Sistem ini sebagian besar akan ditujukan kepada konsumen buah mangga yang masih awam dalam menentukan tingkat kematangan buah mangga dan mampu untuk mengoperasikan sistem serta paham cara untuk mengoperasikan sistem. Pengguna dapat menentukan tingkat kematangan pada buah mangga dengan cepat dan hasil akurat menggunakan " Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN) "

## 4.2 Kebutuhan Sistem

Didalam bab berikut menjelaskan apa saja yang dibutuhkan oleh sistem agar sistem mampu bekerja sesuai dengan fokus awal perancangan sistem. Kebutuhan sistem diantaranya meliputi.

### 4.2.1 Kebutuhan Fungsional

Dalam kebutuhan fungsional segala kebutuhan sistem harus terpenuhi sehingga sistem mampu beroperasi sesuai dengan focus awal peneliti. Kebutuhan fungsional yang diperlukan diantaranya yaitu

#### 4.2.1.1 Sistem dapat mengukur konsentrasi VOCs (*Volatile Organic Compound*)

Pada penelitian ini dibutuhkan sensor yang dapat mengukur konsentrasi gas VOCs dan sensitifitas yang lebih tinggi, Sistem harus dapat mengukur konsentrasi dari senyawa VOCs dikarenakan salah satu senyawa yang dihasilkan oleh aroma buah mangga adalah senyawa VOCs. Sensor TGS 2602 dipilih karena memiliki kepekaan tinggi terhadap gas berbau konsentrasi rendah seperti *amonia* dan  $C_2H_5OH$ . Sensor TGS2602 juga memiliki kepekaan tinggi terhadap konsentrasi rendah VOCs seperti *toluena*. TGS2602 beroperasi dengan cara menghitung konsentrasi partikel ppm (*parts-per-million*) yang terdapat pada udara lalu dari perhitungan tersebut akan dihasilkan data analog dan juga digital.

#### 4.2.1.2 Sistem dapat mengukur konsentrasi kadar *alcohol* ( $C_2H_5OH$ )

Pada penelitian ini digunakan sensor MQ5 yang dapat menghitung konsentrasi kadar *alkohol* yang dihasilkan oleh aroma buah mangga, sensor MQ5 dipilih karena MQ5 memiliki sensitivitas yang tinggi dalam mendeteksi kadar *alkohol* dan memiliki respon yang cepat sehingga pengukuran bisa dilakukan secepat mungkin.

#### 4.2.1.3 Sistem dapat mengukur konsentrasi gas $NH_3$

Pada penelitian ini dibutuhkan sensor yang dapat menghitung konsentrasi gas  $NH_3$  yang didapat dari aroma buah mangga, sensor MQ135 digunakan karena MQ135 merupakan sensor yang dapat mengukur konsentrasi gas  $NH_3$  dan juga memiliki cakupan pendeteksi yang cukup luas stabil dan ketahanan yang kuat.

#### 4.2.1.4 Sistem dapat menentukan kematangan buah mangga yang dideteksi dengan klasifikasi K-Nearest Neighbour (K-NN)

Algoritma *K-Nearest Neighbor* yang ada pada sistem mampu mengklasifikasi tingkat kematangan buah mangga yang telah terdeteksi oleh alat dan dapat langsung menentukan tingkat kematangan buah mangga yang telah terdeteksi sistem. Selanjutnya, algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) mampu untuk melakukan *learning* pada data latih yang terdapat pada sistem agar mampu mendeteksi beberapa data yang tidak *valid*.

#### 4.2.1.5 Sistem dapat menampilkan hasil tingkat kematangan dari buah mangga pada LCD

Setelah data diperoleh selanjutnya sistem akan memproses menggunakan algoritma klasifikasi *K-Nearest Neighbor (K-NN)*. Jika hasil dari tingkat kematangan pada buah mangga didapatkan, Selanjutnya sistem akan menampilkan hasil tersebut pada *LCD 16x2* sehingga pengguna yang mengoperasikan sistem ini dapat mengetahui hasil dari tingkat kematangan buah mangga yang dideteksi yang juga merupakan tujuan dari penelitian ini.

#### 4.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non fungsional merupakan kebutuhan yang mendukung agar sistem mampu beroperasi. Kebutuhan yang diperlukan diantaranya:

1. Kotak kedap udara.
2. Kotak elektronik
3. Selotip
4. Sekrup, mur dan baut.
5. *Power Bank*.

Dalam pengoperasian sistem diperlukan kotak kedap udara untuk menghitung konsentrasi gas pada buah mangga ; kotak elektronik digunakan untuk peletakan *Arduino nano*, *push-button* dan *LCD 16x2*; Selotip digunakan untuk menempelkan komponen pada sistem; Mur dan juga baut digunakan untuk merakit komponen yang ada; lalu *power bank* berfungsi sebagai daya.

#### 4.2.3 Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam sistem ini menggunakan kebutuhan perangkat keras diantaranya

##### 4.2.3.1 *Arduino Nano*

*Arduino nano* digunakan karena memiliki kelebihan ukurannya yang kecil sehingga fleksibel untuk ditempatkan pada kotak elektronik selain itu pin input analog pada *Arduino nano* yang berjumlah 8 lebih banyak jika dibandingkan dengan *Arduino uno* yang hanya memiliki pin berjumlah 6. Komponen ini memiliki fungsi untuk proses komputasi dan klasifikasi data dalam menentukan tingkat kematangan buah mangga. *Arduino nano* sebagai media penyimpanan data. *Arduino nano* memiliki ukuran penyimpanan 1024 byte. Spesifikasi *Arduino Nano* diantaranya yaitu:

1. ATmega 328
2. Tegangan input 7 – 12 V
3. Tegangan Kerja 5 V

4.6 Pin PWN dari 14 Digital Pin

5.8 Analog pin

6.32 Mbyte Flash memori

7.2 Kbyte SRAM

8.1 Kbyte EEPROM

9.16 MHz clock

#### 4.2.3.2 Sensor TGS2602

TGS2602 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi Kontaminasi udara VOCs, amonia, H<sub>2</sub>. Sensor gas TGS2602 akan digunakan untuk mendeteksi tingkat konsentrasi gas ammonia yang dihasilkan buah mangga. TGS 2602 memiliki fitur sebagai berikut :

1. Sensitivitas tinggi terhadap VOC dan gas amonia
2. Konsumsi daya rendah
3. Sensitivitas tinggi terhadap udara gas kontaminan
4. Menggunakan rangkaian listrik sederhana
5. Ukuran kecil

#### 4.2.3.3 Sensor MQ5

MQ5 merupakan sensor gas yang berguna untuk deteksi berbagai macam gas. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, CO, Alkohol yang terdapat pada aroma buah mangga. MQ5 juga memiliki sensitivitas tinggi dan respon cepat, sehingga hasil pengukuran dapat diproses secepat mungkin.

Berikut spesifikasi dari sensor MQ5 :

1. Tegangan Kerja : DC 5 V
2. DOUT : TTL Output
3. AOUT : Analog Output
4. Preheat time : Over 20s
5. Ukuran PCB : 32mm x 20mm

#### 4.2.3.4 Sensor MQ135

MQ135 adalah sensor gas yang sebagian besar berperan untuk melakukan pengukuran kualitas udara. Sensor ini mampu mengukur dan mendeteksi gas NH<sub>3</sub> yang dihasilkan pada aroma buah mangga. Berikut spesifikasi dari sensor MQ135 :

1. Tegangan Kerja : 5 V
2. Menggunakan ADC Resolusi 10 bit

3. 1 Jalur Output On/Off
4. Pin I/O kompatibel dengan TTL & CMOS
5. TTL Output dengan sinyal cahaya rendah, yang diakses IO port
6. Memiliki daya tahan kuat dan stabilitas handal

#### 4.2.3.5 LCD 16x2

Jika sistem telah berjalan maka akan menghasilkan sebuah nilai, Nilai tersebut berupa tingkat kematangan buah mangga yang ditampilkan pada LCD 16x2. LCD ini menggunakan 2 Pin yaitu Pin Analog Input 4 (SDA) dan Pin Analog Input 5 (SCL).

#### 4.2.3.6 Push-button

Push Button digunakan untuk Interaksi antara pengguna dengan sistem agar dapat mentrigger sistem untuk mengambil data dan memulai proses pengklasifikasian tingkat kematangan buah mangga. Push Button juga memiliki kebutuhan fungsi untuk membantu proses dalam menampilkan hasil tingkat kematangan atau klasifikasi pada buah mangga.

### 4.2.4 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak berisi berbagai kebutuhan yang diperlukan oleh sistem. Dalam penelitian ini digunakan berbagai perangkat lunak antara lain:

#### 4.2.4.1 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan *software integrated development enviroment* yang diperlukan untuk membantu proses pembuatan sistem dan menjalankan semua program pengolahan untuk menentukan kematangan buah mangga dengan menggunakan metode klasifikasi K-Nearest Neighbour (K-NN).

#### 4.2.4.2 Library LiquidCrystal\_I2C.h

LiquidCrystal\_I2C.h adalah *library* pada Arduino IDE, yang diguakan untuk mengkomunikasikan protokol IIC (*Inter-Integrated Circuit*) pada layar LCD 16x2. Peran utama library IIC adalah untuk meminimalkan penggunaan pin yang terbatas pada Arduino nano.

### 4.2.5 Asumsi dan Ketergantungan

Beberapa asumsi dan ketergantungan yang diharapkan pada sistem antara lain :

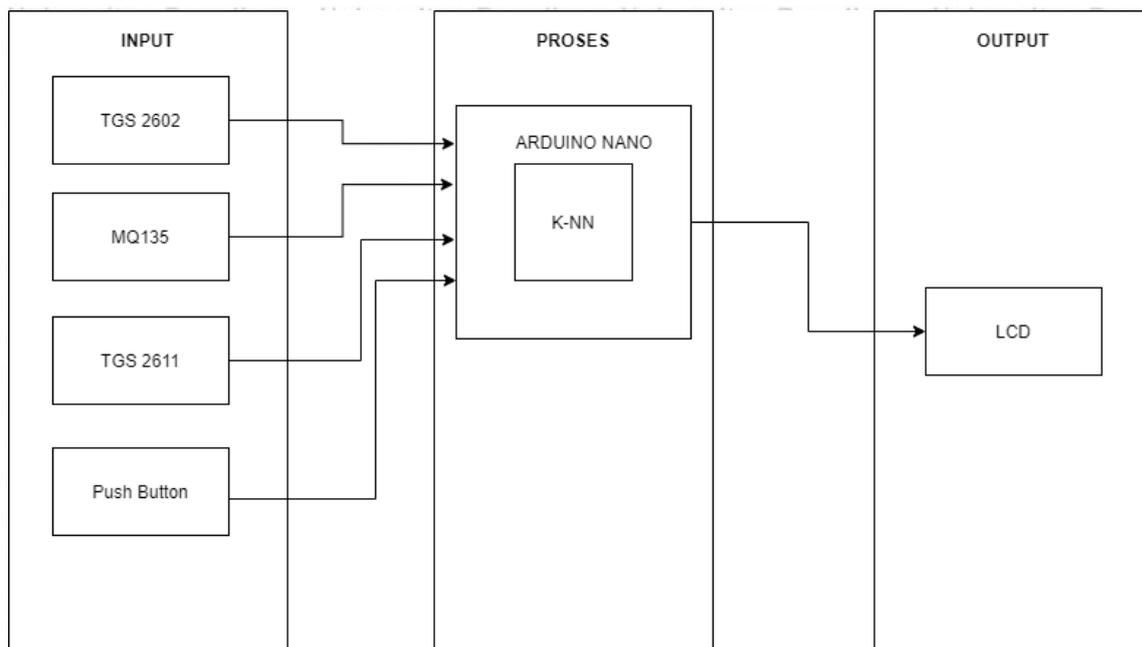
1. Sistem dapat mengklasifikasi didalam wadah yang akan di kontrol oleh sistem.
2. Ukuran buah mangga yang akan dideteksi tidak melebihi dari ukuran wadah yang memiliki ukuran 17 x 10 cm.
3. Pin yang digunakan pada alat pengujian harus sesuai pada *port* yang di inisialisasi pada kode program.



## BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

### 5.1 Perancangan Sistem

Didalam perancangan sistem, dijelaskan mengenai penggunaan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* untuk merancang sistem deteksi kematangan buah mangga untuk mengklasifikasikan kematangan buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $NH_3$ ,  $C_2H_5OH$  dan VOCs. Sistem dirancang agar sistem bekerja dengan baik serta mampu membantu mendeteksi kematangan buah mangga yang terdeteksi oleh sistem.



Gambar 5.1 Diagram Sistem

Berdasarkan diagram blok yang ada digambar 5.1, perancangan sistem akan dijelaskan dalam beberapa poin diantaranya:

1. Di dalam blok *input*, terdapat proses input sensor TGS2602 berfungsi sebagai pendeteksi *Air Contaminant, Volatile organic compound*, dan konsentrasi gas amonia; sensor MQ135 sebagai pendeteksi Air Quality; sensor MQ5 pendeteksi Natural gas yang masing-masing pembacaan ketiga sensor tersebut dihasilkan dari buah mangga; *push-button* digunakan untuk media interaksi *user* terhadap sistem.
2. Pada blok proses, Arduino Nano berperan sebagai pusat dari pemrosesan data dan klasifikasi. Lalu blok Arduino Nano berisi

metode klasifikasi yaitu K-Nearest Neighbor.

3. Pada blok *output*, terdapat LCD yang akan menampilkan keluaran dari Arduino Nano

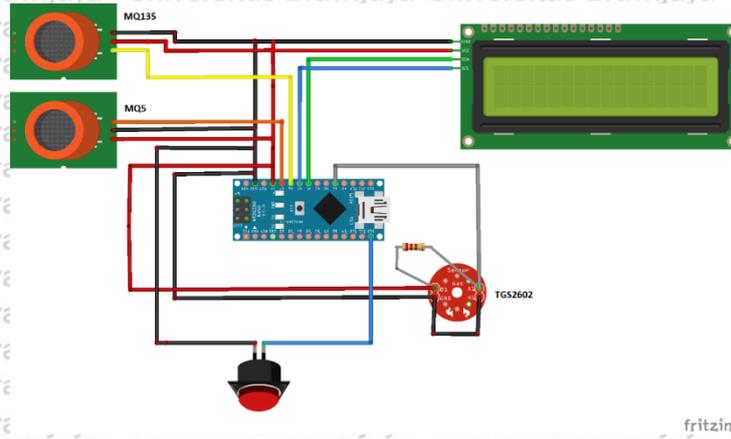
Beberapa kebutuhan perangkat keras yang diperlukan pada sistem, dimulai dari analisa perncangan sistem. Pada penelitian ini kotak elektronik berisi Arduino Nano yang berfungsi sebagai mikrokontroler, *Push-button* digunakan sebagai inputan dari *user*, LCD untuk menampilkan keluaran hasil. Selanjutnya kotak putih sebagai wadah untuk pembacaan data dengan komponen TGS2602 sebagai sensor gas pendeteksi *Air Contaminant* pada buah mangga, sensor MQ135 sebagai pendeteksi Air Quality dan sensor MQ5 pendeteksi Natural gas. Selain itu terdapat tutup dari wadah agar hasil dari pembacaan sensor lebih optimal. Jika analisa kebutuhan perangkat keras sistem telah dilakukan, akan diteruskan dengan implementasi perangkat keras sistem.

Pada bab perancangan perangkat lunak menjelaskan perancangan program yang terdapat pada sistem pendeteksi kematangan buah mangga. Pada perncangan perangkat lunak menjelaskan mengenai perancangan program yang digunakan untuk *sensing* data pada sensor sampai dengan program klasifikasi kematangan buah mangga menggunakan *K-Nearest Neighbour*.

### 5.1.1 Perancangan *Prototype* Sistem

Didalam perancangan *prototype* sistem dimulai dengan perancangan skematis *prototype* sistem. Pada skematis *protoype* sistem terdapat 5 objek utama yaitu Arduino Nano, TGS2602, MQ135, MQ5, *Push-button* dan LCD 16x2.

Komponen diatas memiliki fungsi yang saling berhubungan untuk Arduino berfungsi sebagai proses komputasi dan klasifikasi data dalam menentukan tingkat kematangan buah mangga dimana data didapatkan dari pembacaan ketiga sensor tersebut yang masing-masing memiliki peran dalam mendeteksi kandungan senyawa pada aroma buah mangga selanjutnya hasil yang telah diproses akan ditampilkan pada LCD 16x2 dan *Push Button* digunakan untuk interaksi user terhadap sistem. Hasil skematis *prototipe* sistem dapat disimak pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Skematik Prototipe Sistem

### 5.1.2 Perancangan Subsistem Sensor TGS2602

TCS3200 berfungsi sebagai pendeteksi *Air Contaminant* pada buah mangga, Pada sensor TGS2602 terdapat 3 pin utama yaitu VCC, GND, OUT.

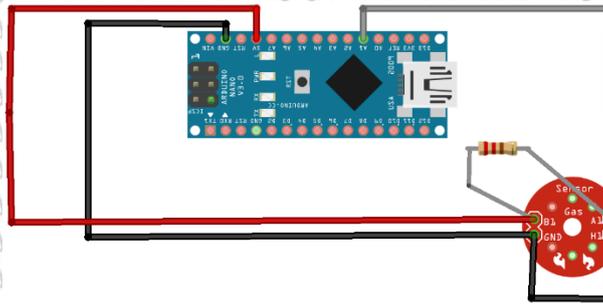
1. Port GND pada TGS2602 adalah port Ground port tersebut dihubungkan dengan port GND pada Arduino.
2. Port VCC pada TGS2602 adalah *Voltage at the Common Collector*. Port VCC pada TGS2602 akan dihubungkan pada port 5v pada Arduino Nano sebagai sumber daya.
3. Port OUT pada TGS2602 adalah port output data. OUT pada TGS2602 dihubungkan menuju A1 pada Arduino Nano.

Keterangan pin sensor TGS2602 dan Arduino nano ditunjukkan pada tabel 5.1 berikut :

Tabel 5.1 Keterangan Koneksi Pin Sensor TGS2602 dengan Arduino Nano

Sensor $\mu$ H TGS 2602	Arduino nano
GND	GND
VCC	5V
Data (Output)	Pin A1

Skematik subsistem TGS2602 dapat ditunjukkan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Skematik Subsistem TGS2602

### 5.1.3 Perancangan Subsistem Sensor MQ135

MQ135 berfungsi sebagai pendeteksi *Air Quality* pada buah mangga, Sensor MQ135 mempunyai 3 pin utama yaitu VCC, GND, OUT.

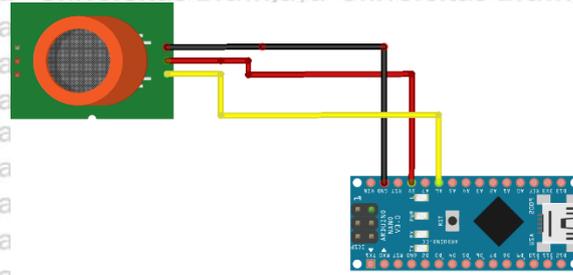
1. Port GND pada MQ135 adalah port Ground port tersebut dihubungkan dengan port GND pada Arduino.
2. Port VCC pada MQ135 adalah *Voltage at the Common Collector*. Port VCC pada MQ135 disambungkan menuju port 5v pada Arduino Nano sebagai sumber daya.
3. Port OUT pada MQ135 adalah port output data. OUT pada MQ135 dihubungkan menuju A6 pada Arduino Nano.

Keterangan dari pin sensor MQ135 dan Arduino nano terdapat pada tabel 5.2 berikut :

Tabel 5.2 Keterangan Koneksi Pin Sensor MQ135 dengan Arduino Nano

Sensor $\text{pH}$ MQ135	Arduino nano
GND	GND
VCC	5V
Data (Output)	Pin A6

Skematik subsistem MQ135 dapat diamati pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Skematik Subsistem MQ135

### 5.1.4 Perancangan Subsistem Sensor MQ5

MQ135 berperan sebagai pendeteksi *Natural Gas* pada buah mangga, Sensor MQ5 memiliki 3 pin utama yaitu VCC, GND, OUT.

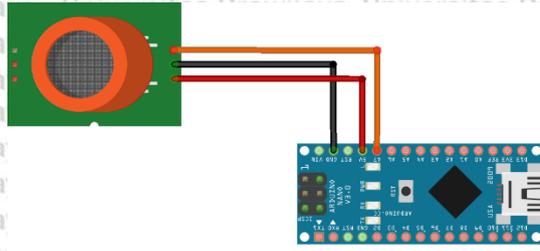
1. Port GND pada MQ5 adalah port Ground port tersebut dihubungkan dengan port GND pada Arduino.
2. Port VCC pada MQ5 adalah *Voltage at the Common Collector*. Port VCC pada MQ5 tersambung dengan port 5v pada Arduino Nano sebagai sumber daya.
3. Port OUT pada MQ5 adalah port output data. OUT pada MQ5 dihubungkan menuju A7 pada Arduino Nano.

Keterangan pin sensor MQ5 dan Arduino nano terdapat pada tabel 5.3 berikut:

Tabel 5.3 Keterangan Koneksi Pin Sensor MQ5 dengan Arduino Nano

Sensor <b>pH</b> MQ5	Arduino nano
GND	GND
VCC	5V
Data ( <i>Output</i> )	Pin A7

Skematik subsistem MQ135 dapat diamati pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Skematik Subsistem MQ5

### 5.1.5 Perancangan Subsistem LCD 16X2

LCD 16x2 memiliki fungsi untuk menampilkan hasil keluaran sistem setelah data telah diproses oleh sistem. LCD 16x2 yang digunakan memiliki modul I2C yang bertujuan untuk meminimalkan penggunaan pin Arduino nano yang terbatas. Pada LCD 16X2 dengan I2C terdapat 4 port yaitu GND,VCC,SCL dan SDA.

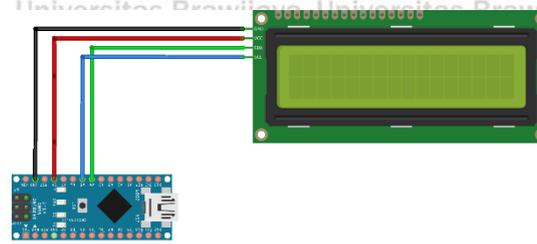
1. Port GND pada LCD 16X2 I2C adalah port Ground port tersebut dihubungkan dengan port GND pada Arduino.
2. Port VCC pada LCD 16X2 I2C adalah *Voltage at the Comon Collector*. Port VCC pada LCD 16X2 I2C dihubungkan dengan port 5v pada Arduino Nano sebagai sumber daya.
3. Port SDA adalah *Serial Data Line*, port ini digunakan sebagai media transfer data. Port SDA pada I2C dihubungkan pada A4 pada Arduino Nano yang merupakan port SDA.
4. Port SCL adalah *Serial Clock Line*, port ini berperan sebagai media clock. Port SCL pada I2C dihubungkan dengan port A5 pada Arduino Nano yang merupakan port SCL.

Keterangan pin sensor LCD 16X2 I2C dan Arduino nano ditunjukkan pada table 5.4 berikut :

Tabel 5.4 Keterangan Koneksi Pin LCD 16X2 I2C dengan Arduino Nano

LCD 16X2 I2C	Arduino nano
GND	GND
VCC	5V
SDA	Pin A4
SCL	Pin A5

Skematik subsistem LCD 16X2 dapat disimak pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Skematik Subsistem LCD 16X2

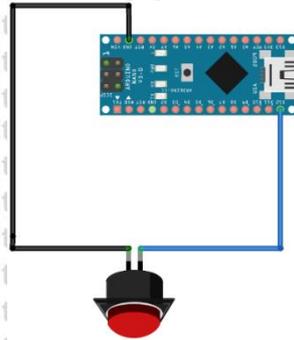
### 5.1.6 Perancangan Subsistem Push Button

*Push Button* memiliki fungsi untuk inialisasi input data yang akan di proses. Jika *Push-Button* di inialisasi, sistem akan mengambil data dari sensor TGS2602, MQ135 dan sensor MQ5 yang akan diproses oleh sistem. *Push Button* terhubung dengan pin Arduino nano GND dan D12. Keterangan pin sensor *Push Button* dan Arduino nano ditampilkan pada tabel 5.5 berikut :

Tabel 5.5 Keterangan Koneksi Pin *Push Button* dengan Arduino Nano

<i>Push Button</i>	Arduino nano
GND	GND
Data ( <i>Output</i> )	Pin D12

Skematik dari subsistem *Push Button* dapat diamati pada gambar 5.7.

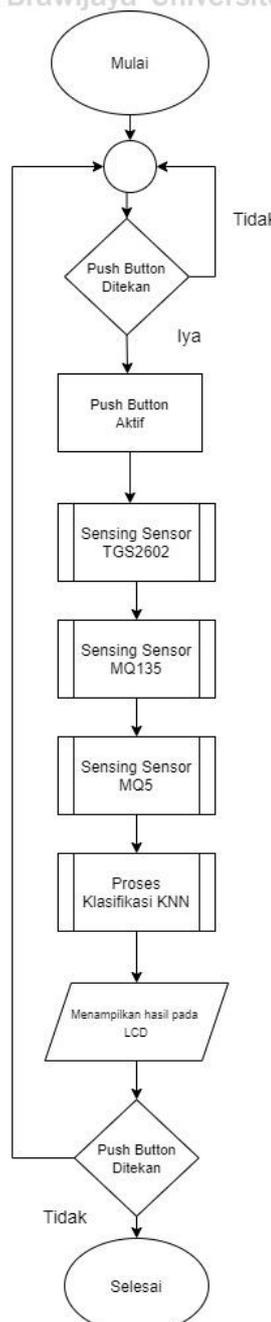
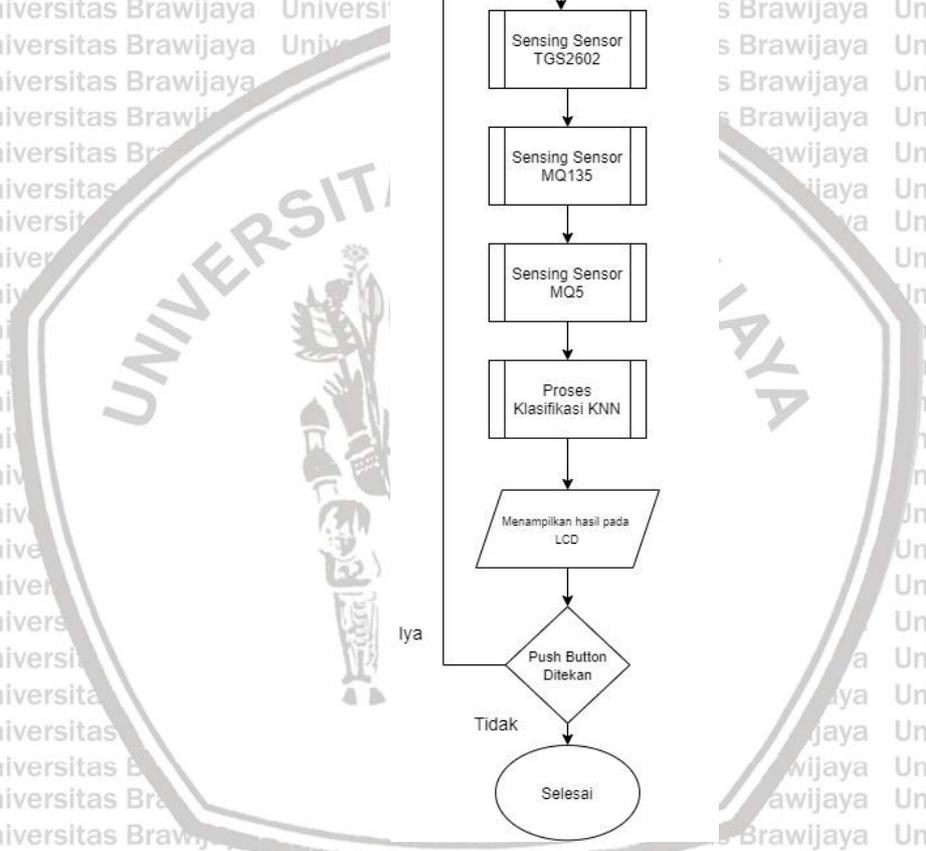


Gambar 5.7 Skematik Subsistem *Push Button*

### 5.1.7 Perancangan Program Umum Sistem

Program umum sistem menjelaskan bagaimana kinerja sistem secara menyeluruh mulai awal hingga akhir. Seluruh kinerja sistem dijelaskan secara umum, mulai dari input data *Air Contaminant* pada buah mangga menggunakan sensor TGS 2602, pengambilan data *Air Quality* pada buah mangga menggunakan sensor MQ135, dan pengambilan data *Natural Gas* dengan menggunakan sensor MQ5 yang kemudian hasil data tersebut diproses dengan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) hasil dari output sistem akan di tampilkan pada LCD. Hasil diagram program utama dapat disimak dalam Gambar 5.8 berikut :





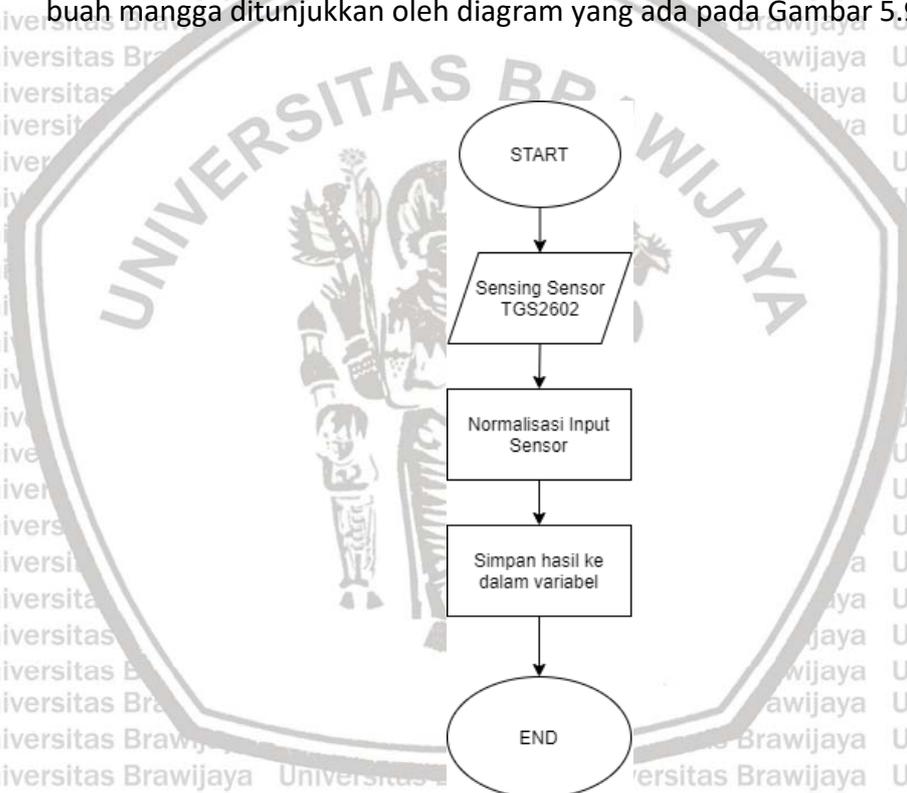
Gambar 5.8 Diagram alir sistem

Pada Gambar 5.8 ditampilkan alur dari diagram yang terdapat dalam program. Proses kerja sistem diawali dari *Push-Button* yang ditekan, apabila *Push Button* aktif dilakukan proses input data. Proses dalam pengambilan data dari sensor TGS2602 ditampilkan pada Gambar 5. Lalu sistem akan menerima data

dari sensor MQ135, proses tersebut ditampilkan pada Gambar 5.10 dan sistem juga mengambil data dari sensor MQ5, proses tersebut ditampilkan pada gambar 5.11. Sedangkan jika *Push Button* tidak ditekan maka tidak ada proses yang dijalankan, dan sistem akan berjalan hingga *Push-Button* aktif. Hasil pembacaan data sensor TGS2602, MQ135, dan MQ5 akan dilakukan proses klasifikasi dengan metode *K-Nearest Neighbor (K-NN)* dalam menentukan kematangan buah mangga termasuk matang ataupun tidak matang setelah hasil tingkat kematangan didapat selanjutnya hasil tersebut ditampilkan pada layar LCD yang telah terpasang.

### 5.1.8 Perancangan Program Data Sensor TGS2602

Di dalam bab ini menjelaskan mengenai proses perancangan kode program untuk sensor TGS2602. Kode program yang digunakan agar sensor TGS2602 dapat berjalan termasuk bagian terpenting agar sensor dapat melakukan *sensing* data *Air Contaminant* yang dideteksi. Proses pengambilan data *Air Contaminant* pada buah mangga ditunjukkan oleh diagram yang ada pada Gambar 5.9 berikut:

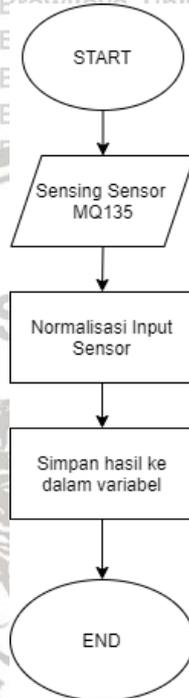


Gambar 5.9 Diagram alir pembacaan data TGS2602

Setelah pembacaan atau *sensing* data konsentrasi gas pada sensor TGS2602 akan dijalankan proses untuk normalisasi *input* sensor, yaitu penyesuaian nilai yang diterima sensor menjadi skala yang diinginkan dengan data latih. Setelah dilakukan normalisasi, data dari pembacaan konsentrasi gas akan disimpan pada suatu variabel dan diproses pada fungsi selanjutnya.

### 5.1.9 Perancangan Program Data Sensor MQ135

Di dalam bab ini menjelaskan mengenai proses perancangan kode program untuk sensor MQ135. Kode program digunakan agar sensor MQ135 mampu melakukan pengambilan data *Air Quality*. Proses dari pengambilan data *Air Quality* pada buah mangga ditunjukkan oleh diagram alir yang ada pada Gambar 5.10 berikut:



Gambar 5.10 Diagram alir pembacaan data MQ135

Setelah pembacaan atau *sensing* data konsentrasi gas pada sensor MQ135 akan dijalankan proses untuk normalisasi *input* sensor, yaitu penyesuaian nilai sensor menjadi skala yang diinginkan dengan data latih. Pada setiap fitur, nilai minimum fitur adalah nilai minimum dari pembacaan setiap sensor dan nilai maksimum adalah nilai maksimal dari pembacaan setiap sensor. Dalam penelitian ini digunakan rumus sebagai berikut :

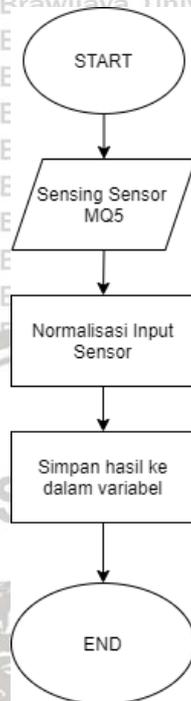
$$normalized\ x = \frac{(X - X\ minimum)}{(X\ maximum - X\ minimum)} \quad (2.5)$$

Setelah dilakukan normalisasi, data dari pembacaan konsentrasi gas akan disimpan pada suatu variabel dan diproses pada fungsi selanjutnya.

### 5.1.10 Perancangan Program Data Sensor MQ5

Di dalam bab ini menjelaskan mengenai proses perancangan kode program untuk sensor MQ35. Kode program digunakan agar sensor MQ35 mampu melakukan pengambilan data *Natural Gas* yang dideteksi. Proses dari

pengambilan data *Natural Gas* pada buah mangga ditunjukkan oleh diagram alir yang terdapat pada Gambar 5.11 berikut :



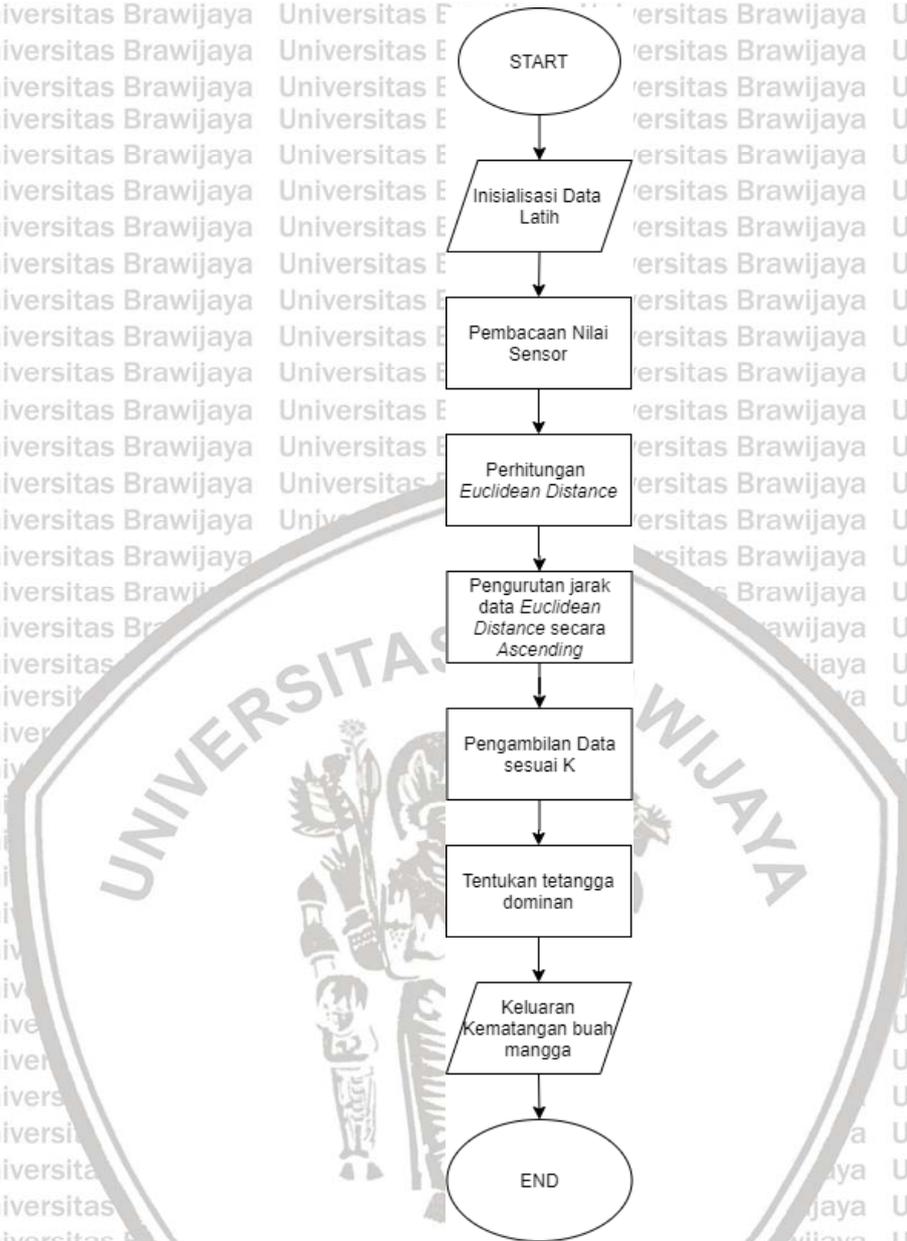
**Gambar 5.11 Diagram alir pembacaan data MQ5**

Setelah pembacaan atau *sensing* data konsentrasi gas pada sensor MQ5 akan dijalankan proses untuk normalisasi *input* sensor, yaitu penyesuaian nilai sensor menjadi skala yang diinginkan dengan data latih. Setelah dilakukan normalisasi, data dari pembacaan konsentrasi gas akan disimpan pada suatu variabel dan diproses pada fungsi selanjutnya.

### 5.1.11 Perancangan Proses Klasifikasi K-Nearest Neighbour

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai proses klasifikasi pada algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) untuk mendeteksi kematangan pada buah mangga. Proses pengklasifikasian dilakukan dengan cara menaruh buah mangga ke dalam kotak lalu sistem akan melakukan pembacaan data dari sensor TGS2602, MQ135, dan TGS2602 setelah mendapatkan data sistem akan melakukan klasifikasi dengan metode *K-Nearest Neighbour* (K-NN) dan menampilkan hasilnya pada layar LCD.

Proses klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN) dapat diamati dalam diagram pada Gambar 5.12 berikut :



Gambar 5.12 Diagram alir klasifikasi K-Nearest Neighbour (K-NN)

Proses klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dijalankan apabila data dari sensor TGS2602, MQ135, dan TGS2602 didapatkan. Setelah data latih diinisialisasi selanjutnya akan dihitung jarak antara data latih dan data uji yang telah didapat dari *sensing* sensor. Pada sistem ini menggunakan 30 buah data latih. Data latih diambil dari sampel buah mangga gadung (*Mangifera indica*) dimana kelas ditentukan pada sampel buah mangga yang digunakan. Sampel buah mangga matang diambil dari sampel buah mangga matang yang dan sampel buah mangga mentah diambil dari sampel buah mangga yang mentah dimana kelas tersebut ditentukan oleh pedagang buah mangga. Pengambilan data latih dibantu oleh bapak Jaiz sebagai pedagang buah mangga yang sudah berdagang buah mangga kurang lebih 7 tahun beliau sudah berpengalaman dalam menentukan tingkat kematangan berbagai jenis buah mangga dengan menggunakan aroma buah.

Beberapa gambar buah mangga yang dijadikan data latih dapat dilihat pada Gambar 5.13 & 5.14.



**Gambar 5.13 Data Latih Mangga Mentah**



**Gambar 5.14 Data Latih Mangga Matang**

Hasil data latih setelah dilakukan proses normalisasi bisa disimak pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.6 Data Latih Buah Mangga**

Data Ke	Kelas	TGS2602	MQ135	MQ5
1	MATANG	0.270	0.994	0.341
2	MATANG	0.313	1	0.366
3	MATANG	0.335	1	0.381
4	MATANG	0.356	0.982	0.386
5	MATANG	0.630	0.610	0
6	MATANG	0.541	0.604	0.014

7	MATANG	0.476	0.610	0.034
8	MATANG	0.489	0.694	0.108
9	MATANG	0.473	0.688	0.118
10	MATANG	0.723	0.580	0.306
11	MATANG	0.855	0.718	1
12	MATANG	1	0.658	0.603
13	MATANG	0.753	0.628	0.257
14	MATANG	0.901	0.874	0.702
15	MATANG	0.569	0.700	0.490
16	MENTAH	0.006	0.203	0.059
17	MENTAH	0.012	0.155	0.074
18	MENTAH	0.024	0.107	0.054
19	MENTAH	0.049	0.263	0.039
20	MENTAH	0	0.209	0.128
21	MENTAH	0.006	0.161	0.089
22	MENTAH	0.003	0.221	0.094
23	MENTAH	0.030	0.119	0.118
24	MENTAH	0.04	0	0.054
25	MENTAH	0.033	0.215	0.138
26	MENTAH	0.012	0.077	0.099
27	MENTAH	0.147	0.520	0.207
28	MENTAH	0.024	0.299	0.069
29	MENTAH	0.009	0.149	0.054
30	MENTAH	0.015	0.257	0.128

## 5.2 Implementasi Sistem

Jika tahap perancangan sistem telah terpenuhi maka selanjutnya akan dilakukan proses implementasi. Berikut merupakan penjelasan mengenai implementasi perangkat keras dan perangkat lunak.

Dalam implementasi perangkat keras, dilakukan pemasangan komponen perangkat keras pada sistem deteksi kematangan buah mangga berdasarkan aroma. Untuk LCD 16x2 dan *Push button* dipasang pada kotak elektronik dimana posisinya mengarah pada user agar dapat melakukan interaksi, di dalamnya juga terdapat Arduino Nano yang berperan sebagai mikrokontroler. TGS2602, MQ135, dan MQ5 dipasang didalam kotak berwarna putih. Kotak berwarna putih ini memiliki tutup yang kedap udara.

Pada implementasi perangkat lunak, akan membahas mengenai *source code* yang digunakan oleh sistem. Implementasi perangkat lunak meliputi implementasi *source code* pembacaan data sensor TGS2602, MQ135, dan MQ5 dan *source code* untuk algoritma klasifikasi *K-Nearest Neighbour (K-NN)*.

### 5.2.1 Implementasi Prototipe Sistem

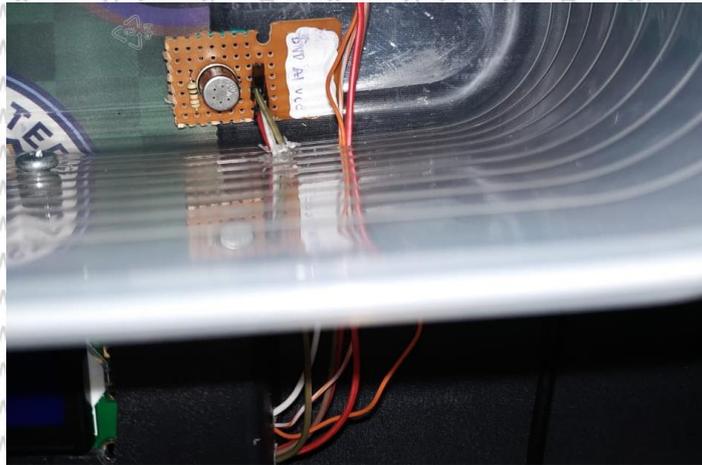
Sistem deteksi kematangan buah mangga berdasarkan aroma ini menggunakan *K-Nearest Neighbour (K-NN)* sebagai metode klasifikasi. Sistem ini menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontroler dan untuk pengambilan data sistem ini menggunakan sensor TGS2602, MQ135, dan MQ5. Data tersebut kemudian di proses pada Arduino nano yang menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour (K-NN)*. Hasil dari klasifikasi tersebut akan di tampilkan pada layar LCD. Implementasi prototype sistem dapat dilihat dalam gambar 5.15.



Gambar 5.15 Implementasi Prototipe Sistem

### 5.2.2 Implementasi Subsistem Sensor TGS2602

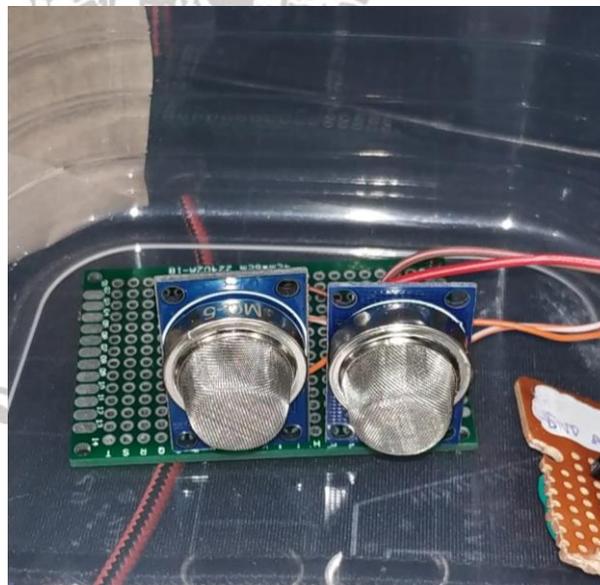
Implementasi sistem sensor TGS2602 dikerjakan berdasarkan perancangan dari subsistem sensor TGS2602. Sensor TGS2602 diletakkan pada dasar kotak putih. Implementasi Subsistem Sensor TGS2602 terdapat pada Gambar 5.16.



**Gambar 5.16 Implementasi Subsistem Sensor TGS2602**

### 5.2.3 Implementasi Subsistem Sensor MQ135 & MQ5

Implementasi subsistem sensor MQ135 & MQ5 dikerjakan berdasarkan perancangan subsistem sensor MQ135 & MQ5. Sensor MQ135 dipasang di sebelah sensor MQ5 agar lebih fleksibel dan tidak memakan ruang pada kotak kedua sensor tersebut diletakkan pada dasar kotak putih. Implementasi Subsistem Sensor MQ135 & MQ5 dapat disimak pada Gambar 5.17.



**Gambar 5.17 Implementasi Subsistem Sensor MQ135 & MQ5**

### 5.2.4 Implementasi Subsistem Output

Implementasi subsistem *output* dikerjakan berdasarkan perancangan subsistem *output*. LCD yang digunakan ditempel pada kotak elektronik,

menggunakan mur dan baut. LCD *output* dipasang menghadap user agar user lebih mudah untuk melakukan interaksi dengan sistem. Implementasi Subsistem *Output* dapat dilihat pada Gambar 5.18



Gambar 5.18 Implementasi Subsistem *Output*

### 5.2.5 Implementasi Kode Program Sensor TGS2602

Implementasi kode program sensor TGS2602 dilakukan setelah sistem diaktifkan oleh user melalui *pushbutton*. Sensor TGS2602 memiliki output data berupa analog. Hasil pembacaan sensor TGS2602 ditampilkan bersama dengan pembacaan sensor lainnya. Implementasi kode program sensor TGS2602 dapat diamati pada Tabel 5.2.

Tabel 5.7 Kode Program Sensor TGS2602

Kode Program Sensor TGS2602	
1	void setup() {
2	lcd.begin();
3	lcd.backlight();
4	Serial.begin(9600);
5	}
6	void loop() {
7	//baca nilai pada pin analog
8	int sensorTGS
9	float outputSensor1
10	sensorTGS = analogRead(1);}
11	outputSensor1 = (sensorTGS-25)/325;
12	//tuliskan pada layar LCD
13	lcd.setCursor(6, 0);
14	lcd.print("TGS");

```

15  lcd.setCursor(6, 1);
16  lcd.print(sensorTGS);
    
```

Kode program baris ke 8-16 berfungsi untuk memperoleh nilai dari pembacaan sensor TGS2602 yang ditunjukkan pada Tabel 5.1. Hasil pembacaan data berupa nilai analog. Hasil dari implementasi perangkat lunak pada sensor TGS2602 dapat dilihat pada Gambar 5.19.



Gambar 5.19 Implementasi Kode Sensor

### 5.2.6 Implementasi Kode Program Sensor MQ135

Implementasi kode program sensor MQ135 dilakukan setelah sistem diaktifkan oleh user melalui *pushbutton*. Sensor MQ135 memiliki output data berupa analog. Hasil pembacaan sensor MQ135 ditampilkan bersama dengan pembacaan sensor lainnya. Implementasi kode program sensor MQ135 dapat diamati pada Tabel 5.3.

Tabel 5.8 Kode Program Sensor MQ135

```

Kode Program Sensor MQ135
1  void setup() {
2    lcd.begin();
3    lcd.backlight();
4    Serial.begin(9600);
5  }
6  void loop() {
7    int sensorMQ135;
8    float outputSensor2;
9    sensorMQ135 = analogRead(6);
10   outputSensor2 = (sensorMQ135-210)/167;
11   lcd.setCursor(11, 0);
12   lcd.print("MQ1355");
13   lcd.setCursor(11, 1);
    
```

```
14 lcd.print(sensorMQ135);
```

Kode program baris ke 7-14 berfungsi untuk memperoleh nilai dari pembacaan sensor MQ135 yang ditunjukkan pada Tabel 5.2. Hasil pembacaan data berupa nilai analog. Hasil dari implementasi perangkat lunak pada sensor MQ135 dapat dilihat pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Implementasi Kode Program Sensor

### 5.2.7 Implementasi Kode Program Sensor MQ5

Implementasi kode program sensor MQ5 dilakukan setelah sistem diaktifkan oleh user melalui *pushbutton*. Sensor MQ5 memiliki output data berupa analog. Hasil pembacaan sensor MQ5 ditampilkan bersama dengan pembacaan sensor lainnya. Implementasi kode program sensor MQ5 dapat diamati pada Tabel 5.4.

Tabel 5.9 Kode Program Sensor MQ5

```
Kode Program Sensor MQ15
1 void setup() {
2   lcd.begin();
3   lcd.backlight();
4   Serial.begin(9600);
5 }
6 void loop() {
7   int sensorMQ135
8   float outputSensor2
9   sensorMQ5 = analogRead(7);
10  outputSensor3 = (sensorMQ5-108)/202;
11  lcd.setCursor(11, 0);
12  lcd.print("MQ5");
13  lcd.setCursor(11, 1);
14  lcd.print(sensorMQ5);
```

Kode program pada bari ke 7-14 memiliki fungsi untuk memperoleh nilai dari pembacaan sensor MQ5 yang ditunjukkan pada Tabel 5.3. Hasil pembacaan data berupa nilai analog. Hasil dari implementasi perangkat lunak pada sensor MQ5 dapat dilihat pada Gambar 5.21.



**Gambar 5.21 Implementasi Kode Program Sensor**

### 5.2.8 Implementasi Kode Program LCD

Implementasi kode program LCD berfungsi untuk menampilkan hasil keluaran atau *output* setelah data diproses sistem. Implementasi kode program LCD dapat diamati pada Tabel 5.5.

**Tabel 5.10 Kode Program LCD**

Kode Program LCD	
1	#include <Wire.h>
2	#include <LiquidCrystal_I2C.h>
3	LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 4);
4	//tuliskan pada layar LCD
5	lcd.setCursor(6, 0);
6	lcd.print("TGS");
7	lcd.setCursor(6, 1);
8	lcd.print(sensorTGS);
9	lcd.setCursor(0, 0);
10	lcd.print("MQ135");
11	lcd.setCursor(0, 1);
12	lcd.print(sensorMQ135);
13	lcd.setCursor(11, 0);
14	lcd.print("MQ5");
15	lcd.setCursor(11, 1);
16	lcd.print(sensorMQ5);

Kode program LCD diatas menggunakan library I2C yang disesuaikan dengan perancangan LCD. Hasil dari implementasi perangkat lunak pada LCD dapat dilihat pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22 Implementasi Kode Program LCD

### 5.2.9 Implementasi Kode Program K-Nearest Neighbour

Implementasi kode program K-Nearest Neighbour berfungsi untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah mangga. Klasifikasi dilakukan setelah sistem telah menerima pembacaan data dari sensor TGS2602, MQ135, dan MQ5 hasil dari proses komputasi klasifikasi data akan ditampilkan pada layar LCD. Implementasi kode program K- Nearest Neighbour dapat diamati pada Tabel 5.6.

Tabel 5.11 Kode Program K-Nearest Neighbour

Kode Program K-Nearest Neighbour	
1	#include <Wire.h>
2	#include <LiquidCrystal_I2C.h>
3	LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 4);
4	//urutan data kelas, TGS, MQ135, MQ5
5	
6	float memory [] {
7	1, 0.270 0.994 0.341,
8	1, 0.313 1 0.366,
9	1, 0.335 1 0.381,
10	1, 0.356 0.982 0.386,
11	1, 0.630 0.610 0,
12	1, 0.541 0.604 0.014,
13	1, 0.476 0.610 0.034,
14	1, 0.489 0.694 0.108,
15	1, 0.473 0.688 0.118,
16	1, 0.723 0.580 0.306,
17	1, 0.855 0.718 1,
18	1, 1 0.658 0.603,
19	1, 0.753 0.628 0.257,
20	1, 0.901 0.874 0.702,
21	1, 0.569 0.700 0.490,
22	2, 0.006 0.203 0.059,
23	2, 0.012 0.155 0.074,
24	2, 0.024 0.107 0.054,
25	2, 0.049 0.263 0.039,
26	2, 0 0.209 0.128,
27	2, 0.006 0.161 0.089,
28	2, 0.003 0.221 0.094,
29	2, 0.030 0.119 0.118,

```

30      2, 0.04  0 0.054,
31      2, 0.033 0.215 0.138,
32      2, 0.012 0.077 0.099,
33      2, 0.147 0.520 0.207,
34      2, 0.024 0.299 0.069,
35      2, 0.009 0.149 0.054,
36      2, 0.015 0.257 0.128,
37  };
38  void setup() {
39      lcd.begin();
40      lcd.backlight();
41      Serial.begin(9600);
42  }
43  void loop() {
44      float KTGS, KMQ135, KMQ5, klasifikasiEuclidean [30], a, akar;
45      int matang, mentah, datake, kelasEuclidean[30], i, j, n;
46      int sensorTGS, sensorMQ135, sensorMQ5;
47      float outputSensor1, outputSensor2, outputSensor3;
48      while (1)
49      {
50
51          KTGS = abs(memory[addrMemory + 1] - outputSensor1);
52          KMQ135 = abs(memory[addrMemory + 2] - outputSensor2);
53          KMQ5 = abs(memory[addrMemory + 3] - outputSensor3);
54
55          KTGS = sq(KTGS);
56          KMQ135 = sq(KMQ135);
57          KMQ5 = sq(KMQ5);
58
59          akar = (KTGS + KMQ135 + KMQ5);
60          klasifikasiEuclidean [datake] = sqrt(akar);
61          kelasEuclidean [datake] = memory[addrMemory + 0];
62
63          datake++;
64          addrMemory = (datake * 5);
65      }
66      int neighbor = 3;
67      lcd.setCursor(0, 1);
68      lcd.print(" ");
69      for (i = 0; i < 30; ++i)
70      {
71          for (j = i + 1; j < 30; ++j)
72          {
73              if (klasifikasiEuclidean[i] > klasifikasiEuclidean[j])
74              {
75                  a = klasifikasiEuclidean[i];
76                  klasifikasiEuclidean[i] = klasifikasiEuclidean[j];
77                  klasifikasiEuclidean[j] = a;
78              }
79              n = kelasEuclidean [i];
80              kelasEuclidean[i] = kelasEuclidean[j];
81              kelasEuclidean[j] = n;
82          }
83      }
84      lcd.setCursor(i / (16 / neighbor), 1);
85      lcd.print("#");
86  }
87  }
88  matang = 0;
89  mentah = 0;
90
91  for (i = 0; i < neighbor; ++i)
92  {
93      if (kelasEuclidean[i] == 1)
94      {

```

```

95      matang++;
96    }
97    if (kelasEuclidean[i] == 2)
98    {
99      mentah++;
100   }
101 }
102
103 if (matang > mentah)
104 {
105   lcd.setCursor(0, 1);
106   lcd.print("    MATANG");
107 }
108 if (mentah > matang)
109 {
110   lcd.setCursor(0, 1);
111   lcd.print("    MENTAH");
112 }
113 //while (1)
114 // {
115 //s   }
116 delay(1000);
117 while (1)
118 {
119   if (digitalRead(10) == HIGH)
120   { delay(200);
121     lcd.clear();
122     return;
123   }
124 }
125 }
126 }
127 }

```

Setelah kode program klasifikasi K-Nearest Neighbour berhasil di jalankan pada Arduino IDE selanjutnya kode program tersebut di *upload* pada Arduino nano yang berfungsi sebagai klasifikasi tingkat kematangan pada buah mangga setelah pengklasifikasian selesai diproses hasilnya akan di tampilkan pada layar-LCD yang dapat dilihat pada Gambar 5.23.



Gambar 5.23 Implementasi Kode Program K-NN

Pada proses klasifikasi K-Nearest Neighbour data latih terhadap data uji di proses secara matematis dengan bentuk tabel. Data uji yang telah di normalisasi dan dipergunakan adalah data uji ke-1 dengan nilai data sebagai berikut: TGS=0.486, MQ135=0.628 dan MQ5=1.034 selanjutnya digunakan rumus *euclidean distance* untuk menghitung nilai data uji tersebut dan seluruh nilai data latih. Rumus *euclidean distance* dapat dilihat pada rumus 5.1 berikut.

$$\begin{aligned} \delta_1(input, data) &= \sqrt{(0.486 - 0.270)^2 + (0.628 - 0.994)^2 + (1.034 - 0.341)^2} \\ \delta_2(input, data) &= \sqrt{(0.486 - 0.313)^2 + (0.628 - 1)^2 + (1.034 - 0.366)^2} \\ \delta_3(input, data) &= \sqrt{(0.486 - 0.335)^2 + (0.628 - 1)^2 + (1.034 - 0.381)^2} \\ &\vdots \\ \delta_x(p, q) &= \sqrt{(p_{tgs} - q_{tgs})^2 + (p_{mq135} - q_{mq135})^2 + (p_{mq5} - q_{mq5})^2} \quad (5.1) \end{aligned}$$

Apabila hasil *euclidean distance* telah di dapat langkah selanjutnya yaitu data akan diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar setelah itu diambil data dengan nilai *euclidean distance* terkecil, nilai N yang digunakan dalam penelitian ini yaitu (N=3).

Setelah percobaan telah dilakukan didapat data *euclidean distance* terkecil adalah data ke-11 dengan  $\delta = 0.38157$ , data ke-15 dengan  $\delta = 0.55552$  dan data ke-14 dengan  $\delta = 0.58551$ . Dari ketiga data tersebut didapat kelas dominan 1 (MATANG), sehingga disimpulkan buah mangga dengan data uji tersebut memiliki tingkat kematangan kelas 1 (MATANG). Percobaan perhitungan manual *Euclidean Distance* klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dapat disimak pada Tabel 5.12.

**Tabel 5.12 Perhitungan Manual *Euclidean Distance* Klasifikasi *K-Nearest Neighbor***

Data Ke	Kelas	TGS	MQ135	MQ5	Euclidean	Jarak Neighbour
1	MATANG	0.270	0.994	0.341	0.8125	9
2	MATANG	0.313	1	0.366	0.7836	8
3	MATANG	0.335	1	0.381	0.7665	6
4	MATANG	0.356	0.982	0.386	0.7497	5
5	MATANG	0.630	0.610	0	1.0448	16
6	MATANG	0.541	0.604	0.014	1.0215	15
7	MATANG	0.476	0.610	0.034	1.0002	14
8	MATANG	0.489	0.694	0.108	0.9280	13
9	MATANG	0.473	0.688	0.118	0.9178	12
10	MATANG	0.723	0.580	0.306	0.7668	7
11	MATANG	0.855	0.718	1	0.3815	1
12	MATANG	1	0.658	0.603	0.6711	4
13	MATANG	0.753	0.628	0.257	0.8220	10
14	MATANG	0.901	0.874	0.702	0.5855	3

15	MATANG	0.569	0.700	0.490	0.5555	2
16	MENTAH	0.006	0.203	0.059	1.1671	25
17	MENTAH	0.012	0.155	0.074	1.1707	26
18	MENTAH	0.024	0.107	0.054	1.2021	29
19	MENTAH	0.049	0.263	0.039	1.1464	23
20	MENTAH	0	0.209	0.128	1.1103	19
21	MENTAH	0.006	0.161	0.089	1.1587	24
22	MENTAH	0.003	0.221	0.094	1.1330	21
23	MENTAH	0.030	0.119	0.118	1.1424	22
24	MENTAH	0.04	0	0.054	1.2470	30
25	MENTAH	0.033	0.215	0.138	1.0854	17
26	MENTAH	0.012	0.077	0.099	1.1846	27
27	MENTAH	0.147	0.520	0.207	0.8998	11
28	MENTAH	0.024	0.299	0.069	1.1195	20
29	MENTAH	0.009	0.149	0.054	1.1906	28
30	MENTAH	0.015	0.257	0.128	1.0863	18

Jika Jarak *Euclidean* data uji terhadap semua data latih telah didapat setelah itu dilakukan proses *sorting* Jarak *Euclidean* mulai nilai terkecil hingga nilai terbesar. Hasil *Sorting* klasifikasi K-Nearest Neighbor dapat dilihat pada Tabel 5.13.

**Tabel 5.13 Hasil *Sorting* klasifikasi K-Nearest Neighbor**

Data Ke	Kelas	TGS	MQ135	MQ5	Euclidean	Jarak Neighbour
11	MATANG	0.855	0.718	1	0.3815	1
15	MATANG	0.569	0.700	0.490	0.5555	2
14	MATANG	0.901	0.874	0.702	0.5855	3
12	MATANG	1	0.658	0.603	0.6711	4
4	MATANG	0.356	0.982	0.386	0.7497	5
3	MATANG	0.335	1	0.381	0.7665	6
10	MATANG	0.723	0.580	0.306	0.7668	7
2	MATANG	0.313	1	0.366	0.7836	8
1	MATANG	0.270	0.994	0.341	0.8125	9
13	MATANG	0.753	0.628	0.257	0.8220	10
27	MENTAH	0.147	0.520	0.207	0.8998	11
9	MATANG	0.473	0.688	0.118	0.9178	12
8	MATANG	0.489	0.694	0.108	0.9280	13
7	MATANG	0.476	0.610	0.034	1.0002	14
6	MATANG	0.541	0.60	0.014	1.0215	15
5	MATANG	0.630	0.610	0	1.0448	16
25	MENTAH	0.033	0.215	0.138	1.0854	17
30	MENTAH	0.015	0.257	0.128	1.0863	18

20	MENTAH	0	0.209	0.128	1.1103	19
28	MENTAH	0.024	0.299	0.069	1.1195	20
22	MENTAH	0.003	0.221	0.094	1.1330	21
23	MENTAH	0.030	0.119	0.118	1.1424	22
19	MENTAH	0.049	0.263	0.039	1.1464	23
21	MENTAH	0.006	0.161	0.089	1.1587	24
16	MENTAH	0.006	0.203	0.059	1.1671	25
17	MENTAH	0.012	0.155	0.074	1.1707	26
26	MENTAH	0.012	0.077	0.099	1.1846	27
29	MENTAH	0.009	0.149	0.054	1.1906	28
18	MENTAH	0.024	0.107	0.054	1.2021	29
24	MENTAH	0.04	0	0.054	1.2470	30

Setelah itu diambil tiga dengan jarak tetangga terdekat, dalam percobaan ini jarak tetangga terdekat adalah data ke 11, 15, dan 14. Ketiga data tersebut memiliki kelas dominan 1 (MATANG), sehingga disimpulkan buah mangga dengan data uji tersebut memiliki tingkat kematangan kelas 1 (MATANG). Percobaan untuk jarak tetangga terdekat klasifikasi K-Nearest Neighbor dapat disimak pada Tabel 5.14.

**Tabel 5.14 Simulasi Jarak Tetangga Terdekat Klasifikasi K-Nearest Neighbor**

Data Ke	Kelas	TGS	MQ135	MQ5	Euclidean	Jarak Neighbour
11	MATANG	0.855	0.718	1	0.3815	1
15	MATANG	0.569	0.700	0.490	0.5555	2
14	MATANG	0.901	0.874	0.702	0.5855	3

## BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam bab ini dilakukan pengujian dan analisis sistem “Sistem Deteksi Kematangan Buah Mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (K-NN)”. Pengujian akurasi sensor TGS2602, MQ135 dan MQ35, merupakan proses awal, setelah selesai akan diteruskan dengan pengujian pada LCD dan yang terakhir dilakukan pengujian akurasi K-Nearest Neighbour.

### 6.1 Pengujian Sensor Gas TGS2602

TGS2602 merupakan sensor dengan kemampuan untuk mendeteksi kontaminasi udara VOCs, amonia,  $\text{H}_2$ . Pada penelitian ini sensor gas TGS2602 akan digunakan untuk mendeteksi tingkat konsentrasi gas ammonia yang dihasilkan buah mangga. Didalam pengujian ini dilakukan pengujian terhadap hasil pembacaan sensor agar dapat diketahui apakah sensor dapat berjalan dengan baik ataupun tidak.

#### 6.1.1 Tujuan Pengujian

Pengujian sensor gas TGS2602 dilakukan untuk mengetahui sensor TGS2602 dapat bekerja dengan baik atau tidak.

#### 6.1.2 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk pengujian sensor TGS2602 adalah sebagai berikut:

1. Arduino dihubungkan pada computer.
2. Input kode program MQ135 dan amati hasil pembacaan sensor yang ditampilkan.
3. Berikan label pada masing-masing buah mangga.
4. Masukkan buah mangga ke dalam kotak kedap udara.
5. Setelah mangga telah berada di dalam kotak tunggu sekitar 2 menit.
6. Lakukan pengujian pada beberapa buah mangga dalam waktu yang sama dan ulangi 5 kali pengukuran untuk tiap buah.
7. Analisa hasil dari pengujian tersebut.

#### 6.1.3 Hasil dan Anailis Pengujian

Dalam bab ini hasil pembacaan sensor TGS2602 dengan output ADC yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit. Proses pengujian sensor TGS2602 dapat dilihat pada gambar 6.1 berikut.



**Gambar 6.1 Pengujian Sensor TGS2602**

Setelah pengujian tersebut selesai dilakukan hasil dari sensor TGS2602 yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit dapat diamati pada Tabel 6.1 berikut:

**Tabel 6.1 Hasil Pengujian Sensor TGS2602**

MANGGA	P1	P2	P3	P4	P5	Range P1-P5
1	134	136	135	136	134	2
2	174	173	170	170	171	4
3	50	46	48	46	49	4
4	61	64	62	66	63	5
5	45	48	46	47	47	3
Rata – Rata Range P1 – P5						3.6

Hasil dari pengujian sensor TGS2602 yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu yang sama dapat dilihat pada Tabel 6.1 dari pengujian 5 buah mangga yang berbeda dan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit didapatkan hasil pembacaan sensor yang nilainya tidak jauh berbeda dengan nilai rata – rata range 3.6 maka dapat dikatakan sensor dapat mendeteksi gas dengan baik.

## 6.2 Pengujian Sensor Gas MQ135

Pada penelitian ini sensor gas MQ135 akan digunakan untuk mendeteksi kualitas gas di udara. Didalam pengujian ini dilakukan pengujian terhadap hasil pembacaan sensor untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan baik ataupun tidak.

### 6.2.1 Tujuan Pengujian

Pengujian sensor gas MQ135 dilakukan untuk mengetahui sensor MQ135 dapat berjalan dengan baik ataupun tidak.

### 6.2.2 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk pengujian sensor MQ135 yaitu :

1. Arduino dihubungkan pada computer.
2. Input kode program MQ135 dan amati hasil pembacaan sensor yang ditampilkan.
3. Berikan label pada masing-masing buah mangga.
4. Masukkan buah mangga ke dalam kotak kedap udara.
5. Setelah mangga telah berada didalam kotak tunggu sekitar 2 menit.
6. Lakukan pengujian pada beberapa buah mangga dalam waktu yang sama dan ulangi 5 kali pengukuran untuk tiap buah.
7. Analisa hasil dari pengujian tersebut.

### 6.2.3 Hasil dan Anailis Pengujian

Dalam bab ini hasil pembacaan sensor MQ135 dengan output ADC yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit. Proses pengujian sensor MQ135 dapat dilihat pada gambar 6.2 berikut.



**Gambar 6.2 Pengujian Sensor MQ135**

Setelah pengujian tersebut selesai dilakukan hasil dari sensor MQ135 yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit dapat diamati pada Tabel 6.2 berikut:

Tabel 6.2 Hasil Pengujian Sensor MQ135

MANGGA	P1	P2	P3	P4	P5	Range P1-P5
1	276	277	278	275	280	5
2	264	264	267	265	266	3
3	183	185	185	182	184	3
4	211	213	214	210	212	4
5	190	189	195	195	192	6
Rata – Rata Range P1 – P5						4.2

Hasil dari pengujian sensor MQ135 yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu yang sama dapat dilihat pada Tabel 6.2 dari pengujian 5 buah mangga yang berbeda dan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit didapatkan hasil pembacaan sensor yang nilainya tidak jauh berbeda dengan nilai rata – rata range 4.2 sehingga dapat dikatakan sensor dapat mendeteksi gas dengan baik.

### 6.3 Pengujian Sensor Gas MQ5

Pada penelitian ini sensor gas MQ5 akan digunakan untuk mendeteksi natural gas seperti alkohol yang dikeluarkan oleh buah mangga. Didalam pengujian ini dilakukan pengujian terhadap hasil pembacaan sensor untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan baik atau tidak.

#### 6.3.1 Tujuan Pengujian

Pengujian sensor gas MQ5 dilakukan untuk mengetahui sensor MQ5 dapat bekerja dengan baik atau tidak.

#### 6.3.2 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk pengujian sensor MQ5 adalah sebagai berikut :

1. Arduino dihubungkan pada computer.
2. Input kode program MQ135 dan amati hasil pembacaan sensor yang ditampilkan.
3. Berikan label pada masing-masing buah mangga.
4. Masukkan buah mangga ke dalam kotak kedap udara.
5. Setelah mangga telah berada didalam kotak tunggu sekitar 2 menit.

6. Lakukan pengujian pada beberapa buah mangga dalam waktu yang sama dan ulangi 5 kali pengukuran untuk tiap buah.
7. Analisa hasil dari pengujian tersebut.

### 6.3.3 Hasil dan Anailis Pengujian

Dalam bab ini hasil pembacaan sensor MQ5 dengan output ADC yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit. Proses pengujian sensor MQ5 dapat dilihat pada gambar 6.3 berikut.



**Gambar 6.3 Pengujian Sensor MQ5**

Setelah pengujian tersebut selesai dilakukan hasil dari sensor MQ5 yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit dapat diamati pada Tabel 6.3 berikut:

**Tabel 6.3 Hasil Pengujian Sensor MQ5**

MANGGA	P1	P2	P3	P4	P5	Range P1-P5
1	118	120	121	118	119	3
2	130	133	128	134	128	6
3	122	124	122	125	124	3
4	125	124	126	123	122	4
5	123	127	127	121	125	6
Rata – Rata Range P1 – P5						4.4

Hasil dari pengujian sensor MQ5 yang diuji pada 5 buah mangga dengan 5 kali pengukuran dalam waktu yang sama dapat dilihat pada Tabel 6.2 dari pengujian 5 buah mangga yang berbeda dan 5 kali pengukuran dalam waktu 2 menit didapatkan hasil pembacaan sensor yang nilainya tidak jauh berbeda dengan nilai rata – rata range 4.4 sehingga dapat dikatakan sensor dapat mendeteksi gas dengan baik.

## 6.4 Pengujian LCD 16X2

LCD 16X2 mempunyai fungsi untuk menampilkan nilai yang dihasilkan oleh sensor pada saat sistem telah bekerja. Nilai tersebut berupa hasil klasifikasi tingkat kematangan buah mangga. Pengujian pada LCD 16X2 dilakukan dengan menjalankan kode program yang diberikan pada sistem lalu dilihat apakah keluaran pada LCD 16X2 sesuai dengan kode program yang dijalankan pada sistem.

### 6.4.1 Tujuan Pengujian

Pengujian pada LCD 16X2 dilakukan untuk mengetahui apakah LCD 16X2 dapat bekerja dengan baik. Sehingga data yang ditampilkan pada LCD 16X2 cocok dengan kode program yang terdapat pada sistem.

### 6.4.2 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk pengujian LCD 16X2 adalah sebagai berikut :

1. Arduino dihubungkan pada computer.
2. Upload kode program LCD 16X2
3. Jalankan sistem
4. Analisa hasil dari keluaran LCD apakah telah sesuai dengan kode program yang dijalankan.

### 6.4.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Dalam bab ini hasil dari pengujian LCD 16X2 dapat dilihat pada gambar 6.4 berikut :



Gambar 6.4 Hasil Pengujian Tampilan LCD 16X2

## 6.5 Pengujian Metode *K-Nearest Neighbour*

Pada sistem deteksi kematangan buah mangga berdasarkan kandungan Gas NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH dan VOCs digunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour*. Metode *K-Nearest Neighbour* memiliki peranan penting pada sistem karena digunakan sebagai penentu tingkat kematangan buah mangga yang dideteksi oleh sistem. Pengujian pada metode *K-Nearest Neighbour* dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan oleh sistem dengan buah mangga yang sesungguhnya.

### 6.5.1 Tujuan Pengujian

Pengujian pada metode *K-Nearest Neighbour* dilakukan untuk mengetahui akurasi dari klasifikasi *K-Nearest Neighbour* dalam menentukan tingkat kematangan buah mangga.

### 6.5.2 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk pengujian sensor TGS2602 adalah sebagai berikut:

1. Arduino dihubungkan pada computer.
2. Input kode program klasifikasi *K-Nearest Neighbour*
3. Masukkan buah mangga yang akan digunakan sebagai data uji ke dalam kotak kedap udara.
4. Setelah mangga telah berada didalam kotak tunggu sekitar 2 menit.
5. Jalankan sistem dan amati hasil klasifikasi
6. Analisa hasil dari klasifikasi yang dijalankan pada sistem dan bandingkan dengan tingkat kematangan buah mangga yang sesungguhnya.

### 6.5.3 Hasil dan Anailis Pengujian

Pengujian metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour* dalam menentukan tingkat kematangan buah mangga yang bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi yang didapat. Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan mengikuti prosedur yang sesuai dapat diamati pada tabel 6.4 berikut, tabel dengan warna kuning memiliki keterangan sebagai hasil klasifikasi yang salah.

**Tabel 6.4 Hasil Pengujian Akurasi Metode *K-Nearest Neighbour***

DATA KE	TGS2602	MQ135	MQ5	KELAS	N=3	N=5	N=7	N=9
1	0.486	0.628	1.034	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG
2	0.723	0.598	0	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG
3	0.68	0.61	0.034	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG

4	0.332	0.419	0.306	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG
5	0.381	1.253	0.168	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG
6	0.264	0.991	0.024	MATANG	MATANG	MATANG	MENTAH	MENTAH
7	0.932	0.982	0.381	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG
8	0.138	0.347	0.277	MATANG	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH
9	0.11	0.191	0.277	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH
10	0.2	0.479	1.079	MENTAH	MATANG	MATANG	MATANG	MATANG
11	0.372	0.598	0.247	MENTAH	MENTAH	MATANG	MATANG	MATANG
12	0.076	0.053	0.034	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MATANG	MATANG
13	0.012	0.095	0.064	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH
14	0.15	0.293	0.272	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH
15	0.095	0.119	0.168	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH	MENTAH

Pada Tabel 6.4 merupakan hasil pengujian setelah dilakukan proses normalisasi untuk mengetahui tingkat akurasi dari metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor*. Dari 15 data yang diuji pada  $K=3$  terdapat 2 data error yaitu pada data ke- 8 & 10 sehingga tingkat akurasi yang yang didapatkan mencapai 86,6% lalu pada nilai  $K=5$  dari 15 data yang diuji terdapat 3 data yang error yaitu pada data ke- 8, 10 & 11 sehingga tingkat akurasi yang yang didapatkan mencapai 80% dan pada nilai  $K=7$  &  $K=9$  dari 15 data yang diuji terdapat 4 data yang error yaitu pada data ke- 8, 10, 11, & 12 sehingga tingkat akurasi yang didapatkan mencapai 73%. Nilai akurasi tertinggi dari hasil percobaan yang dilakukan terdapat pada nilai *neighbour*  $K=3$  yaitu 86,6%.

## BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah selesai dilaksanakan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan sebuah sistem yang dapat mendeteksi kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs adalah dengan menggunakan 3 sensor gas TGS2602, MQ135, MQ5 yang dapat mendeteksi kadar VOCs,  $\text{NH}_3$ , & alkohol pada buah mangga dan untuk melakukan pemrosesan data yang didapat dari sensor menggunakan mikrokontroler Arduino nano. Selanjutnya untuk menentukan tingkat kematangan pada buah mangga digunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour* (KNN).
2. Kinerja sensor TGS2602 dalam mendeteksi kadar senyawa organik (VOCs) diuji pada beberapa buah mangga dalam waktu yang sama dan diulangi 5 kali pengukuran untuk tiap buah dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pembacaan sensor dengan nilai yang tidak jauh berbeda, dengan pengujian yang telah dilakukan sensor TGS2602 dianggap dapat bekerja dengan baik. Sensor MQ135 yang berfungsi dalam mendeteksi ammonia pada buah mangga diuji pada beberapa buah mangga dalam waktu yang sama dan diulangi 5 kali pengukuran untuk tiap buah dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pembacaan sensor dengan nilai yang tidak jauh berbeda setelah pengujian berhasil dilakukan dapat dianalisis bahwa sensor MQ135 dapat bekerja dengan baik. Sensor MQ5 diuji menggunakan beberapa buah mangga dalam waktu yang sama dan dilakukan 5 kali pengukuran nilai pembacaan sensor untuk tiap buah dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pembacaan sensor dengan nilai yang tidak jauh berbeda dengan ini dapat dianggap bahwa sensor MQ5 dapat bekerja dengan baik.
3. Setelah penerapan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour* (KNN) pada sistem deteksi kematangan pada buah mangga berdasarkan kandungan Gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan VOCs telah berhasil dilakukan dan dilakukan percobaan yang menggunakan 30 data latih dan 15 data uji didapatkan hasil akurasi klasifikasi pada K=3 mencapai 86,6% dimana dari 15 data uji terdapat 2 data yang error yaitu pada data ke- 8 & 10, lalu pada nilai K=5 akurasi yang didapat mencapai 80% dimana dari 15 data terdapat 3 data error yaitu pada data ke- 8, 10 & 11 dan pada nilai K=7 & K=9 akurasi yang didapat mencapai 73% dimana dari 15 data terdapat 4 data error yaitu pada data ke- 8, 10, 11 & 12. Nilai akurasi tertinggi dari hasil percobaan yang dilakukan terdapat pada nilai neighbour K=3 yaitu 86,6%.

### 7.2 Saran

Berikut merupakan saran agar penelitian dapat membantu peneliti kedepannya dan dapat dikembangkan lebih lanjut sehingga sistem dapat bekerja lebih baik lagi.

1. Menambahkan sensor gas agar akurasi dalam mendeteksi tingkat kematangan pada buah mangga dapat ditingkatkan.
2. Menambahkan data latih yang digunakan lebih banyak, lebih akurat dan tersebar sehingga dalam proses klasifikasi mendapatkan akurasi yang lebih tinggi.
3. Menggunakan sensor gas yang lebih baik agar sensor dapat mendeteksi kandungan senyawa lebih banyak dalam penentuan tingkat kematangan pada buah mangga bahkan dalam penentuan tingkat kematangan pada buah lainnya.



## DAFTAR REFERENSI

Arduino, 2020. Getting Started with Arduino Nano. [Online] Available at : <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoNano> [Diakses 11 Desember 2020].

Arief Sudarmaji dan Rifah Ediaty. (2011) "Identifikasi Kematangan Buah Tropika Berbasis Sistem Penciuman Elektronik Menggunakan Deret Sensor Gas Semikonduktor Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan" Jurnal Keteknik Pertanian.Vol.25 No. 1.

El Hadi, M.A.M., Zhang, F.J., Wu, F.F., Zhou, C.H. and Tao, J., 2013. Advances in fruit aroma volatile research. *Molecules*, 18(7), pp.8200-8229.

Fellman, J.K.; Rudell, D.R.; Mattinson, D.S.; Mattheis, J.P. (2003). "Relationship of harvest maturity to flavor regeneration after CA storage of "Delicious" apples. *Postharvest Biol*". Technol. 2003, 27, 39–51.

Kader, A.A. A. (2004). "Perspective on postharvest horticulture (1978–2003)". *Hort. Sci.* 2004, 38, 1004–1008.

Larose, Daniel. (2005). "K-Nearest Neighbor Algorithm". *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining.* 104-106. 10.1002/0471687545.ch5.

LCD Module, 2020 LCD 16x2 Blue SPI I2C Module - Digiware Store [Online] Available at : <https://digiwarestore.com/id/lcd-character/lcd-16x2-blue-spi-i2c-module-712141.html> [Diakses 11 Desember 2020].

Menager, I.; Jost, M.; Aubert, C. (2004). "Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (Cv. Cigaline) during maturation". *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52, 1248–1254.

Morton, J. 1987. Mango. p. 221–239. In: *Fruits of warm climates.* [online]. Tersedia pada : [https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/mango\\_ars.html](https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/mango_ars.html) [Diakses 25 Februari 2020]

MQ135, 2018. MQ-135 - Gas Sensor for Air Quality [Online] Available at : <https://components101.com/sensors/mq135-gas-sensor-for-air-quality> [Diakses 11 Desember 2020].

Nurdayani, Niki, dkk. 2016. Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Harum Manis Berdasarkan Normalisasi Warna Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web. FMIPA Universitas Pakuan Bogor.

Pamungkas, A.P.S., Nafi'iyah, N. and Nawafilah, N.Q., 2019. K-NN Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Manalagi Menggunakan L\* A\* B dan Fitur Statistik. *Journal of Computer Science and Visual Communication Design*, 4(1), pp.1-8.

Pino, J.A.; Mesa J. (2006). "Contribution of volatile compounds to mango (Mangifera indica L.) aroma". *Flav. Frag. J.* 2006, 21, 207–213.

Putra, O.A., Firdaus, F. and Hersyah, M.H., 2015. Identifikasi Aroma Teh Dengan E-nose Menggunakan Metode Backpropagation. *Prosiding Semnastek*.

Raharjo, R.A., 2015. Rancang bangun sistem akuisisi data bau dari larik sensor gas untuk analisis kematangan buah durian dengan menggunakan metode integral trapezoid (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

Shibamoto, T.; Tang, C.S. (1990). "Minor" tropical fruit mango, papaya, passion fruit, and guava. In *Food Flavours: Part C: The Flavour of Fruit*; Morton, I.D., MacLeod, A.J., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 1990; pp. 221–234.

Statistik, B.P., 2016. Produksi buah-buahan (mangga, nanas, pepaya, pisang dan rambutan) menurut kabupaten/kota di provinsi jawa barat.

TGS2602, 2018 Gas Sensors & Modules - Products - Figaro Engineering Inc. [Online] Available at : <https://www.figarosensor.com/product/entry/tgs2602.html> [Diakses 11 Desember 2020].

Warta Ekonomi, 2019 Menyimak produk mangga di Indonesia. Tersedia di: <https://www.wartaekonomi.co.id/read250992/menyimak-produksi-mangga-di-indonesia.html>.

Wu, Y. and He, K., 2018. Group normalization. In *Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV)* (pp. 3-19).

## LAMPIRAN A SOURCE CODE

### A.1 Kode Program Seluruh Sistem

```

Kode Program Seluruh Siste
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 4);
4 //urutan data kelas, TGS, MQ135, MQ5
5
6 float memory [] {
7     1, 0.270 0.994 0.341,
8     1, 0.313 1 0.366,
9     1, 0.335 1 0.381,
10    1, 0.356 0.982 0.386,
11    1, 0.630 0.610 0,
12    1, 0.541 0.604 0.014,
13    1, 0.476 0.610 0.034,
14    1, 0.489 0.694 0.108,
15    1, 0.473 0.688 0.118,
16    1, 0.723 0.580 0.306,
17    1, 0.855 0.718 1,
18    1, 0.658 0.603,
19    1, 0.753 0.628 0.257,
20    1, 0.901 0.874 0.702,
21    1, 0.569 0.700 0.490,
22    2, 0.006 0.203 0.059,
23    2, 0.012 0.155 0.074,
24    2, 0.024 0.107 0.054,
25    2, 0.049 0.263 0.039,
26    2, 0 0.209 0.128,
27    2, 0.006 0.161 0.089,
28    2, 0.003 0.221 0.094,
29    2, 0.030 0.119 0.118,
30    2, 0.04 0 0.054,
31    2, 0.033 0.215 0.138,
32    2, 0.012 0.077 0.099,
33    2, 0.147 0.520 0.207,
34    2, 0.024 0.299 0.069,
35    2, 0.009 0.149 0.054,
36    2, 0.015 0.257 0.128,
37 };
38 void setup() {
39     lcd.begin();
40     lcd.backlight();
41     Serial.begin(9600);
42 }
43 void loop() {
44     float KTGS, KMQ135, KMQ5, klasifikasiEuclidean [30], a, akar;
45     int matang, mentah, datake, kelasEuclidean[30], i, j, n;
46     lcd.setCursor(0, 0);
47     lcd.print("TEKAN TOMBOL");
48     lcd.setCursor(0, 1);
49     lcd.print("UNTUK MULAI");
50     //baca nilai pada pin analog
51     int sensorTGS, sensorMQ135, sensorMQ5;
52     float outputSensor1, outputSensor2, outputSensor3;
53     while (1)
54     {
55         if (digitalRead(10) == HIGH)
56         {
57             sensorTGS = analogRead(1);
58             outputSensor1 = (sensorTGS-25)/325;

```

```

59 sensorMQ135 = analogRead(6);
60 outputSensor2 = (sensorMQ135-210)/167;
61 sensorMQ5 = analogRead(7);
62 outputSensor3 = (sensorMQ5-108)/202;
63 datake = 0;
64 int addrMemory = 0;
65 while (datake < 30)
66 {
67
68 KTGS = abs(memory[addrMemory + 1] - outputSensor1);
69 KMQ135 = abs(memory[addrMemory + 2] - outputSensor2);
70 KMQ5 = abs(memory[addrMemory + 3] - outputSensor3);
71
72 KTGS = sq(KTGS);
73 KMQ135 = sq(KMQ135);
74 KMQ5 = sq(KMQ5);
75
76 akar = (KTGS + KMQ135 + KMQ5);
77 klasifikasiEuclidean [datake] = sqrt(akar);
78 kelasEuclidean [datake] = memory[addrMemory + 0];
79
80 datake++;
81 addrMemory = (datake * 5);
82 }
83 int neighbor = 3;
84 lcd.setCursor(0, 1);
85 lcd.print(" ");
86 for (i = 0; i < 30; ++i)
87 {
88     for (j = i + 1; j < 30; ++j)
89     {
90         if (klasifikasiEuclidean[i] > klasifikasiEuclidean[j])
91         {
92             a = klasifikasiEuclidean[i];
93             klasifikasiEuclidean[i] = klasifikasiEuclidean[j];
94             klasifikasiEuclidean[j] = a;
95
96             n = kelasEuclidean [i];
97             kelasEuclidean[i] = kelasEuclidean[j];
98             kelasEuclidean[j] = n;
99         }
100     }
101     lcd.setCursor(i / (16 / neighbor), 1);
102     lcd.print("#");
103 }
104
105 matang = 0;
106 mentah = 0;
107
108 for (i = 0; i < neighbor; ++i)
109 {
110     if (kelasEuclidean[i] == 1)
111     {
112         matang++;
113     }
114     if (kelasEuclidean[i] == 2)
115     {
116         mentah++;
117     }
118 }
119
120 lcd.clear();
121 lcd.setCursor(2, 0);
122 lcd.print(outputSensor1, 0);
123 lcd.setCursor(6, 0);

```

```

124 lcd.print(outputSensor2,0);
125 lcd.setCursor(10,0);
126 lcd.print(outputSensor3,0);
127 //lcd.print("KEMATANGAN");
128
129 if (matang > mentah)
130 {
131     lcd.setCursor(0, 1);
132     lcd.print("    MATANG");
133 }
134 if (mentah > matang)
135 {
136     lcd.setCursor(0, 1);
137     lcd.print("    MENTAH");
138 }
139 //while (1)
140 // {
141 //s
142     delay(1000);
143     while (1)
144     {
145         if (digitalRead(10) == HIGH)
146         { delay(200);
147             lcd.clear();
148             return;
149         }
150     }
151 }
152 }
153 }

```



## LAMPIRAN B DATA LATIH

### B.1 Data Latih

Tabel B.1 Data Latih Sistem

Data Ke	Kelas	TGS2602	MQ135	MQ5
1	MATANG	0.270	0.994	0.341
2	MATANG	0.313	1	0.366
3	MATANG	0.335	1	0.381
4	MATANG	0.356	0.982	0.386
5	MATANG	0.630	0.610	0
6	MATANG	0.541	0.604	0.014
7	MATANG	0.476	0.610	0.034
8	MATANG	0.489	0.694	0.108
9	MATANG	0.473	0.688	0.118
10	MATANG	0.723	0.580	0.306
11	MATANG	0.855	0.718	1
12	MATANG	1	0.658	0.603
13	MATANG	0.753	0.628	0.257
14	MATANG	0.901	0.874	0.702
15	MATANG	0.569	0.700	0.490
16	MENTAH	0.006	0.203	0.059
17	MENTAH	0.012	0.155	0.074
18	MENTAH	0.024	0.107	0.054
19	MENTAH	0.049	0.263	0.039
20	MENTAH	0	0.209	0.128
21	MENTAH	0.006	0.161	0.089
22	MENTAH	0.003	0.221	0.094
23	MENTAH	0.030	0.119	0.118
24	MENTAH	0.04	0	0.054
25	MENTAH	0.033	0.215	0.138
26	MENTAH	0.012	0.077	0.099
27	MENTAH	0.147	0.520	0.207
28	MENTAH	0.024	0.299	0.069
29	MENTAH	0.009	0.149	0.054
30	MENTAH	0.015	0.257	0.128



## LAMPIRAN C DOKUMENTASI

### C.1 Dokumentasi Hasil Data Uji



Gambar C.7.0.1 Dokumentasi Data Uji Matang



Gambar C.7.0.2 Dokumentasi Data Uji Mentah

## C.2 Dokumentasi Penentuan Tingkat Kematangan pada Ahli Buah Mangga



Gambar C.7.0.3 Penentuan tingkat kematangan mangga oleh ahli



Gambar C.7.4 Dokumentasi Buah Mangga



Gambar C.7.5 Buah Mangga Gadung

