

**SISTEM KLASIFIKASI IKAN TONGKOL YANG MENGANDUNG
FORMALIN DENGAN SENSOR HCHO DAN SENSOR PH
MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR
BERBASIS ARDUINO**

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
DEDI SISWANTO
NIM: 135150301111098



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

**MALANG
2020**

PENGESAHAN

SISTEM KLASIFIKASI IKAN TONGKOL YANG MENGANDUNG FORMALIN DENGAN
SENSOR HCHO DAN SENSOR PH MENGGUNAKAN METODE *K-NEAREST NEIGBOR*
BERBASIS ARDUINO

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh:

Dedi Siswanto

NIM: 135150301111098

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
9 Januari 2020

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dahnial Syaquy, S.T., M.T., M.Sc.

NIK: 201607 870423 1 002

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

NIK: 201304 870423 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D

NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

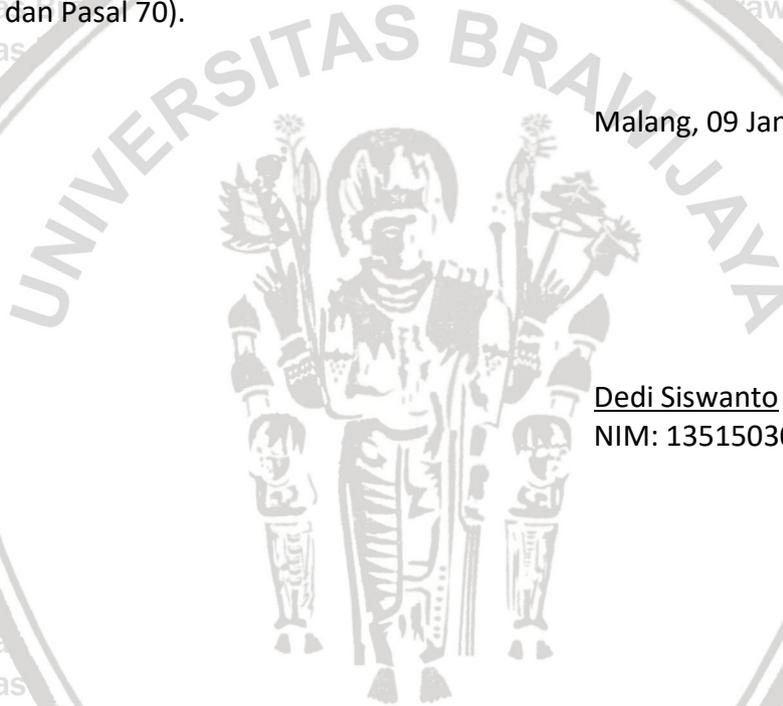
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan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

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 09 Januari 2020

Dedi Siswanto

NIM: 135150301111098



KATA PENGANTAR

Bismillah hirrohmanirrohim. Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan hidayat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "SISTEM KLASIFIKASI IKAN TONGKOL YANG MENGANDUNG FORMALIN DENGAN SENSOR HCHO DAN SENSOR PH MENGGUNAKAN METODE *K-NEAREST NEIGBOR* BERBASIS ARDUINO".

Dalam penyusunan dan penelitian skripsi ini tidaklah lepas dari bantuan berbagai pihak baik dalam bentuk materiil ataupun nasehat. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan kepada:

1. Allah Yang Maha Esa atas berkah rahmat dan hidayat-Nya serta karena-Nya skripsi ini telah selesai dengan baik.
2. Ibu, Ayah, dan seluruh keluarga atas segenap do'a dan dukungan yang telah diberikan.
3. Bapak Dahnia Syauqy, S.T., M.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bantuan berupa ilmu yang sangat luas dan bimbingannya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Agung Setia Budi, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing kedua yang memberikan support kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
6. Saudara Hanif Kunchahyo yang telah memberikan saran dan semangat dalam pengerjaan skripsi.
7. Dimas Dwi Saputra atas kesediaannya menjadi teman diskusi selama pengerjaan skripsi
8. Seluruh teman-teman di program studi Teknik Komputer 2013 yang telah membantu memberikan semangat untuk bisa menyelesaikan skripsi hingga akhir.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan do'a sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

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

Malang, 09 Januari 2020

Penulis

Dedisiswanto12@gmail.com

ABSTRAK

Dedi Siswanto, Sistem Klasifikasi Ikan Tongkol Yang Mengandung Formalin Dengan Sensor HCHO Dan PH Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor

Pembimbing: Dahnia Syauqi, S.T., M.T. M.Sc., Agung Setia Budi, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D.

Ikan tongkol memiliki kandungan protein yang tinggi yang dapat memenuhi kebutuhan gizi pada tubuh manusia. Salah satu ikan laut yang mengandung omega 3, vitamin, protein, dan mineral adalah ikan tongkol. Ikan tongkol termasuk jenis bahan pangan yang mudah rusak (membusuk). Biasanya untuk mengatasi kerusakan pada ikan pada nelayan dan penjual mengawetkan ikan menggunakan es balok. Akan tetapi pengawetan ikan menggunakan es balok membutuhkan es balok dengan jumlah besar sehingga mengurangi jumlah keuntungan yang didapatkan dan tidak praktis. Untuk mengganti es balok nelayan dan penjual yang curang menggunakan zat kimia berbahaya seperti formalin. Untuk mengatasi kecurangan tersebut dibutuhkan sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin. Pada sistem ini menggunakan beberapa komponen, yaitu : mikrokontroler arduino mega 2560 untuk memproses data dan melakukan perhitungan *k-nearest neighbor*, sensor HCHO yang berguna untuk mendeteksi gas HCHO yang dikeluarkan oleh formalin, sensor pH sebagai pengukur nilai pH pada ikan tongkol. Sistem dalam membedakan ikan tongkol yang mengandung formalin dengan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin menggunakan metode *k-nearest neighbor* mendapat akurasi 90%. Melakukan pengujian terhadap nilai K dengan menguji nilai K = 3, 5, 7, 9. Setelah itu, hasil dari perubahan nilai K dibandingkan untuk melihat nilai K yang lebih akurat pada metode *k-nearest neighbor* yang diterapkan pada sistem.

Kata kunci: ikan tongkol, formalin, arduino mega 2560, sensor HCHO, sensor PH, *k-nearest neighbor*.

ABSTRACT

Dedi Siswanto, Sistem Klasifikasi Ikan Tongkol Yang Mengandung Formalin Dengan Sensor HCHO Dan PH Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor

Supervisor: Dahnia Syauqi, S.T., M.T. M.Sc., Agung Setia Budi, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D.

Tuna has a high protein content that can meet the nutritional needs of the human body. One of the sea fish that contains omega 3, vitamins, protein, and minerals is tuna. Tuna meat is a type of meat that is easily damaged (rot). Usually to avoid damage of fish, fishermen and sellers usually preserve fish using ice cubes. However, preserving fish using ice cubes requires large amounts of ice cubes, thereby reducing the amount of profit gained and also impractical. To replace ice cubes, usually cheat seller use dangerous chemicals such as formalin. To overcome the cheating, it is needed a classification system for tuna that contains formalin. This system uses several components, such as: arduino mega 2560 microcontroller to process data and calculate k-nearest neighbor, HCHO sensor which is used for detecting HCHO gas released by formalin, and pH sensor used to measure of the pH value in tuna. The system to distinguishing tuna that contains formalin with tuna that does not contain formalin using the k-nearest neighbor method gets 90% accuracy. Test the K value by using odd numbers 3, 5, 7, 9. After that, the results of changes in value K are compared to see which K values are more accurate on the k-nearest neighbor method applied to the system.

Keywords: tuna, formalin, arduino mega 2560, sensor HCHO, sensor pH, k-nearest neighbor

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	II
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	III
KATA PENGANTAR	IV
ABSTRAK	V
ABSTRACT	VI
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR GAMBAR	XII
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 BATASAN MASALAH.....	4
1.6 SISTEMATIKA PEMBAHASAN	4
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN.....	6
2.1 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.2 DASAR TEORI	8
2.2.1 Formalin	8
2.2.2 Ikan Tongkol	9
2.2.3 Arduino Mega 2560.....	10
2.2.4 LCD (Liquid Cristal Display) 16x2	11
2.2.5 Sensor pH SKU:SEN0249	12
2.2.6 Grove-HCHO Sensor	14
2.2.7 K-Nearest Nighbor	15
BAB 3 METODOLOGI	17
3.1 STUDI LITERATUR	17
3.2 ANALISA KEBUTUHAN	18
3.3 PERANCANGAN	18
3.4 IMPLEMENTASI SISTEM	19
3.5 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	19
3.6 PENARIKAN KESIMPULAN	20
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN	21
4.1 DEKSRIPSI UMUM.....	21
4.1.1 Perspektif Sistem.....	21
4.1.2 Karakteristik Pengguna	21



4.1.3 Asumsi dan Ketergantungan	21
4.2 ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM	22
4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna	22
4.2.2 Kebutuhan Fungsional	22
4.2.2.1 Sistem harus dapat mendeteksi gas HCHO pada objek	22
4.2.2.2 Sistem harus dapat mengambil nilai pH pada objek	22
4.2.2.3 Sistem harus secara tepat dalam menghitung metode K-NN	23
4.2.2.4 Sistem harus dapat memulai proses metode ketika push button ditekan	23
4.2.2.5 Sistem harus dapat menampilkan hasil output di LCD	23
4.2.3 Kebutuhan Perangkat Keras	23
4.2.4 Kebutuhan perangkat Lunak	24
4.2.5 Batasan desain sistem	24
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	25
5.1 PERANCANGAN SISTEM	25
5.1.1 Perancangan alat klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin	25
5.1.2 Perancangan Perangkat Keras	26
5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak	28
5.1.3.1 Perancangan Pengambilan Data Pada Sensor	28
5.1.3.2 Proses Pengambilan Data Latih	30
5.1.3.3 Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi K-Nearest Neighbor	34
5.2 IMPLEMENTASI SISTEM	40
5.2.1 Implementasi Perangkat Keras	41
5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak	42
5.2.2.1 implementasi Kode Program Sensor pH	42
5.2.2.2 Implementasi Kode Program Sensor HCHO	43
5.2.2.3 Implementasi Kode Program K-Nearest Neighbor	44
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS	51
6.1 PENGUJIAN SENSOR HCHO	51
6.1.1 Tahap-tahap Pengujian Sensor HCHO	51
6.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian Sensor HCHO	53
6.2 PENGUJIAN SENSOR PH	55
6.2.1 Tahap-tahap Pengujian Sensor pH	55
6.2.2 Hasil dan Analisis Pengujian Sensor pH	56
6.3 PENGUJIAN METODE KLASIFIKASI <i>K-NEAREST NEIGHBOR</i>	58
6.3.1 Pengujian Nilai K pada Metode Klasifikasi <i>K-Nearest Neighbor</i>	58
6.3.1.1 Tahapan-tahapan Pengujian Nilai K	58
6.3.1.2 Hasil dan Analisis pengujian Nilai K	58
6.3.2 Pengujian Tingkat Akurasi Metode <i>K-Nearest Neighbor</i>	59
6.3.2.1 Tahapan-tahapan Pengujian Akurasi Metode K-Nearest Neighbor	60
6.3.2.2 Hasil dan Analisis Pengujian Akurasi Metode K-Nearest Neighbor	60



6.3.3 Pengujian Waktu Komputasi Metode <i>K-Nearest Neighbor</i>	61
6.3.3.1 Tahapan-tahapan pengujian waktu komputasi	61
6.3.3.2 Hasil dan Analisis Pengujian Waktu Komputasi Metode Klasifikasi K-Nearest Neighbor.....	62
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	63
7.1 KESIMPULAN	63
7.2 SARAN.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan dan Persamaan Pada Tujuan Pustaka	7
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560	11
Tabel 2.3 Spesifikasi Pin Pada LCD 16x2	12
Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor pH SKU:SEN0161	14
Tabel 2.5 Spesifikasi dan Konfigurasi Pin Modul pH Probe.....	14
Tabel 2.6 Spesifikasi Grove-HCHO Sensor.....	15
Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras	23
Tabel 5.1 Hubungan Pin Sensor HCHO dengan Arduino Mega 2560	27
Tabel 5.2 Hubungan Pin Senso pH dengan Arduino Mega 2560.....	27
Tabel 5.3 Hubungan Pin LCD 16x2 dengan Arduino Mega 2560.....	27
Tabel 5.4 Parameter Sensor HCHO dan Sensor pH	30
Tabel 5.5 Data Latih	30
Tabel 5.6 Hasil Perhitungan <i>Euclidean Distance</i>	35
Tabel 5.7 Hasil Pengurutan <i>Euclidean Distance</i>	38
Tabel 5.8 Pengambilan 5 Data Dengan Jarak Terkecil	40
Tabel 5.9 Kode Program Import Library.....	42
Tabel 5.10 Kode Program Inisialisasi Pin dan Inisialisasi Varibel Sensor pH.....	42
Tabel 5.11 Kode Program Sensor pH	43
Tabel 5.12 Kode Program Inisialisasi Pin dan Inisialisasi Variabel Sensor HCHO ..	43
Tabel 5.13 Kode Program Sensor HCHO	44
Tabel 5.14 Kode Program Inisialisasi Variabel <i>K-Nearest Neighbor</i>	44
Tabel 5.15 Kode Program Data Traning	45
Tabel 5.16 Kode Program Perhitungan <i>Euclidean Distance</i>	47
Tabel 5.17 Kode Program Pengurutan Data <i>Euclidean Distance</i>	48
Tabel 5.18 Kode Program Eksekusi <i>K-Nearest Neighbor</i>	48
Tabel 5.19 Kode Program Penentuan Kelas <i>K-Nearest Neighbor</i>	49
Tabel 6.1 Hasil Pembacaan Sensor HCHO dan Dienmern Digital <i>Formaldehyde</i> ..	53
Tabel 6.2 Hasil Perhitungan Selisih Pembacaan, Presentasi <i>Error</i> , dan Rata-rata <i>Error</i> Sensor HCHO.....	54

Tabel 6.3 Hasil Pembacaan Nilai pH Pada pH Buffer Menggunakan Sensor pH dan pH Meter ATC 56

Tabel 6.4 Hasil Perhitungan Selisih Pembacaan, Presentasi Error, dan Rata-rata Error Sensor pH..... 57

Tabel 6.5 Hasil Pengujian Data Sampel pada Nilai K 3, 5, 7, 9 58

Tabel 6.6 Hasil Pengujian Metode Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* 60

Tabel 6.7 Hasil Waktu Komputasi Metode Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* 62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumus Bangun Formalin	9
Gambar 2.2 Morfologi Ikan Tongkol	10
Gambar 2.3 Arduino Mega 2560	10
Gambar 2.4 LCD 16x2	12
Gambar 2.5 Sensor pH SKU:SEN0249	13
Gambar 2.6 Modul pH Probe	13
Gambar 2.7 Grove-HCHO Sensor	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2 Blok Diagram Pada Sistem	19
Gambar 5.1 Desain alat klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin	25
Gambar 5.2 Skematik Sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin	26
Gambar 5.3 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak Pengambilan Data Sensor	29
Gambar 5.4 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi <i>K-Nearest Neighbor</i>	34
Gambar 5.5 Implementasi Perangkat Keras Deteksi Formalin Pada Ikan Tongkol	41
Gambar 6.1 Dienmern Professional Digital <i>Formaldehyde Detector Air Quality</i> ..	52
Gambar 6.2 pH Meter ATC	55



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Makanan merupakan kebutuhan yang tidak bisa lepas dari makhluk hidup. Pada umumnya, makanan memiliki kandungan gizi yang berbeda – beda sehingga makhluk hidup memerlukan konsumsi makanan yang beragam untuk melengkapi gizi yang diperlukan setiap harinya. Kandungan protein, karbohidrat, dan lemak pada makanan merupakan contoh gizi yang diperlukan oleh manusia. Untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan tubuh terutama pada otak, manusia membutuhkan makanan yang bergizi. Keterlambatan pertumbuhan organ dan jaringan tubuh karena kurangnya mengkonsumsi makanan dan kurangnya gizi dari makanan yang di konsumsi (Simanjuntak, 2016). Salah satu bahan pangan dengan nilai ekonomis tinggi dan memiliki gizi tinggi untuk tubuh adalah ikan tongkol (Nisa, 2018).

Ikan tongkol memiliki kandungan protein yang tinggi yang dapat memenuhi kebutuhan gizi pada tubuh manusia. Salah satu ikan laut yang mengandung omega 3, vitamin, protein, dan mineral adalah ikan tongkol (Hakim, 2014). Setiap 100 gram ikan tongkol memiliki kandungan air 69.40%, lemak 1.50%, protein 25.00%, dan karbohidrat 0.03%. Salah satu ikan air laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah ikan tongkol (Nisa, 2018). Ikan tomngkol termasuk jenis bahan pangan yang mudah rusak (membusuk). Setelah ditangkap dalam beberapa jam ikan tongkol akan mengalami perubahan fisik (kerusakan fisik). Biasanya untuk mengatasi kerusakan pada ikan pada nelayan dan penjual mengawetkan ikan menggunakan es balok. Akan tetapi pengawetan ikan menggunakan es balok membutuhkan es balok dengan jumlah besar sehingga mengurangi jumlah keuntungan yang didapatkan dan tidak praktis. Untuk mengganti es balok nelayan dan pejual yang curang menggunakan zat kimia berbahaya seperti formalin (Suryadi, Kurniadi, & Melanie, 2010).

Formalin adalah senyawa kimia yang mengandung sekitar 37 persen formaldehida dan 15 persen methanol. Formalin tidak berwarna dan memiliki bau yang menusuk. Formalin memiliki nama lain Formol, Methylene aldehyde, Paraforin, Morbucid, Oxomethane, Polyoxymethylene glycols, Methanal, Formoform, Superlysoform, Formaldehyde, dan Formalith. Formalin mempunyai berat molekul 30.03 dalton dengan rumus HCHO . Karena kecilnya molekul ini memudahkan absorpsi dan distribusinya ke dalam sel tubuh (Rora, 2015). Pada umumnya formalin digunakan untuk pembunuh kuman maka dari itu formalin digunakan dalam pembuatan produk pembersih, pembasmi sernggga, pengawet, pewarna, pembuatan sutera buatan, parfum, pengawet kosmetik, dan perekat untuk triplek. Selaiin itu formalin juga dapat digunakan untuk pengeras kertas dan gelatin. Dalam keperluan rumah tangga formalin dengan konsentrasi kirang dari 1% digunakan sebagai produk pembersih serperti : pencuci piring, shampoo motor, lilin, dan pembersih karpet (Perindustrian, 2006). Mengkonsumsi makanan yang mengandunga formaldehida sangat membahayan tubuh. Dampak

mengonsumsi formaldehida mengakibatkan kanker saluran pernafasan dan meningkatkan resiko leukemia (Suryadi, Kurniadi, & Melanie, 2010).

Dari hasil penelitian yang sudah ada menyatakan bahwa ikan tongkol yang mengandung formalin mempunyai warna putih bersih, kenyal, insang berwarna merah tua, dan tidak mudah busuk (Rizkiya, 2018). Mengacu pada kategori indeks konsentrasi gas formalin yang dinyatakan oleh *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa konsentrasi gas formalin yang bernilai 0-3 ppm merupakan tingkat konsentrasi yang terbilang masih aman tapi pada tingkat konsentrasi tersebut dapat menimbulkan bau yang menyengat sehingga baunya dapat dengan mudah terdeteksi melalui udara, konsentrasi 4-9 ppm dapat menyebabkan iritasi ringan dan pada tingkat konsentrasi yang melebihi 10 ppm dapat menyebabkan iritasi pada mata dan dapat mengganggu saluran pernafasan. Dari tingkat konsentrasi tersebut dapat diukur oleh sebuah sensor formalin yang dinamakan grove - HCHO sensor yang berguna untuk mengetahui tingkat konsentrasi gas HCHO yang di keluarkan oleh formalin. Grove – HCHO sensor dapat mengukur tingkat konsentrasi gas formalin sampai dengan 1 ppm. Dan sangat cocok untuk mendeteksi formaldehid yang terkandung pada larutan formalin (Musfiqo, Setyaningsih, & Negara, 2017).

Metode yang digunakan pada sistem ini menggunakan metode K-NN (*K-Nearest Neighbor*). K-NN adalah metode klasifikasi objek baru berdasarkan pembelajaran atau data-data sampel yang paling dekat dengan objek baru tersebut. Pengimplementasian metode K-NN sangat sederhana. Hampir mirip dengan teknik clustering, yaitu dengan mengelompokkan suatu data baru berdasarkan jarak antara data baru dengan beberapa data terdekat (Dzikrulloh, Indriati, & Setiawan, 2017). Simbol (K) pada K-NN merupat simbol dari banyak tetangga terdekat. Algoritma K-NN bertujuan mengklasifikasi data testing berdasarkan jarak terdekat dengan data traning (K). beberapa kelebihan pada algoritma K-NN adalah memiliki efektifitas yang tinggi pada data traning yang tinggi, mudah dalam pengimplementasian, dan sederhana (advernesia, 2017).

Mengacu pada latar belakang yang sudah dijelaskan maka penulis akan merancang sebuah sistem klasifikasi ikan tongkol yang tidak mengandung dengan ikan tongkol yang mengandung formalin. Dengan adanya sistem ini penulis berharap dapat membantu masyarakat umum dalam membedakan ikan tongkol yang tidak berformalin dengan ikan tongkol yang berformalin. Dan sistem ini dapat menjadi acuan pada penelitian-penelitian selanjutnya tentang bahan pangan yang mengandung bahan kimia berbahaya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari pemaparan yang telah dijelaskan pada bagian latar belakang maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut ini yaitu:

1. Bagaimana membuat sistem yang dapat mengklasifikasi antara ikan tongkol yang tidak mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin?

2. Bagaimana sistem ini dapat bekerja mengklasifikasikan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin menggunakan metode K-NN?
3. Bagaimana tingkat akurasi dan hasil yang didapat dari sistem klasifikasi ikan tongkol tidak yang mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin menggunakan metode K-NN?
4. Bagaimana hasil kecepatan komputasi dari implementasi metode K-NN yang diterapkan untuk proses klasifikasi ikan tongkol yang tidak mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin?

1.3 Tujuan

Dari pemaparan rumusan masalah yang telah dijelaskan pada bagian rumusan masalah diatas, maka penulis memiliki tujuan yang akan dipaparkan dibawah ini yaitu:

1. Merancang sebuah sistem yang dapat mengklasifikasi ikan tongkol yang tidak mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin. Sistem ini nantinya memiliki 2 inputan, pada inputan pertama menggunakan sensor HCHO untuk mendeteksi gas HCHO dan inputan kedua menggunakan sensor pH untuk mengukur pH pada ikan tongkol.
2. Sistem yang akan dirancang ini nantinya dapat mengklasifikasi ikan tongkol yang tidak mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin berdasarkan metode K-NN.
3. Dapat mengetahui tingkat hasil dan akurasi dari sistem klasifikasi ikan tongkol yang tidak mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin.
4. Mengetahui kecepatan perhitungan metode K-NN dalam klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin dengan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin.

1.4 Manfaat

Diharapkan melalui penelitian yang penulis ini kerjakan dapat memberikan manfaat bagi:

1. a. Bermanfaat bagi masyarakat umum dengan adanya system ini agar dapat membedakan ikan tongkol tidak yang mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin yang beredar di pasaran.
2. a. Bermanfaat bagi penulis dimana ilmu yang telah didapatkan dapat diimplementasikan dan dapat digunakan sebagai referensi atau rujukan untuk penelitian selanjutnya.
3. a. Bermanfaat bagi perkembangan teknologi embedded sistem kedepannya yang dapat mengklasifikasikan jenis-jenis makanan yang beracun.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian yang penulis kerjakan dapat lebih terarah maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut ini:

1. Ikan air laut yang diklasifikasi adalah ikan tongkol.
2. Sistem hanya mampu untuk mendeteksi kandungan formalin saja.
3. Sensor yang digunakan adalah sensor HCHO dan sensor pH.
4. Algoritma yang dipakai oleh sistem untuk proses klasifikasi menggunakan algoritma K-NN.
5. Output hasil pengujian pada sistem ditampilkan menggunakan LCD.

1.6 Sistematika Pembahasan

Agar penelitian dapat berjalan secara terarah maka sistematika penulisan akan dijelaskan pada setiap bab dan subbab sebagai berikut ini:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah pada penelitian ini serta sistematika pembahasan

BAB 2 : LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang penelitian terkait yang digunakan sebagai acuan dasar teori dalam penelitian ini serta penjelasan tentang penelitian terkait yang juga digunakan sebagai rujukan.

BAB 3 : METODOLOGI

Pada bagian ini menjelaskan alur kerja pada penelitian ini yang menjelaskan tentang studi literatur yang penulis lakukan, analisis kebutuhan sistem, implementasi, analisis serta pengujian dan analisis hasil.

BAB 4 : REKAYASA KEBUTUHAN

Pada bab ini berisi tentang diskripsi kebutuhan sistem yang akan dibuat, dimana dalam rekayasa kebutuhan ini juga akan menjelaskan tentang gambaran umum sistem dan batasan pada sistem ini.

BAB 5 : PERANCANGAN DAN IMPEMENTASI

Bab ini menjelaskan tentang proses perancangan sistem baik perangkat keras (*Hardware*) maupun dari segi perangkat lunak (*Software*) yang akan disajikan dalam bentuk skematik dan penyusunan implementasi kode program sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan.

BAB 6 : PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini menjelaskan tentang proses pengujian dan kemudian hasil dari pengujian tersebut akan dianalisa tingkat akuransinya.

BAB 7 : SARAN DAN KESIMPULAN

Berisi tentang hasil kesimpulan dari sistem yang telah dikerjakan penulis serta saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya guna mengembangkan lagi sistem ini kedepanya.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini akan menjelaskan tentang acuan penelitian yang penulis lakukan dari penelitian sebelumnya. Tinjauan penelitian yang diambil oleh penulis (Musfiqo, Setyaningsih, & Negara, 2017) dengan judul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Formalin Pada Daging Ayam Berbasis Arduino” pada penelitian yang dilakukan 5 kali pengujian daging ayam yang mengandung formalin dengan kadar formalin yang beda – beda. Setiap pengujian tingkal kadar formalin ditambah untuk mengukur kemampuan maksimal sensor HCHO membaca kadungan formalin. Pada pengujian pertama sensor HCHO membaca kandungan formalin pada daging ayam 3.44 ppm (mg/L), pengujian kedua 8.23 ppm, pengujian ketiga 30.13 ppm, pengujian keempat 55.14 ppm, dan pengujian kelima 70.44 ppm. Dari data yang diperoleh penelitian yang dilakukan memdapatkan standart deviasi 0,011738.

Penelitian selanjutnya diambil dari penelitian yang dilakukan oleh (Haidar, 2017) dengan tema penelitan yang bertujuan untuk menentukan kualitas daging sapi menggunakan parameter warna, gas amoniak dan kadar pH. Dalam penerapannya sensor pH diperlukan dalam penelitiannya untuk mengambil tingkat nilai asam, basa dan netral, prinsip kerjanya adalah sensor pH bekerja denga cara membandingkan perbedaan potensial dari elektroda pada sensor dengan ion elektron khususnya H⁺ pada daging yang diukur. Sensor pH yang digunakan sendiri menggunakan sebuah probe modul yang digunakan untuk mengkonversi sinyal analog menjadi digital sehingga nilai output pH dapat ditampilkan pada sebuah LCD.

Tinjauan pustaka lain didapat dari penelitian yang dilakukan oleh (Ardiansyah, 2019) dalam penelitiannya tersbut penulis merancang sebuah alat yang mampu membedakan madu palsu dan madu oplosan dimana dalam penelitiannya ini dilatar belakangi oleh maraknya madu palsu yang dijual bebas dipasaran dan cara yang digunakan unuk mentukan keaslian madu cukup kuno yaitu hanya sekedar menggunakan kertas lakmus yang hanya dapat mengukur tingkat asam dan basa pada cairan madu tersebut, oleh karena itu perlunya dirancang sebuah sistem yang dapat mengukur tingkat derajat keasaman dari madu guna mengetahui keaslian madu cair, dalam salah satu poin klasifikasinya peneliti menggunakan sensor pH untuk mengukur tingkat derajat keasaman dari madu sebagai data sample yang digunakan untuk melakukan perhitungan klasifikasinya.

Penelitian selanjutnya berasal dari (Ryan Harry Akbar, 2012) yang menerapkan metode K-NN untuk melakukan klasifikasi kualitas daging sapi. Diamana dalam penelitian ini ditujukan untuk melakukan tingkat kelayakan konsumsi daging sapi dengan menggunakan penerapan citra digital dan hasil data dari pengolahan citra diakuisisi untuk melakukan proses perhitungan klasifikasi ciri menggunakan metode K-NN. Metode K-NN yang penulis lakukan

pada penelitian ini menggunakan 2 pendekatan yaitu *Euclidean distancedan City block distance*, dimana nilai K yang digunakan untuk mengatur adalah K=3 dan 5 untuk penerapan dengan menggunakan *Euclidean distancedan* untuk *City block distance* menggunakan nilai K = 3 , tingkat akuransi yang menggunakan metode K-NN dalam penelitiannya mencapai 91,111 %.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Yufika Agustyani, 2018) yang menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk melakukan klasifikasi kandungan ikan pada formalin dengan menggunakan parameter HVS (*Hue Saturation Value*)dan tekstur. Dalam penelitiannya penulis berusaha membandingkan hasil dari masing-masing parameter yaitu dari tingkat HVS dan tekstur dari objek. hasil Tingkat akuransi dari tiap-tiap parameter memiliki tingkat validasi dan akuransi yang berbeda dari segi tekstur dan HVS tingkat akuransi paling tinggi mecapai 91,67 %, dan terendah diambil dari tingkat ciri tekstur saja yang hanya mencapai 67%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis berusaha membuktikan bahwa metode K-NN akan menghasilkan tingkat akuransi yang tinggi jika memiliki dua atau lebih parameter sensing yang digunakan dalam proses klasifikasi.

Tabel 2.1 Perbedaan dan Persamaan Pada Tujuan Pustaka

No	Judul	Perbedaan	Persaman
1	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Formalin Pada Daging Ayam Berbasis Arduino	Objek yang diteliti pada daging ayam dan tidak menggunakan sensor pH	Menggunakan Sensor grove-HCHO untuk mendeteksi gas HCHO
2	Aplikasi Sensor Gas Anomiak dan Sensor pH Pada Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Daging Sapi Berdasarkan Warna, Bau Anomiak dan pH Berbasis Mikrokontroller	Menggunakan sensor TGS 2602 untuk mendeteksi gas anomia dan Sensor TCS3200	Menggunakan sensor pH untuk mengambil nilai pH
3	Implementasi Metode Klasifikasi Bayes Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis <i>Embedded System</i>	Mikrokontroller yang digunakan arduino uno, menggunakan sensor TCS320 dan menggunakan metode klasifikasi bayes	Menggunakan sensor pH untuk melihat nilai pH
4	Klassifikasi Kualitas Daging Sapi Pada Citra Digital Dengan	Menggunakan Citra Digital	Menggunakan Metode klasifikasi <i>K-Nearest Neighbor</i>



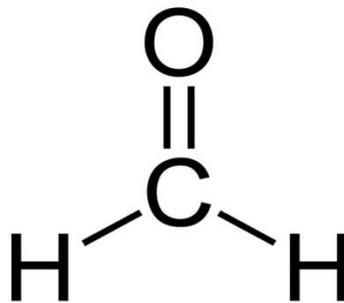
	Metode Run Length Dan <i>K-Nearest Neighbor</i>		
5	Model Deteksi Kandungan Formalin Pada Ikan Dengan Citra HUE Saturation Values (HSV) Menggunakan <i>K-Nearest Neighbor</i>	Menggunakan citra HUE Saturation Values (HSV)	Menggunakan metode Klasifikasi <i>k-nearest neighbor</i>

2.2 Dasar Teori

Pada penjelasan ini penulis akan menjelaskan tentang dasar-dasar dan komponen-komponen yang digunakan oleh penulis pada “Sistem Klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin dengan sensor HCHO Dan Sensor pH menggunakan metode K-NN (K-Nearest Neighbor)”.

2.2.1 Formalin

Formalin dihasilkan dari sejumlah senyawa organik yang mengalami pembakaran yang tidak sempurna. Formalin adalah senyawa organik dengan struktur CH₂O yang terdapat dalam asap batubara dan kayu. Terutama asap yang dihasilkan untuk mengasapi daging babi dan ikan. formalin merupakan larutan yang mengandung formaldehid 37% dan metanol 10-15% didalamnya. Formalin mempunyai sifat tidak berwarna, sedikit asam, dan memiliki bau yang menusuk. Formalin jika dipanaskan akan terurai dan melepaskan asam forminat. formaldehid merupakan reduktor yang bereaksi kuat dengan bahan pengoksidasi dan berbagai senyawa organik. Jika formalin bereaksi dengan asam klorida akan menghasilkan senyawa bisklorometil eter (BCME) yang sangat beracun. Formalin memiliki titik didih 101°C, pH 2.8-4.0, titik beku -117°C. Larutan formalin jika tertelan langsung akan mengakibatkan rasa terbakar pada mulut dan tenggorokan. Jika menghirup gas dari formalindalam jangka panjang akan mengakibatkan kanker hidung. Formalin juga dapat mengakibatkan kelainan genetika pada manusia (BPOM, 2008). Formalin merupakan obat luar yang digunakan untuk mengobati penyakit kutil pada kulit. Dengan cara mengoleskat larutan pada kutil sehari sekali. Larutan formalin akan menghambat pertumbuhan kulit yang tidak normal dan membunuh virus pada kulit (ALODOKTER, 2019). Formalin memiliki berat molekul 30.03 dalton dengan rumus melekul HCHO (Rora, 2015).



Gambar 2.1 Rumus Bangun Formalin

(Sumber : <https://www.medicinademocratica.org/wp/?p=7665>)

2.2.2 Ikan Tongkol

Ikan tongkol merupakan jenis ikan laut yang kaya akan asam lemak omega 3 dan kandungan protein yang tinggi. Dengan tingginya nilai protein dan asam lemak omega 3 pada ikan tongkol tergolong ikan laut yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Dalam 100 gram ikan tongkol memiliki komposisi air 69.40%, lemak 1.50%, protein 25.00% dan karbohidrat 0.03% (Nisa, 2018). Nutrisi yang terkandung pada 150 gram ikan tongkol di antaranya, yaitu kalori 179, lemak 1 gram, kolesterol 46 mg, natrium 521 mg, protein 39 gram, vitamin A 2%, vitamin C 2%, kalsium 2%, zat besi 13% (Joseph & Savitri, 2017). Ada beberapa manfaat mengkonsumsi ikan tongkol bagi kesehatan, antara lain baik bagi kesehatan jantung, dapat menjaga tekanan darah, mencegah gangguan pada mata, baik untuk pertumbuhan tubuh, dan dapat meningkatkan kekebalan tubuh (Indonesia, 2019).

Ikan tongkol memiliki ciri-ciri memanjang seperti torpedo, panjang ukuran tubuh 50-60 cm, mempunyai dua sirip bagian punggung, dan bagian perut. Ikan tongkol memiliki warna gelap kebiruan pada bagian punggung dan berwarna keperakan pada bagian perut. pada bagian punggung ikan tongkol setelah sirip kedua terdapat sirip tambahan sebanyak 8-10 sirip tambahan. Pada bagian perut ikan tongkol setelah sirip kedua terdapat sirip tambahan sebanyak 8-10 sirip tambahan. Ikan tongkol tidak memiliki gelembung renang. Sirip pertama pada punggung ikan tongkol memiliki jari-jari keras sebanyak 10 ruas, pada sirip kedua berjari-jari lentur sebanyak 12 ruas. Sirip belakang ikan tongkol memiliki jari-jari lentur sebanyak 14 ruas dan ada sirip tambahan sebanyak 6-9 sirip tambahan (Kurniawati, 2014).



Gambar 2.2 Morfologi Ikan Tongkol

(Sumber : <https://bukuteori.com/2017/08/31/klasifikasi-dan-morfologi-ikan-tongkol/>)

2.2.3 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 merupakan papan mikrokontroler yang memiliki 54 pin yang dapat berfungsi sebagai input ataupun output. Dari 54 pin yang dimiliki arduino mega 2560 terdapat 15 pin yang berfungsi sebagai output PWM, 16 pin untuk input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), header ICSP, koneksi USB, tombol reset, dan dilengkapi dengan isolator kristal 16 MHz. Untuk menjalankan arduino mega 2560 cukup sederhana tinggal menghubungkan arduino mega 2560 dengan komputer menggunakan kabel USB atau menghubungkan adaptor AC to DC dengan keluaran tegangan 7-12V ke arduino mega 2560 atau menggunakan baterai (Lutfi, 2017). (Elektronika L., 2017) Resolusi pin analog pada arduino mega 2560 adalah 10 bit. Ada beberapa pin pada arduino mega 2560 yang memiliki fungsi khusus, antara lain : 4 buah port serial, 6 buah intrupsi external, 15 buah PWM (Pulse Width Modulation), 4 buah SPI (Serial Peripheral Interface), I2C (SDA dan SCL), dan LED.



Gambar 2.3 Arduino Mega 2560

(Sumber : <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>)

Spesifikasi dari mikrokontroler arduino mega 2560 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12V
Tegangan Input (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (15)
Pin Analog Input	16
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk Pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	101.52 mm
Lebar	53.3 mm
Berat	37 g

2.2.4 LCD (Liquid Cristal Display) 16x2

LCD (Liquid Cristal Display) merupakan sebuah media untuk menampilkan karakter dan huruf yang menggunakan Kristal cair untuk karakter dan huruf tersebut (Sinulan, Rindengan, & Sugiarmo, 2015). LCD mempunyai dua bagian, yaitu lampu latar belakang (*backlight*) dan Kristal cair (*liquid crystal*). Lampu latar belakang pada LCD sebagai sumber utama pencahayaan dikarenakan LCD tidak memancarkan cahaya apapun, hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Kristal cair merupakan cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif (Khon, 2019). LCD 16x2 merupakan Lcd dengan resolusi yang rendah dengan jumlah 16 kolom dan 2 baris. Fitur-fitur yang dimiliki oleh LCD 16x2, antara lain memiliki 16 karakter, mempunyai 192 karakter yang tersimpan, terdapat karakter generator terprogram, dapat menggunakan mode 4 bit dan mode 8 bit, memiliki lampu latar belakang (Elektronika L. , 2012).





Gambar 2.4 LCD 16x2

(Sumber : <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HelloWorld>)

Berikut spesifikasi pada pin-pin pada LCD (Liquid Cristal Display) 16x2.

Tabel 2.3 Spesifikasi Pin Pada LCD 16x2

Pin	Deskripsi
1	Ground
2	Vcc
3	Pengatur kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	Ground

2.2.5 Sensor pH SKU:SEN0249

Sensor pH merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman dari suatu zat, sensor ini bekerja dengan mengukur jumlah ion H_2O^+ didalam suatu larutan dengan menggunakan sensor *probe* yang berupa elektoda kaca (*glass electrode*) ujung dari elektoda kaca ini mempunyai ketebalan 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*) (Perindustrian, 2006). *Bulb* ini dipasang menggunakan silinder kaca non konduktor atau bisa dengan menggunakan plastik memanjang yang setelah itu diisi dengan larutan kimia HCL ($0,1mo/dm^3$), dalam larutan HCL tersebut ada sebuah kawat elektrode panjang yang berbahan perak yang permukaannya menghasilkan senyawa setimbang AgCl, jumlah larutan HCL pada sensor ini akan membuat elektoda AgCl memiliki nilai potensial yang stabil (tim teknologi, 2016).

Secara prinsip dasar cara kerja sensor pH meter ini memiliki sebuah *bulb* kaca yang dapat bertukar ion positif dengan sebuah larutan terukur, bulb kaca tersebut tersusun dari molekul silikon dioksida yang mempunyai sejumlah ikatan logam alkali, secara keseluruhan selain mempunyai elektoda kaca sensor pH juga mempunyai elektroda referensi yang berfungsi untuk menciptakan rangkaian listrik pada pH meter. Agar dapat melakukan pengukuran yang akurat pH meter harus dikalibrasi sebelum atau sesudah melakukan pengukuran karena pada rentang waktu tertentu elektoda kaca akan kehilangan e.m.f. (tim teknologi, 2016). Untuk menghubungkan sensor pH ini ke mikrokontroller diperlukan sebuah modul pH probe yang digunakan untuk mengubah pembacaan data analog ke digital.



Gambar 2.5 Sensor pH SKU:SEN0249

(Sumber : <https://www.pakronics.com.au/products/gravity-analog-ph-sensor-meter-kit-v2-df-sen0161-v2>)



Gambar 2.6 Modul pH Probe

(Sumber : <https://core-electronics.com.au/analog-ph-meter-kit.html>)

Berikut adalah spesifikasi dari sensor pH SKU:SEN0161 :

Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor pH SKU:SEN0161

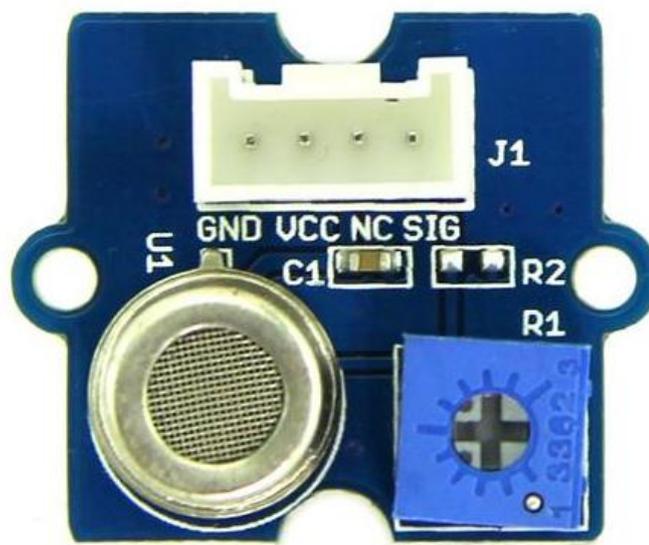
Vin	2,27 V-5,5V
Range pengukuran	0-14 pH
Range temperature	10-50 C
Respon time	5 sec
Stabilization time	60 sec
Output	Analog
dimensi	42 mm x 32 mm x 15 mm
Berat	20 gr

Tabel 2.5 Spesifikasi dan Konfigurasi Pin Modul pH Probe

TO	Temperature output
DO	3V Output
PO	PH analog output
GND	Ground for PH prob
GND	Gnd for board
VCC	5V DC
POT1	Analog reading offset
POT2	PH limit setting

2.2.6 Grove-HCHO Sensor

Sensor HCHO (*Hidrogen Carbon Hidrogen Oksigen*) adalah sensor gas VOC semikonduktor (*Volatile Organic Compound*). Gas VOC merupakan senyawa organik berupa gas yang dikeluarkan oleh bahan padat dan cair. Pada grove-HCHO menggunakan sensor WSP2110 yang konduktivitasnya berubah dengan konsentrasi gas VOC di udara. Rangkaian pada Grove-HCHO sensor dapat merubah sinyal output yang sesuai dengan sinyal kosentrasi gas yang disensing. Sensor ini mempunyai sensitifitas untuk mendeteksi suatu gas hingga mencapai 1 ppm. Ini cocok untuk mendeteksi *formaldehida, benzena, toluena* dan komponen volatil lainnya (Musfiqo, Setyaningsih, & Negara, 2017).



Gambar 2.7 Grove-HCHO Sensor

(Sumber : http://wiki.seeedstudio.com/Grove-HCHO_Sensor/)

Berikut spesifikasi pada Grove-HCHO sensor :

Tabel 2.6 Spesifikasi Grove-HCHO Sensor

Tegangan Operasi	5.0V ± 0.3V
Gas Yang Dapat Diukur	HCHO, Benzene, Toluene, Alkohol
Tingkat Konsentrasi	1-50 ppm
Nilasi Resistansi Sensor (Rs)	10KΩ-100KΩ (dalam 10ppm HCHO)
Sensitifitas	Rs (di udara) / Rs (10ppm HCHO) ≥5

2.2.7 K-Nearest Neighbor

Metode K-NN atau K-Nearest Neighbor merupakan sebuah algoritma yang biasa digunakan untuk data mining, image processing, statistik dan pattern recognition (pengenalan pola), K-NN sendiri merupakan algoritma jenis *Supervised Learning* dimana hasil dari data yang akan diklasifikasikan dengan melihat dari jumlah jarak data mayoritas yang terdekat (ndaumanu, 2014), *Supervised Learning* sendiri merupakan sebuah algoritma klasifikasi yang membutuhkan sebuah data training yang digunakan untuk proses pengklasifikasian suatu data dan prediksi suatu data (advernesia, 2017). Didalam K-NN sendiri mempunyai beberapa sub metode yang digunakan untuk menghitung data jarak antar kelas untuk menentukan klasifikasi antar data seperti *Euclidean Distance*, *Canberra Distance*, *Manhattan Distance* dan lain-lain. Disini penulis akan menggunakan metode K-NN yang menggunakan perhitungan jarak *Euclidean Distance* dalam sistemnya karena mudah diterapkan ke dalam sistem dan mempunyai tingkat akurasi perhitungan jarak yang cukup baik. Rumus *Euclidean Distance* adalah seperti berikut ini.

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

Keterangan :

x_1 = nilai fitur pertama pada data traning/latih

y_1 = nilai fitur kedua pada data traning/latih

x_2 = nilai fitur pertama pada data uji

y_2 = nilai fitur kedua pada data uji

n_1 = nilai fitur pertama sampai dengan nilai ke n data pada data traning

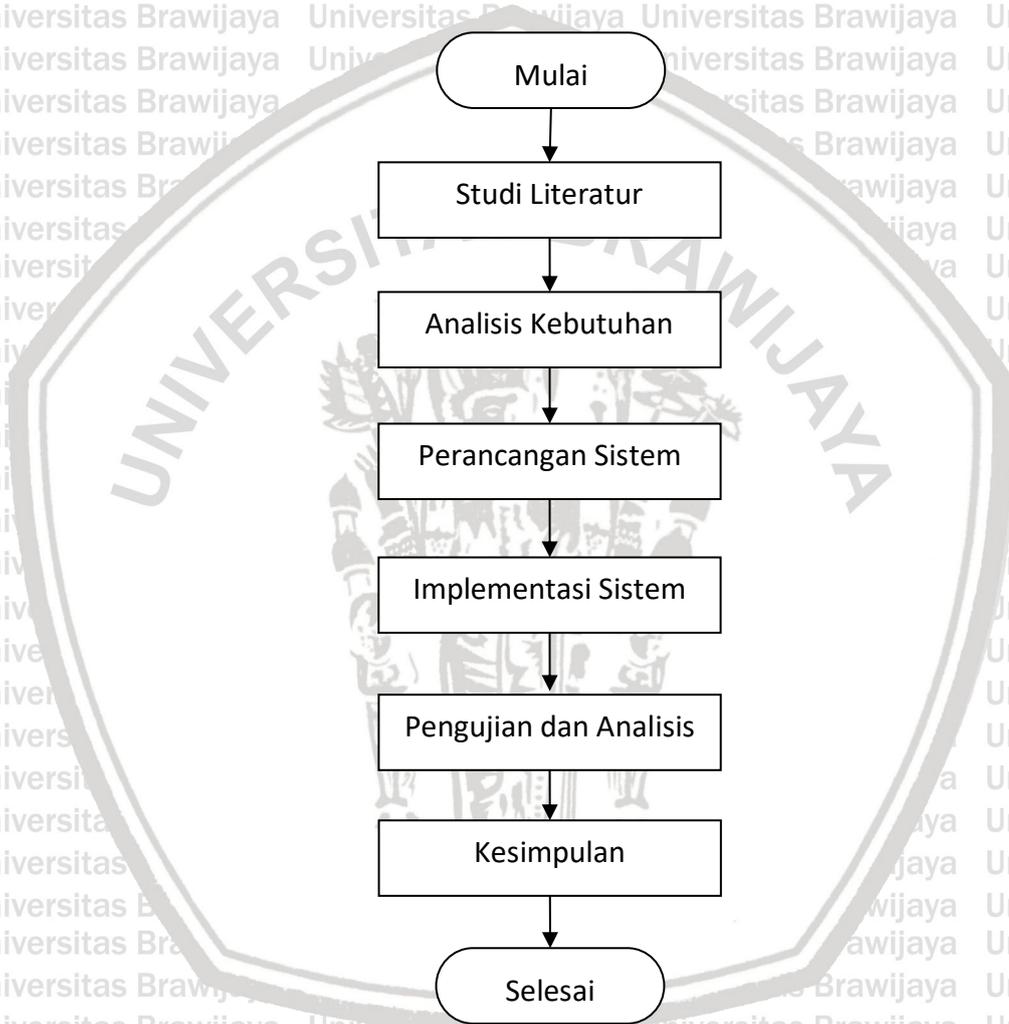
n_2 = nilai fitur ke dua sampai dengan nilai ke n dapa pada data uji

Dimana d merupakan nilai jarak antara data baru dengan data latih yang sudah ada. Nilai dari x_1 dan y_1 merupakan nilai fitur yang telah didapatkan dari data latih/training, sedangkan untuk x_2 dan y_2 merupakan fitur yang didapatkan dari data baru. Sama seperti biasa yang dibutuhkan dalam metode pengklasifikasian K-NN adalah kita harus dapat menentukan nilai k yang digunakan untuk menentukan jumlah tetangga terdekat setelah itu dihitung jumlah kelas yang paling banyak muncul. Selanjutnya yang dilakukan adalah mencari nilai *Euclidean distance* seperti rumus diatas. Ketika data tersebut telah diurutkan maka pilih nilai k yang paling banyak muncul.



BAB 3 METODOLOGI

Pada bagian ini merupakan penjelasan tentang langkah-langkah metode penelitian yang nantinya akan menjadi acuan dalam perancangan, implementasi, dan pengujian pada “Sistem Klasifikasi Ikan Tongkol Yang Mengandung Formalin dengan Sensor HCHO Dan Sensor pH Menggunakan Metode K-Nearrest Neighbor Berbasis Arduino”. Penarikan kesimpulan sebagai catatan dari tahapan-tahapan dalam perancangan sistem. Tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir, berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan penjas tentang dasar teori atau teori pendukung yang digunakan penulis dalam pengerjaan “Sistem Klasifikasi Ikan Tongkol Yang Mengandung Formalin Dengan Sensor HCHO Dan Sensor pH Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Arduino”. Studi literatur

yang perlu dipelajari dan yang dibutuhkan oleh penulis tentang algoritma K-NN, gas yang dikeluarkan dan pH pada formalin, bahaya formalin bagi kesehatan, pH pada ikan tongkol, dasar-dasar tentang arduino mega2560, dan cara kerja sensor yang digunakan oleh sistem. Penulis mendapat Teori pendukung tersebut dari berbagai jurnal penelitian, buku, dan website internet.

3.2 Analisa kebutuhan

Analisa kebutuhan adalah kebutuhan apa saja yang sistem perlukan agar dalam perancangan sistem tidak mengalami kendala. Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yang telah disebutkan kebutuhan pada sistem ini adalah kebutuhan perangkat lunak dan kebutuhan perangkat keras. Berikut beberapa kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang dibutuhkan oleh sistem.

Kebutuhan perangkat lunak

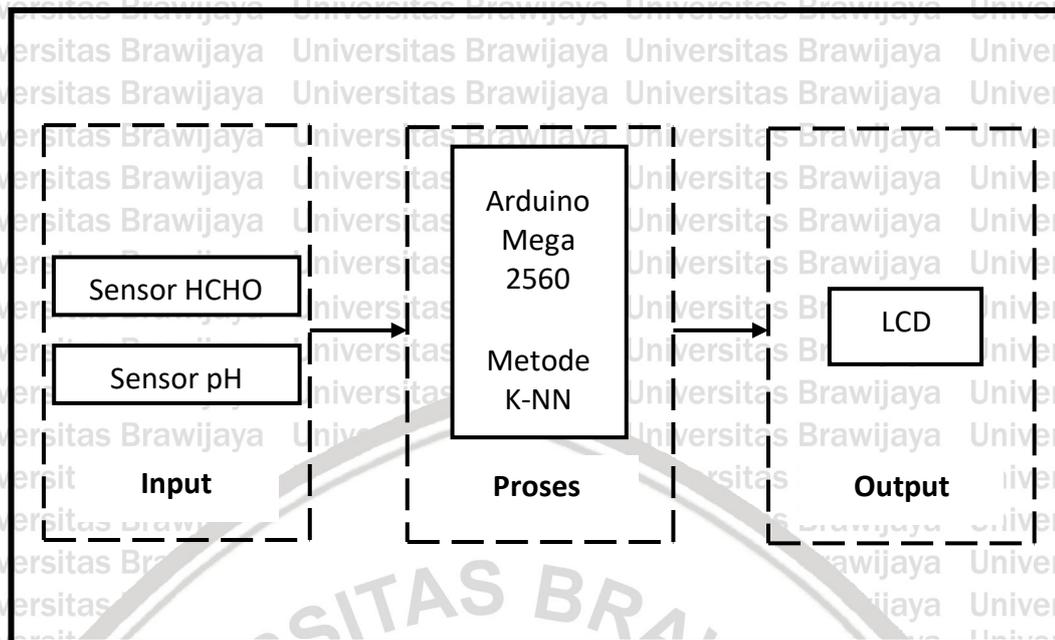
1. Sistem operasi : Windows 7
2. Software : Aruindo IDE

Kebutuhan perangkat keras

1. Nootbook : Notebook Acer
2. Mikrokontroler : Arduino Mega 2560
3. Sensor : Grove-HCHO Sensor, Sensor pH SKU:SEN0249
4. LCD : LCD 16x2
5. Modul Sensor : Modul pH Probe

3.3 Perancangan

Pada tahap perancangan ini dilakukan sebelum melakukan implementasi "Sistem Klasifikasi Ikan Tongkol Yang Mengandung Formalin Dengan Sensor HCHO Dan Sensor pH Menggunakan Metode K-Nearst Neighbor Berbasis Arduino". Tahap ini merupakan langkah awal dalam pembangunan sistem klasifikasi ikan tongkol yang tidak mengandung formalin dengan ikan tongkol yang mengandung formalin. Jalannya sistem dapat dilihat pada blok diagram berikut ini.



Gambar 3.2 Blok Diagram Pada Sistem

Pada blok diagram tersebut sistem memiliki dua parameter inputan, yaitu sensor HCHO dan Sensor pH. Sensor HCHO berfungsi mendeteksi gas HCHO pada ikan tongkol sedangkan sensor pH untuk mengambil nilai pH pada ikan tongkol. Dari kedua inputan sensor tersebut dikirimkan ke mikrokontroler arduino mega 2560. Pada arduino mega 2560 kedua inputan sensor akan dihitung menggunakan metode K-NN. Pada metode K-NN ini berguna untuk menentukan ikan tongkol tersebut mengandung formalin atau tidak. Hasil dari metode K-NN akan ditampilkan ke LCD.

3.4 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi ini dilakukan pembuatan sistem berdasarkan perancangan yang sudah dijelaskan. Pada tahap awal pengimplementasian dengan memprogram di mikrokontroler agar kedua sensor yang dipakai dapat mengambil data. Pada tahap kedua memasukkan algoritma K-NN pada mikrokontroler untuk memproses kedua inputan sensor. Ditahap ketiga hasil klasifikasi oleh algoritma K-NN ditampilkan pada LCD. jika tahap-tahap tersebut berhasil maka implementasi sistem dianggap berhasil.

3.5 Pengujian dan analisis

Pada tahap ini dilakukan pengujian dan analisis setelah sistem yang dirancang telah terimplementasi. Ada dua tahapan pada tahap pengujian, antara lain tahapan pertama pengujian terhadap sensor HCHO untuk mendeteksi gas HCHO pada ikan tongkol dan pengujian terhadap sensor pH untuk mengukur tingkat pH pada ikan tongkol. Pada tahap kedua pengujian terhadap tingkat akurasi dari metode K-NN yang diterapkan pada sistem. Proses analisis dilakukan setelah tahapan pengujian dilakukan. Pada proses ini dilakukan analisa

terhadap tingkat akurasi pembacaan sensor dan tingkat akurasi metode K-NN pada sistem.

3.6 Penarikan Kesimpulan

Pada tahap penarikan kesimpulan dilakukan pengambilan kesimpulan setelah tahapan-tahapan metodologi telah terlaksana. Selain melakukan pengambilan kesimpulan juga diberikan saran yang bertujuan untuk menyempurnakan sistem. Pemberian saran juga sebagai acuan pengembangan dan penyempurnaan sistem bagi peneliti-peneliti berikutnya.



BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

4.1 Deskripsi Umum

Sistem ini merupakan sistem yang dapat membedakan ikan tongkol yang mengandung formalin dengan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin. Rancangan sistem ini menggunakan dua parameter sensor yang digunakan sebagai inputan. Sensor pertama menggunakan sensor HCHO yang digunakan untuk mendeteksi gas VOC yang dikeluarkan oleh ikan tongkol yang mengandung formalin. Sensor kedua menggunakan sensor pH (spear tip pH sensor) yang berfungsi untuk mengambil nilai pH pada ikan tongkol. Dari hasil sensing yang didapatkan oleh kedua sensor tersebut akan diproses oleh mikrokontroler arduino mega 2560. Pada mikrontroler arduino mega 2560 dilakukan proses klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin dengan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin menggunakan metode K-NN (K-Nearest Neighbor). Pada metode K-NN (K-Nearest Neighbor) yang berjenis *Euclidean Distance* ini dilakukan perhitungan mengukur dan membandingkan jarak antara data traning dengan data uji yang didapatkan oleh sensor. Setelah proses perhitungan klasifikasi pada mikrokontroler selesai maka hasil dari proses klasifikasi K-NN (K-Nearest Neighbor) akan ditampilkan pada LCD 2x16.

4.1.1 Perspektif Sistem

Perancangan sistem ini untuk membantu masyarakat umum dalam memilih dan membeli ikan tongkol di pasar tradisional maupun di pasar modern. Penulis berharap sistem ini dapat membantu masyarakat membedakan ikan tongkol yang mengandung formalin dengan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin. Keberhasilan sistem berjalan apabila kedua sensor yang terdapat pada sistem dapat mengambil data dengan akurat. Sensor pertama menggunakan sensor HCHO untuk mendeteksi gas HCHO yang dikeluarkan oleh ikan tongkol yang mengandung formalin. Sensor kedua menggunakan sesor pH untuk mengambil nilai pH pada ikan tongkol. Hasil sensing yang didapatkan oleh kedua sensor tersebut akan diproses perhitungan klasifikasi menggunakan metode K-NN (K-Nearest Nighbor) di mikrokontroler arduino mega 2560.

4.1.2 Karakteristik Pengguna

Karakteristik pengguna pada sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin ini merupakan masyarakat umum. Agar masyarakat lebih mudah membedakan ikan tongkol yang mengandung formalin dengan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin di pasar tradisional ataupun di pasar modern. Dengan adanya sistem ini penulis berharap dengan adanya sistem ini masyarakat dapat mengkonsumsi ikan tongkol yang aman bagi tubuh.

4.1.3 Asumsi dan Ketergantungan

Asumsi ketergantungan yang terdapat pada sistem klasifikasi ikan yang mengandung formalin ini, sebagai berikut :

1. Mikrokontroler pada alat ini menggunakan arduino mega 2560.
2. Tegangan yang dipakai untuk menghidupkan arduino mega 2560 sekitar 7-12 volt dan untuk tegangan operasi alat menggunakan data sebesar 5 volt.
3. Konfigurasi pada pin sensor harus sesuai dengan pin yang sudah diinisialisasi sebelumnya di mikrokontroler arduino mega 2560.
4. Sensor HCHO harus dipasang di dalam box agar mendeteksi gas HCHO lebih akurat dan menghindari gangguan gas lain yang di tangkap sensor.

4.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada analisis kebutuhan merupakan kebutuhan apa saja yang sistem perlukan agar dalam perancangan sistem tidak mengalami kendala. Ada beberapa bagian pada analisis kebutuhan ini, yaitu analisis kebutuhan pengguna dan analisis kebutuhan sistem. dibagian analisis kebutuhan sistem terdapat kebutuhan fungsional. Kebutuhan fungsional ini akan dibagi menjadi beberapa subbab. Pada bagian analisis kebutuhan ini juga menjelaskan batasan-batasan yang dimiliki oleh sistem.

4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna

Pada bagian kebutuhan antar muka pengguna merupakan kebutuhan yang menghubungkan pengguna dengan sistem yang dirancang. Pada sistem ini mempunyai saklar yang berguna untuk membantu pengguna dalam menyalakan sistem ini. Setelah pengguna menyalakan sistem dan memasukkan ikan tongkol yang akan diuji kedalam tempat uji ikan tongkol yang mengandung formalin yang sudah disediakan oleh sistem maka proses klasifikasi akan dilakukan oleh sistem dengan menekan push button dan hasil dari proses tersebut akan ditampilkan ke LCD.

4.2.2 Kebutuhan Fungsional

Sistem yang dirancang harus berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional agar sistem yang dirancang berjalan sesuai yang di harapkan. Ada beberapa kebutuhan fungsional yang harus dipenuhi oleh sistem. jika satu kebutuhan fungsional sistem belum terpenuhi maka sistem belum bias dikatakan berjalan. Beberapa kebutuhan fungsional sistem sebagai, berikut :

4.2.2.1 Sistem harus dapat mendeteksi gas HCHO pada objek

Pada bagian ini sistem harus dapat mendeksi gas HCHO yang dikeluarkan oleh ikan tongkol yang berformalin. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi gas HCHO menggunakan Grove-HCHO sensor, yang nantinya hasil dari sensing sensor tersebut akan digunakan sebagai salah satu inputan untuk melakukan proses klasifikasi menggunakan metode K-NN (K-Nearest Nighbor).

4.2.2.2 Sistem harus dapat mengambil nilai pH pada objek

Pada bagian ini sistem harus dapat mengambil nilai pH pada ikan tongkol. Sensor pH yang digunakan untuk mengambil nilai pH bertipe spear tip pH sensor.

Spear tip pH sensor ini merupakan sensor pH yang dilengkapi pisau untuk menusuk daging ikan pada saat pengambilan nilai pH. Nilai pH yang disensing oleh sensor pH akan menjadi salah satu inputan untuk melakukan proses klasifikasi menggunakan metode K-NN (K-Nearest Nighbor).

4.2.2.3 Sistem harus secara tepat dalam menghitung metode K-NN

Pada bagian ini sistem harus dapat memproses inputan dari kedua sensor menggunakan perhitungan metode K-NN (K-Nearest Nighbor). Dari kedua inputan sensor HCHO dan sensor pH akan diproses perhitungan metode K-NN pada mikrokontroler arduino mega 2560. Metode klasifikasi K-NN ini aka menghitung jarak antara data training dengan data uji yang di hasilkan oleh sensor. Metode K-NN ini berjenis euclidean distance.

4.2.2.4 Sistem harus dapat memulai proses metode ketika push button ditekan

Pada proses ini ketika kedua sensor pada sistem telah ngrirkan data hasil sensing prose perhitungan metode klasifikasi K-NN menunggu pengguna menekan push button. Push button ini agar memudahkan pengguna dalam memulai perhitungan metode klasifikasi K-NN (K-Nearest Nighbor).

4.2.2.5 Sistem harus dapat menampilkan hasil output di LCD

Pada proses ini sistem hasus dapat menampilkan hasil klasifikasi yang diperoleh sistem ke LCD. Dengan adanya LCD dapat memudahkan pengguna dalam melihat hasil sensing dari kedua sensor yang dimiliki sistem dan melihat hasil dari klasifikasi metode K-NN (K-Nearest Nighbor).

4.2.3 Kebutuhan Perangkat Keras

Pada kebutuhan perangkat keras pada sistem terdiri dari beberapa komponen untuk merancang sistem pendeteksi formalin pada ikan tongkol. Komponen-komponen tersebut antara lain:

Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat Keras	Fungsi
Arduino Mega 2560	Berfungsi sebagai mikrokontroler yang bertugas untuk mengatur input, proses dan output pada sistem dan arduino mega 2560 memiliki 54 Pin I/O, arduino mega 2560 memiliki kapasitas memori yang lebih besar dari pada mikrokontroler arduino yang lain
Sensor HCHO	Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi gas HCHO yang nantinya hasil dari sensing sensor akan dilakukan proses perhitungan



	pada mikrokontroler arduino mega 2560
Sensor pH	Sensor pH ini berfungsi untuk mengambil nilai pH yang nantinya hasil dari sensor pH juga akan dilakukan proses perhitungan pada mikrokontroler arduino mega 2560
Push Button	Berfungsi sebagai input dari pengguna untuk memulai perhitungan metode K-NN
LCD 2X16	LCD digunakan untuk menampilkan hasil sensing dan perhitungan klasifikasi agar dapat dengan mudah dibaca oleh pengguna

4.2.4 Kebutuhan perangkat Lunak

Pada kebutuhan perangkat lunak merupakan kebutuhan penunjang agar perancangan sistem berjalan dengan baik. Kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan antara lain:

1. Sistem Operasi Windows 7 yang digunakan untuk melakukan proses instalasi software developer Arduino IDE.
2. Arduino IDE berfungsi untuk melakukan proses *coding* program, mengcompile dan mengupload kode program agar dapat disimpan dan dijalankan di mikrokontroler arduino mega 2560.
3. *Library LiquidCrystal* digunakan pada mikrokontroler arduino mega 2560 untuk menampilkan hasil *output* pada LCD 2x16.

4.2.5 Batasan desain sistem

Pada bagian ini merupakan batasan-batasan yang dari "Sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin". Batasan-batasan dari sistem antara lain:

1. Ikan laut yang diteliti adalah ikan tongkol.
2. Pada sistem ini memiliki 2 inputan sensor yaitu sensor HCHO dan sensor pH.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler arduino mega 2560 yang berfungsi memproses inputan dan output pada sistem.
4. Metode yang digunakan oleh sistem adalah metode K-NN berjenis *euclidean distance* untuk menghitung jarak dari data training dengan data uji.
5. Untuk menampilkan hasil sensing dan hasil klasifikasi yang diperoleh oleh sistem menggunakan LCD 2x16.

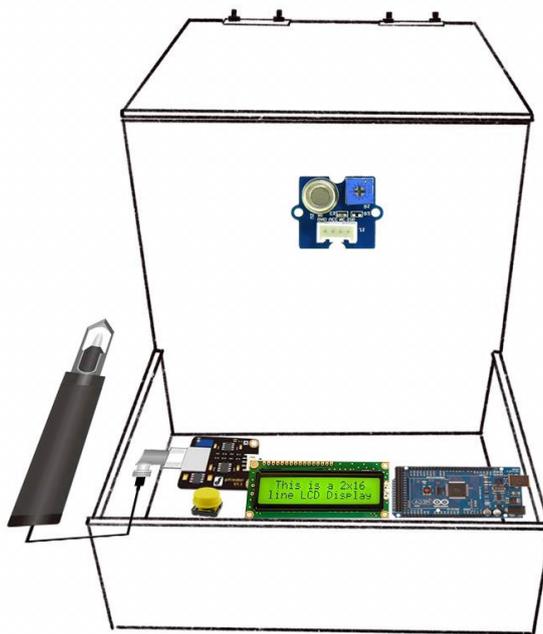
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

5.1 Perancangan Sistem

Pada sub perancangan sistem ini menjelaskan tentang cara perancangan sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin. Perancangan sistem dimulai dari desain sistem, perancangan perangkat keras sistem, dan perancangan perangkat lunak sistem. Perangkat keras sistem terdiri dari arduino mega 2560, sensor HCHO, dan senso pH. Pada perangkat lunak sistem menjelaskan tentang perhitungan K-nearest neighbor.

5.1.1 Perancangan alat klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin

Pada tahap awal perancangan alat, melakukan desain alat terlebih dahulu agar proses perancangan dan implementasi sesuai dengan harapan. Bentuk, ukuran, dan tatta letak setiap komponen harus diperhitungkan agar nantinya alat klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin dapat mudah digunakan oleh pengguna dan sensor pada alat dapat membaca dengan akurat. Desain alat klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin seperti berikut.



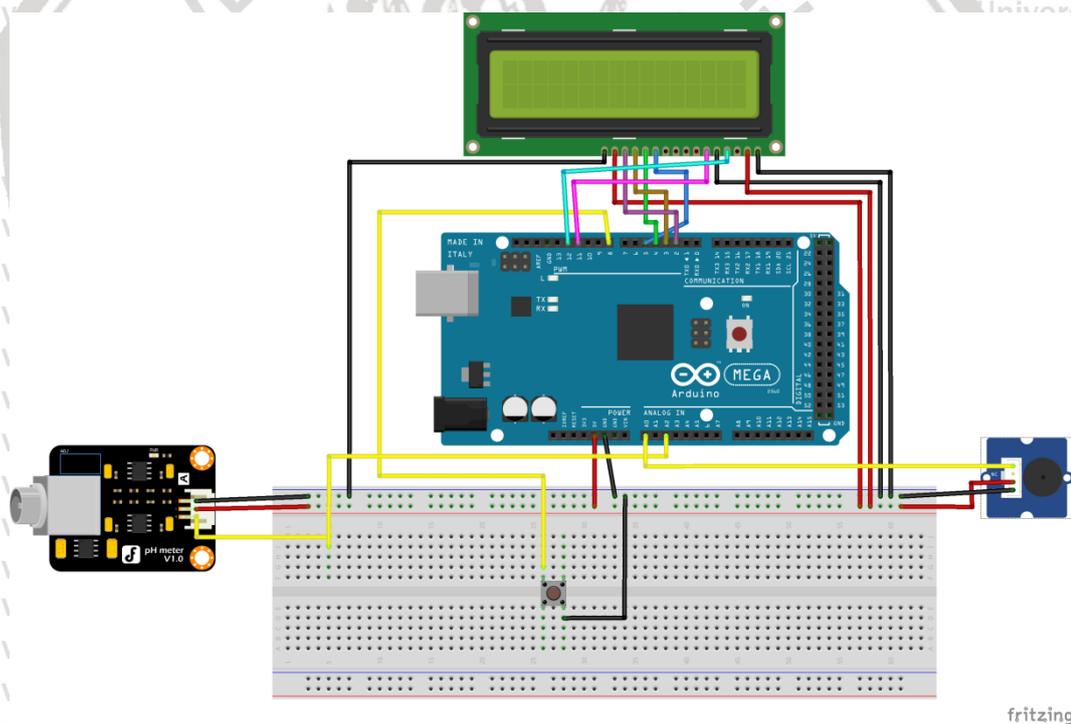
Gambar 5.1 Desain alat klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin

Alat klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin berbentuk kotak/box berukuran panjang 15 cm x lebar 15 cm x tinggi 9 cm. Sensor HCHO diletakkan pada dinding atas untuk mempermudah sensor HCHO mendeteksi gas

HCHO dan meningkatkan akurasi pembacaan sensor. Modul sensor pH diletakkan di luar kotak agar pengguna dapat lebih mudah untuk mengatur kalibrasi pada sensor pH. LCD 16x2 diletakkan pada dinding luar kotak untuk mempermudah pengguna untuk melihat hasil sensing sensor dan hasil perhitungan K-NN. Tombol untuk memulai perhitungan K-nearest neighbor diletakkan diluar kotak untuk memudahkan pengguna melakukan proses perhitungan K-nearest neighbor.

5.1.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras ini dikerjakan berdasarkan analisis kebutuhan perangkat keras yang sudah menjelaskan apa saja kebutuhan perangkat keras dan spesifikasinya. Dalam perancangan perangkat keras ini menjelaskan tentang hubungan pin-pin yang terdapat pada sensor-sensor yang digunakan dengan arduino mega 2560 beserta buhungan pin pada LCD 16x2 dengan arduino mega 2560. Agar mempermudah dalam perancangan sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin dilakukan pembuatan skematik terlebih dahulu. Skematik sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5.2 Skematik Sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin

Pada skematik memperlihatkan secara jelas susunan rangkaian beserta hubungan antar pin sensor dengan arduino. Dalam gambar skematik juga memperlihatkan tegangan input yang digunakan oleh sistem. untuk memperjelas penjelas hubungan antar pin akan dijelaskan pada tabel 5.1, 5.2, 5.3.

Tabel 5.1 Hubungan Pin Sensor HCHO dengan Arduino Mega 2560

Pin Sensor HCHO	Pin Arduino Mega 2560
VCC	5V
GND	GND
NC	-
SIG	A0

Pada Tabel 5.1 tegangan input pada sensor HCHO menggunakan tengan 5V pada arduino mega 2560. Pin GND pada sensor dihubungkan ke GND arduino mega 2560. Dan pin SIG pada sensor dihubungkan pada pin A0 arduino mega 2560. Pin A0 pada arduino mega 2560 merupakan pin untuk input analog karena *output* pada sensor berupa sinyal analog. Yang nantinya *output* yang dikeluarkan oleh sensor akan di ubah menjadi sinyal digital untuk ditampilkan ke LCD 16x2.

Tabel 5.2 Hubungan Pin Senso pH dengan Arduino Mega 2560

Pin Sensor pH	Pin Arduino Mega 2560
VCC	5V
GND	GND
Output	A2

Tabel 5.2 mejelaskan hubungan pin sensor pH dengan arduinino mega 2560 dimana pada pin VCC dihubungkan ke pin 5V arduino mega 2560. Pada pin GND sensor dihubungkan ke pin GND arduino mega 2560. Output sensor dihubungkan ke pin A2 yang merupakan pin analog arduino mega 2560 karena data yang dikeluarkan oleh sensor pH berupa sinyal analog.

Tabel 5.3 Hubungan Pin LCD 16x2 dengan Arduino Mega 2560

Pin LCD 16x2	Pin Arduino Mega 2560
VCC	5V
GND	GND
RS	12
E	11
D0	-
D1	-
D2	-
D3	-



D4	5
D5	4
D6	3
D7	2
LED+	5V
LED-	GND

Tabel 5.3 LCD 16x2 menggunakan pin *digital input* pada arduino mega 2560. Pin D4-D7 pada LCD 16x2 dihubungkan pada pin 2-5 pada arduino mega 2560 sebagai data bus. Pin D0-D3 pada LCD 16x2 tidak digunakan karena mode yang digunakan adalah mode 4-bit. Pin VCC pada LCD dihubungkan ke pin 5V arduino mega 2560 dan pin GND pada LCD 16x2 dihubungkan ke pin GND arduino mega 2560. Pin RS pada LCD 16x2 dihubungkan ke pin 12 pada arduino mega 2560, pin RS ini berfungsi sebagai register kontrol yang berguna untuk menulis data karakter ke memori display LCD 16x2. LED+ pada LCD 16x2 dihubungkan ke pin 5V arduino mega 2560 dan pin LED- pada LCD 16x2 dihubungkan ke pin GND pada arduino. Pin LED+ dan pin LED- berfungsi untuk menyalakan lampu latar pada LCD 16x2.

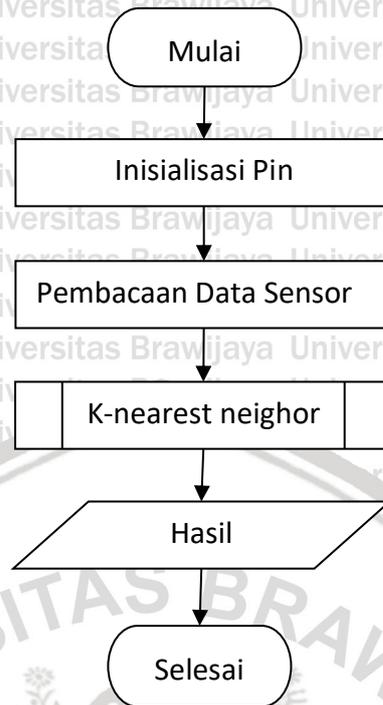
5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk pembacaan nilai sensor yang nantinya akan diproses perhitungan klasifikasi metode K-NN perlu dilakukan perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler arduino mega 2560. Pada proses klasifikasi metode *knearest neighbor* dilakukan perancangan perangkat lunak dalam memulai proses klasifikasi metode K-NN.

5.1.3.1 Perancangan Pengambilan Data Pada Sensor

Pada perancangan pengambilan data pada sensor untuk mendapatkan data yang nantinya akan diproses menggunakan metode *k-nearest neighbor* oleh mikrokontroler arduino mega 2560. Proses pengambilan data pada sensor dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:





Gambar 5.3 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak Pengambilan Data Sensor

Pada diagram alir di atas menjelaskan langkah-langkah dalam pengambilan data sensor. Mikrokontroler arduino mega 2560 akan terus menerus mengambil data dari hasil pembacaan sensor. Penjelasan langkah-langkah diagram alir perancangan perangkat lunak pengambilan data sensor sebagai berikut:

1. Sistem akan menginisialisasi pin *input* dan *output* sensor pada arduino IDE sehingga sistem dapat menentukan pin *input* dan *output* pada sensor.
2. Pada pembacaan data sensor, sistem akan melakukan pembacaan nilai yang didapatkan oleh *module* sensor grove-HCHO dan *module* sensor pH. Pada sensor grove-HCHO akan membaca intensitas gas HCHO yang dikeluarkan oleh ikan tongkol yang mengandung formalin sedangkan pada sensor pH akan mengambil nilai pH pada ikan tongkol.
3. Selanjutnya setelah kedua data sensor didapatkan sistem akan melakukan klasifikasi metode *k-nearest neighbor*.
4. Hasil dari klasifikasi metode *k-nearest neighbor* ditampilkan pada LCD 16x2.

Sistem dalam melakukan klasifikasi *k-nearest neighbor* ada beberapa persyaratan yang harus terpenuhi sehingga proses klasifikasi *k-nearest neighbor* dalam dijalankan. Hal-hal tersebut antara lain:

1. Parameter sensor



Parameter sensor merupakan nilai-nilai yang dapat dibaca oleh sensor dan nilai tersebut menjadi *output* sensor. Dalam sistem ini terdapat dua sensor yang parameternya sebagai berikut:

Tabel 5.4 Parameter Sensor HCHO dan Sensor pH

<i>Grove-HCHO</i>	<i>pH meter Module</i>
Intensifitas gas HCHO	Nilai pH

Pada Tabel 5.4 menjelaskan sensor *grove-HCHO* memiliki parameter intensifitas gas HCHO sedangkan sensor pH memiliki parameter nilai pH.

2. Kelas klasifikasi

Pada hal ini jumlah kelas bertujuan untuk pengkategorian ikan tongkol yang sudah diklasifikasi menggunakan metode *k-nearest neighbor*. Dalam sistem ini jumlah kelas ada dua yaitu: ikan tongkol yang mengandung formalin dan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin.

3. Data latih atau data training

Pada data latih berguna untuk menentukan kelas pada data uji, dimana data uji memiliki perbandingan nilai dengan data latih. Dari nilai data latih dapat menentukan kelas atau kategori pada data uji. Sistem memiliki jumlah data latih sebanyak 100 data. Data latih pada sistem dapat dilihat pada Tabel 5.5.

5.1.3.2 Proses Pengambilan Data Latih

1. Menghubungkan pin mikrokontroler arduino mega 2560 dengan pin sensor HCHO dan pin sensor pH.
2. Menghubungkan mikrokontroler arduino mega 2560 dengan laptop yang sudah terinstall arduino IDE.
3. Menyiapkan ikan tongkol dan dipotong sebanyak 50 bagian sebagai yang nantinya sebagai data latih ikan tongkol non formalin
4. Melakukan pengambilan data latih ikan tongkol non formalin sebanyak 50 data latih dan menulis hasil pengambilan data latih ikan tongkol non formalin.
5. Setelah melakukan pengambilan data latih non formalin, sampel ikan tongkol sebanyak 50 diberikan formalin yang nantinya dijadikan data latih ikan tongkol berformalin.
6. Melakukan pengambilan data latih ikan tongkol berformalin dan menulis hasil pengambilan data latih ikan tongkol berformalin.

Tabel 5.5 Data Latih

No	Data Latih		Kelas
	Grove HCHO Gas HCHO	Sensor pH Nilai pH	
1	0.25	6.12	non Formalin



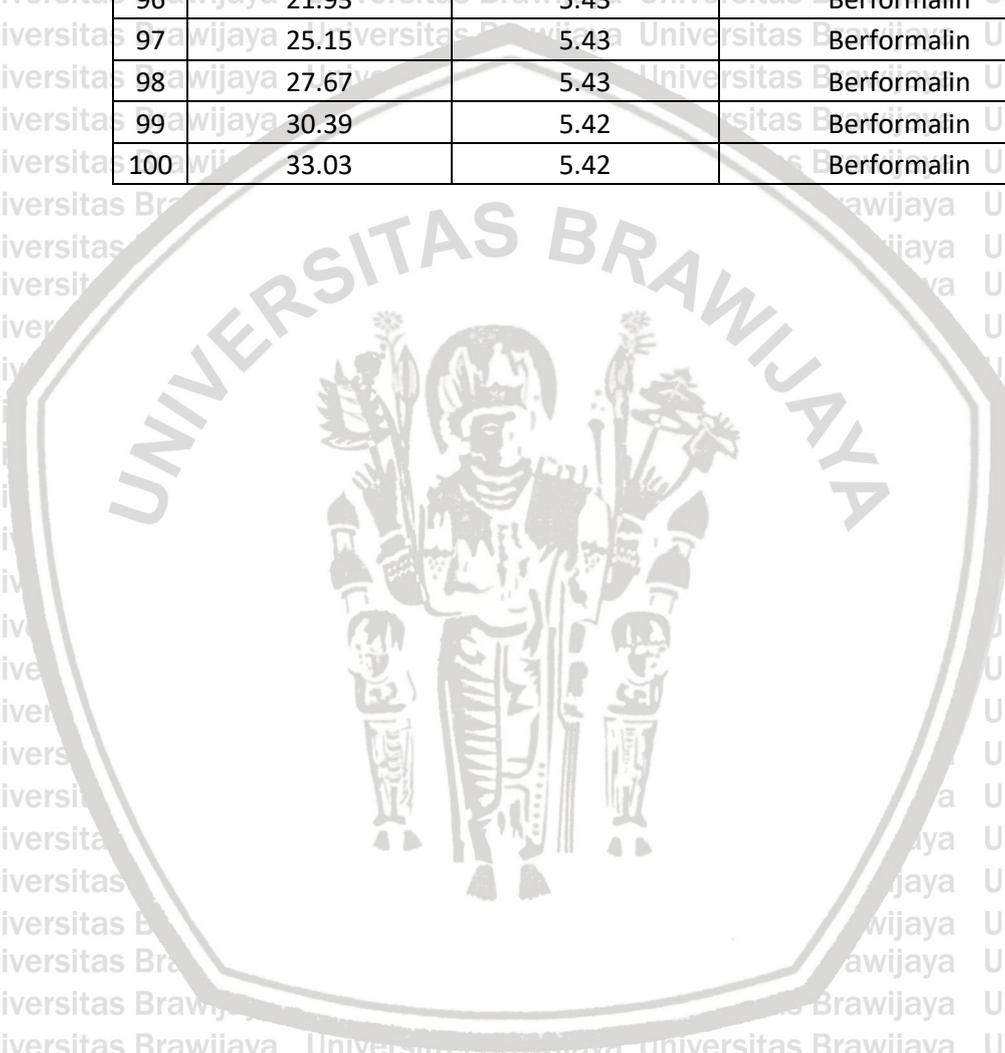
2	0.27	6.15	non Formalin
3	0.30	6.14	non Formalin
4	0.29	6.15	non Formalin
5	0.25	6.15	non Formalin
6	0.29	6.17	non Formalin
7	0.29	6.19	non Formalin
8	0.27	6.15	non Formalin
9	0.30	6.19	non Formalin
10	0.27	6.12	non Formalin
11	0.29	6.17	non Formalin
12	0.31	6.17	non Formalin
13	0.30	6.19	non Formalin
14	0.34	6.17	non Formalin
15	0.34	6.19	non Formalin
16	0.34	6.19	non Formalin
17	0.33	6.17	non Formalin
18	0.33	6.17	non Formalin
19	0.33	6.15	non Formalin
20	0.33	6.15	non Formalin
21	0.35	6.19	non Formalin
22	0.35	6.19	non Formalin
23	0.35	6.15	non Formalin
24	0.34	6.17	non Formalin
25	0.34	6.17	non Formalin
26	0.37	6.15	non Formalin
27	0.37	6.17	non Formalin
28	0.35	6.17	non Formalin
29	0.35	6.14	non Formalin
30	0.35	6.17	non Formalin
31	0.40	6.17	non Formalin
32	0.40	6.19	non Formalin
33	0.34	6.17	non Formalin
34	0.34	6.19	non Formalin
35	0.34	6.15	non Formalin
36	0.34	6.17	non Formalin
37	0.45	6.17	non Formalin
38	0.45	6.14	non Formalin
39	0.48	6.17	non Formalin
40	0.40	6.14	non Formalin
41	0.40	6.17	non Formalin
42	0.53	6.14	non Formalin
43	0.35	6.17	non Formalin
44	0.35	6.17	non Formalin



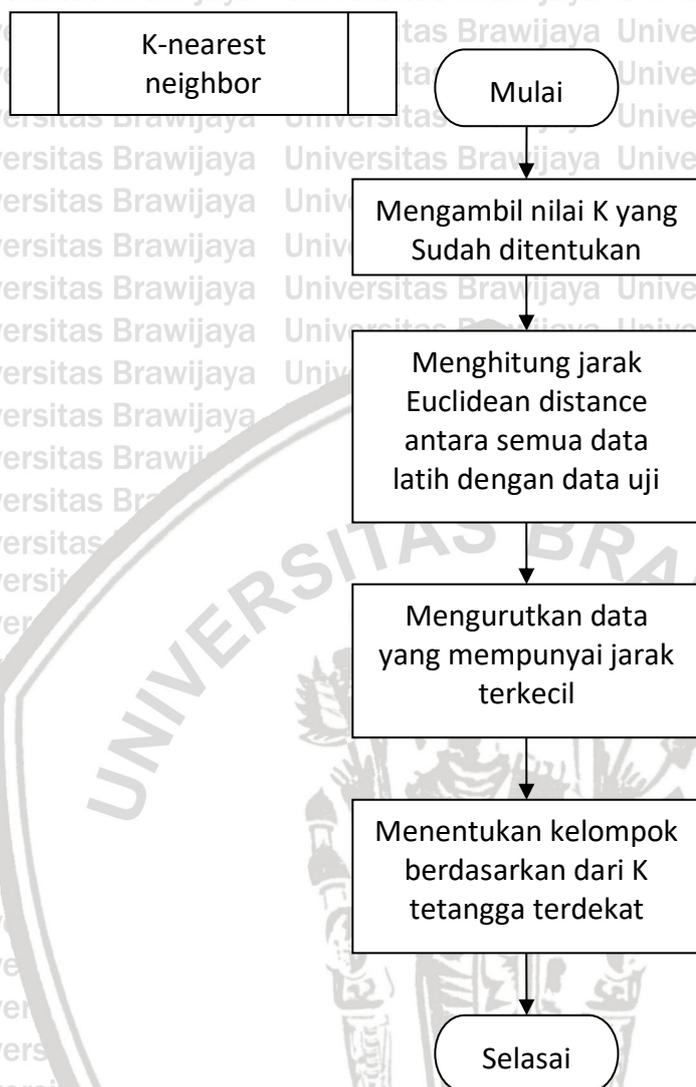
45	0.33	6.17	non Formalin
46	0.29	6.15	non Formalin
47	0.29	6.15	non Formalin
48	0.30	6.19	non Formalin
49	0.37	6.17	non Formalin
50	0.33	6.17	non Formalin
51	1.00	5.40	Berformalin
52	1.11	5.61	Berformalin
53	1.16	5.57	Berformalin
54	1.22	5.62	Berformalin
55	1.28	5.62	Berformalin
56	1.38	5.61	Berformalin
57	1.44	5.64	Berformalin
58	1.51	5.64	Berformalin
59	1.61	5.59	Berformalin
60	1.72	5.59	Berformalin
61	1.80	5.59	Berformalin
62	1.91	5.67	Berformalin
63	2.03	5.67	Berformalin
64	2.16	5.74	Berformalin
65	2.29	5.73	Berformalin
66	2.42	5.74	Berformalin
67	2.51	5.73	Berformalin
68	2.61	5.71	Berformalin
69	2.70	5.74	Berformalin
70	2.85	5.74	Berformalin
71	3.06	5.64	Berformalin
72	3.28	5.61	Berformalin
73	3.56	5.61	Berformalin
74	3.68	5.67	Berformalin
75	3.74	5.73	Berformalin
76	3.92	5.45	Berformalin
77	4.18	5.42	Berformalin
78	4.39	5.42	Berformalin
79	4.79	5.40	Berformalin
80	5.31	5.40	Berformalin
81	5.54	5.55	Berformalin
82	5.70	5.55	Berformalin
83	6.20	5.54	Berformalin
84	6.55	5.42	Berformalin
85	6.91	5.42	Berformalin
86	7.28	5.43	Berformalin
87	7.47	5.45	Berformalin



88	7.97	5.40	Berformalin
89	8.92	5.42	Berformalin
90	9.71	5.42	Berformalin
91	10.07	5.42	Berformalin
92	11.32	5.44	Berformalin
93	14.97	5.44	Berformalin
94	16.83	5.40	Berformalin
95	19.44	5.41	Berformalin
96	21.93	5.43	Berformalin
97	25.15	5.43	Berformalin
98	27.67	5.43	Berformalin
99	30.39	5.42	Berformalin
100	33.03	5.42	Berformalin



5.1.3.3 Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi *K-Nearest Neighbor*



Gambar 5.4 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi *K-Nearest Neighbor*

Pada gambar diagram alir perancangan perangkat lunak klasifikasi *k-nearest neighbor* ada beberapa tahapan dalam klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin. tahapan-tahapan tersebut akan dijelaskan di bawah ini:

1. Penentuan nilai *K*
 Nilai *K* (jumlah tetangga terdekat) pada metode klasifikasi *k-neares neighbor* untuk menentukan kelas ikan tongkol yang mengandung formalin dan kelas ikan tongkol yang tidak mengandung formalin. Pada penentuan nilai *K* digunakan bilangan ganjil agar penarikan kesimpulan lebih mudah. Mempertimbangkan kapasitas memori pada mikrokontroler arduino mega 2560, penentuan nilai *K* dianjurkan tidak terlalu besar.
2. Menghitung jarak *Euclidean distance*



Dalam menghitung *euclidean distance* dilakukan dengan cara menghitung setiap nilai data latih dengan data uji. Rumus *euclidean distance* sebagai berikut:

$$D_n = \sqrt{(X_{latih} - X_{uji})^2 + (Y_{latih} - Y_{uji})^2}$$

X_{latih} = nilai fitur pertama pada data latih/traning

X_{uji} = nilai fitur pertama pada data uji

Y_{latih} = nilai fitur kedua pada data latih/traning

Y_{uji} = nilai fitur kedua pada data uji

Dengan rumus di atas dilakukan perhitungan *euclidean distance* dimana nilai X_{latih} merupakan nilai dari data latih sensor HCHO sedangkan nilai Y_{latih} merupakan nilai dari data latih sensor pH.

Cothot:

jika didapat nilai data uji dari kedua sensor adalah pH = 5.68, HCHO = 1.77 dan nilai dari data ke 1 pada latih/traning adalah pH =6.12, HCHO = 0.25 maka nilai dari *euclidean distance* adalah

$$D_n = \sqrt{(HCHO_{latih} - HCHO_{uji})^2 + (pH_{latih} - pH_{uji})^2}$$

$$D_1 = \sqrt{(2.3104) + (0.1936)}$$

$$D_1 = \sqrt{2.504}$$

$$D_1 = 1.582403236$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai *euclidean distance* dari data latih/traning ke 1 dengan data uji adalah 1.582403236.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan *Euclidean Distance*

No	Euclidean Distance	Kelas
1	1.582403236	non formalin
2	1.571909667	non formalin
3	1.54029218	non formalin
4	1.552836115	non formalin
5	1.591005971	non formalin
6	1.559006094	non formalin
7	1.565407295	non formalin
8	1.571909667	non formalin
9	1.555956298	non formalin
10	1.563201842	non formalin
11	1.559006094	non formalin
12	1.540032467	non formalin
13	1.555956298	non formalin
14	1.511621646	non formalin
15	1.518222645	non formalin
16	1.518222645	non formalin
17	1.521085139	non formalin

18	1.521085139	non formalin
19	1.514760707	non formalin
20	1.514760707	non formalin
21	1.508807476	non formalin
22	1.508807476	non formalin
23	1.495760676	non formalin
24	1.511621646	non formalin
25	1.511621646	non formalin
26	1.476787053	non formalin
27	1.483273407	non formalin
28	1.502165104	non formalin
29	1.492648653	non formalin
30	1.502165104	non formalin
31	1.454991409	non formalin
32	1.461848145	non formalin
33	1.511621646	non formalin
34	1.518222645	non formalin
35	1.505257453	non formalin
36	1.511621646	non formalin
37	1.408012784	non formalin
38	1.3978555	non formalin
39	1.379927534	non formalin
40	1.445164351	non formalin
41	1.454991409	non formalin
42	1.322573249	non formalin
43	1.502165104	non formalin
44	1.502165104	non formalin
45	1.521085139	non formalin
46	1.552836115	non formalin
47	1.552836115	non formalin
48	1.555956298	non formalin
49	1.483273407	non formalin
50	1.521085139	non formalin
51	0.819328994	Berformalin
52	0.66370174	Berformalin
53	0.619838689	Berformalin
54	0.553263048	Berformalin
55	0.493659802	Berformalin
56	0.396232255	Berformalin
57	0.332415403	Berformalin
58	0.263058929	Berformalin
59	0.183575598	Berformalin
60	0.102956301	Berformalin
61	0.09486833	Berformalin
62	0.140356688	Berformalin



63	0.260192237	Berformalin
64	0.394588393	Berformalin
65	0.522398315	Berformalin
66	0.652763357	Berformalin
67	0.741687266	Berformalin
68	0.840535544	Berformalin
69	0.931933474	Berformalin
70	1.081665383	Berformalin
71	1.290620006	Berformalin
72	1.511621646	Berformalin
73	1.791368192	Berformalin
74	1.910026178	Berformalin
75	1.970634416	Berformalin
76	2.162267329	Berformalin
77	2.423984323	Berformalin
78	2.632869157	Berformalin
79	3.032952357	Berformalin
80	3.551056181	Berformalin
81	3.772240713	Berformalin
82	3.932149539	Berformalin
83	4.432211638	Berformalin
84	4.787065907	Berformalin
85	5.146571674	Berformalin
86	5.51566859	Berformalin
87	5.704638464	Berformalin
88	6.20631936	Berformalin
89	7.154725711	Berformalin
90	7.944255786	Berformalin
91	8.304071291	Berformalin
92	9.553015231	Berformalin
93	13.20218164	Berformalin
94	15.0626027	Berformalin
95	17.6720627	Berformalin
96	20.16155004	Berformalin
97	23.38133657	Berformalin
98	25.90120654	Berformalin
99	28.62118097	Berformalin
100	31.26108124	Berformalin

3. Mengurutkan data dari yang mempunyai jarak terkecil
 Setelah melakukan perhitungan dari data latih ke 1 sampai data latih ke
 100 maka dilakukan pengurutan data dari jarak terkecil hingga jarak
 terbesar.



Tabel 5.7 Hasil Pengurutan *Euclidean Distance*

No	Euclidean Distance	Kelas
1	0.094868	Berformalin
2	0.102956	Berformalin
3	0.140357	Berformalin
4	0.183576	Berformalin
5	0.260192	Berformalin
6	0.263059	Berformalin
7	0.332415	Berformalin
8	0.394588	Berformalin
9	0.396232	Berformalin
10	0.49366	Berformalin
11	0.522398	Berformalin
12	0.553263	Berformalin
13	0.619839	Berformalin
14	0.652763	Berformalin
15	0.663702	Berformalin
16	0.741687	Berformalin
17	0.819329	Berformalin
18	0.840536	Berformalin
19	0.931933	Berformalin
20	1.081665	Berformalin
21	1.29062	Berformalin
22	1.322573	non formalin
23	1.379928	non formalin
24	1.397856	non formalin
25	1.408013	non formalin
26	1.445164	non formalin
27	1.454991	non formalin
28	1.454991	non formalin
29	1.461848	non formalin
30	1.476787	non formalin
31	1.483273	non formalin
32	1.483273	non formalin
33	1.492649	non formalin
34	1.495761	non formalin
35	1.502165	non formalin
36	1.502165	non formalin
37	1.502165	non formalin
38	1.502165	non formalin
39	1.505257	non formalin
40	1.508807	non formalin
41	1.508807	non formalin



42	1.511622	non formalin
43	1.511622	non formalin
44	1.511622	non formalin
45	1.511622	non formalin
46	1.511622	non formalin
47	1.511622	Berformalin
48	1.514761	non formalin
49	1.514761	non formalin
50	1.518223	non formalin
51	1.518223	non formalin
52	1.518223	non formalin
53	1.521085	non formalin
54	1.521085	non formalin
55	1.521085	non formalin
56	1.521085	non formalin
57	1.540032	non formalin
58	1.540292	non formalin
59	1.552836	non formalin
60	1.552836	non formalin
61	1.552836	non formalin
62	1.555956	non formalin
63	1.555956	non formalin
64	1.555956	non formalin
65	1.559006	non formalin
66	1.559006	non formalin
67	1.563202	non formalin
68	1.565407	non formalin
69	1.57191	non formalin
70	1.57191	non formalin
71	1.582403	non formalin
72	1.591006	non formalin
73	1.791368	Berformalin
74	1.910026	Berformalin
75	1.970634	Berformalin
76	2.162267	Berformalin
77	2.423984	Berformalin
78	2.632869	Berformalin
79	3.032952	Berformalin
80	3.551056	Berformalin
81	3.772241	Berformalin
82	3.93215	Berformalin
83	4.432212	Berformalin
84	4.787066	Berformalin



85	5.146572	Berformalin
86	5.515669	Berformalin
87	5.704638	Berformalin
88	6.206319	Berformalin
89	7.154726	Berformalin
90	7.944256	Berformalin
91	8.304071	Berformalin
92	9.553015	Berformalin
93	13.20218	Berformalin
94	15.0626	Berformalin
95	17.67206	Berformalin
96	20.16155	Berformalin
97	23.38134	Berformalin
98	25.90121	Berformalin
99	28.62118	Berformalin
100	31.26108	Berformalin

- Menentukan kelompok berdasarkan dari K tetangga terdekat
Setelah melakukan pengurutan jarak *euclidean distance* maka dilakukan pengambilan data sejumlah nilai K (jarak tetangga terdekat) yang sudah di tentukan diawal. Nilai K (jarak tetangga terdekat) yang di pakai adalah 5 sehingga 5 Euclidean distance yang memiliki jarak terkecil sebagai berikut:

Tabel 5.8 Pengambilan 5 Data Dengan Jarak Terkecil

No	Euclidean Distance	Kelas
1	0.094868	Berformalin
2	0.102956	Berformalin
3	0.140357	Berformalin
4	0.183576	Berformalin
5	0.260192	Berformalin

Berdasarkan 5 data dengan jarak terkecil didapatkan kelas yang mengandung formalin ada 5 dan kelas yang tidak mengandung formalin ada 0. Karena jumlah kelas mengandung formalin lebih banyak dibandingkan dengan kelas yang tidak mengandung formalin maka data uji tersebut masuk ke kelas mengandung formalin.

5.2 Implementasi Sistem

Setelah dilakukan perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak maka dilakukan implementasi sistem. implementasi sistem ini akan menjelaskan tentang implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak.



5.2.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras ini mengacu pada desain perangkat keras yang sudah dijelaskan sebelumnya. Dimana pada implementasi perangkat keras ini akan menjelaskan tata letak kedua sensor yang dipakai, pin-pin yang dipakai, dan bentuk dari perangkat keras.



Gambar 5.5 Implementasi Perangkat Keras Deteksi Formalin Pada Ikan Tongkol

Pada gambar implementasi perangkat keras deteksi formalin pada ikan tongkol dijelaskan bentuk perangkat keras berupa *box/kotak* agar memaksimalkan akurasi dan pembacaan pada sensor HCHO. Posisi peletakan sensor HCHO diletakkan di dalam *box/kotak* dibagian atas sedangkan posisi sensor pH berada di samping *box/kotak* pada saat pembacaan data sensor pH akan ditusukkan ke sampel melalui atas kotak/*box*. Peletakan mikrokontroler arduino mega 2560 diletakkan pada bawah LCD 16x2 dan *push button*. Pada LCD

16x2 dan push button diletakkan di bagian depan *box*/kotak untuk memudahkan pengguna dalam menjalan alat.

5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak terdapat beberapa program yaitu : program pengambilan data pada pada sensor pH, program pengambilan data pada sensor HCHO, dan program metode klasifikasi *k-nearest neighbor*. Dalam program ini ada beberapa *library* yang di pakai, berikut library yang dipakai pada proram :

Tabel 5.9 Kode Program Import Library

No	Source Code
1	#include <math.h>
2	#include <Wire.h>
3	#include <LiquidCrystal_I2C.h>
4	LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

5.2.2.1 implementasi Kode Program Sensor pH

Pada tahap awal implementasi kode program sensor pH dilakukan inialisasi pin dan inialisasi varinel yang di digunakan pada program. Inialisasi pin dan inialisasi variabel pada program sensor pH dapat dilihat pada table 5.10 di bawah ini :

Tabel 5.10 Kode Program Inialisasi Pin dan Inialisasi Varibel Sensor pH

No	Source Code
1	#define PHSensorPin A2
2	#define VREF 5.0
3	#define OFFSET 0.00
4	#define SCOUNT 30
5	int analogBuffer[SCOUNT];
6	int analogBufferTemp[SCOUNT];
7	int analogBufferIndex = 0;
8	int copyIndex = 0;
9	float averageVoltage;
10	float pHValue;

Pada tabel 5.10 program inialisasi pin dan inialisasi variabel dijelaskan pin *input* dari sensor pH mengguna pin *analog* nomor 2 pada arduino mega 250. Pin tersebut yang nantinya digunakan oleh mikrokontroler arduino mega 2560 untuk membaca hasil data yang didapatkan oleh sensor pH. Pada tabel tersebut juga ditampilkan beberapa variabel yang digunakan untuk menjalankan program pembacaan data pada sesor pH.



Tabel 5.11 Kode Program Sensor pH

No	Source Code
1	static unsigned long analogSampleTimepoint = millis();
2	if (millis() - analogSampleTimepoint > 30U)
3	{
4	analogSampleTimepoint = millis();
5	analogBuffer[analogBufferIndex] = analogRead(PHSensorPin);
6	analogBufferIndex++;
7	if (analogBufferIndex == SCOUNT)
8	analogBufferIndex = 0;
9	}
10	static unsigned long printTimepoint = millis();
11	if (millis() - printTimepoint > 1000U)
12	{
13	printTimepoint = millis();
14	for (copyIndex = 0; copyIndex < SCOUNT; copyIndex++)
15	{
16	analogBufferTemp[copyIndex] = analogBuffer[copyIndex];
17	}
18	averageVoltage = getMedianNum(analogBufferTemp, SCOUNT) * (float)VREF / 1024.0
19	phValue = 3.5 * averageVoltage + OFFSET;
20	lcd.setCursor(0, 0);
21	lcd.print("PH = ");
22	lcd.print(phValue, 2);

Pada tabel 5.11 kode program sensor pH dijelaskan untuk mendapatkan pembacaan sensor yang stabil dilakukan pengambilan rata-rata tegangan pada variabel averageVoltage di baris ke 18 pada tabel. Untuk pembacaan nilai dari sensor pH terdapat pada baris ke 19 pada tabel. Dan dari hasil pembacaan ditampilkan ke LCD 16x2 di baris ke 22 pada tabel.

5.2.2.2 Implementasi Kode Program Sensor HCHO

Sama seperti pada implementasi kode program Sensor pH di tahap awal implementasi kode program sensor HCHO dilakukan inisialisasi pin dan variabel yang digunakan. Pin dan variabel yang digunakan pada sensor HCHO dapat dilihat pada tabel 5.12 di bawah ini:

Tabel 5.12 Kode Program Inisialisasi Pin dan Inisialisasi Variabel Sensor HCHO

No	Source Code
1	#define Vc 4.95
2	#define R0 20.00
3	#define sensorHCHOPin A0
4	double RS;



5	double ppm;
6	SensorValue;

Pada tabel 5.12 kode program inialisasi pin dan inialisasi variabel sensor HCHO menunjukkan pin yang digunakan untuk *input* pada sensor HCHO adalah pin *analog* nomor 0 pada mikrokontroler arduino mega 2560. Dan juga ada 3 varibel yang digunakan pada kode program sensor HCHO, yaitu : variabel RS dan variabel ppm, dan sensorValue.

Tabel 5.13 Kode Program Sensor HCHO

No	Source Code
1	sensorValue = analogRead(sensorHCHOPin);
2	RS = (1023.0 / sensorValue) - 1;
3	ppm = pow(10.0, ((log10(RS / R0) - 0.0827) / (-0.4807)));
4	lcd.setCursor(0, 1);
5	lcd.print("HCHO = ");
6	lcd.print(ppm);
7	lcd.print(" ");
8	lcd.setCursor(13, 1);
9	lcd.print("PPM");

Pada tabel 5.13 kode program sensor HCHO ditunjukkan nilai dari pembacaan sesor di konversikan menjadi 10 bit di baris ke 2 pada tabel karena mikrokontroler ATmega pada arduino memiliki resolusi 10 bit. Untuk pembacaan hasil akhir berupa satuan ppm nilai sensor berada pada baris ke 3 pada tabel. Hasil pembacaan data sensor ditampilkan pada LCD 16x2 pada baris ke 6 pada tabel.

5.2.2.3 Implementasi Kode Program K-Nearest Neighbor

Metode klasifikasi *k-nearest neighbor* berguna untuk mengklasifikasi data uji yang didapat oleh sistem. Klasifikasi data uji dilakukan dengan menghitung nilai *euclidean distance* dari perhitungan data latih dengan data uji. Implementasi kode program *k-nearest neighbor* diawali dengan inialisasi variabel yang digunakan pada program *k-nearest neighbor*. Berikut variabel pada program *k-nearest neighbor*.

Tabel 5 14 Kode Program Inialisasi Variabel K-Nearest Neighbor

No	Source Code
1	double t, Hasil_Distance[100];
2	int Menentukan_Kelas_Knn;
3	Int Knn_Positif, Knn_Negatif, g, r;
4	double data_baru_X;
5	double data_baru_Y;
6	int qwe[100];
7	int jumlah_data = 100;



8	int Jumlah_KNN = 5;
9	double data_traning[]

Pada tabel 5.14 kode program inialisasi variabel *k-nearest neighbor* ditunjukkan beberapa variabel yang digunakan pada program *k-nearest neighbor*. Pada kode inialisasi di atas terdapat variabel yang menyatakan jumlah data traning ada 100 di baris ke 7 pada tabel 5.14. Pada baris ke 8 tabel 5.14 menjelaskan variabel yang menentukan jumlah K pada program *k-nearest neighbor*. Pada baris ke 9 tabel 5.14 menunjukkan variabel data traning/lating *k-nearest neighbor*.

Tabel 5.15 Kode Program Data Traning

No	Source Code
1	double data_traning[]
2	{
3	0.25,6.12,0,
4	0.27,6.15,1,
5	0.30,6.14,0,
6	0.29,6.15,1,
7	0.25,6.15,0,
8	0.29,6.17,1,
9	0.29,6.19,0,
10	0.27,6.15,1,
11	0.30,6.19,0,
12	0.27,6.12,1,
13	0.29,6.17,0,
14	0.31,6.17,1,
15	0.30,6.19,0,
16	0.34,6.17,1,
17	0.34,6.19,0,
18	0.34,6.19,1,
19	0.33,6.17,0,
20	0.33,6.17,1,
21	0.33,6.15,0,
22	0.33,6.15,1,
23	0.35,6.19,0,
24	0.35,6.19,1,
25	0.35,6.15,0,
26	0.34,6.17,1,
27	0.34,6.17,0,
28	0.37,6.15,1,
29	0.37,6.17,0,
30	0.35,6.17,1,
31	0.35,6.14,0,



32	0.35,6.17,1,
33	0.40,6.17,0,
34	0.40,6.19,1,
35	0.34,6.17,0,
36	0.34,6.19,1,
37	0.34,6.15,1,
38	0.34,6.17,0,
39	0.45,6.17,1,
40	0.45,6.14,0,
41	0.48,6.17,1,
42	0.40,6.14,0,
43	0.40,6.17,1,
44	0.53,6.14,0,
45	0.35,6.17,1,
46	0.35,6.17,1,
47	0.33,6.17,0,
48	0.29,6.15,1,
49	0.29,6.15,1,
50	0.30,6.19,0,
51	0.37,6.17,1,
52	0.33,6.17,0,
53	1.00,5.40,1,
54	1.11,5.61,0,
55	1.16,5.57,1,
56	1.22,5.62,0,
57	1.28,5.62,0,
58	1.38,5.61,1,
59	1.44,5.64,0,
60	1.51,5.64,1,
61	1.61,5.59,0,
62	1.72,5.59,1,
63	1.80,5.59,0,
64	1.91,5.67,0,
65	2.03,5.67,1,
66	2.16,5.74,1,
67	2.29,5.73,0,
68	2.42,5.74,1,
69	2.51,5.73,0,
70	2.61,5.71,0,
71	2.70,5.74,1,
72	2.85,5.74,0,
73	3.06,5.64,0,
74	3.28,5.61,1,
75	3.56,5.61,1,



76	3.68,5.67,0,
77	3.74,5.73,1,
78	3.92,5.45,0,
79	4.18,5.42,0,
80	4.39,5.42,1,
81	4.79,5.40,1,
82	5.31,5.40,0,
83	5.54,5.55,1,
84	5.70,5.55,0,
85	6.20,5.54,1,
86	6.55,5.42,0,
87	6.91,5.42,1,
88	7.28,5.43,1,
89	7.47,5.45,1,
90	7.97,5.40,0,
91	8.92,5.42,1,
92	9.71,5.42,0,
93	10.07,5.42,1,
94	11.32,5.44,0,
95	14.97,5.44,1,
96	16.83,5.40,0,
97	19.44,5.41,1,
98	21.93,5.43,1,
99	25.15,5.43,0,
100	27.67,5.43,1,
101	30.39,5.42,1,
102	33.03,5.42,1,
103	};

Pada tabel 5.15 kode program data latih menunjukkan data latih/traning yang dipakai berjumlah 100 data. Data latih/traning ini yang nantinya dijadikan acuan untuk perhitungan metode klasifikasi *k-nearest neighbor*. Pada kode proram data latuh berbentuk array 2 dimensi, pada dimensi pertama data latih Sensor HCHO dan demensi kedua Sensor pH. Pada label 0 dan 1 di akhir baris merupakan kelas dimana label 0 merupakan kelas *non* formalin dana label 1 kelas berformalin.

Tabel 5.16 Kode Program Perhitungan *Euclidean Distance*

No	Source Code
1	void classify()
2	{
3	for (int cnt = 0; cnt < jumlah_data; cnt++)
4	{
5	Hasil_Distance[cnt] = sqrt(pow((data_traning[0 + (cnt * 3)] -



	<code>data_baru_X), 2.0) + pow((data_traning[1 + (cnt * 3)] - data_baru_Y), 2.0));</code>
6	<code>qwe[cnt] = cnt;</code>
7	<code>Serial.print("_");</code>
8	<code>Serial.print(cnt);</code>
9	<code>Serial.print("\t");</code>
10	<code>Serial.println(Hasil_Distance[cnt]);</code>
11	<code>}</code>
12	<code>}</code>

Dapat dilihat pada tabel 5.16 program perhitungan *euclidean distance* di baris ke 5 tabel menjelaskan tentang perhitungan *euclidean distance*. Hasil dari perhitunga *Euclidean distance* disimpan kedalam variabel array yang nantinya akan di ambil nilai terkecil sebanyak nilai K yang sudah di tentukan pada awal program.

Tabel 5.17 Kode Program Pengurutan Data *Euclidean Distance*

No	Source Code
	<code>void sort(double data_traning[], int b[], long int Size)</code>
	<code>{</code>
	<code>for (int i = 0; i < (Size - 1); i++)</code>
	<code>{</code>
	<code>for (int o = 0; o < (Size - (i + 1)); o++)</code>
	<code>{</code>
	<code>if (data_traning[o] > data_traning[o + 1])</code>
	<code>{</code>
	<code>t = data_traning[o];</code>
	<code>data_traning[o] = data_traning[o + 1];</code>
	<code>data_traning[o + 1] = t;</code>
	<code>int s = b[o];</code>
	<code>b[o] = b[o + 1];</code>
	<code>b[o + 1] = s;</code>
	<code>}</code>
	<code>}</code>
	<code>}</code>
	<code>}</code>

Pada tabel 5.17 merupakan program fungsi untuk mengurutkan nilai hasil dari perhitungan *Euclidean distance*. Fungsi tersebut yang nanti akan dipanggil pada kode program fungsi eksekusi_KNN saat mikrokontroler arduino mega 2560 menjalankan kode program eksekusi_KNN.

Tabel 5.18 Kode Program Eksekusi *K-Nearest Neighbor*

No	Source Code
1	<code>void eksekusi_KNN()</code>



2	{
3	sort(Hasil_Distance, qwe, jumlah_data);
4	Serial.println();
5	Serial.println();
6	Serial.print("Mengurutkan Hasil Ecludien distance: ");
7	Serial.println();
8	for (int i = 0; i < jumlah_data; i++)
9	{
10	Serial.print(" ");
11	Serial.print(Hasil_Distance[i]);
12	Serial.print(" == ");
13	Serial.println(qwe[i]);
14	}
15	Serial.println();
16	Serial.print("Min Number : ");
17	Serial.print(Hasil_Distance[0]);
18	Serial.println();
19	Serial.print("Max Number : ");
20	Serial.print(Hasil_Distance[99]);
21	Serial.println();
22	Serial.println();
23	Serial.print("Urut K = " + String(Jumlah_KNN) + " ");

Pada tabel 5.18 kode program eksekusi *k-nearest neighbor* merupakan program untuk memanggil fungsi *sort* dan menampilkan hasil *sorting* ke serial monitor. Setelah dilakukan *sorting* maka akan menampilkan nilai *euclidean distance* terkecil dan terbesar. Selanjutnya program akan mengambil 5 nilai *Euclidean distance* terkecil. 5 nilai terkecil tersebut merupakan nilai K yang sudah ditentukan di awal program.

Tabel 5.19 Kode Program Penentuan Kelas *K-Nearest Neighbor*

No	Source Code
1	void hasil_KNN()
2	{
3	for (int knn = 0; knn < Jumlah_KNN; knn++)
4	{
5	Serial.print(Hasil_Distance[knn]);
6	Serial.print(" == ");
7	Serial.print(qwe[knn]);
8	Menentukan_Kelas_Knn = ((qwe[knn] + 1) * 3) - 1;
9	Serial.print("\tArray[a] ");
10	Serial.print(Menentukan_Kelas_Knn);
11	Serial.print("\t == ");
12	Serial.println(data_traning[Menentukan_Kelas_Knn]);



13	if (data_traning[Menentukan_Kelas_Knn] == 1)
14	{
15	Knn_Positif++;
16	}
17	if (data_traning[Menentukan_Kelas_Knn] == 0)
18	{
19	Knn_Negatif++;
20	}
21	}
22	
23	Serial.println();
24	Serial.print("tetangga terdekat dengan nilai positif formalin:"); Serial.println(Knn_Positif);
25	Serial.print("tetangga terdekat dengan nilai negatif formalin:"); Serial.println(Knn_Negatif);
26	Serial.println();
27	if (Knn_Positif >= Knn_Negatif)
28	{
29	Serial.println("YES Formalin");
30	Knn_Positif = 0;
31	Knn_Negatif = 0;
32	r = 1;
33	}
34	Else
35	{
36	Serial.println("NO Formalin");
37	Knn_Positif = 0;
38	Knn_Negatif = 0;
39	r = 0;
40	}
41	Serial.println();
42	}

Pada tabel 5.19 kode program penentuan kelas *k-nearest neighbor* di baris ke 27 menunjukkan jika 5 nilai tetangga terdekat yang mengandung formalin lebih banyak dibandingkan dengan nilai tetangga terdeka yang tidak mengandung formalin maka dapat nyatakan bahwa data yang diujikan mengandung formalin. sebaliknya jika 5 nilai tetangga terdekat lebih banyak yang tidak mengandung formalin maka data nyang diujikan tidak mengandung formalin.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada pengujian dan analisis penulis akan membahas tentang pengujian dan analisis dengan alat yang sudah ada di pasaran. Tujuan pengujian dan analisis ini untuk mengetahui tingkat akurasi sensor yang dipakai dan tingkat kecepatan eksekusi dalam metode klasifikasi *k-nearest neighbor*. Dalam pengujian sensor grove-HCHO dibandingkan pembacaannya dengan alat teteksi formalin yang bernama dienmern professional digital *formaldehyde detector air quality tester analyzer HCHO* sedangkan sensor Ph dibandingkan pembacaannya dengan pH meter ATC. Dengan membandingkan sensor dengan alat yang sudah ada dipasaran dapat mengetahui tingkat akurasi dalam pembacaan sensor. Berikut ini proses dalam pengujian dan analisis pada kedua sensor dan kecepatan eksekusi metode *k-nearest neighbor*.

6.1 Pengujian Sensor HCHO

Sesuai dengan fungsionalnya sensor HCHO berfungsi untuk mendeteksi gas HCHO yang dikeluarkan oleh formalin. Untuk mengetahui nilai error yang pada sensor HCHO dalam pembacaan data maka dilakukan perbandingan dengan dienmern professional digital *formaldehyde detector air quality*. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui tingkat akurasi sensor HCHO yang telah terpasang pada sistem.

6.1.1 Tahap-tahap Pengujian Sensor HCHO

1. Menghubungkan pin sensor HCHO dengan mikrokontroler arduino mega 2560.
2. Menghubungkan mikrokontroler arduino mega 2560 dengan laptop yang sudah terinstall *software* arduino IDE.
3. Mengupload kode program sensor HCHO ke mikrokontroler arduino mega 2560 menggunakan *software* arduino IDE.
4. Mengukur gas yang terdapat pada box/kotak menggunakan sensor HCHO dengan 5 sampel berbeda.
5. Mengukur gas yang terdapat pada box/kotak menggunakan dienmern professional digital *formaldehyde detector air quality* dengan 5 sampel berbeda.



Gambar 6.1 Dienmern Professional Digital Formaldehyde Detector Air Quality

(<https://www.joom.com/en/products/5cb85e7c8b45130101bbe3ac>)

6. Mengamati dan menulis hasil dari pembacaan sensor HCHO dan diennern professional digital formaldehyde detector air quality.
7. Menghitung selisih pembacaan, presentase error, dan rata-rata error.

Rumus selisih pembacaan:

$$SP = PA - PS$$

Keterangan:

SP = Selisih Pembacaan

PA = Pembacaan Alat

PS = Pembacaan Sensor

Rumus presentase error:

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

Keterangan:

PE = Presentase Error

SP = Selisih Pembacaan

PA = Pembacaan Alat

Rumus rata-rata error:

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

Keterangan:

RE = Rata-rata Error

JNE= Jumlah Nilai Error

Jn = Jumlah Pengujian

6.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian Sensor HCHO

Setelah melakukan pembacaan data menggunakan sensor HCHO dan menggunakan diemern professional digital *formaldehyde detector air quality* pada 5 sampel maka di lakukan perhitungan selisih pembaan, presentase *error*, dan rata-rata *error*. Berikut hasil pembacaan sensor HCHO dan diemern digital *formaldehyde*.

Tabel 6.1 Hasil Pembacaan Sensor HCHO dan Diemern Digital *Formaldehyde*

No	Pengujian	Sensor HCHO	Diemern Digital Formaldehyde
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 2 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 20 detik			
1	Pengujian ke 1	1.02	1.08
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 4 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 10 detik			
2	Pengujian ke 2	1.06	1.11
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 6 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 5 detik			
3	Pengujian ke 3	1.08	1.16
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 8 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 3 detik			
4	Pengujian ke 4	1.35	1.38
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 10 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 2 detik			
5	Pengujian ke 5	1.00	1.09

Setelah mendapatkan hasil pembacaan menggunakan sensor HCHO dan diemern professional digital *formaldehyde detector air quality* dihitung ini selisih pembacaan, presentase *error*, rata-rata *error* menggunakan rumus yang sudah dijelaskan pada tahapan pengujian nomor 6.

Selisih Pembacaan:

$$SP = PA - PS$$

$$SP = 1.08 - 1.02$$

$$SP = 0.06$$

Presentase Error:

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

$$PE = \frac{0.06}{1.08} \times 100$$

$$PE = 5.56\%$$

Rata-rata Error:

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

$$RE = \frac{27.37}{5}$$

$$RE = 5.47\%$$

Tabel 6.2 Hasil Perhitungan Selisih Pembacaan, Presentasi Error, dan Rata-rata Error Sensor HCHO

No	Pengujian	Sensor HCHO	Dienmern Digital Formaldehyde	Selisih Pembacaan	Presentasi Error
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 2 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 20 detik					
1	Pengujian ke 1	1.02	1.08	0.06	5.56%
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 4 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 10 detik					
2	Pengujian ke 2	1.06	1.11	0.05	4.50%
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 6 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 5 detik					
3	Pengujian ke 3	1.08	1.16	0.08	6.89%
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 8 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 3 detik					
4	Pengujian ke 4	1.35	1.38	0.03	2.17%
Ikan tongkol direndam selama 1 jam dengan 10 mL formalin banding 250 mL air,, waktu tunggu pembacaan 2 detik					
5	Pengujian ke 5	1.00	1.09	0.09	8.25%
Rata-rata Error					5.47%

Pada tabel hasil perhitungan selisih pembacaan, presentasi error, dan rata-rata error sensor HCHO memperlihatkan bahwa nilai selisih pembacaan sensor dengan deinmern digital *formaldehyde* sangat kecil. Pada hasil perhitungan tersebut memiliki rata-rata error 5.47%. Dari hasil tersebut dapat penulis simpulkan bahwa tingkat akurasi pembacaan sensor HCHO sangat baik. Dan sesuai dengan spesifikasinya sensor HCHO dapat mendeteksi gas HCHO yang dikeluarkan oleh formalin meskipun dalam pembacaan terdapat nilai error.



6.2 Pengujian Sensor pH

Sensor pH in berfungsi untuk menganbil nilai pH pada ikan tongkol yang mengandung formalin dan ikan tongkol yang tidak mengandung formalin. Sensor pH ataupun pH meter perlu di kalibrasi menggunakan pH buffer sebelum digunakan untuk pembacaan nilai pH. Dalam mengukur tingkat akurasi sensor pH dibandingkan pembacaannya dengan pH meter ATC saat membaca nilai pH pada larutan pH buffer 4.01 dan 6.86. Pengujian dilakukan dengan melakukan 5 kali pembacaan pada larutan pH buffer 4.01 dan 5 kali pembacaan pada larutan pH buffer 6.86. Tujuan dari pengujian ini untuk melihat tingkat akurasi pembacaan nilai pH pada sensor pH. Adapun tahap-tahap dalam pengujian sensor pH sebagai berikut.

6.2.1 Tahap-tahap Pengujian Sensor pH

1. Menghubungkan pin sensor pH dengan mikrokontroler arduino mega 2560.
2. Menghubungkan mikrokontroler arduino mega 2560 dengan laptop yang sudah terinstall *software* arduino IDE.
3. Mengupload kede program sensor pH ke mikrokontroler arduino mega 2560 menggunakan *software* arduino IDE.
4. Melakukan pembacaan nilai pH menggunakan sensor pH pada pH buffer 4.01 sebanyak 5 kali pembacaan.
5. Melakukan pembacaan nilai npH menggunakan pH meter ATC pada pH buffer 6.86 sebanyak 5 kali pembacaan.



Gambar 6.2 pH Meter ATC

(<https://hidroponiq.com/2015/04/ph-dan-cara-kalibrasi-ph-meter/>)

6. Mengamati dan menulis hasil pembacaan sensor pH dan pH meter ATC.
7. Menghitung selisih pembacaan, presentasi *error*, dan rata-rata *error*.

Rumus selisih pembacaan:

$$SP = PA - PS$$

Keterangan:

- SP = Selisih Pembacaan
- PA = Pembacaan Alat
- PS = Pembacaan Sensor

Rumus presentase error:

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

Keterangan:

- PE = Presentase Error
- SP = Selisih Pembacaan
- PA = Pembacaan Alat

Rumus rata-rata error:

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

Keterangan:

- RE = Rata-rata Error
- JNE = Jumlah Nilai Error
- Jn = Jumlah Pengujian

6.2.2 Hasil dan Analisi Pengujian Sensor pH

Setelah melakukan pembacaan nilai pH pada pH buffer 4.01 dan 6.86 menggunakan sensor pH dan pH meter ATC sebanyak 5 kali pembacaan. Selanjutnya dilakukan perhitungan selisih pembacaan, presentasi *error*, dan rata-rata *error* pada hasil pembacaan sensor pH dan pH meter ATC. Berikut hasil pembacaan sensor pH dan pH meter ATC.

Tabel 6.3 Hasil Pembacaan Nilai pH Pada pH Buffer Menggunakan Sensor pH dan pH Meter ATC

No	Pengujian	Sensor pH	pH Meter ATC
pH buffer 4.01			
1	Pembacaan 1	4.05	4.07
2	Pembacaan 2	4.04	4.08
3	Pembacaan 3	4.02	4.05
4	Pembacaan 4	3.97	4.02
5	Pembacaan 5	4.03	4.06

pH buffer 6.86			
1	Pembacaan 1	6.78	6.84
2	Pembacaan 2	6.65	6.79
3	Pembacaan 3	6.80	6.81
4	Pembacaan 4	6.82	6.89
5	Pembacaan 5	6.79	6.83

Setelah melakukan 5 kali pembacaan pH buffer 4.01 dan pH buffer 6.86 menggunakan sensor pH dan pH meter ATC. Selanjutnya nilai dari hasil pembacaan akan dihitung selisih, presentase error, dan rata-rata error. Berikut perhitungan dan hasil perhitungan selisih pembacaan, presentase error, rata-rata error.

Selisih Pembacaan:	Presentase Error:	Rata-rata Error:
$SP = PA - PS$	$PE = \frac{SP}{PA} \times 100$	$RE = \frac{JNE}{Jn}$
$SP = 4.07 - 4.05$	$PE = \frac{0.02}{4.07} \times 100$	$RE = \frac{5.87}{5}$
$SP = 0.02$	$PE = 0.49\%$	$RE = 1.17\%$

Tabel 6.4 Hasil Perhitungan Selisih Pembacaan, Presentasi Error, dan Rata-rata Error Sensor pH

No	Pengujian	Sensor pH	pH Meter ATC	Selisih Pembacaan	Presentase Error
pH buffer 4.01					
1	Pembacaan 1	4.05	4.07	0.02	0.49%
2	Pembacaan 2	4.04	4.09	0.05	1.22%
3	Pembacaan 3	4.02	4.05	0.03	0.74%
4	Pembacaan 4	3.97	4.08	0.11	2.69%
5	Pembacaan 5	4.03	4.06	0.03	0.73%
Rata-rata Error					1.17%
pH buffer 6.86					
1	Pembacaan 1	6.78	6.84	0.06	0.88%
2	Pembacaan 2	6.65	6.78	0.13	1.91%
3	Pembacaan 3	6.80	6.81	0.01	0.15%
4	Pembacaan 4	6.82	6.89	0.07	1.01%
5	Pembacaan 5	6.79	6.83	0.04	0.58%
Rata-rata Error					0.90%



Pada tabel hasil perhitungan selisih pembacaan, presentasi *error*, dan rata-rata *error* sensor pH menunjukkan hasil selisih pembacaan nilai sensor pH dengan pH meter sangat kecil. Pada rata-rata *error* pembacaan larutan pH buffer 4.01 bernilai 1.17% dan rata-rata *error* pembacaan larutan pH buffer 6.86 bernilai 0.90%. Dengan hasil perhitungan tersebut maka akurasi pembacaan nilai pH pada sensor pH tergolong sangat baik.

6.3 Pengujian Metode Klasifikasi *K-Nearest Neighbor*

Metode klasifikasi *k-nearest neighbor* merupakan metode klasifikasi yang digunakan pada sistem dimana metode klasifikasi *k-nearest neighbor* ini mempunyai peran penting pada sistem deteksi formalin pada ikan tongkol. Metode klasifikasi *k-nearest neighbor* yang mantinya menentukan kelas atau hasil dari sampel ikan tongkol yang diujikan. Pada pengujian metode *knearest neighbor* ada 2 pengujian, yaitu: pengujian pada tingkat akurasi dan waktu komputasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor*.

6.3.1 Pengujian Nilai K pada Metode Klasifikasi *K-Nearest Neighbor*

Pengujian pada nilai K metode klasifikasi *k-nearest neighbor* ini untuk melihat perbedaan hasil yang didapatkan dari perubahan nilai K tersebut. Nilai K yang diujikan sebesar 3, 5, 7, 9 dengan menggunakan 4 sampel data dimana 2 data mengandung formalin dan 2 data yang tidak mengandung formalin yang ada pada tabel 5.6. Setelah melakukan pengujian dilihat hasil dan perbedaan jumlah kelas yang mengandung formalin dan jumlah kelas yang tidak mengandung formalin dari nilai K = 3, 5, 7, 9. Hasil pengujian 10 data sampel dengan nilai K = 3, 5, 7, 9.

6.3.1.1 Tahapan-tahapan Pengujian Nilai K

1. Menghubungkan alat deteksi formalin pada ikan tongkol pada laptop.
2. Mengupload kode program pada mikrokontroler arduino mega 2560.
3. Melakukan pengujian data sampel dengan nilai K 3, 5, 7, 9.
4. Mengamati hasil pengujian pada perbedaan jumlah kelas berformalin dengan kelas non formalin dengan nilai K 3, 5, 7, 9.

6.3.1.2 Hasil dan Analisis pengujian Nilai K

Pada hasil dan analisis pengujian nilai K ini untuk melihat perbedaan hasil dan perbedaan jumlah tetangga terdekat yang berformalin dengan jumlah tetangga terdekat yang tidak mengandung formalin. berikut hasil dari pengujian pada nilai K.

Tabel 6.5 Hasil Pengujian Data Sampel pada Nilai K 3, 5, 7, 9

No	Nilai pH	Nilai HCHO	Kelas non formalin	Kelas Berformalin	Kondisi sampel	Hasil
----	----------	------------	--------------------	-------------------	----------------	-------



Nilai K = 3						
1	5.78	1.17	0	3	Berformalin	Berformalin
2	5.51	1.03	0	3	Berformalin	Berformalin
3	6.07	0.47	3	0	Non Formalin	Non Formalin
4	6.00	0.93	1	2	Non Formalin	Berformalin
Nilai K = 5						
1	5.78	1.17	0	5	Berformalin	Berformalin
2	5.51	1.03	0	5	Berformalin	Berformalin
3	6.07	0.47	5	0	Non Formalin	Non Formalin
4	6.00	0.93	2	3	Non Formalin	Berformalin
Nilai K = 7						
1	5.78	1.17	0	7	Berformalin	Berformalin
2	5.51	1.03	0	7	Berformalin	Berformalin
3	6.07	0.47	7	0	Non Formalin	Non Formalin
4	6.00	0.93	3	4	Non Formalin	Berformalin
Nilai K = 9						
1	5.78	1.17	0	9	Berformalin	Berformalin
2	5.51	1.03	0	9	Berformalin	Berformalin
3	6.07	0.47	9	0	Non Formalin	Non Formalin
4	6.00	0.93	4	5	Non Formalin	Berformalin

$$TA = \frac{TP - EP}{TP} \times 100$$

$$TA = \frac{4 - 1}{4} \times 100$$

$$TA = 75\%$$

Berdasarkan hasil dari pengujian nilai K pada tabel hasil dari metode klasifikasi *k*-nearest neighbor tidak berbeda. Perbedaan dari pengujian nilai K terdapat pada jumlah kelas berformalin dengan jumlah kelas yang tidak mengandung formalin. Tingkat akurasi pada nilai K = 3, 5, 7, 9 mendapatkan hasil 75%.

6.3.2 Pengujian Tingkat Akurasi Metode *K-Nearest Neighbor*

Pengujian ini dilakukan untuk melihat tingkat akurasi dalam perhitungan metode klasifikasi *k*-nearest neighbor yang sudah terimplementasi pada sistem. Dalam pengujian dilakukan test terhadap 10 sampel ikan tongkol dimana 5 sampel ikan tongkol yang menggung formalin dan 5 sampel ikan tongkol yang tidak mengandung formalin. Setelah dilakukan pengujian terhadap 10 sampel ikan tongkol dilihat hasil metode klasifikasi *k*-nearest neighbor pada sampel data yang diujikan. Tahap-tahap pengujian metode klasifikasi *k*-nearest neighbor sebagai berikut.



6.3.2.1 Tahapan-tahapan Pengujian Akurasi Metode *K-Nearest Neighbor*

1. Menyiapkan 10 sampel dimana 5 sampel termasuk dalam kelas yang mengandung formalin dan 5 sampel termasuk dalam kelas tidak mengandung formalin.
2. 10 sampel yang sudah disiapkan diujikan pada alat deteksi formalin pada ikan tongkol menggunakan metode *k-nearest neighbor*.
3. Hasil pengujian dengan menggunakan metode *k-nearest neighbor* pada 10 data sampel dibandingkan dengan kondisi ikan tongkol yang diujikan.
4. Menghitung tingkat akurasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor* dengan rumus berikut :

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

Keterangan :

TA = Tingkat Akurasi

TD = Total Data

DTS = Data Yang Tidak Sesuai

6.3.2.2 Hasil dan Analisis Pengujian Akurasi Metode *K-Nearest Neighbor*

Setelah dilakukan pengujian terhadap 5 sampel ikan tongkol yang mengandung formalin dan 5 ikan tongkol yang tidak mengandung formalin menggunakan metode klasifikasi *k-nearest neighbor*. Setelah itu dilakukan perbandingan hasil klasifikasi metode *k-nearest neighbor* dengan kondisi sampel ikan tongkol. Berikut hasil metode *k-nearest neighbor* dan hasil perbandingan kondisi sampel ikan tongkol dengan hasil perhitungan metode *k-nearest neighbor*.

Tabel 6.6 Hasil Pengujian Metode Klasifikasi *K-Nearest Neighbor*

No	Nilai pH	Nilai HCHO	Kondisi Sampel	Hasil Klasifikasi	Hasil perbandingan
Ikan Tongkol Yang Mengandung Formalin					
1	5.43	1.12	Berformalin	Berformalin	Sesuai
2	5.67	1.07	Berformalin	Berformalin	Sesuai
3	5.78	1.17	Berformalin	Berformalin	Sesuai
4	5.51	1.03	Berformalin	Berformalin	Sesuai
5	5.47	1.09	Berformalin	Berformalin	Sesuai
Ikan Tongkol Yang Tidak Mengandung Formalin					
1	6.11	0.27	Non Formalin	Non Formalin	Sesuai
2	6.02	0.34	Non Formalin	Non Formalin	Sesuai
3	6.07	0.47	Non Formalin	Non Formalin	Sesuai
4	6.13	0.68	Non Formalin	Non Formalin	Sesuai
5	6.00	0.93	Non Formalin	Berformalin	Tidak Sesuai

Setelah mendapatkan hasil perhitungan metode klasifikasi *k-nearest neighbor* dan hasil perbandingan maka dilakukan perhitungan tingkat akurasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor* menggunakan rumus yang terdapat pada tahapan-tahapan pengujian.

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

$$TA = \frac{10 - 1}{10} \times 100$$

$$TA = 90\%$$

Dari hasil perhitungan tingkat akurasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor* mendapat nilai 90%. Berdasarkan nilai yang didapat dari perhitungan tingkat akurasi dapat di asumsikan perhitungan metode klasifikasi *k-nearest neighbor* dapat berjalan dengan baik.

6.3.3 Pengujian Waktu Komputasi Metode *K-Nearest Neighbor*

Pada tahapan pengujian waktu komputasi metode *k-nearest neighbor* pada sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin ini untuk melihat tingkat kecepatan sistem melakukan eksekusi metode klasifikasi *k-nearest neighbor* dan mengetahui performa sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin.

6.3.3.1 Tahapan-tahapan pengujian waktu komputasi

1. Menyiapkan 10 data sampel untuk diuji
2. Melakukan pengujian terhadap 10 sampel
3. Mengamati dan menulis waktu yang dibutuhkan sistem dalam melakukan terhadap 10 sampel.
4. Menghitung rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem dalam melakukan komputasi dengan rumus :

$$WK = \frac{JP}{NP}$$

Keterangan

WK = Waktu Komputasi

JP = Jumlah Hasil Waktu Komputasi

NP = Total Pengujian Yang Dilakukan

6.3.3.2 Hasil dan Analisis Pengujian Waktu Komputasi Metode Klasifikasi K-Nearest Neighbor

Setelah dilakukan pengujian terhadap 10 sampel dan mendapatkan hasil waktu komputasi dari setiap sampel. Dilakukan mencari rata-rata waktu komputasi dengan menggunakan rumus yang sudah dijelaskan pada tahapan-tahapan pengujian waktu komputasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor*.

Tabel 6.7 Hasil Waktu Komputasi Metode Klasifikasi K-Nearest Neighbor

No	Pengujian	Waktu Komputasi
1	Ke-1	553 ms
2	Ke-2	578 ms
3	Ke-3	561 ms
4	Ke-4	567 ms
5	Ke-5	560 ms
6	Ke-6	552 ms
7	Ke-7	570 ms
8	Ke-8	577 ms
9	Ke-9	580 ms
10	Ke-10	569 ms
	Rata-rata	566.7 ms

Dari hasil waktu yang didapatkan pada saat pengujian pada tabel 6.6 akan dilakukan perhitungan rata-rata waktu komputasi dengan cara menggunakan rumus yang dijelaskan pada tahapan-tahapan pengujian waktu komputasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor*.

$$WK = \frac{JP}{NP}$$

$$WK = \frac{553 + 578 + 561 + 567 + 560 + 552 + 570 + 577 + 580 + 569}{10}$$

$$WK = 566.7 \text{ ms}$$

Hasil perhitungan rata-rata waktu komputasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor* mendapat nilai 566.7 ms.



BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran ini menjelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil implementasi dan pengujian pada sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin menggunakan metode klasifikasi *k-nearest neighbor*. Dari hasil kesimpulan akan didapatkan saran untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem ini.

7.1 Kesimpulan

Penarikan kesimpulan oleh penulis setelah melakukan pengujian dan analisis antara lain sebagai berikut :

1. Dalam perancangan sistem klasifikasi ikan tongkol yang mengandung formalin menggunakan metode *k-nearest neighbor* dilakukan desain terlebih dahulu. Sensor HCHO diletakkan di dalam kotak/box untuk memaksimalkan dalam pengambilan data. Berdasarkan hasil pengujian sensor HCHO mendapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 5.47%. Pada sensor pH peletakkannya berada pada samping kotak/box untuk mempermudah pengguna. Dalam pengujian pada pH buffer 4.01 sensor pH mendapat rata-rata *error* sebesar 1.17% sedangkan pada pH buffer 6.86 mendapat rata-rata *error* 0.90%.
2. Pada pengujian tingkat akurasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor* yang dilakukan pada bab 6 didapatkan tingkat akurasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor* sebesar 90%. Dari tingkat akurasi yang pada saat pengujian dapat disimpulkan metode klasifikasi *k-nearest neighbor* berjalan dengan baik.
3. Pada pengujian terhadap waktu komputasi metode klasifikasi *k-nearest neighbor* didapatkan waktu rata-rata komputasi yang dibutuhkan oleh sistem dalam melakukan komputasi adalah 566,7 ms
4. Pengujian menggunakan nilai $K = 3, 5, 7, 9$ yang dilakukan dari 4 data sampel berbeda mendapatkan hasil yang sama. Perbedaan pada saat mengganti nilai $K + 3, 5, 7, 9$ terletak pada jumlah kelas tetangga terdekat.

7.2 Saran

Ada pun saran untuk pengembangan sistem bagi penelitian selanjutnya agar sistem ini menjadi lebih baik antara lain sebagai berikut :

1. Penambahan sensor warna yang berguna sebagai parameter untuk mengambil warna pada daging ikan sehingga pengolahan klasifikasi lebih baik.
2. Menambahkan metode lain pada penilitian deteksi ikan tongkol yang mengandung formalin ini agar hasil yang didapatkan lebih akurat.
3. Penambahan kelas agar mengetahui tingkat bahaya kadar formalin yang terkandung pada ikan tongkol.

DAFTAR PUSTAKA

advernesia. (2017). *Pengertian dan Cara Kerja Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN)*. Dipetik January 30, 2019, dari <https://www.advernesia.com/blog/data-science/pengertian-dan-cara-kerja-algoritma-k-nearest-neighbours-knn/>

Agustyani, Y. (2018). MODEL DETEKSI KANDUNGAN FORMALIN PADA IKAN DENGAN CITRA HUE SATURATION VALUES (HSV) MENGGUNAKAN K-NEAREST NEIGHBOR . 1.

ALODOKTER. (2019, juni 21). *Formalin*. Dipetik Agustus 2, 2019, dari <https://www.alodokter.com/formaldehide>

Ardiansyah. (2019). Implementasi Metode Klasifikasi Bayes Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis Embedded System. *1*, 1-8.

BPOM. (2008). *FORMALIN*, *1*, 8-9.

Dzikrulloh, N. N., Indriati, & Setiawan, B. D. (2017). *Penerapan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan Metode Weighted Product (WP) Dalam Penerimaan Calon Guru Dan Karyawan Tata Usaha Baru Berwawasan Teknologi (Studi Kasus : Sekolah Menengah Kejuruan Muhammadiyah 2 Kediri)*, *1*, 3.

Elektronika, L. (2012, juni 27). *Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2*. Dipetik Agustus 3, 2019, dari <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>

Elektronika, L. (2017, februari 27). *ARDUINO MEGA 2560 MIKROKONTROLER ATmega2560*. Dipetik Agustus 2, 2019, dari <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>

Haidar, M. (2017). APLIKASI SENSOR GAS AMONIAK DAN SENSOR PH PADA RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KUALITAS DAGING SAPI BERDASARKAN WARNA, BAU AMONIAK DAN PH BERBASIS MIKROKONTROLLER. 1.

Hakim, A. R. (2014). *KADAR PROTEIN DAN ORGANOLEPTIK NUGGET FORMULAS IKAN TONGKOL DAN JAMUR TIRAM PUTIH YANG BERBEDA*, *1*, 3.

Indonesia, C. (2019, maret 14). *manfaat kesehatan mengonsumsi ikan tongkol*. Dipetik Agustus 2, 2019, dari <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20190219102511-277-370592/manfaat-kesehatan-mengonsumsi-ikan-tongkol>

Joseph, N., & Savitri, T. (2017). *6 manfaat ikan tongkol yang bergizi dan menyehatkan, tapi jangan kebanyakan*. Dipetik Agustus 2, 2019, dari <https://hellosehat.com/hidup-sehat/fakta-unik/manfaat-ikan-tongkol-untuk-kesehatan/>

Khon, D. (2019, maret 2). *Pengertian LCD (Liquid Crystal Display) dan Prinsip Kerja LCD*. Dipetik Agustus 3, 2019, dari

<https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal-display-prinsip-kerja-lcd/>

Kurniawati, S. (2014). *IDENTIFIKASI DAN PREVELENSI ENDOPARASIT PADA SALURAN PENCERNAAN IKAN TONGKOL (EUTHYNNUS AFFINIS) DI PELABUHAN PERIKANAN NUSANTARA BRONDONG LAMONGAN - JAWA TIMUR*, 6.

Lutfi, M. (2017). *PINTU PAGAR RUMAH OTOMATIS DAN DILENGKAPI SISTEM KEAMANAN (KONTROL MOTOR)*, 1, 11-13.

Musfiqo, B. A., Setyaningsih, S., & Negara, T. P. (2017). *RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI FORMALIN PADA DAGING AYAM BERBASIS ARDUINO*, 1, 4-9.

ndaumanu, r. i. (2014). Analisis Prediksi Tingkat Pengunduran Diri Mahasiswa dengan Metode K-Nearest Neighbor. 1, 1-15.

Nisa, A. F. (2018). *KUALITAS IKAN TONGKOL (Euthynnus affinis) DENGAN PENGAWET ALAMI EKSTRAK DAUN CIPLUKAN DAN VARIASI LAMA PERENDAMAN*, 1, 6.

Perindustrian, D. (2006). penyalagunaan formalin dan peran pemerintah. jakarta: media industri.

Rizkiya, A. (2018). *PERILAKU NELAYAN MENGENAI PEMAKAIAN FORMALIN SERTA IDENTIFIKASI KEBERADAAN FORMALIN PADA ES DAN BEBERAPA JENIS IKAN DI PASAR SEKITAR TPI PUSONG KOTA LHOKSEUMAWE TAHUN 2017*, 16.

Rora, M. (2015). *RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI MAKANAN YANG MENGANDUNG FORMALIN BERBASIS DERET SENSOR*, 1, 3-4.

sari, h. a. (2015). KARAKTERISTIK KIMIA BAKSO SAPI (KAJIAN PROPORSI TEPUNG TAPIOKA: TEPUNG PORANG DAN PENAMBAHAN NaCl). 1, 1-9.

sari, N. (2018). <https://megapolitan.kompas.com>. Dipetik january 28, 2019, dari <https://megapolitan.kompas.com/read/2018/10/29/12225641/anggota-dprd-dki-hampir-semua-penggilingan-bakso-siapkan-boraks>

Simanjuntak, C. (2016). *HUBUNGAN KONSUMSI IKAN DENGAN TINGKAT KECUKUPAN PROTEIN ANAK BALITA PADA KELUARGA NELAYAN DI KELURAHAN PASIR BIDANG KECAMATAN SARUDIK KABUPATEN TAPANULI TENGAH*, 19-20.

Sinaulan, O. M., Rindengan, Y. D., & Sugiarso, B. A. (2015). *Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATmega 16*, 1, 3.

Suryadi, H., Kurniadi, M., & Melanie, Y. (2010). *ANALISIS FORMALIN DALAM SAMPEL IKAN DAN UDANG SEGAR DARI PASAR MUARA ANGKE*, 1, 2-3.

tim teknologi, a. (2016). *prinsip kerja pH meter*. Dipetik february 1, 2019, dari <http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-ph-meter/>